
Teil 1
Part 1

Übersicht
Table of contents

Silizium Temperatursensor
Silicon temperature sensors

Einführung
Introduction

Allgemeine technische Daten
General technical data

Allgemeine Qualitätsangaben
General Quality specification

Datenblätter
Datasheets

Anwendungsbeispiel
Application note

Teil 2
Part 2

Übersicht
Table of contents

Silizium Drucksensoren
Silicon pressure sensors

Einführung
Introduction

Funktionsprinzip
Principle of operation

Gehäuse
Housings

Technologie
Technology

Elektrische Kenndaten
Electrical characteristics

Temperaturkompensation
Temperature compensation

Produktspektrum und Datenblätter
Product spectrum and datasheets

SIEMENS weltweit (Adressen)
SIEMENS worldwide (Addresses)

SIEMENS

Silizium

Temperatur- und Drucksensoren

Silicon

Temperature sensors and pressure sensors

Datenbuch 1990/91



Databook 1990/91



Problemlos bestellen mit der SBS Preis- und Lagerliste



Für Kunden in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West).

Im Rahmen der hier vorliegenden Veröffentlichung möchten wir auch auf unseren jährlich neu erscheinenden Katalog „Siemens Bauteile Service“ hinweisen. Er umfaßt die Schwerpunkttypen aus dem Siemens-Bauteile-Gesamtprogramm mit den wichtigsten technischen Daten sowie den neuesten Preisen.

Soweit Schwerpunkttypen in der hier vorliegenden Druckschrift enthalten sind, tragen sie das Kennzeichen  oder  und können über den Ihnen nächstgelegenen Siemens Bauteile-Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) bestellt und sofort und problemlos geliefert werden.

Für Kunden im Ausland dient als Bezugsquelle der Vertrieb Bauteile der jeweiligen Landesgesellschaften oder Vertretungen.

Die derzeit gültige SBS Preis- und Lagerliste erhalten Sie kostenlos bei

Siemens AG
Infoservice
Postfach 23 48
D-8510 Fürth
 (0911) 30 01-260
 6 23 313
FAX (0911) 30 01-271
Stichwort „SBS Preis- und Lagerliste“.

Herausgegeben von Siemens AG, Bereich Halbleiter, Marketing-Kommunikation, Balanstraße 73, D-8000 München 80.

© Siemens AG 1990. Alle Rechte vorbehalten.

Gewähr für die Freiheit von Rechten Dritter leisten wir nur für Bauelemente selbst, nicht für Anwendungen, Verfahren und für die in Bauelementen oder Baugruppen realisierten Schaltungen.

Mit den Angaben werden die Bauelemente spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.

Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten.



Fragen über Technik, Preise und Liefermöglichkeiten richten Sie bitte an den Ihnen nächstgelegenen Siemens-Bauteile-Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) oder an unsere Landesgesellschaften im Ausland (siehe Anschriftenverzeichnis).

Bauelemente können aufgrund technischer Erfordernisse Gefahrstoffe enthalten. Auskünfte darüber bitten wir unter Angabe des betreffenden Typs ebenfalls über den Vertrieb Bauteile einzuholen.



Straightforward ordering with the catalog **“Siemens Components Service, Preferred Products”.**

If you are not yet familiar with the SCS catalog on Preferred Products, this is the occasion to introduce our fast, reliable delivery service to you. Every year, a revised edition of the SCS catalog is published. It comprises all Preferred Products of the Siemens components spectrum together with their most important technical specs.

If contained in the publication at hand, Preferred Products are marked with the symbol  or , which means that these products are available for prompt delivery via the Siemens Components Service.

Please direct orders for components as well as for the SCS catalog to your nearest Siemens Office, Components Division, or Distributor.

**Published by Siemens AG, Bereich Halbleiter, Marketing-Kommunikation,
Balanstraße 73, D-8000 München 80**

© Siemens AG 1990. All Rights Reserved.

As far as patents or other rights of third parties are concerned, liability is only assumed for components per se, not for applications, processes and circuits implemented within components or assemblies.

The information describes the type of component and shall not be considered as assured characteristics.

Terms of delivery and rights to change design reserved.

For questions on technology, delivery, and prices please contact the Offices of Siemens Aktiengesellschaft in the Federal Republic of Germany and Berlin (West) or the Siemens Companies and Representatives worldwide (see address list).

Due to technical requirements components may contain dangerous substances. For information on the type in question please contact your nearest Siemens Office, Components Division.

SIEMENS

Teil 1

**Silizium
Temperatursensoren**

Part 1

***Silicon
Temperature sensors***

Übersicht
Table of contents

Übersicht *Table of contents*

Teil 1		Part 1	
1.	Einführung	1.	<i>Introduction</i>
1.1	Allgemeines	1.1	<i>General</i>
1.2	Technologie des Temperatursensors KTY	1.2	<i>Technology of the KTY temperature sensor</i>
1.2.1	Prinzip des „Spreading resistance-Temperatur-sensors	1.2.1	<i>Principle of the „spreading resistance temperature sensor</i>
1.2.2	Der symmetrische Sensor	1.2.2	<i>The symmetric sensor</i>
1.2.3	Zusammenfassung	1.2.3	<i>Conclusion</i>
2.	Allgemeine technische Daten	2.	<i>General technical data</i>
3.	Allgemeine Qualitätsangaben	3.	<i>General quality details</i>
3.1	Stichproben	3.1	<i>Random sampling</i>
3.2	Fehlerkriterien	3.2	<i>Classification of defects</i>
3.3	AQL-Werte	3.3	<i>AQL values</i>
4.	Produktspektrum und Datenblätter	4.	<i>Product spectrum and Data sheets</i>
5.	Applikationsbeispiel	5.	<i>Application note</i>

Einführung
Introduction

1. Allgemeines

Eines der wesentlichsten Merkmale zur Unterscheidung zwischen Halbleitern und Metallen war im Sinne der Elektronentheorie das Verhalten bei Temperaturerhöhung: Bei Halbleitern sollte die Leitfähigkeit steigen, bei Metall dagegen abnehmen. Die Idee, die Temperatur dadurch zu messen, daß man die Änderung der Leitfähigkeit eines Festkörpers mit der Temperatur mißt, ist also mit dem Ursprung der modernen Physik verbunden. Diese absolute Meßmethode hat prinzipiell den Vorteil gegenüber der relativen Messung der Temperatur mit Hilfe des Seebeck-Effekts, daß grundsätzlich keine Referenztemperatur (wie bei Thermoelementen) notwendig ist. Temperaturfühler, die aus einem Metallwiderstand wie Ni oder Pt bestehen, sind längst vorhanden und durch hohe Stabilität, aber auch durch hohe Herstellungskosten charakterisiert. Der Wunsch nach einem kostengünstigen Temperaturfühler führte schon in den sechziger Jahren dazu, die Vorteile der Si-Planartechnologie zu nutzen, um einen Thermistor aus Silizium herzustellen.

Man wollte bestimmte Widerstandsbahnen entsprechend dotieren und durch einen pn-Übergang vom Si-Einkristallsubstrat isolieren. Dabei stellte sich heraus, daß dies zur starken Streuung des Nennwiderstandes und vor allen Dingen des Temperaturkoeffizienten führte. Das Vorhandensein eines pn-Überganges mit Raumladungszone und mit Sperrströmen, beide stark von der Temperatur, aber in noch größerem Maße von der lokalen Kristallbeschaffenheit abhängig, machte alle Bemühungen einer guten Reproduzierbarkeit zunichte. Einen entscheidenden Durchbruch stellt der im folgenden beschriebene Si-Temperatursensor nach dem „Spreading-resistance“-Prinzip dar [1].

2. Technologie des Temperatursensors KTY

Der von der Siemens AG entwickelte Temperatursensor KTY basiert auf dem Prinzip des „Spreading-resistance“. Die physikalischen Grundlagen und die Beschreibung dieses Phänomens wurden erstmals von Holm [2] erarbeitet.

1. General

One of the essential points in distinguishing between semiconductors and metals, according to the free electron theory, is that the conductivity in semiconductors should increase with increased temperature and in metals, decrease with increased temperature. The idea that the temperature of a body can be measured by the change in its conductivity has been known since the beginning of modern physics. This absolute measuring method has in principle the advantage over relative measurement of temperature methods, by virtue of the Seebeck effect, that no reference temperature is required (e.g. as in thermo elements). Temperature sensors which are composed of Ni or Pt. have been available for a long time they are characterised by their high stability but also by their high cost. The desire for a cost effective temperature sensor led, as early as the 60's, to use the virtues of Si-planer technology to produce a Si-based thermistor.

The intention was to dope defined resistance paths and isolate them from the silicon substrate by a p/n junction. This however was found to give a very wide spread of the rated resistance and more importantly of the temperature coefficients. The existence of a p/n junction with space charge areas and reverse currents, both strongly dependent on the temperature and also the very large influence of the localised crystal structure, annulled all efforts to obtain good reproducibility. A decisive breakthrough is represented by the Si-spreading resistance temperature sensor as described below [1].

2. Technology of the KTY Temperature Sensor

The KTY temperature sensor developed by Siemens AG is based on the principle of the Spreading Resistance. The physical basis and a description of the phenomenon was first arrived at by Holm [2].

**2.1 Prinzip des „Spreading-resistance“
Temperatursensor**

Der Begriff „Spreading-resistance“ oder „Ausbreitungswiderstand“ stammt von einem Verfahren zur Messung des spezifischen Widerstandes von Halbleiterscheiben nach der „Ein-Spitzen-Methode“ (Bild 1). Dieser Widerstand R ist gegeben durch:

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot d} \quad (1)$$

wobei:

- R Sensorwiderstand (Ohm)
- ρ spezifischer Widerstand des Si-Vollmaterials (Ohm · cm)
- d Durchmesser der Meßspitze (cm)

Seine Messung ist unabhängig von der Dicke und dem Durchmesser der Scheibe, solange „d“ dagegen vernachlässigbar klein ist. Durch Einschnürung der Stromlinien in Meßspitzennähe spielt der lokale spezifische Widerstand in diesem Gebiet eine bestimmte Rolle. Weiterhin wird der Kontaktwiderstand zwischen Halbleiter und Metall mitgemessen.

**2.1 Principle of the spreading resistance
temperature sensor**

The expression “Spreading resistance” derives from a method used to measure the specific resistance of semiconductor wafers called the “one-point-method” (Fig. 1). This resistance R is given by:

where:

- R Sensor resistance (Ohms)
- ρ specific resistivity of Silicon (Ohms.cm)
- d Diameter of measuring point (cm)

This measurement is independent of the thickness and the diameter of the wafer, as long as „d“ is negligibly small. By concentrating the current flow in the vicinity of the measuring point, the localised specific resistance has a definite effect. Furthermore, the contact resistance between semiconductor and metal is also measured.

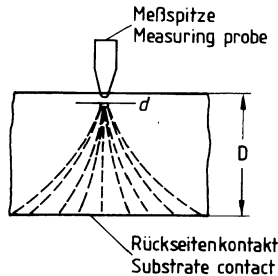


Bild 1: Messung des spezifischen Widerstandes von Halbleitern mit Hilfe der „Ein-Spitzen-Methode“.

Fig. 1: Measuring the specific resistance of semiconductors using the „one-point method“.

Beim herkömmlichen Temperatursensor nach dem „Spreading-resistance“-Prinzip [3] übernimmt ein Kontaktloch im Maskieroxyd die Aufgaben der Meßspitze (Bild 2). Um das Meßprinzip beizubehalten, muß man den Lochdurchmesser gegenüber den Chipabmessungen vernachlässigen können. Bei zu kleinen Kontaktlöchern führen aber kleine Abbildungsfehler während des Phototechnikprozesses bei der

With the conventional temperature sensor based on the spreading resistance principle [3] a contact hole in the oxide mask serves as the measuring point (Fig. 2). In order to comply with the measuring principle, the hole diameter must be negligible compared to the chip dimensions. Too small a contact hole leads to small image defects during the phototechnique processes used to

Einführung Introduction

Kontaktlochherstellung zu starken Schwankungen des Widerstandes. Ein Lochdurchmesser von $22\ \mu\text{m}$ für eine Chipseitenlänge von ca. $500\ \mu\text{m}$ ist ein Kompromiß. Der temperaturabhängige Widerstand besteht bei „Spreading-resistance“-Sensoren aus dem Vollsiliziummaterial des Substrates. Es ist ein wesentliches Merkmal des „Spreading-resistance“-Sensors, daß er keinen pn-Übergang enthält.

produce the contact holes, which results in too wide a spread in the resistance. A hole diameter of $22\ \mu\text{m}$ with a chip edge length of about $500\ \mu\text{m}$ is a compromise. The temperature dependent resistor for a Spreading Resistance sensor, comprises of the bulk of the silicon substrate. It is an essential feature of the spreading resistance sensor that it contains no p/n junction.

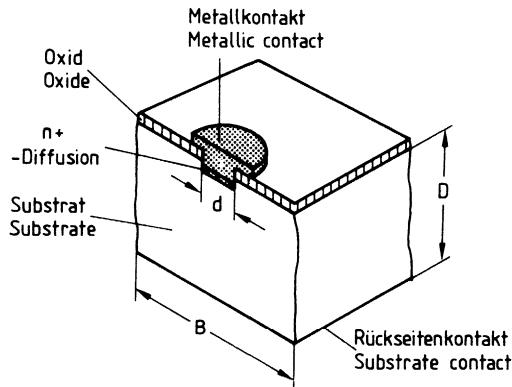


Bild 2: Herkömmlicher Spreading-Widerstand-Temperatursensor

Fig. 2: Conventional Spreading resistance temperature sensor.

Was den Leistungsmechanismus betrifft, befindet man sich im Si-Einkristall bei normaler Temperatur im Bereich der Störstellenerzeugung, d.h. alle Störstellen sind ionisiert. Eine Erhöhung der Temperatur ist nicht mit einer Erhöhung der Ladungsträgeranzahl verbunden, und auf Grund der Verminderung der Ladungsträgerbeweglichkeit durch Phononenstreuung nimmt die Leitfähigkeit ab. Ein Si-Temperatursensor nach dem „Spreading-resistance“-Prinzip hat somit einen positiven Temperaturkoeffizienten (Bild 3).

The basic conduction mechanism can be explained by looking at a single Si-crystal. At normal temperatures all crystal dislocations are ionised, so that an increase in temperature does not lead to an increase in the No. of charge carriers. However, the increased lattice energy associated with a rise in temperature leads to an increase in the phonon scatter within the crystal and thereby increases the resistance. A Si-temperature sensor based on the spreading resistance principle therefore has a positive temperature coefficient (Fig. 3).

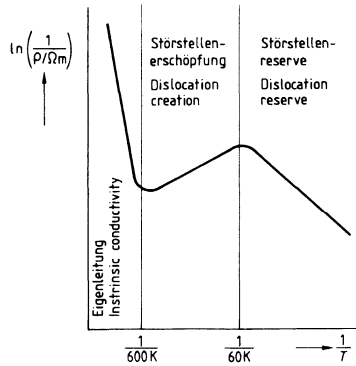


Bild 3: Änderung der spezifischen Leitfähigkeit von Silizium mit der Temperatur T

Fig. 3: Change in the specific conductivity of Silicon with Temperature T.

Der Temperaturbereich der Störstellenerschöpfung ist bei höherer Temperatur durch das Einsetzen des Eigenleitungsprozesses und bei niedriger Temperatur durch den Bereich der Störstellenreserve begrenzt. Dies ergibt die natürliche Grenze des Meßbereichs eines „Spreading-resistance“-Sensors. Sie ist von der Kristalldotierung abhängig. Ein spezifischer Widerstand von ca. 7 Ohm/cm ergibt einen TK (25/100) von $1,68 \pm 0,02$. Mit einem Lochdurchmesser von 22 µm ergibt sich hiermit ein Widerstandsnennwert von 1000 Ohm.

The temperature range of dislocation creation is limited by the intrinsic conductivity process at higher temperatures and by the dislocation reserves at low temperatures. This gives a natural boundary on the measurement range of a Spreading resistance sensor, ie, it is dependent on the crystal doping. A specific resistance of about 7 Ohm/cm results in a TC (25/100) of 1.68 ± 0.02 and with a hole diameter of 22 µm gives a resistance value of 1000 Ohms.

Bei herkömmlichen „Spreading-resistance“-Temperatursensoren breiten sich die Stromlinien vom Kontaktloch im Maskieroxyd zur anderen Seite des Chips aus (Bild 2). Durch diese Unsymmetrie führt ein nicht-ohmscher Kontakt beim Übergang Metallisierung-Si-Material zu einem stromrichtungsabhängigen Widerstand. Ein rein ohmscher Kontakt ist aber nicht realisierbar; dies ist ein wesentlicher Nachteil des herkömmlichen „Spreading-resistance“-Sensors.

With conventional Spreading resistance temperature sensors the current flow spreads from the contact hole in the oxide mask to the rear-side of the chip (Fig. 2). Due to the asymmetry of the metalisation-silicon junctions, and to the non-Ohmic contacts, this leads to a resistor which is dependent on current direction. One basic disadvantage of the Spreading resistance sensor is that a pure Ohmic contact is not attainable.

2.2 Der symmetrische Sensor

2.2 The symmetric sensor

Beim Temperatursensor KTY wurde dieses Problem durch einen symmetrischen Aufbau gelöst (Bild 4). Hier fließt der Strom durch zwei Löcher in das Maskieroxyd, und die Stromlinien verbreitern sich in dem dazwischen liegenden Si-Einkristall. Durch diese Anordnung ist der Sensor ka-

With the temperature sensor KTY this problem is solved by a symmetric construction (Fig. 4). Here, the current flows through two holes in the oxide mask and the current flow spreads itself into the Silicon crystal inbetween. With this arrangement the sensor is low in

Einführung Introduction

pazitätsarm. Er hat eine relativ lange Trägerlaufzeit, deshalb ist er gegen schnelle Spannungsspitzen empfindlich*. Dieser Aufbau ist Gegenstand eines Siemens-Weltpatentes. Bild 5 zeigt den Chip der KTY-Sensoren.

capacitance. It has a relatively large charge carrier transit time and is therefore sensitive to fast voltage peaks*. This construction is a world patent of Siemens. Fig. 5 shows the chip of the KTY sensor.

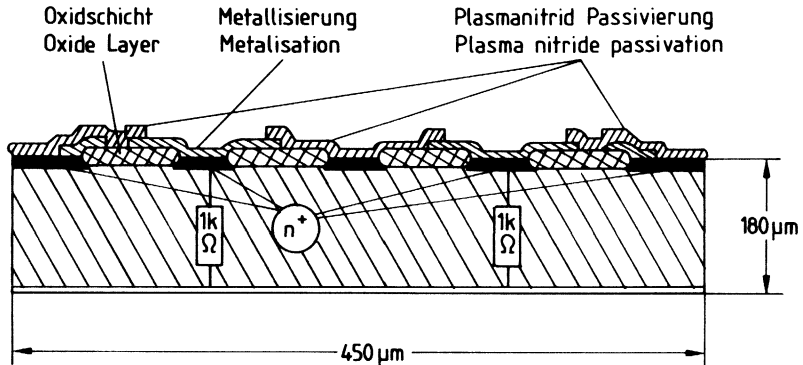


Bild 4: Schematischer Querschnitt durch den Temperatursensor KTY 10

Fig. 4: Schematic cross section through the temperature sensor KTY 10

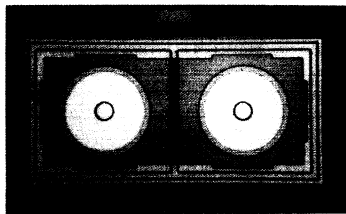


Bild 5: Ansicht des Chips des KTY-Sensors

Fig. 5: View on the KTY sensor chip

Bei Beibehaltung der Idealwerte 7 Ohm/cm und 22 μm Lochdurchmesser beträgt der Sensorwiderstand 2000 Ohm. Zur Herstellung des KTY-Temperatursensors wird eine Fotolithographie eingesetzt, die Abbildungstoleranzen im Submikron-Bereich hat. Als Isolierschicht dient eine Oxid-Nitrid-Doppelschicht. Diese wird nach dem Aufbringen der Kontaktierflecke nochmals mit Plasma-Nitrid überzogen, das lediglich auf den Metallflecken im Kontaktierbereich weggeätzt wird. Man erhält dadurch einen Chip, der ganzflächig gegen Umwelteinflüsse passiviert ist.

On adhering to the ideal values of 7 Ohm/cm and 22 μm hole diameter the sensor resistance is 2000 Ohms. Photolithography with image definitions in the submicron range are used to produce the KTY temperature sensor. A double layer of Oxide and Nitride serves as an insulation film. After deposition of the contact areas this is again covered with plasma nitride, only that over the contact areas being etched away. Thereby a chip is obtained which is passivated on all faces against environmental influences.

* Vorschlag für Schutzbeschaltung in den Datenblättern

* See protection circuit proposal in datasheets.

Einführung Introduction

In Bild 6 sind, in Abhängigkeit vom Meßstrom und von der Gehäusetemperatur, Messungen der Unsymmetrie M in % dargestellt.

Die Definition für M lautet:

$$M = \frac{\Delta R}{R} \quad (2)$$

M Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung der Meßspannung (%).

ΔR Änderung des Widerstandes R bei Polaritätsänderung der Meßspannung (Ohm).

R Sensorwiderstand (Ohm).

Fig. 6 shows % values of asymmetry M, dependent on supply current and on case temperature.

The definition for M is as follows:

M Resistance asymmetry on changing polarity of the supply voltage (%).

ΔR Change of the resistance R on changing polarity of the Supply voltage (Ohms).

R Sensor resistance (Ohms).

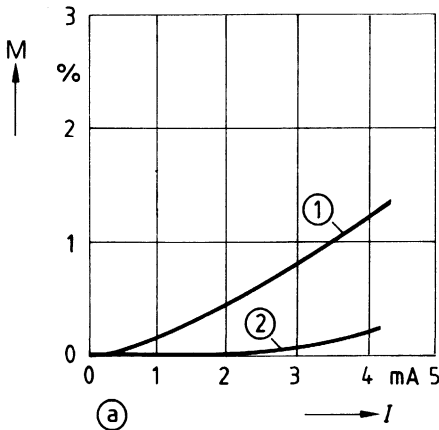


Bild 6: Unsymmetrie M des Sensor-Widerstandes in Abhängigkeit

- a) vom Meßstrom I
- b) von der Gehäusetemperatur T

wobei

- ① Herkömmlicher „Spreading-resistance“-Sensor
- ② Symmetrischer „Spreading-resistance“-Sensor

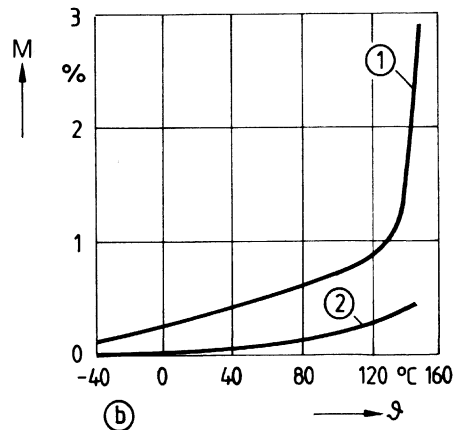


Fig. 6: Asymmetry M, of the sensor resistance, dependent on:

- a) Supply current I
- b) from the case temperature T

whereby

- ① Conventional spreading resistance sensor
- ② Symmetrical spreading resistance sensor

Einführung Introduction

Um die Ausbeute an Chips pro Scheibe, die in einem möglichst engen Unsicherheitsbereich liegen, zu erhöhen, benutzt man bei der Herstellung des Sensors KTY neutronenaktiviertes Material. Bei diesem Dotierungsverfahren werden in einem Atomreaktor Si-Kristalle mit Neutronen beschossen und dabei Si-Atome in P-Atome umgewandelt. Dieses Verfahren erlaubt nicht nur eine präzise Einstellung der Dotierung ($\pm 0,1\%$), sondern auch eine hohe Homogenität: $\pm 1\%$ Dotierungsschwankungen, anstatt $\pm 15\%$ bei normalem Material. Eine weitere Beeinflussung des Widerstandswertes eines herkömmlichen Spreading-resistance-Sensors ist die Güte des Kontaktes des Si-Chips mit dem Metallträger auf der Rückseite. Beim Sensor KTY wird die Rückseite mit Au metallisiert und auf den Metallträger legiert. Diese, im Vergleich zur herkömmlichen Klebung aufwendigen Lösung, führt zu einer höheren Stabilität der Verbindung des Sensor-Chips mit dem Metallträger.

Die Verhältnisse an den Kontaktlöchern bleiben für die Reproduzierbarkeit und die Langzeitstabilität entscheidend. Beim Sensor KTY wurde an Stelle der herkömmlichen Al-Metallisierung eine aufwendige Mehrschichtmetallisierung verwendet.

Diese Mehrschichtmetallisierung aus Ti-Pt-Au wurde für die professionelle Mikrowellenbauelemente mit hoher Stromdichte und größter Anforderung an die Zuverlässigkeit entwickelt. Zusammen mit einer Au-Draht-Kontaktierung mittels Thermokompression ist dadurch beim Sensor KTY eine hohe Zuverlässigkeit gewährleistet. In Bild 7 sind Resultate von Langzeit-Heißlagerungsversuchen dargestellt.

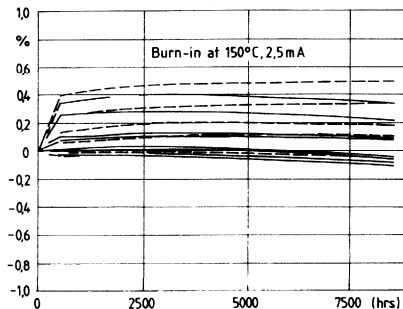


Bild 7: Drift des Widerstandes R bei Langzeit-Heißlagerung

In order to increase the yield of chips per wafer which fall into the highest possible tolerance band, neutron activated material is used in the production of the KTY sensors. In this doping method the silicon crystal is implanted with neutrons in a nuclear reactor which changes Si-atoms into P-atoms. This method allows not only a precise doping level ($\pm 0.1\%$), but also gives high homogeneity ($\pm 1\%$ doping spread instead of $\pm 15\%$ with normal material). A further influence on the resistance value of a conventional spreading resistor sensor is the quality of the contact of the base of the Si chip with the metal leadframe. With the KTY sensor the rear side is coated with Au and alloyed to the leadframe. In comparison to the conventionally used adhesive solution this leads to a higher stability of the bonding between the sensor chip and the leadframe.

The restrictions placed on the contact holes are decisive for the reproducibility and the long term stability. In the KTY sensor a multi-layer metalisation is employed as opposed to the conventional Al-Metalisation.

This multi-layer metalisation of Ti-Pt-Au, was developed for industrial microwave components with high current densities, which place strong demands on reliability. This together with Au-thermocompression bondwire contacting, assures high reliability in the KTY sensor. Fig. 7 shows results of longterm high temperature storage.

Fig. 7: Drift of the resistance R with long-term high temperature storage

2.3 Zusammenfassung

Durch ein neues Systemkonzept mit symmetrischen Aufbau in Verbindung mit einer optimalen geometrischen Form des Kontaktloches und Verwendung von neutronenaktiviertem Material ist es gelungen, das Ziel eines kostengünstigen Temperaturfühlers mit geringer Unsicherheit und guter Reproduzierbarkeit der Kennlinie zu erreichen. Die einfache Kennlinienlinearisierung mit einem optimalen Widerstand führt auf Linearitätsfehler unterhalb $0,6^{\circ}\text{C}$ im Bereich von -40°C bis $+130^{\circ}\text{C}$. Um den Vorteil der kleinen Chipabmessungen in Bezug auf die thermische Zeitkonstante des Fühlers voll auszunutzen, müssen anwendungsangepaßte Gehäuseformen zur Verfügung gestellt werden. Dadurch wird ein Breitereinsatz des neuen Sensors auf dem Gebiet der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik, dem Automobilbau und dem Konsumgerätemarkt ermöglicht.

Literaturhinweise

- [1] Siemens Forsch.- u. Entwickl.-Ber. Bd. 10 (1981) Nr. 2 erschienen im Springer Verlag 1981.
- [2] Holm. R.: Electric contacts, theory and application. 4. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1967.
- [3] Society of Automotive Engineers: Planar Semiconductor Temperature Sensor for Automotive Applications. Sympos. International Automotive Engineering Congress and Exposition. Cobo Hall, Detroit, February 28-March 4, 1977.

2.3 Conclusion

With a new system concept of symmetrical construction together with an optimised geometrical form of the contact hole and the use of neutron activated material, the objective to develop a cost effective temperature sensor with low instability and good reproducibility was achieved. The simple linearisation of the characteristic curve using an optimised resistor leads to linearity errors of below 0.6°C in the range from -40°C to $+130^{\circ}\text{C}$. In order to fully exploit the advantage of the very small chip dimensions, giving small thermal time constants, application specific housings had to be made available. Widespread use of these new sensors in measurement and control and also automotive and consumer goods markets is thereby made possible.

References

Allgemeine technische Daten
General technical data

Allgemeine technische Daten General technical data

Temperatur-Sensoren eignen sich zum Messen, Steuern und Regeln von Luft, Gasen und Flüssigkeiten im Temperaturbereich von -50°C bis $+150^{\circ}\text{C}$. Sie bestehen aus einem n-leitenden Silizium-Kristall in Planar-Technik. Die leicht gekrümmte Kennlinie $R_T = f(T_A)$ wird durch die folgenden Angaben über die Regressions-Parabel beschrieben.

Der Widerstand der Sensoren kann somit für verschiedene Temperaturen nach der folgenden Gleichung 2. Grades im Temperaturbereich -30°C bis $+130^{\circ}\text{C}$ errechnet werden:

$$R_T = R_{25} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T_A + \beta \cdot \Delta T_A^2) \quad [\Omega] = f(T_A) \quad (3)$$

$$\alpha = 7.68 \cdot 10^{-3} \text{ [K}^{-1}\text{]} \quad \left. \begin{array}{l} \text{typ. Kurvenverlauf (Bild 8/9)} \\ \text{typ. curve (Fig. 8/9)} \end{array} \right\}$$

$$\beta = 1.88 \cdot 10^{-5} \text{ [K}^{-2}\text{]}$$

These temperature sensors are designed for the measurement, control and regulation of air, gases and liquids within the temperature range of -50°C to $+150^{\circ}\text{C}$. The temperature sensing element is an n-conducting silicon crystal in planar technology. The gentle curvature of the characteristic, $R_T = f(T_A)$, is described as a regression parabola in the following expressions.

