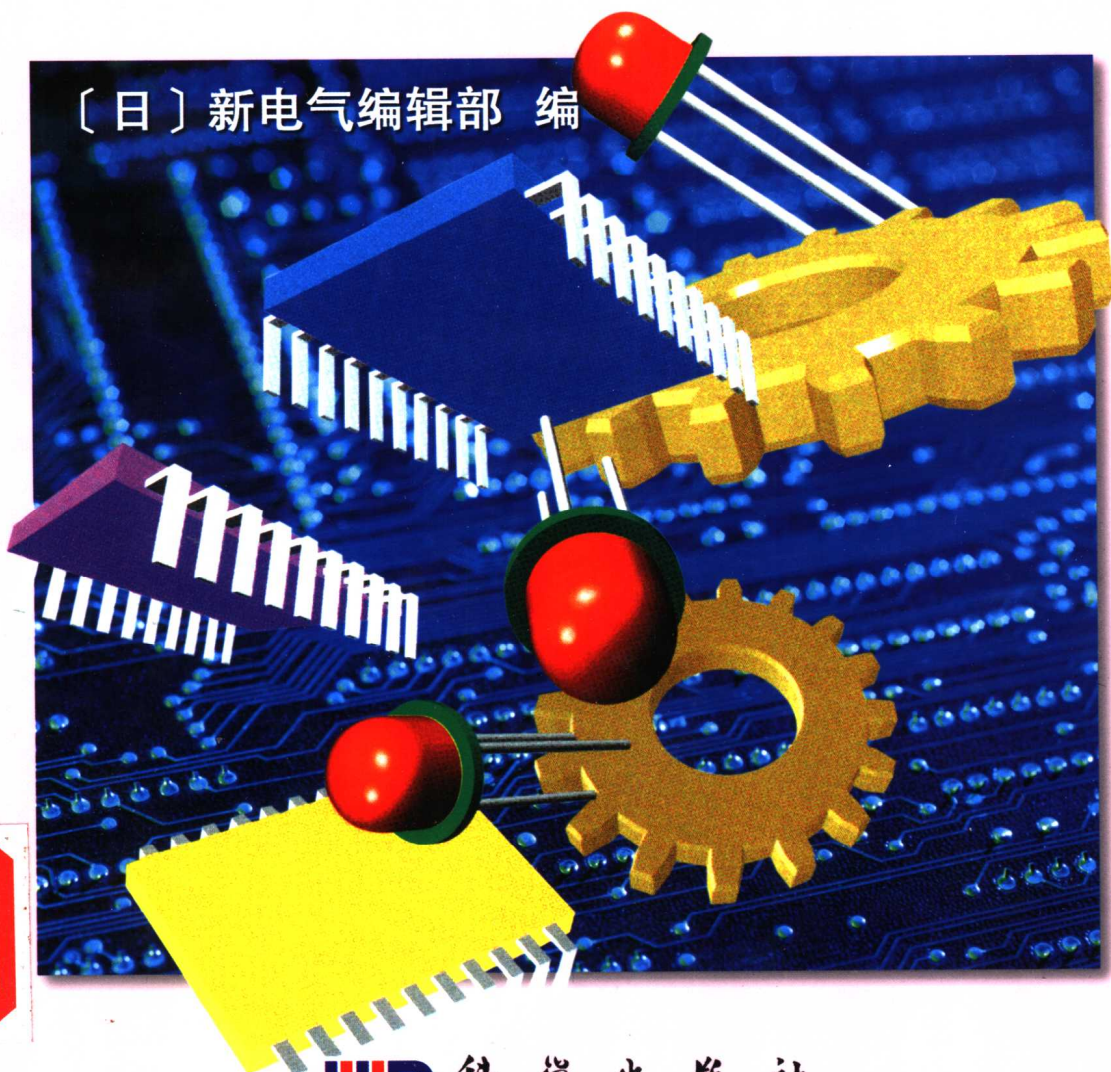


OHM 电子爱好者读物

电子电路与 电子技术入门

〔日〕新电气编辑部 编



 科学出版社
www.sciencep.com

0
8

OHM电子爱好者读物

电子电路与 电子技术入门

〔日〕新电气编辑部 编
葛 璜 译

科学出版社
北 京

图字：01-2003-0410 号

Original Japanese language edition

Hajimete Manabu Denshi Kairo to Electronics Kousaku Nyumon

Edited by Shindenki Henshubu

Copyright © 2002 by Ohmsha, Ltd.

