



## 基本特性

1. RPM 测量
2. 在电压或电流模式下测量频率 (VAHZ 模式)
3. 34MHz 频率计数器
4. ADP 模式
5. 全自动测量
  - \* 电压测量
  - \* 电流测量
  - \* 电阻测量
6. 3400 个读数显示
7. 量程转换功能
8. 测值锁定功能
9. 二极管测量
10. 通断检测
11. 外部参考电压
12. 串行数据输出 (RS232 格式)
13. 自动关机和重新开机功能
14. 电池低电量检测 (3V & 9V)
15. 3V 直流电源
16. 100 脚扁平封装

## 描述

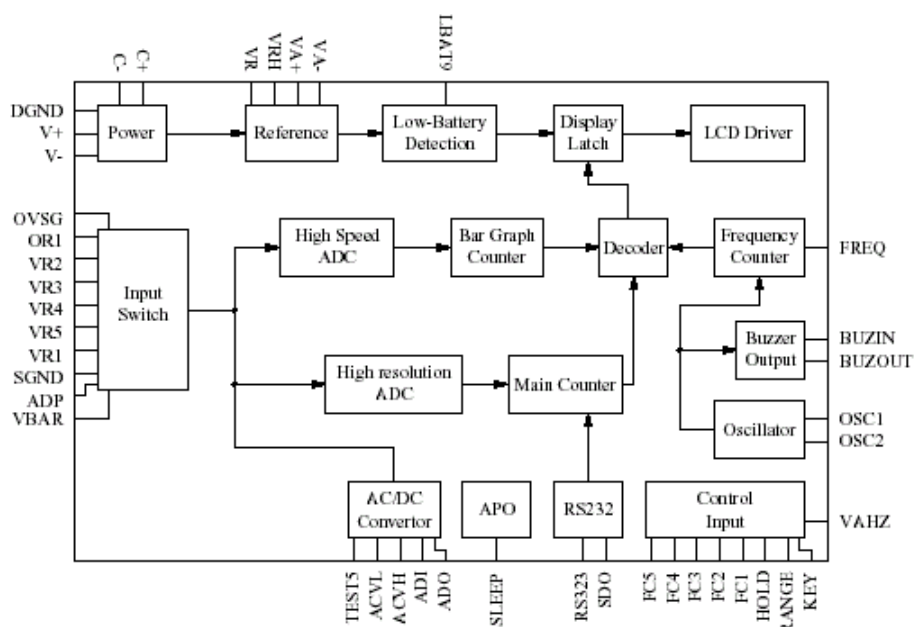
ES51972 是一种具有 3400 个读数和条形 LCD 显示, 自动量程选择和 3V 直流电源供电功能的集成模拟-数字转换器。它提供了交/直流电压测量、电阻测量、电流测量、电压/电流测量模式下的频率计数器、频率计数器和 RPM 测量的自动量程选择, 而不需要昂贵而庞大的机械量程转换开关。ES51972 的其它特性包括: 测值锁定、二极管测量、温度测量、通断检测、低电量检测、自动关机、重新开机及 RS232 数据输出。

