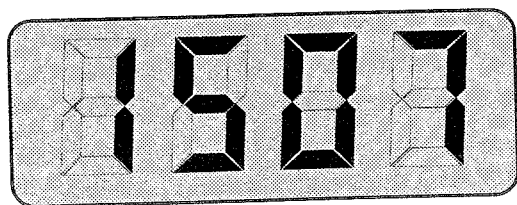


DIGITAL MULTIMETER

**DME**



Operation Manual

取扱説明書

 **KIKUSUI**

## - 保証 -

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能は規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より1年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用およびご使用上の不注意による故障および損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

This warranty is valid only in Japan.

All or any parts of this manual may not be reproduced in any forms, without express written permission of Kikusui Electronics Corporation.

The contents of this manual, including the specifications of the instrument, are subject to change without notice.

© 1995 Copyright Kikusui Electronics Corporation

All rights reserved.

First Edition : FEB, 1995

本書の一部または全部の無断転載、無断複写を禁止します。

製品の仕様ならびに本書の内容は予告なく変更することがあります。

© 1995 菊水電子工業株式会社

1995年2月1版

Kikusui Part No. Z1-000-491

# DIGITAL MULTIMETER

## DME1507

### Operation Manual

#### Contents







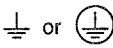

USER SAFETY	1-3	2.2 Power-ON Operation	1-10
USE PRECAUTIONS	1-4	2.3 Basic Operation	1-10
INTRODUCTION	1-5	2.3.1 DC Voltage	
Chapter 1 SETUP	1-6	Measurements	1-10
1.1 Check at Unpacking	1-6	2.3.2 AC Voltage	
1.2 Installation Conditions	1-6	Measurements	1-11
1.3 Checking AC Input Power	1-7	2.3.3 DC Current, AC Current	
Chapter 2 OPERATING		Measurements	1-12
METHOD	1-8	2.3.4 Resistance	
2.1 Precautions and Preparation		Measurement	1-12
for Use	1-8	2.3.5 dBm Measurements	1-12
2.1.1 Safety and Input Overload		2.3.6 Relative Mode	1-13
Protection	1-8	2.3.7 100 Point Data Logger	
2.1.2 Safety and Connections to		Operation	1-14
Common Input Terminal	1-8	2.3.8 Diode Test	1-14
2.1.3 Precautions for Measuring		Chapter 3 GPIB CONTROL	
Current	1-9	(OPTION)	1-15
2.1.4 Warm Up	1-9	3.1 Interface Capabilities	1-15
2.1.5 Overrange Indication	1-9	3.2 GPIB Bus Restrictions	1-16
2.1.6 Error Messages	1-9	3.3 GPIB Address Selection	1-16
		3.4 Initial Conditions	1-17

## Contents (cont'd)

3.5 Bus Commands and Messages	1-17	2. Resistance Measurement	
3.5.1 Universal Commands	1-17	Techniques	1-40
3.5.2 Uni-Line Messages	1-18	3. AC Measurement	
3.5.3 Addressed Commands	1-19	Techniques	1-40
3.6 Device-Dependent Command Set	1-19		
3.6.1 Bn (Data Logger Buffer)	1-21		
3.6.2 dB (D or d)	1-22		
3.6.3 EOI (K or k)	1-23		
3.6.4 4 Range (R or r)	1-23		
3.6.5 Triggering (T or t)	1-23		
3.6.6 Prefix (Y or y)	1-24		
3.6.7 Execute (N or n)	1-24		
3.7 Service Request	1-25		
3.8 Talk-Only Mode	1-26		
3.9 Remote Calibration	1-27		
Chapter 4 PART NAMES AND FUNCTIONS	1-28		
Chapter 5 MAINTENANCE	1-32		
5.1 Cleaning	1-32		
5.2 Inspection	1-32		
Chapter 6 SPECIFICATIONS	1-33		
APPENDIX	1-37		
MEASUREMENT TECHNIQUES	1-37		
1. Voltage Measurement			
Techniques	1-37		

# USER SAFETY

This operation manual and this instrument use the following safety symbols. Note the meaning of each of the symbols to ensure safe use of this instrument. (Using symbols depend on instrument. Therefor all of symbols may not be used.)

	Indicates the presence of 1000V or higher. Never attempt to touch this part.
	Indicates the possibility of personnel injury or death. Never fail to follow the operating procedure. Do not proceed beyond a WARNING sign until the noted conditions are fully understood and met.
	Indicates the existence of damage to this instrument or connected equipment. Always follow the operating procedure. Do not proceed beyond a CAUTION sign until the indicted conditions are fully understood and met.
	Indicates additional information such as operating procedure.
	Describes technical terms used in this manual.
	When this mark is indicated on the instrument, refer the relevant section of the Operation Manual.
	Indicates a grounding (earth) terminal.
	Indicates a chassis grounding terminal.

## USE PRECAUTIONS

### ■ AC input voltage

Always use AC input voltage within a specified voltage range.

### ■ Power cable

Use the input power cord provided for the instrument.

### ■ Input fuse

Use input fuse suitable for the instrument.

### ■ Instrument covers

Never remove an instrument cover, as many instrument components are dangerous to touch.

# INTRODUCTION

The Kikusui DME1507 Digital Multimeter is a high-performance 5-1/2 digit instrument designed for general purpose bench or systems applications. Features of the DME1507 include :

- Six measure function: DC voltage, AC voltage, DC current, AC current, resistance, dBm measurement for DC and AC voltage
- True RMS AC voltage and current measurement
- $1\ \mu\text{V}$ ,  $1\text{m}\Omega$ ,  $1\text{nA}$  resolution
- Manual or autoranging
- 2-wire or 4-wire resistance measurement
- Data logger, max/min reading storage
- Relative mode
- GPIB option

## 1.1 Check at Unpacking

The instrument should be checked upon receipt for damage that might have occurred during transportation. Also check that all accessories have been provided.

Should the instrument be damaged or any accessory missing, notify your Kikusui agent.

Accessories	Q'ty	Check
Operation manual	1	
AC power cable	1	
Test lead (KTL-107)	1	

### CAUTION

- When the product needs to be transported, always use the dedicated packing materials (those used for delivery). If additional packing materials are required, contact your Kikusui agent.
- Disconnect the power cord and other cables for packing.

## 1.2 Installation Conditions

Do not install this instrument in the following locations.

### ■ Areas exposed to inflammable materials

To prevent explosions or fires, do not use the instrument in any areas exposed to inflammable materials such as alcohol or thinner.



■ High-temperature areas or areas exposed to direct sunlight

Do not place the instrument near heating element, or heater, or in areas exposed to rapid temperature changes.

Operating temperature range: 0-50°C

■ Humid areas

Do not place the instrument in any humid areas such as near a water heater, humidifier, or water tap.

Operating humidity range: 10-80% RH

■ Areas exposed to corrosive gases

Do not use the instrument in any areas exposed to corrosive gases or sulfuric mist.

■ Dusty areas

Do not place the instrument in a dusty area.

■ Blocked ventilation air flow

Install the instrument in a location that allows sufficient space at the sides and rear of the instrument for adequate air circulation.

■ Unstable place

Install the instrument in a place where is free from tilt or vibration.

■ Areas exposed to magnetic or electric fields

Do not use the instrument in any areas exposed to strong magnetic or electric fields.

## 1.3 Checking AC Input Power

The AC input power requirement is indicated on the rear panel of this instrument. Check that AC line voltage is in the range.

# Chapter 2 OPERATING METHOD

## 2.1 Precautions and Preparation for Use

### 2.1.1 Safety and Input Overload Protection

#### WARNING

- Applying the voltage exceeding the maximum allowable input as shown in Table 2-1 to the instrument, electrical shock and/or instrument damage may result. Do not use the instrument exceeding the maximum allowable input.

Table 2-1 Maximum Allowable Input

Measurement Mode	Maximum Input Overload
DC voltage	1000Vdc or ac peak (less than 10 seconds per minute on the 200mV and 2V ranges; 300Vrms continuous)
AC voltage	750Vrms, 1000Vpeak (less than 10 seconds per minute on the 200mV and 2V ranges; 300Vrms continuous) or 1000kHz/input signal frequency, whichever is smaller.
DC current / AC current	2A, 250V fuse protected.
Resistance	450Vdc or ac peak 10 seconds per minute. 200Vrms continuous.

### 2.1.2 Safety and Connections to Common (LO) Input Terminal

#### WARNING

- Exceeding the voltage (common mode voltage) between common input terminal and earth ground is 500Vdc or ac peak, electrical shock and/or instrument damage may

result. Do not use the instrument exceeding the common mode voltage is 500Vdc or ac peak.

### 2.1.3 Precautions for Measuring Current

#### WARNING

- Instrument damage and operator injury may result if the fuse blows while current is being measured in a circuit which exhibits an open circuit voltage greater than 600V. Do not measure current in a circuit which exhibits an open circuit voltage greater than 600V.

### 2.1.4 Warm Up

The DME1507 requires one hour's warm up to achieve specification accuracy.

### 2.1.5 Overrange Indication

An input is overrange if it exceeds the full scale of the selected range. DME1507 indicates an input is overrange by lighting the [OVER] pattern on LCD display.

### 2.1.6 Error Messages

If the DME1507 detects an operator error, it displays an error message on LCD display. Error codes are explained in Table 2-1

Table 2-2 Error Codes

Error Code	Meaning
Err 0	CPU internal RAM error
Err 1	NVRAM error or not calibration
Err 2	Data RAM error
Error	[AC/DC] & [Ω] pressed simultaneity

## 2.2 Power-ON Operation

- ① Check that the [POWER] switch is [OFF] .
- ② Check that the supply voltage is in the range which is indicated on the rear panel.
- ③ Connect the provided power cable to the AC input connector on the rear panel.
- ④ Connect the power cable to the power line.

### CAUTION

- Do not supply voltage except for the indication on the rear panel.  
The instrument is damaged and/or the internal fuse is blown.

- ⑤ Turn the [POWER] switch [ON] .

## 2.3 Basic Operation

This section describes basic operation of each measurement mode.

### WARNING

- Improper operation procedure causes electrical shock and/or instrument damage. Be sure to follow the operation procedure as follows.

### 2.3.1 DC Voltage Measurements

- ① Select the [V] function on.
- ② Select the [AC/DC] switch to [DC] position.
- ③ Set the range switch to the desired range. (If you have no idea about the value of input signal being measured, we suggest you always start at the maximum input range.) For automatic range selection, set the [AUTO] button to [ON] .
- ④ Connect the test lead to the [LO] and [HI] (INPUT 2 WIRE) terminals of the DME1507.
- ⑤ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

## 2.3.2 AC Voltage Measurements

- ① Select the **[V]** function on.
- ② Select the **[AC/DC]** switch to **[AC]** position.
- ③ Set the range switch to the desired range. (If you have no idea about the value of input signal being measured, we suggest you always start at the maximum input range.) For automatic range selection, set the **[AUTO]** button to **[ON]** .
- ④ Connect the test lead to the **[LO]** and **[HI]** (INPUT 2 WIRE) terminals of the DME1507.
- ⑤ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

### NOTE

- The DME1507 measures the true RMS value of AC voltages and currents. In physical terms, the RMS (root-mean-square) value of a waveform is the equivalent dc value that causes the same amount of heat to be dissipated in a resistor. Since the RMS value is the DC equivalent of the original waveform, it provides a reliable basis for comparing dissimilar waveforms.
- If the DME1507 input terminals are shorted while the AC function is selected, the DME1507 displays a nonzero reading (typically 100 digits or less). Such readings are due to random noise combined with the inherent nonlinear response of computing-type RMS converters to very small signals. The zero-input error is quickly reduced when the input is increased. The RMS converter error and the internally generated are noise both unrelated with the input signal. Therefore, when a signal is applied, the resulting reading is not the simple addition of the signal and the zero-input error, but the square root of the sum of their squares. This reduces the effect of the error.  
Also refer to Appendix in this manual "Insignificant of Inherent Meter Offset" (page 1-40).

### 2.3.3 DC Current, AC Current Measurements

- ① Select the [A] function on.
- ② Set the range switch to the desired range. (If you have no idea about the value of input signal being measured, we suggest you always start at the maximum input range.)
- ③ If measuring DC Current, select the [AC/DC] switch to [DC] position. If measuring AC Current, select the [AC/DC] switch to [AC] position.
- ④ Connect the test lead to the [LO] and [2A MAX] terminals of the DME1507.
- ⑤ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

### 2.3.4 Resistance Measurement

- ① Select the [ $\Omega$ ] function on.
- ② Select the [AC/DC] switch to [DC] position.
- ③ Set the range switch to the desired range. For automatic range selection, set the [AUTO] button to [ON] .
- ④ Connect the test lead to the [LO] and [HI] (INPUT 2 WIRE) terminals of the DME1507. If 4-wire measurements are to be made, connect an additional set of leads to the [LO] and [ $\Omega$  SENSE] terminals.
- ⑤ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

#### NOTE

- The circuit to be tested must be in power-off status during the resistance measurement. Any voltage drop across the circuit to be tested will cause mistaken reading of resistance measurement.

### 2.3.5 dBm Measurements

- ① Select the [V] function on.
- ② If measuring DC Voltage, select the [AC/DC] switch to [DC] position. If measuring AC Voltage, select the [AC/DC] switch to [AC] position.

- ③ Set the range switch to the desired range. (If you have no idea about the value of input signal being measured, we suggest you always start at the maximum input range.) For automatic selection, set the [AUTO] button to [ON] .
- ④ Press the [dBm] button.
- ⑤ Connect the test lead to the [LO] and [HI] (INPUT 2 WIRE) terminals of the DME1507.
- ⑥ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

#### NOTE

· The standard reference impedance of the DME1507 is 600 Ω. dBm is defined as the power value that 1mV is consumed with 600 Ω. Thus with a 600 Ω reference impedance the DME1507 will read 0dBm whenever 0.7746V is applied.

$$0\text{dBm} = 1\text{mW} = (0.7746\text{V})^2 / 600\Omega$$

### 2.3.6 Relative Mode

The relative mode allows you to store a reading as a relative reference value. When the [REL] button is pressed, the DME1507 stores the present reading and display subsequent measurements as the difference between the measured value and the stored reading. The [REL] annunciator is lit whenever an relative mode is in use.

The REL feature may be used in all functions. Since the display represents a numeric difference, it always has a sign, even in the resistance and AC functions. The REL mode can be canceled by pressing the [REL] button again.

If you change functions while an offset is stored, the [REL] annunciator disappears and the offset temporarily disappears. However, when you return to the original function, the offset is restored (and the [REL] annunciator reappears) unless a new offset was established in another function.

Applications of the relative mode include correcting for test lead resistance in 2-wire resistance measurements, nulling offset currents or voltages, measuring voltage deviations, and matching resistors.

## 2.3.7 100 Point Data Logger Operation

The data logger can store up to 100 readings and store the minimum and maximum readings recorded during the period that the data logger is active. The procedure for operating the data logger is as follows :

- ① Connect the desired measurement configuration to the DME1507
- ② Press and hold the **[STO/CLR]** button. The following reading rates will scroll on the display:

Table 2-3 Reading Rates

STO 0 [every]	Store data at every reading.
STO 1 [1 sec]	Store one reading per second.
STO 2 [10 sec]	Store one reading per ten second.
STO 3 [1 min]	Store one reading per minute.
STO 4 [10 min]	Store one reading per ten minute.
STO 5 [1 hour]	Store one reading per hour.
STO 6 [trigger]	Store one reading every time <b>[STO/CLR]</b> is pressed.

- ③ Release the **[STO/CLR]** button when the desired reading rate is displayed.
- ④ To recall the data, press and hold in the **[RCL]** button. The display scrolls through the data points and HIGH/LOW. Release the **[RCL]** button at the desired data point and note the reading on the display. The data pointer can be increased by steps of one by momentarily holding in the **[RCL]** button.

## 2.3.8 Diode Test

The DME1507 can be used for testing semiconductor junctions, the procedure as follows:

- ① Select the **[Ω]** function.
- ② Select the **[AC/DC]** switch to **[DC]** position.
- ③ Press the **[200k]** and **[20MΩ]** button (diode symbols) in simultaneously.
- ④ Connect the test lead to the **[LO]** and **[HI]** (INPUT 2 WIRE) terminals of the DME1507.
- ⑤ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.