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Copyright © 2003

All rights reserved

初めて学ぶ

電子回路とエレクトロニクス工作入門

オーム社 2002 第1版第1刷

图书在版编目(CIP)数据

电子电路与电子技术入门/(日)新电气编辑部编;葛璜译. —北京:科学出版社,2003
(OHM 电子爱好者读物)

ISBN 7-03-011180-X

I. 电… II. ①新…②葛… III. ①电子电路-基本知识②电力电子学-基本知识
IV. ①TN710②TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 011121 号

责任编辑 崔炳哲 责任制作 魏 谨
责任印制 刘士平 封面设计 李 力

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社发行 各地新华书店经销

2003 年 5 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2003 年 5 月第一次印刷 印张: 12 1/4

印数: 1--5 000 字数: 212 000

定 价: 20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

电子技术已经渗入到所有的产业,并得到了充分的利用。因此,可以毫不夸张地说:从事任何产业的人都必须掌握电子技术的基本知识。

我们在编写本书的时候,特别注意了以下三点:

1. 由于人们都有电气、电子的理论高深莫测的印象,所以写作时特别注意使文字叙述通俗易懂。

2. 收集了大量图表和插图,注意图文并茂,使读者阅读本书时没有枯燥的感觉,进而,对图表也给以说明,使读者看到图就能理解内容。

3. 对于所有的项目,不仅仅叙述理论,而且介绍实际制作,从实验中巩固理论,同时也介绍了在实践过程中会遇到的各种问题。

因此,各位读者在阅读本书后,自己动手组装电路、进行实践,能够牢固掌握这些知识,使其变成自己的本领。

本书的读者对象是在工业高职高专学校或者企业等领域,想学习电子电路基础知识的各方人士。

在本书第1章中介绍基本电路元件的电阻器、电容器等的特性,阐述作为电子电路基础的电源电路、放大电路等。

在第2章中,特别挑选出实际的晶体管电路,从它的基本电路到实际应用电路进行较系统的介绍,给出了13种实用电路的电子技术工作“套餐”,希望能被各位读者所利用。

期望读者通过本书的学习,能够掌握电子电路的基础知识和晶体管工作的基础知识,能够对各自的工作有所裨益。

主编 全国工业学校校长协会顾问 岩本 洋

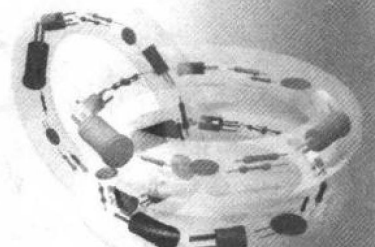
本书的执笔分工如下:

第1章 国立明石工业高等专科学校 堀 桂太郎

原东京都立藏前工业高等学校 森田克己

第2章 广岛 ELECOM 株式会社/电子技术成套元器件研究会

目 录



CONTENTS

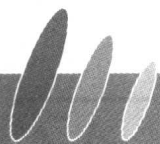
第 1 章 电子电路的基础知识

1 熟悉电路图——简单电路图的读法和画法	2
2 电阻器的选择方法——色标的读法	8
3 电容器的特点	14
4 万用表的使用方法——与其学习原理不如习惯其用法	20
5 了解发光二极管(LED)——熟练使用 LED	28
6 活用 LED——求出限流电阻	35
7 示波器的使用方法——用波形观察看不见的“电”	42
8 二极管和晶体管的工作原理	48
9 晶体管的特性	55
10 电源整流电路的结构	61
11 晶体管放大电路	68
12 晶体管应用电路——学习使用传感器	74