The resistance of the sensor can be calculated for various temperatures from the following second order equation, valid over the temperature range -30°C to $+130^{\circ}\text{C}$:

Daraus kann der Temperaturfaktor k_T ermittelt werden:

From this, the temperature factor k_T can be derived:

$$k_T = \frac{R_T}{R_{25}} = 1 + \alpha \cdot \Delta T_A + \beta \cdot \Delta T_A^2 = f(T_A) \quad (4)$$

Strebereich des Temperaturfaktors k_T :

Spread of the Temperature factor k_T :

T_A °C	k_T			
	min.	typ.	max.	
-50	0.52	0.53	0.54	
-25	0.655	0.66	0.675	
0	0.812	0.82	0.826	
25	1 (Normierpunkt) (Normalising point)			
50	1.195	1.20	1.215	
75	1.42	1.43	1.45	
100	1.66*	1.68*	1.70*	typ. Kurvenverlauf (Bild 14/15)
125	1.92	1.95	1.98	
150	21.5	2.20	2.24	typ. curve (Fig. 14/15)

*) AQL = 0,65

Für den Bereich $<-30^{\circ}\text{C}$ und $>+130^{\circ}\text{C}$ ist die Gleichung 3. Grades genauer:

For the range $<-30^{\circ}\text{C}$ and $>+130^{\circ}\text{C}$ a third order equation is more accurate:

$$k_T = \frac{R_T}{R_{25}} = 1 + \alpha' \cdot \Delta T_A + \beta' \cdot \Delta T_A^2 + \gamma' \cdot \Delta T_A^3 = f(T_A) \quad (5)$$

Allgemeine technische Daten
General technical data

$$\alpha' = 7.93 \cdot 10^{-3} \text{ [K}^{-1}\text{]}$$

$$\beta' = 1.93 \cdot 10^{-5} \text{ [K}^{-2}\text{]}$$

$$\gamma' = -4.82 \cdot 10^{-8} \text{ [K}^{-3}\text{]}$$

R_T Sensorwiderstand bei einer Temperatur T [°C]

R_T *Sensor resistance at temperature T [°C]*

R_{25} Sensorwiderstand bei $T_A = +25^\circ\text{C}$

R_{25} *Sensor resistance at $T_A = +25^\circ\text{C}$*

ΔT_A Temperaturdifferenz bezogen auf $T_A = +25^\circ\text{C}$

ΔT_A *Temperature difference referenced to $T_A = +25^\circ\text{C}$*

Die Temperatur am Fühler kann über die Veränderung des Fühlerwiderstandes nach der folgenden Gleichung berechnet werden (Näherungskennlinie):

The temperature at the sensor can be calculated from the change in the sensors resistance from the following equation (approximated characteristic curve):

$$T = 25 + \frac{\sqrt{\alpha^2 - 4\beta} + 4\beta \cdot k_T - \alpha}{2\beta} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (6)$$

Allgemeine technische Daten
General technical data

Sensorwiderstand
Sensor resistance

KTY 10 ... 18

$R_T = k_T \cdot R_{25} = f(T_A)$
 $I_B = 1 \text{ mA}$

Beispiel:
 Example: $R_{25} = 2000 \ \Omega$

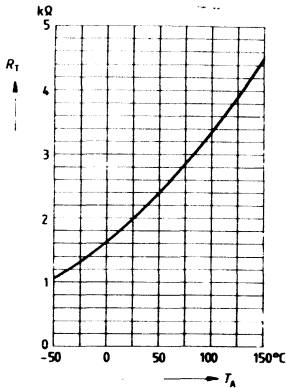


Bild 8 / Fig. 8

Sensorwiderstand
Sensor resistance

KTY 20 ... 23

$R_T = k_T \cdot R_{25} = f(T_A)$
 $I_B = 1 \text{ mA}$

Beispiel:
 Example: $R_{25} = 1000 \ \Omega$

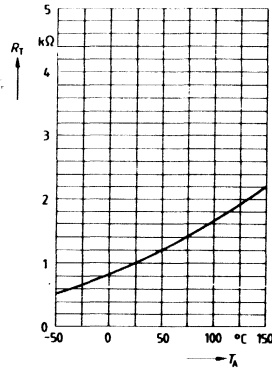


Bild 9 / Fig. 9

Typische Abhängigkeit des Sensorwiderstandes vom eingprägten Gleichstrom

Beispiel: KTY 10 im Oel bei $T_A = 25^\circ\text{C}$

Typical dependence of sensor resistance on supply current

Example: KTY 10 in oil at $T_A = 25^\circ\text{C}$

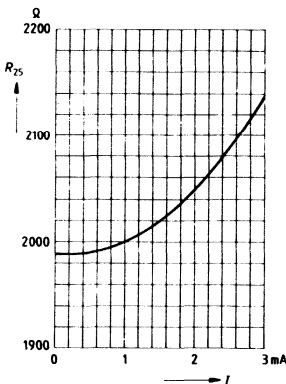


Bild 10 / Fig. 10

Typische Abhängigkeit des Sensorwiderstandes vom eingprägten Gleichstrom

Beispiel: KTY 20 im Oel bei $T_A = 25^\circ\text{C}$

Typical dependence of sensor resistance on supply current

Example: KTY 20 in oil at $T_A = 25^\circ\text{C}$

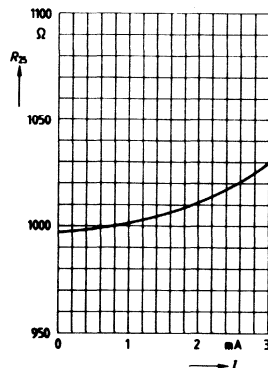


Bild 11 / Fig. 11

Allgemeine technische Daten
General technical data

Typische Abweichung des Sensorwiderstandes von dem Grundwiderstand R_{25} ($I_B = 1 \text{ mA}$) in Abhängigkeit vom eingepprägten Gleichstrom

Beispiel: KTY 10 bei $T_A = 25 \dots 100^\circ\text{C}$

Typical deviation of sensor resistance from basic resistance R_{25} ($I_B = 1 \text{ mA}$) versus supply current

Example: KTY 10 at $T_A = 25 \dots 100^\circ\text{C}$

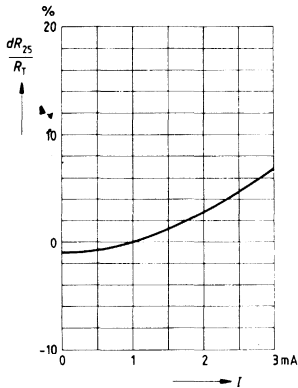


Bild 12 / Fig. 12

Typischer Verlauf des Temperaturfaktors

Typical relation of the temperature factor

$$k_T = \frac{R_T}{R_{25}} = f(T_A)$$

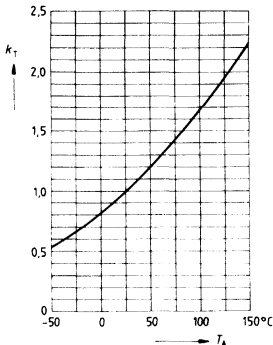


Bild 14 / Fig. 14

Typische Abweichung des Sensorwiderstandes von dem Grundwiderstand R_{25} ($I_B = 1 \text{ mA}$) in Abhängigkeit vom eingepprägten Gleichstrom

Beispiel: KTY 20 bei $T_A = 25 \dots 100^\circ\text{C}$

Typical deviation of sensor resistance from basic resistance R_{25} ($I_B = 1 \text{ mA}$) versus supply current

Example: KTY 20 at $T_A = 25 \dots 100^\circ\text{C}$

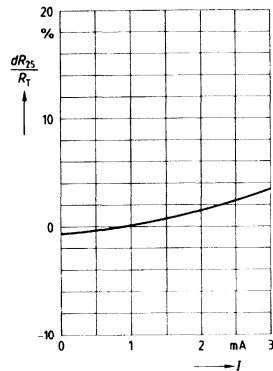


Bild 13 / Fig. 13

Typisches Verhalten des Temperaturkoeffizienten

Typical relation of the temperature coefficient

$$TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$$

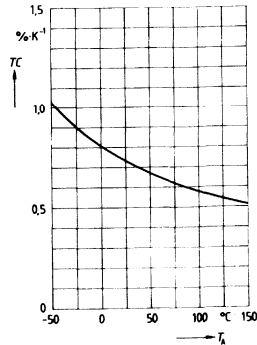


Bild 15 / Fig. 15

Allgemeine technische Daten General technical data

Definition der thermischen Zeitkonstante
 τ bei 63% $\cdot \Delta T_A$

Definition of the thermal time constant
 τ at 63% $\cdot \Delta T_A$

$$\Delta T_A = T_{A2} - T_{A1}$$

$$\tau = t_1 - t_0$$

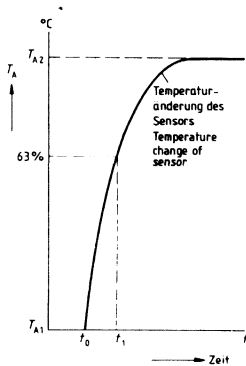


Bild 16 / Fig. 16

Allgemeine Qualitätsangaben
General quality specifications

Allgemeine Qualitätsangaben General quality specifications

Lieferqualität

Unter „Lieferqualität“ ist die Übereinstimmung mit vereinbarten Daten zum Lieferzeitpunkt zu verstehen.

1. Stichproben

Den angegebenen AQL-Werten (AQL = annehmbare Qualitätsgrenzlage) liegt die Stichprobenvorschrift DIN 40 080 (inhaltlich übereinstimmend mit MIL-Standard 105 D und IEC 410) Einfachstichprobenplan für normale Prüfung, Prüfniveau II zugrunde. Die Prüfanweisungen dieser Norm sind so abgefaßt, daß ein Lieferlos mit höherer Wahrscheinlichkeit als 90 % angenommen wird, wenn der prozentuale Anteil der fehlerhaften Bauelemente nicht größer als der jeweils angegebene AQL-Wert ist. Der prozentuale Fehleranteil unserer Lieferungen liegt mit genügender Sicherheit unter dem AQL-Wert.

2. Fehlerkriterien

Ein Fehler liegt vor, wenn ein Bauelementmerkmal nicht den Angaben des Datenblattes oder einer vereinbarten Liefervorschrift entspricht. Man unterscheidet Totalfehler (inoperatives), die im allgemeinen eine funktionsgemäße Verwendung des Bauelements ausschließen, und Fehler von geringerer Bedeutung.

Totalfehler

- Kurzschluß oder Unterbrechung
- Bruch von Bauelement, Gehäuse, Anschlüssen oder Umhüllung
- Fehlerhafte Kennzeichnung
- Typenvermischung

Die übrigen Fehler werden eingeteilt in

- Fehler in den elektrischen Eigenschaften (Grenzüberschreitungen bei elektrischen Kenndaten)
- Fehler in den mechanischen Eigenschaften, z.B. nicht eingehaltene Abmessungen, beschädigte Gehäuse, nicht lesbare Beschriftung, verbogene Anschlüsse.

Delivery quality

The term „delivery quality“ means conformance with agreed data at the time of delivery.

1. Random sampling

The given AQL values (AQL = acceptable quality level) are based on the sampling inspection regulation DIN 40 080 (contents correspond to MIL-STD 105 D and IEC 410), single sampling plan for normal inspection, inspection level II. The sampling instructions of this standard are such that a delivered lot will be accepted with a probability of higher than 90 % if the percentage of defectives does not exceed the specified AQL level. The percentage of defectives delivered lies significantly below the AQL value.

2. Classification of defects

A defect exists if a component characteristic does not correspond to the specifications stated in the data sheets or in an agreed delivery specification. Defects which generally exclude the functional use of the component (inoperatives) are classified separately from less significant defects.

Inoperatives

- short circuit or open circuit
- component, housing, leads or encapsulation broken
- incorrect marking
- mixing with other types

Other defects are divided as follows:

- exceeding of limiting values of electrical parameters
- mechanical defects, e.g. incorrect dimensions, damaged housings, illegible marking, bent leads.

Allgemeine Qualitätsangaben General quality specifications

3. AQL-Werte

Für die genannten Fehler gelten folgende AQL-Werte:

- für Totalfehler
(elektrisch und mechanisch) 0.1
- für die Summe der elektrisch fehlerhaften Stücke 0.4
- für die Summe der mechanisch fehlerhafte Stücke 0.4

Die Summenwerte schließen die zugehörigen Totalfehler ein.

Die Gruppierung in „Hauptfehler“ und „Nebenfehler“ nach DIN 40 080 wurde hier bewußt vermieden, weil diese Begriffe überwiegend anwendungs- und nicht spezifikationsorientiert definiert sind. Im Gegensatz dazu werden die von uns benutzten Fehlerklassen durch die Spezifikation und durch die genannten Totalfehler klar umrissen.

4. Eingangsprüfung

Will der Anwender eine Eingangsprüfung vornehmen, so wird die Verwendung eines Stichprobenplanes nach DIN 40 080 (inhaltlich übereinstimmend mit MIL STD 105 D bzw. IEC 410) empfohlen. Die angewandte Prüftechnik muß dabei zwischen Kunden und Lieferanten abgestimmt sein. Für die Beurteilung etwaiger Reklamationen sind folgende Angaben erforderlich: Prüfschaltung, Stichprobengröße, gefundene Anzahl fehlerhafter Elemente, Belegmuster, Packzettel.

3. AQL values

The following AQL values apply to the quoted defects:

- for inoperatives
(electrical and mechanical) 0.1*
- for the total number of
electrical defectives 0.4*
- for the total number of
mechanical defectives 0.4*

The values for the total number of defectives include the related inoperatives.

Grouping into „major defects“ and „minor defects“ according to DIN 40 080 is intentionally avoided here because these terms are mainly defined with respect to the application and not to the specification, in contrast, the classes of defects used by us are clearly defined by the specification and the stated inoperatives.

4. Incoming inspection

The use of a sampling inspection plan according to DIN 40 080 (contents conform to MIL STD-105 D and IEC 410) is recommended for the implementation of an incoming inspection. The employed inspection methods must be agreed between the customer and the supplier. The following information is required for the assessment of possible claims: test circuit, sampling size, quantity of defectives found, sample defectives and packing slip.

Allgemeine Qualitätsangaben
General quality specifications

Einfach-Stichprobenplan für normale Prüfung – Prüfniveau II (Auszug)
Simple sampling plan for normal inspection – inspection level II (excerpt)

N	Stichprobenplan Sampling plan	AQL	AQL	AQL	AQL	AQL	AQL	AQL	AQL	AQL	AQL
		0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0
2...	8	N	N	N	N	N	N	N	N	N or 5-0	N or 3-0
9...	15	N	N	N	N	N	N	N or 13-0	8-0	5-0	3-0
16...	25	N	N	N	N	N	N or 20-0	13-0	8-0	5-0	3-0
26...	50	N	N	N	N	N or 32-0	20-0	13-0	8-0	5-0	13-1
51...	90	N	N	N or 80-0	50-0	32-0	20-0	13-0	8-0	20-1	13-1
91...	150	N	N or 125-0	80-0	50-0	32-0	20-0	13-0	32-1	20-1	20-2
151...	280	N or 200-0	125-0	80-0	50-0	32-0	20-0	50-1	32-1	32-2	32-3
281...	500	200-0	125-0	80-0	50-0	32-0	80-1	50-1	50-2	50-3	50-5
501...	1200	200-0	125-0	80-0	50-0	125-1	80-1	80-2	80-3	80-5	80-7
1201...	3200	200-0	125-0	80-0	200-1	125-1	125-2	125-3	125-5	125-7	125-10
3201...	10000	200-0	125-0	315-1	200-1	200-2	200-3	200-5	200-7	200-10	200-14
10001...	35000	200-0	500-1	315-1	315-2	315-3	315-5	315-7	315-10	315-14	315-21
35001...	150000	800-1	500-1	500-2	500-3	500-5	500-7	500-10	500-14	500-21	315-21
150001...	500000	800-1	800-2	800-3	800-5	800-7	800-10	800-14	800-21	500-21	315-21
> 500000		1250-2	1250-3	1250-5	1250-7	1250-10	1250-14	1250-21	800-21	500-21	315-21

N = Losgröße
 Spalte 2 bis 11: Linke Zahl = Stichproben-
 gröÙe, rechte Zahl = zulässige Fehler

N = lot size
 Columns 2 to 11: left figure = sample size,
 right figure = permissible defects

Ausfallkriterien:
 Totalausfall (Kurzschluß, Unterbrechung)
 sowie Änderung von Eigenschaften, die in
 der Mehrzahl der Anwendungen zum Aus-
 fall-der Funktionseinheit führen.

Failure criteria:
 Total failure (short circuit, open circuit)
 and changes in characteristics that will
 lead to failure of the functional unit in the
 majority of applications.

AQL-Werte beschreiben nicht die tatsäch-
 liche Qualität, sondern bestimmen – bei
 Anwendung der Stichprobenpläne – die
 Annahme oder Rückweisung. Der durch-
 schnittliche prozentuale Fehleranteil von
 Auslieferungen liegt daher typisch unter
 dem spezifizierten AQL-Werten.

AQL-values do not describe the actual
 quality of the single delivery lots, but they
 determine – using the sampling plan – the
 acceptance or non-acceptance of a lot.
 The typical percentage of defectives
 delivered generally lies well below the
 specified AQL-value.

Produktspektrum
Product spectrum

Typ <i>Type</i>	Grundwiderstand <i>Basic Resistance</i>	Seite <i>Page</i>
KTY 10	2 k Ω	41
KTY 11	2 k Ω	43
KTY 13	2 k Ω	45
KTY 16	2 k Ω	47
KTY 17	2 k Ω	49
KTY 18	2 k Ω	52
KTY 20	1 k Ω	55
KTY 21	1 k Ω	57
KTY 23	1 k Ω	59

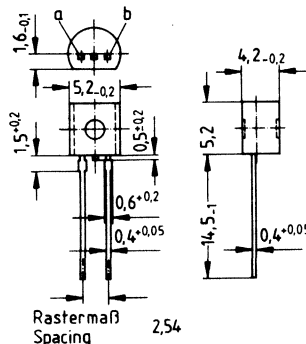
Datenblätter
Datasheets

- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Kunststoff-Gehäuse

- *Planar technology*
- *n-conducting silicon crystal*
- *High reliability due to multilayer gold contacts*
- *Plastic package*

Anschlußbelegung
Connections

- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact



TO 92

Abmessungen / *Dimensions* mm
Gewicht / *Weight* ~ 0,25 g

Typ <i>Type</i>	R_{25} $I_B = 1 \text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. <i>Ordering code</i>
KTY 10 ¹⁾	1920...2080	Q 62705-K107
KTY 10-5	1950...1990	Q 62705-K110
KTY 10-6*	1980...2020	Q 62705-K132
KTY 10-7	2010...2050	Q 62705-K111

* Selektion $\pm 0,5\%$ auf Anfrage

* *Selection to $\pm 0.5\%$ on request*

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	T_A	-50/+150	°C
Spitzenspannung ²⁾ <i>Max. supply voltage³⁾</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{V}	25	V
Spitzenstrom <i>Peak current</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{i}	7	mA
Betriebsgleichstrom <i>Max. continous current</i>	$I_B \text{ max.}$	5	mA

1) Pro Packungseinheit ist eine Toleranz von $\pm 1\%$ gewährleistet.
Each packaging unit contains parts grouped to $\pm 1\%$ tolerance.

2) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor $> 10 \text{ nF}$ reicht in solchen Fällen aus.

3) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a $> 10 \text{ nF}$ capacitor.

Kenndaten

Characteristics

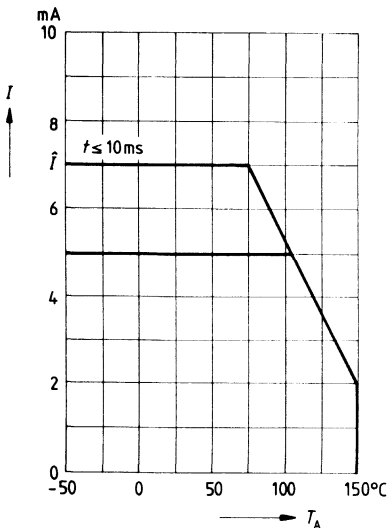
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ Temperature coefficient ¹⁾ $I_B = 1 \text{ mA}$	TC	—	0.75	—	% · K ⁻¹
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ Resistor asymmetry on changing polarity ²⁾ $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	M	— —	— —	0.3 0.1	% %
Thermische Zeitkonstante Thermal time constant (63% of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft in still air	τ_{air}	—	40	—	s
im ruhenden Medium Oel in still oil (Freon FC 40 / PP 7)	τ_{oil}	—	4	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$I = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,3 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.3 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the asymmetry.

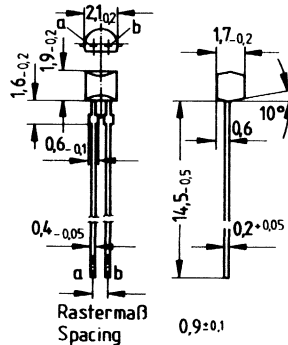
- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Kunststoff-Miniaturgehäuse für besonders kleine thermische Zeitkonstanten

- *Planar technology*
- *n-conducting silicon crystal*
- *High reliability due to multilayer gold contacts*
- *Miniature plastic package for very small thermal time constants*

Anschlußbelegung

Connections

- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact



TO-92 Mini

Abmessungen / *Dimensions*
Gewicht / *Weight*

mm
~ 0,02 g

Typ <i>Type</i>	R_{25} $I_B = 1 \text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. <i>Ordering code</i>	Stempel <i>Branding</i>
KTY 11 ¹⁾	1920...2080	Q 62705-K 244	
KTY 11-5	1950...1990	Q 62705-K 245	T 5
KTY 11-6	1980...2020	Q 62705-K 246	T 6
KTY 11-7	2010...2050	Q 62705-K 247	T 7

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	T_A	-50/+150	°C
Spitzenspannung ²⁾ <i>Max. supply voltage²⁾</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{V}	25	V
Spitzenstrom <i>Peak current</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{I}	7	mA
Betriebsgleichstrom <i>Max. continuous current</i>	$I_B \text{ max.}$	5	mA

1) Pro Packungseinheit ist eine Toleranz von $\pm 1\%$ gewährleistet.
Each packaging unit contains parts grouped to $\pm 1\%$ tolerance.

2) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor $> 10 \text{ nF}$ reicht in solchen Fällen aus.

3) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a $> 10 \text{ nF}$ capacitor.

Kenndaten

Characteristics

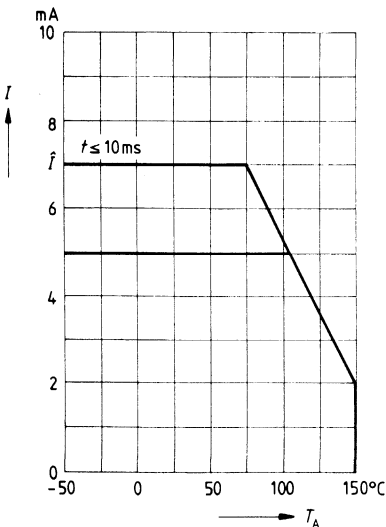
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ Temperature coefficient ¹⁾ $I_B = 1 \text{ mA}$	TC	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ Resistor asymmetry on changing polarity ²⁾ $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	M	— —	— —	0.3 0.1	% %
Thermische Zeitkonstante Thermal time constant (63 % of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft in still air	τ_{air}	—	11	—	s
im ruhenden Medium Oel in still oil (Freon FC 40 / PP 7)	τ_{oil}	—	1.5	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,3 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.3 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the asymmetry.

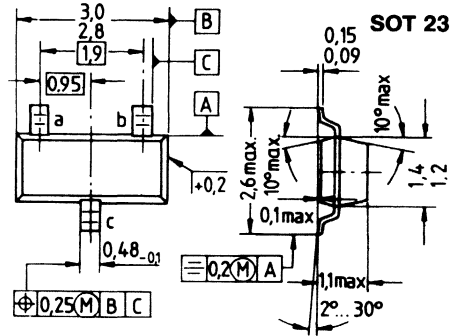
- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Kunststoff-Miniaturgehäuse für Oberflächenmontage (SMD)

- *Planar technology*
- *n-conducting silicon crystal*
- *High reliability due to multilayer gold contacts*
- *Plastic package for surface mounting (SMD)*

Anschlußbelegung

Connections

- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact
- c Substrat (muß potentialfrei bleiben)
Substrate (must remain potential free)



Abmessungen / Dimensions mm
Gewicht / Weight ~ 0,01 g

Typ Type	R_{25} $I_B=1\text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. Ordering code gegurtert / taped	Stempel Branding
KTY 13 ¹⁾	1920...2080	Q 62705-K 248	
KTY 13-5	1950...1990	Q 62705-K 249	T 5
KTY 13-6	1980...2020	Q 62705-K 250	T 6
KTY 13-7	2010...2050	Q 62705-K 251	T 7

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	T_A	-50/+150	°C
Spitzenspannung ²⁾ <i>Max. supply voltage³⁾</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10\text{ ms}$	\hat{V}	25	V
Spitzenstrom <i>Peak current</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10\text{ ms}$	\hat{i}	7	mA
Betriebsgleichstrom <i>Max. continous current</i>	$I_{B\text{ max.}}$	5	mA

1) Pro Packungseinheit ist eine Toleranz von $\pm 1\%$ gewährleistet.
Each packaging unit contains parts grouped to $\pm 1\%$ tolerance.

2) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor $> 10\text{ nF}$ reicht in solchen Fällen aus.

3) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a $> 10\text{ nF}$ capacitor.

Kenndaten

Characteristics

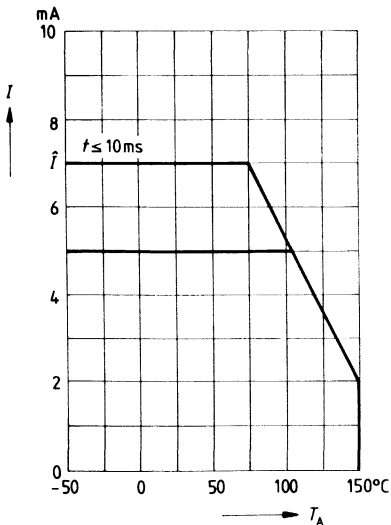
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ <i>Temperature coefficient¹⁾</i> $I_B = 1 \text{ mA}$	<i>TC</i>	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ <i>Resistor asymmetry on changing polarity²⁾</i> $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	<i>M</i>	— —	— —	0.3 0.1	$\%$ $\%$
Thermische Zeitkonstante <i>Thermal time constant</i> (63 % of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft <i>in still air</i>	τ_{air}	—	7	—	s
im ruhenden Medium Oel <i>in still oil</i> (Freon FC 40 / PP 7)	τ_{oil}	—	1	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,3 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.3 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the asymmetry.

- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Vergessene, vernickelte Messinghülse mit isoliert herausgeführten Anschlußdrähten

- *Planar technology*
- *n-conducting silicon crystal*
- *High reliability due to multilayer gold contacts*
- *Potted into nickel plated brass housing with insulated leadwire connections*

Anschlußbelegung

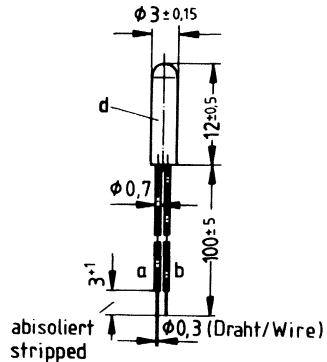
Connections

- a elektrischer Kontakt, schwarz/BK
electrical contact, black/BK
- b elektrischer Kontakt, rot/RD
electrical contact, red/RD
- d Gehäuse: potentialfrei
housing: potential free

Prüfspannung: 200 V~
Test voltage:

Isolierspannung: 20 V~
Insulation voltage:

Prüfdauer: 2 s
Test duration:



Abmessungen / *Dimensions* mm
Gewicht / *Weight* ~ 0,7 g

Typ <i>Type</i>	R_{25} $I_B = 1 \text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. <i>Ordering code</i>
KTY 16-6	1980...2020	Q 62705-K 128

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	T_A	-50/+150	°C
Spitzenspannung ¹⁾ <i>Max. supply voltage²⁾</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{V}	25	V
Spitzenstrom <i>Peak current</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{I}	7	mA
Betriebsgleichstrom <i>Max. continuous current</i>	$I_{B \text{ max.}}$	5	mA

1) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor > 10 nF reicht in solchen Fällen aus.

2) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a > 10 nF capacitor.

Kenndaten

Characteristics

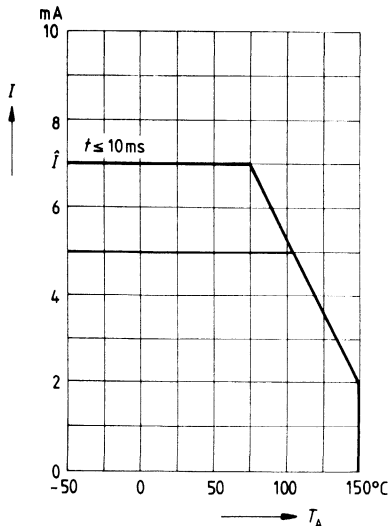
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ <i>Temperature coefficient¹⁾</i> $I_B = 1 \text{ mA}$	TC	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ <i>Resistor asymmetry on changing polarity²⁾</i> $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	M	— —	— —	0.3 0.1	$\%$ $\%$
Thermische Zeitkonstante <i>Thermal time constant</i> (63 % of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft <i>in still air</i>	τ_{air}	—	40	—	s
im ruhenden Medium Oel <i>in still oil</i> (Freon FC 40 / PP 7)	τ_{oil}	—	4	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,3 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.3 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the asymmetry.

- Planar-Technologie
 - n-leitender Silizium-Kristall
 - Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
 - Stahl-Schraubgehäuse mit **Wemacor**[®]-Beschichtung
 - metrisches Gewinde M 14 x 1,5 isoliert herausgeführten Flachsteckeranschlüssen in einer Steckfassung
 - Für Messungen unter Druck stehender Medien
 - Für rauhe Umgebungsbedingungen (z.B. Kfz, Heißwasserthermen usw.)
- *Planar technology*
 - *n-conducting silicon crystal*
 - *High reliability due to multilayer gold contacts*
 - *Threaded steel housing with Wemacor[®] coating*
 - *metric thread M 14 x 1.5*
 - *insulated spade terminals in a socket*
 - *Designed for measuring media which are under pressure*
 - *Designed for use in harsh environment (e.g. automotive electronics, water boiler etc.)*

Anschlußbelegung

Connections

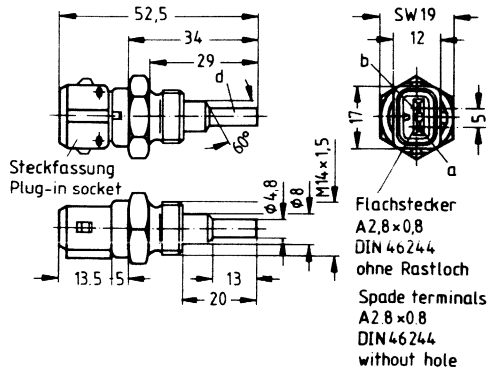
- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact
- d Gehäuse: potentialfrei
housing: potential free

Prüfspannung: 1000 V~
Test voltage:

Isolierspannung: 100 V~
Insulation voltage:

Prüfdauer: 1 s
Test duration:

Anzugsdrehmoment: 20 Nm max.
Tightening torque:



Abmessungen / *Dimensions* mm
Gewicht / *Weight* ~ 25 g

Typ <i>Type</i>	R_{25} $I_B = 1 \text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. <i>Ordering code</i>
KTY 17-6	1980...2020	Q 62705-K 30
Steckerset <i>Connector</i>	dreiteilig <i>three part</i>	Q 62901-B 76

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	T_A	-40/+140	°C
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	T_{stg}	-40/+150	°C
Spitzenspannung ¹⁾ <i>Max. supply voltage²⁾</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{V}	25	V
Spitzenstrom <i>Peak current</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{i}	7	mA
Betriebsgleichstrom <i>Max. continous current</i>	$I_{B \text{ max.}}$	5	mA
Druck auf eingeschraubten Sensor <i>Pressure applied to mounted sensor</i>	p	30 3000	bar kPa

1) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor > 10 nF reicht in solchen Fällen aus.

2) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a > 10 nF capacitor.

Kenndaten

Characteristics

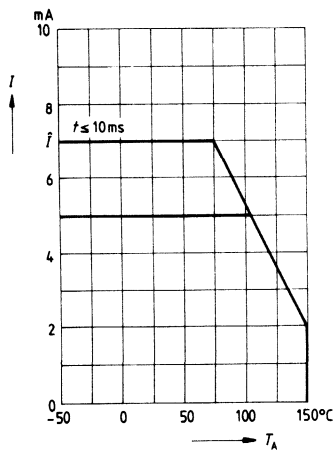
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ <i>Temperature coefficient¹⁾</i> $I_B = 1 \text{ mA}$	<i>TC</i>	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ <i>Resistor asymmetry on changing polarity²⁾</i> $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	<i>M</i>	— —	— —	0.3 0.1	$\%$ $\%$
Thermische Zeitkonstante <i>Thermal time constant</i> (63% of ΔT_A)					
im ruhenden Medium Luft <i>in still air</i>	τ_{air}	—	50	—	s
im ruhenden Medium Oel <i>in still oil</i>	τ_{oil}	—	5	—	s
im strömenden Medium Luft (10 m/s) <i>in flowing air (10 m/s)</i>	τ_{air}	—	15	—	s
im strömenden Medium Oel ³⁾ (10 m/s) <i>in flowing oil³⁾</i>	τ_{oil}	—	3	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

3) Freon FC 40/PP7

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,3 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.3 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the asymmetry.

- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Stahl-Schraubgehäuse mit **Wemacor**®-Beschichtung
- Zollgewinde NPTF 1/8-27 isoliert herausgeführten Flachsteckeranschlüssen in einer Steckfassung
- Für Messungen unter Druck stehender Medien
- Für rauhe Umgebungsbedingungen (z.B. Kfz, Heißwasserthermen usw.)

- *Planar technology*
- *n-conducting silicon crystal*
- *High reliability due to multilayer gold contacts*
- *Threaded steel housing with Wemacor® coating*
- *Imperial thread NPTF 1/8-27*
- *insulated spade terminals in a socket*
- *Designed for measuring media which are under pressure*
- *Designed for use in harsh environment (e.g. automotive electronics, water boiler etc.)*

Anschlußbelegung

Connections

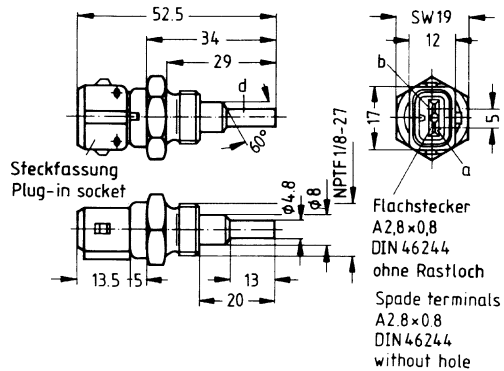
- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact
- d Gehäuse: potentialfrei
housing: potential free

Prüfspannung:
Test voltage: 1000 V~

Isolierspannung:
Insulation voltage: 100 V~

Prüfdauer:
Test duration: 1 s

Anzugsdrehmoment:
Tightening torque: 20 Nm max.



Abmessungen / *Dimensions* mm
Gewicht / *Weight* ~ 25 g

Typ <i>Type</i>	R_{25} $I_B = 1 \text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. <i>Ordering code</i>
KTY 18-6	1980...2020	Q 62705-K 203
Steckerset <i>Connector</i>	dreiteilig <i>three part</i>	Q 62901-B 76

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	T_A	-40/+140	°C
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	T_{stg}	-40/+150	°C
Spitzenspannung ¹⁾ <i>Max. supply voltage</i> ²⁾ $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{V}	25	V
Spitzenstrom <i>Peak current</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}, t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{I}	7	mA
Betriebsgleichstrom <i>Max. continuous current</i>	$I_{B \text{ max.}}$	5	mA
Druck auf eingeschraubten Sensor <i>Pressure applied to mounted sensor</i>	p	30 3000	bar kPa

1) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor > 10 nF reicht in solchen Fällen aus.

2) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a > 10 nF capacitor.

Kenndaten

Characteristics

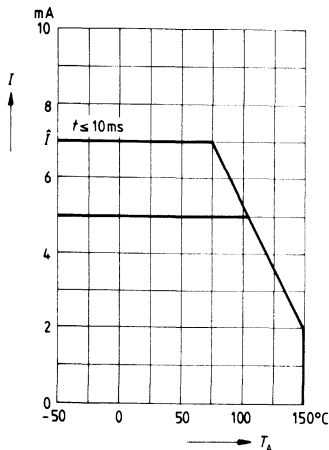
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ <i>Temperature coefficient¹⁾</i> $I_B = 1 \text{ mA}$	TC	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ <i>Resistor asymmetry on changing polarity²⁾</i> $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	M	— —	— —	0.3 0.1	$\%$ $\%$
Thermische Zeitkonstante <i>Thermal time constant</i> (63 % of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft <i>in still air</i>	τ_{air}	—	50	—	s
im ruhenden Medium Oel <i>in still oil</i>	τ_{oil}	—	5	—	s
im strömenden Medium Luft (10 m/s) <i>in flowing air (10 m/s)</i>	τ_{air}	—	15	—	s
im strömenden Medium Oel ³⁾ (10 m/s) <i>in flowing oil³⁾</i>	τ_{oil}	—	3	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$

vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

3) Freon FC 40/PP 7

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,3 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.3 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the asymmetry.

Vorläufige Beschreibung

- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Kunststoff-Gehäuse

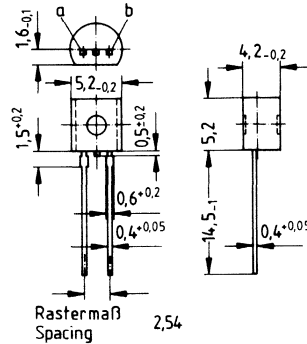
Preliminary description

- Planar technology
- n-conducting silicon crystal
- High reliability due to multilayer gold contacts
- Plastic package

Anschlußbelegung

Connections

- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact



TO 92

Abmessungen / *Dimensions*
Gewicht / *Weight*

mm
~ 0,25 g

Typ <i>Type</i>	R_{25} $I_B = 1 \text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. <i>Ordering code</i>
KTY 20 ¹⁾	960...1084	Q 62705-K 253
KTY 20-5	975... 995	Q 62705-K 254
KTY 20-6	990...1010	Q 62705-K 255
KTY 20-7	1010...1025	Q 62705-K 256

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	T_A	-50/+150	°C
Spitzenspannung ²⁾ <i>Max. supply voltage²⁾</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}$, $t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{V}	25	V
Spitzenstrom <i>Peak current</i> $T_A \leq 25^\circ\text{C}$, $t \leq 10 \text{ ms}$	\hat{I}	10	mA
Betriebsgleichstrom <i>Max. continuous current</i>	$I_{B \text{ max.}}$	7	mA

1) Pro Packungseinheit ist eine Toleranz von $\pm 1\%$ gewährleistet.
Each packaging unit contains parts grouped to $\pm 1\%$ tolerance.

2) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor $> 10 \text{ nF}$ reicht in solchen Fällen aus.

3) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a $> 10 \text{ nF}$ capacitor.

Kenndaten

Characteristics

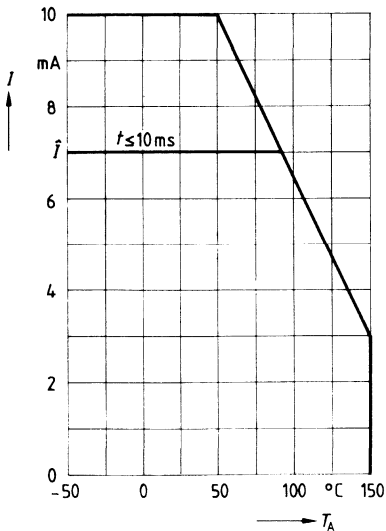
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ <i>Temperature coefficient¹⁾</i> $I_B = 1 \text{ mA}$	TC	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ <i>Resistor assymetry on changing polarity²⁾</i> $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	M	— —	— —	0.3 0.1	$\%$ $\%$
Thermische Zeitkonstante <i>Thermal time constant</i> (63 % of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft <i>in still air</i>	τ_{air}	—	40	—	s
im ruhenden Medium Oel <i>in still oil</i> (Freon FC 40 / PP 7)	τ_{oil}	—	4	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,5 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.5 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the assymetry.

Vorläufige Beschreibung

- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Kunststoff-Miniaturgehäuse für besonders kleine thermische Zeitkonstanten

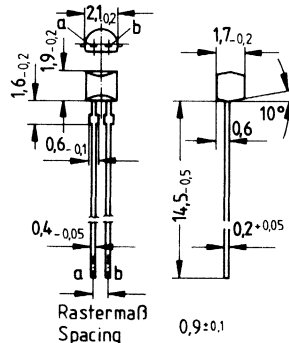
Preliminary description

- Planar technology
- n-conducting silicon crystal
- High reliability due to multilayer gold contacts
- Miniature plastic package for very small thermal timeconstants

Anschlußbelegung

Connections

- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact



TO-92 Mini

Abmessungen / *Dimensions*

mm

Gewicht / *Weight*

~ 0,02 g

Typ <i>Type</i>	R_{25} $I_B=1\text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. <i>Ordering code</i>	Stempel <i>Branding</i>
KTY 21 ¹⁾	960...1040	Q 62705-K 257	
KTY 21-5	975... 995	Q 62705-K 258	N 5
KTY 21-6	990...1010	Q 62705-K 259	N 6
KTY 21-7	1005...1025	Q 62705-K 260	N 7

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur
Operating temperature

T_A

-50/+150

°C

Spitzenspannung²⁾
Max. supply voltage³⁾

\hat{V}

25

V

$T_A \leq 25^\circ\text{C}$, $t \leq 10\text{ ms}$

Spitzenstrom
Peak current

\hat{i}

10

mA

$T_A \leq 25^\circ\text{C}$, $t \leq 10\text{ ms}$

Betriebsgleichstrom
Max. continuous current

$I_B\text{ max.}$

7

mA

1) Pro Packungseinheit ist eine Toleranz von $\pm 1\%$ gewährleistet.
Each packaging unit contains parts grouped to $\pm 1\%$ tolerance.

2) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor $> 10\text{ nF}$ reicht in solchen Fällen aus.

3) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a $> 10\text{ nF}$ capacitor.

Kenndaten

Characteristics

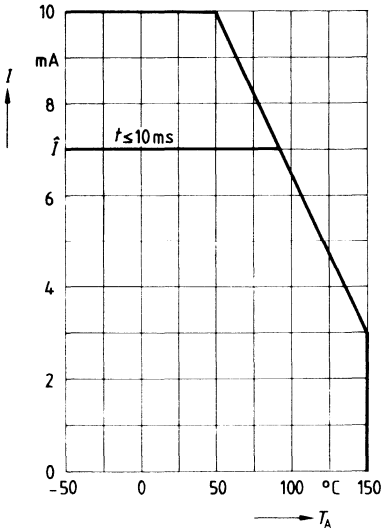
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ <i>Temperature coefficient¹⁾</i> $I_B = 1 \text{ mA}$	TC	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ <i>Resistor assymetry on changing polarity²⁾</i> $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	M	— —	— —	0.3 0.1	% %
Thermische Zeitkonstante <i>Thermal time constant</i> (63 % of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft <i>in still air</i>	τ_{air}	—	11	—	s
im ruhenden Medium Oel <i>in still oil</i> (Freon FC 40 / PP 7)	τ_{oil}	—	1.5	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,5 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.5 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the assymetry.

Vorläufige Beschreibung

- Planar-Technologie
- n-leitender Silizium-Kristall
- Hohe Zuverlässigkeit durch Mehrschichten-Gold-Kontakte
- Kunststoff-Gehäuse für Oberflächenmontage (SMD)

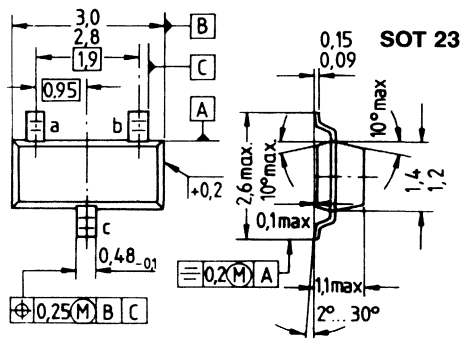
Preliminary description

- Planar technology
- n-conducting silicon crystal
- High reliability due to multilayer gold contacts
- Plastic package for surface mounting (SMD)

Anschlußbelegung

Connections

- a elektrischer Kontakt
electrical contact
- b elektrischer Kontakt
electrical contact
- c Substrat (muß potentialfrei bleiben)
Substrate (must remain potential free)



Abmessungen / Dimensions mm
Gewicht / Weight ~ 0,01 g

Typ Type	R_{25} $I_B = 1 \text{ mA}$ Ω	Bestell-Nr. Ordering code gegurtet / taped	Stempel Branding
KTY 13 ¹⁾	960...1040	Q 62705-K 261	
KTY 13-5	975... 995	Q 62705-K 262	N 5
KTY 13-6	990...1010	Q 62705-K 263	N 6
KTY 13-7	1005...1025	Q 62705-K 264	N 7

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur
Operating temperature

T_A	-50/+150	°C
-------	----------	----

Spitzenspannung²⁾
Max. supply voltage³⁾

$T_A \leq 25^\circ\text{C}$, $t \leq 10 \text{ ms}$

\hat{V}	25	V
-----------	----	---

Spitzenstrom
Peak current

$T_A \leq 25^\circ\text{C}$, $t \leq 10 \text{ ms}$

\hat{I}	10	mA
-----------	----	----

Betriebsgleichstrom
Max. continuous current

$I_{B \text{ max.}}$	7	mA
----------------------	---	----

1) Pro Packungseinheit ist eine Toleranz von $\pm 1\%$ gewährleistet.
Each packaging unit contains parts grouped to $\pm 1\%$ tolerance.

2) Um Beschädigungen zu vermeiden, ist der Sensor vor induzierten Spannungsspitzen in Verbindung mit langen Anschlußleitungen zu schützen. Eine Parallelkapazität am Sensor $> 10 \text{ nF}$ reicht in solchen Fällen aus.

3) To avoid damage to the sensor by induced voltage peaks when the sensor is operated with long supply leads, it should be protected through the parallel connection of a $> 10 \text{ nF}$ capacitor.

Kenndaten

Characteristics

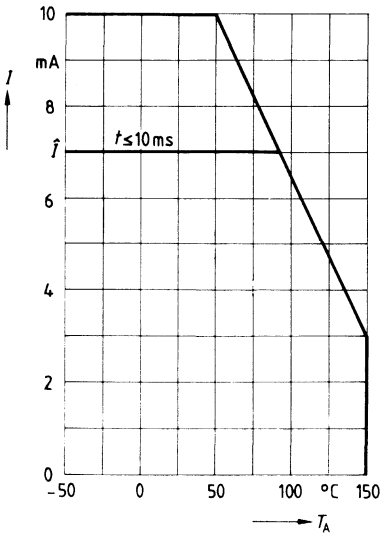
($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Temperatur Koeffizient ¹⁾ <i>Temperature coefficient¹⁾</i> $I_B = 1 \text{ mA}$	TC	—	0.75	—	$\% \cdot \text{K}^{-1}$
Widerstandsunsymmetrie bei Polaritätsänderung ²⁾ <i>Resistor assymetry on changing polarity²⁾</i> $I_B = 3 \text{ mA}$ $I_B = 1 \text{ mA}$	M	— —	— —	0.3 0.1	$\%$ $\%$
Thermische Zeitkonstante <i>Thermal time constant</i> (63% of ΔT_A) im ruhenden Medium Luft <i>in still air</i>	τ_{air}	—	7	—	s
im ruhenden Medium Oel <i>in still oil</i> (Freon FC 40 / PP 7)	τ_{oil}	—	1	—	s

Spitzenstrom in Luft

Peak current in air

$\hat{I} = f(T_A)$



1) $TC_T = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT_A} = f(T_A)$ vgl. Seite 26
see page 26

2) $M_T = \frac{R_T^+ - R_T^-}{R_T}$

Es empfiehlt sich, für Präzisionsmessungen einen Arbeitsstrom von 0,5 mA zu wählen, da die Eigenerwärmung vernachlässigbar wird und sich die Unsymmetrie verringert.

It is recommended that for precision measurements an operating current of 0.5 mA is chosen, as the resulting self heating will be negligible, thereby reducing the assymetry.

Anwendungsbeispiel
Application note

Anwendungsbeispiel
Application note

5. Anwendungsbeispiel
Linearisierung der Kennlinie von
Silizium-Temperaturfühlern des Typs KTY

Siliziumtemperaturfühler sind wegen ihrer nur wenig gekrümmten Kennlinie und der kleinen Toleranzen als Temperaturmeßfühler sehr gut geeignet. Durch Parallelschalten oder Reihenschalten eines Widerstandes lassen sich sehr lineare Strom-Temperatur- bzw. Spannungs-Temperaturverläufe erzielen. Es werden die Kennlinien und Linearitätsabweichungen in Temperaturmeßschaltungen mit Siliziumtemperatursensoren beschrieben und den Anwendern Hinweise zur Dimensionierung gegeben.

5.1 Die Kennlinie des Si-Temperaturfühlers KTY

Der Siliziumtemperaturfühler hat einen positiven Temperaturkoeffizient. Seine Kennlinie $R_T = f(T)$ verläuft leicht gekrümmt und wird mit folgender Regression-Parabel im Temperaturbereich zwischen -30°C und $+130^\circ\text{C}$ beschrieben.

$$R_T = R_{25} [1 + \alpha (T-25) + \beta (T-25)^2] \quad (7)$$

$$\alpha = 7.68 \cdot 10^{-3} [\text{K}^{-1}]$$

$$\beta = 1.88 \cdot 10^{-5} [\text{K}^{-2}]$$

R_T Sensorwiderstand bei einer Temperatur $T[^\circ\text{C}]$
 R_{25} Sensorwiderstand bei $T_A = +25^\circ\text{C}$
 T Temperatur

5. Application Note
Linearisation of the output characteristic of the KTY-series silicon temperature sensor

Due to the gentle curvature of the output characteristic and their small tolerance values silicon temperature sensors are ideally suited for use as temperature measuring sensors. By connecting a resistor in series or in parallel, very linear current-temperature and voltage-temperature relations can be achieved. The characteristics and the deviations from linearity of silicon temperature sensors in temperature measuring circuits are described and users are given information on how these are quantified.

5.1 The KTY Si temperature sensor characteristic

The silicon temperature sensor has a positive temperature coefficient. Its characteristic $R_T = f(T)$ shows a slight curvature and in the range -30°C to $+130^\circ\text{C}$ is described by the following regression parabola:

R_T Sensor resistance at temperature $T[^\circ\text{C}]$
 R_{25} Sensor resistance at $T_A = +25^\circ\text{C}$
 T Temperature

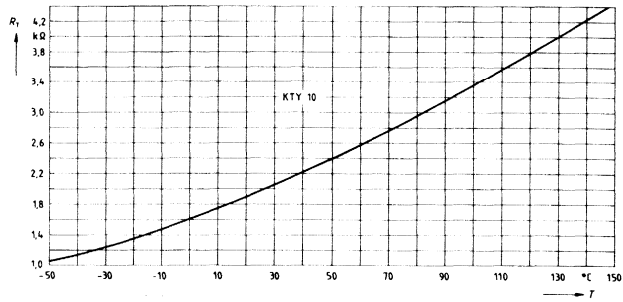


Bild 17: Kennlinie $R_T = f(T)$ des Temperaturfühlers KTY 10 mit dem Nennwertwiderstand $R_{25} = 2000 \Omega$

Fig. 17: Characteristic $R_T = f(T)$ of the KTY 10 temperature sensor with a rated resistance $R_{25} = 2000 \Omega$

5.2 Möglichkeiten zur Linearisierung der Kennlinie

5.2 Possibilities of linearising

5.2.1 Mit optimiertem Parallelwiderstand

Der gekrümmte Widerstands-Temperaturverlauf läßt sich am besten mit einem Parallelwiderstand linearisieren. Dieses Verfahren mindert jedoch die Empfindlichkeiten des Sensors. Der Parallelwiderstand verursacht im Kennlinienverlauf einen Wendepunkt (siehe Bild 17). Legt man den Wendepunkt auf den zu messenden Temperaturmittelwert, so erhält man den linearisierten Verlauf in einem Temperaturbereich.

5.2.1 With an optimised parallel resistor

The curved resistance-temperature relation is best linearised with a parallel resistor. This method however reduces the sensitivity of the sensor. The parallel resistance produces a point of inflection in the characteristic (see figure 17). If the inflection point is placed at the mid-point of the temperature to be measured, then a linearised relation for one temperature range is obtained.

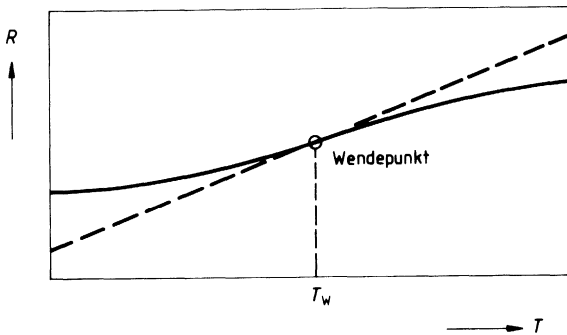


Bild 18: Der für die Temperatur T^* optimierte Widerstand R_{opt} schert die Sensorkennlinie im Wendepunkt.

Fig. 18: The resistance R_{opt} optimised for the temperature T^* cuts the sensor characteristic at the point of inflection.

Der Gesamtwiderstand R aus der Parallelschaltung von Sensor und optimalem Widerstand R_{opt} ergibt sich aus der Formel

The total resistance R from the parallel connection of the sensor and the optimised resistor R_{opt} can be found from the following formula

$$R = \frac{R_T \cdot R_{opt}}{R_T + R_{opt}} \quad (8)$$

Bestimmt man aus der Formel (8) mit Hilfe der Differentialrechnung den Wendepunkt, so ergeben sich die Widerstandswerte für den optimalen Widerstand R_{opt} bei verschiedenen Temperaturen T^* (siehe Bild 19).

If the point of inflection is extracted from equation (8) using a differential calculation, the resistance values are obtained for the optimal resistor R_{opt} at various temperature T^* (see figure 19).

Anwendungsbeispiel
Application note

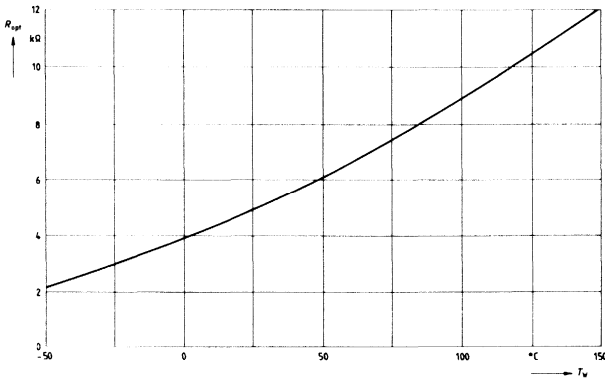


Bild 19: Wendepunkt: $R_{opt} = f(T^*)$

Fig. 19: Inflection point: $R_{opt} = f(T^*)$

Als Beispiel für die Linearisierung mit dem optimalen Widerstand ist dem Siliziumtemperaturfühler KTY 10 der Widerstand $R_{opt} = 5600 \Omega$ parallelgeschaltet. Zum Vergleich zeigt das Bild den Widerstandsverlauf zwischen 0°C und 100°C mit und ohne parallelgeschalteten Linearisierungswiderstand.

As an example of linearisation with the optimal resistor, a resistor $R_{opt} = 5600 \Omega$ is connected in parallel with the KTY 10 silicon temperature sensor. For comparison, figure shows the resistance curves between 0°C and 100°C with and without a linearising resistor connected in parallel.

Anhand der beiden Kurven in Bild 20 läßt sich die Wirkung der Linearisierung jedoch kaum bewerten. Erst eine Fehlerberechnung im Vergleich zu einer Geraden bringt genauere Resultate. Zu diesem Zweck wird eine Gerade in die Kennlinie gelegt und die einzelnen Werte bei den Einzeltemperaturen verglichen. Die Formel für die Gerade lautet:

It is difficult, however, to discern the full effect of the linearisation from the curves in figure 20. Only an error calculation in the form of a straight line will produce more accurate results. For this purpose, a straight line is placed over the characteristic and the individual values are compared at the different temperatures.

The equation for the straight line is:

$$G = M \cdot T + B \quad (9)$$

Hierin werden die Größen M und B folgendermaßen bestimmt:

The quantities M and B are defined as:

$$M = \frac{(R_2 - R_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (10)$$

$$B = R_2 - M \cdot T_2 \quad (11)$$

Anwendungsbeispiel
Application note

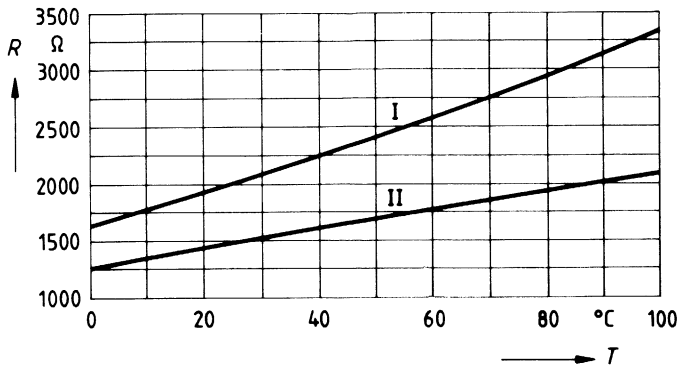


Bild 20: Widerstandsverlauf $R = f(T)$
 Kurve I: KTY 10
 Kurve II: KTY 10 mit
 Parallelwiderstand $R_{opt} = 5600 \Omega$

Fig. 20: Resistance characteristic $R = f(T)$
 Curve I: KTY 10
 Curve II: KTY 10 with
 parallel resistance $R_{opt} = 5600 \Omega$

Die Widerstandswerte von R_2 und R_1 , sind zwei Punkte der Kennlinie (Kurve I oder II), durch die die Gerade gehen soll. T_2 und T_1 , sind die dazugehörigen Temperaturwerte. In der nachfolgenden Fehlerbetrachtung wurde die Temperatur T_2 mit 80°C und T_1 mit 20°C gewählt. Die Linearitätsabweichung ergibt sich zu

The resistance values of R_2 and R_1 , are two points on the characteristics (curve I or curve II) through which the line should pass. T_2 and T_1 , are the corresponding temperature values. In the following account on errors, the temperatures T_2 and T_1 , are chosen at 80°C and 20°C respectively. The deviation from linearity is then given by:

$$F = \frac{(R - G)}{(T_2 - T_1)} \text{ in } ^\circ\text{C} \quad (12)$$

Hierin ist TC der gemittelte Temperaturkoeffizient, der sich ermitteln läßt aus der Differenz zweier Gesamtwiderstände R , die sich bei zwei Temperaturen (z.B. bei 100°C und 0°C) einstellen, dividiert durch die Differenz dieser Temperaturen.

Here TC is the averaged temperature coefficient which results from the difference between two total resistances R , which are produced at two temperatures (e.g. at 100°C and 0°C), divided by the difference of these temperatures.

$$TC = \frac{R_{100} - R_0}{100} \quad (13)$$

Bild 21 zeigt die Linearitätsabweichung F der beiden Kennlinien aus Bild 20, wenn die Bezugspunkte für die zu vergleichende Gerade durch 20°C und 80°C gehen. Man kann hier die Wirkung des optimalen Parallelwiderstandes sehr gut erkennen.

Figure 21 shows the deviation from linearity F of the two characteristics from figure 20, when the reference points for the straight line to which it is compared pass through 20°C and 80°C. This clearly shows the effect of the parallel resistor.

Anwendungsbeispiel
Application note

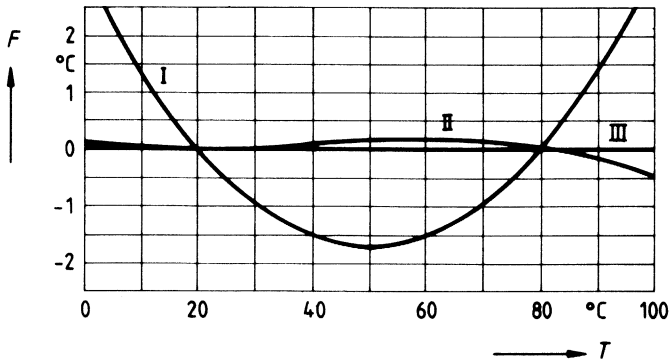


Bild 21: Linearitätsabweichung $F = f(T)$
 Kurve I: KTY 10
 Kurve II: KTY 10 mit
 Parallelwiderstand $R_{\text{opt}} = 5600 \Omega$

Fig. 21: Linearity deviation $F = f(T)$
 Curve I: KTY 10
 Curve II: KTY 10 with
 parallel resistance $R_{\text{opt}} = 5600 \Omega$

5.2.2 Durch Linearisierung der Signalspannung

In Temperaturmeßschaltungen reicht zur Auswertung eine besonders lineare Widerstandsänderung oft nicht aus. Um die Signalspannung für den nachfolgenden Meßverstärker vom Sensor abgreifen zu können, muß zum Sensor ein Vorwiderstand geschaltet werden, der den linearisierten Sensorwiderstand wieder verzerrt (Bild 22 a). Für die Signalspannung gilt die Formel:

$$V_{\text{Si}} = \frac{V_{\text{B}} \cdot R_{\text{V}}}{R_{\text{V}} + R} \quad (14)$$

V_{B} Konstante Betriebsspannung

R Gesamtwiderstand gemäß Formel (8)

5.2.2 Linearisation of the signal voltage

In temperature measuring circuits an especially linear change of resistance often cannot be processed. Therefore, for the amplifier stage following the sensor to be able to read the signal voltage the sensor must be connected with a series resistor which redistorts the linearised sensor resistance curve (figure 22 a). The following equation for the signal voltage applies:

V_{B} Constant operating voltage

R Total resistance according to formula (8)

Da sich der temperaturabhängige Widerstand (R bzw. R_{T}) im Nenner der Gleichung (14) befindet, ist $V_{\text{Si}} = f(R)$ nicht linear. Es ergibt sich aber eine Krümmung, die entgegengesetzt der Signalspannung des KTY 10 verläuft. Deshalb ist es möglich, die Signalspannung durch die Wahl eines optimalen Vorwiderstandes zu linearisieren (Bild 22).

As the temperature dependent resistance (R or R_{T}) is in the denominator of equation (14), the function $V_{\text{Si}} = f(R)$ is nonlinear. However it results in a curvature which runs opposite to that of the KTY 10. Therefore it is possible to linearise the signal voltage by the appropriate choice of an optimal series resistor (figure 22).

Anwendungsbeispiel
Application note

Wichtig ist hier die Tatsache, daß der optimale Vorwiderstand wertmäßig identisch mit R_{opt} aus Bild 19 ist. Für die Signalspannung eines Temperatursensors gemäß Bild 22 gilt also die Gleichung:

An important fact is that the value of the optimal series resistor is identical to R_{opt} from figure 19. For the signal voltage of a temperature sensor according to figure 22 one can therefore use the following equation:

$$V_{Si} = \frac{V_B \cdot R_T}{R_T + R_{opt}} \quad (14.1)$$

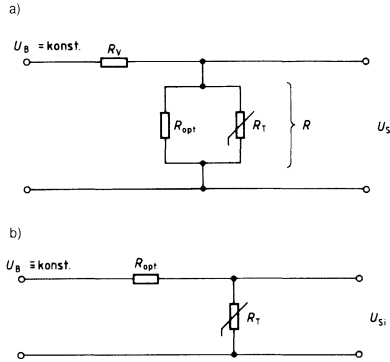


Bild 22: Eine lineare Signalspannung ergibt sich, wenn der optimale Widerstand R_{opt} in Reihe zum Sensor liegt.

Fig. 22: A linear signal voltage results when the optimised resistor R is in series with the sensor.

Das Ergebnis einer Linearisierung mit optimalem Vorwiderstand verdeutlicht Bild 23. Die konstante Betriebsspannung beträgt 5 V; $R_{opt} = 4700 \Omega$. R_{opt} gilt für die Wendepunkttemperatur 20°C aus Bild 19.