The GPIB interface option turns the DME1507 into a full programmable instrument for use with the IEEE Standard 488 interface bus (GPIB bus). With the GPIB interface, the DME1507 can become part of an automated instrumentation system. The DME1507 can be under interactive control from a remote bus controller; or it can be set to the talk-only mode, connected to a data logger or printer, and dedicated to a single task.

This manual assumes you know the basics of the GPIB interface bus. For more information about the GPIB, refer to:

IEEE Std 488-1978

ANSI Std MC1.1

## 3.1 Interface Capabilities

By installing the option, the DME1507 implements the following GPIB (General Purpose Interface Bus) interface functions, which are defined by IEEE standard 488:

Table 3-1 Interface Capabilities

SH1	Source Handshake
AH1	Acceptor Handshake
T5	Talker
TE0	No Extended Talker
L4	Listener
LE0	No Extended Listener
SR1	Service Request
RL0	No Remote Local
PP0	No Parallel Poll
DC1	Device Clear
DT1	Device Trigger
E1	Open Collector
C0	No Controller

## 3.2 GPIB Bus Restrictions

The following restrictions apply to all GPIB systems:

1. A maximum of 15 devices can be connected in a single GPIB bus system.
2. The maximum length of GPIB cable used in one GPIB system is the lesser of either 20 meters or 2 meters times the number of devices in the system.

## 3.3 GPIB Address Selection

The five address switches are located on the rear panel of the option installed instrument. The GPIB address is set in binary, with A1 the least significant bit and A5 the most significant bit. Figure 3-1 shows the factory-set address of "4" (binary 00100). Any address from 00 to 30 decimal (00000 to 11110 binary) is a valid GPIB address. The DME1507 will operate on whatever valid address is set on the address switches.

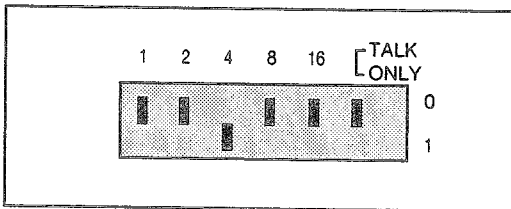


Figure 3-1 GPIB Address Switches

The GPIB address switches are read only upon power up. If the address is changed, the DME1507 must be turned off and then powered up again before the new address can be used.

## 3.4 Initial Conditions

The DME1507 initializes at power on programmed with the values listed in Table 3-2.

Table 3-2. Default Values (Status Upon Power Up or After DCL or SDC)

Mode	Value	Status
Data Logger	B0	Disabled
dBm	D0	Off
Function	—	Reflects front panel selection.
Range	—	Reflects front panel selection.
EOI	K0	Send EOI
SRQ	M0	Disabled
Trigger	T0	Continuous on Talk.
Terminator	W (CR LF)	CR LF
Data Format	Y0	Send prefix.
Relative	Z0	Off

## 3.5 Bus Commands and Messages

The Bus commands and messages understood by the DME1507 can be separated into the three main classes described in the IEEE standard 488: Universal, Uniline, Addressed.

### 3.5.1 Universal Commands

My Listen Address ( MLA )

The MLA command addresses the DME1507 to listen.

My Talk Address ( MTA )

The MTA command addresses the DME1507 to talk.

Unlisten ( UNL )

The UNL command unaddresses all current listeners.

Untalk ( UNT )

The UNT command unaddresses the current talker.

#### Device Clear ( DCL )

The DCL command may be used to clear the DME1507, setting it to a known state. Note that all devices on the bus equipped to respond to a DCL will do so simultaneous. When the DME1507 receives a DCL command, it will return to the default conditions listed in Table 3-2.

#### Serial Poll Enable ( SPE )

The SPE command establishes the serial poll mode for the DME1507. When addressed to talk, it will return a single eight-bit of status.

#### Serial Poll Disable ( SPD )

The SPD command terminates the serial poll mode for the DME1507, returning it to the normal talker state where the DME1507 outputs device-dependent data rather than status information.

### 3.5.2 Uni-Line Messages

#### Attention ( ATN )

The DME1507 monitors ATN at all times. When true, ATN places the interface in the "Command Mode" where the DME1507 accepts ( handshakes) data on the Data lines and interpret it as Commands or Addresses. When false, ATN places the interface in the "Data Mode" where the active talker sources device-dependent Data to all active listeners.

#### Interface Clear ( IFC )

The IFC line is used only the System Control halt to halt current operations (communications) on the bus (i.e. unaddress all talkers and listeners and disable Serial Poll). The Uni-line Message clears only the interface (not the DME1507) by placing it in a known quiescent state.

#### Remote Enable ( REN )

The REN line is used only by the System Controller to enable the DME1507 to be subsequently placed in the remote programming mode. When true, the DME1507 capable of remote operation are placed in remote when addressed to listen. When false, the DME1507 return to local operation.

### 3.5.3 Addressed Commands

#### Group Execute Trigger ( GET )

This command causes the DME1507 which has the GET capability and is currently addressed to listen to initiate a pre-programmed action. Refer to Trigger commands - T2, T3 (Table 3-3).

#### Selected Device Clear ( SDC )

The SDC command performs the same function as the DCL command except that only the addressed device responds. This command is useful for clearing only a selected instrument instead of all instruments at once. The DME1507 returns to the default conditions listed in Table 3-2 when responding to a SDC command.

#### Go To Local ( GTL )

This command causes the DME1507 currently addressed to listen to return and to local control ( exit the Remote State ).

## 3.6 Device-Dependent Command Set

Device-dependent commands are the heart of DME1507 remote control. They tell the DME1507 how and when to make measurements, when to put data on the bus, when to make service requests, etc. The set of device-dependent commands is listed in Table 3-3. The commands may be entered using either upper- or lower-case letters.

Device-dependent commands are device-dependent messages. For the DME1507 to receive them, they must be sent the GPIB bus when the DME1507 is in the remote and has been addressed as a listener.

The following paragraphs describe device-dependent commands in alphabetical order.

Table 3-3 Device-Dependent Command Set

Mode	Command	Description	
Data Logger	B0	Do not send stored reading. (default)	
	B1	Send stored readings.	
Digital Calibration	$C \pm n.nnnnnE \pm nn$	n represents calibration value.	
dBm	D0	dBm off (default)	
	D1	dBm on	
EOI	K0	EOI enabled. (default)	
	K1	EOI disabled.	
SRQ Mode	Mnn	SRQ on error and/or data conditions.	
Execute	N	Execute other device-dependent commands. *1	
Range		Volts	Ohms
	R0	AUTO	AUTO
	R1	200m	200 $\Omega$
	R2	2	2k
	R3	20	20k
	R4	200	200k
	R5	750VAC/1000VDC	20M $\Omega$
Store	S0	Store calibration value.	
Trigger	T0	Continuous on talk.	
	T1	One-shot on talk.	
	T2	Continuous on GET.	
	T3	One-shot on GET.	
	T4	Continuous on N.	
	T5	One-shot on N.	
Status Word	U0	Output status word.	
Terminator	W (ASCII)	ASCII character *2	
	W (LF)	CR LF (default)	
	W (CR)	LF CR	
	W (DEL)	None	
Prefix	Y0	Enable output prefix.	
	Y1	Disable output prefix.	
Relative	Z0	REF off	
	Z1	REF on	

\*1: The execute character is the last byte in the command string.

Refer to "3.6.7 Execute (N or n)" for detail.

\*2: Example "W (ASCII)": means "WS"

"WOA": means "WCR LF"

### 3.6.1 Bn (Data Logger Buffer)

Readings that have been stored in the Data Logger Buffer may be retrieved and sent over the GPIB bus. The data in the data logger buffer is not discarded when it is retrieved. The data remains in the buffer until changed. The buffer is controlled by the B command as follows:

B0 = Do not send stored readings and return the DME1507 to the normal operation mode.

B1 = Send stored readings.

The readings are sent in the following format:

001, NDCV  $\pm$  1.23456E+3

Data Pointer Data Format ( refer to Figure 3-2 )

Where Data Pointer data means:

101 = Maximum reading stored ( n= HI in the Data Logger Buffer )

102 = Minimum reading stored (n= LO in the Data Logger Buffer )

001 = First reading stored (=01)

...

...

...

100 = 100th reading stored ( n=100 )

000 = Not a buffered ( stored ) reading.

Refer to note 2.

This is the actual order in which the readings are sent.

#### NOTE

1. A maximum of 102 readings ( comprising Min/ Max ) can be stored by the DME1507.
2. After the last logged reading is sent, displayed readings are sent until the B0 command is given. These readings represent the signal level applied to the DME1507 input.
3. The display does not reflect logged data while being recalled over the bus.

■ Example - Fill the buffer (Data Logger) with readings.

- ① Press the **[STO/CLR]** button and hold it in until the desired store rate is displayed.
- ② Release the **[STO/CLR]** button to select the store rate and start the data logger.
- ③ When the buffer is full, press the **[STO/CLR]** button to stop the data logger. The buffer is full when the **[RCL]** annunciator is blinking on the display.

Enter the following sample program into the HP-9000 GPIB controller or IBM PC/AT ( or compatible ) + HP 82300C and assign address #4

Program	Comments
10 CLEAR 7	!Clear port
20 CLEAR 704	!Clear instrument to default functions
30 OUTPUT 704;"B1N"	!Send stored reading
40 FOR I = 1 TO 102	!Total 102 data.
50 ENTER 704;R\$	!Get data from DME1507
60 PRINT R\$	!Display the data
70 NEXT I	
80 END	

After entering the program press the HP-9000 RUN key to start the program. After the RUN key is pressed the readings that were stored are display on the HP-9000 CRT.

### 3.6.2 dBm (D or d)

The dBm function is the only function that can be programmed over the GPIB bus. The DME1507 must be manually set to DC voltage function or AC voltage function before dBm can be enabled. The dBm function is controlled by sending one of the following commands over the bus :

D0 = dBm off

D1 = dBm on

Example -Using front panel controls place the DME1507 in the DC voltage function and enter the following program:

```
10 REMOTE 704
20 OUTPUT 704:"D1N"
```



### 3.6.3 EOI (K or k)

The EOI line on the bus is usually set low by a device during the last byte of its data transfer sequence. In this way, the last byte is properly identified allowing variable length data words to be transmitted. The DME1507 normally sends EOI during the last byte of its data string or status word. The EOI response of the instrument may be sent with one of the following commands:

K0 = Send EOI during last byte

K1 = Sent no EOI

### 3.6.4 4 Range (R or r)

The volts and resistance range are programmable over the bus. The current range are not programmable. The DME1507 must be manually set to the volts (AC or DC) or resistance before the range command can be effective. The range commands can be found in Table 3-3.

### 3.6.5 Triggering (T or t)

Triggering provide a stimulus to begin a reading conversion within the instrument. Triggering may be done in two basic ways:

In continuous mode, a signal trigger command is used to start a continuous series of readings

In one-shot trigger mode, a separate trigger stimulus is required to start each conversion.

The DME1507 has six trigger commands can be found in Table 3-3.

Upon power-up or after a DCL or SDC command, the T0 mode is enabled. In the T0 and T1 modes, triggering is done by addressing the DME1507 to talk. In the T2 and T3 modes, a GET command provides the trigger stimulus. In the T4 and T5 modes, The execute (N) character triggers the instrument.

### 3.6.6 Prefix (Y or y)

The Prefix commands enable or disable prefix which the DME1507 can append to all numeric data. The prefix data format shown as following :

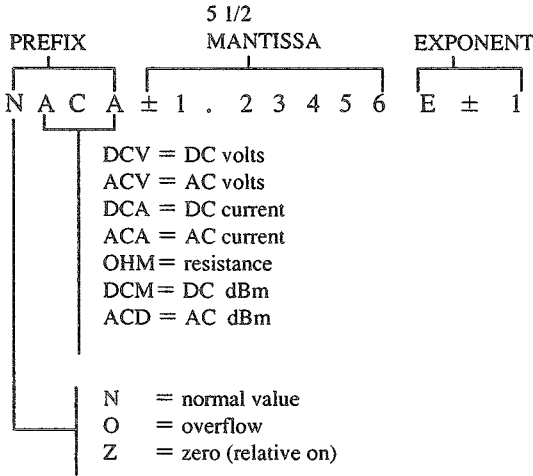


Figure 3-2 Prefix Data Format

### 3.6.7 Execute (N or n)

The execute command is implemented by sending a ASCII "N" or "n" over the bus. Its purpose is to tell the DME1507 to execute the other device-dependent command. Generally the "N" or "n" character is the last byte in the command string.

Example: OUTPUT 704;"BIN"

└─ Execute character

Also the execute (N) character controls instrument operation in the T4 and T5 trigger.

#### NOTE

- Command string sent without an execute character will not be executed at the time. They will be stored in the command buffer. The next time an execute character is received, the stored commands are executed assuming all commands in the previous string will valid.

## 3.7 Service Request

The SRQ mask is a two-digit integer that specifies which conditions will generate a service request. The SRQ mask is entered using the Mnn command and can be read with the U0 command. The conditions corresponding to each SRQ mask value are listed under M as follow:

- 00 = SRQ disable (default)
- 01 = SRQ on overflow
- 08 = SRQ on data available
- 16 = SRQ on busy for not ready to accept a new command.
- 32 = SRQ on (IDDCO) Illegal Device-Dependent Command Option is received.
  - or (IDDC) Illegal Device-Dependent Command Is received.
  - or the device is not in remote when a command is received.

The SRQ mask can enable any combination of serial poll register. If any mask-enable bit in the serial poll register comes is set true, the SRQ bit (bit7) is set true, generating a service request.

■ Example - Enter the following program the HP-9000 PC

Program	Comments
10 REMOTE 704	
20 OUTPUT 704;"M40N"	!for SRQ on IDDCO or on data available.
30 OUTPUT 704;"K2N"	!program illegal command operation.
40 S=SPOLL(704)	!perform serial poll
50 DISP "B7B6B5B4B3B2B1B0" !	
60 FOR I = 7 TO 1 STEP -1	
70 DISP BIT(S,I)	!display bit status into suitable location
80 NEXT I	
90 DISP	
100 END	

## 3.8 Talk-Only Mode

The talk-only mode lets you take advantage of the remote capability of the DME1507 without using an instrument controller. To put the DME1507 in the talk-only mode:

- ① Turn the DME1507 [POWER] switch [OFF] .
- ② Set the rear panel [TALK ONLY] bit switch to [1] (the down position).
- ③ Connect the DME1507 via the GPIB bus to your printer, data logger, or other device.
- ④ Configure the other device as a listener only.
- ⑤ Turn the DME1507 [POWER] switch [ON] .
- ⑥ Configure the DME1507 with the front panel controls.

The default talk only mode rate is three reading per second. However, a different talk rate can be selected by performing the following procedure

- ① Press and hold the [STO/CLR] button. The following talk rate scroll on the display:

Rate    Meaning

r = 0    Every reading

r = 1    one reading per second

r = 2    one reading per 10 second

r = 3    one reading per one minute

r = 4    one reading per 10 minute

r = 5    one reading per hour

r = 6    one reading every time the [STO/CLR] button is pressed (when in the data logger mode).

- ② Release the [STO/CLR] button when the desired talk rate is desired. The [STO] annunciator turns on and the instrument talks at the selected rate. If r = 6 is selected, press the [STO/CLR] button every time a reading is desired.
- ③ Turn off the data store by pressing the [STO/CLR] button again. The [STO] annunciator turned off.

Formatting the DME1507 format is used the same one used for addressable operation and is described in detail in paragraph 3.6.6.

————— NOTE —————

- If the address switches are set to an even number then prefix is sent with the reading. An odd address number sent only the data.

### 3.9 Remote Calibration

If the GPIB Interface option is installed, the DME1507 can be calibrated under remote control.

Through the use of the C command, the DME1507 enters the calibration mode and the calibration value is transmitted to the instrument. The calibration command is in the form:

$C \pm n.nnnnnE \pm nn$

where:

$\pm n.nnnnn$  represents the mantissa ( 5 1/2 digits)

$E \pm nn$  represents the exponent

Through the use of the S0 command the calibration values entered can be stored in NVRAM (Non Volatile RAM). This command also takes the DME1507 out of the calibration mode.

