

电子元器件-电阻

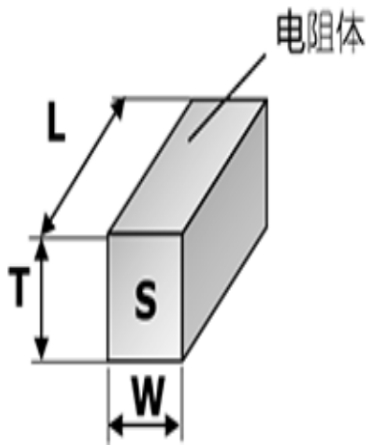
分享人：Steven Qiu

时 间：2024年7月18日

电阻：

1、电阻器 (Resistor) 是一个限流元件，用字母R来表示，单位为Ohm欧姆 Ω 。将电阻接在电路中后，一般电阻是两个引脚，它可限制通过它所连支路的电流大小。阻值不能改变的称为固定电阻器。阻值可变的称为电位器或可变电阻器。

2、电阻元件的电阻值大小一般与温度，材料，长度，还有横截面积有关，衡量电阻受温度影响大小的物理量是温度系数，其定义为温度每升高 1°C 时电阻值发生变化的百分数。电阻的主要物理特征是变电能热能，也可说它是一个耗能元件，电流经过它就产生内能。实际器件如灯泡，电热丝等均可表示为电阻器元件。



$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

R : 电阻值(Ω)

L : 长度(cm)

W : 宽度(cm)

T : 高度/厚度(cm)

S : 截面积($W \cdot T$)

ρ : 电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)

电阻：

3、电阻的种类

※固定电阻

- 碳膜电阻：由碳膜制成，广泛用于一般电路。
- 金属膜电阻：由金属膜制成，稳定性和精度较高。
- 线绕电阻：由电阻丝绕成，精度高，耐高温。

※可变电阻

- 电位器：通过旋转或滑动调节电阻值。
- 可调电阻：用于精细调节电路中的电阻值。

※特种电阻

- 热敏电阻（NTC/PTC）：电阻值随温度变化。
- 光敏电阻：电阻值随光照强度变化。

电阻:

4、电阻的公式

※欧姆定律 $U=I*R$

U: 电压

I: 电流

R: 电阻

※功率公式 $P=U*I$

$$P=I^2 *R$$

$$P=U^2/R$$

P: 功率

※电阻串联和并联

- 串联: $R_{total} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

- 并联: $\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

电阻:

5、电阻标准由IEC(国际电工委员会)制定，标准文件为IEC60063和EN60115-2。电阻的标称阻值分为E6、E12、E24、E48、E96、E192六大系列，分别用于允许偏差为 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 的电阻器。其中以E24和E96两个系列为最常用。

6、电阻值并非 1Ω 、 2Ω 、 3Ω 那样的整数，而是 2.2Ω 、 4.7Ω 那样的小数。这是因为电阻值以标准数(E系列)为准。系列的“E”是Exponent(指数)的E，后面的数字，譬如24是分割数。即E24是从1到10用等比级数(10的24次方根)分割。电阻在实际的使用中很多时候也按比或比例使用，与整数相比在大多数情况下这个标准数列化的数值更便于使用。