## 应用

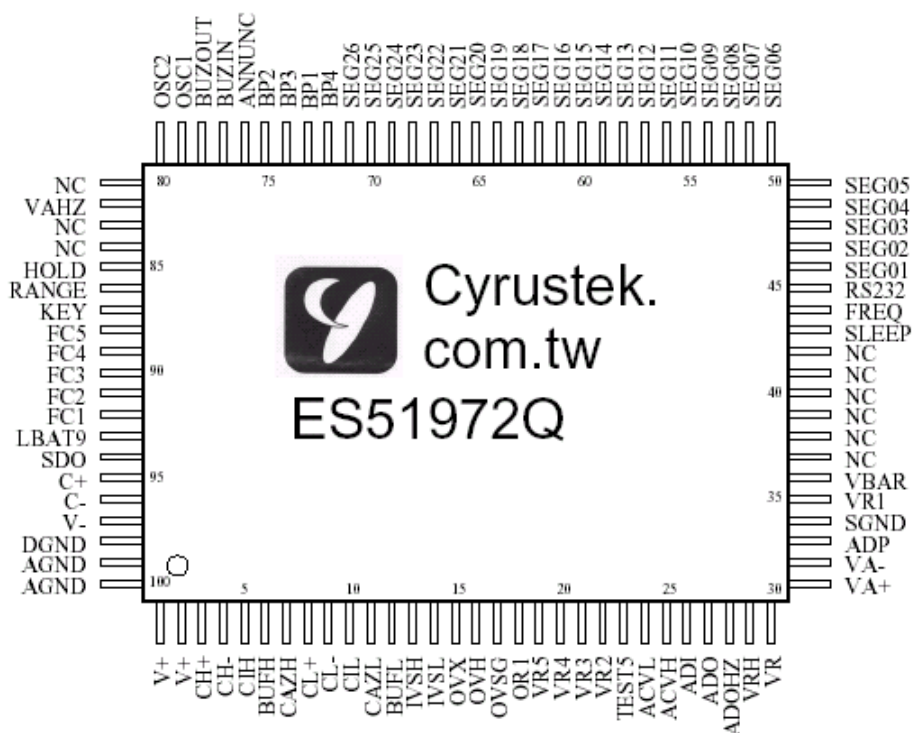
- \* 数字万用表



## 方框图



## 引脚分配





## 引脚描述

Pin No.	Symbol	Type	Description
1	V+	P	Positive supply voltage, output of on-chip DC-DC converter.
2	V+	P	Positive supply voltage, output of on-chip DC-DC converter
3	CH+	IO	High speed positive connection for reference capacitor.
4	CH-	IO	High speed negative connection for reference capacitor.
5	CIH	O	High speed integrator output. Connected to integral capacitor.
6	BUFH	O	Integration resistor connection for high speed buffer output.
7	CAZH	O	High speed auto-zero capacitor connection.
8	CL+	IO	High resolution positive connection for reference capacitor.
9	CL-	IO	High resolution negative connection for reference capacitor.
10	CIL	O	High resolution integrator output. Connected to integral capacitor.
11	CAZL	O	High resolution auto-zero capacitor connection.
12	BUFL	O	Integral resistor connection for high resolution buffer output.
13	IVSH	I	High current measurement input.
14	IVSL	I	Low current measurement input.
15	OVX	I	Input high voltage for resistance measurement.
16	OVH	I	Output connection for resistance measurement.
17	OVSG	I	Sense low voltage for resistance measurement.
18	OR1	O	Reference resistor connection for 399.9Ω range.
19	VR5	O	Voltage measurement ÷10000 attenuator (3400V.)
20	VR4	O	Voltage measurement ÷1000 attenuator (340.0V.)
21	VR3	O	Voltage measurement ÷100 attenuator (34.00V.)
22	VR2	O	Voltage measurement ÷10 attenuator (3.400V.)
23	TEST5	IO	Testing pin.
24	ACVL	O	Negative output of AC to DC converter.
25	ACVH	O	Positive output of AC to DC converter.
26	ADI	I	Negative input of internal AC to DC OpAmp .
27	ADO	O	Output of internal AC to DC OpAmp.
28	ADOHZ	I	Frequency input under voltage/current mode, offset to AGND.
29	VRH	O	Output of band-gap voltage reference. Typically -1.2V.
30	VR	I	Reference input voltage connection. Typically -100mV.
31	VA+	I	For ADP. De-integrating voltage positive input. The input should be higher than VA-.
32	VA-	I	For ADP. De-integrating voltage negative input. The input should be lower than VA+.
33	ADP	I	ADP Input.
34	SGND	G	Signal Ground.
35	VR1	I	Measurement input.
36	VBAR	I	In ADP mode, if this pin connect to V-, the bar graph will not display.
37	NC	-	No connection.
38	NC	-	No connection.
39	NC	-	No connection.
40	NC	-	No connection.
41	NC	-	No connection.
42	NC	-	No connection.
43	SLEEP	O	Asserts low in the sleep mode.
44	FREQ	I	Frequency counter input, offset to $V_{\frac{1}{2}}$ internally by the chip.
45	RS232	I	Pulse low to enable serial data output.

continued on next page...



...continued from previous page			
Pin No.	Symbol	Type	Description
46 - 71	SEG01 - SEG26	O	LCD segment line 01 - 26.
72	BP4	O	LCD backplane 4.
73	BP1	O	LCD backplane 1.
74	BP3	O	LCD backplane 3.
75	BP2	O	LCD backplane 2.
76	ANNUNC	O	Square wave output at the backplane frequency, synchronized to BP1. ANNUNC can be used to control display annunciator. Connect an LCD segment to ANNUNC to turn it on; connect an LCD segment to its backplane to turn it off.
77	BUZIN	I	Enables the buzzer. Low active.
78	BUZOUT	O	Outputs an 2KHz audio frequency signal for driving piezoelectric buzzer when BUZIN is low.
79	OSC1	I	Crystal oscillator input connection.
80	OSC2	O	Crystal oscillator output connection.
81	NC	-	No connection.
82	VAHZ	I	Pulse low to show the frequency of input signal in V(DC/AC),I(DC/AC).
83	NC	-	No connection.
84	NC	-	No connection.
85	HOLD	I	Pulse low to enable HOLD mode.
86	RANGE	I	Pulse low to enable manual mode and manual range selection.
87	KEY	I	Pulse low to change mode. In ADP mode, if this pin is connected to V-, the buzzer output will be off when the ADP input overflows.
88	FC5	I	Switch 5 for function selection.
89	FC4	I	Switch 4 for function selection.
90	FC3	I	Switch 3 for function selection.
91	FC2	I	Switch 2 for function selection.
92	FC1	I	Switch 1 for function selection.
93	LBAT9	I	Low battery configuration. If 3V battery is used, connect it to AGND. The default low-battery threshold voltage is -2.3V. If 9V battery is used, the low battery annunciator is displayed when the voltage of this pin is less than VRH (-1.2V).
94	SDO	O	RS232 compliant serial data output.
95	C+	O	Positive capacitor connection for on-chip DC-DC converter.
96	C-	O	Negative capacitor connection for on-chip DC-DC converter.
97	V-	P	Negative supply voltage. Connecting to battery negative terminal.
98	DGND	G	Digital ground, connected to battery positive terminal.
99	AGND	G	Analog ground.
100	AGND	G	Analog ground.



## 绝对最大额定值

Characteristic	Rating
Supply Voltage (V- to AGND)	-4V
Analog Input Voltage	V- - 0.6 to V+ + 0.6
V+	V+ $\geq$ (AGND/DGND + 0.5V)
AGND/DGND	AGND/DGND $\geq$ (V- - 0.5V)
Digital Input	V- - 0.6 to DGND + 0.6
Power Dissipation, Flat Package	500mW
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	-40°C to 125°C

## 电气特性

$T_A = 25^\circ\text{C}, V_- = -3\text{V}$

Parameter	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
Power supply	V-		-3.5	-3.0	-2.2	V
Operating supply current in DCV mode	$I_{DD}$	Normal operation	-	1.2	1.7	mA
	$I_{SS}$	In sleep mode	-	0.1	5	$\mu\text{A}$
Voltage roll-over error	REV	10M $\Omega$ input resistor	-	-	$\pm 0.1$	%F.S. <sup>1</sup>
Bar graph roll-over error	REB		-	-	$\pm 0.5$	%F.S.
Voltage nonlinearity	NLV	Best case straight line	-	-	$\pm 0.1$	%F.S.
Bar graph nonlinearity	NLB		-	-	$\pm 0.5$	%F.S.
Input leakage			-10	1	10	pA
Low battery flag voltage		V- to AGND	-2.5	-2.3	-2.1	V
Zero input reading		10M $\Omega$ input resistor	-000	000	+000	counts
Reference voltage and open circuit voltage for 400 $\Omega$ measurement	$V_{REF}$	100K $\Omega$ resistor between VRH and AGND	-1.3	-1.2	-1.1	V
Peak to peak backplane drive voltage		$-3.5 \leq V_- \leq -2.2$	3.00	3.2	3.40	V
Counter time base period		$f_{osc} = 4\text{MHz}$	-	1	-	sec.
Open circuit voltage for $\Omega$ measurement (except 400 $\Omega$ )		$\Omega$ and Continuity mode	-0.54	-0.47	-0.4	V
Internal pull-high to 0V current		Between V-pin and HOLD, RANGE, KEY, FC1, FC2, FC3, FC4, FC5, VAHZ	-	1.2	-	$\mu\text{A}$
		Between V-pin and RS232	-	11	-	
AC frequency response at 4.000V range		$\pm 1\%$ error	-	40 - 650	-	Hz
		$\pm 5\%$ error	-	40 - 2700	-	
Reference voltage temperature coefficient	$TC_{RF}$	100K $\Omega$ resistor Between VRH and AGND, $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$	-	50	-	ppm/ $^\circ\text{C}$
continued on next page...						