————— NOTE —————

1. Only as many significant digits as necessary need to be entered. For example for calibration of the 2V range with a 1.90000 input value, the following command would be used:

V1.9N

2. The correct calibration value must be connected to the instrument before the C command is sent.

■ Example- Remote Calibration with store to NVRAM

Program	Comments
10 REMOTE 704	!Set up for remote operation
20 OUTPUT 704;"C1.9N"	!Starting calibration
30 OUTPUT 704;"SON"	!Store value IN NVRAM

# Chapter 4 PART NAMES AND FUNCTIONS

See Figure 4-1 and Figure 4-2.

1 POWER

Turns the power of the DME1507 on and off. It is turned on at pushed.

2 Range switch

Used to select measurement ranges.

In diode test mode, press the [200k] and [20MΩ] buttons (diode symbols) in simultaneously.

In voltage measurement and resistance measurement mode, press in the [AUTO] button for automatic range selection.

3 Function switch

Used to select measurement mode.

In voltage measurement and current measurement mode, the [AC/DC(Ω)] button is used to select AC/DC. To select resistance measurement or diode test mode, select [Ω(DC)] .

The [A] button is used to select current measurement mode.

The [Ω →] button is used to select resistance measurement or diode test mode.

The [V] button is used to select voltage measurement mode.

4 LCD

5-1/2 liquid crystal display unit for displaying the reading value.

Displays measurement mode, range polarity and status.

5 CTRS

Adjusts contrast of the LCD.

6 RCL

Used to recall the stored data in data logger operation.

7 STO/CLR

Used to select the reading rates in data logger operation.

8 dBm

Used to select dBm measurements.

- 9 REL  
Used to select relative measurement mode.
- 10  $\Omega$  SENSE 4WIRE input terminal  
Used to detect voltage in 4-wire resistance measurement
- 11 INPUT 2WIRE input terminal  
Used to perform voltage measurement or 2-wire resistance measurement
- 12 2A MAX input terminal  
Used to perform current measurement within 2A protect fuse.
- 13 Input fuse holder  
The AC input fuse is put in this.
- 14 AC connector  
Used to connect the AC power cable.
- 15 CAL/NORM switch  
Used to calibrate the DME1507 (local calibration; front panel controlled). Select the [NORM] position in normal use.
- 16 GPIB connector  
(Optional GPIB interface installed model only)  
Used to control the DME1507 via GPIB bus.
- 17 GPIB address, Talk-Only switch  
(Optional GPIB interface installed model only)  
Used to set GPIB bus address.  
To set Talk-Only mode, set the [TALK ONLY] bit switch to 1 (down position).

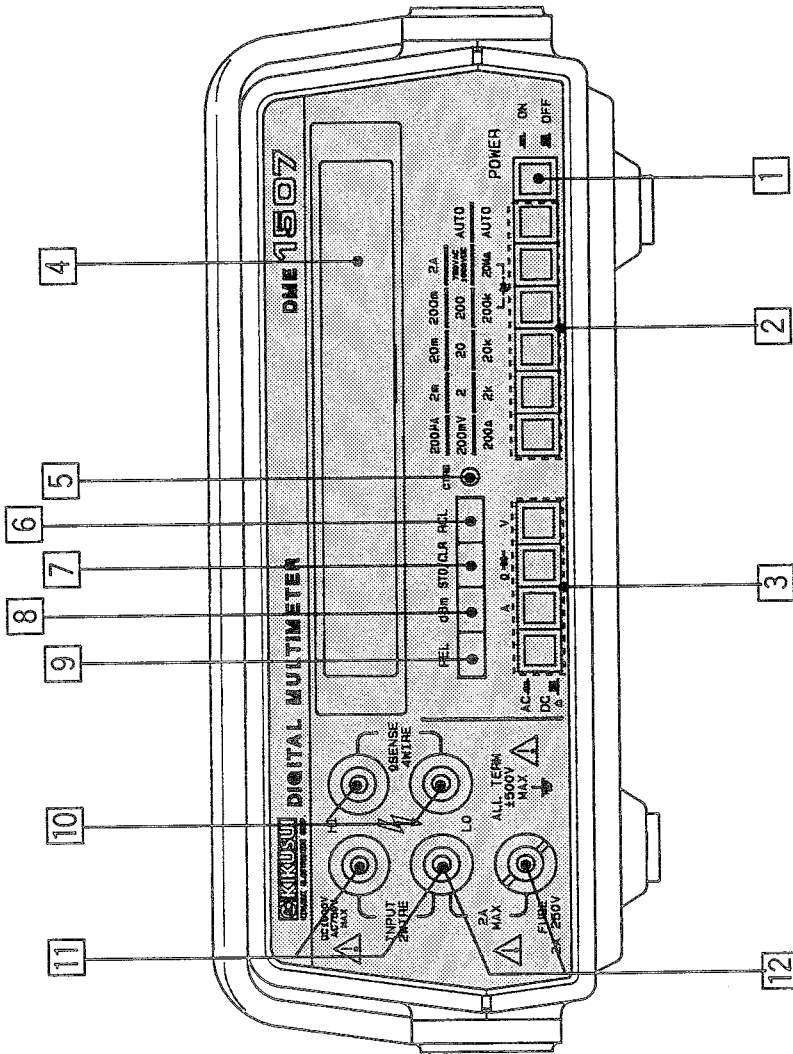


Figure 4-1 Front Panel



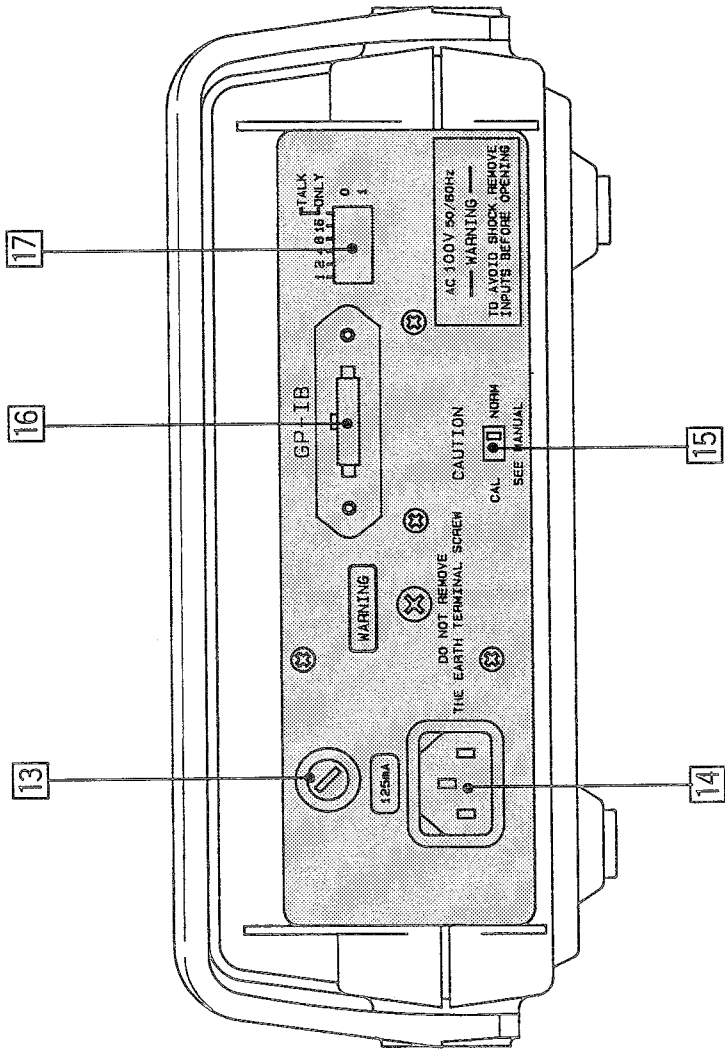


Figure 4-2 Rear Panel (Option installed model)

Maintenance and checking should be periodically performed to keep an initial performance of the instrument for a long term.

## 5.1 Cleaning

If the panel surface becomes dirty, gently wipe the surface using a soft cloth dampened with a diluted, neutral detergent.

### CAUTION

- Be sure to turn the [POWER] switch [OFF] and remove the AC power cable.
- Do not use volatile substances such as thinner or benzene. Otherwise, the panel surface may become discolored, printed letters erased, or the display may turn whitish.

## 5.2 Inspection

Input Power cable: Check the power cable for torn coverings, loose plugs or connectors, or cracks.

### WARNING

- The presence of a torn covering may result in electrical shock. Immediately stop using the instrument and replace the torn cable with a new one.

For purchasing of accessories, contact your Kikusui agent.

# Chapter 6

# SPECIFICATIONS

## DC Voltage

Range	Resolution	Input Resistance	Accuracy: $\pm$ (% of rdg + counts)	
			24 Hr 22 - 24°C	1 Yr 18 - 28°C
200mV	1 $\mu$ V	1G $\Omega$	0.007+2*	0.016+3*
2V	10 $\mu$ V	1G $\Omega$	0.006+2	0.011+2
20V	100 $\mu$ V	10M $\Omega$	0.006+2	0.015+2
200V	1mV	10M $\Omega$	0.006+2	0.015+2
1000V	10mV	10M $\Omega$	0.007+2	0.015+2

\* Relative on

NMRR: Greater than 60dB at 50Hz, 60Hz  $\pm$  0.1%

Maximum allowable Input: 1000Vdc or ac peak (less then 10 second per minute on the 200mV and 2V ranges; 300Vrms continuous).

dBm (ref 600 $\Omega$ ): Accuracy : (0.02dB + 1 count) above -78dBm

Resolution: 0.01dB above 0.5% of range

## True RMS AC Voltage

Range	Accuracy: $\pm$ (% of rdg + counts) 1 Yr 18 - 28°C				
	20Hz - 50Hz *	50Hz - 10kHz *	10kHz - 20kHz **	20kHz - 50kHz **	50kHz - 100kHz **
200mV	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	5+400
2V	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	3+400
20V	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	3+400
200V	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	3+400
750V	1.80+200	0.75+100	1.0+200	1.8+200	3+400

\* Above 1800 counts. \*\* Above 18000 counts.

Input Impedance: 1M $\Omega$  shunted by <100pF

Maximum Allowable Input: 750Vrms, 1000Vpeak (less than 10 seconds per minute on 200mV and 2V ranges; 300Vrms continue) or 1000kHz/input signal frequency, whichever is smaller.

dBm (ref 600Ω) : Accuracy : (0.02dB + 1 count) above -78dBm

Resolution : 0.01dB above 0.5% of range

### DC Current

Range	Resolution	Accuracy: ±(% of rdg + counts) 1 Yr 18 - 28°C
200 μ A	1nA	0.1 + 15
2mA	10nA	0.1 + 15
20mA	100nA	0.1 + 15
200mA	1 μ A	0.2 + 15
2000mA	10 μ A	0.2 + 15

Overload Protection : 2A fuse (250V), external accessible.

### True RMS AC Current

Range	Accuracy: ±(% of rdg + counts) 1 Yr 18 - 28°C	
	20Hz-50Hz	50Hz-10kHz
200 μ A	1.5 + 200	0.8 + 100
2mA	1.5 + 200	0.8 + 100
20mA	1.5 + 200	0.8 + 100
200mA	1.5 + 200	0.8 + 100
2000mA	1.5 + 200	0.8 + 100

Overload Protection : 2A fuse (250V), external accessible.

## Resistance

Range	Resolution	Accuracy: $\pm$ (% of rdg + counts)	
		24 Hr 22 -24°C	1 Yr 18 - 28°C
200 $\Omega$	1m $\Omega$	0.01 + 2	0.02 + 3
2k	10m $\Omega$	0.01 + 2	0.018 + 2
20k	100m $\Omega$	0.014 + 2	0.026 + 2
200k	1 $\Omega$	0.014 + 2	0.026 + 2
2M	10 $\Omega$	0.02 + 2	0.035 + 2
20M	100 $\Omega$	0.10 + 2	0.12 + 2

Configuration: Automatic 2- or 4- terminal.

Open-Circuit Voltage: +5V

Protection: 450Vdc or ac peak 10 seconds per minute. 250Vrms continue.

Diode Test: Display reads junction voltage up to 2.2V.

Test Current: 1.6mA normal

## General

Display:

220,000 count LCD, polarity, function, range and status indication.

Ranging:

Auto or manual on DC or AC volts, and resistance; manual on AC or DC amps.

Crest Factor: (ratio of peak value to RMS value), AC functions:

$$\leq 3$$

Conversion Rate:

3 readings/second

Maximum Common Mode Voltage:

500V<sub>peak</sub>

Common Mode Rejection Ratio (1k  $\Omega$  unbalance):

Greater than 120dB at DC, 50, 60Hz  $\pm$ 0.1%. Greater than 60dB AC volts.

Temperature Coefficient (0-18°C and 28-50°C)

$$\pm(0.1 \times \text{applicable one year accuracy specification})/^{\circ}\text{C}$$

**Environment:**

Operating: 0-50°C; less than 80% relative humidity up to 35°C; linearly derate  
3% RH/ °C, 35-50°C

Storage: -20-60°C

**Warmup time:**

1 hours to rated accuracy

**Size:**

230 (W) × 86 (H) × 280 (D) mm

Max. 250 (W) × 105 (H) × 295 (D) mm

**Weight:**

2.4kg approx.

**Power requirements:**

100, 120, 220 or 240Vac ±10% (250Vac maximum), selected one of 4 ranges  
at factory shipment, 50 or 60Hz.

**Power consumption:**

10VA approx.

**Accessories**

Operation manual	one copy
AC power cable	one
Test lead (KTL-107)	one

**Option** .....

GPIB interface board (IF01-DME)

**Capability Code:**

SH1, AH1, T5, TE0, L4, LE0, SR1, RL0, PP0, DC1, DT1, E1, C0

# APPENDIX

## MEASUREMENT TECHNIQUES

The information in this appendix offers you techniques in measurement and interpretation of measurements that may extend the usefulness of this instrument. These techniques - common throughout the electronics industry - have been tailored specifically for this instrument.

### 1. Voltage Measurement Techniques

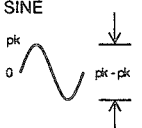
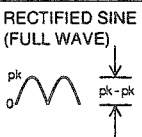
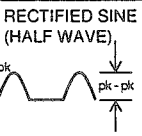
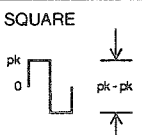
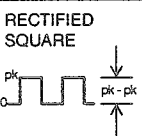
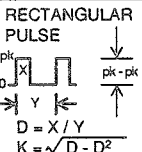
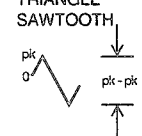
#### Converting Voltage Measurements . . . . .

This instrument actually measures the true RMS value of an AC or AC+DC signal. This is a feature that allows accurate measurement of common waveforms like distorted or mixed frequency sine waves, square waves, sawtooths, noise, pulse trains (with a duty cycle of at least 10%), etc. In the past, the methods of AC measurement used have introduced large errors in the readings. Unfortunately, we've all grown used to these erroneous voltage readings and depend upon them to indicate whether or not a piece of equipment is working correctly. The data contained in Table A-1 should help you to convert between measurement methods.

#### Circuit Loading Error . . . . .

Connecting most voltmeters to a circuit may change the operating voltage of the circuit if it loads the circuit down. As long as the circuit resistance (source impedance) is small compared to the input impedance of the meter, the error is not significant. For example, when measuring voltage with your meter (input impedance  $10G\Omega$ ), as long as the source impedance is  $1k\Omega$  or less, the error will be  $\leq 0.0001\%$ . If circuit loading does present a problem, the percentage of error can be calculated using the appropriate formula in Column A-1.

