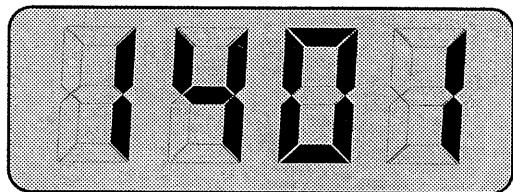


Electronic Test
Instruments &
Power Supplies



DIGITAL MULTIMETER

DME



Operation Manual

取扱説明書



- 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. Z1-000-481

DIGITAL MULTIMETER

DME1401

Operation Manual

Contents

USER SAFETY	1-2	2.3.3 DC Current Measurements	1-10
USE PRECAUTIONS	1-3	2.3.4 AC Current Measurements	1-11
INTRODUCTION	1-4	2.3.5 Resistance Measurement	1-12
Chapter 1 SETUP	1-5	2.3.6 Diode Test	1-12
1.1 Check at Unpacking	1-5	Chapter 3 PART NAMES AND	
1.2 Installation Conditions	1-5	FUNCTIONS	1-13
1.3 Checking AC Input Power	1-6	Chapter 4 MAINTENANCE	1-16
Chapter 2 OPERATING		4.1 Cleaning	1-16
METHOD	1-7	4.2 Inspection	1-16
2.1 Precautions and		Chapter 5 SPECIFICATIONS	1-17
Preparation for Use	1-7	APPENDIX	1-20
2.1.1 Safety and Input Overload		MEASUREMENT	
Protection	1-7	TECHNIQUES	1-20
2.1.2 Safety and Connections to		1. Voltage Measurement	
Common Input Terminal	1-8	Techniques	1-20
2.1.3 Precautions for Measuring		2. Current Measurement	
Current	1-8	Techniques	1-23
2.1.4 The LED	1-9	3. Resistance Measurement	
2.2 Power-ON Operation	1-9	Techniques	1-25
2.3 Basic Operation	1-10	4. AC Measurement	
2.3.1 DC Voltage Measurements	1-10	Techniques	1-25
2.3.2 AC Voltage Measurements	1-10		

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.

■ WARNING ■

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.

■ CAUTION ■

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 indicated conditions are fully understood and met.

— NOTE —

Indicates additional information such as operating procedure.

— Description —

Describes technical terms used in this manual.



When this mark is indicated on the instrument, refer the relevant section of the Operation Manual.

± or

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 DME1401 is a portable, bench-type digital multimeter with a 4-1/2 digit LED display.

Some of the advantages of owning:

True RMS measurement of AC or AC+DC signals:

True RMS measurement is the only accurate way to directly measure AC or AC+DC signals that are not noise-free pure sine waves. This instrument measures AC+DC voltage frequencies up to 50kHz.

Five measurement functions:

DC voltage : Standard voltage measurements from $10\mu V$ to 1200Vdc.

AC voltage : Standard voltage measurements from 10mV to 1000Vac or AC+DC true rms.

DC current : Standard current measurements from 10nA to 20Adc.

AC current : Standard current measurements from $10\mu A$ to 20Aac or AC+DC true rms.

Resistance : Standard resistance measurements from $10m\Omega$ to $20M\Omega$.

Each measurement range has:

- Autopolarity operation
- Overrange indication
- Effective protection from overloads and transients.
- Dual slope integration measurement technique to insure fast, accurate, noise-free measurements.

Diode test:

Ranges of the resistance function that will turn on PN junctions allowing testing of diodes and transistors.

Test leads:

Finger guards on the probes and shrouded contacts on input terminals decrease the possibility of accidental contact with circuit voltage.

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

Function Selected		Range Selected	Input Terminals	Maximum Input Overload
V	DC	All ranges	V/Ω	1200Vdc or ac peak
	AC	20V, 200V, 1000V	and Common	1000Vrms continuous
		2V, 200mV		1000Vrms for < 15s *1
2A 20A	DC or AC	All ranges	2A/20A and Common	Fuse protected : 2A, 250V fuse 20A range no fuse
	kΩ	All ranges	V-Ω and Common	250Vdc/ac rms

*1 The components limit the protection to approximately five pulses per second for 6kV 10μs pulses, and about 0.6W average for lower amplitude pulses.

2.1.2 Safety and Connections to Common 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.

This instrument has two kinds of input terminals for current measurement. One is the [2A MAX] input (with protect fuse) for 200 μ A to 2000mA, another is the [20A MAX] input (no protect fuse) for 2A to 20A. To decrease the resistance component which generates heat by large current, the protect fuse is not put in the [20A MAX] input.

CAUTION

- When the current between 2A and 20A is measured by connecting the provided test lead to the [20A MAX] input terminal, this instrument is designed to be able to use if limited to the following conditions by considering the resistance of the test lead, the contact resistance between input terminal and plug, and other factors.
 1. A continuous measuring time is within 15s.
 2. A measuring pause time (no current flows) is three times as a measuring time.

2.1.4 The LED

The LED is high-contrast display. The 4-1/2 digits - easily read from across the room - can register from 0000 to 19999. For ease of discussion, the 19999 will be rounded to 20000 in the remainder of this text. For example, We will refer to the 2V range, not the 1.9999V range. In all linear functions, the decimal point position is determined by the range selected. Polarity of the input signal is indicated by a [−] sign at the center of the left side of the LED.

The [+] sign is disabled in the AC voltage, AC current, and resistance measurement functions. The [−] sign may appear in any measurement function, but is normally not meaningful when making AC voltage, AC current, and resistance measurements. You will only get this indication of an energized circuit if the power in the circuit is negative with respect to the Common input terminal. If the power in the circuit is positive with respect to the Common input terminal, an erroneous resistance will be displayed. If there is any doubt about whether there is energy remaining in the circuit you are reading, read the resistance, then reverse the test lead positions. If the [−] sign is displayed in either case, the remaining energy must be removed from the circuit before correct resistance readings can be made.

If you apply an input signal that exceeds the limits of the range selected, the LED will be flasher in the all digit locations. All decimal point positions appear in the display to indicate certain illegal combinations of front panel switch settings. For example, if you select the DC voltage function and the [20M] range switch, all four decimal points will appear on the display.

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.)
- ④ Connect the test lead to the Common and **【V-Ω】** input terminals of the DME1401.
- 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.)
- ④ If measuring AC true RMS voltage, select the **【TRUE RMS~+--- / ~】** switch to **【~(AC)】** position. If measuring AC+DC true RMS voltage, select the **【TRUE RMS~+--- / ~】** switch to **【TRUE RMS ~+---(AC+DC)】** position.
- ⑤ Connect the test lead to the Common and **【V-Ω】** input terminals of the DME1401.
- ⑥ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

2.3.3 DC Current Measurements

- ① Select the **[A]** 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 and use **【20A MAX】** input terminal.)

- ④ Connect the test lead to the Common and [2A MAX] or [20A MAX] input terminals of the DME1401.