第 2 章 电力电子技术入门



1 实验装置用 $\pm 4\sim 18\text{V}$ 稳压电源的制作	82
2 可变形 3 端调节器(使用 LM317、LM337)实验用电源的制作方法	86
3 镍镉电池用 500mA 恒流式充电器的制作	90
4 晶闸管式 10A 恒流型充电器的制作方法	101
5 5V/2A 开关式稳压电源(使用 $\mu\text{A}723$)的制作方法	108
6 4~13V/2A 开关式稳压电源(使用 SG3524)的制作方法	114
7 5V/5A 开关电源的制作方法	119
8 电源转换器 DC12V $\rightarrow$ AC100V50Hz/60Hz 正弦波输出 40W 转换器 的制作方法	129
9 电源转换器 DC12V $\rightarrow$ AC100V50Hz/60Hz 正弦波输出 100W 转换器 的制作方法	143
10 温度传感电路的制作方法和调整方法	154
11 测量水溶液电导率(溶液的电阻值)的传感电路的制作及调整方法	159
12 功率因数或无功功率(无功电流)传感器的制作	165
13 播放顺序发生器的制作方法	172



第 1 章

电子电路的基础知识



本章的学习内容

最近,应用电子技术的装置以惊人的速度发展着,看看我们的周围就能发现,微型计算机、电视机、CD机、录像机、钟表等各式各样的电子制品随处可见。

另外,在车床、镗床等机械领域里,常常见到将“机械”一词与利用电子技术控制各部分功能的“电子控制”一词结合而组成的“机电一体化”这一新名词。

这种机电一体化的电子技术应用非常广泛,可以预见,今后它也将迅速发展构成这种电子技术核心的,是二极管、晶体管等半导体器件和由这些元器件构成的电子电路。

作者认为,自己动手制作大量简单的电子电路是学习电子电路的最好方法。因此,在这一章中,我们以能够制作电子电路为目标,介绍在电子电路中经常使用的电阻等部件的结构、电学性质、用途等知识;进一步,再介绍万用表、示波器的使用方法,以及二极管、晶体管等半导体器件在电子电路中的作用等。

森田克己 堀 桂太郎

1

熟悉电路图

——简单电路图的 读法和画法



熟悉电路图

“我多想有一辆摩托车,在公路上尽情的飞奔。心爱的摩托车终于到手了,我一定把它擦的锃亮锃亮……”,这种得到心爱之物的兴奋与满足是短暂的,一过了那个时期,为了提高它的性能,就要更换部件,改造它,感兴趣的部位就变了。我们周围也有很多人开始不满足于市场上销售的电器设备,思考着能不能发出更美妙的声音,能不能用计算机控制等。

给这些人指明道路的不是地图,而是标明电流路径的电气-电子的电路图。地图利用各种符号、各种颜色的线,清楚地向我们传达各种各样的信息,电路图也一样。下面,先介绍在电子设备的电路图中经常使用的表示部件的图形符号、连接各部件的线路符号等。

电路图和图形符号

图1是用导线将电池、灯泡、开关连接起来的实物布线图,即“一旦接通电路,灯泡就亮”的最基本的电路。如图1所示,用实物图表示的电路图称为实物布线图。

实物布线图,若是简单的电路,则容易理解;但是对于较复杂的电路,则不仅难于理解,而且画电路图也很费时间。为此,将各种各样的部件符号化,用电气图形符号表示电路的结构则简明易懂。图2是用图形符号表示的图1所示的点灯电路。