...continued from previous page						
Parameter	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
RPM Measurement			-	±3	-	counts

注释:

1. 全标度

## 功能描述

### 1. 工作模式

#### 1.1 电压测量

在电压测量模式，分压器可以自动提供一个合适的全标度量程。下表显示了不同的全标度量程。

Configuration	Full Scale Range	Divider Ratio	Resistor Connection
VR1 <sup>1</sup>	340.0mV	1	-
VR2	3.400V	$\frac{1}{10}$	$\frac{R_2}{R_1+R_2}$
VR3	34.00V	$\frac{1}{100}$	$\frac{R_3}{R_1+R_3}$
VR4	340.0V	$\frac{1}{1000}$	$\frac{R_4}{R_1+R_4}$
VR5	3400V	$\frac{1}{10000}$	$\frac{R_5}{R_1+R_5}$

只适用于直流测量。

#### 1.2 电阻测量

在电阻测量模式，分压器可以自动提供一个合适的全标度量程。下表显示了不同的全标度量程和参考电阻。

Configuration	Full Scale Range	Reference Resistor	Recommended Value
OR1	340.0Ω	$R_6$	100Ω
OR2	3.400KΩ	$R_5$	1KΩ
OR3	34.00KΩ	$R_4$	10KΩ
OR4	340.0KΩ	$R_1  R_3$	100KΩ
OR5	3.400MΩ	$R_1  R_2$	1MΩ
OR6	34.00MΩ	$R_1$	10MΩ

#### 1.3 电流测量

电流测量有三种模式。下表概述了每种模式的全标度量程。

Mode	Range Selection	Full Scale
Automatic Mode 1	μA	340.0μA 3400μA
Automatic Mode 2	mA	34.00mA 340.0mA
Manual Mode	A	34.00A

#### 1.4 通断检测

通断检测模式与 340.0Ω 手动电阻测量模式分享相同的插孔，接通后蜂鸣器鸣发出声响。不论什么时候当测试值小于 35Ω 时，蜂鸣器发出 2KHz 的声音。





### 1.5 二极管测量

二极管测量模式与 3.400V 手动电压测量模式分享相同的插孔。如果测试线路是开路，或者在测试情况下，二极管两端的电压降超过 2V, LCD 显示 “OL”，当测试值小于 0.25V 时，芯片产生 2KHz 的声音。

### 1.6 频率计数器

频率计数器的时基来是通过公式:  $T_{\text{counter}} = \frac{F_{\text{osc}}}{4000000}$  计算出来的,  $F_{\text{osc}}$  是晶振的频率。因此, 当使用一个 4MHz 的振荡器时, 计数器会有一个 1 秒的时基。频率计数器可以自动选择或手动选择适当的量程。自动量程操作可以从 3.400KHz 扩展到 34.00MHz。下表概述了频率计数器的全标度量程。

Range	Full Scale
FR1	3.400KHz
FR2	34.00KHz
FR3	340.0KHz
FR4	3.400MHz
FR5	34.00MHz

### 1.7 RPM 测量

像频率测量模式一样，计数器也会以 1 秒的时基操作。下表概述了 RPM 测量模式的全标度量程。

Range	Full Scale
RP1	34.00KRPM
RP2	340.0KRPM
RP3	3.400MRPM
RP4	34.00MRPM
RP5	340.0MRPM

### 1.8 自动关机

ES51972 具有自动关机功能，如果仪表闲置超过 10 分钟，芯片会自动关机。当自动关机时，仪表的状态会被保存。为使自动关机功能无效，当按下除 HOLD 以外的任意功能时，都可以接通仪表。另外，当 RS232 输出有效时，自动关机功能也仍然无效。不管自动关机功能是否有效，LCD 上都显示 APO 标记。

注释：当按下 HOLD 功能打开所有 LCD 段时，接通仪表，直到再次按 HOLD 功能时，切断仪表电源。

### 1.9 睡眠模式

自动关机后，仪表进入睡眠模式。在睡眠模式，SLEEP 引脚为低电平(-3V)，重新开机后，SLEEP 引脚为高电平(+3V，非 0V)。

### 1.9 重新开机

自动关机后，按任意功能或改变旋转模式都可以再次打开仪表。如果通过改变旋转模式重新开机，或者仪表在逻辑测量模式，保存的状态会清除。如果通过按任意功能重新开机，芯片恢复保存的状态并进入 HOLD 模式。LCD 显示保存的值。



## 2. 测量模式转换

测量模式依赖 FC1,FC2,FC3,FC4,FC5 和 KEY 的逻辑电平。当 FC5 为高电平时, 测量模式如下表所示:

FC1	FC2	FC3	FC4	Mode	Function of KEY
1	0	1	1	Voltage Measurement	DCV $\longleftrightarrow$ ACV
1	1	0	1	Current Measurement ( $\mu A$ )	DCA $\longleftrightarrow$ ACA
1	0	0	1	Current Measurement (mA)	DCA $\longleftrightarrow$ ACA
1	1	1	1	Current Measurement (A)	DCA $\longleftrightarrow$ ACA
0	0	1	1	Resistance Measurement	$\Omega$ $\longleftrightarrow$ Continuity
0	1	0	1	Resistance Measurement	$\Omega$ $\longleftrightarrow$ Diode
0	1	1	1	Continuity Check	Continuity $\longleftrightarrow$ Diode
0	0	0	1	Resistance Measurement	$\Omega$ $\longleftrightarrow$ Continuity $\longleftrightarrow$ Diode
0	0	1	0	Frequency Measurement	Frequency $\longleftrightarrow$ RPM
0	1	0	0	Temperature ( $^{\circ}C$ )	-

当 FC5 为低电平时, KEY 无效。相应的测量模式如下所示:

FC1	FC2	FC3	FC4	Mode
1	0	1	1	AC Voltage Measurement
1	1	0	1	AC Current Measurement ( $\mu A$ )
1	0	0	1	AC Current Measurement (mA)
1	1	1	1	AC Current Measurement (A)
0	0	1	1	Resistance Measurement
0	1	0	1	Resistance Measurement + Continuity Check
0	1	1	1	Continuity Check
0	0	0	1	Diode Measurement
0	0	1	0	RPM
0	1	0	0	Temperature ( $^{\circ}F$ )

FC1、FC2、FC3 和 FC4 的其它组合是针对 ADP 模式的。在 ADP 模式, 如果 FC5 为低电平, LCD 上的负号则不显示。在 ADP 模式, VBAR 控制条形。当 VBAR 为低电平时, 条形不显示。当输入信号溢出时, 如果 RANGE 引脚悬空, 蜂鸣器发出鸣叫。

FC1	FC2	FC3	FC4	VBAR	Mode
1	1	1	0	floating	ADP0
1	1	0	0	floating	ADP1
1	0	0	0	floating	ADP2
1	0	1	0	floating	ADP3
1	1	1	0	LOW	ADP0 without bar graph
1	1	0	0	LOW	ADP1 without bar graph
1	0	0	0	LOW	ADP2 without bar graph
1	0	1	0	LOW	ADP3 without bar graph

注释: 温度测量模式接收来自 ADP 引脚的输入信号。在温度测量模式, VBAR 引脚用于控制 LCD 上最右侧的数字点。当 VBAR 为低电平时, 显示这个数字的点。





### 3. 按键功能

#### 3.1 HOLD

HOLD 模式可以阻止仪表更新 LCD 显示。这种模式能在多数特殊模式下使用。在自动模式下,使 HOLD 功能有效,仪表会从自动模式切换到手动模式,但全标度量程保持不变。通过改变测量模式,按 RANGE 或再次按 HOLD, HOLD 功能会被取消。

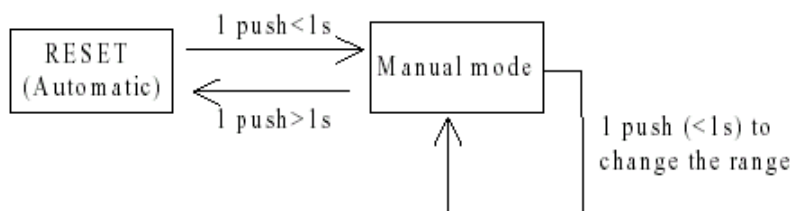
#### 3.2 VAHZ

在电压或电流测量模式下按 VAHZ, 仪表进入自动量程选择的频率计数器模式。因此, 在 VAHZ 模式按 RANGE 不会改变频率量程。然而, RANGE 会改变频率检测的灵敏度。如果输入信号有一个较小的振幅, 用户应该增加灵敏度。

注释: 在电压或电流模式下, 由于 VAHZ 模式被当作暂时频率测量模式, 所以取消 VAHZ 模式后, 在 VAHZ 模式下按 RANGE 也会改变原来电压或电流模式的全标度量程。

#### 3.3 RANGE

RANGE 引脚可以切换自动模式和手动模式。在手动模式下, 改变全标度量程。在 VAHZ 模式, RANGE 不能改变频率的全标度量程, 但可以改变频率测量的灵敏度。下图显示了状态的转换:



Measurement Mode	Auto	Manual	Control Range	Initial Range
DCV	VR1 - VR5	VR <sub>i</sub> → VR <sub>i</sub> + 1, VR5 → VR1	340.0mV - 3400V	340.0mV
ACV	VR2 - VR5	VR <sub>i</sub> → VR <sub>i</sub> + 1, VR5 → VR2	3.400V - 3400V	3.400V
μA (DC/AC)	R1 - R2	R1 → R2, R2 → R1	340.0μA - 3400μA	340.0μA
mA (DC/AC)	R1 - R2	R1 → R2, R5 → R1	34.00mA - 340.0mA	34.00mA
A (DC/AC)	fixed	fixed	34.00A	34.00A
Ω	OR1 - OR6	OR <sub>i</sub> → OR <sub>i</sub> + 1, OR6 → OR1	340.0Ω - 34.00MΩ	340.0Ω



Measurement Mode	Auto	Manual	Control Range	Initial Range
Continuity	fixed	fixed	340.0Ω	340.0Ω
Diode	fixed	fixed	3.400V	3.400V
Frequency	FR1 - FR5	FR <sub>i</sub> → FR <sub>i</sub> + 1, FR5 → FR1	3.400KHz - 34.00MHz	3.400KHz
RPM	RP1 - RP5	RP <sub>i</sub> → RP <sub>i</sub> + 1, RP5 → RP1	34.00KRPM - 340.0MRPM	34.00KRPM

注释: 按 RANGE 重置 VAHZ 模式以外的所有特殊模式。

### 3.4 KEY

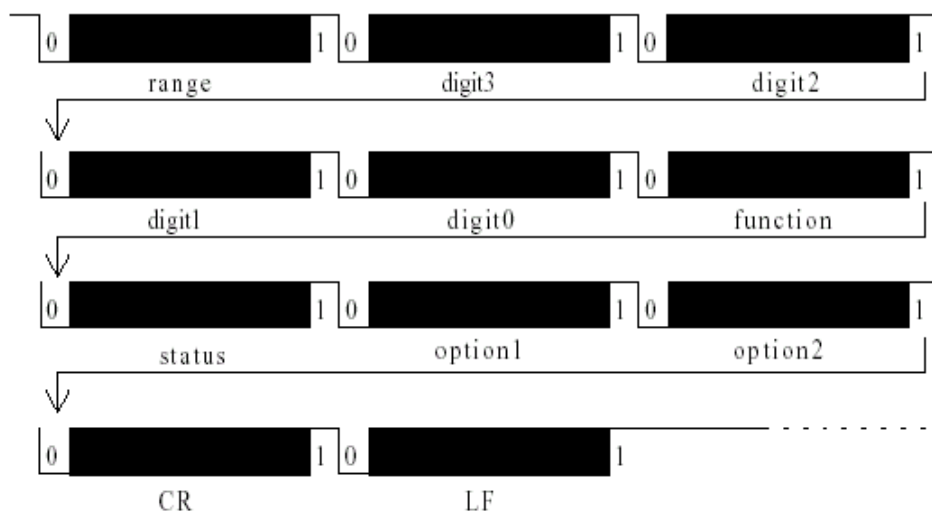
参考“测量模式转换”部分 KEY 引脚功能。

## 4. 串行数据输出

在每个 A/D 转换周期里, 串行数据发送到 SDO 引脚两次。数据格式要满足 JIS 7 位传输码, 其波特率为 2400。主机可以用 RS232 接口读取数据。一个数据包包括一个起始位 (0), 7 个数据位, 一个奇偶校验位和一个终止位 (1)。下图显示了一个数据包的数据格式。LSB 首先被发送, MSB 最后被发送。