E6 系列的公比为 $6\sqrt[6]{10}\approx 1.5$

E48系列的公比为 $48\sqrt[48]{10}\approx 1.05$

E12系列的公比为 $12\sqrt[12]{10}\approx 1.2$

E96系列的公比为 $96\sqrt[96]{10}\approx 1.02$

E24系列的公比为 $24\sqrt[24]{10}\approx 1.1$

E192系列的公比为 $192\sqrt[192]{10}\approx 1.01$

电阻：

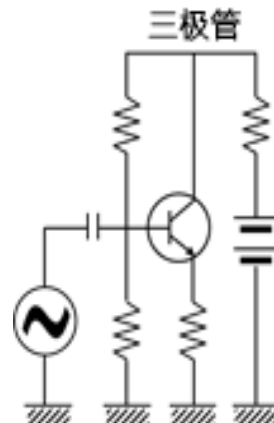
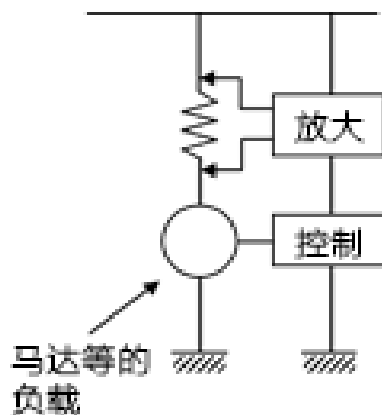
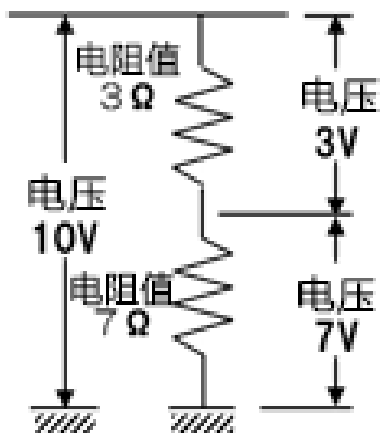
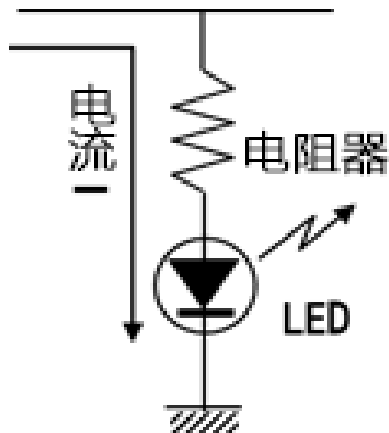
7、字母n指的是E24， E96等标准中的数值24和96， m的取值范围为0~n-1;这样， E24有24个基准值， E96有96个基准值， 这些基准值再乘以10的x次方， 就可以得到各种各样的电阻值了。

$$R = (\sqrt[n]{10})^m$$

系列	电阻值容差的大致标准	公比	电阻值(例)
E12	±10%	$^{12}\sqrt{10} \approx 1.21$	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, ...
E24	±5%	$^{24}\sqrt{10} \approx 1.10$	1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, ...
E96	±1%	$^{96}\sqrt{10} \approx 1.02$	1.00, 1.02, 1.05, 1.07, 1.10.

电阻：

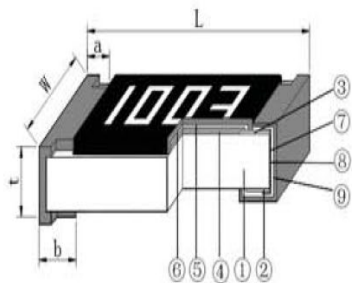
8、电阻在电路中通常起分压、分流的作用。对信号来说，交流与直流信号都可以通过电阻。电阻是具有一定阻值的被动元器件。电阻的主要作用是电流控制、分压、电流检测和偏置(提供偏压)这4项。



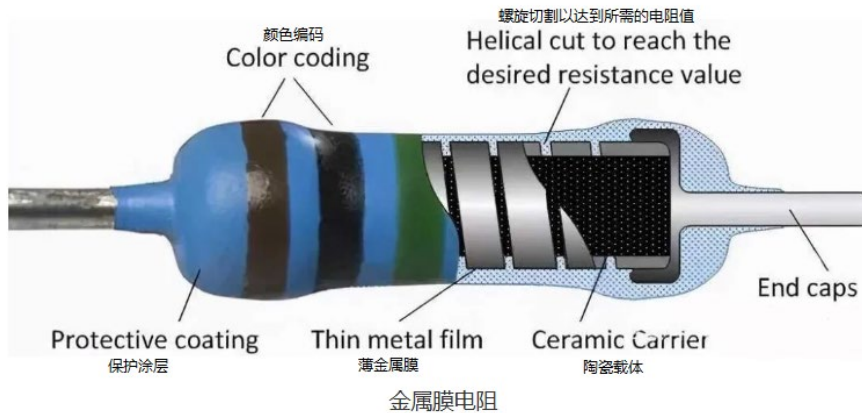
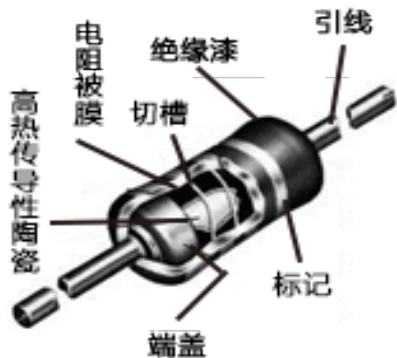
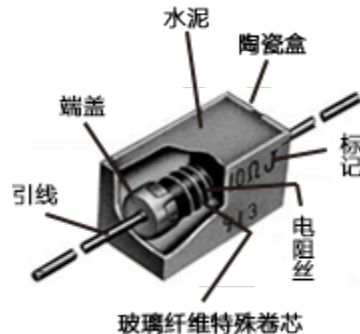
电阻:

9、电阻的结构图。

■ 結構 Construction



- ① 陶瓷基板 Ceramic Substrate
- ② 背電極 Bottom Electrode
- ③ 面電極 Top Electrode
- ④ 电阻體 Resistor Layer
- ⑤ 一次保護 Primary Overcoat
- ⑥ 二次保護 Secondary Overcoat
- ⑦ 端電極 Edge Electrode
- ⑧ 中間電極 Barrier Layer
- ⑨ 外部電極 External Electrode



电阻：

10、阻值标识。

■片状电阻的表示方法

3位数表示：第1位、第2位数字表示电阻值，第3位表示倍率中含有几个0。R指小数点。L指mΩ单位的小数点。

实例

153 : $15 \times 1000 = 15k\Omega$

1R5 : 1.5Ω

2L0 : $2m\Omega$

4位数表示：第1位、第2位、第3位数字表示电阻值，第4位表示倍率中含有几个0。R指小数点。L指mΩ单位的小数点。

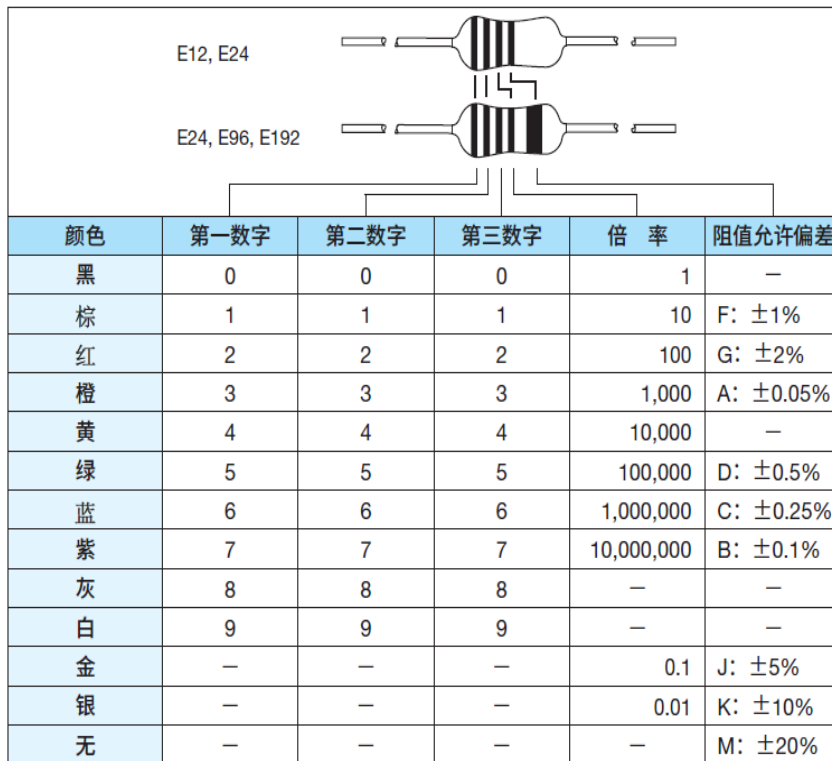
实例

1542 : $154 \times 100 = 15.4k\Omega$

R154 : 0.154Ω

2L00 : $2m\Omega$

■色码电阻值和允许偏差表示



The diagram shows two types of resistors: a 3-band resistor (E12, E24) and a 4-band resistor (E24, E96, E192). The 3-band resistor has three colored bands and a multiplier band. The 4-band resistor has four colored bands and a multiplier band. The table below provides the color code for each band and the multiplier band, along with the allowed tolerance.

颜色	第一数字	第二数字	第三数字	倍率	阻值允许偏差
黑	0	0	0	1	—
棕	1	1	1	10	F: $\pm 1\%$
红	2	2	2	100	G: $\pm 2\%$
橙	3	3	3	1,000	A: $\pm 0.05\%$
黄	4	4	4	10,000	—
绿	5	5	5	100,000	D: $\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	1,000,000	C: $\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10,000,000	B: $\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	—	—
白	9	9	9	—	—
金	—	—	—	0.1	J: $\pm 5\%$
银	—	—	—	0.01	K: $\pm 10\%$
无	—	—	—	—	M: $\pm 20\%$