The result of linearisation with an optimised series resistor is illustrated by figure 23. The constant operating voltage is 5 V; $R_{opt} = 4700 \Omega$. R_{opt} is valid for the point of inflection of 20°C from figure 19.

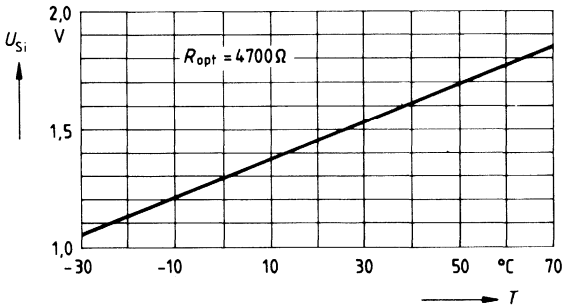


Bild 23: Linearisierte Signalspannung des Temperatursensors KTY 10 gemäß Schaltung Bild 22 b).

Fig. 23: Linearised signal voltage of the KTY 10 temperature sensor according to the circuit of figure 22 b.

Anwendungsbeispiel Application note

Wie im Kapitel 5.1 bereits erwähnt, erfolgt auch hier die Bewertung der erzielten Linearität mit einer Fehlerrechnung, in der die Kennlinie mit einer Gerade verglichen wird. Die Gerade legt man am besten durch zwei Schnittpunkte an den beiden Enden der Kennlinie. Der Fehler F bei den Einzeltemperaturen errechnet sich aus der Differenz der Kennlinie zur Geraden. Die Formel für die Gerade lautet:

$$GV = MV \cdot T + BV \quad (15)$$

Die Größen MV und BV werden folgendermaßen bestimmt:

$$MV = \frac{(V_2 - V_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (16)$$

$$BV = V_2 - MV \cdot T_2 \quad (17)$$

Die Signalspannung V_2 und V_1 gehören zu den Temperaturen T_2 und T_1 , durch die die Gerade gelegt werden soll. In der nachfolgenden Fehlerrechnung für das obige Beispiel wurde T_2 mit 60°C und T_1 mit -20°C gewählt.

Der Fehler (Linearitätsabweichung, Bild 24) errechnet sich aus der Gleichung (18).

$$F = \frac{(V_{si} - GV)}{TK} \text{ in } ^\circ\text{C} \quad (18)$$

TK ist der mittlere Temperaturkoeffizient in V/K . Er entspricht ungefähr der Größe MV aus der Gleichung (16).

As mentioned in section 5.1 the quantification of the required linearity is also obtained through an error calculation, in which the characteristics is compared to a straight line. This line is best laid through the points at each end of the line where the curve is intersected. The error F at each temperature is then calculated as the difference between the characteristic and the straight line.

The equation for the straight line is given by:

The quantities MV and BV are defined as follows:

The signal voltages, V_2 and V_1 , relate to the temperature T_2 and T_1 , through which the straight line should be placed. In the following error calculation for the above example T_2 and T_1 were chosen as 60°C and -20°C respectively.

The error (linearity deviation, figure 24) can be calculated from equation (18).

TC is the mean temperature coefficient in V/K . It corresponds approximately to the quantity MV from equation (16).

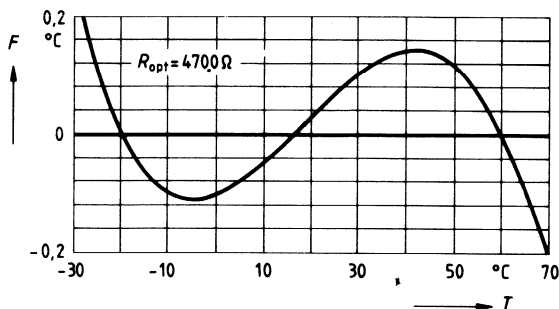


Bild 24: Linearitätsabweichung $F = f(T)$ der linearisierten Signalspannung aus Bild 23

Fig. 24: Linearity deviation $F = f(T)$ of the linearised signal voltage from figure 23

Anwendungsbeispiel
Application note

5.3 Anwendungsschaltungen mit linearisiertem Temperaturfühler KTY

Schaltungen, in denen der linearisierte Widerstand des Sensors benötigt wird (R_{opt} liegt parallel zum Sensor KTY, siehe Kapitel 5.1), kommt äußerst selten vor. Der linearisierte Sensorwiderstand R gemäß (8) muß auf jeden Fall im Zähler der Kennliniengleichung liegen, die die betreffende Schaltung beschreibt. Eine solche Schaltung ist in Bild 25 dargestellt. Es handelt sich dabei um einen Verstärker, dessen Verstärkung sich mit der Sensortemperatur ändert.

Die Verstärkung wird mit der Gleichung

$$A = \frac{1 + R}{R_1} \quad (19)$$

und die Ausgangsspannung V_{out} mit

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot A \quad (20)$$

beschrieben.

5.3 Application circuits with the linearised KTY temperature sensor

Circuits which require the linearisation of the sensor resistance (R_{opt} in parallel to the KTY sensor, see section 5.1) are very rare. The linearised sensor resistance R according to (8) must occur in the numerator of the equation of the characteristic which describes the particular circuit. Such a circuit is represented in figure 25. It relates to an amplifier whose gain changes with the sensor temperature.

The gain is described by the equation:

and the output voltage V_{out} by:

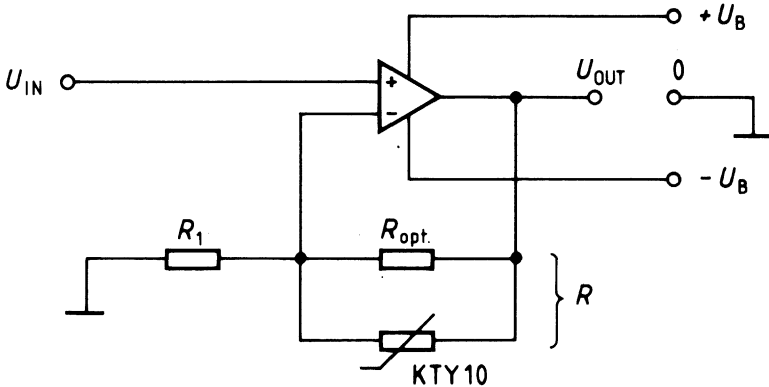


Bild 25: Die Verstärkung A des Verstärkers ändert sich mit der Sensortemperatur

Fig. 25: The gain A of the amplifier changes with the sensor temperature.

Die Kennlinie $A = f(T)$ verläuft nur dann linear, wenn auch der temperaturabhängige Widerstand R_T gemäß (8) linearisiert verläuft, siehe Bild 26.

The characteristic $A = f(T)$ will only be linear if the temperature dependent resistor R_T according to (8) is also linear (see figure 26).

Anwendungsbeispiel
Application note

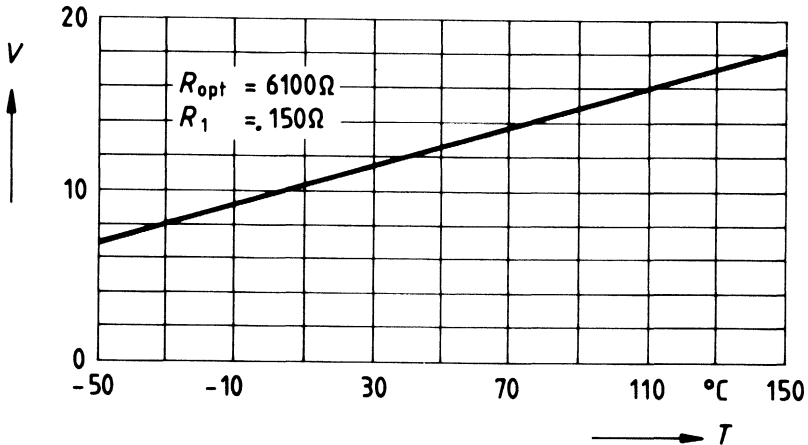


Bild 26: Die Verstärkung ändert sich linear mit der Temperatur

Fig. 26: The gain changes linearly with the temperature.

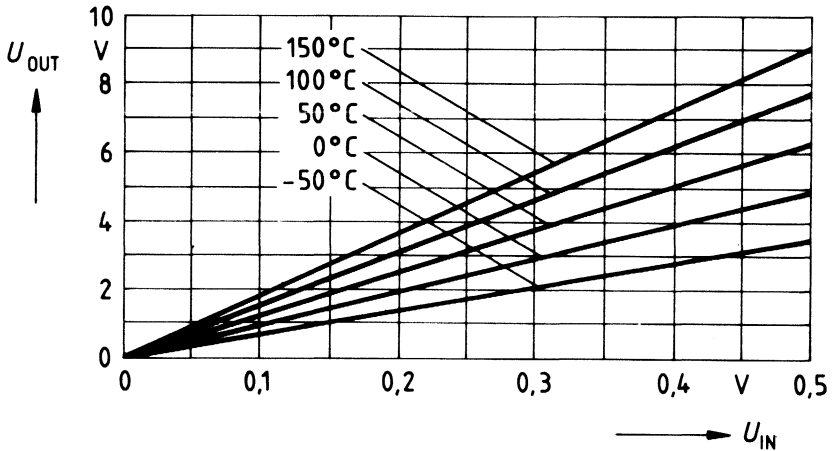


Bild 27: Kennlinien des Verstärkers nach Bild 25.

Fig. 25: Characteristic of the amplifier according to figure 25.

Soll eine Temperatur meßtechnisch erfaßt werden, so benötigt man in den meisten Fällen eine lineare Signalspannung. In all diesen Schaltungen muß der optimierte Vorwiderstand R_{opt} in Reihe zum Sensor KTY liegen. Eine typische Verstärkerschaltung hierzu zeigt Bild 28.

If a temperature is to be detected measurement, then in most cases a linear signal voltage is required. In all these circuits the optimised series resistor R_{opt} should be connected in series with the KTY sensor. A typical amplifier circuits is shown in figure 28.

Anwendungsbeispiel
Application note

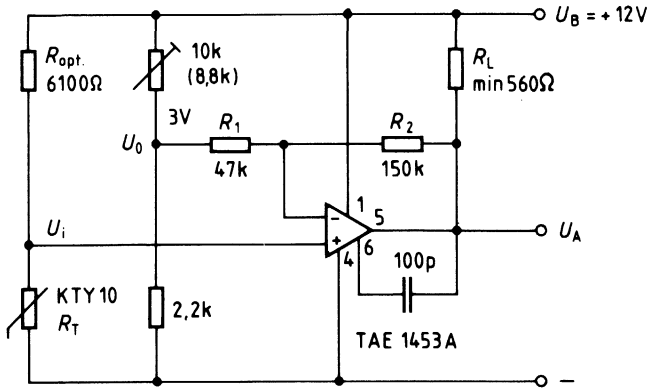


Bild 28: Linearisierte Signalverstärker-schaltung

Fig. 28: Linearised signal-amplifier circuit

Die in Bild 29 gezeigte Kennlinie folgt dem Verlauf gemäß der Formel für die Ausgangsspannung V_{out} :

The characteristic shown in figure 29 takes the form according to the equation of the output signal V_{out} :

$$V_{out} = V_i \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) - V_0 \cdot \frac{R_2}{R_1} \quad (21)$$

Hierin errechnet sich V_i nach der Formel

Whereby V_i is calculated by the equation.

$$V_i = \frac{V_B \cdot R_T}{(R_T + R_{opt})} \quad (22)$$

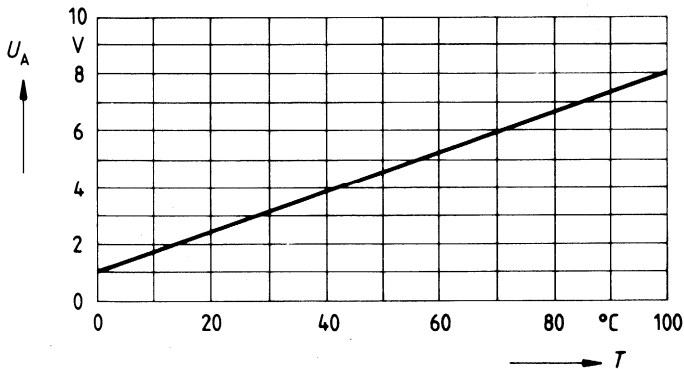


Bild 29: Verstärkerlinie des Temperaturmeßverstärkers gemäß Bild 28.

Fig. 29: Characteristic of a temperature measurement amplifier according to figure 28.

Anwendungsbeispiel

Application note

Sie ist so gerade, daß man auch hier die einzelnen Kennlinienpunkte mit einer Geraden nach demselben Verfahren aus Kapitel 5.2.2 mit den Gleichungen (16) bis (18) vergleicht. Die absolute Abweichung von der Geraden zeigt Bild 30.

It is so straight that the points on the characteristic can be compared with a straight line by the same method as in section 5.2.2 with formula (16) to (18). The absolute deviation from the straight line is shown in figure 30.

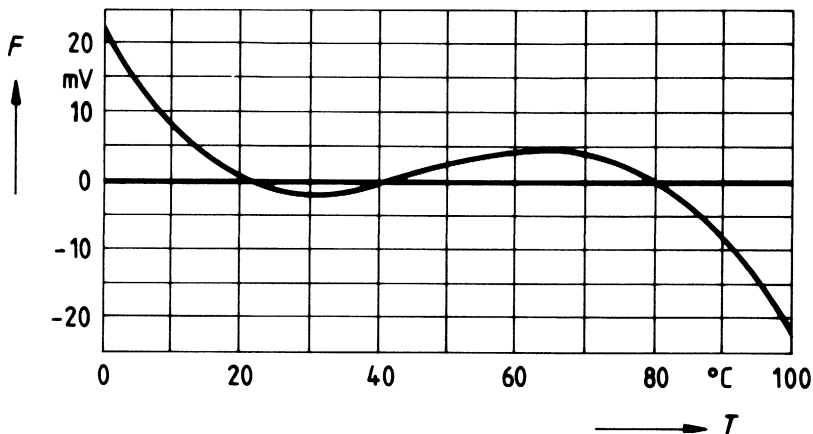


Bild 30: Linearitätsabweichung der Kennlinie aus Bild 29.

Fig. 30: Deviation from linearity of the characteristic shown in figure 29.

SIEMENS

Teil 2

**Silizium
Drucksensoren**

Part 2

***Silicon
Pressure sensors***

Übersicht
Table of contents

Übersicht
Table of contents

Teil 2		Part 2	
1.	Einführung	1.	Introduction
1.1	Prinzip eines Drucksensors	1.1	Principle of a pressure sensor
2.	Gehäuse	2.	Housings
2.1	Vorderseitenankopplung	2.1	Front-side coupled
2.2	Rückseitenankopplung	2.2	Rear-side coupled
2.3	Mediengetrennte Drucksensoren	2.3	Media-separated pressure sensors
2.4	Einbauhinweise	2.4	Installation notes
3.	Technologie	3.	Technology
3.1	Scheibenherstellung	3.1	Wafer fabrication
3.2	Scheibenverbindungsverfahren und Montagetechnik	3.2	Wafer bonding techniques and mounting methods
3.3	Design der Drucksensoren	3.3	Pressure sensor design
3.3.1	Niederdruckbereich	3.3.1	Low pressure range
3.3.2	Mitteldruckbereich	3.3.2	Medium pressure range
3.3.3	Hochdruckbereich	3.3.3	High pressure range
4.	Elektrische Kenndaten	4.	Electrical characteristics
4.1	Definitionen	4.1	Definitions
4.2	Stabilität	4.2	Stability
4.2.1	Temperaturkoeffizienten	4.2.1	Temperature coefficients
4.2.2	Temperaturhysterese	4.2.2	Temperature hysteresis
4.2.3	Druckhysterese	4.2.3	Pressure hysteresis
4.2.4	Definition der Feuchteklasse	4.2.4	Definition of humidity category
4.3	Umwelteinflüsse	4.3	Environmental action
4.3.1	Mechanische Belastung	4.3.1	Mechanical loading
4.3.2	Medienverträglichkeit	4.3.2	Media compatibility
5.	Temperaturkompensation	5.	Temperature compensation
6.	Produktspektrum	6.	Product spectrum
6.1	Datenblätter KPY 10-Serie KPY 30-Serie	6.1	Datasheets KPY 10-Series KPY 30-Series
6.2	Datenblätter KPY 40-Serie	6.2	Datasheets KPY 40-Series
6.3	Datenblätter KPY 50-Serie	6.3	Datasheets KPY 50-Series
6.4	Angaben zum eingebauten Temperatursensor	6.4	Details of built-in temperature sensor
6.5	Gehäuseabmessungen	6.5	Dimensional drawings

Einführung
Introduction

Silizium Drucksensoren

Silicon pressure sensors

1.0 Einführung

Im Zuge der Expansion der Anwendungsmöglichkeiten von Mikroprozessoren, den elektronischen Gehirnen, wächst der Markt für Sensoren, den elektronischen Sinnesorganen. Ein wesentlicher Anteil an diesem Markt entfällt auf den Drucksensor.

Drucksensoren sind Meßumwandler, die die physikalische Größe Druck in ein elektronisches Signal umwandeln. Ihr Kernstück ist die sogenannte Meßzelle, bestehend aus einem Systemchip mit einer dünneätzten Siliziummembrane, in welche durch Ionenimplantation Widerstandsbahnen strukturiert sind, und ein ebenfalls aus Silizium bestehender Trägerchip.

Die druckabhängige Durchbiegung der Membrane führt zu Widerstandsänderungen nach dem piezoresistiven Effekt. Die Membrandicke, Membranfläche und die geometrische Anordnung der Widerstände (Design) bestimmen den zulässigen Druckbereich. Durch die Art des Aufbaus werden mechanische Einflüsse des Gehäuses auf die Meßzelle weitgehend vermieden.

Tabelle 1
Umrechnungstabelle von Druckeinheiten

1 bar $\hat{=}$	14.504	psi
	10.2	mH ₂ O
	1.02	at
	1.02	kp/cm ²
	750	mm HG (Torr)
	10 ⁵	N/m ²
	100	kPa

1.0 Introduction

The increase in the possibilities for using microprocessors, what one might call electronic brains, is being accompanied by a growing demand for sensors, the electronic sense organs. A substantial portion of this market falls to the pressure sensor.

Pressure sensors are transducers that convert the physical quantity „pressure“ into an electrical signal. At their core is what is called the measuring cell consisting of a system chip with a thinly etched silicon diaphragm in which resistance paths are formed by ion implantation, and a carrier chip which is also formed of silicon. The expansion of the diaphragm when pressure is applied leads to changes in the resistances according to the piezoresistive effect. The thickness of the diaphragm, its surface area and the geometric design of the resistors determine the permissible pressure range. Mechanical effects of the frame on the measuring cell can largely be avoided by structural features.

Table 1
Conversion table for pressure units

Funktionsprinzip
Principle of operation

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

1.1 Prinzip eines Drucksensors

Der prinzipielle Aufbau eines Drucksensors ist in Bild 1 dargestellt. Sein Kernstück ist eine Siliziummembran, in der durch Ionenimplantation Widerstandsbahnen erzeugt wurden. Wird auf die Membran ein Druck ausgeübt und biegt sie sich durch, so führt dies zu Widerstandsänderungen nach dem piezoresistiven Effekt. Forderungen, die an die Qualität des Sensors gestellt werden, bestimmen das Design sowie die Technologie und die Montage des Chips.

1.1 Principle of the pressure sensor

The basic structure of a pressure sensor is shown in Fig. 1. Its heart is a silicon diaphragm into which resistance tracks are introduced by ion implantation. Pressure exerted on the diaphragm causing it to expand results in changes in resistance on the principle of the piezoresistive effect. Requirements on the quality of the sensor determine the design, technology and structural features of the chip.

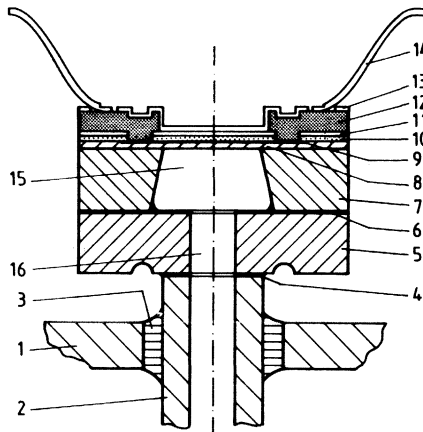


Bild 1: Prinzipieller Aufbau eines Drucksensor.

Fig. 1: Basic structure of pressure sensor

- 1 Bodenplatte des Gehäuses
- 2 Kovar® Mittelröhrchen
- 3 Einglasung
- 4 Gold-Zinn-Lot
- 5 Si-Trägerscheibe
- 6 Metallegierung
- 7 Si-Systemscheibe
- 8 Si-Epitaxieschicht (entspricht druckempfindlicher Membrane)
- 9 Implantierte Widerstandsbahnen
- 10 Silizium Oxid
- 11 Silizium Nitrid
- 12 Metallisierung
- 13 Plasmanitrid
- 14 Al-Bonddrähte
- 15 Hohlraum (unter Vakuum bei Absolutdrucksensoren)
- 16 Durchführung der Trägerscheibe (nur Relativdrucksensoren)

- 1 Metal mounting base of housing
- 2 Kovar® mounting tube
- 3 Glaze
- 4 Gold-tin soldering
- 5 Silicon constraint wafer
- 6 Metallic connecting layer
- 7 Silicon system wafer
- 8 Silicon epitaxial layer (corresponds to pressure-sensitive diaphragm)
- 9 Implanted resistors
- 10 Silicon oxide
- 11 Silicon nitride
- 12 Metallisation
- 13 Plasmanitride
- 14 Aluminium bonding wires
- 15 Cavity (under vacuum for absolute pressure sensor chips)
- 16 Opening in carrier chip, only for differential pressure sensor chips

Silizium Drucksensoren *Silicon pressure sensors*

Die Vorteile eines Drucksensors in Halbleitertechnologie gegenüber konventionellen Dehnungsmeßstreifen sind:

- höhere Empfindlichkeit
- gute Linearität
- sehr kleine Druck- und Temperaturhysteresen
- gute Zuverlässigkeit durch Siliziumnitridpassivierung
- kurze Ansprechzeit
- hohe Lastwechselfestigkeit durch ermüdungsfreie monokristalline Siliziummembrane
- kompakte Bauweise
- kostengünstige Herstellung in Planartechnologie

Nachteilig ist die Temperaturabhängigkeit, welche durch spezielle Schaltungsmaßnahmen kompensiert werden kann.

Drucksensoren wurden bei Siemens in verschiedenen Druckstufen von 0.02 bar (2 kPa) bis zu 400 bar (40 MPa) für professionelle Anwendungen (in der Meß-, Steuer- und Regeltechnik) entwickelt. Durch die Technologie werden die Streuungen der Nullspannung, der Empfindlichkeit und deren Temperaturabhängigkeit, sowie die Stabilität des Sensors entscheidend bestimmt. Weitere vom gewünschten Idealverhalten abweichende Effekte, wie Langzeitdrift, Druck- und Temperaturhysteresen, sowie eine gute Dichtigkeit, werden hauptsächlich durch die Montageart beeinflusst.

The advantages of a pressure sensor using semiconductor technology as compared to conventional resistance strain gauges are:

- *greater sensitivity*
- *high linearity*
- *very low pressure and temperature hysteresis*
- *high reliability through silicon-nitride passivation*
- *fast response*
- *high load-cycle stability as a result of the fatigue-free, monocrystalline silicon diaphragm*
- *compactness*
- *economic production using planar technology*

A disadvantage that should be mentioned is the greater dependence on temperature, but these effects can to a greater extent be compensated for by suitable circuitry.

Siemens initially developed pressure sensors for industrial applications (e.g. measurement and control engineering). Sensors are available for the low pressure range down to below 0.02 bar (2 kPa) and for the high-pressure range up to 400 bar (40 MPa). The semiconductor technology determines parameters such as the spread of the offset voltage, its sensitivity and temperature dependence, and also the sensors stability. Other parameters which are not seen as being ideal like long term drift, pressure and temperature hysteresis and also the effectiveness of the pressure seal are primarily determined by the packaging method.

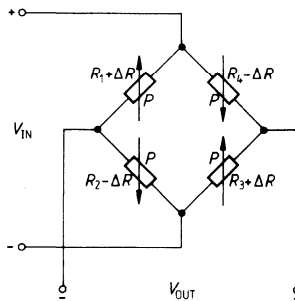


Bild 2: Die vier Piezowiderstände werden als Brücke verschaltet.

Fig.: 2 Four piezoresistors form a bridge circuit.

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

Um eine maximale Meßgenauigkeit zu erzielen, werden vier Piezowiderstände zu einer Brückenschaltung angeordnet. Die Position der Einzelwiderstände wird so gewählt, daß eine Durchbiegung der Membrane bei zwei sich gegenüberliegenden Widerständen zu einer positiven, bei den beiden anderen zu einer negativen Widerstandsänderung führt. Diese Widerstandsänderungen ergeben eine Ausgangsspannung V_{out} nach der Gleichung:

$$V_{out} = V_{IN} \cdot \frac{R_1(p) \cdot R_3(p) - R_2(p) \cdot R_4(p)}{[R_1(p) + R_2(p)] \cdot [R_3(p) + R_4(p)]} + V_0$$

Hierbei sind V_{IN} die Speisespannung, V_0 die Offsetspannung und $R_i(p)$ die druckabhängigen Widerstände.

To achieve maximum measuring accuracy, four piezoresistors are connected to form a bridge circuit (figure 2). The position of the individual resistors is chosen such that on expansion of the diaphragm, two oppositely situated resistors increase in resistance, while the other two decrease. These changes in resistance result in an output voltage V_{out} according to the following equation:

where V_{IN} is the supply voltage, V_0 the offset voltage and $R_i(p)$ the pressure-dependent resistance.

$$R_i(p) = R_i + \Delta R_i(p)$$

V_0 ist eine der Brückenspannung proportionale Nullpunktverschiebung, die aufgrund von Ungleichmäßigkeit der Einzelwiderstände entsteht.

Mit Hilfe einer geeigneten Technologie und dem richtigen Design ist es möglich, sowohl alle Einzelwiderstände R_i , als auch deren druckabhängige Änderung ΔR_i , betragsmäßig gleichgroß zu gestalten. Dann vereinfacht sich die Gleichung zu:

By suitable technology and appropriate design it is possible to make the individual resistances R_i and their pressure-dependent change ΔR_i equal in magnitude. The equation can then be simplified to:

$$V_{out} = V_{IN} \cdot \frac{\Delta R}{R} + V_0$$

$$\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \varepsilon(p)$$

Dabei ist ε die mechanische Dehnung und K ein Proportionalitätsfaktor*). Da die Funktion $\varepsilon(p)$ für geringe Membrandehnungen in erster Näherung linear verläuft, ist der Zusammenhang zwischen Ausgangsspannung und dem Druck ebenfalls linear.

where ε is the mechanical expansion and K a proportionality factor). To a first approximation, the function $\varepsilon(p)$ is linear for small diaphragm expansions, it therefore also represents the relationship between output voltage and pressure.*

$$V_{out} = V_{IN} \cdot K \cdot \varepsilon(p) + V_0$$

Bei steigender Dehnung nimmt die Nichtlinearität jedoch zu, da sich dann der oben genannten Widerstandsänderung eine gemeinsame Streckung aller vier Widerstände überlagert, das bei zwei Widerständen

With greater expansion of the diaphragm the nonlinearity, however, increases because then a common expansion of all four resistors is added to the above-mentioned change in resistance, meaning

*) Der Gaugefaktor
*) The gauge factor

Silizium Drucksensoren

Silicon pressure sensors

eine weitere Vergrößerung und bei den anderen eine Verkleinerung der Widerstandsänderung bedeutet (Balloneffekt). Mit der Wahl geringfügig unterschiedlicher R_i , durch ein geeignetes Design, kann dieser Effekt wieder teilweise kompensiert werden. Die verbleibende Linearitätsabweichung ist z.B. bei dem Sensortyp KPY 43, die eine mittlere Empfindlichkeit von $8,8 \text{ mV/V} \cdot \text{bar}$ haben, kleiner als 0,5%.

for two resistors a further increase and for the other two a decrease in the resistance change (balloon effect). This effect can partially be compensated for by designing with slightly varying R_i values (see above). The remaining nonlinearity of the KPY 43, for example, which has a mean sensitivity of $8.8 \text{ mV/V} \cdot \text{bar}$, is less than 0.5%.

Gehäuse
Housings

Silizium Drucksensoren *Silicon pressure sensors*

2.0 Gehäuse

2.1 Vorderseitenankopplung

KPY 10-Serie; KPY 30-Serie

Absolut- sowie Relativdrucksensoren werden auf einer Einprägung einer T0-8 Bodenplatte angebracht. Eine kaminförmige Kappe wird darüber montiert und mit der Bodenplatte verschweißt (siehe Bild 3). Das Podest der Bodenplatte sowie die Rückseite des Chips wird bei Relativdrucksensoren mit einem Loch versehen, das die Zufuhr des Referenzdruckes zur Rückseite des Systems ermöglicht. Dieses Loch erübrigt sich bei Absolutdrucksensoren. Der zu messende Druck wird mittels des kaminförmigen Gehäuses direkt auf die Oberfläche des druckempfindlichen Chips geführt. Da durch diese Konstruktionsweise der Chip, sowie die empfindlichen Bonddrähte direkten Kontakt zu den Druckmedien bekommen, ist diese Bauweise nur für trockene Gase und andere nichtaggressive Medien gedacht.

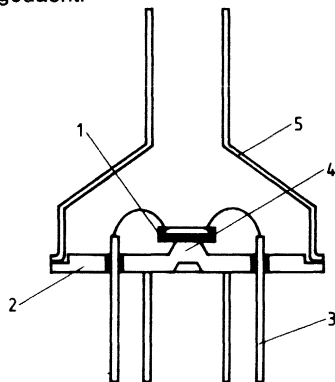


Bild 3: Aufbau des KPY 10, KPY 30-Serie:

- 1 Druckempfindlicher Chip
- 2 Bodenplatte
- 3 Elektrische Kontakte
- 4 Podest als Chipmontierpunkt
(offen für Relativdrucksensoren)
- 5 Gehäuse

Hinweis:

Lichteinfall durch die Druckeinlaßöffnung ist zu vermeiden, da sonst Fotoströme im Halbleiter eine Veränderung des Ausgangssignales bewirken können.

2.0 Housings

2.1 Front side coupled

KPY 10-Series; KPY 30-Series

Absolute pressure sensors and differential/gauge pressure sensors are mounted onto a stud in the centre of the T0-8 baseplate. A funnel shaped nickel cap is welded to the baseplate (see fig. 3). With differential/gauge pressure sensors the reference pressure is brought onto the rear side of the chip through a vent hole in the baseplate (see datasheets). This venthole is not required for absolute pressure sensors. The pressure to be measured is applied through the funnel of the housing onto the top surface of the chip. As this construction exposes the chip and the bondwires directly to the media to be measured it is principally designed for use only with dry gases and non-aggressive media.

Fig. 3 Construction of front side coupled housing

- 1 Pressure sensitive Chip
- 2 Baseplate
- 3 Electrical contacts
- 4 Chip mounting indent (open for differential pressure sensors)
- 5 Housing

Note

Light incidence through the pressure entry port should be avoided, since photocurrents may cause a change in the output signal in the semiconductor.

2.2 Rückseitenankopplung

KPY 40-Serie

In dieser neuen Generation von Drucksensoren wird der druckempfindliche Chip direkt auf ein Röhrchen aus Kovar® montiert (siehe Bild 4). Der Sensor wird durch Aufschweißung einer Nickelkappe auf der Bodenplatte abgedichtet. Einer der elektrischen Anschlüsse (Pin 1) wird durch ein Kapillarröhrchen ersetzt. Dieses dient als Druckausgleich bei Relativdrucksensoren. Bei Absolutdrucksensoren wird es nach der Evakuierung des Gehäuses dicht verschweißt. Eine Dickschichtschaltung auf Keramik ermöglicht die internen Verbindungen zwischen Chip und Kontaktpins und dient gleichzeitig als Substrat für einen Temperatursensorchip des Typs KTY. Dieser Temperatursensor kann auch als Kompensationselement verschaltet werden.