一个数据块由 11 个数据包组成, 或由 110 个位组成。下图显示了一个数据块的格式。量程数据包显示了仪表的全标度量程。数字 3 到数字 0 是 LCD 上显示的数字。功能数据包显示了仪表的测量模式。状态、选项 1 和选项 2 数据包表示仪表的状态。CR 和 LF 是用来区分块的分隔符。



仪表总是输出当前输入值到串行端口。在一个转换周期里, 每个块被重复两次。每个数据包详细的数据格式如下所示:



#### 4.1 功能

这个数据包显示了仪表的测量模式。下表概述了每种模式的传输码。注意这个数据包的编码不同于 FC1-FC4 的转换编码。

Code	Measurement Mode
0111011	Voltage
0111101	$\mu$ A Current
0111001	mA Current
0111111	A Current
0110011	$\Omega$
0110101	Continuity
0110001	Diode
0110010	Frequency / RPM <sup>1</sup>
0110100	Temperature <sup>2</sup>
0111110	ADP0
0111100	ADP1
0111000	ADP2
0111010	ADP3

注释:

1. 状态数据包的 Judge 位确定是频率模式还是 RPM 模式。
2. 状态数据包的 Judge 位确定单位是摄氏温度还是华氏温度。

#### 4.2 量程

这个数据包显示了仪表的全标度量程。当仪表在通断检测模式、二极管模式、或电流(A)模式下工作时,由于在这些模式下的全标度量程是固定的,所以这个数据包总是 0110000。下表列出了每种测量模式下各个量程的代码。

Code	V	mA	$\mu$ A	$\Omega$	Frequency	RPM
0110000	340.0mV	34.00mA	340.0 $\mu$ A	340.0 $\Omega$	3.400KHz	34.00KRPM
0110001	3.400V	340.0mA	3400 $\mu$ A	3.400K $\Omega$	34.00KHz	340.0KRPM
0110010	34.00V			34.00K $\Omega$	340.0KHz	3.400MRPM
0110011	340.0V			340.0K $\Omega$	3.400MHz	34.00MRPM
0110100	3400V			3.400M $\Omega$	34.00MHz	340.0MRPM
0110101				34.00M $\Omega$		

#### 4.3 数字3-数字0

数字3是LCD上最高有效位,而数字0是最低有效位。当LCD上显示“OL”时,串行端口输出3400。



Digit	Code
0	0110000
1	0110001
2	0110010
3	0110011
4	0110100
5	0110101
6	0110110
7	0110111
8	0111000
9	0111001

#### 4.4 状态

状态数据包的格式如下所示: Judge 位只有当功能数据包显示频率/RPM 模式或温度模式时才有意义。在温度模式下, 如果单位是℃, Judge 位为 1; 单位是°F时, Judge 位为 0。在频率/RPM 模式下, 如果仪表在 RPM 模式下工作, Judge 位为 1; 否则 Judge 位为 0。Sign 位表示 LCD 上的负号是否显示。当电池低电量时, BATT 位为 1。OL 表示输入溢出。

0	1	1	Judge	Sign	BATT	OL
Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

#### 4.5 选项 1

这个数据包包含 VAHZ 测量模式的信息。最低有效位表示 VAHZ 模式是否有效。

0	1	1	0	0	0	VAHZ
Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

#### 4.6 选项 2

这个数据包包含仪表工作模式的信息, 格式如下。DC 位显示仪表在 DC 测量模式、电压模式或电流模式下工作。AC 位显示仪表在 AC 测量模式下工作。当仪表在自动模式下工作时, AUTO 位设成 1; 当仪表在手动模式下工作时, AUTO 位设成 0。APO 位表示自动关机功能是否有效。

0	1	1	DC	AC	AUTO	APO
Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

#### 4.7 CR

回车。传输码为 0001101。

#### 4.8 LF

换行。传输码为 0001010。



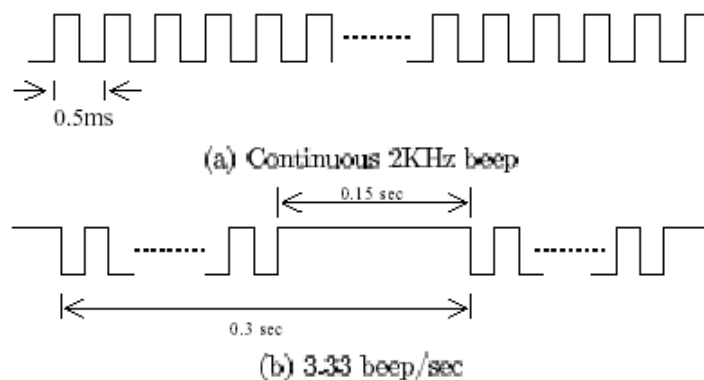
## 5. 其他

### 5.1 蜂鸣器

仪表使蜂鸣器发声的条件包括:

- (1) 改变测量模式发出一声鸣叫。
- (2) 如果功能有效, 按任意键产生一声鸣叫。
- (3) 开机或重新开机产生一声鸣叫。
- (4) 在电压或电流测量模式下, 输入溢出, 每隔 0.3 秒(或 3.33 次/秒)鸣叫一次。
- (5) 任何时候只要条形数小于 3, 通断检测和二极管测量会产生连续的频率为 2KHz 的鸣叫。
- (6) 自动关机产生频率为 2KHz 的鸣叫, 持续 1.5 秒。