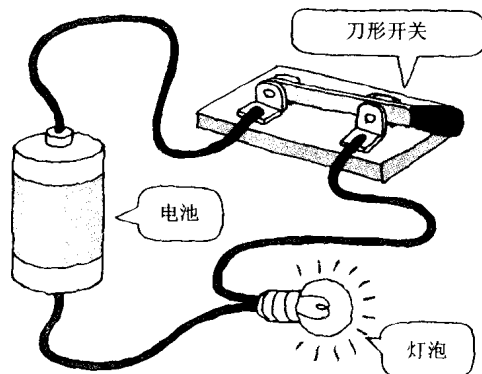


图 1 实物布线图

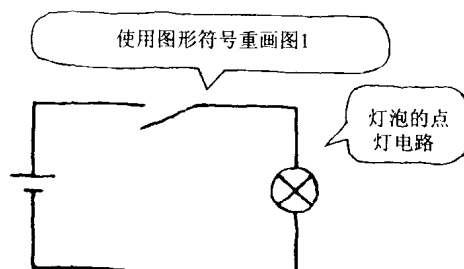


图 2 用图形符号表示的电路图

〈要点〉

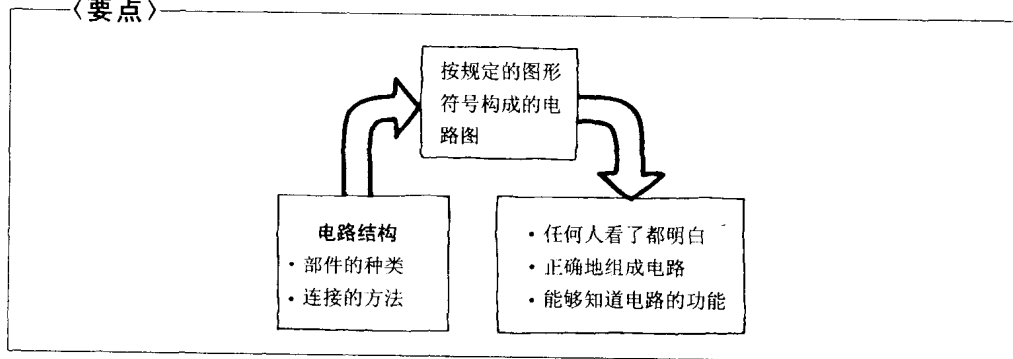
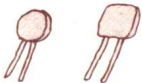
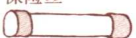
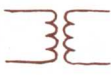


表 1 所列为经常使用的电路符号(如果与图形符号一并记忆,则更容易理解)和图形符号,图形符号也简称为符号。

图形符号一般使用易于理解的、易于与其他部件区别而又容易书写的符号。图形符号在同一电路图内使用统一的尺寸。

表1 主要的电气用图形符号

部件名	符号	新图形符号	旧图形符号	部件名	符号	新图形符号	旧图形符号
电阻器 	R			二极管 	D		
可变电阻器 	VR	 	 	发光二极管 	LED		
电容 	C			晶体管 	Tr	 NPN  PNP	
电解电容器 	C			电压表 	V		
可变电容器 	VC			电流表 	A		
线圈 	L			保险丝 	F		
变压器 	T			灯泡 	L		
开关 	S			电池 	E		 
按钮开关 (自动复原) 	S			扬声器 	SP		

JIS(日本工业标准)的图形符号在1999年修订过。本书第1章中使用的是新图形符号(JIS C0617)。第2章中,有一部分使用的仍是旧图形符号(旧JIS C0301)。

模型信号机的电路图

现在,我们来研究图 3 所示的模型信号机的电路,该电路基本上是由 3 个图 1 中所示的灯泡开关电路组合而成。将实物布线图(参见图 3)画成如图 4 所示的电路图,由图可知,很难看懂这样的电路图 中的布线。

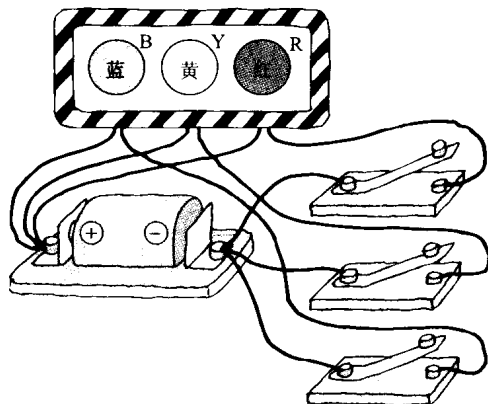


图 3 模型信号机的电路

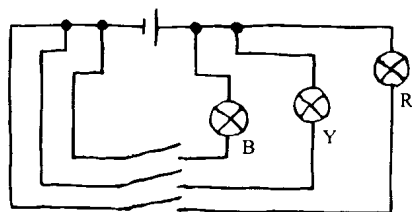


图 4 图 3 的电路图

因此,像图 5 那样对开关进行改进,将布线也整理整齐,电路图就变得清晰了起来(参见图 6)。将开关部分进一步改进,制成图 7 那样的旋转型,信号机的操作性能就大大改进。图 8 示出了用旋转型开关的电路图。