阻值範圍: $\cong 1 \Omega$

电阻:

12、大于等于1
欧姆规格表。

型式	額定 功率	最高 額定 電壓	最高 過負 荷電 壓	T. C. R (ppm/°C) 溫度係數	阻值範圍					JUMPER (0 Ω)	JUMPE (0 Ω) 阻值	
					B (±0.1%) E-96	D (±0.5%) E-96	F (±1%) E-96	G (±2%) E-24	J (±5%) E-24	額定電 流	J (±5%)	F (±1%)
RTT02 (0402)	$\frac{1}{16}$ W	50V	100V	+500 -200	-----	10 Ω~99 Ω	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω	1A	50m Ω MAX	35m Ω MAX
				±200	100 Ω~1M Ω	100 Ω~1M Ω	10 Ω~1M Ω	10 Ω~1M Ω	10 Ω~20M Ω			
RTT03 (0603)	$\frac{1}{10}$ W	75V	150V	±100	100 Ω~1M Ω	100 Ω~1M Ω	33 Ω~1M Ω	-----	-----	1A	50 m Ω MAX	30m Ω MAX
				±200	-----	1 Ω~99 Ω	1 Ω~32 Ω 1.1M~10M Ω	1 Ω~10M Ω	1 Ω~20M Ω			
RTT05 (0805)	$\frac{1}{8}$ W	150V	300V	±100	100 Ω~1M Ω	100 Ω~1M Ω	33 Ω~1M Ω	-----	-----	2A	50 m Ω MAX	25m Ω MAX
				±200	-----	1 Ω~99 Ω	1 Ω~32 Ω 1.1M~10M Ω	1 Ω~10M Ω	1 Ω~20M Ω			
RTT06 (1206)	$\frac{1}{4}$ W	200V	400V	±100	100 Ω~1M Ω	100 Ω~1M Ω	33 Ω~1M Ω	-----	-----	2A	50 m Ω MAX	25m Ω MAX
				±200	-----	1 Ω~99 Ω	1 Ω~32 Ω 1.1M~10M Ω	1 Ω~10M Ω	1 Ω~20M Ω			
RTT12 (1210)	$\frac{1}{2}$ W	200V	400V	±100	100 Ω~1M Ω	100 Ω~1M Ω	33 Ω~1M Ω	-----	-----	2A	50 m Ω MAX	25m Ω MAX
				±200	-----	-----	10 Ω~32 Ω 1.1M~10M Ω	10 Ω~10M Ω	10 Ω~20M Ω			
				±400	-----	-----	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω			
RTT20 (2010)	$\frac{3}{4}$ W	200V	400V	±100	-----	-----	10 Ω~1M Ω	-----	-----	2A	50 m Ω MAX	25m Ω MAX
				±200	-----	-----	-----	10 Ω~1M Ω	10 Ω~10M Ω			
				±400	-----	-----	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω			
RTT25 (2512)	1W	200V	400V	±100	-----	-----	10 Ω~1M Ω	-----	-----	2A	50 m Ω MAX	25m Ω MAX
				±200	-----	-----	-----	10 Ω~1M Ω	10 Ω~10M Ω			
				±400	-----	-----	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω	1 Ω~9.9 Ω			
使用溫度範圍				-55°C~+155°C								

电阻:

13、小于1欧姆规格表。

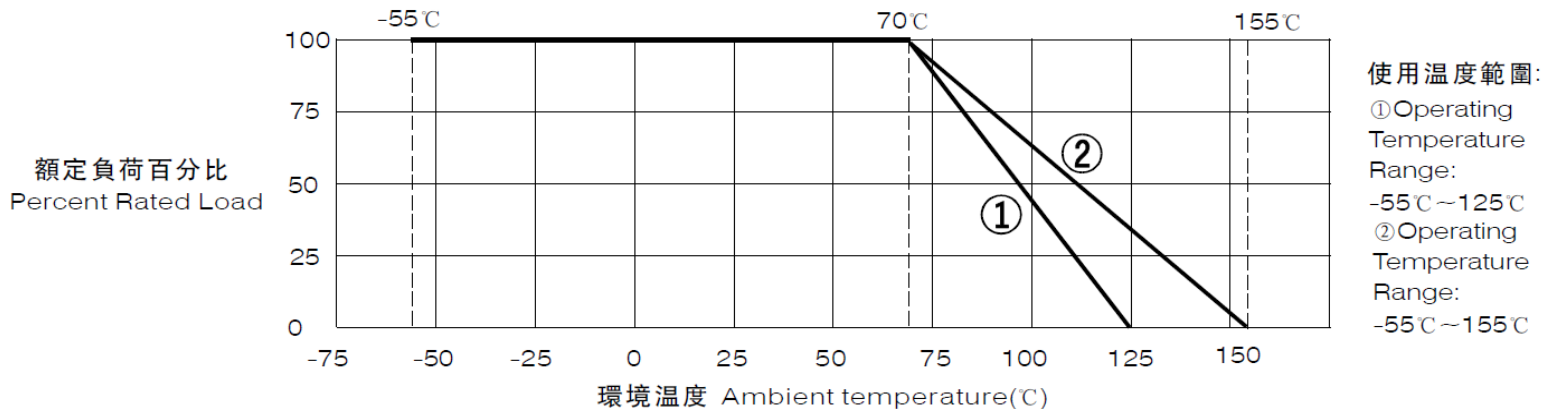
阻值範圍: <1 Ω

型式	額定功率	最高額定電流	最高過負荷電流	T. C. R (ppm/°C) 溫度係數	阻值範圍	
					F (±1%) E-96	G (±2%) J (±5%) E-24
RTT02 (0402)	$\frac{1}{16}$ W	0.79A	1.98A	±600	100~199mΩ	100~199mΩ
				±300	200~399mΩ	200~399mΩ
				±250	400~599 mΩ	400~599 mΩ
				±200	600~976mΩ	600~910mΩ
RTT03 (0603)	$\frac{1}{10}$ W	1.41A	3.52A	±600	50~99mΩ	50~99mΩ
				±300	100~199mΩ	100~199mΩ
				±600	200~499 mΩ	200~499 mΩ
				±400	500~976mΩ	500~910mΩ
RTT05 (0805)	$\frac{1}{8}$ W	1.94A	4.85A	±800	33~49mΩ	33~49mΩ
				±600	50~99mΩ	50~99mΩ
				±300	100~199mΩ	100~199mΩ
				±500	200~499 mΩ	200~499 mΩ
RTT06 (1206)	$\frac{1}{3}$ W	3.65A	9.12A	±400	500~976mΩ	500~910mΩ
				±1000	25~49mΩ	25~49mΩ
				±600	50~99mΩ	50~99mΩ
				±300	100~199mΩ	100~199mΩ
RTT12 (1210)	$\frac{1}{2}$ W	4.47A	11.18A	±400	200~499 mΩ	200~499 mΩ
				±700	25~49mΩ	25~49mΩ
				±400	50~99mΩ	50~99mΩ
				±200	100~199mΩ	100~199mΩ
RTT20 (2010)	$\frac{1}{2}$ W	4.47A	11.17A	±400	500~976mΩ	500~910mΩ
				±900	25~49mΩ	25~49mΩ
				±500	50~99mΩ	50~99mΩ
				±300	100~199mΩ	100~199mΩ
RTT25 (2512)	1W	6.32A	15.80A	±400	500~976mΩ	500~910mΩ
				±900	25~49mΩ	25~49mΩ
				±500	50~99mΩ	50~99mΩ
				±300	100~199mΩ	100~199mΩ
使用溫度範圍				-55°C~+155°C		

电阻:

14、降额曲线。

• 负荷下降曲线 Derating Curve



注1: 當電阻使用的環境溫度超過70°C時, 其額定負荷(額定功率)按上述曲線下降。

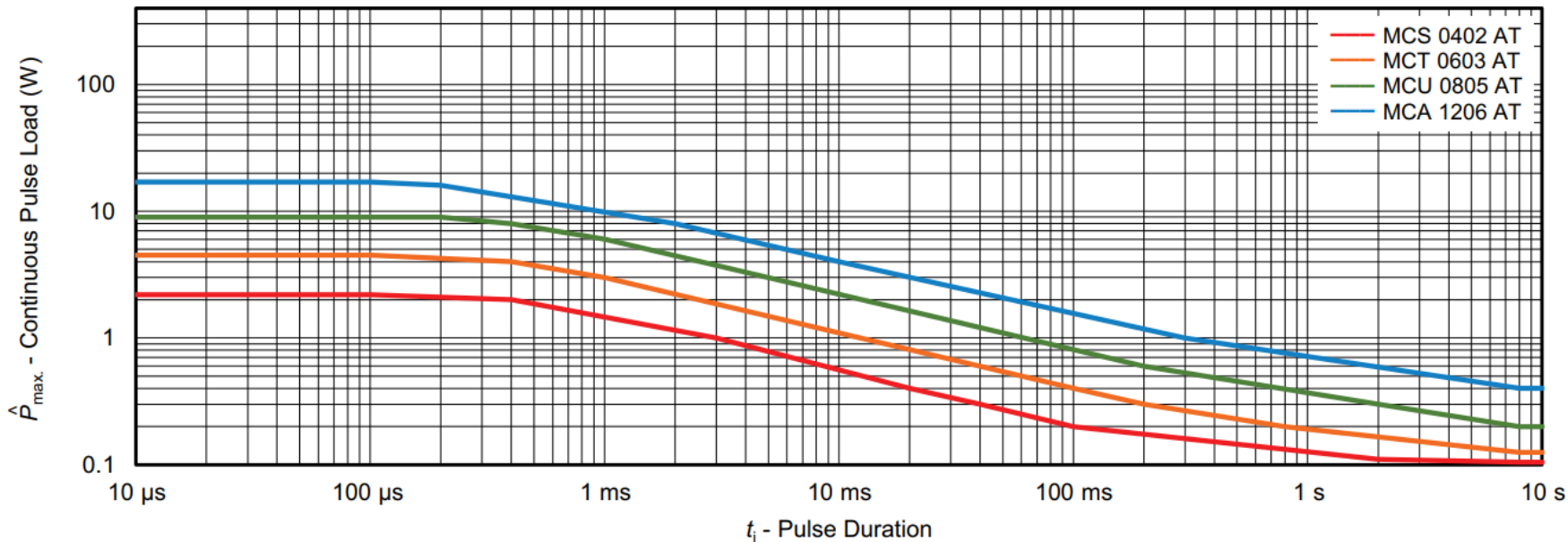
Note 1: For resistors operated in ambient over 70°C, rated load (rated power) shall be derated in accordance with the above figure.

注2: 曲線①適用於0201產品; 曲線②適用於0402、0603、0805、1206、1210、2010、2512產品。

Note 2: 0201 product be the same with curve ①; 0402、0603、0805、1206、1210、2010、2512 be the same with curve ②.

电阻:

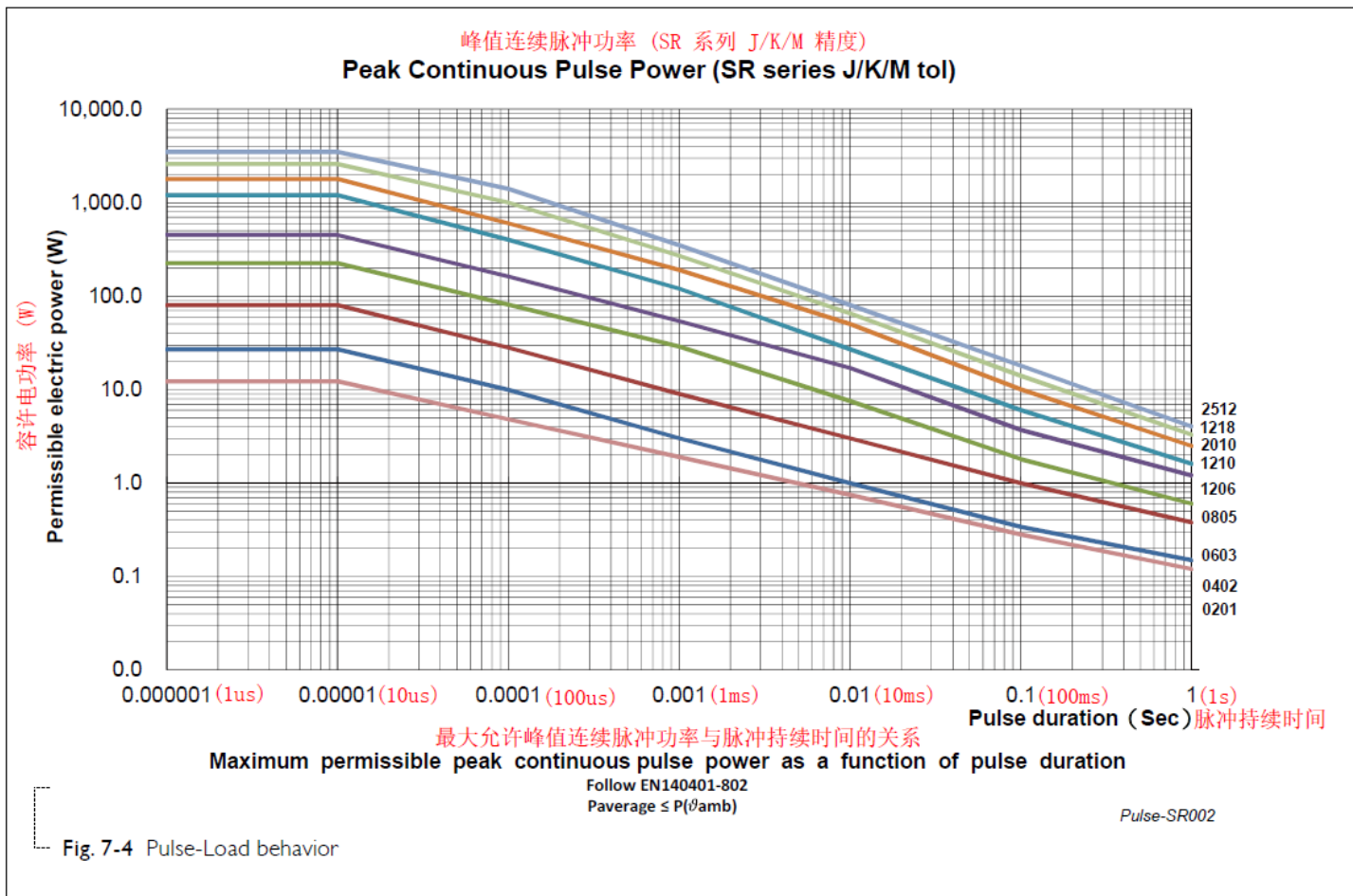
15、最大允许峰值连续脉冲功率与脉冲持续时间
-VISHAY High Stability Thin Film Flat Chip Resistors
威世高稳定性薄膜扁平贴片电阻器。