下图显示了 BUZOUT 引脚的输出波形。



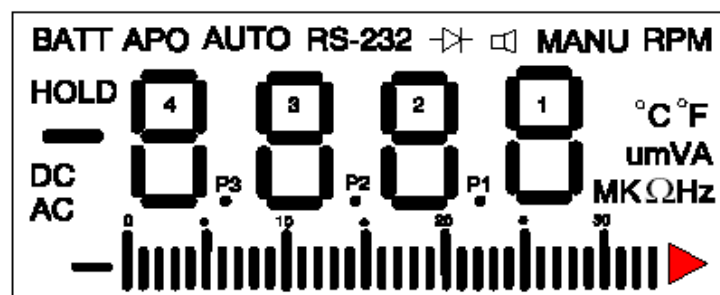


## 5.2 LCD 引脚分配

	SEG1	SEG2	SEG3	SEG4	SEG5	SEG6	SEG7	SEG8	SEG9	SEG10
BP1	bar33	MANU	m	1 <sub>b</sub>	1 <sub>a</sub>	1 <sub>f</sub>	2 <sub>b</sub>	2 <sub>a</sub>	2 <sub>f</sub>	3 <sub>b</sub>
BP2	bar31	Ω	K	BATT	1 <sub>d</sub>	bar30	P1	2 <sub>d</sub>	bar29	P2
BP3	bar32	V	M	1 <sub>c</sub>	1 <sub>g</sub>	1 <sub>e</sub>	2 <sub>c</sub>	2 <sub>g</sub>	2 <sub>e</sub>	3 <sub>c</sub>
BP4	bar34	A	μ	Hz	°F	°C		RS232		

	SEG11	SEG12	SEG13	SEG14	SEG15	SEG16	SEG17	SEG18
BP1	3 <sub>a</sub>	3 <sub>f</sub>	4 <sub>b</sub>	4 <sub>a</sub> 4 <sub>g</sub>		DC	bar25	bar24
BP2	3 <sub>d</sub>	bar28	P3	4 <sub>d</sub>		AC	bar27	bar22
BP3	3 <sub>g</sub>	3 <sub>e</sub>	4 <sub>c</sub>	4 <sub>e</sub>	—	HOLD	bar26	bar23
BP4	AUTO		APO		RPM			

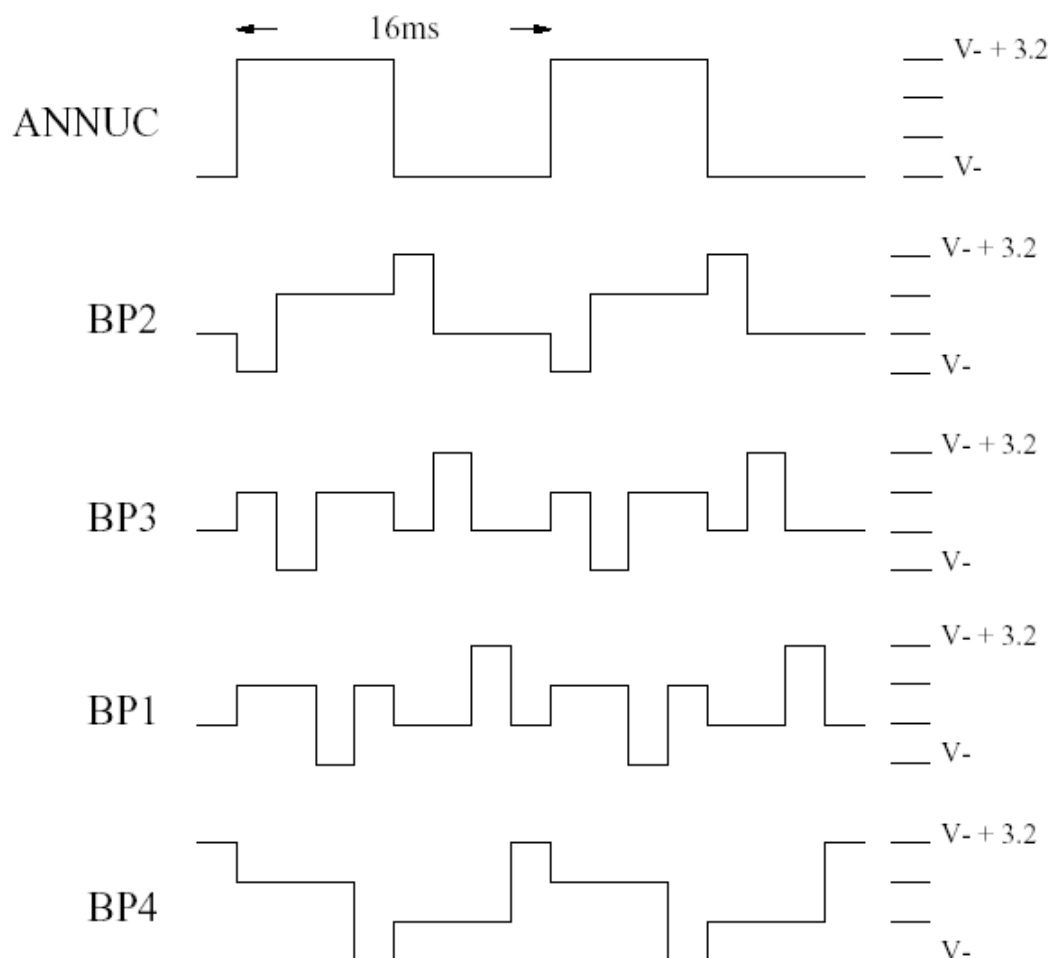
	SEG19	SEG20	SEG21	SEG22	SEG23	SEG24	SEG25	SEG26
BP1	bar19	bar18	bar13	bar12	bar7	bar6	bar1	
BP2	bar21	bar16	bar15	bar10	bar9	bar4	bar3	bar-
BP3	bar20	bar17	bar14	bar11	bar8	bar5	bar2	bar0
BP4								







### 5.3 LCD 背板波形



### 5.4 各种条件下LCD 显示符号

LCD Annunciator	Condition
V	In voltage measurement mode and diode measurement mode.
A	In current measurement mode.
$\Omega$	In resistance measurement mode and continuity check mode.
	In continuity check mode.
	In diode mode.
Hz	In frequency mode, VAHZ mode.
DC	In DC voltage or DC current mode.
AC	In AC voltage or AC current mode.
AUTO	When automatic full scale range selection is enabled.
MANU	In manual mode.
HOLD	When HOLD function is enabled.
m	In voltage or current measurement mode and the full scale range is in the order of $10^{-3}$ .
$\mu$	In current measurement mode and the full scale range is in the order of $\mu A$ .