CAUTION

- When the current between 2A and 20A is measured by connecting the provided test lead to the [20A MAX] input terminal, this instrument is designed to be able to use if limited to the following conditions by considering the resistance of the test lead, the contact resistance between input terminal and plug, and other factors.
 1. A continuous measuring time is within 15s.
 2. A measuring pause time (no current flows) is three times as a measuring time.
- ⑤ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

2.3.4 AC Current Measurements

- ① Select the [A] function on.
- ② Select the [\sim AC / \equiv DC] switch to [\sim 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 and use [20A MAX] input terminal.)
- ④ If measuring AC true RMS current, select the [TRUE RMS \sim +=/ \sim] switch to [\sim (AC)] position. If measuring AC+DC true RMS current, select the [TRUE RMS \sim +=/ \sim] switch to [TRUE RMS \sim +=(AC+DC)] position.
- ⑤ Connect the test lead to the Common and [2A MAX] or [20A MAX] input terminals of the DME1401.

CAUTION

- When the current between 2A and 20A is measured by connecting the provided test lead to the [20A MAX] input terminal, this instrument is designed to be able to use if limited to the following conditions by considering the resistance of the test lead, the contact resistance between input terminal and plug, and other factors.
 1. A continuous measuring time is within 15s.
 2. A measuring pause time (no current flows) is three times as a measuring time.
- ⑥ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

2.3.5 Resistance Measurement

- ① Select the $[\Omega \rightarrow +]$ function on.
- ② Set the range switch to the desired range.
- ③ Connect the test lead to the Common and $[V-\Omega]$ input terminals of the DME1401.
- ④ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

NOTE

- Use the following procedure to familiarize yourself with the resistance function and to see how the range switches affect decimal point position on the LED.
- ① With the test leads held apart, select the $[2000k\Omega]$ range. The LED should display an overrange indication-all digits have flashing.
 - ② Make a firm connection between the sampling ends of the test leads. The LED should count down to $[000.0]$.
 - ③ Maintain a firm contact between the ends of the test leads and sequentially select the ranges starting with the $[200\Omega]$ switch. The decimal point for each should be as follows:

Table 2-2

Range	Display
200Ω	00.00*
$2k\Omega$.0000*
$20k\Omega$	0.000
$200k\Omega$	00.00
$2000k\Omega$	000.0
$20M\Omega$	0.000

* Display value will show lead resistance.

2.3.6 Diode Test

The DME1401 can be used for testing semiconductor junctions, the procedure as follows:

- ① Select the $[\Omega \rightarrow +]$ function.
- ② Press the $[2k \rightarrow +]$ button (diode symbols).
- ③ Connect the test lead to the Common and $[V-\Omega]$ input terminals of the DME1401.
- ④ Connect the test lead to the measuring points and read the displayed value.

Chapter 3 PART NAMES AND FUNCTIONS

See Figure 3-1 and Figure 3-2.

[1] POWER

Turns the power of the DME1401 on and off. It is turned on at pushed.

[2] Range switch

Used to select measurement ranges.

In diode test mode, press the **[2k →+]** button (diode symbol).

[3] Function switch

Used to select measurement mode.

In AC voltage measurement and AC current measurement mode, the **[TRUE RMS ~+--- / ~]** button is used to select AC+DC true RMS / AC true RMS.

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

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

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

[4] LED

4-1/2 LED unit for displaying the reading value. Displays measurement mode and range polarity.

[5] V-Ω input terminal

Used to perform voltage measurement or resistance measurement.

[6] 20A MAX input terminal

Used to perform current measurement up to 20A.

[7] 2A MAX input terminal

Used to perform current measurement up to 2A. 2A protect fuse is put in this.

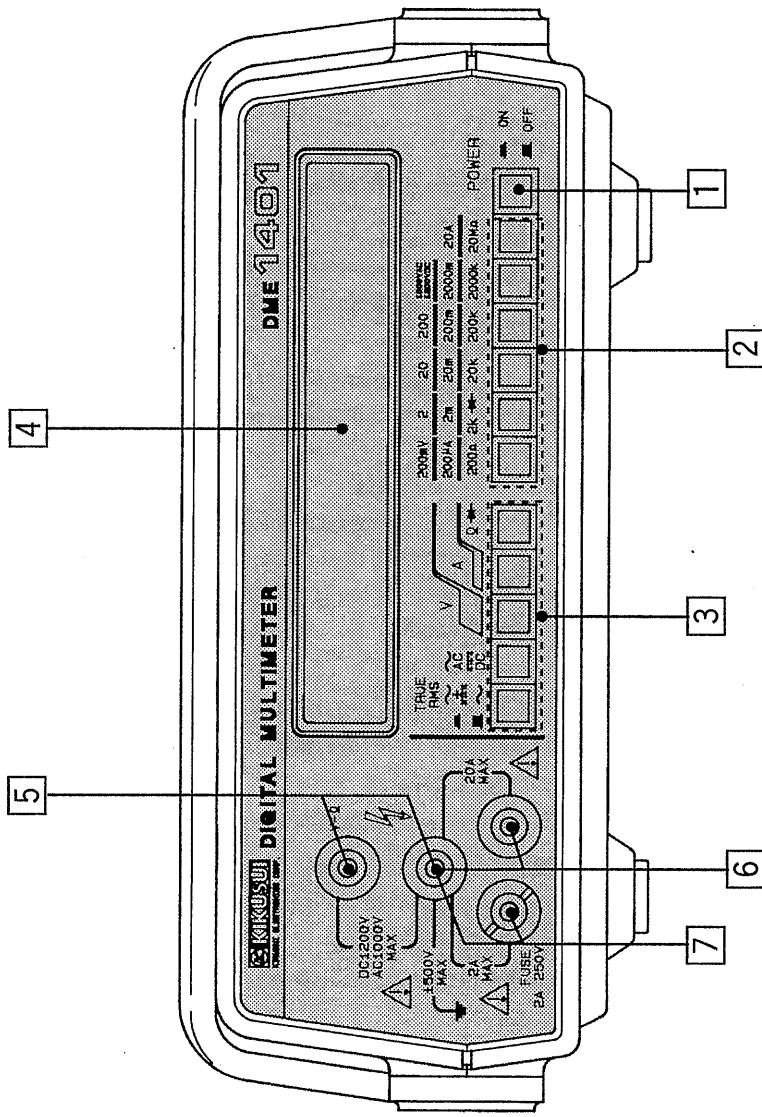


Figure 3-1 Front Panel

8 AC connector

Used to connect the AC power cable.

