

elektrischen Feld großer Stärke ausgesetzt, dessen Richtung parallel zur Schwingungsrichtung des hochfrequenten Feldes ist. Die hohe elektrische Feldstärke wird aus Gründen der Durchschlagsfestigkeit impulsweise angelegt (Impulsdauer ca. 5 ms). Eine genaue Beschreibung des elektrischen und mechanischen Teiles der Meßanordnung wird an anderer Stelle erfolgen.

Während das starke Feld in der Flüssigkeit vorhanden war, trat eine Verringerung der Frequenz des Meßoszillators auf. Zur Messung wurde diese Frequenz der eines Oszillators gleicher und konstanter Frequenz überlagert und die Differenz während des Hochspannungsimpulses gemessen. Die Messungen wurden bei Zimmertemperatur durchgeführt.

Abb. 1 zeigte die gemessene Vergrößerung $\Delta\epsilon$ der (relativen) Dielektrizitätskonstante ϵ in Abhängigkeit von der Feldstärke E . Der Übersichtlichkeit wegen ist die Meßunsicherheit nur für drei Punkte eingetragen. In der gewählten doppelt logarithmischen Darstellung liegen die Meßpunkte annähernd auf parallelen Geraden, die eine Steigung von ca. 2 besitzen.

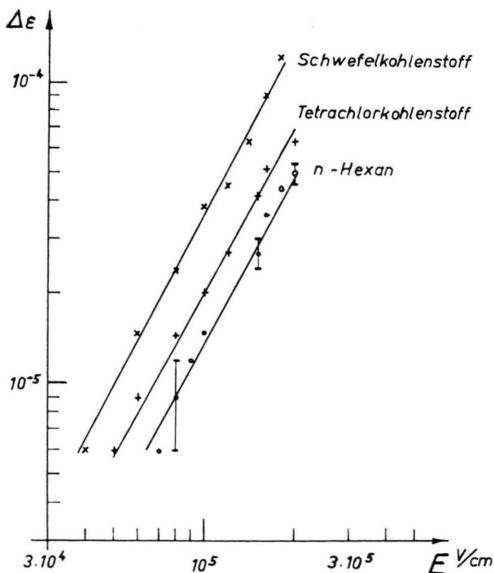


Abb. 1. Zunahme der Dielektrizitätskonstante in Abhängigkeit von der Feldstärke.

Diese Meßergebnisse sollen nun unter der Annahme diskutiert werden, daß sie auf eine Nichtlinearität der Polarisierbarkeit zurückzuführen seien. Der experimentelle Befund, daß die Dielektrizitätskonstante ungefähr mit der zweiten Potenz der Feldstärke zunimmt, würde

bedeuten, daß in erster Linie ein Zusatzterm der Polarisation beobachtet wurde, der proportional der dritten Potenz der Feldstärke ist. Dies entspricht auch den Erwartungen, denn in den hier untersuchten isotropen und nicht polaren Medien müssen die Vektoren der Feldstärke und der induzierten Polarisation stets gleiche Richtung besitzen.

Es soll nun aus den erhaltenen Meßergebnissen für $\Delta\epsilon$ der nichtlineare Anteil (χ_3) der Suszeptibilität gemäß der Beziehung

$$P_i = \chi_1 E + \chi_3 E^3 + \dots \quad (1)$$

berechnet werden. (P_i = induzierte elektrische Polarisation, E angelegte elektrische Feldstärke).

Für die Suszeptibilität χ gilt

$$\chi = (\epsilon - 1)/4\pi \quad (2)$$

und für kleine zusätzliche Werte

$$\Delta\chi = (1/4\pi) \Delta\epsilon. \quad (3)$$

Bei der Berechnung von χ_3 aus $\Delta\epsilon$ ist zu bedenken, daß die in Summe angelegte Feldstärke um Größenordnungen höher ist, als jene des der Messung von ϵ dienenden Wechselfeldes. Deshalb ist die aus Gl. (1) durch Ableitung sich ergebende Gl. (4)

$$\Delta P_i = (\chi_1 + 3\chi_3 E^2 + \dots) \Delta E \quad (4)$$

zu betrachten. Betrachtet man den zweiten Term der rechten Seite von Gl. (4) als den für die Nichtlinearität verantwortlichen (also $\Delta\chi = 3\chi_3 E^2$), so ergibt sich unter Einbeziehung von Gl. (3)

$$\chi_3 = \frac{1}{12\pi} \frac{\Delta\epsilon}{E^2}. \quad (5)$$

In Tab. 1 sind die so erhaltenen Werte für χ_3 nebst den bekannten für χ_1 in Einheiten des elektro-statischen cgs-Systems angegeben.