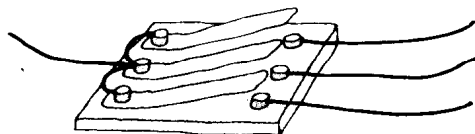


图 5 开关的改进

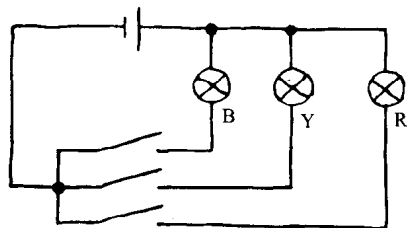


图 6 图 5 的电路图

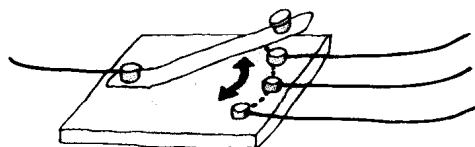


图 7 旋转型开关

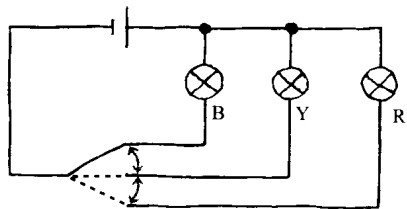


图 8 图 7 的电路图

第1章 电子电路的基础知识

由上述可见,深入分析电路图对改进电路结构非常有用。下面就绘制电路图的规则进行小结。



图9 导线的交叉和地线的表示

导线的交叉部和接地的表示方法

如图9所示,电路图中导线交叉时是否连接是用小黑点的有无来区别的。接地的表示方法则如图9中右端所示。

信号的传输和图形符号的配置

如图10所示,图形符号的配置是根据信号的流动、电流的流动等动作的顺序从左到右展开的。一般地,(+)侧的导线画在电路图的上侧,(-)侧的导线画在电路图的下侧。

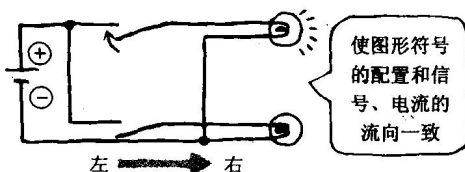


图10 电路图的表示方法

地线的使用

图11示出了图10所示电路结构共用地线的情况。为了简化表示电路,经常使用这种方法。

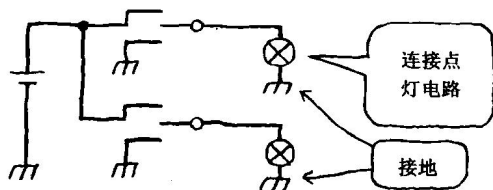


图11 将地线作为线路使用的电路图

包含集成电路(IC)的电路

图12是利用IC(74LS00)的LED点灯电路。在这样使用IC的情况下,如图13所示,根据该IC的引脚配置进行电路连接。如图14所示,IC的1号引脚有IC接入标记。

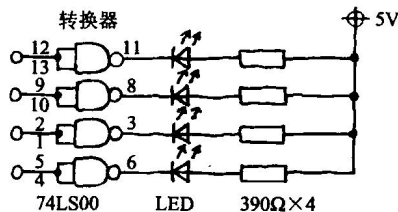


图12 包含IC的电路图

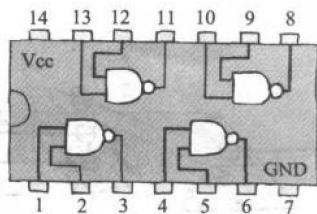


图13 74LS00的引脚配置

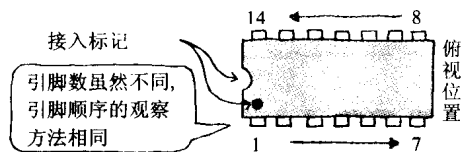


图 14 IC 的 1 号引脚的看法

电路图和实物布线图

图 15 所示是使用继电器控制交流 100V 灯泡的简单的点灯电路。图 16 为图 15 的实物布线图, 相互对照即可以清楚地理解图形符号的画法及表示方法。通过控制流经继电器的电流的通(ON)、断(OFF), 就可以控制流过灯泡的电流。