Der Aufbau dieser Sensoren führt die zu messenden Medien auf die Rückseite der Si-Membrane. Dadurch wird eine bessere Medienverträglichkeit erreicht, da der direkte Kontakt zwischen dem Medium, der Oberfläche des Chips, sowie der Bonddrähte vermieden wird.

Hinweis:

Für Großabnehmer, die diese Sensoren weiterkonfektionieren möchten, stehen die KPY 50-AK und die KPY 50-RK, jeweils für Absolut- bzw. Relativdruckerfassung, zur Verfügung. Diese sogenannten „Kappenversionen“ bestehen aus dem entsprechenden KPY 40-Serien Bauteil ohne T0-8 Transistorkappe. Diese Sensoren werden in ein Kunststoffgehäuse verpackt, damit die Teile während der Prüfung und beim Versand geschützt sind. Diese Reihe wird durch den KPY 58-AK für den 160 bar Meßbereich, sowie den KPY 59-AK für den 400 bar Meßbereich ergänzt.

2.2 Rear-side coupled T0-8 Housing

KPY 40-Series

This new generation of pressure sensors has the pressure sensor chip mounted onto a KOVAR® tube (see Fig. 4). The housing is completed by welding a nickel cap onto the baseplate giving a pressure seal. One of the electrical contact pins of the device is replaced by a small capillary tube which vents to atmosphere or to the reference pressure for the differential sensors. To produce absolute pressure sensors it is used to evacuate the sensor housing and then sealed by welding. A thick film conductor pattern on ceramic is used to interconnect the bonds to the chip with the contact pins, and is also used as a substrate for a KTY-series temperature sensor chip mounted in the housing which can be used as part of a temperature compensation circuit for the pressure sensor. The construction of the pressure sensor brings the pressure to be measured onto the rear side of the chip. This gives better media compatibility as the chip passivation and the bondwires are not subject to direct contact with the media being measured.

Note:

For large users wishing to further fabricate pressure sensors, these sensor are also available in an open construction i.e. without T0-8 transistor cap. Designated the KPY 50-AK or KPY 50-RK, for absolute and differential types, these sensor are supplied in a plastic package which protects the devices during test and shipment. The range is supplemented with the addition of the KPY 58-AK for 160 bar and the KPY 59-AK for 400 bar measurement.

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

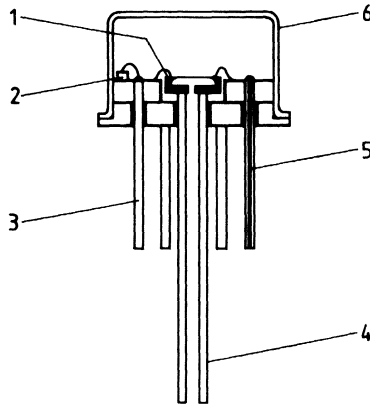


Bild 4: Aufbau des KPY 40-Serie

- 1 Druckempfindlicher Chip
- 2 Si-Temperaturfühler
- 3 Elektrische Kontakte
- 4 Mittelröhrchen für Chipmontage und Druckzufuhr
- 5 Kapillarröhrchen: Offen bei Relativdrucksensoren. Dicht verschweißt bei Absolutdrucksensoren
- 6 Gehäuse (T0-8) entfällt bei KPY 50-AK/RK Versionen

Fig. 4: Construction of rear-side coupled housing

- 1 Pressure sensitive Chip
- 2 Si-Temperature sensor
- 3 Electrical contacts
- 4 Centre tube for chip mounting and as pressure coupling port
- 5 Capillary tube: Open for Differential sensors. Weld sealed for absolute pressure sensors
- 6 Housing (T0-8) omitted for KPY 50-AK/RK versions

2.3 Mediengetrennte Drucksensoren

KPY 50-Serie

Die Bodenplatte, sowie die inneren Strukturen dieser Serie sind mit denen der KPY 40-Serie identisch. Der Unterschied ist, daß die Bodenplatte mit einem Edelstahlgehäuse verschweißt ist (siehe Bild 4). Auf der gegenüberliegenden Seite des Edelstahlgehäuses befindet sich die Metallmembrane. Der Hohlraum ist mit Silikonöl gefüllt. Das Kapillarröhrchen wird nach der Füllung dicht verschweißt. Das Silikonöl dient als Koppelmedium zwischen dem zu messenden Druck und dem druckempfindlichen Siliziumsensorelement. Bei der Absolutdruckversion wird der Chip auf einen Vaconstift aufgelötet, wobei das Referenzvakuum im Chip integriert ist. Bei der Relativdruckversion wird der Chip auf einem Vaconröhrchen befestigt. Die Rückseite des Chips ist geöffnet,

2.3 Media separated Housing

KPY 50-Series

The baseplate of these sensors is constructed in a similar manner to the KPY 40-series pressure sensors. The difference arises in that they are welded to a stainless steel housing (see Fig. 4). This stainless steel housing is covered with a stainless steel diaphragm, itself welded to the housing. The space inside the housing between the silicon chip diaphragm and the stainless steel diaphragm is filled with silicone oil. The oil acts as a coupling media between the sensor chip and the media being measured. The pressure from the media being measured is transferred from the stainless steel diaphragm through the silicone oil onto the top surface of the silicon diaphragm, and the reference pressure is applied to the rear of the silicon diaphragm. This allows the measurement

Silizium Drucksensoren
Silicon pressure sensors

um den Druckausgleich zur Umgebung herzustellen.
 Diese Bauform ist für aggressive Medien und für Einsätze unter erschwerten Umgebungsbedingungen geeignet (z.B. Medizintechnik und Lebensmittelchemie).
 Diese Sensoren werden mit eigenem Prüfprotokoll geliefert, das folgende Parameter enthält: V_o (20°C); V_o (80°C); V_{fin} (20°C); V_{fin} (80°C); R_B (20°C); R_B (80°C) sowie die Widerstandswerte des eingebauten Temperatursensors bei 20°C bzw. 80°C sowie die daraus resultierenden Abgleichwiderstände R_v und R_p .

*of pressure of media which are aggressive, contaminated or require to be kept sterile (e.g. foodstuffs industry, medical equipment).
 These sensors are supplied with an individual test protocol which gives the following test parameters V_o (20°C); V_o (80°C); V_{fin} (20°C); V_{fin} (80°C); R_B (20°C); R_B (80°C) and also the resistance value of the built-in temperature sensor at the both 20°C and 80°C as well as the resulting values of R_v and R_p .*

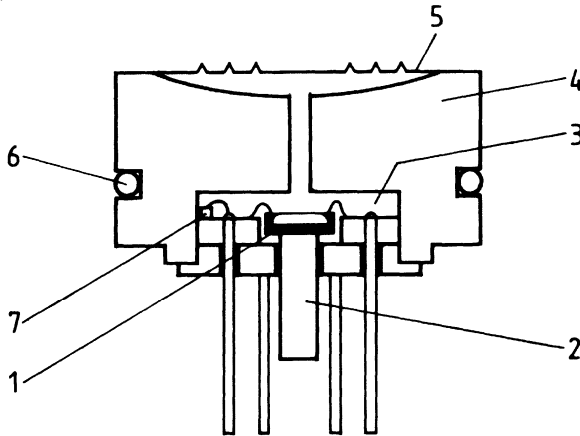


Bild 5: Aufbau der KPY 50-Serie, Mediengetrennte Version (Absolutdruck).

Fig. 5 Construction of media separated housing (Absolute pressure).

- 1 Druckempfindlicher Chip
- 2 Mittelstift (bei Absolutdruck)
Mittelröhrchen (bei Relativdruck)
- 3 Silikonöl (Koppelmedium)
- 4 Edelstahlgehäuse
- 5 Edelstahlmembran
- 6 „VITON“ O-Ring
- 7 Temperaturfühler

- 1 Pressure sensitive chip
- 2 Centre Stud (for Absolute pressure)
Centre tube (for Differential pressure)
- 3 Silicon oil (coupling medium)
- 4 Stainless steel housing
- 5 Stainless steel diaphragm
- 6 „VITON“ O-Ring
- 7 Temperature sensor

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

2.4 Einbauhinweise

Allgemeines:

- Lötbedingungen: max. 245°C mit Mindestabstand 1,5 mm vom Gehäuse. Weder das Mittelröhrchen, noch das Kapillarröhrchen dürfen eingelötet werden.
- Da die elektrischen Anschlußpins, sowie das Mittelröhrchen bzw. der Mittelstift in der Bodenplatte des Gehäuses eingeglast sind, sollten sie keinen mechanischen Belastungen ausgesetzt werden, um Beschädigungen zu vermeiden.

Das Mittelröhrchen bzw. der Mittelstift, sowie die elektrischen Kontakte können folgenden maximalen Belastungen ausgesetzt werden:

Axiale Zugkraft <i>Axial tension</i>	5,0 N
Axiales Biegemoment <i>Axial bend</i>	0,02 Nm
Radiales Drehmoment <i>Radial torsion</i>	0,02 Nm

Einbauhinweise KPY 40-Serie

Die in die geätzte Membrane implantierten Piezowiderstände sind vom Chipsubstrat durch einen p/n Übergang isoliert. Aus Stabilitätsgründen ist das Substrat des Drucksensorchips mit dem Pluspol der Versorgungsspannung verbunden. Da der Chip auf ein Mittelröhrchen gelötet ist, muß beim Einbau darauf geachtet werden, daß keine leitende Verbindung zum Gehäuse entsteht (z.B. bei Anwendung mit elektrisch leitenden Medien).

Eine Verkürzung des Druckanschlußröhrchens oder der Pins darf nur unter Vermeidung jeglicher mechanischer Belastung auf die Englasung vorgenommen werden. Das Kapillarröhrchen (Pin 1) kann nur vom Relativdrucksensor gekürzt werden. Quetschungen oder Verbiegungen führen zu Funktionsstörungen. Bei der Verarbeitung muß eine Verstopfung der Kapillare durch Lötzinn oder Flußmittel bzw. Eindringen von Reinigungsmitteln in den Sensor vermieden werden. Beim Absolutdrucksensor darf die verschweißte Kapillare auf keinen Fall mechanisch bearbeitet werden (Vakuumverlust, Undichtigkeit)!

2.4 Installation notes

General:

- *Soldering conditions: 245°C max. 5 s. at least 1.5 mm from the sensor base. Neither the centre tube/stud nor the capillary should be soldered.*
- *As the electrical contact pins as well as chip mounting tube/stud are glazed into the base plate of the housing, care must be taken that these are not subjected to unnecessary mechanical loading.*

The maximum loading values on the centre tube/stud, the electrical contact pins and on the capillary tube are as follows:

Installation note KPY 40-Series

As the pressure coupling tube is electrically connected to the chip via a Gold-Tin solder bond it carries the electrical potential of + V_{IN}. The centre pressure coupling port must then be isolated from ground potential when the sensor is being installed. Great care must be exercised when dealing with electrically conductive media (eg. ionised liquids and gases).

A reduction in the length of the pressure supply tube can only be done if no mechanical stresses are brought onto the glaze. Such handling procedures are entirely at the users own risk, and no warranty is extended to parts damaged by such procedures. Even slight damage to the glaze can lead to failure in the long term. The capillary tube (pin 1) can only be shortened with differential pressure sensors. Bending and indenting the capillary will disrupt the functionality of the sensor. Care should also be shown during mounting that no flux or solvent block the capillary. Under no circumstances should the sealed capillary

Silizium Drucksensoren *Silicon pressure sensors*

Generell erfolgen diese Eingriffe auf eigenes Risiko ohne jeglichen Gewährleistungsanspruch.

Der Temperatursensor ist bei einer Speisung über eine längere Leitung durch Parallelschaltung eines 10 nF Kondensators vor Überspannungen zu schützen.

Die Drucksensoren der KPY 40-Serie entsprechen der Feuchtekategorie F (nach DIN 40 040)

Einbauhinweise KPY 50-Serie

Die in die geätzte Membrane implantierten Piezowiderstände sind vom Chipsubstrat durch einen p/n Übergang isoliert. Aus Stabilitätsgründen ist das Substrat des Drucksensorchips mit dem Pluspol der Versorgungsspannung verbunden. Da der Chip auf ein Mittelröhrchen (Relativdruck) bzw. auf einen Massivstift (Absolutdruck) gelötet ist, muß beim Einbau darauf geachtet werden, daß keine leitende Verbindung zum Gehäuse entsteht. Eine Verkürzung des Mittelröhrchens oder der Anschlußpins darf nur unter Vermeidung jeglicher mechanischer Belastung auf die Einglasung vorgenommen werden. Generell erfolgen diese Eingriffe auf eigenes Risiko ohne jeglichen Gewährleistungsanspruch. Das Füllröhrchen (Pin 1) darf auf keinen Fall bearbeitet werden (Austritt des Füllmediums, Zerstörung des Sensors)!

Um die mechanische Stabilität des Sensors zu gewährleisten, muß bei den Typen KPY 56 A bis KPY 59 A die Bodenplatte mit einer Stahlplatte mit einer Dicke von 3 mm unterstützt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß keine leitende Verbindung zwischen Anschlußpins und Mittelröhrchen bzw. Mittelstift verursacht wird und die geforderten Isolationswerte des Komplettsensors erreicht werden.

Der Temperatursensor ist bei einer Speisung über eine längere Leitung durch Parallelschaltung eines 10 nF Kondensators vor Überspannung zu schützen.

Die Drucksensoren der KPY 50-Serie entsprechen der Feuchtekategorie F (nach DIN 40 040).

tube of an absolute pressure sensor be shortened (loss of vacuum)!

When the temperature sensor is operated with long supply leads it should be protected by a 10 nF capacitor to prevent induced voltage peaks exceeding the maximum supply voltage of the sensor which would lead to its destruction.

The KPY 40-Series pressure sensors conform to Humidity class F defined by DIN 40 040.

Installation note KPY 50-Series

As the pressure venting tube or the centre stud, in the base of the differential and absolute pressure sensors respectively, is connected to the chip via a Gold-Tin solder bond, it carries the electrical potential +V_{IN}. It must therefore be isolated from ground potential when the sensor is being installed.

If the sensor is used in the differential pressure sensing mode, great care should be exercised when dealing with electrically conductive media (eg. ionised liquids or gases) used as a reference pressure when connected to the pressure vent port leading to the rear side of the chip. To ensure mechanical stability of the sensor under the influence of high pressures, the base of the sensor (applies to types KPY 56 A through KPY 59 A) should be supported by a steel plate of at least 3 mm thickness. This plate should be isolated from the electrical contact pins as well as the central chip mounting tube or stud. A reduction in the length of the pressure vent port can only be done if no mechanical stresses are brought onto the glaze. Such handling procedures are entirely at the users own risk and no warranty is extended to parts damaged by such procedures. Even slight damage to the glaze can lead to failure in the long term. Under no circumstances should pin 1 be damaged (oil loss and consequent destruction of sensor!)

If the temperature sensor is operated with long supply leads it should be protected by a 10 nF capacitor to prevent induced voltage peaks exceeding the maximum supply voltage of the sensor which would lead to its destruction.

The KPY 50-Series pressure sensors conform to Humidity class F as defined by DIN 40 040.

Technologie
Technology

3.0 Technologie

3.1 Scheibenherstellung

Die meisten Schritte, die zur Herstellung von Drucksensoren eingesetzt werden, sind die aus jahrelanger Erfahrung bekannten Prozesse der Silizium-Planartechnologie. Hierzu zählen Oxidation, Fotolithographie, Ionenimplantation, Temperprozesse, verschiedene Reinigungsverfahren, Bedampfung von Metall- und Passivierungsschichten, Ätzprozesse, sowie Meß- und Prüfverfahren. Zu diesem kommen, speziell bei den Drucksensoren, noch zwei Prozesse, nämlich die Membranherstellung und ein Scheibenverbindungsverfahren.

Außerdem müssen einige spezielle Anforderungen an die Passivierungsschichten und an die Montagetechnik gestellt werden. Bei der Festlegung des Planarprozesses von Drucksensoren, wird die größte Sorgfalt auf das Verhindern von Instabilitäten gelegt, die eine Drift des Ausgangs- und Offsetsignals zur Folge haben. Ursache für derartige Driften sind Leckströme zwischen dem p/n Gebiet, Oberflächenkriechströme und mechanische Fehlanpassungen. Solche auftretenden Störgrößen werden durch die verwendete Technologie, sowie eine geeignete Chip-Montagetechnik möglichst klein gehalten. Außerdem dürfen die Isolationswiderstände zwischen den Anschlußpins und dem Gehäuse einen Wert von 10^9 Ohm nicht unterschreiten. Zusätzlich werden die p-leitenden Widerstandsbahnen mit einem niederohmigen Channelstopper umgeben, der die Bildung von Inversionsschichten an der Halbleiteroberfläche verhindert. Alternativ kann auch die gesamte Oberfläche (inklusive Widerstandsbahnen) schwach gegenimplantiert werden. Die Dotierung (10^{12} cm^{-3}) wird in diesem Falle durch die Durchbruchspannung, die typisch bei 25 V liegt, nach oben begrenzt. Wichtig für die Stabilität ist außerdem die Verwendung einer Nitridschicht als Diffusionsbarriere über dem Oxid. Da der thermische Ausdehnungskoeffizient von Silizium ($2 \times 10^{-6}/\text{K}$) zwischen dem des Oxids ($0,55 \times 10^{-6}/\text{K}$) und dem des Nitrids ($4 \times 10^{-6}/\text{K}$) liegt, kann durch eine geeignete Kombination beider Schichten ein spannungsfreier Zustand realisiert werden, der eine Verringerung des TKV_0 (Offsettemperaturkoeffizienten) bewirkt. Wei-

3.0 Technology

3.1 Wafer fabrication

Most processing steps used in the production of pressure sensors are well established through many years of experience gained in Silicon planar technology. In this is included oxidation, photolithography, ion implantation, annealing processes, various purification processes, evaporation of metal and passivation layers, etching techniques as well as measurement and test procedures. For the production of pressure sensors in particular two further processes; the production of the diaphragm and the wafer bonding technique can be included. Apart from these, there are some special requirements for the passivation layers and for the mounting technique.

The greatest care is taken in the establishment of the planar processes for pressure sensors to avoid instabilities, which could result in a drift of the output signal or of the offset. The cause of these drifts are leakage currents between the p/n regions of the piezoresistors and the substrate, surface creep currents and mechanical tensions. These possible error sources are held low by the technology processes and also by the chip mounting technique used. Apart from this the isolation resistances between the connecting pins and the housing must not fall below a value of 10^9 Ohms.

The p-conducting resistor tracks are surrounded by a low ohmic stopper channel which helps prevent the formation of inversion layers on the surface of the semiconductor. Alternatively the whole surface (including the resistance tracks) can be lightly counter implanted. The doping level (10^{12} cm^{-3}) is in this case limited at the upper level by the breakdown voltage which typically lies at 25 V.

Another important factor on the stability is the use of a nitride layer over the oxide layer as a diffusion barrier. As the coefficient of thermal expansion of silicon ($10^{-6}/\text{K}$) lies between that of its oxide ($0,55 \times 10^{-6}/\text{K}$) and its nitride ($4 \times 10^{-6}/\text{K}$) then by selecting special combinations of both layers, a stress free state can be obtained which has the effect of reducing the temperature coefficient of the offset $\text{TC } V_0$. Further precautions to improve the stability are the deposition of a

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

tere Maßnahmen zur Stabilitätsverbesserung sind das Aufbringen einer Plasmanitridschicht über den Metallisierungsbahnen, wodurch Kriechströme zwischen benachbarten Bahnen unterdrückt werden. Ferner eine dünne leitfähige Abschirmschicht aus aufgedampftem Silizium darüber, wodurch die horizontalen Feldkomponenten vermieden werden. Dadurch wird eine Akkumulation von Ladungsträgern in dem Siliziumoxid unterdrückt und Induktionen durch externe Ladungen abgeschirmt.

plasmanitride layer over the metalisation tracks, which suppresses creep currents between neighbouring conductor tracks, and the deposition of a thin conductive screening layer of evaporated silicon on top by which horizontal field components are prevented. An accumulation of charge carriers in the silicon oxide is thereby suppressed and the sensor is screened from induction by external charge carriers.

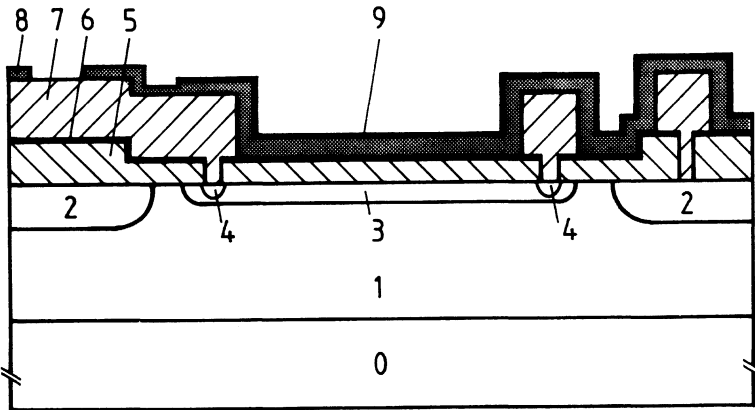


Bild 6 Querschnitt eines Drucksensor-chips

Fig. 6 Cross-section of a pressure sensor chip

- 0 Substrat
- 1 Epitaxie
- 2 Channelstopper
- 3 Piezowiderstände
- 4 Anschlußimplantation
- 5 Oxid
- 6 LP-Nitrid
- 7 Aluminium
- 8 Plasmanitrid
- 9 Polysilizium

- 0 Substrate
- 1 Epitaxy
- 2 Channelstopper
- 3 Piezoresistors
- 4 Contact implantation
- 5 Oxide
- 6 LP-Nitride
- 7 Aluminium
- 8 Plasmanitride
- 9 Polysilicon

Viele Parameter des Drucksensors, wie z.B. Empfindlichkeit, Linearität, Bruchlast usw. werden wesentlich durch die Mechanik der druckempfindlichen Membran bestimmt. Zur Charakterisierung dienen die Dicke und die Fläche der Membran, die Form des Membranrandes sowie die kristallographische Orientierung der Membranoberfläche. Die unvermeidlichen Schwankungen einiger dieser Größen in

Many of the parameters of a pressure sensor eg. the sensitivity linearity, rupture pressure load etc. are determined essentially by the mechanics of the pressure sensitive diaphragm. The characterisation is obtained through the thickness and area of the diaphragm, the profile of the diaphragm rim and the crystallographic orientation of the diaphragm surface. The unavoidable

Silizium Drucksensoren *Silicon pressure sensors*

den Fertigungsprozessen liefern die Toleranzen der elektrischen Daten. So ist beispielsweise der Zusammenhang zwischen der Empfindlichkeit „s“ und dem Radius „r“, sowie der Dicke „d“, eine kreisförmige Membran im Bereich $r < r_{(ideal)}$

$$s = k \cdot r^2 / d^2$$

wobei $r_{(ideal)}$ = idealer Radius

k = designabhängige Konstante

Die Dicke der Membran wird durch Aufwachsen einer niedrig dotierten Epitaxialschicht auf ein hochdotiertes Substrat definiert. Durch eine verfeinerte Ätztechnik, die aus einer naßchemischen isotropen Grobätzung und einer elektrochemischen Feinätzung besteht, gelingt es, die mittlere Membrandickentoleranz auf die Epitaxialdickentoleranz zu reduzieren.

Bei Verwendung kreisförmiger Membranstrukturen, werden die montagebedingten Verspannungen durch die Radialsymmetrie auf die vier Piezowiderstände gleichmäßig übertragen. Membranen, die in der (111)-kristallographischen Ebene geschätzt sind, zeichnen sich durch hohe Durchbruchfestigkeit aus. Als Beispiel ist in Bild 8 ein (isotrop geätzter) Niederdrucksensor mit ringförmiger Membran dargestellt. Die Lage der vier Piezowiderstände im Membranbereich (im Durchlicht fotografiert) ist in Bild 9 zu erkennen. Ein Senkrechtschliff in Bild 10 zeigt die typische Form der Membranböschung.

tolerances on some of these parameters in manufacture produce the tolerances shown in the electrical data. By way of example the dependence of the sensitivity „s“ on the radius „r“ and the thickness „d“ of a circular diaphragm in the range $r < r_{(ideal)}$ is given by:

$$s = k \cdot r^2 / d^2$$

where $r_{(ideal)}$ = ideal radius and k a design dependent constant.

The thickness of the diaphragm is defined by a low doped epitaxial layer grown onto a highly doped substrate. By using an improved etching technique, consisting of a wet chemical isotropic coarse etching and an electrochemical fine etching process it is possible to reduce the mean tolerance of the epitaxial layer diaphragm.

The advantage of circular diaphragm is that the unavoidable stresses caused by mounting are evenly distributed to the four piezoresistors by virtue of its radial symmetry. Diaphragms which are etched in the (111) crystallographic plane also show exceptionally high rupture loads.

The design of a low pressure sensor with an annular diaphragm is shown in Fig. 8. An example of the isotropically etched diaphragm region is seen from Fig. 9 (photographed in backlighting). A vertical cross-section of the chip, Fig. 10, shows the typical profile of the diaphragm rim.

Silizium Drucksensoren *Silicon pressure sensors*

3.2 Scheibenverbindungsverfahren und Montagetechnik

Um montagebedingte Verspannungen abzubauen, wird die Systemscheibe mit einer Siliziumträgerscheibe gleicher Dicke verbunden. Die Verbindung erfolgt durch ein Au- oder Al-Legierverfahren. Dadurch wird eine gute Langzeitstabilität, eine Metaldichtigkeit, sowie eine gute mechanische Belastung gewährleistet. Im Au- bzw. Al-Legierverfahren wird die Trägerscheibe dann mit aufgedampften Au- bzw. Al beschichtet. Die Rückseite des Systemchips bleibt frei. Die Legierung erfolgt unter Vakuum bei einer Temperatur, die oberhalb des eutektischen Punktes von Au bzw. Al und Silizium liegt. Nach einer Abkühlphase entsteht eine feste Verbindung aus Au/Si bzw. Al/Si-Eutektikum, deren Zerreißgrenze höher liegt, als die der Siliziummembrane.

Durch eine Modifikation der Trägerscheibe (geschlossen oder mit Öffnung) (vgl. Bild 1), entstehen Absolut- oder Relativedrucksensoren.

Weitere Schritte zur Reduzierung der störenden Verspannung bei der Chipmontage beziehen sich auf die Auswahl des Gehäusematerials, sowie auf das Montageverfahren. Durch eine „weiche Montage“ werden die Ausdehnungsunterschiede von Chip und Bodenplatte in einer Verbindungsschicht (z.B. Silikon-Kautschuk) aufgefangen. Diese Montageart wird in der Regel bei dem Einbau in Plastikgehäuse angewendet. Nachteile sind hierbei größere Hysteresen und eine geringere Dichtigkeit. Für professionelle Anwendungen verwendet man hauptsächlich Metallgehäuse mit einem Bodenplattenmaterial, das dem Silizium in der thermischen Ausdehnung möglichst gut angepaßt ist. Die Bondfläche zwischen Chip und Bodenplatte wird durch Verwendung eines Podests bzw. Mittelröhrchens aus KOVAR® möglichst gering gehalten (siehe Bild 1). Die Verbindung erfolgt durch eine Au/Sn-Lötung.

3.3 Design der Drucksensoren

Die Umsetzung der physikalischen Größe Druck in ein elektrisches Signal geschieht durch präzise positionierte druckempfindliche Widerstände auf einer dünnen Siliziummembrane, die zur Wheatstone

3.2 Wafer bonding techniques and mounting methods

To minimise stresses caused by mounting, the diaphragm system wafer is bonded to a Silicon carrier wafer of the same thickness. This is achieved through an Al- or Au-eutectic bonding process. The bonding process ensures good long term stability and a good metallic pressure seal and also good mechanical loading.

With the eutectic bonding method, the carrier chip is coated with an evaporated aluminium or gold layer. The rear of the system chip is left clean. Bonding is achieved under vacuum at a temperature over the eutectic point of both aluminium or gold and silicon.

On cooling a firm bond of Al/Si or Au/Si eutectic results which can withstand pressures greater than that of the silicon crystal itself.

Modifying the carrier chip (closed, or with opening see Fig. 1) gives either absolute or differential pressure sensor cells.

Additional steps taken to reduce the disruptive stresses introduced by mounting are due consideration in the choice of housing materials and to the mounting methods. In a „soft mounting“ the different expansion rates of the chip and the base are absorbed in the binding film (e.g. silicone rubber). This mounting method is used primarily for constructions in plastic housings. The major disadvantages of this method are the larger hysteresis values obtained and also in the lower pressure sealing.

For industrial applications metallic housings are generally used with a base plate material KOVAR® which matches the thermal expansion of silicon as closely as possible. The bonding area between the chip and the baseplate is reduced by using a pedestal chip carrier (see Fig. 1). The joint is made by hard mounting the chip direct onto the mounting point with gold/tin solder.

3.3 Pressure Sensor Design

The conversion of the quantity pressure into an electrical signal is achieved by precisely positioned pressure sensitive piezoresistors which are connected as a Wheatstone bridge circuit.

Silizium Drucksensoren

Silicon pressure sensors

Brücke verschaltet sind. Die Position der Piezowiderstände auf der Membrane, die die optimale Linearität ergibt, wird durch die Finite-Elemente-Analyse-Rechnung bestimmt.

3.3.1 Niederdruckbereich **(2 KPa bis 10 KPa)**

Unterhalb von 20 KPa lassen sich mit kreisförmigen Membranen nur noch Ausgangssignale von höchstens 5 mV/V erreichen, wenn der Linearitätsfehler 0,2% nicht übersteigen soll. Eine Möglichkeit, das Ausgangssignal bei vorgegebenem Linearitätsfehler zu erhöhen, ist durch den Übergang von einer Kreismembran auf eine Ringmembran mit einer Dicke von 15 ... 20 µm gegeben. Durch Verkleinerung der biegsamen Fläche wird das Durchbiegen des Ringes und damit die mechanische Nichtlinearität herabgesetzt. Die Piezowiderstände werden dann longitudinal an den inneren Kanten, sowie an den äußeren Kanten des geätzten Ringes plaziert (siehe Bild 7). Hierdurch werden für den Niederdruckbereich Sensoren realisiert, die ein um den Faktor 2 bis 3 größeres Ausgangssignal aufweisen, als entsprechende Sensoren mit Kreismembran. Bei einer Spannung von 5V liefern die 5- und 10 KPa-Sensoren ein Ausgangssignal von 35 bis 40 mV. Das Design solcher Niederdrucksensoren wurde bereits in den Bildern 7 und 8 vorgestellt.

3.3.2 Mitteldruckbereich **(25 KPa bis 1000 KPa)**

Mitteldrucksensoren bestehen aus einem Chip mit kreisförmiger Membran mit einer Dicke von 20 ... 40 µm. Die vier Piezowiderstände sind radial, zwei am Rand, zwei in der Mitte der Membrane angeordnet. Für diesen Druckbereich wurde die kristallographische(111)-Ebene, wegen höherer Bruchfestigkeit, gewählt (Bild 10 stellt das Design eines 1000 KPa-Sensors dar). Diese Mitteldrucksensoren weisen Spannungssignale von 25 bis 200 mV bei 5 V Speisespannung auf.

The position of each of the piezoresistors which gives the optimal output linearity is calculated by using the finite element analysis method.