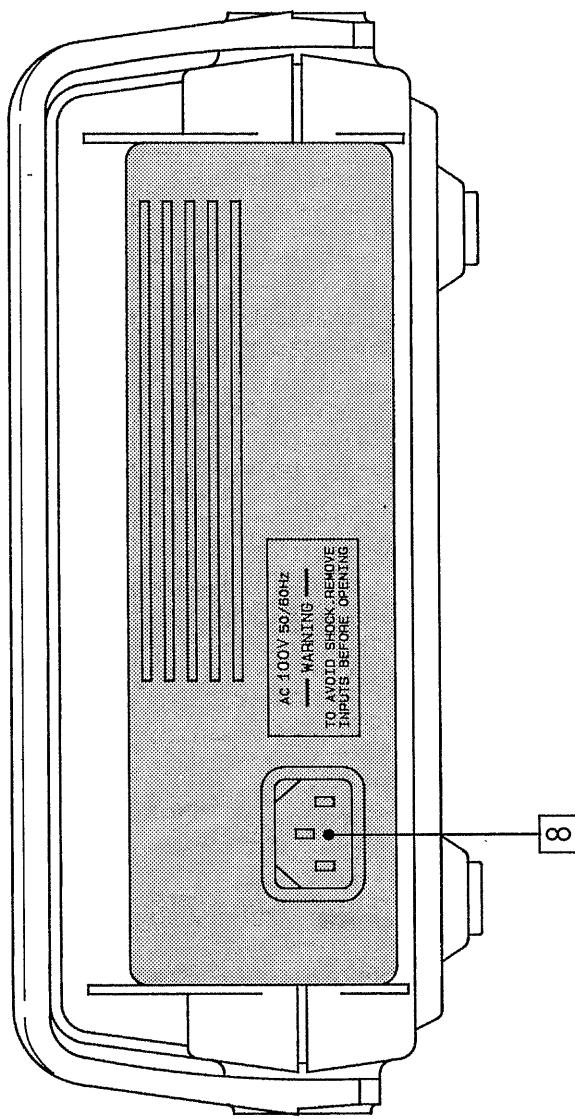


Figure 3-2 Rear Panel

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

4.1 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.

4.2 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 5

SPECIFICATIONS

The electrical specifications given apply for an operation temperature of 18-28°C, humidity up to 90% RH, and 1-year calibration cycle.

DC Voltage

Range	Resolution	Accuracy for 1 year
±200mV	10 μ V	
±2V	100 μ V	
±20V	1mV	± (0.03% of reading + 4 digits)
±200V	10mV	
±1000V	100mV	

Input Impedance: 10MΩ in parallel with <100pF, all ranges

NMRR: >60dB at 60Hz or 50Hz

CMRR: >90dB at DC, 60Hz or 50Hz (1kΩ unbalanced)

Common Mode Voltage (maximum) : 500Vdc or ac peak

Response Time to Rated Accuracy: 1 second maximum

Maximum Allowable Input: 1200Vdc or ac peak continuous (less than 10 second a duration on both the 200mV and 2V ranges)

AC Voltage (True RMS Responding, AC or AC+DC)

Voltage Readout Accuracy: ± (% of reading + no. of digits), between 5% of range and full range.

Input Voltage	Resolution	Range	20Hz**	45Hz	1kHz	2kHz	10kHz	20kHz	50kHz
10mV-200mV	10 μ V	200mV							
0.1V-2V	100 μ V	2V	1%+15	0.5%+15	1%+15	2%+30	5%+30		
1V-20V	1mV	20V							
10V-200V	10mV	200V							
100V-1000V	100mV	1000V							

** Typically 3 to 5 digits of rattle will be observed at full scale at 20Hz.

DC Current

Range	Resolution	Accuracy for 1 year		Burden Voltage
200 μ A	0.01 μ A	$\pm(0.2\% \text{ of reading} + 2 \text{ digits})$		0.3V max
2mA	0.1 μ A			
20mA	1 μ A			
200mA	10 μ A	$\pm(0.3\% \text{ of reading} + 2 \text{ digits})$		0.9Vmax
2000mA	100 μ A			
20A	1mA			

Overload Protection: 200 μ A, 2mA, 20mA, 200mA, 2000mA 5 ranges
fuse protection, 20A range, no fuse. 15 seconds max.

AC Current (True RMS Responding, AC or AC+DC)

Input Current	Resolution	Range	20Hz**	45Hz	2kHz	10kHz	20kHz	Burden Voltage
10 μ A-200 μ A	0.01 μ A	200 μ A	1%+15	0.5% +15	1% +15	2%+15	0.3Vrms max	0.3Vrms max
100 μ A-2mA	0.1 μ A	2mA						
1mA-20mA	1 μ A	20mA						
10mA-200mA	10 μ A	200mA						
100mA-2000mA	100 μ A	2000mA						
2000mA-20A	1mA	20A						
Not specified								0.9Vrms max

** Typically 3 to 5 digits of rattle will be observed at full scale at 20Hz.

Crest Factor (peak/RMS ratio): 1.0 to 3.0 at full scale.

Resistance

Range	Resolution	Accuracy for 1 year		Full Scale Voltage across Unknown Resistance
200 Ω	0.01 Ω	$\pm(0.1\% \text{ of reading} + 4 \text{ digits})$		0.2V
2k Ω	0.1 Ω	$\pm(0.1\% \text{ of reading} + 2 \text{ digits})$		2V
20k Ω	1 Ω			2V
200k Ω	10 Ω			0.2V
2000k Ω	100 Ω	$\pm(0.25\% \text{ of reading} + 2 \text{ digits})$		2V
20M Ω	1k Ω			2V

Overload Protection: 250Vdc/ac rms on all ranges

Response Time to Rated Accuracy: 5 seconds maximum on 20M Ω range
2 seconds maximum on all other ranges

Diode Test: These three ranges have enough voltage to turn on silicon junctions to check for proper forward-to-back resistance. The $2k\Omega$ range is preferred and is marked with a large diode symbol on the front panel of the instrument.

GENERAL

Maximum Common Mode Voltage:

500Vdc or ac peak (low potential terminal with respect to power line ground)

Temperature Coefficient:

<0.1 times the applicable accuracy specification per $^{\circ}\text{C}$. (0-18 $^{\circ}\text{C}$ and 28-50 $^{\circ}\text{C}$)

Environment:

Operating Temperature: 0 $^{\circ}\text{C}$ to 50 $^{\circ}\text{C}$

Storage Temperature: -40 $^{\circ}\text{C}$ to +70 $^{\circ}\text{C}$

Humidity: Up to 90% RH, 0-35 $^{\circ}\text{C}$, up to 70% RH, 35-50 $^{\circ}\text{C}$, except on 2000 $k\Omega$ and 20M Ω , ranges where it is up to 80% RH, 0-35 $^{\circ}\text{C}$.

Size:

230 (W) \times 86 (H) \times 280 (D) mm

Maximum: 250 (W) \times 105 (H) \times 295 (D) mm

Weight:

1.4kg

Power requirements:

Selected one of 4 ranges at factory shipment.

90-110Vac (47-440Hz)

108-132Vac (47-440Hz)

198-242Vac (47-440Hz)

216-250Vac (47-440Hz)

Power consumption:

15VA max.