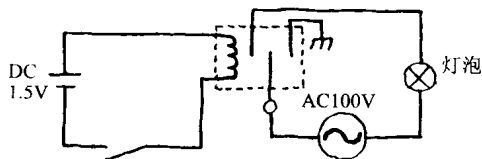


图 15 点灯电路

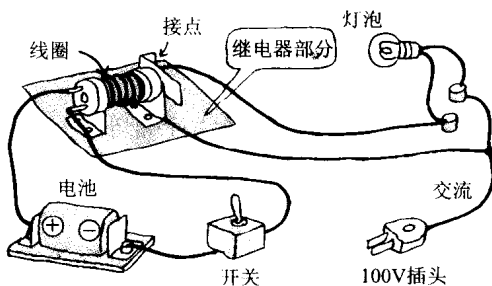


图 16 点灯电路的实物布线图

虽然实际使用的电路图中部件很多, 电路也很复杂, 但是, 只要牢牢掌握图形符号, 即使再复杂的电路也能读懂, 最最重要的是孜孜不倦地学习。

练习题

1. 图 15 中继电器起什么作用?
2. 何谓 IC?

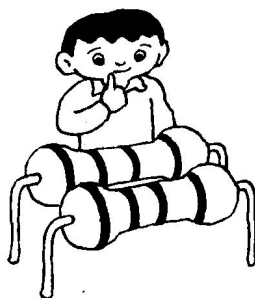
解答

1. 用流经继电器的小电流控制点灯电路的大电流。
2. 由于是把集成化的晶体管等构成的电子电路收纳在小型的管壳中, 所以称为集成电路(IC 是 Integrated Circuit 的简称)。

2

电阻器的选择方法

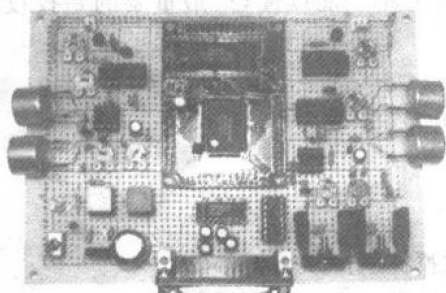
——色标的读法



电子电路和零部件

打开电视机、组合音响等的后盖看一看它的内部,就能够看到各种各样的电子电路元器件满满的安装在基板上组装在一起的样子。也许是为了最合理的利用有效空间吧,如图 1 所示,就像在航空摄影中看到的住宅用地上密集的住宅群一样,电阻、晶体管、电容等零部件密密麻麻地排列在基板上。仔细观察一下这些电子电路的零部件,就会发现,其中包括:

- 电阻 ($150\text{k}\Omega$ 、 $2\text{k}\Omega$ 、 100Ω)
- 电容 ($10\mu\text{F}$)



电子电路由电阻、电容、晶体管等各种部件群组合而成



图 1 电子电路的部件群

- 电解电容 ($2.2\mu\text{F}$ 、 $47\mu\text{F}$)
- 二极管、晶体管、线圈等。

这里,对在基本电子电路中大量使用的电阻的特性、种类、选择方法及使用上的注意事项等做一个说明。

电阻器的作用

电阻器,正如它的名字所表示的那样,是阻碍电流在电路中流动的元件。利用电阻器的这种性质,能够调整使晶体管、IC(集成电路:利用单一的半导体晶体,将许多晶体管等元器件集成化而成的电子电路)、发光二极管等工作所必须的电压和电流的大小。