Maximum pulse load, continuous pulses; applicable if $\bar{P} \leq P(\vartheta_{amb})$ and $\hat{U} \leq \hat{U}_{max}$;
for permissible resistance change equivalent to 8000 h operation in standard operation mode

电阻:

16、最大允许峰值连续脉冲功率与脉冲持续时间之间的关系-国巨耐浪涌厚膜贴片电阻器。



电阻:

17、E96标记规则。

Table 2 EIA-96 marking rule

CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	CODE VALUE	
01	100	13	133	25	178	37	237	49	316	61	422	73	562	85	750
02	102	14	137	26	182	38	243	50	324	62	432	74	576	86	768
03	105	15	140	27	187	39	249	51	332	63	442	75	590	87	787
04	107	16	143	28	191	40	255	52	340	64	453	76	604	88	806
05	110	17	147	29	196	41	261	53	348	65	464	77	619	89	825
06	113	18	150	30	200	42	267	54	357	66	475	78	634	90	845
07	115	19	154	31	205	43	274	55	365	67	487	79	649	91	866
08	118	20	158	32	210	44	280	56	374	68	499	80	665	92	887
09	121	21	162	33	215	45	287	57	383	69	511	81	681	93	909
10	124	22	165	34	221	46	294	58	392	70	523	82	698	94	931
11	127	23	169	35	226	47	301	59	402	71	536	83	715	95	953
12	130	24	174	36	232	48	309	60	412	72	549	84	732	96	976

Table 2. shows the first two digits of the three-digit EIA-96 part-marking scheme.

The third character is a letter multiplier:

$X = 10^{-1}$, $Y = 10^{-2}$, $A = 10^0$, $B = 10^1$, $C = 10^2$, $D = 10^3$, $E = 10^4$, $F = 10^5$

电阻:

18、乘数代码。

Multiplier code:

Code	A	B	C	D	E	F	G	H	X	Y	Z
Multiplier	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}

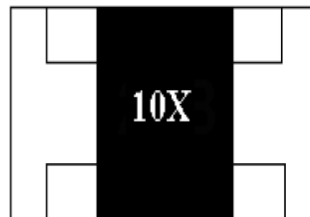
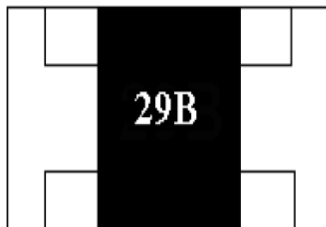
Coding formula