Accessories:

Operation manual one copy

AC power cable one

Test lead (KTL-107) one

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

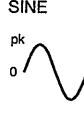
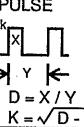
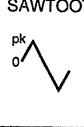
Converting Voltage Measurements

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 $10M\Omega$), as long as the source impedance is $1k\Omega$ or less, the error will be $\leq 0.01\%$. 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			
SINE 	2.828	1.414	1.000	1.000	0.000	1.000	
RECTIFIED SINE (FULL WAVE) 	1.414	1.414	0.421	0.435	0.900	1.000	
RECTIFIED SINE (HALF WAVE) 	2.000	2.000	0.764	0.771	0.636	1.000	
SQUARE 	2.000	1.000	1.110	1.000	0.000	1.000	
RECTIFIED SQUARE 	1.414	1.414	0.785	0.707	0.707	1.000	
RECTANGULAR PULSE 	2.000	2.000	2.22K	2K	2D	$2\sqrt{D}$	
TRIANGLE SAWTOOTH 	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

$$\text{Loading Error in \%} = 100 \times R_s / (R_s + 10^7)$$

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

2. AC Voltage Measurements

First, determine input impedance, as follows:

$$Z_{in} = \frac{10^7}{\sqrt{1 + (2\pi F \cdot R_{in} \cdot C)^2}}$$

Where : Z_{in} = effective input impedance

$$R_{in} = 10^7 \text{ ohms}$$

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

$$F = \text{frequency in Hz}$$

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, you can measure them by using AC+DC function of the instrument. However in this section, we show you the calculated result by using AC and DC function separately. 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:

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

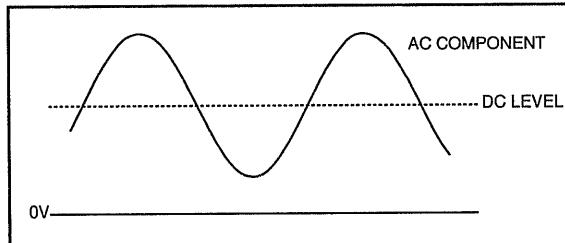


Figure A-1 RMS Values

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

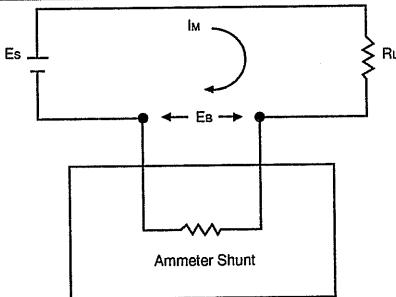
$$\begin{aligned}\text{Total rms} &= \sqrt{10^2 + 0.2^2} \\ &= \sqrt{100 + 0.04} \\ &= \sqrt{100.04} \\ &= 10.00\end{aligned}$$

the meter will read this as 10.00mV.

2. Current Measurement Techniques

Burden Voltage Error

When a meter is placed in series with a circuit to measure current, you may have to consider an error caused by the voltage drop across the meter (in this case, across the protective fuses and current shunts). This voltage drop is called burden voltage. The maximum full-scale burden voltages for your instrument are: 0.3V for the four lowest ranges, and 0.9V for the 2000mA, 20A ranges. These voltage drops can affect the accuracy of a current measurement if the current source is unregulated and the resistance of the shunt and fuse represents a significant part (1/1000 or more) of the source resistance. If burden voltage does not affect the accuracy of a current measurement, the percentage error can be calculated using the formula in Column A-2, This error can be minimized by selecting the highest sensitivity current range that provides the necessary resolution.



E_s = Source voltage

R_L = Load resistance + Source resistance

I_M = Measured current (display reading in amps)

E_B = Burden voltage (calculated) , i.e.,

Display reading expressed as a% of full scale ($100 \times \text{READING} / \text{FULL SCALE}$) times full scale burden voltage for selected range.

See table

Range	Full Scale Burden Voltage
$200 \mu\text{A}$ to 200mA	0.3V max.
2000mA , 20A	0.9V max.

Maximum current error due to Burden Voltage

$$\text{IN \%} = 100 \times E_B / (E_s - E_B)$$

$$\text{IN MILLIAMPS} = (E_B \times I_M) / (E_s - E_B)$$

Examples : $E_s = 14\text{V}$, $R_L = 9\Omega$, $I_M = 1497.0\text{mA}$,

$$E_B = 100 \times (1497.0 / 2000.0) \times 0.9 \text{ (from Table)}$$

$$= 74.9\% \text{ of } 0.9 = 0.674\text{V}$$

$$\text{Maximum error in \%} = 100 \times 0.674 / (14 - 0.674)$$

$$= 100 \times 0.674 / 13.326 = 5.06\%$$

Increase displayed current by 5.06% of full scale to obtain true current (including burden voltage).

$$\text{Maximum error / in millamps} = 0.674 \times 1497.0 / (14 - 0.674)$$

$$= 1009.0 / 13.326 = 75.7\text{mA}$$

Increase displayed current by 75.7mA to obtain true current (including burden voltage).

Column A-2 Calculating Burden Voltage Error

3. 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.

4. 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 deviates 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 1.0 to 3.0 at full-scale. Going down from full-scale, the crest factor capability increases from 3.0 to :

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

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:

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

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.

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

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

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.

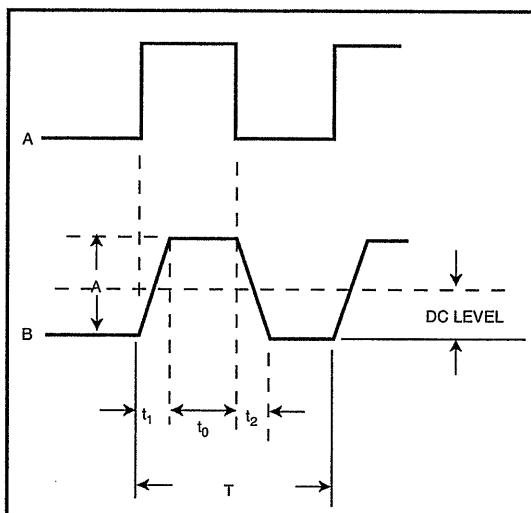


Figure A-3 Components of a Rectangular Waveform

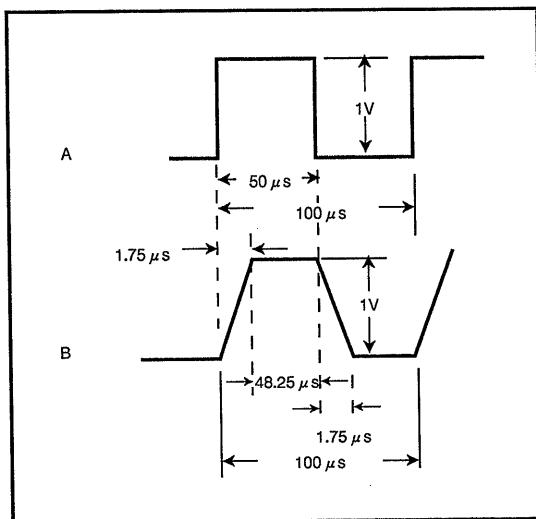


Figure A-4 Rise Time / Fall Time Example

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 relative 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 Edc stayed the same.