	χ_1	χ_3
n-Hexan	$0,7 \cdot 10^{-1}$	$3,1 \cdot 10^{-12}$
Tetrachlorkohlenstoff	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$4,4 \cdot 10^{-12}$
Schwefelkohlenstoff	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$8,8 \cdot 10^{-12}$

Tab. 1. Linearer und erster nichtlinearer Anteil der Suszeptibilität in elektro-statischen Einheiten.

Weitere Untersuchungen bei höheren Feldstärken würden präzisere Aussagen über eine Nichtlinearität der Polarisierbarkeit zulassen.

Der „Ludwig-Boltzmann-Gesellschaft zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich“ sind wir für die finanzielle Unterstützung zu Dank verpflichtet.

Magnetische, elektrische und thermische Eigenschaften der bcc- α -Phase im System Fe-Ga

H. WAGINI

Forschungslaboratorium Erlangen der Siemens AG
(Z. Naturforsch. **22 a**, 143–144 [1967]; eingeg. am 20. Dezember 1966)

Nach dem Zustandsdiagramm des Systems Fe-Ga von DASARATHY u. a.¹ sowie von MEISSNER u. a.² beträgt

die maximale Löslichkeit von Gallium in Eisen 50 Atom-Proz. bei ca. 900 °C, nimmt jedoch bei Zimmertemperatur auf etwa 15% ab. Die durch Zusammenschmelzen der Elemente mittels Hochfrequenzheizung und schnelles Abkühlen hergestellten Proben der Zusammensetzung

¹ C. DASARATHY u. W. HUME-ROTHERY, Proc. Roy. Soc. London **A 286**, 141 [1965].

² H. G. MEISSNER u. K. SCHUBERT, Z. Metallk. **56**, 523 [1965].



zung $\text{Fe}_{75}\text{Ga}_{25}$ und $\text{Fe}_{69}\text{Ga}_{31}$ waren gemäß Pulveraufnahmen einphasig kubisch-raumzentriert mit etwa gleichen Gitterkonstanten von $2,913 \pm 0,008 \text{ \AA}$; sie liegen über der nach Angaben von DASARATHY u. a.¹ gezeichneten Kurve (Abb. 1, links unten). 14-tägiges Tempern bei ca. 750°C veränderte das Gitter nicht. Die zwei bei Zimmertemperatur metastabilen, polykristallinen Legierungen wurden magnetisch, elektrisch und thermisch untersucht. ALDRED³ berichtete kürzlich über magnetische Messungen an ähnlichen Legierungen bis 18 Atom-Proz. Ga.

Die Hysteresekurven wurden bei verschiedenen Temperaturen mit einem Wechselfeld von 50 Hz in der schon früher⁴ beschriebenen Apparatur bis zur Sättigung angesteuert und oszillographisch aufgenommen. Die daraus bestimmten Sättigungsmagnetisierungen sind in Abb. 1 als Funktion der Temperatur aufgetragen. Auf Skineffekt- und Entmagnetisierungskorrekturen konnte wegen der Probendimension von $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ verzichtet werden. Durch Extrapolation der Magnetisierungskurven (Abb. 1) erhält man CURIE-Temperaturen von ca. 620°K bzw. ca. 760°K sowie Sättigungsmagnetisierungen M_0 von etwa 10 kG bzw. 14 kG am absoluten Nullpunkt. Trägt man diese Meßwerte zusammen mit den entsprechenden Daten für reines $\alpha\text{-Fe}$ als Funktion der Ga-Konzentration auf (Diagramm in Abb. 1, links unten), so ergibt sich ein nichtlinearer Zusammenhang.