3.3.1 Low pressure range **(2 kPa to 10 kPa)**

Below 20 kPa output signals up to only 5 mV/V can be achieved with circular diaphragms if the nonlinearity is to be kept within 0.2%. the possibility of increasing the output signal with a given non linearity is provided by changing from a circular diaphragm to an annular diaphragm of 15 ... 20 µm thickness. By reducing the flexible surface area the flexure of the ring, and hence the mechanical non-linearity is decreased. The piezoresistors are arranged longitudinally on the outside and inside edges of the etched ring, see Fig. 7. In this way sensors could be produced for the low pressure range with an output signal 2 or 3 times greater than that of equivalent sensors with circular diaphragms. At a supply voltage of 5 V, the 5- and 10 kPa sensors produce output signals of 35 to 40 mV. The design of these low pressure sensors is shown in Figs. 7 and 8.

3.3.2 Medium pressure range **(25 kPa to 1000 kPa)**

Medium pressure sensors consist of chips with circular diaphragms 20 to 40 µm thick. Four piezoresistors are radially arranged on this circular diaphragm, two at the edge and the remaining two at the centre. For this pressure ranges the crystallographic (111) plane was selected due to its greater resistance to rupture in comparison to other planes. Fig. 10 shows the chip design of a 1000 KPa sensor. These medium range pressure sensors, available in the 25-, to 1000 kPa ranges, have full-scale output voltages of 25 mV to 200 mV with a 5 V supply.

3.3.3 Hochdruckbereich
(6 MPa bis 40 MPa)

Bei hohen Drücken sind die realen Biegespannungen nicht auf den Membranbereich beschränkt, sondern reichen weit in den verdickten Randbereich hinein. Bei einer (111)-Ebene hätte dies eine Nichtlinearität von mehr als 1 % zur Folge. Für Hochdrucksensoren wurde daher die kristallographische (100)-Ebene mit kreisförmig geätzter Membran gewählt. Die Membrandicke beträgt hier 300 µm. Die Piezowiderstände sind paarweise tangential und radial am Rande der Membrane angeordnet, damit betragsmäßig gleiche Widerstandsänderungen auftreten. Diese Hochdrucksensoren weisen Spannungssignale von 200 mV bei einer Speisespannung von 5 V auf.

3.3.3 High-pressure range
(6 MPa to 40 MPa)

At high pressures, the actual bending stresses are not limited to the diaphragm region, but extend far into the thicker peripheral region. With the (111)-plane, this would result in a non-linearity of over 1 %. Therefore high pressure sensors are structured in the (100) crystallographic plane with circular form diaphragms. The diaphragm thickness in this case is 300 µm. The piezoresistors are arranged, two tangentially and two radially on the diaphragm rim, so that the same pressure sensitivities, positive and negative, for each of the individual resistors are obtained. Output voltage signals of 200 mV for a 5 V supply can be attained using this arrangement.

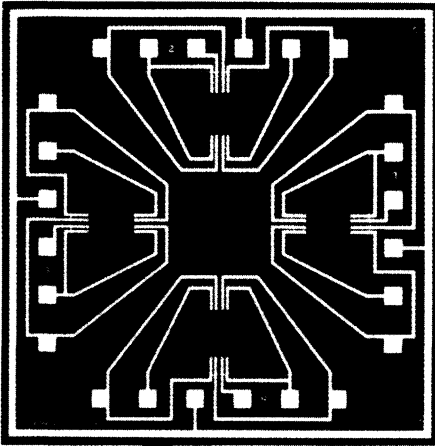


Bild 7: Ansicht auf den Chip des KPY 32 R ($8 \times 8 \text{ mm}^2$). Die vier Brückensysteme sind deutlich erkennbar.

Fig. 7: View on chip of KPY 32 R ($8 \times 8 \text{ mm}^2$) Showing 4 bridge systems.

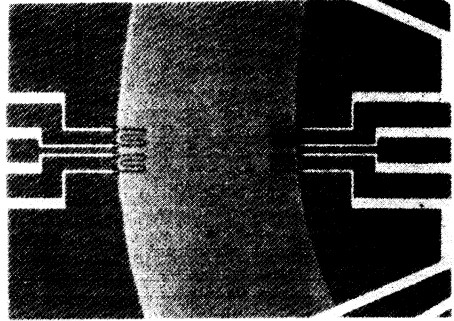


Bild 8: Nahaufnahme eines der in Bild 7 dargestellten Brückensysteme (im Durchlicht fotografiert)

Fig. 8: Close up of one of the bridge circuits of Fig. 7 Photographed in backlight



Bild 9: Querschliff einer isotrop geätzten Membrane

Fig. 9: Cross section through an isotropically etched diaphragm showing structure of rim.

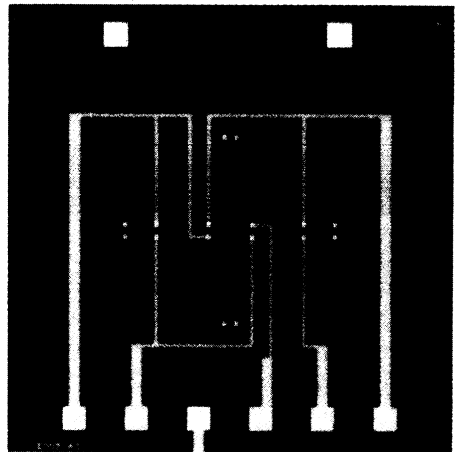


Bild 10: Ansicht auf den Chip eines 10 bar (1000 KPa) Sensors

Fig. 10: View on chip of 1000 KPa sensor

Elektrische Kenndaten
Electrical characteristics

Silizium Drucksensoren
Silicon pressure sensors

4.0 Elektrische Kenndaten

Die typische Kennlinie eines Drucksensors ist in Bild 11 beschrieben. Während die Summe aller Störgrößen bei 1% vom Endwert gehalten werden kann, muß die Nullpunktspannung V_0 , die Empfindlichkeitsstreuung, sowie deren Temperaturkoeffizient bei Bedarf mit Hilfe einer externen Beschaltung abgeglichen werden. Siehe 5.0 Passive Temperaturkompensation

4.0 Electrical characteristics of pressure sensors

The typical properties of a pressure sensor are shown in Fig. 11. While most of the errors can be kept to within a total of 1% of full scale, offset voltage and sensitivity spread together with their temperature coefficients still remain. These must be compensated for when required by means of external circuitry. See also section 5.0 Temperature compensation.

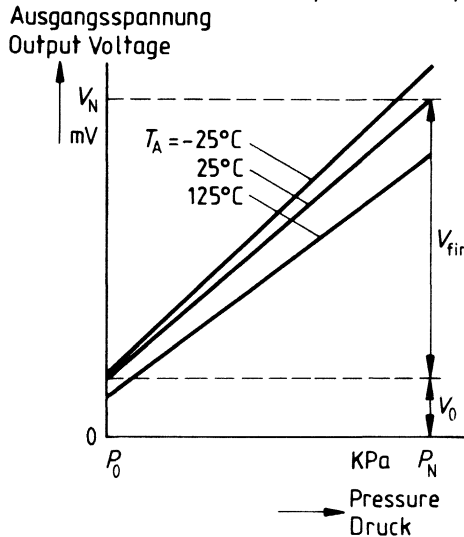


Bild 11: Typische Ausgangsspannung V_{out} in Abhängigkeit von Druck p

Fig. 11: Typical output voltage V_{out} versus applied pressure p

4.1 Definitionen

- V_{IN} = Versorgungsspannung
- V_{out} = Ausgangsspannung
- V_0 = Nullpunktspannung
- V_{fin} = Spannsignal
 $V_{fin}(T) = V_N(T) - V_0(T)$
- S = Normiertes Spannsignal
 $S(T) = V_{fin}(T) / V_{IN}$
- s = Empfindlichkeit
 $s(T) = S(T) / (p_N - p_0)$
- p_N = Nenndruck
 Vakuum (bei Absolutdrucksensoren)
- p_0 = Atmosphärdruk
 (bei Relativdrucksensoren)

4.1 Definitions

- V_{IN} = Supply voltage
- V_{out} = Fullscale output voltage
- V_0 = Offset voltage
- V_{fin} = Output span
 $V_{fin}(T) = V_N(T) - V_0(T)$
- S = Normalised span
 $S(T) = V_{fin}(T) / V_{IN}$
- s = Sensitivity
 $s(T) = S(T) / (p_N - p_0)$
- p_N = rated pressure
 Vacuum (for Absolute sensors)
- p_0 = Atmospheric (for differential sensors)

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

Mit Elementardrucksensoren sind vier Parameter zu kompensieren:

- a) Nullpunktspannung
- b) Empfindlichkeit
- c) Temperaturkoeffizient der Nullpunktspannung
- d) Temperaturkoeffizient der Empfindlichkeit

Andere Störgrößen, wie Linearität, Langzeitstabilität, Druckhysterese und Temperaturhysterese, sind in der Regel derart klein, daß sich eine Kompensation erübrigt.

Wird das Ausgangssignal V_{out} eines Drucksensors in Abhängigkeit vom Lastdruck p gemessen, so erhält man den in Bild 10 schematisch dargestellten, leicht gekrümmten Verlauf $V_{out}(p)$ für den Bereich zwischen dem Referenzdruck p_0 (hier $p_0 = 0$ KPa) und dem Nenndruck p_N (realer Kurvenverlauf).

Das Ausgangssignal bei Nenndruck p_N ist:

$$V_{out}(p_N) = V_0 + V_{fin} = V_N$$

Das Ausgangssignal bei Referenzdruck p_0 (Nullpunktspannung) ist:

$$V_{out}(p_0) = V_0$$

Das gemessene (reale) Ausgangssignal bei halbem Nenndruck $p = p_N/2$ ist $V_{N/2}$. Meßbedingungen: Eingangsspannung $V_{in} = 5$ V, Temperatur $T_A = 25^\circ\text{C}$. Im Gegensatz dazu ist im Idealfall eines streng linearen Drucksensors der Kurvenverlauf eine Gerade, welche durch die Punkte V_0 und V_N bestimmt wird (idealer Kurvenverlauf). Das berechnete (ideale) Ausgangssignal bei halbem Nenndruck wird $V'_{N/2}$ benannt. Man bezeichnet diese Definition: „Fixpunkteinstellung“ – sie wird in Bild 10 dargestellt. Die Abweichung ε zwischen idealem V_N und realem V_N Verlauf ist die Differenz zwischen dem realen Ausgangssignal $V'_{N/2}$ und idealem Ausgangssignal $V_{N/2}$ bei halben Nenndruck:

wobei:

$$\varepsilon = V_{N/2} - V'_{N/2}$$

$$V'_{N/2} = V_{fin}/2 + V_0$$

where:

With elementary pressure sensors, four parameters must be compensated for:

- a) offset voltage*
- b) sensitivity*
- c) Temperature coefficient of offset voltage*
- d) Temperature coefficient of sensitivity*

Other errors such as linearity, long term stability, pressure hysteresis, and temperature hysteresis are usually not significant enough to warrant compensation.

If the output signal V_{out} of a pressure sensor is plotted against load pressure p then the gently curving line depicted in Fig. 10 is obtained: $V_{out} = f(p)$ for the range between the reference pressure p_0 (in this case $p_0 = 0$ bar) and the applied pressure p_N (actual output curve). For supply voltage $V_{in} = \text{constant}$; temperature $T_A = \text{constant}$.

The output signal at the applied pressure p_N is:

The output signal at the reference pressure p_0 (i.e. Offset voltage) is:

The measured (actual) output signal at half of the rated pressure $p = p_N/2$ is denoted by $V_{N/2}$. Superimposed on this, the ideal case of a perfectly linear pressure sensor has a characteristic which is a straight line, which is determined by the points V_0 and V_N (Ideal curve). The calculated (ideal) output signal at half of the rated pressure is called $V'_{N/2}$. This definition is known as „fixed point setting“ and is illustrated in Fig. 10. The maximum deviation ε between the ideal and the actual values is the difference between the actual output signal $V'_{N/2}$ and the ideal output signal $V_{N/2}$ at half of the rated pressure:

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

Der Linearitätsfehler in der Fixpunkteinstellung wird somit wie folgt definiert:

$$L = \varepsilon / V_{fin} \times 100 \%$$

Es ergibt sich aus der Gleichung durch einsetzen von

$$L = \frac{V_{N/2} - V'_{N/2}}{V_{fin}} \times 100 \%$$

Der Linearitätsfehler L in der Fixpunkteinstellung ist also durch nur drei Meßgrößen bestimmt:

1. V_0
2. $V_{N/2}$
3. V_N

Häufig wird für die Linearitätsfehlerbestimmung aber die in Bild 13 dargestellte Toleranzbandeinstellung gewählt. Bei dieser Definition wird der ideale Geradenverlauf so gelegt, daß die Schnittflächen mit der idealen Meßkurve oberhalb (Fläche 1) und unterhalb (Summe Fläche 2 a + Fläche 2 b) flächengleich werden. Hierdurch ist der Fehler

The linearity error in fixed point setting is defined as follows:

and by substituting in the equation for ε , gives:

The linearity error L in fixed point setting is therefore defined by only three measured points:

However, tolerance band setting as shown in Fig. 13 is often chosen instead of linearity error determination. By this definition the ideal straight line characteristic is placed over the measured characteristic so that it gives equal areas above (area 1) and below (sum of areas 2 a + 2 b) the line. The error then becomes

$$F_L = 1/2 \times L = \frac{\varepsilon}{V_{fin}} \times 100 \%$$

$$F_L = \frac{V_{N/2} - V'_{N/2}}{2 \times V_{fin}} \times 100 \%$$

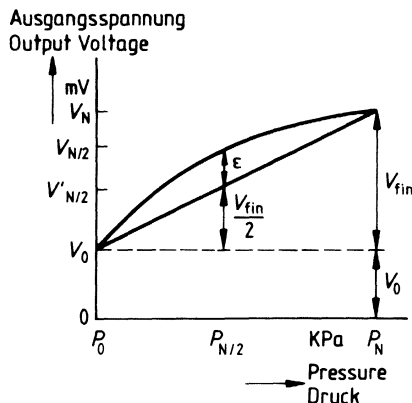


Bild 12: Fixpunkteinstellung

Fig. 12: Fixed point setting

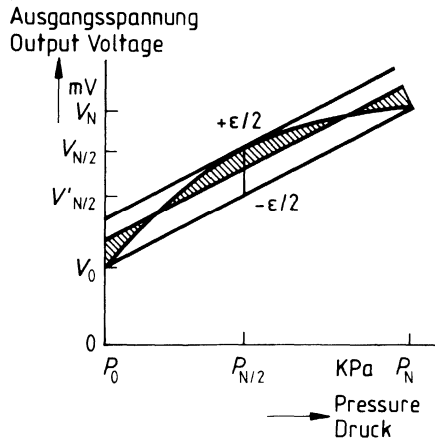


Bild 13: Toleranzbandeinstellung

Fig. 13: Setting of tolerance bands

4.2 Stabilität

Unter Instabilitäten versteht man die zeitliche Änderung physikalischer Eigenschaften unter konstanten äußeren Betriebsbedingungen. Bei Drucksensoren z.B. sind die Eigenschaften der Empfindlichkeit, des Offsetsignals, der Linearität und die Temperaturabhängigkeit als wichtigste Parameter zu nennen. Bei mechanischen Drucksensoren aus elastischem Material können solche Änderungen durch Materialermüdung auftreten. Silizium ist ein ermüdungsfreies Material. Aus diesem Grund wird dieser Effekt bei Siliziumdrucksensoren ausgeschlossen. Andere Mechanismen ermöglichen jedoch auch bei diesen Sensoren Instabilitäten. Zur Realisierung stabiler Drucksensoren muß besonderes Augenmerk auf die technologischen Prozesse gelegt werden (siehe auch 3.0). Wesentlich für die Sensorstabilität ist der Offsetdrift welche typisch bei $V_N = 10\text{ V}$ und bei 125°C overstress in Stichproben getestet wird.

Sie beträgt bei einer Prüfzeit von 10.000 h (typisch) weniger als 0,4%. Bei normalen Betriebstemperaturen mit typisch 5 V Brückenspannung ist die Drift geringer.

4.2 Stability

Stability is taken as the change in the physical parameters under constant external operating conditions. With pressure sensors for example the most important parameters are the sensitivity, the offset signal, the linearity and the temperature dependence; with mechanical pressure sensors made of elastic material, these changes can occur through fatigue. Silicon does not suffer from fatigue, so this effect cannot occur. However other mechanisms can cause instabilities in these sensors.

A basic requirement for the realisation of stable pressure sensors is the stabilisation of the electrical properties (see also 3.0). The offset drift is of fundamental importance for the stability of the sensor and this is normally sample tested under stress conditions of $V_N = 10\text{ V}$ and 125°C . It amounts to typically less than 0.4%. Under normal operating temperatures and with typically 5 V supply the drift is correspondingly less.

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

Eine weitere Änderung der physikalischen Eigenschaften der Drucksensoren ist unter zyklischen Änderungen der Betriebsbedingungen möglich. Hier sind die Druckhysterese und die Temperaturhysterese zu nennen. Die Ursachen dieser Hysterese sind die langsamen Änderungen der Verspannungen zwischen dem Siliziumgrundmaterial und den darauf aufgetragenen Schichten oder auch der Metallbodenplatte. Während die Temperaturhysterese im allgemeinen größer ist, als die Langzeitdrift, kann die Druckhysterese praktisch vernachlässigt werden.

A further change in the physical properties of the pressure sensor is possible under cyclic changing of the operating conditions. In this case, the pressure hysteresis and temperature hysteresis are of note. The cause of these hysteresis is the slow change in the tension between the silicon base material the covering layers and the metal base plate. Whereas the temperature hysteresis is generally greater than the long term drift, the pressure hysteresis can in practice normally be neglected.

4.2.1 Die Temperaturkoeffizienten

Die Ausgangslinie des Drucksensors wird in erster Linie durch den physikalischen Einfluß der Temperatur verändert. Die Temperatureinflüsse auf V_0 , die Nullpunktspannung und V_N die Ausgangsspannung sind unterschiedlich groß. Erschwerend kommt hinzu, daß diese Koeffizienten keine Konstanten sind, sondern selbst temperaturabhängig sein können. Diese Gründe führen zu nicht linearen Temperaturverläufen. Weil aber die Abweichung von einem linearen Verlauf im Temperaturbereich 25°C bis 125°C sehr klein ist, genügt eine Definition der temperaturabhängigen Konstanten, bezogen auf den normierten Temperaturkoeffizienten des Offsets wie folgt:

$$TC_{V_0} = \frac{V_0(T_1) - V_0(T_0)}{T_1 - T_0} \cdot \frac{1}{V_{fin}(T_0)} \cdot 100\% K^{-1}$$

und für den normierten Temperaturkoeffizienten des Spannsignals

$$TC_{V_{fin}} = \frac{V_{fin}(T_1) - V_{fin}(T_0)}{T_1 - T_0} \cdot \frac{1}{V_{fin}(T_0)} \cdot 100\% K^{-1}$$

Für die Bestimmung des TC genügt die Messung des Offsetsignales V und des Ausgangssignales V_{fin} bei Nenndruck p_N und zwei Temperaturen $T_0 = 25^\circ C$ und $T_1 = 125^\circ C$.

Es ergeben sich folgende typische Werte:

$$TC_{V_0} = \pm 0.02\% K^{-1} \quad \text{and} \quad TC_{V_{fin}} = 0.15\% K^{-1}$$

4.2.1 The temperature coefficients

The output characteristic of the pressure sensor in any case is changed by the physical influence of temperature. The influence on V_0 , the offset voltage, and on V_N , the output voltage are of different magnitudes. A further difficulty is that these coefficients are not constants but can themselves be temperature dependent. This is the basis for the non-linear temperature relation. As the deviation from linearity within the temperature range of 25°C to 125°C is very small, it can be defined as a temperature independent constant as the normalised temperature coefficient of the offset and can be given by:

and the normalised temperature coefficient of the output signal by:

To determine the TC it is sufficient to measure the offset V_0 and the span V_{fin} at the rated pressure p_N and at two temperatures $T_0 = 25^\circ C$ and $T_1 = 125^\circ C$.

Two typical values for TC are:

Silizium Drucksensoren
Silicon pressure sensors

Durch Einsetzung dieser TC's ergibt sich für die Ausgangsspannung V_{out} :

Substituting these TC values results in the following definition for output voltage V_{out} :

$$V_{out} = V_0(T_0) + V_{fin}(T_0) \left\{ TC_{V_0}(T-T_0) + \frac{p}{p_N} \cdot (1 + TC_{V_{fin}}(T-T_0)) \right\}$$

4.2.2 Temperaturhysterese

Keht ein Sensor nach einer Temperatureinwirkung wieder in den ursprünglichen Temperaturzustand zurück, so kann sich sowohl die Offsetspannung, als auch das Spannsignal um einen kleinen Betrag verschoben haben. Die Änderung bezeichnet man als Temperaturhysterese. Die Größe der Hysterese ist von zwei Einflüssen abhängig.

4.2.2 Temperature hysteresis

If a sensor is influenced by a temperature and is later brought back to its original temperature, then the offset voltage as well as the span may have shifted slightly. This change is known as temperature hysteresis. The magnitude of this hysteresis is dependent on two influencing factors:

1. Der Größe der Temperaturdifferenz zwischen Ausgangs- und Zwischenzustand
2. Die Länge der Verweilzeit in diesen Zuständen

1. *The magnitude of the temperature difference between the original and the transitory temperature*
2. *The duration of the temperature cycle.*

Die Definition der Temperaturhysterese der Offsetspannung lautet:

The definition of the offset temperature hysteresis is as follows:

$$TH_{V_0} = \frac{V_0(T'_0) - V_0(T_0)}{V_{fin}(T_0)} \times 100\%$$

und die Temperaturhysterese des Spannsignals lautet:

$TH_{V_{fin}}$ can be defined in a similar fashion:

$$TH_{V_{fin}} = \frac{V_{fin}(T'_0) - V_{fin}(T_0)}{V_{fin}(T_0)} \times 100\%$$

4.2.3 Druckhysterese

Aus Erfahrungen mit mechanischen Drucksensoren ist es bekannt, daß auch die Meßgröße Druck eine Hysterese der Offsetspannung V_0 und des Spannsignals V_{fin} bewirkt. Zwischen der Anfangs- und der Endbelastung p_0 und p_0 wird der Sensor mit dem Nenndruck p_N belastet. Wegen der ausgezeichneten elastischen Eigenschaften der Siliziummembran ist der Einfluß mit (typisch) kleiner 0,1% sehr gering und damit zu vernachlässigen. Wird analog zur Temperaturhysterese definiert, so ergibt sich für die normierte Druckhysterese des Offsets

4.2.3 Pressure hysteresis

From mechanical pressure sensing devices it is known that the effect of the measured parameter pressure, can also lead to a hysteresis in the offset voltage V_0 and in the span V_{fin} when the sensor is loaded with the rated pressure p_N inbetween the unloaded states of p_0 and p_0 . Due to the excellent elasticity of the silicon diaphragm this influence is very small (typically less than 0.1%) and thereby negligible. Defined in a similar fashion to the temperature hysteresis, the normalised pressure hysteresis of the offset is given by:

$$PH_{V_0} = \frac{V_0(T_0, p'_0) - V_0(T_0, p_0)}{V_{fin}(T_0)} \times 100\%$$

Silizium Drucksensoren
Silicon pressure sensors

4.2.4 Definition der Feuchteklasse „F“

Maximal zulässige Luftfeuchtigkeit im Jahresmittel 75%. An 30 Tagen im Jahr, die in natürlicher Weise über das Jahr verteilt sind, ist auch eine Luftfeuchtigkeit von 95% erlaubt. An den übrigen Tagen des Jahres, unter Einhaltung des Jahresmittels, darf gelegentlich die Luftfeuchte auf 85% ansteigen (nach Definition DIN 40 040).

4.2.4 Definition of Humidity category „F“

The maximum average value of air humidity over a year is 75%. On 30 days which are spread naturally throughout the year an air humidity up to 95% is allowable. During the remaining days of the year, with due consideration to the maximum yearly average, the air humidity can occasionally reach 85% (to DIN 40 040).

4.3 Umwelteinflüsse auf Drucksensoren

4.3 Environmental action on pressure sensors

4.3.1 Mechanische Belastungen max. Grenzwerte

4.3.1 Mechanical load maximum ratings

Beanspruchung	Richtung	Beschleunigung	Dauer
<i>Force</i>	<i>Direction</i>	<i>Acceleration</i>	<i>Duration</i>
Horizontalbeschleunigung <i>Horizontal acceleration</i>	X, Y	150 g	100 min.
Vertikalbeschleunigung <i>Vertical acceleration</i>	Z	500 g	10 min.
Periodische Schwingungen 1 bis 2000 Hz. <i>Periodic cycling between 1 and 2000 Hz.</i>	X, Y, Z	20 g	3 h.
Halbsinusförmiger Schock (je 5 Stöße) <i>Half sine shock (each 5 cycles)</i>	X, Y, Z	1500 g	je each 0.5 ms.

Tabelle 2
 Table 2

Die oben genannten Parameter wurden an den Typen KPY 40-Serie erprobt, mit Zykeln im Temperaturbereich von -55°C bis +150°C; 100 Zykel.

Um permanente Beschädigungen des Sensors zu vermeiden, sollten die in der Tabelle angegebenen Werte bei mechanischer Dauerbelastung um 50% reduziert werden.

The above parameters were tested after temperature cycling, 100 cycles in the temperature range -55°C to +150°C, performed on the types KPY 40-Series.

For continuous operation under conditions of alternating mechanical loading the above limits should be reduced by 50% to avoid permanent damage to the sensor.

Silizium Drucksensoren

Silicon pressure sensors

4.3.2 Medienverträglichkeit

4.3.2 Media compatibility

Typenfamilie Medium	KPY 10 Familie KPY 30 Familie	KPY 40 Familie	KPY 50 Familie	Type family Media
Gase	Vorderseite Front side ohne Betauung without condensation	Rückseite Rear side mit Betauung with condensation	Trennmembrane Separating diaphragm mit Verunreinigung with contaminants	Gases
Sauerstoff	●	●	●	Oxygen
Stickstoff	●	●	●	Nitrogen
Wasserstoff	●	●	●	Hydrogen
Kohlendioxid	●	●	●	Carbon oxide
Edelgase, z.B. He	●	●	●	Noble gases (eg. He)
SF6 (Schwefelhexaf.)	●	●	●	SF6 (sulphurhexafluoride)
Butan	—	●	●	Butane
Lachgas	—	●	●	Nitrous Dioxide
Methan	—	●	●	Methane
Propan	—	●	●	Propane
Abgasluft CO ₂ + H ₂ S + SO ₂	—	—	●	Exhaust gas (CO ₂ + H ₂ S + SO ₂)

- Zulässig / compatible
- Nicht zulässig / not compatible

Silizium Drucksensoren Silicon pressure sensors

Tpyenfamilie Medium	KPY 10 Familie KPY 30 Familie	KPY 40 Familie	KPY 50 Familie	Type family Media
Flüssigkeiten	ohne Wasseranteil <i>without water content</i>	mit Wasseranteil <i>with water content</i>	leicht aggressiv <i>mildly aggressive</i>	Liquids
Silikonöl AK 100 hier, Koppelmedium	●	●	●	<i>Silicone oil AK 100 (coupling medium)</i>
Fluoriniert FC 43 hier Koppelmedium	●	●	●	<i>Fluorates eg. FC 43 (coupling medium)</i>
Hydrauliköl	—	●	●	<i>Hydraulic oils</i>
Alkohole, Aceton	—	●	●	<i>Alcohols, Acetone</i>
Benzin, Heizöl	—	●	●	<i>Petrol, heating oil</i>
Motor/Getriebeöl	—	●	●	<i>Engine/Gearbox oil</i>
ATF-Öle	—	●	●	<i>ATF oils</i>
Wasser-öl-Emulsion	—	●	●	<i>water oil emulsion</i>
Bremsflüssigkeiten	—	●	●	<i>Brake fluid</i>
Tinte	—	●	●	<i>Ink</i>
Kältemittel, Freon	—	●	●	<i>Coolants, Freon</i>
Kältemittel nach DIN 8962	—	●	●	<i>Coolants to Din 8962</i>
Ammoniak	—	—	●	<i>Ammonium</i>
Benzol	—	●	●	<i>Benzol</i>
Glyzerin, wäßrig	—	●	●	<i>Liquid Gelantine</i>
Insulin	—	●	●	<i>Insulin</i>
Seewasser	—	—	●	<i>Salt water</i>
Waschlauge	—	—	●	<i>Washing agents</i>
Wein, Bier	—	—	●	<i>Wine, Beer</i>

- Zulässig / *compatible*
- Nicht zulässig / *not compatible*

Tabelle 3
Diese Auflistung wurde erarbeitet, um aufzuzeigen, welche Medien für die einzelnen Drucksensorenfamilien zulässig sind. Sie erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Table 3
This list has been prepared to give an example of the types of media which can be used with SIEMENS pressure sensors and is not intended to be comprehensive.