电阻器在电路中虽然不是像 IC、晶体管那样引人注目,但是对于驱动 IC、晶体管等却是不可缺少的元件。电子电路中无不存在电阻器,电阻器的使用范围甚广。一般情况下,电阻器也称作电阻。

电阻器的种类和性质

将电阻分类时,可把电阻分为电阻值固定的固定电阻和能改变电阻值的可变电阻器。表 1 示出了主要用于电子电路中的各种电阻。也可以如表 2 所示那样,按照 JIS 根据电阻的材料或者使用目的对电阻分类。使用的时候,请按标准规格表仔细了解它的性能、特征后再使用。

表 1 在电子电路中使用的各种电阻器

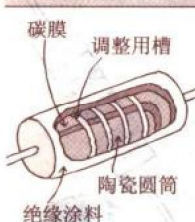
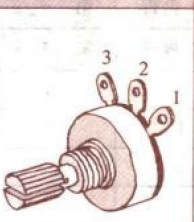
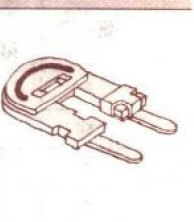
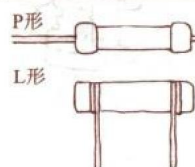
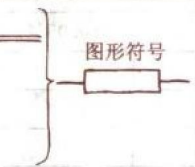
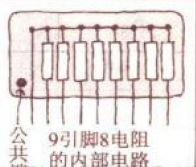
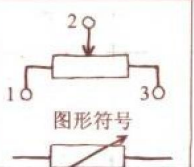
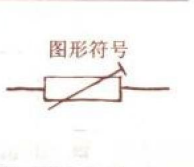
碳膜电阻	金属膜电阻	集成电阻	可变电阻器	半固定电阻器
 碳膜 调整用槽 陶瓷圆筒 绝缘涂料	 金属膜 槽 陶瓷圆筒 绝缘涂料	 330Ω 9管脚8电阻	 3 2 1	
在陶瓷圆筒上附着碳膜,在碳膜上设有调整电阻值用槽。廉价产品	在陶瓷圆筒上蒸镀 Ni-Cr 等金属膜,在金属膜上有调整电阻值的槽	将多个电阻收纳在一个管壳中,使用在 IC 电路等中	使旋转轴在电阻体上旋转,能够改变电阻值	用改锥等调整到规定的电阻值,然后将电阻值固定使用
 P形 L形	 图形符号	 公共端 9引脚8电阻的内部电路	 2 1 30 图形符号	 图形符号

表2 电阻器的种类(按照JIS)

符 号	电阻材料
RD	碳膜
RN	金属膜
RS	金属氧化膜
RC	碳系混合体
RK	金属系混合体
RW	电阻线(功率型)
RB	电阻线(精密型)

在电路图上没有特别指定的情况下,可以使用廉价的、最普通的碳膜电阻



小型电阻器的色标

固定电阻器中,由于在电子电路中使用的电阻器上没有地方用数字表示电阻值和电阻值容许误差的空间,在电阻器外侧的绝缘体上涂有称为色标的色带,用色标来表示电阻值等参数。

为了读取用色标表示的电阻值,必须牢牢记住表3所示的色标和数字间的规则。当你习惯后,对于经常使用的电阻值的色标,只要看一眼就能立刻知道它的电阻值。

自色标由JIS确定后,任何公司所用色标都相同。

表3 色标表

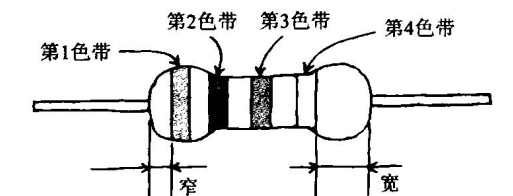
颜 色	第1色带	第2色带	第3色带	第4色带	第5色带
	第1数字	第2数字	第3数字	第4数字	第5数字
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8		$\pm 0.05\%$
白	9	9	9		
金				10^{-1}	$\pm 5\%$
银				10^{-2}	$\pm 10\%$