Figure A-1 Voltage Conversion

AC COUPLED INPUT WAVEFORM	PEAK VOLTAGE		METERED VOLTAGE			DC AND AC TOTAL RMS
	pk - pk	0 - pk	AC COMPONENT ONLY		DC COMPONENT ONLY	
			*RMS CAL	AC TRUE RMS		**TRUE RMS $= \sqrt{ac^2 + dc^2}$
<p>SINE</p> 	2.828	1.414	1.000	1.000	0.000	1.000
<p>RECTIFIED SINE (FULL WAVE)</p> 	1.414	1.414	0.421	0.435	0.900	1.000
<p>RECTIFIED SINE (HALF WAVE)</p> 	2.000	2.000	0.764	0.771	0.636	1.000
<p>SQUARE</p> 	2.000	1.000	1.110	1.000	0.000	1.000
<p>RECTIFIED SQUARE</p> 	1.414	1.414	0.785	0.707	0.707	1.000
<p>RECTANGULAR PULSE</p>  <p><math>D = X / Y</math> <math>K = \sqrt{D - D^2}</math></p>	2.000	2.000	2.22K	2K	2D	$2\sqrt{D}$
<p>TRIANGLE SAWTOOTH</p> 	3.464	1.732	0.960	1.000	0.000	1.000

\* RMS CAL is the displayed value for average responding meters that are calibrated to display RMS for sine waves.

\*\* Your Digital Multimeter



### 1. DC Voltage Measurements

$$\text{Loading Error in \%} = 100 \times R_s / (R_s + 10^9)$$

Where:  $R_s$  = Source resistance in ohms of circuit being measured.

### 2. AC Voltage Measurements

First, determine input impedance, as follows:

$$Z_{in} = \frac{10^9}{\sqrt{1 + (2\pi F \cdot R_{in} \cdot C)^2}}$$

Where :  $Z_{in}$  = effective input impedance

$R_{in}$  =  $10^9$  ohms

$C_{in}$  =  $100 \times 10^{-12}$  Farads

$F$  = frequency in Hz

Then, determine source loading error as follows

$$\text{Loading Error in \%} = 100 \times \frac{Z_s}{Z_s + Z_{in}}$$

Where :  $Z_s$  = source impedance

$Z_{in}$  = input impedance (calculated)

Column A-1 Circuit Loading Error Calculations

## Combined AC and DC Signal Measurements

The waveform shown in Figure A-1 is a simple example of an AC signal riding on a DC level. To measure waveforms such as these, first measure the RMS value of the AC component using the AC function of your meter. Measure the DC component using the DC function of your meter. The relationship between the total rms value of the waveform and the AC component and the DC component is:

$$\text{Total rms} = \sqrt{(\text{AC component rms})^2 + (\text{DC component})^2}$$

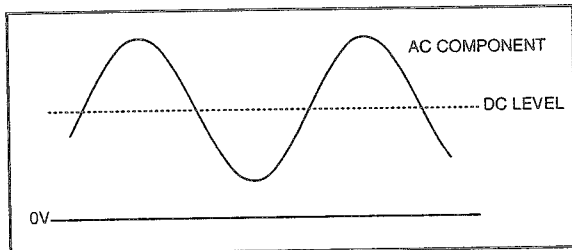


Figure A-1 RMS Values

## Insignificance of Inherent Meter Offset

If you short the input of your meter while the AC voltage function is selected, you may have a reading of less than 10 digits on the display. This small offset is caused than 10 digits on the display. This small offset is caused by the action of amplifier noise and offset of the true RMS converter. This offset will not significantly affect any readings until you try to measure signals almost at the floor of the meter. For example:

GIVEN: An offset of 40 digits (0.40mV, 200mV range)

Input signal = 10mV, 200mV range

$$\begin{aligned}\text{Total rms} &= \sqrt{10^2 + 0.4^2} \\ &= \sqrt{100 + 0.16} \\ &= \sqrt{100.16} \\ &= 10.01\text{mV}\end{aligned}$$

or using realistic offset for your instrument,

GIVEN: A typical offset of 20 digits (0.20mV, 200mV range)

Input signal = 10mV, 200mV range

$$\begin{aligned}\text{Total rms} &= \sqrt{10^2 + 0.2^2} \\ &= \sqrt{100 + 0.04} \\ &= \sqrt{100.04} \\ &= 10.00\end{aligned}$$

the meter will read this as 10.00mV.

## 2. Resistance Measurement Techniques

### Automatic Test Lead Compensation

When measuring low resistances, test lead resistance interferes with low resistance readings and usually has to be subtracted from resistance measurements for accuracy.

## 3. AC Measurement Techniques

When, making precise measurements of AC signals, there are special parameters that must be considered such as the type of AC converter the meter uses (average, RMS, etc. ), crest factor, bandwidth, noise, etc.

## True RMS

In order to compare dissimilar waveforms, calculate Ohm's law statements or power relationships, you must know the effective value of a signal. If it is a DC signal, the effective value equals the DC level. If the signal is AC, however, we have to use the root mean square or RMS value. The RMS value of an AC current or AC voltage is defined as being numerically equal to the DC current or voltage that produces the same heating effect in a given resistance that the AC current or voltage produces.

In the past, average responding converters were the type of converter most widely used. Theoretically, the RMS value of a pure sine wave is  $1/\sqrt{2}$  of the peak value and the average value is  $2/\pi$  of the peak value. Since the meters converted to the average value, the RMS value was  $(1/\sqrt{2}) / (2/\pi) = \pi / (2\sqrt{2}) = 1.11$  of the average value when measuring a sine wave. Most meters used an average responding converter and multiplied 1.11 to present true RMS measurements of sine waves. Rough correction factors can be calculated for ideal waveforms if the signal being measured is distortion free, noise-free, and a standard waveform. But if the signal being measured deviate from a pure sine wave, the errors in measurement rise sharply. Signals such as square waves, mixed frequencies, white noise, modulated signals, etc., can not be accurately measured.

## Crest Factor

Crest factor is one of the parameters used to describe the dynamic range of a voltmeter's amplifiers. The crest factor of a waveform is the ratio of the peak to the RMS voltage. In waveforms where the positive and negative half cycles have different peak voltages, the higher voltage is used in computing crest factor. Crest factors start at 1.0 for a square wave (peak voltage equals RMS voltage).

Your instrument has a crest factor range of  $\leq 3.0$  at full-scale. Going down from full-scale, the crest factor capability increases from 3.0 to :

(Full-Scale  $\times$  3) / RMS Value (i.e., 6 at half-scale)

If an input signal has a crest factor of 3.0 or less, voltage measurements will not be in error due to dynamic range limitations at full-scale. If the crest factor of a waveform is not known, and you wish to know if it falls within the crest factor of your meter, measure the signal with both your meter and an AC coupled oscilloscope. If the RMS reading on your meter

is 1/3 of the peak voltage on the waveform or less, then the crest is 3.0. For readings at less than full-scale, use the preceding formula to determine the maximum crest factor. At half-scale the maximum crest factor is:

$$(2 \times 3) / 1 = 6$$









WAVEFORM	CREST FACTOR
SQUARE WAVE 	1.0
SINE WAVE 	1.414
TRIANGLE SAWTOOTH 	1.732
MIXED FREQUENCIES 	1.414 to 2.0
SCR OUTPUT OF 100%-10% 	1.414 to 3.0
WHITE NOISE 	3.0 to 4.0
AC COUPLED PULSE TRAIN 	3.0
SPIKE 	>9.0

Figure A-2 Crest Factor

The waveforms in Figure A-2 show signals with increasing values of crest factor. As you can see from the series of waveforms, the value of measuring a signal with a crest factor above 3.0 comprises large error.

For an AC coupled pulse train:

$$\text{Crest Factor} = \sqrt{1/D-1}$$

Where D = duty cycle (the ratio of pulse width to cycle length). Reversing this formula, we find that your meter can accurately measure pulse trains at full-scale with a duty cycle above 10% without being limited by crest factor.

$$\begin{aligned}\text{Crest Factor} = 3.0 &= \sqrt{1/D-1} \\ 9.0 &= 1/D-1 \\ 10.0 &= 1/D \\ D &= 1/10 = 10\%\end{aligned}$$

### Bandwidth .....

Bandwidth defines the range of frequencies where the response by the voltmeter's amplifiers is no more than 3dB down (half-power levels). Your instrument has a bandwidth of greater than 200kHz.

### Slew Rate .....

Slew rate is also called the rate limit or the voltage velocity limit. It defines the maximum rate of change of the output of the amplifiers for a large input signal. Slew rate limitations are not a factor in measuring voltages within specified frequencies and amplitude limits of this instrument.

### Rise and Fall Time Effect on Accuracy .....

The rise and fall time of a waveform are the length of time it takes a waveform to change between the points that are 10% and 90% of the peak value. Errors due to rise to fall time can be caused either by bandwidth or slew rate limitation. Slew rate should not affect your measurement with this instrument.

Converting bandwidth to rise (fall) time is to divide 0.35 by the 3dB down frequency. For your instrument this will be  $0.35/200\text{kHz} = 1.75 \mu\text{s}$ . The following example will help you to calculate errors due to this limitation when measuring rectangular pulses. These calculations will be rough because ideal waveforms are used in analysis.

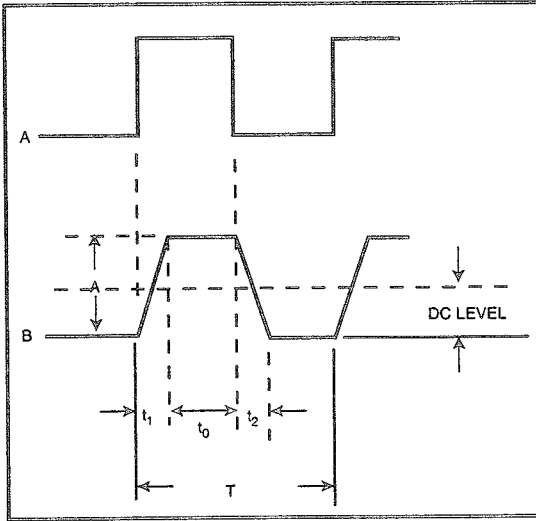


Figure A-3 Components of a Rectangular Waveform

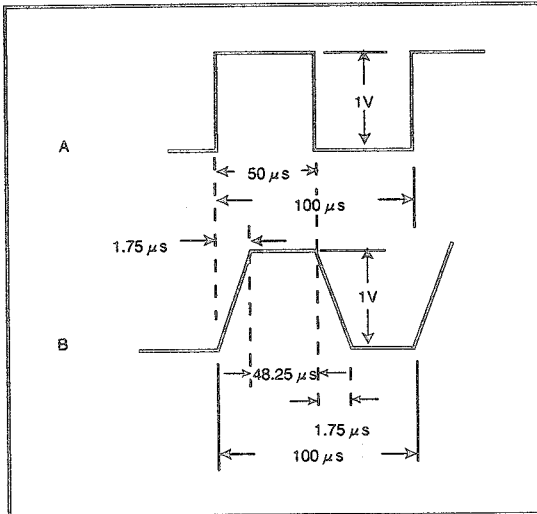


Figure A-4 Rise Time / Fall Time Example

Ideally, the rectangular pulses would have zero rise and fall time and would be the right angled waveform shown in Figure A-3, Part A. In practice, every waveform has a rise and fall time and looks more like the waveform in Figure A-3, Part B. When calculating the error caused by the bandwidth of your instrument, we will assume that the rise and fall time equals the slew rate of  $1.75 \mu\text{ s}$ . To do this we will calculate the values for the theoretical signal with zero rise and fall time, then calculate the values for a signal with the same period but with total slope periods equal to  $1.75 \mu\text{ s}$ . A comparison of the results will show the measurement error due to the finite bandwidth. Using Figure A-3, Part B, for a reference, the total RMS and DC levels are:

$$E_{\text{total rms}} = A \sqrt{\frac{3t_0 + 2t_1}{3T}}$$

$$E_{\text{dc}} = A \frac{(t_0 + t_1)}{T}$$

Since we can calculate two values, to find what your meter measures, use the formula:

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{(E_{\text{total rms}})^2 - (E_{\text{dc}})^2}$$

Let's look at the waveform in Figure A-3, Part B. When using your meter to measure the AC component of the signal, the display will indicate the RMS value of the AC signal riding on the DC level. (This DC level is the average value of the waveform relation to the baseline.) The total RMS value of the waveform can be calculated using the relationship:

$$E_{\text{total rms}} = \sqrt{E_{\text{ac rms}}^2 + E_{\text{dc}}^2}$$

For our example let's use a 10kHz pulse train of  $50 \mu\text{ s}$  pulses with a peak value of 1V. Ideally, the pulses would have a zero rise time as shown in Figure A-4, Part A.

$$E_{\text{total rms}} = 1 \sqrt{\frac{3(50) + 2(0)}{3(100)}} = \sqrt{\frac{150 + 0}{300}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$E_{\text{total rms}} = 0.707$$

$$E_{\text{dc}} = 1 \left( \frac{50 + 0}{100} \right) = \frac{50}{100} = 0.5$$

So,

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{(0.707)^2 - (0.5)^2} = \sqrt{0.50 - 0.25}$$

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{0.25} = 0.5$$

When the maximum distortion in rise (fall) time of  $1.75 \mu\text{s}$  is assumed, the signal becomes the trapezoid waveform shown in Figure A-4, Part B. In this case,

$$E_{\text{total rms}} = \sqrt{\frac{3(48.25) + 2(1.75)}{3(100)}} = \sqrt{\frac{144.75 + 3.50}{300}}$$

$$E_{\text{total rms}} = \sqrt{\frac{148.25}{300}} = \sqrt{0.494} = 0.703$$

$$E_{\text{dc}} = 1 \frac{48.25 + 1.75}{100} = \frac{50}{100} = 0.50$$

So,

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{(0.703)^2 - (0.50)^2} = \sqrt{0.494 - 0.25}$$

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{0.244} = 0.494$$

Note that the  $E_{\text{dc}}$  stayed the same.

So, the errors are: In  $E_{\text{total rms}}$ : -0.6%

In  $E_{\text{ac rms}}$ : -1.2%



# デジタルマルチメータ

## DME1507

### 取扱説明書

## 目次

安全にご使用いただくために	2-3	2.3.2 AC電圧測定	2-11
ご使用上の注意	2-4	2.3.3 DC電流、AC電流 測定	2-12
はじめに	2-5	2.3.4 抵抗測定	2-12
第1章 セットアップ	2-6	2.3.5 dBm測定	2-12
1.1 開梱時の点検	2-6	2.3.6 相対測定モード	2-13
1.2 設置場所の条件	2-6	2.3.7 100ポイントデータ ロガーの操作	2-14
1.3 AC入力電源の確認	2-7	2.3.8 ダイオードテスト	2-14
第2章 操作方法	2-8	第3章 GPIBコントロール (オプション)	2-15
2.1 本器を使用する前に	2-8	3.1 インタフェース機能	2-15
2.1.1 安全と過入力保護	2-8	3.2 GPIBバスに関する制限	2-16
2.1.2 安全とコモン(LO)入力 端子への接続	2-8	3.3 GPIBアドレス選択	2-16
2.1.3 電流測定における 注意点	2-9	3.4 初期状態	2-16
2.1.4 ウォームアップ(予熱) 時間	2-9	3.5 バスコマンドおよび メッセージ	2-17
2.1.5 オーバーレンジ表示	2-9	3.5.1 ユニバーサル コマンド	2-17
2.1.6 エラーメッセージ	2-9	3.5.2 ユニライン メッセージ	2-18
2.2 電源の投入	2-10	3.5.3 アドレスコマンド	2-19
2.3 基本操作	2-10		
2.3.1 DC電圧測定	2-10		

## 目次 (つづき)

- 3.6 プログラムコード 2-19
  - 3.6.1 Bn (Data Logger Buffer) 2-21
  - 3.6.2 dBm (Dまたはd) 2-22
  - 3.6.3 EOI (Kまたはk) 2-23
  - 3.6.4 レンジ (Rまたはr) 2-23
  - 3.6.5 トリガリング (Tまたはt) 2-23
  - 3.6.6 プリフィックス (Yまたはy) 2-24
  - 3.6.7 実行 (Nまたはn) 2-24
- 3.7 サービスリクエスト 2-25
- 3.8 トークオンリーモード 2-26
- 3.9 リモート校正 2-27