In Abb. 2 sind spezifischer elektrischer Widerstand, absolute differentielle Thermospannung und Wärmeleitfähigkeit als Funktion der absoluten Temperatur wiedergegeben. Die Messungen wurden in der schon früher beschriebenen⁵ „Magnetfeldapparatur“ durchgeführt. Die Meßpunkte für den spezifischen elektrischen Widerstand oberhalb Zimmertemperatur liegen sehr dicht im Abstand von jeweils 10°K und wurden nicht eingezeichnet. An den Kurven erkennt man die jeweilige CURIE-Temperatur Θ_c als Knick. Mit zunehmendem Ga-Anteil wird der spezifische elektrische Widerstand größer, die Wärmeleitfähigkeit kleiner. Letztere ist um mehr als ein Drittel geringer als die von Eisen⁶. Wegen

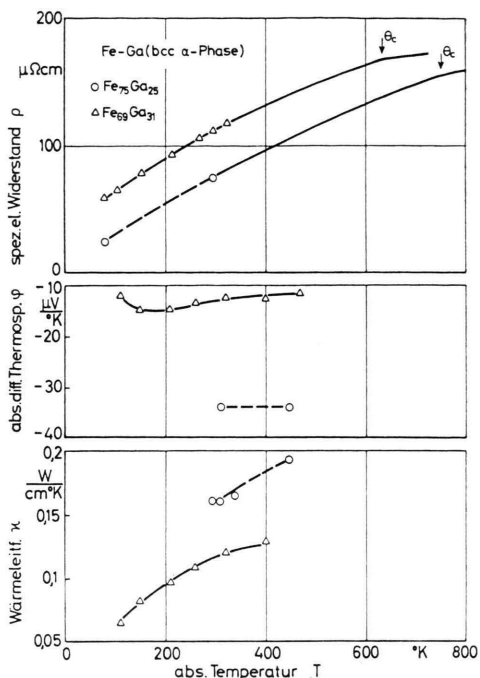


Abb. 2. Spezifischer elektrischer Widerstand ρ , absolute differentielle Thermospannung φ und Wärmeleitfähigkeit κ als Funktion der absoluten Temperatur T .

der großen Verlustkorrekturen und der nicht ganz porrenfreien Proben beträgt der Meßfehler für die Wärmeleitfähigkeit oberhalb Zimmertemperatur bis zu $\pm 10\%$. Die absolute differentielle Thermospannung ist in beiden Fällen negativ im Gegensatz zum positiven Wert von Eisen⁶. Ein Minimum ($< -35 \mu\text{V}/^\circ\text{K}$) ist zwischen 0 und 30 Atom-Proz. Ga zu suchen.

Frau Dr. G. GIESECKE danke ich für die röntgenographische Untersuchung sowie Herrn A. FINK für die Herstellung der Proben.

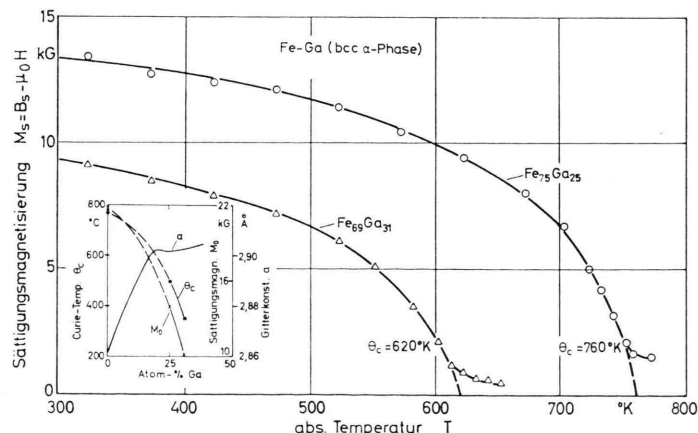


Abb. 1. Sättigungsmagnetisierung M_S von zwei kubisch-raumzentrierten Fe-Ga-Legierungen als Funktion der absoluten Temperatur T . In der linken unteren Ecke sind CURIE-Temperatur Θ_c , Sättigungsmagnetisierung am absoluten Nullpunkt M_0 sowie Gitterkonstante a in Abhängigkeit vom zulegierten Ga-Anteil aufgetragen.

³ A. T. ALDRED, J. Appl. Phys. **37**, 1344 [1966].

⁴ H. WAGINI u. M. WILHELM, Z. Naturforsch. **21 a**, 329 [1966].

⁵ H. WAGINI, Z. Naturforsch. **19 a**, 1541 [1964].

⁶ W. FULKERSON, J. P. MOORE u. D. L. McELROY, J. Appl. Phys. **37**, 2639 [1966].