So, the errors are: In E total rms: -0.6%

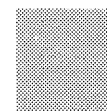
In E ac rms: -1.2%

デジタルマルチメータ DME1401

取扱説明書

目 次

安全にご使用いただくために	2-2	2.3.5 抵抗測定	2-12
ご使用上の注意	2-3	2.3.6 ダイオードテスト	2-12
はじめに	2-4	第3章 各部の名称と機能	2-13
第1章 セットアップ	2-5	第4章 保守	2-16
1.1 開梱時の点検	2-5	4.1 クリーニング	2-16
1.2 設置場所の条件	2-5	4.2 点検	2-16
1.3 AC入力電源の確認	2-6	第5章 仕様	2-17
第2章 操作方法	2-7	付録	2-20
2.1 本器を使用する前に	2-7	測定技術について	2-20
2.1.1 安全と過入力保護	2-7	1. 電圧測定技術	2-20
2.1.2 安全とコモン（共通）		2. 電流測定技術	2-23
入力端子への接続	2-8	3. 抵抗測定技術	2-25
2.1.3 電流測定における		4. AC 測定技術	2-25
注意点	2-8		
2.1.4 LEDについて	2-9		
2.2 電源の投入	2-9		
2.3 基本操作	2-10		
2.3.1 DC電圧測定	2-10		
2.3.2 AC電圧測定	2-10		
2.3.3 DC電流測定	2-10		
2.3.4 AC電流測定	2-11		



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。

± または

大地アース接続端子を示します。



シャーシグラ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DME1401は、携帯可能なベンチタイプのデジタルマルチメータであり、4-1/2桁のLEDを備えています。DME1401の特長は以下の通りです。

ACまたはAC+DC信号の真の実効値（True RMS）測定

真の実効値を測定するには、AC（ノイズのない純粹な正弦波）またはAC+DC信号を直接測定する以外ありません。本器は最大50kHzまでのAC+DC電圧を測定できます。

5種類の測定機能

DC電圧 : 10 μ V～1200VのDC電圧の測定

AC電圧 : 10mV～1000VのACまたはAC+DCの真の実効値電圧の測定

DC電流 : 10nA～20AのDC電流の測定

AC電流 : 10 μ V～20AのACまたはAC+DCの真の実効値電流の測定

抵抗 : 10m Ω ～20M Ω までの抵抗測定

各測定レンジには下記の機能があります。

- ・自動極性判定
- ・オーバーレンジ表示
- ・過負荷および瞬時の過大負荷からの効果的な保護
- ・迅速、正確でノイズフリーの測定を保証するための二重積分型AD変換による測定法

ダイオードテスト

PN接続部をオンにして、ダイオードとトランジスタを試験できます。

テストリード

プロープのフィンガーガードと入力端子のガード付き構造により、回路電圧との接触による事故の可能性を低減するように設計されています。

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。
- ・梱包時、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、および温度が急に変化する場所に置かないでください。

動作温度範囲：0～50°C

■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

選択した機能		選択したレンジ	入力端子	最大入力過負荷
V	DC	全レンジ	V／Ω	1200Vdcまたはacピーク
	AC	20V, 200V, 1000V	と コモン	1000Vrms連続
		2V, 200mV		1000Vrms (15秒以内) *1
2A 20A	DC または AC	全レンジ	2A／20A と コモン	ヒューズ保護： 2A, 250Vヒューズ 20Aレンジではヒューズなし
kΩ		全レンジ	V-Ω と コモン	250Vdc／ac rms

*1 6kV, 10μsで毎秒約5パルス、低振幅パルスでは平均的に約0.6W以内に限り保護されます。

2.1.2 安全とコモン（共通）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。

本器には、 $200\mu A$ ～ $2000mA$ を測定対象とした [2A MAX] 入力（2Aの保護ヒューズを内蔵）と、2A～20Aを測定対象とした [20A MAX] 入力（保護ヒューズなし）が用意されています。[20A MAX] 入力は大電流を扱い、熱を発生させるため抵抗成分の低減を目的に保護ヒューズを省略しています。

注 意

- ・付属のテスストリードを [20A MAX] 入力端子に接続して、2A～20Aの電流を測定する場合、テスストリードの抵抗分や入力端子とバナナプラグの接触抵抗分などを考慮して、本器は次の条件に限り使用できるように設計されています。

1. 連続測定時間は15秒以内。
2. 測定休止時間は測定時間の3倍以上。

2.1.4 LEDについて

LEDは視認性の高い表示装置です。数メートル先からでも容易に読み取れる4-1/2桁の表示には0000から19999まで示すことができます。以下、便宜的に本取扱説明書では19999を四捨五入して20000とします。例えば、1.9999Vレンジという場合には2Vレンジとします。小数点の位置は、すべて選択したレンジにより決定されます。入力信号の極性については、LEDの中央の [−] 符号で示します。

AC電圧、AC電流、および抵抗の測定機能では、[+] 符号は使用されません。[−] 符号はいずれの測定機能でも表示されることがあります。通常の場合、AC電圧、AC電流、および抵抗測定では意味がありません。通電した回路がコモン入力端子でマイナスであるときに限り、[−] 符号が表示されます。同回路内の電力がコモン入力端子でプラスであると、誤った抵抗値が表示されます。計測を行う回路に電圧が蓄積されている恐れのある場合には、抵抗値を調べ、次にテ스트リードの位置を逆にしてください。テ스트リードのどちらかの位置で [−] 符号が表示されればその回路には残留電位がなく、以後正確な抵抗値計測が行えます。

選択したレンジのレンジ値を超える入力信号を印加すると、すべての桁のLEDが点滅します。前面パネルのスイッチ設定の組合せが正しくない場合にはすべての小数点が表示されます。例えばDC電圧機能を選択したときにレンジが [20M] であると、4個の小数点がすべて表示されます。

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

- 機能スイッチ【V】を選択します。
- 【～AC / ==DC】スイッチを【==DC】に設定します。
- 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。）
- テストリードをDME1401のコモンおよび【V-Ω】入力端子に接続します。
- テ스트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

- 機能スイッチ【V】を選択します。
- 【～AC / ==DC】スイッチを【～AC】に設定します。
- 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。）
- ACの真の実効値電圧を測定する場合は、【TRUE RMS～+==/～】スイッチを【～(AC)】に設定します。AC+DCの真の実効値電圧を測定する場合は、【TRUE RMS～+==/～】スイッチを【TRUE RMS～+==(AC+DC)】に設定します。
- テ스트リードをDME1401のコモンおよび【V-Ω】入力端子に接続します。
- テ스트リードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

2.3.3 DC電流測定

- 機能スイッチ【A】を選択します。
- 【～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 [20A MAX] 入力端子を使用し、最大入力のレンジから設定してください。）
- ④ テストリードをDME1401のコモンおよび [2A MAX] または [20A MAX] 入力端子に接続します。

注 意

・付属のテストリードを [20A MAX] 入力端子に接続して、2A～20Aの電流を測定する場合、テストリードの抵抗分や入力端子とバナナプラグの接触抵抗分などを考慮して、本器は次の条件に限り使用できるように設計されています。

- 1. 連続測定時間は15秒以内。
- 2. 測定休止時間は測定時間の3倍以上。

- 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 AC電流測定

- ① 機能スイッチ【A】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 [20A MAX] 入力端子を使用し、最大入力のレンジから設定してください。）
- ④ ACの真の実効値電流を測定する場合は、【TRUE RMS～+---/～】スイッチを【～(AC)】に設定します。AC+DCの真の実効値電流を測定する場合は、【TRUE RMS～+---/～】スイッチを【TRUE RMS～+---(AC+DC)】に設定します。
- ⑤ テストリードをDME1401のコモンおよび [2A MAX] または [20A MAX] 入力端子に接続します。