### 第4章 各部の名称と機能 2-28

### 第5章 保守 2-32

- 5.1 クリーニング 2-32
- 5.2 点検 2-32

### 第6章 仕様 2-33

### 付録 2-37

- 測定技術について 2-37
  - 1. 電圧測定技術 2-37
  - 2. 抵抗測定技術 2-40
  - 3. AC 測定技術 2-40

## 安全にご使用いただくために

製品を安全にご使用いただくため、また安全な状態に保つために取扱説明書および製品本体には、次の記号を使用しています。記号の意味をご理解いただき、各項目をお守りください。（製品により使用されていない記号もあります。）



1000V以上の高電圧箇所であることを示します。  
絶対に手を触れないでください。

警告

障害や死亡につながる可能性があることを示します。必ず操作手順に従い作業を進めてください。  
記載内容を完全に理解し、条件を満たすまでは警告記号から先の手順へ進まないでください。

注意

本製品または他の接続機器が損傷する可能性があることを示します。必ず操作手順に従い作業を進めてください。  
記載内容を完全に理解し、条件を満たすまでは注意記号から先の手順へ進まないでください。

注記

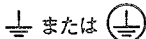
操作手順などの補足説明を示します。

解説

本書で使用している専門用語について解説します。



本製品上にこのマークが表示されている場合は、本取扱説明書の該当箇所を参照してください。



大地アース接続端子を示します。



シャーシグラウンド端子を示します。

## ご使用上の注意

### ■AC入力電源

AC入力電源は、必ず規定範囲内でご使用ください。

### ■入力電源コード

本製品に付属の電源コードをご使用ください。

### ■入力ヒューズ

本製品に適合した入力ヒューズをご使用ください。

### ■外面カバー

機器内部には、身体に危険を及ぼす箇所があります。  
外面カバーは、取り外さないでください。

## はじめに

菊水電子DME1507は、汎用のベンチおよびハンディー、またはシステムアプリケーション用に設計された高性能の5-1/2桁デジタルマルチメータです。

DME1507の特長は次の通りです。

- ・ 6種類の測定機能： DC電圧、AC電圧、DC電流、AC電流、抵抗、DCおよびAC電圧のdBm測定
- ・ ACの真の実効値電圧および電流測定
- ・  $1\mu\text{V}$ 、 $1\text{m}\Omega$ 、 $1\text{nA}$ の分解能
- ・ 手動または自動でのレンジ設定
- ・ 2線または4線式抵抗測定
- ・ データロガー、最大／最小表示値のストア
- ・ 相対モード
- ・ GPIBオプション

# 第1章

# セットアップ

## 1.1 開梱時の点検

製品がお手元に届きしだい輸送中に損傷を受けていないか、また付属品が正しく添付されているかをお確かめください。

万一、損傷または不備がございましたら、お買い上げ元または当社営業所にお問い合わせください。

付 属 品	数量	チェック
取扱説明書	1	
入力電源コード	1	
テストリード (KTL-107)	1	

### 注 意

- ・製品を輸送する場合には、必ず専用の梱包材（納入時の梱包材）を使用してください。  
梱包材が必要な場合には、お買い上げ元または当社営業所にお問い合わせください。
- ・開梱時、入力電源コードおよび接続ケーブルなどは、はずしてください。

## 1.2 設置場所の条件

次のような場所に本製品を設置しないでください。

### ■可燃性雰囲気内

爆発や火災を引き起こす恐れがありますので、アルコールやシンナーなどの可燃物の近く、およびその雰囲気内では使用しないでください。

#### ■高温になる場所、直射日光の当たる場所

発熱・暖房器具の近く、および温度が急に变化する場所に置かないでください。

動作温度範囲：0～50℃

#### ■湿度の高い場所

湯沸かし器、加湿器、水道の近くなど湿度の高い場所には置かないでください。

動作湿度範囲：10～80% RH

#### ■腐食性雰囲気内

腐食性雰囲気内や硫酸ミストの多い環境での使用は避けてください。

#### ■ほこりの多い場所

ほこりや塵の多い場所には置かないでください。

#### ■風通しの悪い場所

本器の周辺に空気が流れるように、十分な空間を確保してください。

#### ■不安定な場所

傾いた場所や振動がある場所には置かないでください。

#### ■磁界や電界のある場所

周囲に強力な磁界や電界のある場所で使用しないでください。

## 1.3 AC入力電源の確認

本器に必要なAC入力電源は、後面パネルに表示されています。供給する電圧が後面パネルの表示と合っていることを確認してください。

## 2.1 本器を使用する前に

## 2.1.1 安全と過入力保護

## 警告

- ・表2-1に示す最大許容入力を超える電圧を印加すると、感電および本器が損傷する恐れがあります。最大許容入力電圧を超えるような使い方はしないでください。

表2-1 最大許容入力

測定モード	最大入力過負荷
DC電圧	1000Vdcまたはacピーク（200mVレンジおよび2Vレンジでは1分あたり10秒未満、300Vrmsでは連続）
AC電圧	750Vrms、1000Vピーク（200mVレンジおよび2Vレンジでは1分あたり10秒未満、300Vrmsでは連続）と1000kHz/入力信号周波数の小さい方
DC電流/ AC電流	2A、250Vヒューズ保護
抵抗	450Vdcまたはacピーク（1分あたり10秒、250Vrmsでは連続）

## 2.1.2 安全とコモン(LO)入力端子への接続

## 警告

- ・コモン入力端子とアースグランド間の対接地電圧（コモンモード電圧）が500Vdcまたはacピークを超えると、感電および本器が損傷する恐れがあります。コモンモード電圧が500Vdcまたはacピークを超えるような使い方はしないでください。



## 2.1.3 電流測定における注意点

### 警 告

- ・開回路電圧が600Vを超える回路の電流測定中にヒューズが切断すると、感電および本器が損傷する恐れがあります。開回路電圧が600Vを超えるような回路の電流測定は行わないでください。

## 2.1.4 ウォームアップ（予熱）時間

DME1507では、仕様確度を得るまでに1時間のウォームアップ時間を必要とします。

## 2.1.5 オーバーレンジ表示

入力は、選択したレンジのフルスケールを超えるとオーバーレンジとなります。DME1507では、入力がオーバーレンジになるとLCDディスプレイに [OVER] という文字パターンを表示して知らせます。

## 2.1.6 エラーメッセージ

DME1507が操作エラーを検知すると、LCDディスプレイにエラーメッセージを表示します。エラーコードを表2-2に示します。

表2-2 エラーコード

エラーコード	意味
Err 0	CPU 内部 RAM エラー
Err 1	NVRAMエラーまたは校正エラー
Err 2	データ RAM エラー
Error	【AC/DC】と【Ω】を同時に押した時

## 2.2 電源の投入

- ① 【POWER】スイッチが [OFF] になっていることを確認してください。
- ② 供給する電圧が後面パネルの表示と合っていることを確認します。
- ③ 付属の電源コードを後面パネルのAC入力コネクタに接続します。
- ④ 電源コードを所定の電源ラインに接続します。

### 注 意

・後面パネルに表示されている以外の電圧を入力すると本器および内部のヒューズを損傷します。

- ⑤ 【POWER】スイッチを [ON] にします。

## 2.3 基本操作

各測定モードの基本的な操作手順についてそれぞれ説明します。

### 警 告

・誤った操作手順は、感電および本器の損傷につながる恐れがあります。必ず下記の操作手順に従ってください。

### 2.3.1 DC電圧測定

- ① 機能スイッチ【V】を選択します。
- ② 【AC/DC】スイッチを [DC] に設定します。
- ③ レンジスイッチを希望のレンジに設定します。（被測定信号の入力値が不明の場合には必ず最大入力のレンジから設定してください。）自動レンジ選択の場合には、【AUTO】ボタンを [ON] に設定します。
- ④ テストリードをDME1507の [LO] および [HI] (INPUT 2 WIRE)入力端子に接続します。
- ⑤ テストリードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

## 2.3.2 AC電圧測定

- ① 機能スイッチ【V】を選択します。
- ② 【AC/DC】スイッチを【AC】に設定します。
- ③ レンジスイッチを希望のレンジに設定します。（被測定信号の入力値が不明の場合には必ず最大入力のレンジから設定してください。）自動レンジ選択の場合には、【AUTO】ボタンを【ON】に設定します。
- ④ テストリードをDME1507の【LO】および【HI】(INPUT 2 WIRE)入力端子に接続します。
- ⑤ テストリードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

### 注 記

- ・DME1507は、AC電圧および電流の真の実効値を計測します。物理的に言うと、ある波形の実効値（RMS）値は、抵抗により発生する熱と等量の熱を発生させる直流値に相当します。実効値は、このように元々の波形に相当する直流値であるため、実効値を使えば異なる波形でも比較することができます。
- ・AC機能を選択しているときにDME1507の入力端子を短絡させると、DME1507はゼロ以外の数（通常は100以下）を表示します。このような表示値は、ごく小さな信号に対する演算式実効値変換器の固有の非線形特性とランダムノイズが組み合わされることによって表示されます。このゼロ入力誤差は、入力が増加すると急激に軽減されます。実効値変換器の誤差と内部発生ノイズは、どちらも入力信号との相関関係はありません。このため信号が印加されても、その表示値はその信号値とゼロ入力誤差を単に加えた数にはならず、それらの2乗の和の平方根となります。これにより上記エラーの影響は軽減されます。  
付録の「無視できる本器の固有オフセット」(2-40ページ)も参照してください。

### 2.3.3 DC電流、AC電流測定

- ① 機能スイッチ【A】を選択します。
- ② レンジスイッチを希望のレンジに設定します。（被測定信号の入力値が不明の場合には必ず最大入力のレンジから設定してください。）
- ③ DC電流測定の場合、【AC/DC】スイッチを【DC】に設定します。AC電流測定の場合には、【AC/DC】スイッチを【AC】に設定します。
- ④ テストリードをDME1507の【LO】および【2A MAX】入力端子に接続します。
- ⑤ テストリードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

### 2.3.4 抵抗測定

- ① 機能スイッチ【 $\Omega$ 】を選択します。
- ② 【AC/DC】スイッチを【DC】に設定します。
- ③ レンジスイッチを希望のレンジに設定します。自動レンジ選択の場合には、【AUTO】ボタンを【ON】に設定します。
- ④ テストリードをDME1507の【LO】および【HI】(INPUT 2 WIRE)入力端子に接続します。4線式測定の場合には、追加するリード線2本を【LO】および【 $\Omega$  SENSE】入力端子に接続してください。
- ⑤ テストリードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

#### 注 記

- ・抵抗測定の場合、被試験回路の電源はオフにしてください。被試験回路の測定点間に電位差があると、抵抗測定の表示値に誤りを生じます。

### 2.3.5 dBm測定

- ① 機能スイッチ【V】を選択します。
- ② DC電圧測定の場合、【AC/DC】スイッチを【DC】に設定します。AC電圧測定の場合には、【AC/DC】スイッチを【AC】に設定します。

- ③ レンジスイッチを希望のレンジに設定します。(被測定信号の入力値が不明の場合には必ず最大入力レンジから設定してください。) 自動レンジ選択の場合には、【AUTO】ボタンを【ON】に設定します。
- ④ 【dBm】ボタンを押します。
- ⑤ テストリードをDME1507の【LO】および【HI】(INPUT 2 WIRE)入力端子に接続します。
- ⑥ テストリードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

## 注 記

・ DME1507のdBm測定基準インピーダンスは600Ωです。0dBmは、600Ωに1mWを消費される電力値と定義されます。このため、dBm測定基準インピーダンスが600ΩであるDME1507では、0.7746Vが印加されると表示値は0dBmになります。

$$0\text{dBm} = 1\text{mW} = (0.7746\text{V})^2 / 600\Omega$$

### 2.3.6 相対測定モード

相対測定モードを選択すると、表示値を相対基準値としてストアできます。【REL】ボタンを押すと現在の表示値がストアされ、それ以降の測定値は実測値とストアした表示値の差として表示されます。相対測定モードの使用中には【REL】がLCDディスプレイに表示されます。

相対測定機能はすべての測定機能で使用できます。ディスプレイには数値の差が表示されるため抵抗測定やAC測定でも必ず符号が付きます。

相対測定モードをオフにするには【REL】ボタンを再度押します。オフセットがストアされているときに測定機能を変更すると、【REL】表示が消えて、そのオフセットが一時的に解除されます。しかし、変更先の機能で新規のオフセットが設定されない限り、元の機能に戻ると最初のオフセットが再度リコールセットされます。(このとき【REL】が再表示されます。)

相対測定モードは、2線式抵抗測定でのテストリード抵抗の補正、オフセット電流または電圧を無効にする測定、電圧偏移測定、および抵抗器のマッチング測定などに使用すると便利です。

## 2.3.7 100ポイントデータロガーの操作

データロガーは表示値を100個までストアでき、またデータロガーがアクティブの間に記録した最大値と最小値もストアできます。データロガーの操作手順は次の通りです。

- ① 希望する被測定物をDME1507に接続します。
- ② 【STO/CLR】 ボタンを押し続けます。すると下記の読み取り方式がディスプレイにスクロールされます。

表2-3 データロガーの読み取り方式

STO 0 [every]	すべての表示値でデータをストア
STO 1 [1 sec]	1秒ごとに表示値を1個ストア
STO 2 [10 sec]	10秒ごとに表示を1個ストア
STO 3 [1 min]	1分ごとに表示値を1個ストア
STO 4 [10 min]	10分ごとに表示値を1個ストア
STO 5 [1 hour]	1時間ごとに表示値を1個ストア
STO 6 [trigger]	【STO/CLR】 を押すごとに表示値を1個ストア

- ③ 希望する読み取り方式が表示されたところで【STO/CLR】 ボタンを放します。
- ④ データを呼び出すには、【RCL】 ボタンを押し続けます。ディスプレイにデータポイントとHIGH/LOWがスクロールされます。希望するデータポイントのところで【RCL】 ボタンを放し、ディスプレイ上の表示値を書き取ってください。データポイントは、瞬間的に【RCL】 ボタンを押せば1ステップづつスクロールさせることができます。

## 2.3.8 ダイオードテスト

DME1507を使用して半導体のダイオード接合を試験できます。次の手順で行ってください。

- ① 機能スイッチ【Ω】を選択します。
- ② 【AC/DC】スイッチを【DC】に設定します。
- ③ 【200k】と【20MΩ】のボタン（ダイオードマーク付き）を同時に押します。
- ④ テストリードをDME1507の【LO】および【HI】(INPUT 2 WIRE)入力端子に接続します。
- ⑤ テストリードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

オプションのGPIBインタフェースを使うと、IEEE488標準インタフェースバス（GPIBバス）を使って、DME1507をプログラマブルの機器として使用できます。GPIBインタフェースにより、DME1507を自動化計測システムの一部とすることが可能になります。これによりDME1507をリモートバスコントローラによる対話式制御の下に置くことができます。また、トークオンリモードに設定し、データロガーまたはプリンタに接続してシングルタスク専用にすることもできます。

本取扱説明書では、GPIBインタフェースバスに関する基本的事項は説明しません。GPIBについての詳細は下記の標準書などを参照してください。

IEEE Std 488-1978

ANSI Std MC1.1

## 3.1 インタフェース機能

DME1507は下記のGPIB（General-Purpose Interface Bus = 汎用インタフェースバス）のインタフェース機能をオプション装備することにより実行できます。これらの機能は、IEEE488標準に定義されています。

表3-1 インタフェース機能

SH1	ソースハンドシェーク
AH1	アクセプタハンドシェーク
T5	トーカ
TE0	拡張トーカなし
L4	リスナ
LE0	拡張リスナなし
SR1	サービスリクエスト
RL0	リモートローカルなし
PP0	パラレルポールなし
DC1	デバイスクリア
DT1	デバイストリガ
E1	オープンコレクタ
C0	コントローラなし

## 3.2 GPIBバスに関する制限

すべてのGPIBシステムには下記の制限が適用されます。

1. 1本のGPIBバスシステムには、最高15個までの装置を接続できます。
2. 1本のGPIBバスシステムに用いるGPIBケーブルの最大長は20メートル未満、またはシステム内の装置数×2メートル未満です。