Temperaturkompensation
Temperature compensation

Temperatur Kompensation Temperature Compensation

5.0 Passiver Temperaturabgleich eines Drucksensors

Abgleichtemperaturen: $T_0 \dots T_1$ (maximal $-40^\circ\text{C} \dots +125^\circ\text{C}$)

5.1 Zu messende Größen (am unbeschalteten Sensor):

$V_0(T_0), V_0(T_1)$: Nullpunktspannung bei T_0 bzw. T_1
 $R_B(T_0), R_B(T_1)$: Brückenwiderstand bei T_0 bzw. T_1
 $V_N(T_0), V_N(T_1)$: Ausgangsspannung bei Nenndruck p_N und bei T_0 bzw. T_1

5.0 Passive temperature compensation of a pressure sensor

Compensation range: $T_0 \dots T_1$ (maximum $-40^\circ\text{C} \dots +125^\circ\text{C}$)

5.1 Values to be measured (before connection of any external components):

$V_0(T_0), V_0(T_1)$: Offset voltage at T_0 and at T_1
 $R_B(T_0), R_B(T_1)$: Bridge resistance at T_0 and at T_1
 $V_N(T_0), V_N(T_1)$: output voltage at rated pressure p_N at T_0 and at T_1

5.2 Fest vorgegebene Größen:

R_L : Linearisierungswiderstand (typisch 806 Ω)

V_{IN} : Versorgungsspannung (typisch 5 V)

R_T (25 $^\circ\text{C}$): Temperatursensor KTY 10 bei 25 $^\circ\text{C}$ (typisch 2 k Ω)

$$R_T(T_0) = R_T(25^\circ\text{C}) \cdot (1 + \alpha \cdot (T_0 - 25^\circ\text{C}) + \beta \cdot (T_0 - 25^\circ\text{C})^2)$$

$$R_T(T_1) = R_T(25^\circ\text{C}) \cdot (1 + \alpha \cdot (T_1 - 25^\circ\text{C}) + \beta \cdot (T_1 - 25^\circ\text{C})^2)$$

$$\text{mit / with: } \alpha = 7,68 \cdot 10^{-3}, \beta = 1,88 \cdot 10^{-5}$$

5.2 Fixed parameters:

R_L : Linearisation resistance (typical 806 Ω)

V_{IN} : Supply voltage (typical 5 V)

$R_T(25^\circ\text{C})$: KTY 10 temperature sensor resistance at 25 $^\circ\text{C}$ (typically 2 k Ω)

5.3 Abgleichformeln

a) Gleichung für den Temperaturabgleich des Spannsignals:

$$R_v = \frac{(k - 1)}{\left\{ \frac{R_B(T_0) + R_T(T_0) + R_L}{R_B(T_0) \cdot (R_T(T_0) + R_L)} \right\} - \left\{ k \cdot \frac{R_B(T_1) + R_T(T_1) + R_L}{R_B(T_1) \cdot (R_T(T_1) + R_L)} \right\}}$$

b) Gleichung für den Temperaturabgleich der Nullpunktspannung:

$$R_p = \frac{V_{IN}}{4} \cdot \frac{k \cdot R_B(T_1) - R_B(T_0)}{k \cdot V_0(T_1) - V_0(T_0)}$$

$$\text{mit / with: } k = \frac{V_N(T_0) - V_0(T_0)}{V_N(T_1) - V_0(T_1)} = \frac{V_{fin}(T_0)}{V_{fin}(T_1)}$$

5.3 Equations:

a) Equation for calculating the temperature compensation of the span signal:

b) Equation for calculating the temperature compensation of the offset voltage:

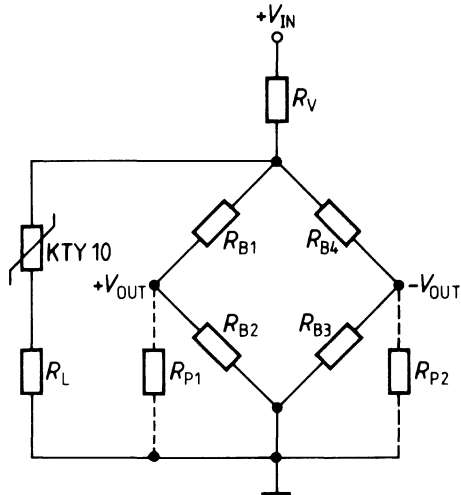
Temperatur Kompensation Temperature Compensation

5.4 Beschaltung des Drucksensors für den Temperaturabgleich:

5.4 Connection of the temperature compensation circuit:

Bild 14:

Fig. 14:



Das Vorzeichen von R_p (Formel s. Pkt. 5.3) gibt an, ob der Widerstand R_{p1} oder der Widerstand R_{p2} zu verwenden ist:

für $R_p > 0$: $R_{p1} = R_p$
zwischen $+V_{out}$ und Masse

für $R_p < 0$: $R_{p2} = |R_p|$
zwischen $-V_{out}$ und Masse

The sign of R_p from the equation of paragraph 5.3 shows whether the resistance R_{p1} or R_{p2} is to be used:

for $R_p > 0$: $R_{p1} = R_p$
between $+V_{out}$ and ground

for $R_p < 0$: $R_{p2} = |R_p|$
between $-V_{out}$ and ground

Produktspektrum und Datenblätter
Product spectrum and datasheets

6.0 Produktspektrum

6.0 Product spectrum

Vorderseiten Ankopplung

Front side coupled

Typ	Druckbereich	Bestellnummer	Bild Nr.
<i>Type</i>	<i>Pressure range</i>	<i>Ordering Code</i>	<i>Drawing Nr.</i>
KPY 10 ■	0 – 2 bar	Q62705-K20	1
KPY 12 ■	0 – 10 bar	Q62705-K22	2
KPY 14 ■	0 – 2 bar	Q62705-K24	1
KPY 16 ■	0 – 10 bar	Q62705-K26	2
KPY 32 R	0 – 0.05 bar	Q62705-K150	3
KPY 33 R	0 – 0.1 bar	Q62705-K151	2

■ Nicht für Neuentwicklung / *Not for new development*

Rückseiten Ankopplung

Rear side coupled

Typ	Druckbereich	Bestellnummer	Bild Nr.
<i>Type</i>	<i>Pressure range</i>	<i>Ordering Code</i>	<i>Drawing Nr.</i>
KPY 41 R	0 – 0.25 bar	Q62705-K159	5
KPY 42 R	0 – 0.6 bar	Q62705-K160	5
KPY 43 R	0 – 1.6 bar	Q62705-K161	5
KPY 43 A	0 – 1.6 bar	Q62705-K162	4
KPY 44 R	0 – 4 bar	Q62705-K163	5
KPY 44 A	0 – 4 bar	Q62705-K164	4
KPY 45 R	0 – 10 bar	Q62705-K165	5
KPY 45 A	0 – 10 bar	Q62705-K166	4
KPY 46 R	0 – 25 bar	Q62705-K167	5
KPY 46 A	0 – 25 bar	Q62705-K168	4
KPY 47 R	0 – 60 bar	Q62705-K169	5
KPY 47 A	0 – 60 bar	Q62705-K170	4

Produktspektrum und Datenblätter
Product spectrum and Datasheets

Medien getrennt

Media separated

Typ	Druckbereich	Bestellnummer	Bild Nr.
<i>Type</i>	<i>Pressure range</i>	<i>Ordering Code</i>	<i>Drawing Nr.</i>
KPY 51 R	0 – 0.25 bar	Q62705-K170	7
KPY 52 R	0 – 0.6 bar	Q62705-K175	7
KPY 52 A	0 – 0.6 bar	Q62705-K211	6
KPY 53 R	0 – 1.6 bar	Q62705-K176	7
KPY 53 A	0 – 1.6 bar	Q62705-K177	6
KPY 54 R	0 – 4 bar	Q62705-K178	7
KPY 54 A	0 – 4 bar	Q62705-K179	6
KPY 55 R	0 – 10 bar	Q62705-K180	7
KPY 55 A	0 – 10 bar	Q62705-K181	6
KPY 56 R	0 – 25 bar	Q62705-K182	7
KPY 56 A	0 – 25 bar	Q62705-K183	6
KPY 57 R	0 – 60 bar	Q62705-K184	9
KPY 57 A	0 – 60 bar	Q62705-K185	8
KPY 58 A	0 – 160 bar	Q62705-K186	8
KPY 59 A	0 – 400 bar	Q62705-K187	8

6.1 Vorderseitenankopplung

Absolutdruck KPY 10, KPY 14
Relativdruck KPY 12, KPY 16,
KPY 32 R, KPY 33 R

Bei diesen Drucksensoren wird das Druckmedium direkt auf die Oberfläche der druckempfindlichen Membrane aufgebracht. Die Zuführung des Mediums erfolgt über ein kaminförmiges Gehäuse. Ein Relativdrucksensor mißt den Druckunterschied zwischen Meßdruck und Umgebung, z.B. atmosphärischen Luftdruck. Der Druckausgleich zum Innenraum erfolgt über eine Öffnung in der Gehäusebodenplatte (Bild 3).

Ein Absolutdrucksensor mißt den Druckunterschied zwischen Meßdruck und Vakuum (befindet sich im Hohlraum zwischen geätzter Membran und Trägerchip). Diese Bauweise eignet sich im Wesentlichen nur für trockene und nichtaggressive Medien, wobei bei Koppelmedien, wie z.B. Silikonöl oder Gel, eine geringfügige Betauung kurzfristig zulässig ist.

Der druckempfindliche Chip wird mit einem Gold-Zinn-Lot direkt auf die Bodenplatte gelötet und damit ist er elektrisch verbunden. Gehäuse und Chipsubstrat dürfen nicht mit dem negativen Eingangspotential verbunden werden, da sonst der p/n Übergang zwischen Widerstandsbahnen und Substrat in Durchflußrichtung betrieben wird und so zur Zerstörung des Sensors führt. Das Substrat sollte vorzugsweise mit + V_{IN} verbunden werden!

Hinweise

Lichteinfall durch die Druckeinlaßöffnung vermeiden, da sonst Fotoströme im Halbleiter eine Veränderung des Ausgangssignales bewirken können. Beim Einbau des Sensors muß für eine elektrische Isolation des Gehäuses gesorgt werden.

6.1 Front side coupled

Absolute pressure sensor KPY 10, KPY 14
Differential/Gauge pressure sensors
KPY 12, KPY 16, KPY 32 R, KPY 33 R

These pressure sensors are constructed so that the pressure to be measured is applied onto the top face of the sensitive diaphragm. The media being measured is coupled onto the funnel shaped housing. In the case of differential/gauge pressure sensors the reference pressure can be coupled to the rear side of the chip via a hole in the housing baseplate, and in the absolute pressure sensors KPY 10 and 14 the measured pressure is referenced to a vacuum pressure which exists in the void between the etched system chip and the solid Silicon carrier chip (Fig. 3).

This construction essentially restricts the use of this family of sensors to media such as dry non-aggressive gases and certain oils although when they are filled with a coupling medium such as Silicone oil or gel, they can tolerate a degree of condensation.

The pressure sensitive chips are soldered with Gold-Tin onto the centre indentation made in a T0-8 style baseplate; it is thereby electrically connected to it. The case and the chip substrate must therefore not be connected to ground potential as the p/n junction which separates the resistance paths from the substrate would be operated in the forward direction and lead to the destruction of the sensor. The substrate is preferably connected to + V_{IN} .

Note

Light incidence through the pressure entry port should be avoided as photocurrents may cause a change in the output signal in the semiconductor. Electrical isolation of the case is required for mounting the sensor.

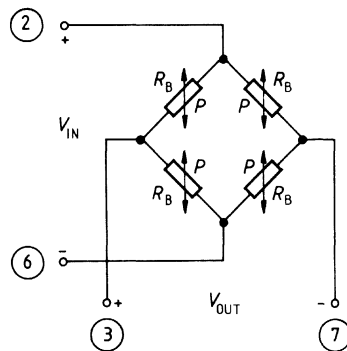
Nicht für Neuentwicklung / Not for new development

Druckbereich 2 bar bzw. 200 kPa
Pressure range 2 bar or 200 kPa

Typ Type	Bestellnummer Ordering code
KPY 10	Q62705-K20

Anschlußbelegung
Connecting leads

- 1 Gehäuse (Substrat nicht isoliert)
Case (substrate not isolated)
- 2;6 Speisespannung V_{IN}
Supply voltage V_{IN}
- 3;7 Ausgangsspannung V_{OUT}
Output voltage V_{OUT}
- 4;5 nicht belegt
Not connected
- 8 Substrat (auf + V_{IN} legen!)
Substrate (connect to + V_{IN} !)



Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur Operating temperature	T_A	-40/+125	°C
Lagertemperatur Storage temperature	T_{stg}	-50/+150	°C
Überlastdruck Overpressure	P_{max}	4	bar
Speisespannung Supply voltage	V_{IN}	12	V

Kenndaten

Characteristics

($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Druckbereich <i>Pressure range</i>	p	0	—	2	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	—	5	12	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4	6	9	k Ω
Empfindlichkeit <i>Sensitivity</i>	s	7	8,5	13	mV/V · bar
Normiertes Spannsignal <i>Normalised full scale span</i> ($p = p_N$)	S	14	17	26	mV/V
Spannsignal <i>Full scale span</i> ($p = p_N$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_{fin}	70	85	130	mV
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = p_0$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_0	-25	—	25	mV
Linearität <i>Linearity</i>	F_L	—	± 0.3	± 0.5	%
Temperatur Koeffizient der Nullpunktspannung <i>Temperature coefficient of the offset voltage</i>	TC_{V_0}	-0.02	-0.01	0.02	% V_{fin}/K
Temperatur Koeffizient d. Spannsignals <i>Temperature coefficient of the full scale span</i>	$TC_{V_{fin}}$	-0,18	-0,15	—	% V_{fin}/K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_{A1} = 25^\circ\text{C}$; $T_{A2} = 125^\circ\text{C}$; $T_{A3} = 25^\circ\text{C}$)	TH	-0.5	—	0.5	% V_{fin}
Druckhysterese <i>Pressure hysteresis</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	PH	-0.1	—	0.1	% V_{fin}

Feuchtklasse (DIN 40 040) F
 Humidity category (DIN 40 040) F

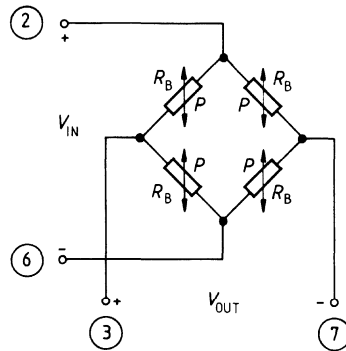
Nicht für Neuentwicklung / Not for new development

Druckbereich 2 bar bzw. 200 kPa
Pressure range 2 bar or 200 kPa

Typ Type	Bestellnummer Ordering code
KPY 12	Q62705-K22

Anschlußbelegung
Connecting leads

- 1 Gehäuse (Substrat nicht isoliert)
Case (substrate not isolated)
- 2;6 Speisespannung V_{IN}
Supply voltage V_{IN}
- 3;7 Ausgangsspannung V_{OUT}
Output voltage V_{OUT}
- 4;5 nicht belegt
Not connected
- 8 Substrat (auf + V_{IN} legen!)
Substrate (connect to + V_{IN} !)



Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur
 Operating temperature

T_A	-40/+125	°C
-------	----------	----

Lagertemperatur
 Storage temperature

T_{stg}	-50/+150	°C
-----------	----------	----

Überlastdruck
 Overpressure

P_{max}	4	bar
-----------	---	-----

Speisespannung
 Supply voltage

V_{IN}	12	V
----------	----	---

Kenndaten

Characteristics

($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Druckbereich <i>Pressure range</i>	p	0	—	2	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	—	5	12	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4	6	9	k Ω
Empfindlichkeit <i>Sensitivity</i>	s	7	8,5	13	mV/V · bar
Normiertes Spannsignal <i>Normalised full scale span</i> ($p = p_N$)	S	14	17	26	mV/V
Spannsignal <i>Full scale span</i> ($p = p_N$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_{fin}	70	85	130	mV
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = 0$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_0	-25	—	25	mV
Linearität <i>Linearity</i>	F_L				
bei Druckbeaufschlagung v. oben <i>with pressure from cap side</i>		—	± 0.3	± 0.5	%
bei Druckbeaufschlagung v. unten <i>with pressure from lead side</i>		—	± 0.6	± 1	%
Temperatur Koeffizient der Nullpunktspannung <i>Temperature coefficient</i> <i>of the offset voltage</i>	TC_{V_0}	-0.02	-0.01	0.02	% V_{fin}/K
Temperatur Koeffizient d. Spannsignals <i>Temperature coefficient</i> <i>of the full scale span</i>	$TC_{V_{fin}}$	-0.18	-0.15	—	% V_{fin}/K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_{A1} = 25^\circ\text{C}$; $T_{A2} = 125^\circ\text{C}$; $T_{A3} = 25^\circ\text{C}$)	TH	-0.5	—	0.5	% V_{fin}
Druckhysterese <i>Pressure hysteresis</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	PH	-0.1	—	0.1	% V_{fin}

Feuchtekategorie (DIN 40 040) F
Humidity category (DIN 40 040) F

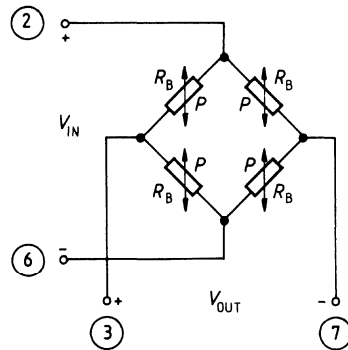
Nicht für Neuentwicklung / Not for new development

Druckbereich 10 bar bzw. 1000 kPa
Pressure range 10 bar or 1000 kPa

Typ <i>Type</i>	Bestellnummer <i>Ordering code</i>
KPY 14	Q62705-K24

Anschlußbelegung
Connecting leads

- 1 Gehäuse (Substrat nicht isoliert)
Case (substrate not isolated)
- 2;6 Speisespannung V_{IN}
Supply voltage V_{IN}
- 3;7 Ausgangsspannung V_{OUT}
Output voltage V_{OUT}
- 4;5 nicht belegt
Not connected
- 8 Substrat (auf + V_{IN} legen!)
Substrate (connect to + V_{IN} !)



Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur
Operating temperature

T_A	-40/+125	°C
-------	----------	----

Lagertemperatur
Storage temperature

T_{stg}	-50/+150	°C
-----------	----------	----

Überlastdruck
Overpressure

P_{max}	20	bar
-----------	----	-----

Speisespannung
Supply voltage

V_{IN}	12	V
----------	----	---

Kenndaten

Characteristics

($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Druckbereich <i>Pressure range</i>	p	0	—	10	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	—	5	12	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4	6	9	k Ω
Empfindlichkeit <i>Sensitivity</i>	s	2,8	4	5,2	mV/V · bar
Normiertes Spannsignal <i>Normalised full scale span</i> ($p = p_N$)	S	28	40	52	mV/V
Spannsignal <i>Full scale span</i> ($p = p_N$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_{fin}	140	200	260	mV
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = p_0$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_0	-25	—	25	mV
Linearität <i>Linearity</i>	F_L	—	± 0.3	± 0.5	%
Temperatur Koeffizient der Nullpunktspannung <i>Temperature coefficient of the offset voltage</i>	TC_{V_0}	-0.02	-0.015	0.02	% V_{fin}/K
Temperatur Koeffizient d. Spannsignals <i>Temperature coefficient of the full scale span</i>	$TC_{V_{fin}}$	-0.18	-0.15	—	% V_{fin}/K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_{A1} = 25^\circ\text{C}$; $T_{A2} = 125^\circ\text{C}$; $T_{A3} = 25^\circ\text{C}$)	TH	-0.5	—	0.5	% V_{fin}
Druckhysterese <i>Pressure hysteresis</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	PH	-0.1	—	0.1	% V_{fin}

Feuchteklasse (DIN 40 040) F
 Humidity category (DIN 40 040) F

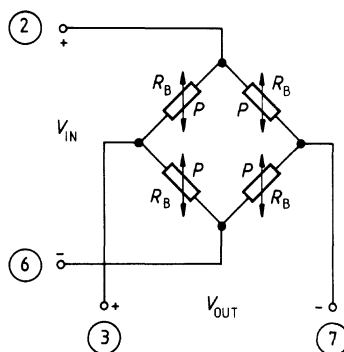
Nicht für Neuentwicklung / Not for new development

Druckbereich 10 bar bzw. 1000 kPa
Pressure range 10 bar or 1000 kPa

Typ Type	Bestellnummer Ordering code
KPY 16	Q62705-K26

Anschlußbelegung
Connecting leads

- 1 Gehäuse (Substrat nicht isoliert)
Case (substrate not isolated)
- 2;6 Speisespannung V_{IN}
Supply voltage V_{IN}
- 3;7 Ausgangsspannung V_{OUT}
Output voltage V_{OUT}
- 4;5 nicht belegt
Not connected
- 8 Substrat (auf + V_{IN} legen!)
Substrate (connect to + V_{IN} !)



Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur Operating temperature	T_A	-40/+125	°C
Lagertemperatur Storage temperature	T_{stg}	-50/+150	°C
Überlastdruck Overpressure	P_{max}	20	bar
Speisespannung Supply voltage	V_{IN}	12	V

Kenndaten

Characteristics

($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Druckbereich <i>Pressure range</i>	p	0	—	10	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	—	5	12	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4	6	9	k Ω
Empfindlichkeit <i>Sensitivity</i>	s	2,8	4	5,2	mV/V · bar
Normiertes Spannsignal <i>Normalised full scale span</i> ($p = p_N$)	S	28	40	52	mV/V
Spannsignal <i>Full scale span</i> ($p = p_N$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_{fin}	140	200	260	mV
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = 0$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_0	-25	—	25	mV
Linearität <i>Linearity</i>	F_L				
bei Druckbeaufschlagung v. oben <i>with pressure from cap side</i>		—	± 0.3	± 0.5	%
bei Druckbeaufschlagung v. unten <i>with pressure from lead side</i>		—	± 0.6	± 1	%
Temperatur Koeffizient der Nullpunktspannung <i>Temperature coefficient of the offset voltage</i>	TC_{V_0}	-0.02	-0.01	0.02	% V_{fin}/K
Temperatur Koeffizient d. Spannsignals <i>Temperature coefficient of the full scale span</i>	$TC_{V_{fin}}$	-0.18	-0.15	—	% V_{fin}/K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_{A1} = 25^\circ\text{C}$; $T_{A2} = 125^\circ\text{C}$; $T_{A3} = 25^\circ\text{C}$)	TH	-0.5	—	0.5	% V_{fin}
Druckhysterese <i>Pressure hysteresis</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	PH	-0.1	—	0.1	% V_{fin}

Feuchtklasse (DIN 40040) F
 Humidity category (DIN 40040) F

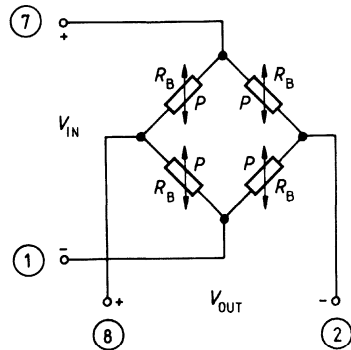
Druckbereich 50 mbar bzw. 5 kPa
Pressure range 50 mbar or 5 kPa

Typ Type	Bestellnummer Ordering code
KPY 32 R	Q62705-K150

Anschlußbelegung

Connecting leads

- 1;7 Speisespannung V_{IN}
Supply voltage V_{IN}
- 2;8 Ausgangsspannung V_{OUT}
Output voltage V_{OUT}
- 3 ... 5 nicht belegt
Not connected
- 6 Substrat (auf + V_{IN} legen!)
Substrate (connect to + V_{IN} !)



Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur Operating temperature	T_A	-40/+125	°C
Lagertemperatur Storage temperature	T_{stg}	-50/+150	°C
Überlastdruck Overpressure	P_{max}	0,25	bar
Speisespannung Supply voltage	V_{IN}	12	V

Kenndaten

Characteristics

($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Druckbereich <i>Pressure range</i>	p	0	—	0.05	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	—	5	12	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4	6	9	k Ω
Empfindlichkeit <i>Sensitivity</i>	s	98	140	—	mV/V · bar
Normiertes Spannungssignal <i>Normalised full scale span</i> ($p = p_N$)	S	4,9	7	—	mV/V
Spannungssignal <i>Full scale span</i> ($p = p_N$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_{fin}	24,5	35	—	mV
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = 0$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_0	−25	—	25	mV
Linearität <i>Linearity</i>	F_L				
bei Druckbeaufschlagung v. oben <i>with pressure from cap side</i>		—	±0.2	—	%
bei Druckbeaufschlagung v. unten <i>with pressure from lead side</i>		—	±0.4	—	%
Temperatur Koeffizient der Nullpunktspannung <i>Temperature coefficient of the offset voltage</i>	TC_{V_0}	−0.05	−0.02	0.05	% V_{fin}/K
Temperatur Koeffizient d. Spannungssignals <i>Temperature coefficient of the full scale span</i>	$TC_{V_{fin}}$	−0.18	−0.15	—	% V_{fin}/K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_{A1} = 25^\circ\text{C}$; $T_{A2} = 125^\circ\text{C}$; $T_{A3} = 25^\circ\text{C}$)	TH	−0.7	—	0.7	% V_{fin}
Druckhysterese <i>Pressure hysteresis</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	PH	−0.1	—	0.1	% V_{fin}

Feuchteklasse (DIN 40 040) F
 Humidity category (DIN 40 040) F

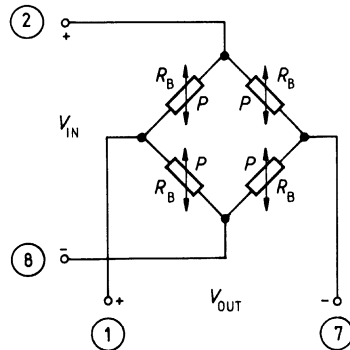
Druckbereich 100 mbar bzw. 10 kPa
Pressure range 100 mbar or 10 kPa

Typ Type	Bestellnummer Ordering code
KPY 33 R	Q62705-K151

Anschlußbelegung

Connecting leads

- 2;8 Speisespannung V_{IN}
Supply voltage V_{IN}
- 1;7 Ausgangsspannung V_{OUT}
Output voltage V_{OUT}
- 3 ... 5 nicht belegt
Not connected
- 6 Substrat (auf + V_{IN} legen!)
Substrate (connect to + V_{IN} !)



Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur Operating temperature	T_A	-40/+125	°C
Lagertemperatur Storage temperature	T_{stg}	-50/+150	°C
Überlastdruck Overpressure	P_{max}	0,5	bar
Speisespannung Supply voltage	V_{IN}	12	V

Kenndaten

Characteristics

($T_A = 25^\circ\text{C}$)

		min.	typ.	max.	
Druckbereich <i>Pressure range</i>	p	0	—	0.1	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	—	5	12	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4	6	9	k Ω
Empfindlichkeit <i>Sensitivity</i>	s	56	80	—	mV/V · bar
Normiertes Spannsignal <i>Normalised full scale span</i> ($p = p_N$)	S	5,6	8	—	mV/V
Spannsignal <i>Full scale span</i> ($p = p_N$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_{fin}	28	40	—	mV
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = 0$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)	V_0	−25	—	25	mV
Linearität <i>Linearity</i>	F_L				
bei Druckbeaufschlagung v. oben <i>with pressure from cap side</i>		—	±0.2	—	%
bei Druckbeaufschlagung v. unten <i>with pressure from lead side</i>		—	±0.4	—	%
Temperatur Koeffizient der Nullpunktspannung <i>Temperature coefficient of the offset voltage</i>	TC_{V_0}	−0.05	−0.02	0.05	% V_{fin}/K
Temperatur Koeffizient d. Spannsignals <i>Temperature coefficient of the full scale span</i>	$TC_{V_{fin}}$	−0.18	−0.15	—	% V_{fin}/K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_{A1} = 25^\circ\text{C}$; $T_{A2} = 125^\circ\text{C}$; $T_{A3} = 25^\circ\text{C}$)	TH	−0.7	—	0.7	% V_{fin}
Druckhysterese <i>Pressure hysteresis</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	PH	−0.1	—	0.1	% V_{fin}

Feuchtklasse (DIN 40 040) F
 Humidity category (DIN 40 040) F

6.2. Rückseitenankoppelung
KPY 40-A Absolutdrucksensoren

KPY 40-R Relativdrucksensoren

Die Absolutdrucksensoren der KPY 40-A Serie erfassen den Druckunterschied zwischen Meßdruck und einer Vakuumreferenz im Gehäuseinnenraum*.

Die Relativdrucksensoren der KPY 40-R Serie erfassen den Druckunterschied zwischen Meßdruck und atmosphärischem Umgebungsdruck.

Der Meßdruck wirkt auf die Membranrückseite des Sensorchips, der mit Gold-Zinn-Lot auf das in die Gehäusebodenplatte eingeglaste Mittelröhrchen aus KOVAR[®] aufgelötet ist. Beim Relativdrucksensor erfolgt der Druckausgleich zur Umgebung durch das Kapillarröhrchen Pin 1. Dieses ist beim Absolutdrucksensor verschweißt, nachdem die Evakuierung des Gehäuseinnenraumes erfolgt ist. Die im Chip implantierten Piezowiderstände sind vom Substrat durch eine p/n Übergang isoliert. Das Substrat ist deswegen mit + V_{IN} verbunden.

Zur Temperaturmessung oder -kompensation ist ein Temperatursensorchip im Gehäuse eingebaut. Seine Anschlüsse (Pin 4 und 5) sind vom Drucksensor getrennt herausgeführt.

6.2 Rear-side coupled
KPY 40-A Series Absolute pressure sensors

KPY 40-R Series Differential pressure sensors

With the KPY 40-Series the applied pressure acts onto the rear side of the Silicon diaphragm. The absolute pressure sensors KPY 40-A measure the applied pressure referenced to the vacuum of the housing interior*. The differential pressure sensors KPY 40-R measure the pressure difference between the applied pressure and ambient pressure. A small capillary tube (which replaces electrical contact pin 1) serves as the pressure vent port from the housing interior. This same capillary tube is used to evacuate the housing interior to produce the KPY 40-A series absolute pressure sensors, the capillary tube being sealed by welding after the evacuation process. The pressure sensitive chip is soldered with Gold-Tin onto a KOVAR[®] tube which is glazed into the centre of the housing baseplate and which acts as the pressure coupling port. The implanted pressure sensitive piezoresistors integrated into the silicon substrate are isolated by a p-n junction. The substrate is connected internally to the positive supply + V_{IN} .

A Silicon temperature sensor chip is available in the sensor housing, the connections to which are fed out separately (pins 4 and 5), and this can be used to measure temperature or to help in temperature compensation.

* Siehe auch Einbauhinweise 2.4

* See also installation notes 2.4

- Absolutdruck KPY 4x-A
- Relativdruck KPY 4x-R
- kompakte Bauweise in Planartechnologie
- sehr kleine Druck- und Temperaturhysteresen
- kurze Ansprechzeit
- Hohe Empfindlichkeit und Linearität
- Rückseitige Druckankoppelung
- hohe Lastwechselfestigkeit durch ermüdungsfreie monokristalline Siliziummembrane
- Eingebauter Silizium Temperaturfühler
- *Absolute pressure KPY 4x-A*
- *Differential pressure KPY 4x-R*
- *Compact construction in planar technology*
- *Low pressure and temperature hysteresis*
- *Fast response*
- *Pressure coupled to rearside of Silicon diaphragm*
- *High sensitivity, good linearity*
- *Fatigue free monocrystalline Silicon diaphragm giving high load cycle stability*
- *Built-in Silicon temperature Sensor*

Typ	Druckbereich		Max. Überdruck		Bestellnummer
<i>Type</i>	<i>Pressure Range</i>		<i>Max. Pressure</i>		<i>Ordering Code</i>
	<i>(bar)</i>	<i>(kPa)</i>	<i>(bar)</i>	<i>(kPa)</i>	
KPY 41 R	0 ... 0.25	0 ... 25	2.0	200	Q62705-K159
KPY 42 R	0 ... 0.6	0 ... 60	6.0	600	Q62705-K160
KPY 42 A	0 ... 0.6	0 ... 60	6.0	600	Q62705-K204
KPY 43 R	0 ... 1.6	0 ... 160	10	1000	Q62705-K161
KPY 43 A	0 ... 1.6	0 ... 160	10	1000	Q62705-K162
KPY 44 R	0 ... 4.0	0 ... 400	15	1600	Q62705-K163
KPY 44 A	0 ... 4.0	0 ... 400	15	1600	Q62705-K164
KPY 45 R	0 ... 10	0 ... 1000	30	3000	Q62705-K165
KPY 45 A	0 ... 10	0 ... 1000	30	3000	Q62705-K166
KPY 46 R	0 ... 25	0 ... 2500	40	4000	Q62705-K167
KPY 46 A	0 ... 25	0 ... 2500	40	4000	Q62705-K168
KPY 47 R	0 ... 60	0 ... 6000	70	7000	Q62705-K169
KPY 47 A	0 ... 60	0 ... 6000	70	7000	Q62705-K170

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature range</i>	T_A	-40/+125	°C
Lagertemperatur <i>Storage temperature range</i>	T_{stg}	-50/+150	°C
Überlastdruck <i>Pressure overload</i>	P_{MAX}	siehe Tabelle <i>see table</i>	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	12	V

Kenndaten

Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Typische Speisespannung <i>Typical supply voltage</i>	V_{IN}	5	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4 ... 8	KOhm
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = p_0$; $V_{IN} = 5\text{V}$)	V_O	- 25 ... + 25	mV
Typischer Linearitätsfehler* <i>Linearity Error (typ.)*</i> ($p = p_0 \dots p_N$)	F_L	siehe Tabelle <i>see table</i>	% V_{fin}
Druckhysterese (max.) <i>Pressure hysteresis (max.)</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	P_H	± 0.1	% V_{fin}
Temperaturkoeffizient des R_B (typ.) <i>Temperature coefficient of R_B (typ.)</i> ($T_1 = 25^\circ\text{C}$; $T_2 = 125^\circ\text{C}$; $T_3 = 25^\circ\text{C}$)	TC_{RB}	+ 0.095	% /K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_1 = 25^\circ\text{C}$; $T_2 = 125^\circ\text{C}$; $T_3 = 25^\circ\text{C}$) KPY 41 KPY 42 KPY 43-47	T_H	-0.7 ... +0.7 -0.5 ... +0.5 -0.3 ... +0.3	% V_{fin}

* Toleranzbandeinstellung siehe auch 4.1

* *Tolerance band setting see also 4.1*

Kenndaten

Characteristics

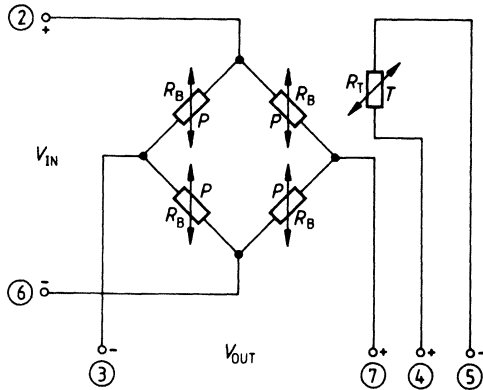
($T_A = 25^\circ\text{C}$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)

Typ	Empfindlichkeit		Ausgangs- spannung		Linearitäts- fehler		Temperatur- koeffizient von V_0		Temperaturkoeffizient von V_{fin}		
Type	Sensitivity s [mV/Vbar]		Output V_{fin} [mV]		Linearity error F_L [% V_{fin}]		Temp. Coef. of V_0 TCV_0 ¹⁾ [%/K]		Temp. Coef. of V_{fin} TCV_{fin} ¹⁾ [%/K]		
	min.	typ.	min.	typ.	typ.	max.	min.	max.	min.	typ.	max.
KPY 41 R	16.8	24	21	30	± 0.15	± 0.35	-0.05	+0.05	-0.19	-0.13	-0.09
KPY 42 A/R	11	15	33	45	± 0.15	± 0.35	-0.05	+0.05	-0.19	-0.15	-0.12
KPY 43 A/R	5.6	8.8	45	70	± 0.15	± 0.35	-0.05	+0.05	-0.19	-0.16	-0.13
KPY 44 A/R	4	6	80	120	± 0.15	± 0.35	-0.03	+0.03	-0.19	-0.17	-0.14
KPY 45 A/R	1.8	2.6	90	130	± 0.15	± 0.35	-0.03	+0.03	-0.19	-0.17	-0.14
KPY 46 A/R	0.88	1.2	110	150	± 0.15	-	-0.03	+0.03	-0.19	-0.17	-0.15
KPY 47 A/R	0.47	0.67	140	200	± 0.15	-	-0.01	+0.01	-0.19	-0.17	-0.15

Anschlußbelegung

Connections

- ① Kapillarröhrchen
Capillary tube
- ② + V_{IN}
- ③ - V_{out}
- ④ + Temperatur sensor
+ Temperature sensor
- ⑤ - Temperatur sensor
- Temperature sensor
- ⑥ - V_{IN}
- ⑦ + V_{out}
- ⑧ nicht belegt
Not connected



Hinweis: Mittelröhrchen ist intern mit + V_{IN} verbunden.