注 意

・付属のテストリードを [20A MAX] 入力端子に接続して、2A～20Aの電流を測定する場合、テストリードの抵抗分や入力端子とバナナプラグの接触抵抗分などを考慮して、本器は次の条件に限り使用できるように設計されています。

- 1. 連続測定時間は15秒以内。
- 2. 測定休止時間は測定時間の3倍以上。

- 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。

2.3.5 抵抗測定

- ① 機能スイッチ $[\Omega \rightarrow +]$ 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。
- ③ テストリードをDME1401のコモンおよび $[V-\Omega]$ 入力端子に接続します。
- ④ 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

・抵抗測定機能に馴れるため、またレンジ選択スイッチがLEDの小数点位置にどのように影響するのかを確認するために次の手順を実行してください。

- ① テストリードを離し、 $[2000k\Omega]$ レンジを選択します。すべての桁のLEDが点滅してオーバレンジであることを表示します。
- ② 両テストリードの先端を確実に接触させます。LEDが $[000.0]$ までカウントダウンします。
- ③ テストリードの先端を接触させたままの状態で、 $[200\Omega]$ からレンジを順次選択してゆきます。このとき、小数点の位置は表2-2のようになります。

表2-2

レンジ	表示
200Ω	00.00*
$2k\Omega$.0000*
$20k\Omega$	0.000
$200k\Omega$	00.00
$2000k\Omega$	000.0
$20M\Omega$	0.000

*リード線の抵抗値を表示する。

2.3.6 ダイオードテスト

DME1401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 $[\Omega \rightarrow +]$ を選択します。
- ② $[2k \rightarrow +]$ のボタン（ダイオードマーク付き）を押します。
- ③ テストリードをDME1401のコモンおよび $[V-\Omega]$ 入力端子に接続します。
- ④ テストリードを測定点に接続し、表示値を読み取ります。

第3章

各部の名称と機能

図3-1、図3-2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、【2k →+】（ダイオードマーク付き）のスイッチを押してください。