LCD Annunciator	Condition
M	In resistance or frequency measurement mode and the full scale range is in the order of MΩ or MHz.
K	In resistance or frequency measurement mode and the full scale range is in the order of KΩ or KHz.
RPM	In RPM measurement mode.
°C	In temperature measurement mode and when the unit is °C.
°F	In temperature measurement mode and when the unit is °F.
APO	When auto power off function is enabled.
-	In voltage or current measurement mode and when the input is negative.
bar graph	Always indicates the current input value.

### 5.5 工作时间

ES51972 与四个相位 ZI、AZ、INT、DINT 组成一个双斜率型模拟数字转换器。这个模拟数字转换器由高解析度的数字显示部分和高速率条形显示部分组成。这两部分每个相位的时间如下：

\* 电压测量

Phase	High Resolution	High Speed
ZI	100ms	10ms
AZ	150ms	15ms
INT	100ms	10ms
DINT	400ms	40ms

\* 电流测量

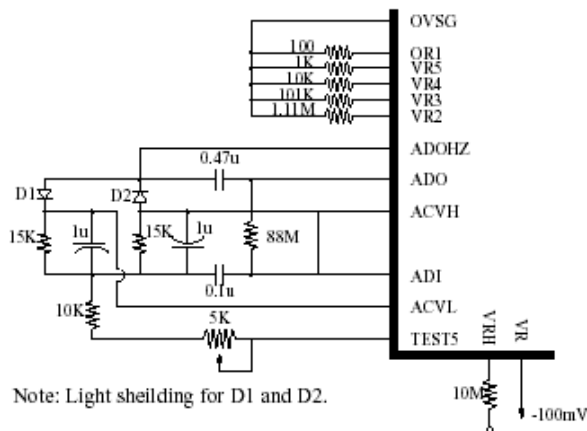
Phase	High Resolution	High Speed
ZI	100ms	10ms
AZ	150ms	15ms
INT	100ms	10ms
DINT	200ms	20ms

\* 通断检测

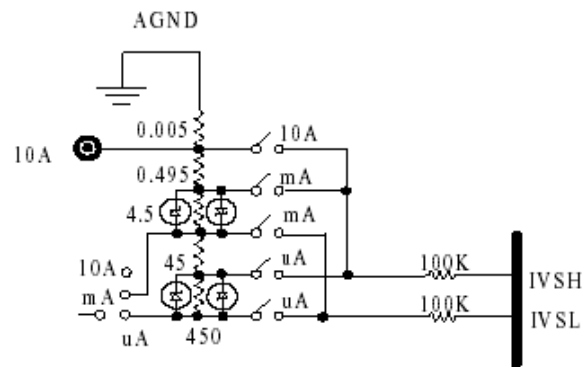
Phase	High Resolution	High Speed
ZI	100ms	5ms
AZ	150ms	7.5ms
INT	100ms	5ms
DINT	400ms	20ms



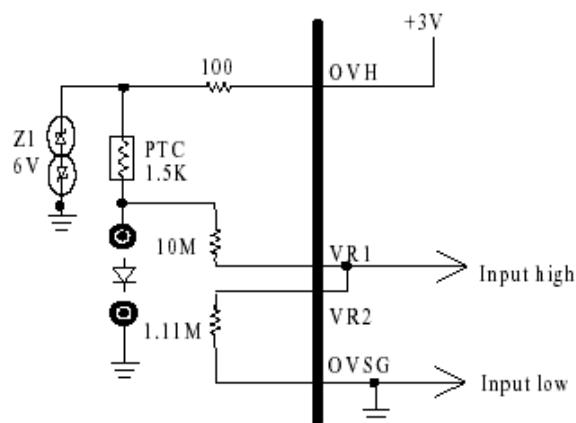
## 测试线路图



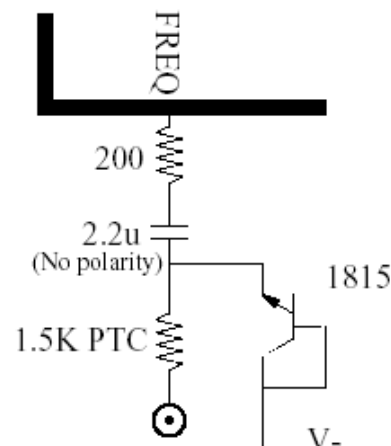
(a) Testing voltage measurement.



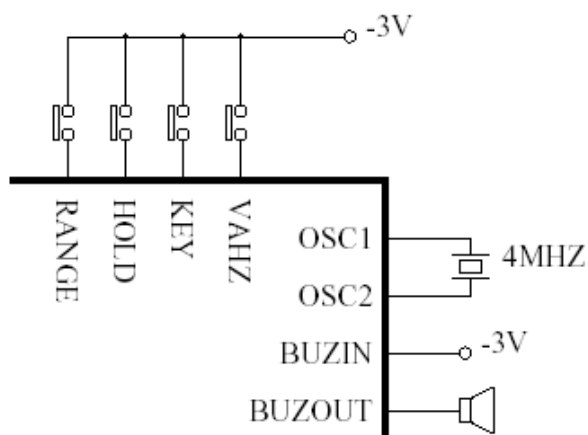
(b) Testing current measurement.



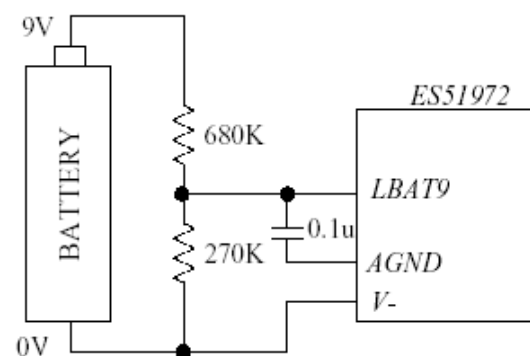
(c) Testing diode mode.



(d) Testing frequency mode.