2 电阻器的选择方法——色标的读法

电阻值的读取方法是：首先，如图 2 所示那样识别色标的第 1 色带，然后，如图 3、图 4 所示的 4 色表示、5 色表示的例子那样，读取电阻值。

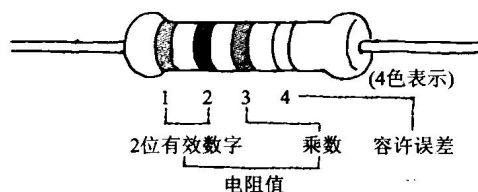
① 找到第 1 色带



从电阻引线与色带的间隔窄的一方开始向右读。

图 2 第 1 色带的识别方法

② 4 色表示的读法



4 色表示中，用最初的 3 条色带表示电阻值，最后的 1 条色带表示容许误差。

〔例〕 $560\Omega \pm 5\%$

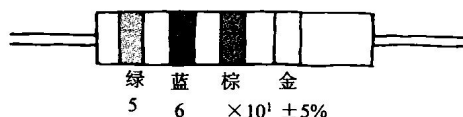
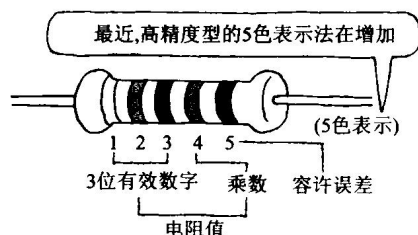


图 3 4 色表示的色标

③ 5 色表示的读法



5 色表示中，用前 4 条色带表示电阻值，最后的 1 条色带表示容许误差。

〔例〕 $47\,000 \pm 2\% = 47\text{k}\Omega \pm 2\%$



图 4 5 色表示的色标

为什么电阻值不是“整齐”的数

这是最初为购买电阻器到元器件商店时发生的事情。看到在电路图中有 $27\text{k}\Omega$, 330Ω , 68Ω , 39Ω , ... 等零星数值的电阻器, 一边想着这是设计者耗费多少心血才计算出的结果啊! 一边购买了必要的数量的电阻器。

接着我就想到如果预先购买些 500Ω 的电阻该多方便啊! 例如, 当串联时, 2 个 500Ω 串联是 $1\text{k}\Omega$, 4 个 500Ω 串联就是 $2\text{k}\Omega$... 这多方便啊! 我想多买几个 500Ω 的电阻, 可是大于 470Ω 的电阻就是 510Ω , 根本没有我想要的 500Ω 的电阻。我想可能是这个商店卖完了吧, 走到相邻的元件商店看看也是一样, 470Ω 以上就是 510Ω 。

认真调查之后我发现, 没有 400Ω , 600Ω , 800Ω 等那样阻值整齐区分的电阻, 全是 130Ω , 560Ω 之类零碎数值的电阻... 为什么做的全是这样令人讨厌数值的电阻呢? 实际上, 如表 4 所示, 规定了称为 E 系列的标准电阻值, 其他电阻值是一个相互间大小几乎为等比级数的数值系列。

表 4 E24 系列标准电阻值

1.0	1.1	1.2	1.3
1.5	1.6	1.8	2.0
2.2	2.4	2.7	3.0
3.3	3.6	3.9	4.3
4.7	5.1	5.6	6.2
6.8	7.5	8.2	9.1

使用该数值的 10^n 倍

这就是电阻
数值零碎
的原因吗?

如果考虑到误差的分布, 则当相互间电阻的容许误差为一定值时, 对电路的设计是合理的。我们仔细分析一下容许误差 $\pm 5\%$ 的(金色色标) 470Ω 和 510Ω 电阻时, 就能够如图 5 所示, 得到 500Ω 电阻。

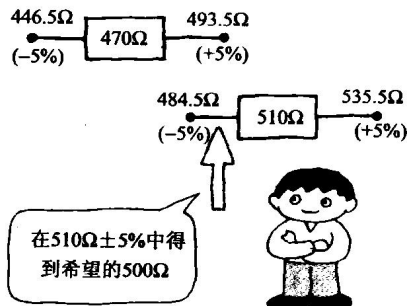


图 5 电阻值和容许误差