③ 機能スイッチ

測定モードを選択するスイッチです。

【TRUE RMS ~+--- / ~】スイッチは、AC電圧またはAC電流測定におけるAC+DCの真の実効値／ACの真の実効値測定を選択します。

【~AC / ==DC】スイッチは、電圧、電流測定におけるAC/DCを選択します。

【V】スイッチは、電圧測定を選択します。

【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。

④ LED

測定値を表示するための4-1/2桁のLEDです。測定モード、レンジ極性を表示します。

⑤ V-Ω 入力端子

電圧測定、抵抗測定を行うときに使用する端子です。

⑥ 20A MAX入力端子

最大20Aまでの電流測定を行うときに使用する端子です。

⑦ 2A MAX入力端子

最大2Aまでの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。

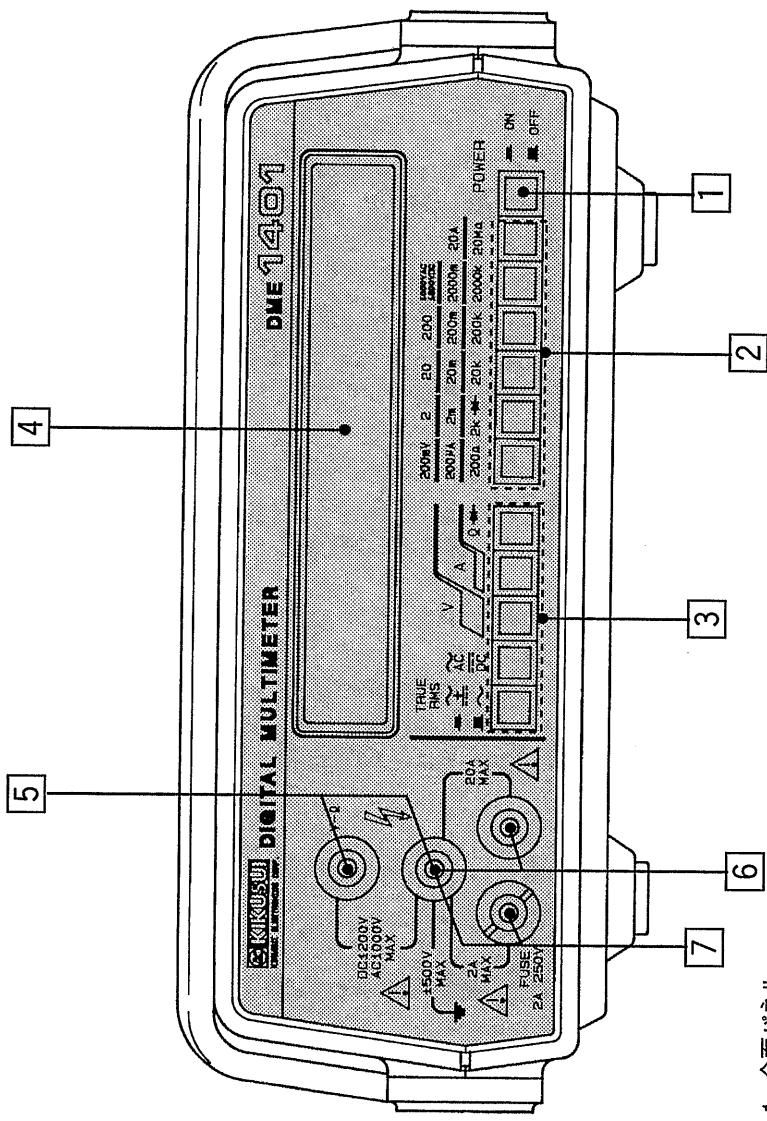


図3-1 全面パネル

⑧ ACコネクタ

入力電源コード接続用コネクタです。

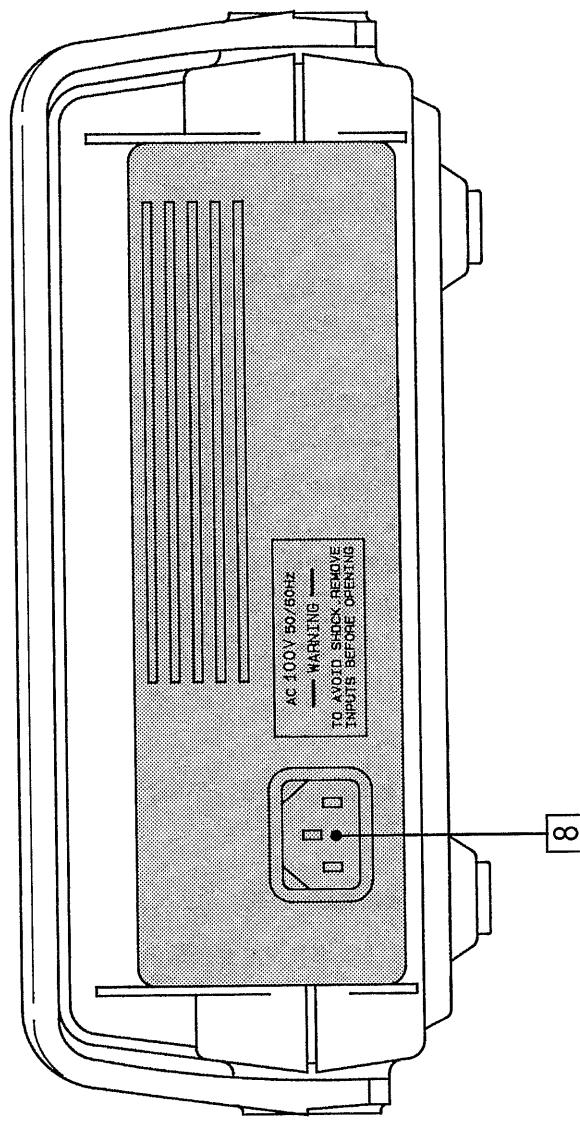


図3-2 後面パネル

第4章

保　守

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。

4.1 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。

4.2 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。

第5章

仕様

電気性能の仕様は、動作温度18~28°C、湿度90% RH以下で、1年の校正サイクルに適用します。

DC電圧

レンジ	分解能	確度（1年間）
±200mV	10 μ V	
±2V	100 μ V	
±20V	1mV	± (表示値の0.03% + 4 digits)
±200V	10mV	
±1000V	100mV	

入力インピーダンス：10MΩ（並列、<100pF、全レンジ）

NMRR：>60 dB (60Hzまたは50Hz)

CMRR：>90dB (DC、60Hzまたは50 Hz) (1kΩ不平衡)

COMMONモード電圧（最大）：500Vdcまたはacピーク

仕様確度応答時間：最大1秒

最大許容入力電圧：1200Vdcまたはacピーク連続（200mV、2Vレンジでは10秒未満）

AC電圧（真の実効値応答、ACまたはAC+DC）

電圧表示値確度：± (表示値の%+digits)、レンジの5%～フルレンジ

入力電圧	分解能	レンジ	20Hz**	45Hz	1kHz	2kHz	10kHz	20kHz	50kHz
10mV～200mV	10 μ V	200mV							
0.1V～2V	100 μ V	2V	1%+15	0.5%+15	1%+15	2%+30	5%+30		
1V～20V	1mV	20V							
10V～200V	10mV	200V							
100V～1000V	100mV	1000V							
									仕様なし

** 20Hz のフルスケールでは、通常 3~5 digits のリップルによる表示のふらつきが見られます。

DC電流

レンジ	分解能	確度 (1年間)	挿入電圧
200 μ A	0.01 μ A	± (表示値の0.2%+2 digits)	0.3V max
2mA	0.1 μ A		
20mA	1 μ A		
200mA	10 μ A		
2000mA	100 μ A		0.9Vmax
20A	1mA		

過負荷保護：200 μ A、2mA、20mA、200mA、2000mAの各レンジでは2Aヒューズによる保護、20Aレンジはヒューズなし。最大15秒。

AC電流（真の実効値応答、ACまたはAC+DC）

入力電流	分解能	レンジ	20Hz**	45Hz	2kHz	10kHz	20kHz	挿入電圧
10 μ A～200 μ A	0.01 μ A	200 μ A						0.3Vrms max
100 μ A～2mA	0.1 μ A	2mA	1%+15		0.5% +15	1% +15	2%+15	
1mA～20mA	1 μ A	20mA						0.9Vrms max
10mA～200mA	10 μ A	200mA						
100mA～2000mA	100 μ A	2000mA					仕様なし	
2000mA～20A	1mA	20A						

** 20Hz のフルスケールでは、通常 3～5 digits のリップルによる表示のふらつきが見られます。

波高率（ピーク/実効値）：1.0～3.0（フルスケール）

抵抗

レンジ	分解能	確度 (1年間)	不明抵抗値に対するフルスケール電圧
200 Ω	0.01 Ω	±(表示値の0.1%+4 digits)	0.2V
2k Ω	0.1 Ω		2V
20k Ω	1 Ω	±(表示値の0.1%+2 digits)	2V
200k Ω	10 Ω		0.2V
2000k Ω	100 Ω	±(表示値の0.25%+2 digits)	2V
20M Ω	1k Ω		2V

過負荷保護：250Vdc/ac rms（全レンジ）

仕様 確度応答時間： 20MΩで最大 5 秒、他のレンジで最大 2 秒
ダイオードテスト： ダイオードテスト可能なレンジは、半導体のシリコン接合をオンにするための電圧を十分有しており、順～逆抵抗を正しく調べられます。2kΩ レンジの使用が最適です。

一般仕様

最大コモンモード電圧

500Vdc または ac ピーク (電源ラインのアースを低電位端子に接続したとき)

温度係数

1°C に対して適用 確度仕様の 0.1 倍未満 (0~18°C, 28~50°C)

環境条件

動作温度： 0~50°C

保存温度： -40~+70°C

動作湿度： 0~35°C のとき 90% RH 以下、 35~50°C のとき 70% RH 以下。ただし 2000kΩ と 20MΩ の場合は 0~35°C のとき 80% RH 以下。

寸法

230 (W) × 86 (H) × 280 (D) mm

最大寸法 250 (W) × 105 (H) × 295 (D) mm

質量

1.4kg

電源電圧

工場出荷時にいずれかに設定済

90~110Vac (47~440Hz)

108~132Vac (47~440Hz)

198~242Vac (47~440Hz)

216~250Vac (47~440Hz)

消費電力

15VA (最大)

付属品

取扱説明書 1部

電源コード 1本

テスストリード (KTL-107) 1本

付 錄

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）値を測定できます。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変換する際には、表A-1のデータを目安として参考してください。

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 $10M\Omega$ ）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0.01%未満となります。回路への負荷により問題が生じる場合には、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			
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	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校正した平均値応答測定器の表示値です。

** 本ディジタルマルチメータ

1. DC電圧測定

$$\text{負荷誤差(%)} = 100 \times R_s / (R_s + 10^7)$$

ただし： R_s = 被測定回路のソース抵抗 (Ω)

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。

$$Z_{in} = \frac{10^7}{\sqrt{1 + (2\pi F \cdot R_{in} \cdot C)^2}}$$

ただし： Z_{in} = 有効入力インピーダンス

$$R_{in} = 10^7 \Omega$$

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

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

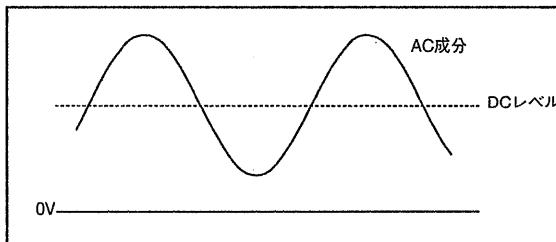
Z_{in} = 入力インピーダンス (計算済み)

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には、本器のAC+DC機能を使えば測定できますが、ここではACとDCを分けて測定し、計算により求めてみます。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、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るません。例えば、