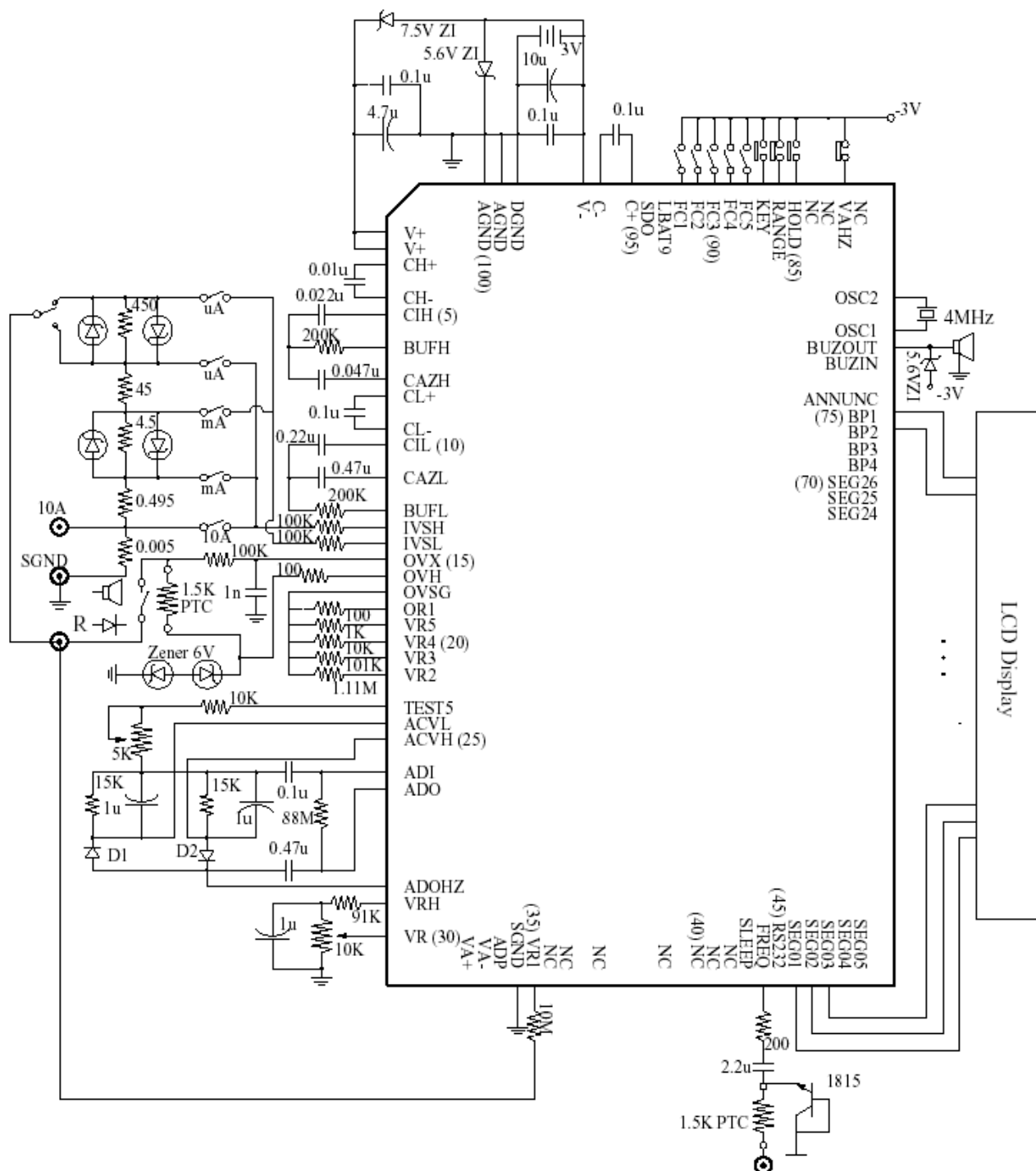


(e) Testing function switch.



(f) Testing battery-low function.

## 应用线路图



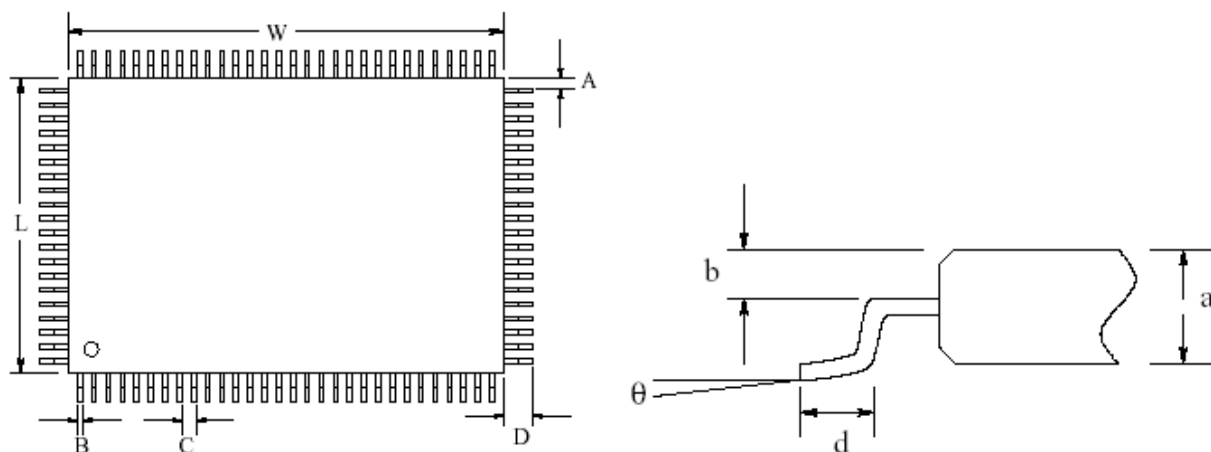
注释: 二极管和稳压线路的光屏蔽。

注释: 多数引脚是受 ESD 保护线路保护的, 然而因为附加效应必须减少, 所以引脚 V-、V+、AGND、DGND 和 VR1 就没有受到足够的保护。因此汇编、传送和保持需要足够的外部保护。另外, 与这些未受保护的引脚相连接的组件必须在 IC 焊接之前就焊接在板上。



## 封装方式

### 1. 100 脚四列扁平塑料封装方式



### 2. 尺寸参数

Symbol	Milimeter			Mill		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
W	19.90	20.00	20.10	783.5	787.4	791.3
L	13.90	14.00	14.10	547.2	551.2	555.1
A		0.425			16.7	
B	0.20	0.30	0.40	7.9	11.8	15.7
C		0.65			25.6	
d	1.05	1.20	1.35	41.3	47.2	53.1
a	2.57	2.72	2.87	101.2	107.1	113.0
D		2.50			98.4	
θ	0°		10°			