## 3.3 GPIBアドレス選択

オプションを装着したモデルには、後面パネルに五つのGPIBアドレススイッチが付いています。GPIBアドレスはバイナリで設定され、A1が最下位ビット、A5が最上位ビットとなります。図3-1にアドレス"4"（二進数00100）の工場出荷時設定を示します。十進数の00~30（二進数の00000~11110）はすべてGPIBの有効アドレスです。DME1507は、アドレススイッチでどのようなアドレスを設定してもそれが有効であれば動作します。

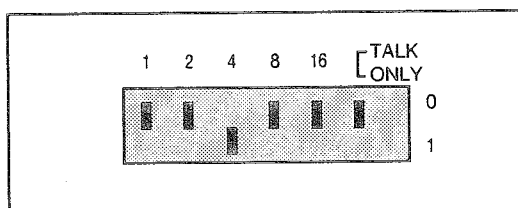


図3-1 GPIBアドレススイッチ

GPIBアドレススイッチは電源投入時のみ読み取られます。アドレスを変更した場合は、DME1507の電源をオフにして再度オンにしてください。

## 3.4 初期状態

DME1507は、電源投入時に次の表3-2に示す値にプログラムされません。



表3-2 デフォルト値（電源投入時、またはDCLあるいはSDC後の状態）

モード	値	状態
データロガー	B0	ディゼーブル（使用不可）
dBm	D0	オフ
機能	—	前面パネル設定の通り
レンジ	—	前面パネル設定の通り
EOI	K0	EOIを送出
SRQ	M0	ディゼーブル
トリガ	T0	トークで連続
ターミネータ	W (CR LF)	CR LF
データ形式	Y0	プレフィックスを送出
相対モード	Z0	オフ

## 3.5 バスコマンドおよびメッセージ

DME1507が認識するバスコマンドおよびメッセージは、IEEE488標準に記述されているおもな三つ（ユニバーサル、ユニライン、アドレス）に分類できます。

### 3.5.1 ユニバーサルコマンド

#### My Listen Address (MLA)

MLA コマンドは、DME1507がリスンモードになるよう命令します。

#### My Talk Address (MTA)

MTA コマンドは、DME1507がトークモードになるようアドレッシングします。

#### Unlisten (UNL)

UNL コマンドは、現在のすべてのリスナのアドレッシングを解除します。

#### Untalk (UNT)

UNT コマンドは、現在のすべてのトークのアドレッシングを解除します。

#### Device Clear (DCL)

DCL コマンドは、DME1507をクリアしてある状態に設定する際

に使用できます。バス上でDCLに応答するように備えられたすべてのデバイスが、同時にクリアされますので注意してください。DME1507は、DCLコマンドを受けると表3-2に示したデフォルト状態に戻ります。

#### Serial Poll Enable (SPE)

SPEコマンドはDME1507のシリアルポールモードを設定します。トークモードになるようアドレッシングされると、単一の8ビットステータスに戻ります。

#### Serial Poll Disable (SPD)

SPDコマンドはDME1507のシリアルポールモードを終了させ、通常のトーク状態に戻します。これにより、DME1507はステータス情報ではなくデータを出力するようになります。

### 3.5.2 ユニラインメッセージ

#### Attention (ATN)

DME1507は常にATNをモニタしています。真 (True) であると、ATNはインタフェースを「コマンドモード」にし、DME1507がデータ回線上のデータを受け入れ（ハンドシェイクして）、それをコマンドあるいはアドレスとして解釈します。偽 (False) の場合にはATNはインタフェースを「データモード」にします。このときにはアクティブのトークがアクティブの全リスナにデータを送ります。

#### Interface Clear (IFC)

IFCラインは、システムコントローラがバス上の現在のオペレーション（通信）を中止させる（つまりすべてのトークとリスナのアドレッシングを解除してシリアルポールをディゼ이블する）ときだけに使用します。このユニラインメッセージは、インタフェース（DME1507ではない）を、ある静止状態に置くことによりクリアします。

#### Remote Enable (REN)

RENラインは、システムコントローラがその後DME1507をリモートプログラミングモードに入れられるようにするときだけ使用します。真 (True) の場合には、リスンにアドレッシングされるとリモートオペレーションの可能なDME1507がリモートになります。偽 (False) であればDME1507はローカルオペレーションに戻ります。

### 3.5.3 アドレスコマンド

#### Group Execute Trigger (GET)

このコマンドは、GET機能を有し、かつ現在リスンにアドレッシングされているDME1507に、あらかじめプログラムされた動作を開始させます。トリガコマンドのT2、T3（表3-3）を参照してください。

#### Selected Device Clear (SDC)

SDCコマンドはDCLコマンドと同様に動作しますが、アドレッシングされたデバイスだけが反応する、という点が異なります。このコマンドは、1度にすべての機器をクリアするのではなく、選択した機器だけをクリアする際に有用です。DME1507がSDCコマンドに反応した場合には、表3-2に示したデフォルト状態に戻ります。

#### Go To Local (GTL)

このコマンドを使用すると、現在リスンにアドレッシングされているDME1507をローカルコントロールに戻します（リモート状態から抜けます）。

## 3.6 プログラムコード

プログラムコード（デバイス依存コマンド）はDME1507リモートコントロールの中心をなすものです。これらのコード（コマンド）は、DME1507に対していつどのように測定を行うか、いつデータをバスに入れるか、いつサービスリクエストを出すかなどを指示します。プログラムコードのリストを表3-3に示します。これらのコマンドは大文字、小文字のどちらでも入力できます。

プログラムコードはデバイス依存メッセージです。DME1507がこのコマンドを受けるときの場合は、DME1507がリモートでリスナにアドレッシングされているときに GPIB バスで送られてこなければなりません。

表3-3 プログラムコードリスト

モード	コマンド	説明	
データロガー	B0	ストアした表示値を送らない (デフォルト)	
	B1	ストアした表示値を送る	
デジタル校正	C±n.nnnnnE±nn	n は校正値を表わす	
dBm	D0	dBm off (デフォルト)	
	D1	dBm on	
EOI	K0	EOI イネーブル (デフォルト)	
	K1	EOI ディゼーブル	
SRQ モード	Mnn	エラーおよび、またはデータ状態でSRQ	
実行	N	他のプログラムコードを実行する *1	
レンジ		電圧	抵抗
	R0	AUTO	AUTO
	R1	200mV	200Ω
	R2	2	2k
	R3	20	20k
	R4	200	200k
	R5	750VAC/1000VDC	20MΩ
ストア	S0	校正値をストアする	
トリガ	T0	トークで連続 (デフォルト)	
	T1	トークでワンショット	
	T2	GETで連続	
	T3	GETでワンショット	
	T4	Nで連続	
	T5	Nでワンショット	
ステータスワード	U0	ステータスワードを出力	
ターミネータ	W (ASCII)	ASCII 文字 *2	
	W (LF)	CR LF (デフォルト)	
	W (CR)	LF CR	
	W (DEL)	なし	
プレフィックス	Y0	プレフィックス出力をイネーブル	
	Y1	プレフィックス出力をディゼーブル	
相対モード	Z0	REF off	
	Z1	REF on	

\*1: 他のプログラムコード文字列の最終バイトに入れる。  
詳細は「3.6.7 実行 (Nまたはn)」を参照してください。

\*2: 例 "W (ASCII)": "WS" を意味する  
"WOA": "WCR LF" を意味する

### 3.6.1 Bn (Data Logger Buffer)

データロガーバッファにストアされた表示値は、検索され GPIB バスに送ることができます。データロガーバッファ内のデータは、検索されても破棄されません。このバッファは、次のように B コマンドで制御されます。

B0 = ストアした表示値を送らず、DME1507 を通常のオペレーションモードに戻す。

B1 = ストアした表示値を送る。

表示値は次の形式で送られます。

001, NDCV $\pm$ 1.23456E+3

データポインタのデータ形式 (図3-2 参照)

ただしデータポインタのデータには下記の意味があります。

101 = ストアされている最大表示値 (n = データロガーバッファの HI)

102 = ストアされている最小表示値 (n = データロガーバッファの LO)

001 = 最初にストアされている表示値 (n = 01)

---  
---  
---

100 = 100 番目にストアされている表示値 (n = 100)

000 = 表示値にバッファをかけない (ストアしない)。

注記2.参照。

以上は、表示値が送られる実際の順序です。

#### 注 記

1. DME1507により、最大で102個の表示値 (Min/Maxを含む) をストアできます。
2. 最後にストアされたデータが送られた後は、B0コマンドを受信するまでディスプレイ上に表示されている値が送られます。つまり、DME1507に印加されている信号のレベルがディスプレイに表示されます。
3. ストアされたデータがバス上に呼び出されている間は、ディスプレイの表示は更新されません。

■例 バッファ（データロガー）を表示値で満たす。

- ① 希望するストア速度が表示されるまで、【STO/CLR】ボタンを押し続けます。
- ② 希望するストア速度が表示されたら【STO/CLR】ボタンを放し、データロガーを起動させます。
- ③ バッファが一杯になったら【STO/CLR】ボタンを押してデータロガーを停止させます。ディスプレイ上で【RCL】表示が点滅すればバッファは一杯になっています。

次のサンプルプログラムは、HP-9000 GPIBコントローラまたはIBM PC/AT（または相当品）+HP82300C用です。アドレスに#4を割り当ててください。

プログラム	コメント
10 CLEAR 7	!ポートをクリア
20 CLEAR 704	!機器をクリアしデフォルトの機能に
30 OUTPUT 704;"B1N"	!ストアされた表示データを転送
40 FOR I = 1 TO 102	!全部で102個のデータ
50 ENTER 704;R\$	!DME1507からデータを取得
60 PRINT R\$	!データを表示
70 NEXT I	
80 END	

プログラムの入力完了したらHP-9000のRUNキーを押してこのプログラムを起動させます。RUNキーを押すと、ストアされていたデータがHP-9000のCRTに表示されます。

### 3.6.2 dBm (Dまたはd)

dBm機能はGBIBバスを通してプログラムできる唯一の機能です。DME1507を手動操作でDC電圧機能またはAC電圧機能に設定しなければ、dBmはイネーブルにすることができません。dBm機能は、次のコマンドのいずれかをバスで送ることにより制御されます。

D0 = dBm オフ

D1 = dBm オン

■例 前面パネルのコントロール類でDME1507をDC電圧機能に設定し、次のプログラムを入力します。

```
10 REMOTE 704
20 OUTPUT 704;"D1N"
```

### 3.6.3 EOI (Kまたはk)

バス上のEOIラインは、通常、データ転送シーケンスの最終バイトでローに設定されます。このようにして最終バイトが正しく認識され、データワード長が変化してもデータが送信されるようになっています。通常DME1507はデータ文字列またはステータスワードの最終バイトでEOIを送ります。本器のEOIの送出は、下記のコマンドによって制御されます。

K0 = EOIを最終バイトで送出

K1 = EOIを送出せず

### 3.6.4 レンジ (Rまたはr)

電圧と抵抗レンジはプログラムできますが、電流レンジはプログラムできません。DME1507を手動操作で電圧 (ACまたはDC) または抵抗機能に設定しなければ、レンジコマンドは使用できません。このコマンドについては表3-3を参照してください。

### 3.6.5 トリガリング (Tまたはt)

トリガリングは本器内で表示値の変換を開始するためのトリガを提供します。トリガリングには次の2種類のモードがあります。

連続モードでは、信号トリガコマンドを使用して表示値の連続変換を開始させます。

ワンショットトリガモードでは、それぞれの変換を開始させる際に個別のトリガが必要になります。

DME1507には6個のトリガコマンドがあります。表3-3を参照してください。

電源投入時、またはDCLあるいはSDCコマンドのあとではT0モードがイネーブルになります。T0およびT1モードでは、DME1507をトークにアドレッシングすることによりトリガリングが実行されます。T2およびT3モードではGETコマンドがトリガとなります。T4およびT5モードでは、実行文字 (N) が本器をトリガします。

### 3.6.6 プリフィックス (Yまたはy)

プリフィックスコマンドは、DME1507 がすべての数値データに追加できるプリフィックス（接頭部）をイネーブルもしくはディセーブルにします。プリフィックスのデータ形式は次の通りです。

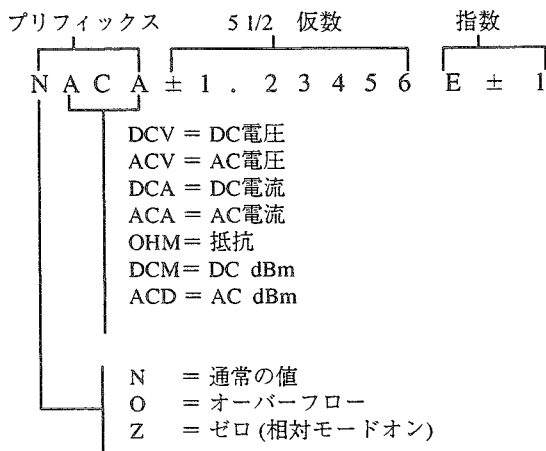


図3-2 プリフィックスのデータ形式

### 3.6.7 実行 (Nまたはn)

実行コマンドは、バスでASCII文字の"N"または"n"を送ることで実行されます。本コマンドの目的は、DME1507に他のプログラムコードを実行させることです。通常"N"または"n"の文字は、コマンド文字列の最終バイトとなります。

例 OUTPUT 704;"BIN"

└─ 実行コマンド

また、実行文字 (N) はT4およびT5のトリガモードで本器の動作を制御します。

### 注 記

- ・ 実行文字なしで送られたコマンド文字列は、そのときには実行されず、コマンドバッファにストアされます。これらのストアされたコマンドは、次に実行文字を受けたときに、以前の文字列内のすべてのコマンドが有効であると仮定して実行されます。



## 3.7 サービスリクエスト

SRQマスクは、どのような条件でサービスリクエストが行われるのかを指定する2桁の整数です。SRQマスクはMnnコマンドを使って入力され、U0コマンドで読み取ることができます。それぞれのSRQマスク値に対応する条件はMの後に指定され、次のような意味があります。

- 00 = SRQ デイゼーブル (デフォルト)
- 01 = オーバーフローでSRQ
- 08 = データアベイラブルでSRQ
- 16 = 新規コマンド受け入れノットレディのためのビジーでSRQ
- 32 = 不正プログラムコードオプション (IDDCO) 受信でSRQ  
または不正プログラムコード (IDDC) 受信でSRQ  
またはコマンド受信時にデバイスがリモートでないとSRQ

SRQマスクは、どのような組み合わせのシリアルポールレジスタでもイネーブルにできます。シリアルポールレジスタ内のいずれかのマスクイネーブルビットが真 (True) になると、SRQビット (ビット7) が真 (True) に設定されてサービスリクエストが生成されます。

**例** 次のプログラムをHP-9000 PCに入力します。

プログラム	コメント
10 REMOTE 704	
20 OUTPUT 704;"M40N"	!IDDCOまたはデータアベイラブルでSRQ
30 OUTPUT 704;"K2N"	!不正コマンド操作をプログラム
40 S=SPOLL(704)	!シリアルポールを実行
50 DISP "B7B6B5B4B3B2B1B0" !	
60 FOR I = 7 TO 1 STEP -1	
70 DISP BIT(S,I)	!適当な位置にビットステータスを表示
80 NEXT I	
90 DISP	
100 END	

## 3.8 トークオンリーモード

トークオンリーモードでは、コントローラ機器を使用しなくてもDME1507のリモート機能を利用できます。DME1507をトークオンリーモードにする手順は次の通りです。

- ① DME1507の【POWER】スイッチを[OFF]にします。
- ② 後面パネルの【TALK ONLY】ピットスイッチを[1] (下側)に設定します。
- ③ GPIBバスでDME1507とプリンタ、データロガーあるいは他のデバイスを接続します。
- ④ 他のデバイスをリスンオンリーに設定します。
- ⑤ DME1507の【POWER】スイッチを[ON]にします。
- ⑥ DME1507の前面パネルを設定します。