仮定：40 digitsのオフセット (.040mV、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 (.20mV、200mVレンジ)

入力信号 = 10mV、200mVレンジ

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

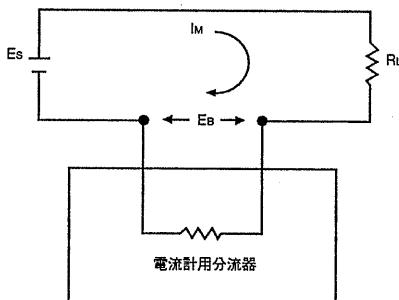
本器はこれを10.00mVと表示します。

2. 電流測定技術

挿入電圧降下誤差

電流測定のために本器を回路と直列に接続する際には、本器を挿入することで生じる電圧の低下（この場合、保護ヒューズと電流分流器を通る）による誤差を考慮しなければならないことがあります。

この電圧の低下を挿入電圧降下と言います。本器のフルスケールでの最大挿入電圧降下は、低電流側 4 レンジでは0.3V、2000mAと20Aレンジでは0.9Vです。もしその電流源が安定でなく、また分流器とヒューズの抵抗値が電流源の抵抗値に対して1/1000以上を占める場合には、この電圧の低下が電流測定の確度に影響を及ぼします。挿入電圧降下が確度に影響を及ぼさなければ、コラムA-2の式によりパーセンテージの誤差を計算できます。この誤差を最小に抑えるには、必要な分解能を有する電流レンジのうちで最高感度のレンジを選択するようにします。



E_s = ソース電圧

R_L = 負荷抵抗 + ソース抵抗

I_M = 実測電流 (表示値 [アンペア])

E_B = 挿入電圧降下 (計算済み)、つまり

フルスケールの%で表された表示値 ($100 \times \text{表示値} / \text{フルスケール}$) \times 選択したレンジのフルスケール挿入電圧降下。

下表参照。

レンジ	フルスケール挿入電圧
$200 \mu A \sim 200mA$	0.3V (最大)
$2000mA, 20A$	0.9V (最大)

挿入電圧降下による最大電流誤差

$$\text{パーセンテージ} = 100 \times E_B / (E_s - E_B)$$

$$\text{ミリアンペア} = (E_B \times I_M) / (E_s - E_B)$$

例： $E_s = 14V, R_L = 9\Omega, I_M = 1497.0mA,$

$$E_B = 100 \times (1497.0 / 2000.0) \times 0.9 \text{ (表から)} = 0.9 \text{ の } 74.9\% \\ = 0.674V$$

$$\text{最大誤差}(\%) = 100 \times 0.674 / (14 - 0.674) = 100 \times 0.674 / 13.326 \\ = 5.06\%$$

表示された電流にフルスケールの5.06%を加えて真の（挿入電圧降下も含めた）電流値を得ます。

$$\text{最大誤差 / ミリアンペア} = 0.674 \times 1497.0 / (14 - 0.674) \\ = 1009.0 / 13.326 = 75.7mA$$

表示された電流に75.7mAを加えて真の挿入電圧降下も含めた電流値を得ます。

コラムA-2 握入電圧降下による誤差の計算

3. 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。

4. 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発生させる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、平均値応答形変換器が最も広く使られていました。論理的に、純粹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、

$(1/\sqrt{2}) / (2/\pi) = \pi / (2\sqrt{2}) = \text{平均値の} 1.11\text{倍となっていました。}$
従来の大半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。しかし、測定される信号が純粹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1.0～3.0（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。

(フルスケール×3) / 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かめるには、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。

(2×3) / 1 = 6

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になります。

$$\text{波高率} = \sqrt{1/D - 1}$$

ただし $D = \text{デューティサイクル}$ (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。

$$\text{波高率} = 3.0 = \sqrt{1/D - 1}$$

$$9.0 = 1/D - 1$$

$$10.0 = 1/D$$

$$D = 1/10 = 10\%$$

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

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。

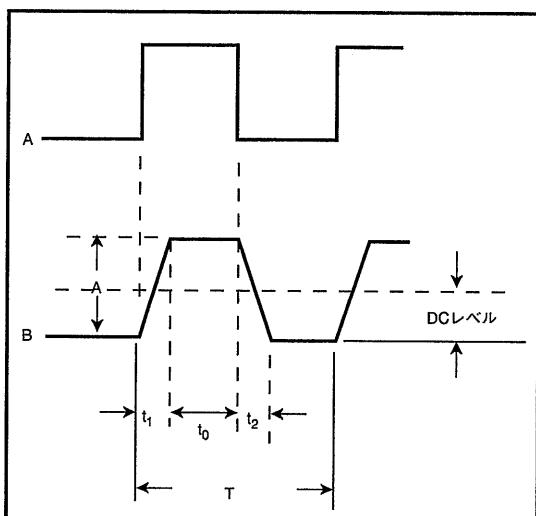
スリューレート

スリューレートは、リミット率あるいは電圧速度リミットとも呼ばれており、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。

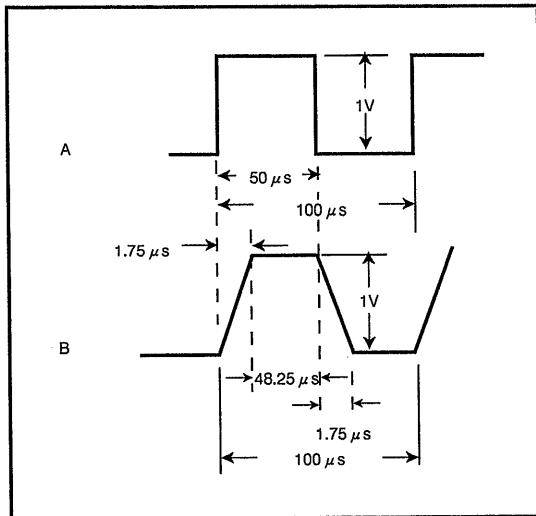
確度に影響する立ち上がりおよび立ち下がり時間

波形の立ち上がり時間と立ち下がり時間は、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とされています。

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が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が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がりの時間をスリューレートの $1.75\ \mu s$ と仮定します。誤差の計算では、立ち上がりと立ち下が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 $1.75\ \mu s$ 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rmsはこの関係を用いて次のように計算できます。

$$E \text{ トータル rms} = \sqrt{Eac \text{ rms}^2 + Edc^2}$$

ここでは、例として $50\mu s$ パルス、ピーク値1Vの10kHz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。

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

$$E \text{ トータル rms} = 0.707$$

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

ゆえに、

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

$$Eac \text{ rms} = \sqrt{0.25} = 0.5$$

立ち上がり（立ち下がり）時間の $1.75\mu s$ 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。

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

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

$$Edc = 1 \frac{48.25 + 1.75}{100} = \frac{50}{100} = 0.50$$

ゆえに、

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

$$Eac \text{ rms} = \sqrt{0.244} = 0.494$$

Edcが変化しないことに注意してください。

ゆえに誤差は： E トータル rms で -0.6%

Eac rms で -1.2%

KIKUSUI ELECTRONICS CORP.



* Z 1 0 0 0 4 8 1 *