Note: Centre tube is connected internally to + V_{IN}

1) $T_1 = 25^\circ\text{C}$; $T_2 = 125^\circ\text{C}$; $T_3 = 25^\circ\text{C}$

- Mit den Angaben werden die Bauelemente spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.
- The information describes the type of component and shall not be considered as assured characteristics.

6.3. Mediengetrennte Drucksensoren
KPY 50-A Absolutdrucksensoren

KPY 50-R Relativdrucksensoren

Die Drucksensoren der KPY 50 Serie werden in ein medienverträgliches Edelstahlgehäuse eingebaut, dessen Oberfläche eine Edelstahltrennmembran bildet. Das zu messende Druckmedium wirkt direkt auf die Oberfläche des Gehäuses und somit auf die Edelstahltrennmembran. Die Druckbeaufschlagung wird über das Silikonöl im Inneren des Gehäuses auf die druckempfindliche Siliziummembran übertragen.

Bei den Relativdrucksensoren der KPY 50-Serie wird der druckempfindliche Chip mit einem Gold-Zinn-Lot auf ein in die Bodenplatte eingeglastes Mittelröhrchen aus KOVAR[®] aufgelötet. Dieses Mittelröhrchen dient als Druckausgleich zum atmosphärischen Umgebungsdruck oder als Zuführer für den Referenzdruck. Bei den Absolutdrucksensoren der KPY 50 Serie wird der druckempfindliche Chip mit einem Gold-Zinn-Lot auf einen in der Bodenplatte eingeglasten Massivstift aus KOVAR[®] aufgelötet. Das Referenzvakuum befindet sich im Hohlraum zwischen der geätzten Si-Membran und dem Si-Trägerchip. Die im Chip implantierten Piezowiderstände sind vom Substrat durch einen p/n Übergang isoliert. Das Substrat ist deshalb mit +V_{in} verbunden.

Zur Temperaturmessung oder -kompensation ist grundsätzlich ein Temperatursensorchip im Gehäuse eingebaut. Seine Anschlüsse (Pin 4 und 5) sind vom Drucksensor getrennt herausgeführt.

Materialien

Gehäuse: Edelstahl
 Wst-Nr. 1.4571
Membrane: Edelstahl
 Wst-Nr. 1.4401
Druckabdichtung:* durch O-Ring
 aus VITON[®]
Schutzart: IP 00 nach DIN 40 040

* Dichtung ist kundenseitig auf den entsprechenden Einzelfall abzustimmen

6.3 Media separated
KPY 50-A Series Absolute pressure sensors

KPY 50-R Series Differential pressure sensors

The KPY 50-Series pressure sensors are constructed in an all-media compatible stainless steel housing, where the media being measured acts onto a stainless-steel diaphragm on the top face of the sensor housing. The pressure is transferred through a Silicone oil coupling medium, which fills the housing interior, onto the sensitive Silicon diaphragm. With the differential pressure sensors KPY 50-R series the pressure sensitive chip is soldered with Gold-Tin onto a KOVAR[®] tube which is glazed into the base of the housing and which acts as the pressure vent port from the rear side of the chip. With the Absolute pressure sensors KPY 50-A series, the pressure sensitive chip is soldered with Gold-Tin onto a solid KOVAR[®] post which is glazed into the base of the sensor housing. The reference vacuum for these absolute pressure sensors is produced under the etched Silicon diaphragm when the diaphragm chip is bonded onto a solid Silicon carrier chip under vacuum. The implanted pressure sensitive piezoresistors integrated into the silicon substrate are isolated by a p/n junction. the substrate is connected internally to the positive supply + V_{in}.

A Silicon temperature sensor chip is available in the sensor housing, the connections to which are fed out separately (pins 4 and 5) and this can be used to measure temperature or to help in temperature compensation.

Materials

Housing: Stainless steel
 Wst.No. 1.4571
Diaphragm: Stainless steel
 Wst.No. 1.4401
Pressure seal:* VITON[®] O-Ring
Protection: IP 00 to DIN 40 040

* User must ensure that the supplied seal is suitable for the application

- Absolutdruck KPY 5x-A
- Relativdruck KPY 5x-R
- Medienverträgliches Edelstahlgehäuse
- Kompakte Bauweise in Planartechnologie
- kurze Ansprechzeit
- sehr kleine Druck- und Temperaturhysteresen
- hohe Lastwechselfestigkeit durch Ermüdung
- Eingebauter Silizium Temperaturfühler
- *Absolute pressure KPY 5x-A*
- *Differential pressure KPY 5x-R*
- *Media compatible stainless steel housing*
- *Compact construction in planar technology*
- *Fast response*
- *Very small hysteresis values*
- *High sensitivity and linearity*
- *Fatigue free monocrystalline Si-diaphragm giving high load cycle stability*
- *Built-in Si-temperature Sensor*

Typ	Druckbereich		Max. Überdruck		Bestellnummer
<i>Type</i>	<i>Pressure Range</i>		<i>Max. Pressure</i>		<i>Ordering Code</i>
	<i>(bar)</i>	<i>(kPa)</i>	<i>(bar)</i>	<i>(kPa)</i>	
KPY 51 R	0 ... 0.25	0 ... 25	2	200	Q62705-K170
KPY 52 R	0 ... 0.6	0 ... 60	6	600	Q62705-K171
KPY 52 A	0 ... 0.6	0 ... 60	6	600	Q62705-K211
KPY 53 R	0 ... 1.6	0 ... 160	10	1000	Q62705-K176
KPY 53 A	0 ... 1.6	0 ... 160	10	1000	Q62705-K177
KPY 54 R	0 ... 4.0	0 ... 400	16	1600	Q62705-K178
KPY 54 A	0 ... 4.0	0 ... 400	16	1600	Q62705-K179
KPY 55 R	0 ... 10	0 ... 1000	30	3000	Q62705-K180
KPY 55 A	0 ... 10	0 ... 1000	30	3000	Q62705-K181
KPY 56 R	0 ... 25	0 ... 2500	75	7500	Q62705-K182
KPY 56 A	0 ... 25	0 ... 2500	75	7500	Q62705-K183
KPY 57 R	0 ... 60	0 ... 6000	100	10 M	Q62705-K184
KPY 57 A	0 ... 60	0 ... 6000	100	10 M	Q62705-K185
KPY 58 A	0 ... 160	0 ... 16 M	250	25 M	Q62705-K186
KPY 59 A	0 ... 400	0 ... 40 M	600	60 M	Q62705-K187

Grenzdaten

Maximum ratings

Betriebstemperatur <i>Operating temperature range</i>	T_A	-40/+125	°C
Lagertemperatur <i>Storage temperature range</i>	T_{stg}	-50/+130	°C
Überlastdruck <i>Pressure overload</i>	P_{MAX}	siehe Tabelle <i>see table</i>	bar
Speisespannung <i>Supply voltage</i>	V_{IN}	12	V

Kenndaten

Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Typische Speisespannung <i>Typical supply voltage</i>	V_{IN}	5	V
Brückenwiderstand <i>Bridge resistance</i>	R_B	4 ... 8	KOhm
Nullpunktspannung <i>Offset voltage</i> ($p = p_0$; $V_{IN} = 5\text{V}$)	V_O	- 25 ... +25	mV
Typischer Linearitätsfehler* <i>Linearity Error (typ.)*</i> ($p = p_0 \dots p_N$)	F_L	siehe Tabelle <i>see table</i>	% V_{fin}
Druckhysterese (max.) <i>Pressure hysteresis (max.)</i> ($p_1 = p_0$; $p_2 = p_N$; $p_3 = p_0$)	P_H	± 0.1	% V_{fin}
Temperaturkoeffizient des R_B <i>Temperature coefficient of R_B</i> ($T_1 = 25^\circ\text{C}$; $T_2 = 125^\circ\text{C}$; $T_3 = 25^\circ\text{C}$)	TC_{RB}	typ. + 0.095	% /K
Temperaturhysterese <i>Temperature hysteresis</i> ($T_1 = 25^\circ\text{C}$; $T_2 = 80^\circ\text{C}$; $T_3 = 25^\circ\text{C}$) KPY 51 KPY 52, KPY 53 KPY 54 ... KPY 59	T_H	typ. ± 0.5 typ. ± 0.2 typ. ± 0.3	% V_{fin}

* Toleranzbandeinstellung, siehe auch 4.1

* Tolerance band setting, see also 4.1

Kenndaten

Characteristics

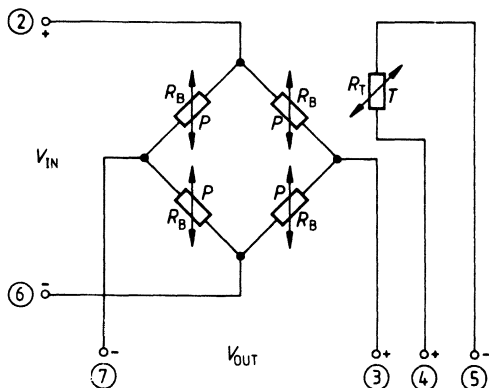
($T_A = 25^\circ\text{C}$; $V_{IN} = 5\text{ V}$)

Typ	Empfindlichkeit		Ausgangsspannung		Linearitätsfehler		Temperaturkoeffizient von V_0		Temperaturkoeffizient von V_{fin}	
Type	Sensitivity s [mV/Vbar]		Output V_{fin} [mV]		Linearity error F_L [% V_{fin}]		Temp. Coef. of V_0 $TC_{V_0}^1$ [%/K]		Temp. Coef. of V_{fin} $TC_{V_{fin}}^1$ [%/K]	
	min.	typ.	min.	typ.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.
KPY 51 R	16.8	24	21	30	± 0.15	± 0.35	-0.03	+0.08	-0.20	-0.09
KPY 52 A/R	11	15	33	45	± 0.15	± 0.35	-0.03	+0.08	-0.20	-0.12
KPY 53 A/R	5.6	8.8	45	70	± 0.15	± 0.35	-0.03	+0.05	-0.20	-0.13
KPY 54 A/R	4	6	80	120	± 0.15	± 0.35	-0.03	+0.05	-0.20	-0.14
KPY 55 A/R	1.8	2.6	90	130	± 0.15	± 0.35	-0.03	+0.05	-0.20	-0.15
KPY 56 A/R	0.88	1.2	110	150	± 0.15	-	-0.03	+0.05	-0.20	-0.15
KPY 57 A/R	0.47	0.67	140	200	± 0.15	-	-0.03	+0.05	-0.20	-0.15
KPY 58 A	0.25	0.35	200	280	± 0.15	-	-0.03	+0.05	-0.20	-0.15
KPY 59 A	0.09	0.12	180	240	± 0.15	-	-0.03	+0.05	-0.20	-0.15

Anschlußbelegung

Connections

- ① Kapillarröhrchen
Capillary tube
- ② + V_{IN}
- ③ + V_{out}
- ④ + Temperatursensor
+ Temperature sensor
- ⑤ - Temperatursensor
- Temperature sensor
- ⑥ - V_{IN}
- ⑦ - V_{out}
- ⑧ nicht belegt
Not connected



Hinweis: Mittelröhrchen bzw. Mittelstift ist intern mit + V_{IN} verbunden.

Note: Centre tube/stud is connected internally to + V_{IN}

1) gilt für den protokollierten Bereich
valid over the protocolled range
 $T_1 = 20^\circ\text{C}$; $T_2 = 80^\circ\text{C}$; $T_3 = 20^\circ\text{C}$

- Mit den Angaben werden die Bauelemente spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.
- The information describes the type of component and shall not be considered as assured characteristics.

6.4 Angaben zum Temperatursensor *

Temperatur-Sensoren eignen sich zum Messen, Steuern und Regeln von Luft, Gasen und Flüssigkeiten im Temperaturbereich von -50°C bis $+150^{\circ}\text{C}$. Sie bestehen aus einem n-leitenden Silizium-Kristall in Planar-Technik. Die leicht gekrümmte Kennlinie $R_T = f(T_A)$ wird durch die folgenden Angaben über die Regressions-Parabel beschrieben.

Der Widerstand der Sensoren kann somit für verschiedene Temperaturen nach der folgenden Gleichung 2. Grades errechnet werden.

$$R_T = R_{25} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T_A + \beta \cdot \Delta^2 T_A) [\Omega] = f(T_A)$$

$$\alpha = 7.68 \cdot 10^{-3} [\text{K}^{-1}]$$

$$\beta = 1.88 \cdot 10^{-5} [\text{K}^{-2}]$$

Daraus kann der Temperaturfaktor k_T ermittelt werden:

$$k_T = \frac{R_T}{R_{25}} = 1 + \alpha \cdot \Delta T_A + \beta \cdot \Delta^2 T_A = f(T_A)$$

R_T Sensorwiderstand bei einer Temperatur T [$^{\circ}\text{C}$]

R_{25} Sensorwiderstand bei $T_A = +25^{\circ}\text{C}$

ΔT_A Temperaturdifferenz bezogen auf $T_A = +25^{\circ}\text{C}$

6.4 Details of Temperature sensor *

These temperature sensors are designed for the measurement, control and regulation of air, gases and liquids within the temperature range of -50°C to $+150^{\circ}\text{C}$. The temperature sensing element is an n-conducting silicon crystal in planar technology. The gentle curvature of the characteristic, $R_T = f(T_A)$, is described as a regression parabola in the following expressions.

The resistance of the sensor can be calculated for various temperatures from the following second order equation:

From this, the temperature factor k_T can be derived:

R_T Sensor resistance of temperature T [$^{\circ}\text{C}$]

R_{25} Sensor resistance at $T_A = +25^{\circ}\text{C}$

ΔT_A Temperature difference referenced to $T_A = +25^{\circ}\text{C}$

Die Temperatur am Fühler kann über die Veränderung des Fühlerwiderstandes nach der folgenden Gleichung berechnet werden (Näherungskennlinie):

The temperature at the sensor can be calculated from the change in the sensors resistance from the following equation (approximated characteristic curve):

$$T = 25 + \frac{\sqrt{\alpha^2 - 4\beta + 4\beta \cdot k_T} - \alpha}{2\beta} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

* Vgl. Teil I dieses Datenbuchs: Silizium Temperatursensoren
* See also Part I of this databook: Silicon temperature sensors

Angaben zum Silizium-Temperatur Sensor Silicon temperature sensor details

Sensorwiderstand

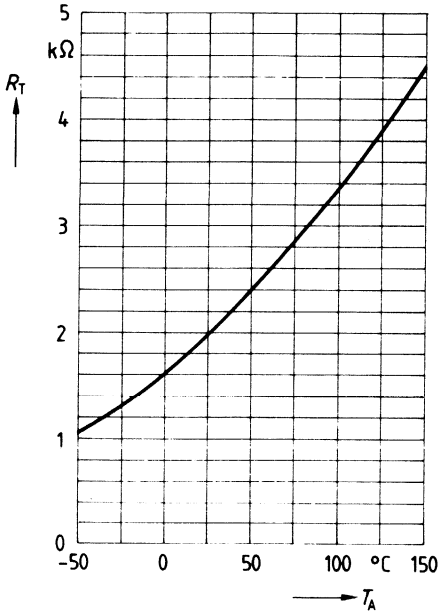
Sensor resistance

$$R_T = k_T \cdot R_{25} = f(T_A)$$

$$I_B = 1 \text{ mA}$$

Beispiel / Example

$$R_{25} = 2000 \ \Omega$$



Streubereich des Temperaturfaktors k_T

Spread of the Temperature factor k_T

T_A $^{\circ}C$	k_T		
	min.	typ.	max.
-50	0,52	0,53	0,54
-25	0,655	0,66	0,675
0	0,812	0,82	0,826
25	1 (Normierungspunkt) (normalising point)		
50	1,195	1,20	1,215
75	1,42	1,43	1,45
100	1,66*	1,68*	1,70*
125	1,92	1,95	1,98
250	2,15	2,20	2,24

Abmessungen (mm)
Dimensional drawings (mm)

Bild 1 / Fig. 1 KPY 10, KPY 14

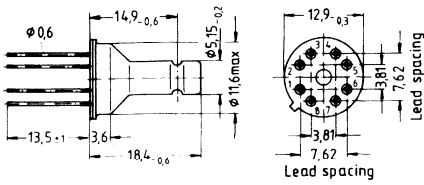


Bild 2 / Fig. 2 KPY 12, KPY 16, KPY 33 R

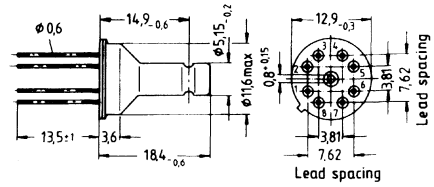


Bild 3 / Fig. 3 KPY 32 R

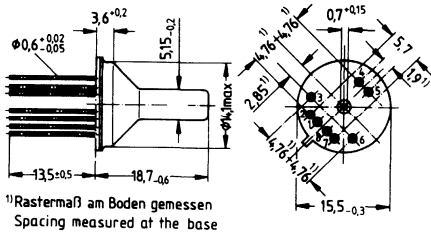


Bild 4 / Fig. 4 KPY 43 A ... KPY 47 A

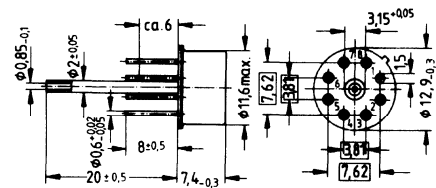


Bild 5 / Fig. 5 KPY 41 R ... KPY 47 R

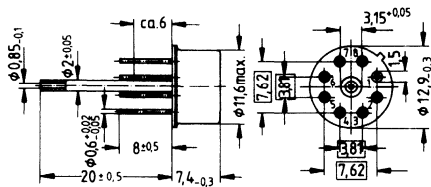
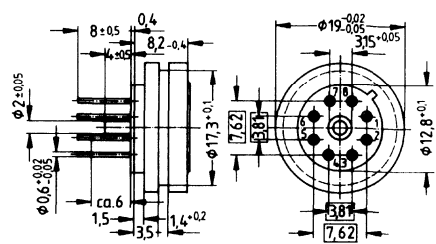


Bild 6 / Fig. 6 KPY 52 A ... KPY 56 A



Abmessungen (mm)
Dimensional drawings (mm)

Bild 7 / Fig. 7

KPY 52 R ... KPY 56 R

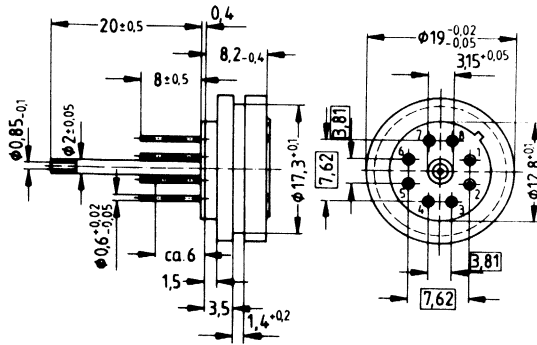


Bild 8 / Fig. 8

KPY 57 A ... KPY 59 A

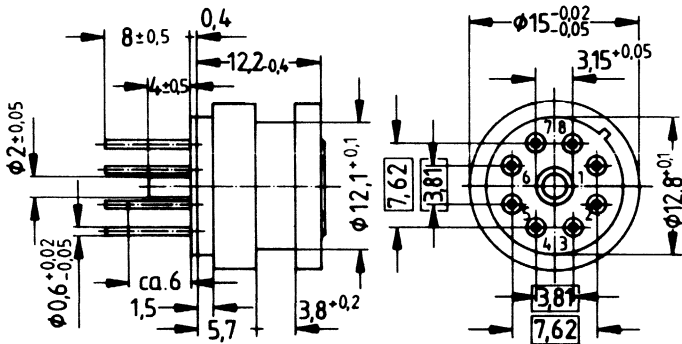
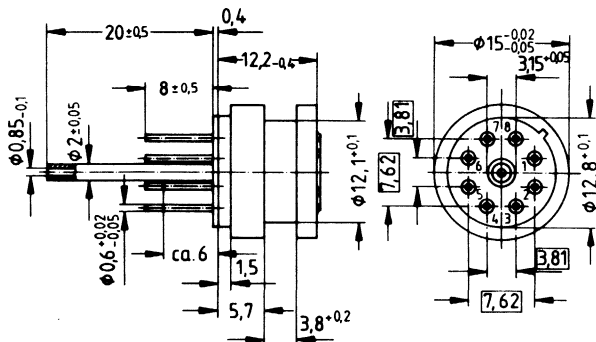


Bild 9 / Fig. 9

KPY 57 R



SIEMENS weltweit (Adressen)
SIEMENS worldwide (Addresses)

Top Tech Semiconductors – Worldwide

A

Siemens AG Österreich
Postfach 326

1031 Wien

☎ (0222) 71711-5661

☎ (0222) 71711-6110

FAX (0222) 71711-6110

AUS

Siemens Ltd., Head Office
544 Church Street

Richmond (Melbourne), Vic. 3121

☎ (03) 4207111, ☎ (03) 30425

FAX (03) 4207275

B

Siemens S.A.
chaussée de Charleroi 116

1060 Bruxelles

☎ (02) 536-2111, ☎ (02) 21347

FAX (02) 536-2492

BR

ICOTRON S.A.
Indústria de Componentes
Eletrônicos

Avenida Mutinga, 3650

05150 São Paulo-SP

☎ (011) 833-2211

☎ (011) 81-81006

FAX (011) 833-2631

CDN

Siemens Electric Limited
Electronic Components Division
1180 Courtney Park Drive

Mississauga, Ontario L5T 1P2

☎ (416) 5641995

☎ (069) 68841

FAX (416) 5645855

CH

Siemens-Albis AG
Freilagerstraße 28

8047 Zürich

☎ (01) 495-3111, ☎ (01) 823781-23

FAX (01) 495-5050

D

Siemens AG
Salzuffer 6-8

1000 Berlin 10

☎ (030) 3939-1

☎ (030) 18100-278

FAX (030) 3939-2630

Ttx 308190 = sieznb

Siemens AG
Lahnweg 10

Postfach 11115

4000 Düsseldorf 1

☎ (0211) 399-0

Ttx 21134401

FAX (0211) 399-2928

Siemens AG
Rödelheimer Landstraße 5-9

Postfach 111733

6000 Frankfurt 1

☎ (069) 797-0

☎ (069) 414131-0

FAX (069) 797-2253

Siemens AG
Lindenplatz 2

Postfach 105609

2000 Hamburg 1

☎ (040) 2889-0

☎ (040) 215584-0

FAX (040) 2889-3096

Siemens AG **Hannover**
Hildesheimer Str. 7

Postfach 110551

3014 Laatzen

☎ (0511) 877-0

☎ (0511) 922333

FAX (0511) 877-2078

Siemens AG
Richard-Strauss-Straße 76

Postfach 202109

8000 München 80

☎ (089) 9221-4380

☎ (089) 529421-19

FAX (089) 9221-4390, 4692

Ttx 8985084

Siemens AG
Von-der-Tann-Straße 30

Postfach 4844

8500 Nürnberg 1

☎ (0911) 654-0

☎ (0911) 622251

FAX (0911) 654-4064

Siemens AG
Geschwister-Scholl-Straße 24

Postfach 106026

7000 Stuttgart 1

☎ (0711) 2076-0

☎ (0711) 723941-50

FAX (0711) 2076-2448

DK

Siemens A/S
Borupvang 3

2750 Ballerup

☎ (42) 656565, ☎ (42) 35313

FAX (42) 656667

E

Siemens S.A.
Departamento de Componentes
Orense, 2

Apartado 155

28080 Madrid

☎ (01) 5552500, ☎ (01) 44191

FAX (01) 5565408

F

Siemens S.A.
39/47, Bd. Ornano

93527 Saint-Denis CEDEX 2

☎ (1) 49223100, ☎ (1) 234077

FAX (1) 49223970

GB

Siemens plc
Siemens House

Windmill Road

Sunbury on Thames

Middlesex TW16 7HS

☎ (0932) 785691, ☎ (0932) 8951091

FAX (0932) 752632

GR

Siemens AE
Paradissou & Artemidos
P.O.B. 61011

15110 Amaroussio

☎ (01) 6864111, ☎ (01) 216292

FAX (01) 6864299

HK

Schmidt & Co. (H.K.) Ltd.
18/FI., Great Eagle Centre

93 Harbour Road

Wanchai

Hong Kong

☎ 852/8330222

☎ 74766 schmc.hk

FAX 8382652

I

Siemens S.p.A.
Div. Componenti, Impianti per
la Grafica e il Segnalamento

Via Fabio Filzi, 25/A

Casella Postale 10388

20100 Milano

☎ (02) 6766-1, ☎ (02) 330261

FAX (02) 6766-4295

Top Tech Semiconductors – Worldwide

(IND)

Siemens Ltd.
Head Office
134-A, Dr. Annie Besant Road, Worli
P.O.B. 6597
Bombay 400018
☎ 4938786, (FAX) 1175142
FAX (022) 4940240

(IRL)

Siemens Ltd.
Unit 8-11 Slaney Road
Dublin Industrial Estate
Finglas Road
Dublin 11
☎ (01) 302855, (FAX) 32547
FAX (01) 303151

(J)

Fuji Electronic Components Ltd.
New Yurakucho Bldg., 8F
12-1 Yurakucho 1-Chome,
Chiyoda-ku
Tokyo 100
☎ (03) 201-2401, (FAX) 32182
FAX (03) 201-6809

(N)

Siemens A/S
Østre Aker vei 90
Postboks 10, Veitvet
0518 Oslo 5
☎ (02) 633000, (FAX) 78477
FAX (02) 633805

(NL)

Siemens Nederland N.V.
Postb. 16068
2500 BB Den Haag
☎ (070) 333333, (FAX) 31373
FAX (070) 3332782

(P)

Siemens S.A.
Estrada Nacional 117, Km 2.6
Alfragide
2700 Amadora
☎ (01) 4183311, (FAX) 62955
FAX (01) 4182967

(RA)

Siemens S.A.
Avenida Pte. Julio A. Roca 516
Casilla Correo Central 1232
1067 Buenos Aires
☎ (01) 30.0411, (FAX) 21812
FAX (01) 3319997

(RC)

Tai Engineering Co., Ltd.
6th Fl., Central Building
108, Chung Shan North Road, Sec. 2
P.O. Box 68-1882
Taipei
☎ (02) 5234700
(FAX) 27860 taiengco
FAX (02) 5367070

(ROK)

Siemens Ltd.
P.O.Box 3001
Seoul
☎ (02) 275-6111
(FAX) 23229
FAX (02) 2752170

(S)

Siemens AB
Hälsingegatan 40
Box 23141
10435 Stockholm
☎ (08) 7281000, (FAX) 11672
FAX (08) 7281493

(SF)

Siemens Osakeyhtiö
P.O. B 60
02601 ESPOO
☎ (9) 0 51051, (FAX) 124465
FAX (9) 0 51052398

(SEP)

Siemens Components Pte. Ltd.
Promotion Office
Blk 47 Ayer Rajah Crescent No.06-12
Singapore 0513
☎ 7760044, (FAX) RS 21000
FAX 7770813, 7754504

(TR)

SIMKO Ticaret ve Sanayi A.S.
Meclisi Mebusan Cad. No. 125
80040 Fındıklı
PK. 1001, 80007 Karaköy
80040 Fındıklı
☎ (01) 1510900
(FAX) 24233 sies tr
FAX (01) 1524134

(USA)*

Integrated Circuits;
ASIC Products;
Power Semiconductors:
Siemens Components, Inc.
Integrated Circuits Division
2191 Laurelwood Road
Santa Clara, CA 95054-1514
☎ (408) 980-4500
(FAX) 989791
FAX (408) 980-4596

Optoelectronics:
Siemens Components, Inc.
Optoelectronics Division
19000 Homestead Road
Cupertino, CA 95014
☎ (408) 725-7910
(FAX) 352084 sie lit opto
FAX (408) 725-3439

Discrete Semiconductors:
Siemens Components, Inc.
Special Products Division
186 Wood Avenue South
Iselin, NJ 08830
☎ (201) 906-4300
(FAX) 844491 sie isln a
FAX (201) 632-2830

(ZA)

Siemens Limited
Siemens House,
P.O.B. 4583
Johannesburg 2000
☎ (011) 407-4111, (FAX) 422524
FAX (011) 4075345

* Products listed in this databook
and also Siemens magnetic sensors
are distributed through the Discrete
Semiconductors group in Iselin N.J.

Teil 1
Part 1

Übersicht
Table of contents

Einführung
Introduction

Allgemeine technische Daten
General technical data

Allgemeine Qualitätsangaben
General Quality specification

Datenblätter
Datasheets

Anwendungsbeispiel
Application note

Silizium Temperatursensor
Silicon temperature sensors

Teil 2
Part 2

Übersicht
Table of contents

Einführung
Introduction

Funktionsprinzip
Principle of operation

Gehäuse
Housings

Technologie
Technology

Elektrische Kenndaten
Electrical characteristics

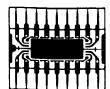
Temperaturkompensation
Temperature compensation

Produktspektrum und Datenblätter
Product spectrum and datasheets

Silizium Drucksensoren
Silicon pressure sensors

SIEMENS weltweit (Adressen)
SIEMENS worldwide (Addresses)

Published by Semiconductor Group



Siemens Aktiengesellschaft

Ordering No. B159-B6322-X-X-7400
Printed in Germany
DB 089010