トークオンリーモードのデフォルト値での速度は1秒当たり3回の表示回数です。ただし、次の手順によりこれ以外のトーク速度も設定できます。

- ① 【STO/CLR】ボタンを押し続けます。すると次のようなトーク速度がディスプレイにスクロールされます。

速度	意味
r=0	全表示値
r=1	1秒当たり表示値1個
r=2	10秒当たり表示値1個
r=3	1分当たり表示値1個
r=4	10分当たり表示値1個
r=5	1時間当たり表示値1個
r=6	【STO/CLR】ボタンを押すごとに表示値1個 (データロガーモードのとき)

- ② 希望するトーク速度が表示されたら【STO/CLR】ボタンを放します。[STO]表示が点灯して、本器が選択した速度でトークを開始します。r=6を選択した場合には、希望する表示値が表示されたときに【STO/CLR】ボタンを押してください。
- ③ データストアをオフにする際には【STO/CLR】ボタンを再度押します。[STO]表示が消えます。

DME1507形式のフォーマッティングでは、アドレスサブルオペレーションで使用するのと同じ形式が使用されます。これについては3.6.6項を参照してください。

## 注 記

- ・アドレススイッチが偶数に設定されている場合には、表示値といっしょにプリフィックスが送られます。奇数ではデータだけが送られます。

### 3.9 リモート校正

オプションの GPIB インタフェースを取り付けると、DME1507 はリモートコントロールで校正できるようになります。

C コマンドを使うと DME1507 は校正モードに入り、校正値が DME1507 に送られます。校正コマンドの形式は次の通りです。

C±n.nnnnnE±nn

ただし

±n.nnnnn は仮数部 (5-1/2 桁)

E±nn は指数部

S0 コマンドを使用すると、入力した校正値を NVRAM (不揮発性 RAM) にストアできます。また、このコマンドは DME1507 の校正モードを終了させます。

## 注 記

1. 必要な数の上位桁だけを入力してください。例えば 1.90000 という入力値で 2V レンジを校正する際には、次のコマンドを使用します。

V1.9N

2. 本器には、正しい校正値を送ってから C コマンドを送ってください。

**図例** リモート校正を実行して NVRAM にストアします。

プログラム	コメント
10 REMOTE 704	!リモート操作に設定
20 OUTPUT 704;"C1.9N"	!校正を開始
30 OUTPUT 704;"S0N"	!NVRAMに値をストア

図4-1、図4-2を参照してください。

① POWER

本器の電源をON/OFFするスイッチです。押し込んだ状態がONです。

② レンジスイッチ

測定レンジを切り替えるスイッチです。

ダイオードテストモードでは、【200k】と【20MΩ】（ダイオードマーク付き）のスイッチを同時に押してください。

【AUTO】スイッチを【ON】にすると、電圧測定と抵抗測定時に自動レンジになります。

③ 機能スイッチ

測定モードを選択するスイッチです。

【AC/DC(Ω)】スイッチは、電圧、電流測定におけるAC/DCを選択します。抵抗測定またはダイオードテスト時は、【Ω(DC)】を選択してください。

【A】スイッチは、電流測定を選択します。

【Ω ⇄+】スイッチは、抵抗測定またはダイオードテストを選択します。

【V】スイッチは、電圧測定を選択します。

④ LCD

測定値を表示するための5-1/2桁の液晶表示器です。測定モード、レンジ極性および本器の状態を表示します。

⑤ CTRS

LCDのコントラストを調整するボリュームです。

⑥ RCL

データローガー操作において、ストアされているデータを呼び出すスイッチです。

- 7 STO/CLR  
データローガー操作において、ストアするデータの読みとり方式を選択するスイッチです。
- 8 dBm  
dBm測定を行うときにこのスイッチを押します。
- 9 REL  
このスイッチを押すと相対測定モードになります。
- 10 Ω SENSE 4WIRE入力端子  
4線式抵抗測定を行うとき、電圧検出に使用する端子です。
- 11 INPUT 2WIRE入力端子  
電圧測定、2線式抵抗測定を行うときに使用する端子です。
- 12 2A MAX入力端子  
電流測定を行うときに使用する端子です。2Aの保護ヒューズが入っています。
- 13 電源ヒューズホルダー  
入力電源用のヒューズが入っています。
- 14 ACコネクタ  
入力電源コード接続用コネクタです。
- 15 CAL/NORMスイッチ  
本器の校正（全面パネルによる校正）を行うときに使用するスイッチです。通常は [NORM] の位置にしてください。
- 16 GPIBコネクタ  
（オプションのGPIBインタフェースを装着しているモデルのみ。）  
GPIBを用いて本器をコントロールするためのコネクタです。
- 17 GPIBアドレス、トークオンリースイッチ  
（オプションのGPIBインタフェースを装着しているモデルのみ。）  
GPIBバスのアドレスを設定するスイッチです。  
トークオンリーモードにするには、【TALK ONLY】スイッチを [1]（下側）に設定します。

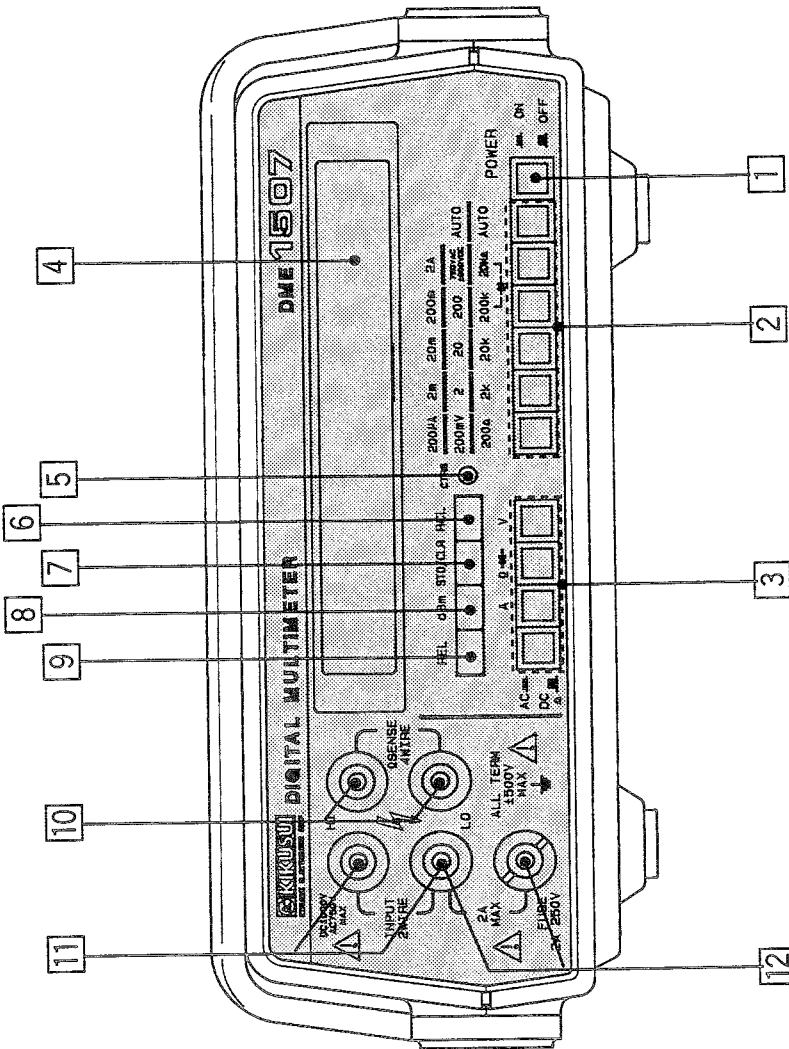


図4-1 全面パネル

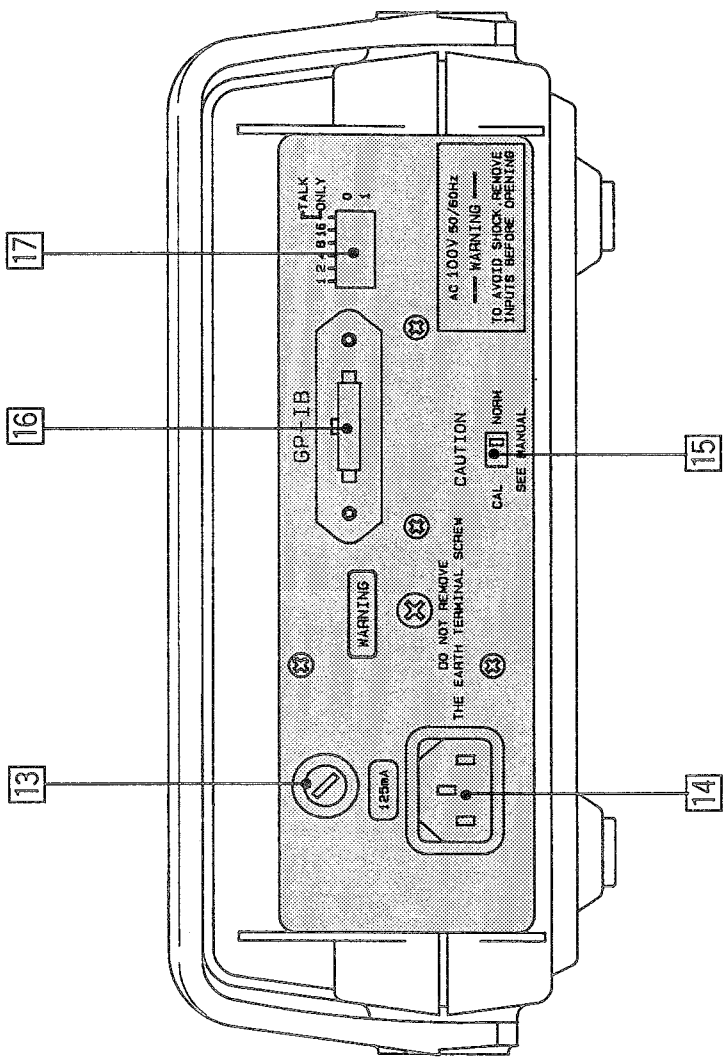


図4-2 後面パネル (オプション装着モデル)

長期間にわたり初期性能を保つために、定期的に保守・点検を行ってください。

## 5.1 クリーニング

パネル面などが汚れた場合は、水で薄めた中性洗剤をやわらかい布につけて軽く拭いてください。

### 注 意

- ・必ず【POWER】スイッチを [OFF] にし、入力電源コードを外してからお手入れしてください。
- ・シンナーやベンジンなどの揮発性のものは、使用しないでください。表面の変色、印刷文字の消え、ディスプレイの白濁などを起こすことがあります。

## 5.2 点検

入力電源コード：被覆の破れ、プラグのがた、割れなどがいないか点検してください。

### 警 告

- ・被覆の破れなどがありますと感電の危険があります。すぐに使用を中止してください。

付属品の購入は、お買求め元または当社営業所にお問い合わせください。



## DC電圧

レンジ	分解能	入力抵抗	確度: $\pm$ (表示値の% + カウント)	
			24時間 22~24℃	1年間 18~28℃
200mV	1 $\mu$ V	1G $\Omega$	0.007+2*	0.016+3*
2V	10 $\mu$ V	1G $\Omega$	0.006+2	0.011+2
20V	100 $\mu$ V	10M $\Omega$	0.006+2	0.015+2
200V	1mV	10M $\Omega$	0.006+2	0.015+2
1000V	10mV	10M $\Omega$	0.007+2	0.015+2

\* 相対測定モード オン

NMRR: 50 Hz、60Hz  $\pm$  0.1% で60dB以上

最大許容入力: 1000Vdc または ac ピーク (200mVレンジおよび2Vレンジでは  
1分あたり10秒未満、300Vrmsでは連続)

dBm(基準600 $\Omega$ ): 確度 :  $\pm$  (0.02dB + 1カウント)、-78dBm以上に対して  
分解能 : 0.01dB、レンジの0.5%以上に対して

## ACの真の実効値電圧

レンジ	確度: $\pm$ (表示値の% + カウント) 1年間 18~28℃				
	20Hz~ 50Hz *	50Hz~ 10kHz *	10kHz~ 20kHz **	20kHz~ 50kHz **	50kHz~ 100kHz **
200mV	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	5+400
2V	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	3+400
20V	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	3+400
200V	1.50+200	0.35+100	0.6+200	1.5+250	3+400
750V	1.80+200	0.75+100	1.0+200	1.8+200	3+400

\* 1800カウント以上 \*\* 18000カウント以上

入力インピーダンス: 1M $\Omega$   $\pm$  2%、100pF以下 並列

最大許容入力: 750Vrms、1000Vピーク (200mVレンジおよび2Vレンジでは  
1分あたり10秒未満、300Vrmsでは連続) と1000kHz/入力周  
波数の小さい方。

dBm (基準600Ω) : 確度 : ± (0.02dB + 1カウント)、-78dBm以上に対して  
 分解能 : 0.01dB、レンジの0.5%以上に対して

## DC電流

レンジ	分解能	確度: ± (表示値の% + カウント) 1年間 18~28℃
200 μA	1nA	0.1 + 15
2mA	10nA	0.1 + 15
20mA	100nA	0.1 + 15
200mA	1 μA	0.2 + 15
2000mA	10 μA	0.2 + 15

過負荷保護 : 2Aヒューズ (250V)、フロントパネルより交換可能

## ACの真の実効値電流

レンジ	確度: ± (表示値の% + カウント) 1年間 18~28℃	
	20Hz~50Hz	50Hz~10kHz
200 μA	1.5 + 200	0.8 + 100
2mA	1.5 + 200	0.8 + 100
20mA	1.5 + 200	0.8 + 100
200mA	1.5 + 200	0.8 + 100
2000mA	1.5 + 200	0.8 + 100

過負荷保護 : 2Aヒューズ (250V)、フロントパネルより交換可能

## 抵抗

レンジ	分解能	確度: ± (表示値の% + カウント)	
		24時間 22~24℃	1年間 18~28℃
200 Ω	1mΩ	0.01 + 2	0.02 + 3
2k	10mΩ	0.01 + 2	0.018 + 2
20k	100mΩ	0.014 + 2	0.026 + 2
200k	1 Ω	0.014 + 2	0.026 + 2
2M	10 Ω	0.02 + 2	0.035 + 2
20M	100 Ω	0.10 + 2	0.12 + 2

構成：自動2端子計測または4端子計測

開回路電圧：+5V

保護：450Vdcまたはacピーク（1分あたり10秒）、250Vrmsでは連続

ダイオードテスト：2.2Vまでの接合電圧を表示

試験電流：約1.6mA

## 一般仕様

表示

±220.000カウントLDC（液晶表示）、極性、機能、レンジおよび状態を表示

レンジング

DCまたはAC電圧および抵抗測定では自動または手動。ACまたはDC電流測定では手動

波高率（実効値に対するピーク値の比率）、AC機能で

≤3

変換速度（表示値更新速度）

3回/秒

最大コモンモード電圧

500Vピーク

コモンモード除去比率（CMRR）1kΩ 不平衡

>120dB（DC：50、60Hz ± 0.1%）、>60dB（AC電圧）

温度係数（0～18℃および28～50℃）

±（0.1×適用精度仕様 [1年]）/℃

環境要件

動作温湿度範囲：0～50℃（35℃まで相対湿度80%未満）、線形デヒューテイング3% RH/℃（35～50℃）

保存温度範囲：-20～60℃

ウォームアップ時間

1時間で仕様精度

寸法

230 (W) × 86 (H) × 280 (D) mm

最大寸法 250 (W) × 105 (H) × 295 (D) mm

質量

約2.4kg

電源電圧

100/120/220/240Vacの内より工場にて出荷時に設定。各入力電圧に対して±10%以内、ただし最大250Vまで。50/60Hz

消費電力

約10VA

付属品

取扱説明書	1部
電源コード	1本
テストリード (KTL-107)	1本

オプション .....