First two digits-----Resistance code

Third digit-----Multiplier code

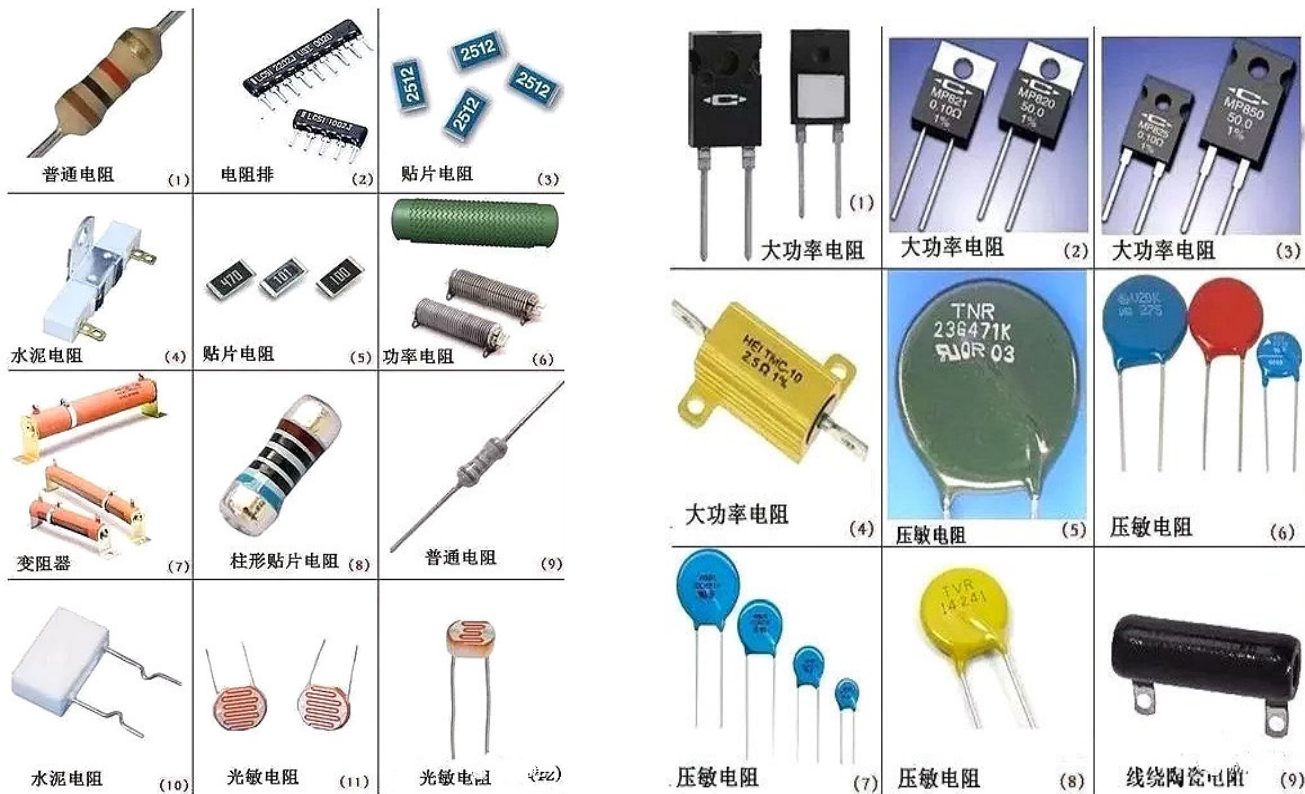
EXAMPLE: $1.96\text{K}\Omega = 196 \times 10^1 \Omega$ -----29B

$12.4\Omega = 124 \times 10^{-1} \Omega$ -----10X



电阻:

19、电阻种类图片。



电阻：

20、可调电阻/微调电阻，可调电阻按照电阻值的大小、调节的范围、调节形式、制作工艺、制作材料、体积大小等等可分为许多不同的型号和类型，分为：电子元器件可调电阻，瓷盘可调电阻，贴片可调电阻，线绕可调电阻等等。



可调电阻/微调电阻 ↓



电阻：

21、电位器 (Potentiometer) 是具有三个引出端、阻值可按某种变化规律调节的电阻元件。电位器通常由电阻体和可移动的电刷组成。当电刷沿电阻体移动时，在输出端即获得与位移量成一定关系的电阻值或电压。

电位器既可作三端元件使用也可作二端元件使用。后者可视作一可变电阻器，由于它在电路中的作用是获得与输入电压（外加电压）成一定关系得输出电压，因此称之为电位器。

图1、2、4、6、7、8、11、12基本旋转电位器↓



THANKS

谢 谢