GPIBインタフェースボード (IF01-DME)

機能コード

SH1、AH1、T5、TE0、L4、LE0、SR1、RL0、PP0、DC1、DT1、  
E1、C0

# 付 録

## 測定技術について

ここでは、測定と測定値の解釈に必要な技術について説明します。これらの技術により本器を一層便利なものにすることができます。これらは、一般的電子技術ですが、ここでは特に本器に即した説明を行います。

### 1. 電圧測定技術

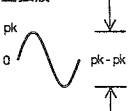
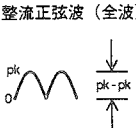
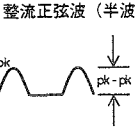
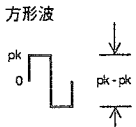
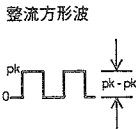
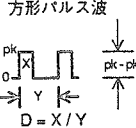
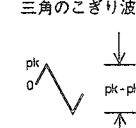
#### 電圧測定の方法を変更する

本器は、ACまたはAC+DC信号の真の実効値（True RMS）を測定できます。この機能により、歪んだあるいは多種の周波数が混合した波形、正弦波、方形波、のこぎり波、ノイズ、パルス列（デューティサイクル10%以上）などの一般的な波形を正確に測定できます。これまでのAC測定方法では表示値に大きな誤差が生じていました。真の実効値を測定できない測定器の測定値と本器の測定値を交換する際には目安として表A-1のデータを参考にしてください。

#### 回路への負荷による誤差

電圧計を回路に接続することで回路に負荷がかかると、一般にその回路の動作電圧が変わります。電圧計の入力インピーダンスと比較して回路の抵抗値（ソースインピーダンス）が小さければ、誤差は無視できます。例えば本器電圧計（入力インピーダンス10G $\Omega$ ）を用いた電圧測定の際にソースインピーダンスが1k $\Omega$ 以下であれば誤差は0.0001%未満となります。回路への負荷により問題が生じる場合は、コラムA-1に示す適切な式を用いて誤差のパーセンテージが計算できます。

表A-1 電圧変換

ACカップリング 入力波形	ピーク電圧		被測定電圧			DC, AC トータルrms
	pk-pk	0-pk	AC成分のみ		DC成分のみ	
			*RMS CAL	AC 真の実効値		**真の実効値= $\sqrt{ac^2 + dc^2}$
正弦波 	2.828	1.414	1.000	1.000	0.000	1.000
整流正弦波 (全波) 	1.414	1.414	0.421	0.435	0.900	1.000
整流正弦波 (半波) 	2.000	2.000	0.764	0.771	0.636	1.000
方形波 	2.000	1.000	1.110	1.000	0.000	1.000
整流方形波 	1.414	1.414	0.785	0.707	0.707	1.000
方形パルス波  $D = X / Y$ $K = \sqrt{D - D^2}$	2.000	2.000	2.22K	2K	2D	$2\sqrt{D}$
三角のこぎり波 	3.464	1.732	0.960	1.000	0.000	1.000

\* RMS CALは、正弦波の実効値を表示できるように校正した平均値応答測定器の表示値です。

\*\* 本デジタルマルチメータ

### 1. DC電圧測定

$$\text{負荷誤差(\%)} = 100 \times R_s / (R_s + 10^9)$$

ただし： $R_s$  = 被測定回路のソース抵抗 ( $\Omega$ )

### 2. AC電圧測定

最初に、次式で入力インピーダンスを求めます。

$$Z_{in} = \frac{10^9}{\sqrt{1 + (2\pi F \cdot R_{in} \cdot C)^2}}$$

ただし： $Z_{in}$  = 有効入力インピーダンス

$$R_{in} = 10^9 \Omega$$

$$C_{in} = 100 \times 10^{-12} \text{F}$$

$F$  = 周波数 (Hz)

次に次式でソースの負荷による誤差を求めます。

$$\text{負荷誤差(\%)} = 100 \times \frac{Z_s}{Z_s + Z_{in}}$$

ただし： $Z_s$  = ソースインピーダンス

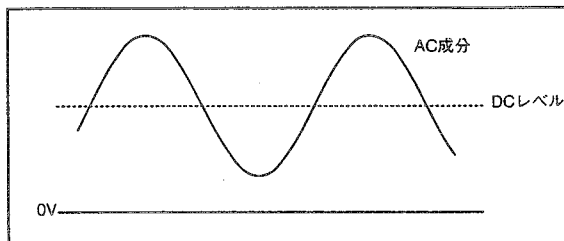
$Z_{in}$  = 入力インピーダンス (計算済み)

コラムA-1 回路負荷による誤差の計算

## AC+DC複合信号の測定

図A-1に示す波形はDCレベル上にあるAC信号の簡単な例です。このような波形を測定する際には、まず本器のAC機能を使ってAC成分の実効値を測定します。DC成分はDC機能で測定します。波形のトータルrms値、AC成分およびDC成分の関係は次の通りです。

$$\text{トータルrms} = \sqrt{(\text{AC成分rms})^2 + (\text{DC成分})^2}$$



図A-1 実効値

## 無視できる本器の固有オフセット

AC電圧機能を選択しているときに本器の入力を短絡させると、表示値が10 digits未満になることがあります。このような小さなオフセットは、増幅器ノイズの作用と真の実効値変換器のオフセットにより発生します。このオフセットは、本器の最小分解能近くの信号を測定しない限り表示値に大きな影響を与えません。例えば、

仮定：40 digitsのオフセット (0.40mV、200mVレンジ)

入力信号 = 10mV、200mVレンジ

$$\begin{aligned}\text{トータルrms} &= \sqrt{10^2 + 0.4^2} \\ &= \sqrt{100 + 0.16} \\ &= \sqrt{100.16} \\ &= 10.01\text{mV}\end{aligned}$$

次に、現実的なオフセットで仮定すると、

仮定：20 digitsの典型的なオフセット (0.20mV、200mVレンジ)

入力信号 = 10mV、200mVレンジ

$$\begin{aligned}\text{トータルrms} &= \sqrt{10^2 + 0.2^2} \\ &= \sqrt{100 + 0.04} \\ &= \sqrt{100.04} \\ &= 10.00\end{aligned}$$

本器はこれを10.00mVと表示します。

## 2. 抵抗測定技術

### テストリードの自動補正

低い抵抗値を測定する際にはテストリード自体の抵抗が表示値に影響するため、抵抗測定値からテストリードの抵抗値を引いて確度を保たねばなりません。

## 3. AC 測定技術

AC信号の精密測定には、本器が使用する AC 変換器のタイプ（平均、実効値など）、波高率、帯域幅、ノイズ等、特殊なパラメータを考慮しなければなりません。



## 真の実効値

異なる波形どうしを比較してオームの法則の計算あるいは電力の関係を計算する際には、信号の実効値を知らなければなりません。DC信号であれば実効値はDCレベルと同じになります。ただし信号がACであれば、実効値あるいはRMSと呼ばれる値を使用します。AC電流またはAC電圧の実効値は、一定の抵抗値でAC電流または電圧により発生する熱効果と同じ熱効果を生じさせるDC電流または電圧と数値的に等しい、と定義されます。

これまでは、平均値応答形変換器が最も広く使われていました。論理的に、純粋な正弦波の実効値はピーク値の $1/\sqrt{2}$ となり、平均値はピーク値の $2/\pi$ となります。平均値指示形の計測器では、正弦波の測定における実効値は、

$(1/\sqrt{2}) / (2/\pi) = \pi / (2\sqrt{2}) =$  平均値の1.11倍となっていました。従来の大抵の計測器では平均値応答形変換器を使用していたため、1.11を掛けて正弦波の真の実効値を求めていました。被測定信号に歪みがなく、ノイズもない標準波形であれば、粗い補正係数でも数学的な波形の計算ができたはずですが、しかし、測定される信号が純粋な正弦波でない場合、測定誤差が非常に大きくなりまた、方形波、複合周波数、ホワイトノイズ、被変調信号等の信号は正確に測定できません。

## 波高率（クレストファクタ）

波高率というのは、電圧計の増幅器のダイナミックレンジを表すために使用するパラメータの一種です。波形の波高率はピーク電圧の実効値電圧に対する比率です。正の半サイクルと負の半サイクルのピーク電圧が異なる波形の場合には、高い方の電圧を用いて波高率を求めます。方形波の波高率は1.0（ピーク電圧と実効値電圧が等しい）から始まります。

本器の波高率は $\leq 3.0$ （フルスケール）です。フルスケールから下がると、波高率は3.0から下記の計算値に上がります。

$(\text{フルスケール} \times 3) / \text{実効値}$ （つまりハーフスケールで6）

入力信号の波高率が3.0未満であれば、フルスケールでのダイナミックレンジの制限値により測定電圧値には誤差が生じません。波形の波高率が不明である場合に、それが計測器の波高率内にあるか否かを確認するには、その計測器とACカップリングのオシロス

コープの双方でその信号を測定します。測定器の実効値表示値がその波形のピーク電圧の1/3以下であれば波高率は3.0です。フルスケール未満で表示値には先に挙げた式を使って最大波高率を求めます。ハーフスケールでの最大波高率は次の通りです。

$$(2 \times 3) / 1 = 6$$

波形	波高率
方形波	1.0
正弦波	1.414
三角のこぎり波	1.732
複合周波数	1.414~2.0
100%~10% のSCR 出力	1.414~3.0
ホワイトノイズ	3.0~4.0
ACカップリング したパルス列	3.0
スパイク波	>9.0

図A-2 波高率

図A-2に示す波形は、波高率の値が増加する信号を表しています。これら一連の波形からわかる通り、波高率が3.0を超える信号の測定は誤差が大きくなります。

ACカップリングしたパルス列では次のようになります。

$$\text{波高率} = \sqrt{1/D-1}$$

ただしD=デューティサイクル（サイクル長に対するパルス幅の比率）です。この式を逆にするとわかりますが、フルスケールでデューティサイクルが10%を超える場合、使用中の計測器で波高率の制限なくパルス列を正確に測定できます。

$$\begin{aligned}\text{波高率} = 3.0 &= \sqrt{1/D-1} \\ 9.0 &= 1/D-1 \\ 10.0 &= 1/D \\ D &= 1/10 = 10\%\end{aligned}$$

## 帯域幅

帯域幅とは、電圧計の増幅器による応答が3dB低下（ハーフパワーレベル）したときの周波数を言います。本器は200kHzを超える帯域幅を有しています。

## スリューレート

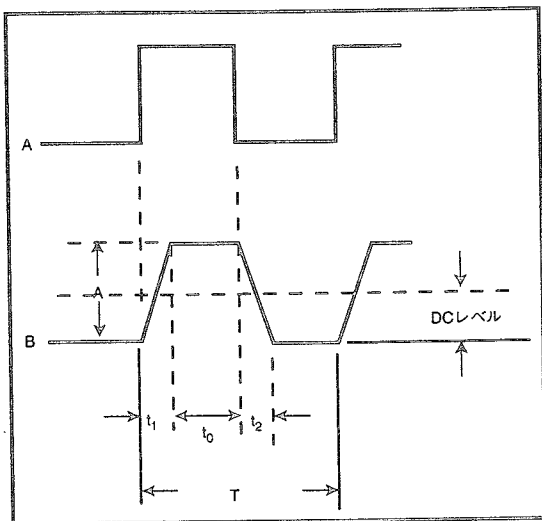
スリューレートは、リミット率あるいは電圧速度とも呼ばれており、大きな入力信号に対する増幅器出力の最大変化率を定義するものです。スリューレートの限界値は、本器の指定周波数および振幅制限以内の電圧を測定する場合、係数とはなりません。

## 精度に影響する立ち上がりおよび立ち下がり時間

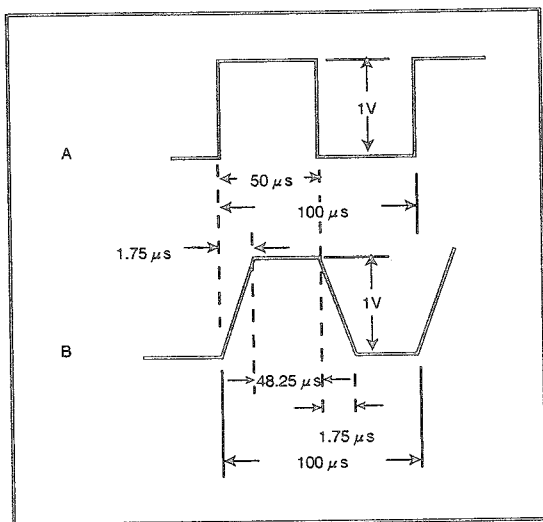
波形の立ち上がり立ち下がり時間は、波形がピーク値の10%から90%に変化するときに要する時間に等しくなります。立ち上がりから立ち下がりまでの時間による誤差は、帯域幅またはスリューレートの限界値のいずれかにより生じます。本器を使用すれば、スリューレートが測定に影響することはないはずで

帯域幅を立ち上がり（立ち下がり）時間に変換するのに、0.35を3dB低下の周波数で割る、という方法があります。本器の場合、 $0.35/200\text{kHz} = 1.75\mu\text{s}$ です。次の例を見れば、方形波パルスの測定

測定でこの限界値による誤差を計算することが容易になります。これらの計算値は、分析の際に理想的な波形を用いるためにおおよその値となります。



図A-3 方形波形の成分



図A-4 立ち上がり時間/立ち下がり時間の例

理想的な方形波パルスは、図A-3のAに示すように、立ち上がりと立ち下りの時間がゼロで直角の方形波となります。しかし実際には、どのような波形でも立ち上がりと立ち下りにいくらかの時間がかかり、図A-3のBの方に近い波形となります。機器の帯域幅による誤差を計算する際には、立ち上がりと立ち下りの時間をスリューレートの $1.75\mu\text{s}$ と仮定します。誤差の計算では、立ち上がりと立ち下りの時間がゼロである理論上の信号についての値を求め、次にこれと同じ期間を有するが傾斜の合計が $1.75\mu\text{s}$ に等しい信号の値を求めます。双方の結果を比較することにより、有限帯域幅による測定誤差がわかります。図A-3のBを参照すると、トータルrmsとDCレベルは次のようになります。

$$E_{\text{トータルrms}} = A \sqrt{\frac{3t_0 + 2t_1}{3T}}$$

$$E_{\text{dc}} = A \frac{(t_0 + t_1)}{T}$$

2つの値が算出できるため、被測定機器の値は次の式により求められます。

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{(E_{\text{トータルrms}})^2 - (E_{\text{dc}})^2}$$

ここで図A-3のBの波形を見てみましょう。本器を使用してこの信号のAC成分を測定すると、DCレベル上にあるAC信号の実効値が表示されます。（このDCレベルはベースラインと波形との平均値です。）この波形のトータル実効値はこの関係を用いて次のように計算できます。

$$E_{\text{トータルrms}} = \sqrt{E_{\text{ac rms}}^2 + E_{\text{dc}}^2}$$

ここでは、例として $50\mu\text{s}$ パルス、ピーク値 $1\text{V}$ の $10\text{kHz}$ パルス列を使います。理想的なパルスは図A-4のAに示すような立ち上がり時間がゼロのパルスとなります。

$$E_{\text{トータルrms}} = 1 \sqrt{\frac{3(50) + 2(0)}{3(100)}} = \sqrt{\frac{150 + 0}{300}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$E_{\text{トータルrms}} = 0.707$$

$$E_{\text{dc}} = 1 \left( \frac{50 + 0}{100} \right) = \frac{50}{100} = 0.5$$

ゆえに、

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{(0.707)^2 - (0.5)^2} = \sqrt{0.50 - 0.25}$$

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{0.25} = 0.5$$

立ち上がり（立ち下がり）時間の $1.75\mu\text{s}$ に最大ひずみがあると仮定すると、この信号は図A-4のBに示す台形波形となります。この場合には次のように計算します。

$$E_{\text{トータルrms}} = \sqrt{\frac{3(48.25) + 2(1.75)}{3(100)}} = \sqrt{\frac{144.75 + 3.50}{300}}$$

$$E_{\text{トータルrms}} = \sqrt{\frac{148.25}{300}} = \sqrt{0.494} = 0.703$$

$$E_{\text{dc}} = 1 \frac{48.25 + 1.75}{100} = \frac{50}{100} = 0.50$$

ゆえに、

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{(0.703)^2 - (0.50)^2} = \sqrt{0.494 - 0.25}$$

$$E_{\text{ac rms}} = \sqrt{0.244} = 0.494$$

$E_{\text{dc}}$ が変化しないことに注意してください。

ゆえに誤差は：  $E_{\text{トータルrms}}$ で-0.6%

$E_{\text{ac rms}}$ で-1.2%