

电学基础讲座 第五册

程序式学习法

基础电子学

电子电路(一)

〔日〕末 武 国 弘 主编

松下电器工学院 编著



机械工业出版社

程序式学习法

电学基础讲座 第五册

基础电子学

电子电路(一)

〔日〕末武国弘 主编

松下电器工学院 编著

萧鸿猷 张先权 译

陈松 阮婴 校



机械工业出版社

(京) 新登字054号

本书是日本松下电器公司培训机构——松下电器工学院对公司人员进行电学基础知识教育的教材。这套《电学基础讲座》共分六册(书目附后),这是第五册《电子电路〔I〕》。主要讲述二极管、晶体管以及特殊半导体器件的构造、特性、参数及其基本电路的工作原理与应用,其中对晶体管的放大作用和偏置电路作了较详细的阐述与计算。本册共十章,每章均有练习题及题解,书末还编写了测验题与答案,以便读者检查自己的学习效果。

本书是采用当前世界流行的程序式教学法进行编写的。内容由浅入深,形象喻比,概念清晰;叙述深入浅出,通俗易懂;有问有答,引人入胜。尤其便于自学,特别适合作工矿企业职工的培训教材和工人、干部及中学生的自学读物,也可作为技工学校和职业中学的教学参考书。

電気基礎講座 5
プログラム学習による
基礎電子工学〔電子回路編 I〕
監修 末武国弘
編著 松下電気工学院
発行 松下電器産業株式会社
昭和 50 年 6 月 1 日 初版発行
昭和 56 年 7 月 30 日 13 刷発行

* * *
程序式学习法
电学基础讲座 第五册
基础电子学 电子电路 (一)
〔日〕 末武国弘 主编
松下电器工学院 编著
萧鸿猷 张先权 译
陈松 阮晏 校

*
责任编辑:董保申 版式设计:霍永明
责任印制:尹德伦 责任校对:熊天荣

*
机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业所可配出字第 117 号)
机械工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*
开本 850×1168¹/₃₂·印张 8³/₈·字数 283 千字
1992 年 7 月北京第 1 版·1992 年 7 月北京第 1 次印刷
印数 00.001—001650·定价:7.50 元

*
ISBN 7-111-02806-6/TM·354

主 编 者 的 话

有这样的成语：“明珠暗投”或“马耳东风”。这就是说，无论给谁多么好的东西，总要对方对那件东西感兴趣才行，如果他本人不喜欢，就会无动于衷。上述的成语所比喻的最能表明这种情况。学习也是如此，如果学习者对其所学习的不感兴趣，即使内容再精彩也是枉然。

就是说，如果没有学习的欲望，而是漫不经心地学习，必然会毫无成效。

如果，学习者从一开始就具有学习的欲望，那当然最好；但也有这种情况，就是在学习开始之后才产生兴趣的。对于学校教学的情况，从其效果来看就与后者相当，所以，教师就应千方百计地想办法来激发学生的学习积极性。

程序式学习法的课本是以自学自习为主的，对于没有学习欲望的人本来是不适用的；但是，现在我们从教育工程学的角度对以往的程序式学习法的课本加以研讨，对它进行了改革，从而编写成这套世界上少有的新程序式学习法的课本。我们把这种形式命名为：

“模仿家庭教师形式”

这种形式与传统的程序式学习法的课本基本相同，所不同的只是它增加了解答栏。

在解答栏中，除了普通的答案之外，还加上了模仿“家庭教师的批语”。有时提问、有时提示；有时评论、有时鼓励。根据情况从学习者的角度出发有问有答，作到共同学习，从而使人产生一种感觉，宛如在学习者的身边有老师和同学在一起上课似的。

这种形式，从教育工程学上说，就是给予学习者的一种有效信息的反馈方法，或者叫做效果认识法（Knowledge of Results），随时巩固学习所得成果。

发 行 前 言

这套讲座是松下电器产业有限公司的教育训练机构——松下电器工学院用作对公司人员进行电学基础知识教育的教材，它一方面参考了中等工业学校及各职业训练学校的教学大纲，一方面参考历来的学校教科书与程序式学习法的课本，但不拘泥于以往的教学方法，而是总结了教学经验以新程序式学习法的形式编写而成的。

因此，本书可望适用于下列目的：

1. 可供中等工业学校、中等职业训练学校，其它各类技术学校及企业内教育机构用作电学基础课的教科书或参考书。

2. 对于机械、化工、经营管理等非电专业的技职人员，为了适应在现代社会活动中对科学知识的需要，可用作学习有关电工、电子技术知识的读物。

3. 对于从事高级电器产品、自动化装置、自动车床及工业测量仪表操作的技术工人，为了理解所操作的设备，可作为学习必要的电学基础知识的读物。

4. 可用作电化教育设备的软件。

5. 可用作通俗的自学读物。

本册是《电学基础讲座》的第五册基础电子学《电子电路（一）》，是为初学电气知识的人编写的。书中引用人们身边经常遇到的事物现象进行解说，使学习者获得电子技术的基本概念和进行计算与运用的技能。

本书的缺点，如蒙读者批评指正，则不胜荣幸。

编著者代表

本书的特色和目的

- 1 本书各章由下列几部分构成:
 - ① 学习目标
 - ② 内容提要
 - ③ 学习内容
 - ④ 练习题
 - ⑤ 试题(及格测验)
- 2 在“学习目标”中,简单地叙述了该章进行学习的目标。
- 3 在“内容提要”中,对该章的学习内容进行归纳,并作出简要的概括,也可用作学习的小结。
- 4 在“学习内容”中,学习内容以新程序式学习的教学方法展开;在解答栏中,除答案之外,还采用了效果认识法(Knowledge of Results),加上了模仿“家庭教师的批语”,这是教育工程学上用以提高读者学习积极性和巩固学习所得成果的一种新的方法。
- 5 “练习题”是为了使读者充分掌握学习内容中所学到的概念、定律,以及提高计算能力而选择的广泛内容,并附有详细解答。
- 6 “试题”可用作检查学习者对各章学习成效的测验题目。每章出10题,100分为满分。
- 7 曾在学校里学过的人,在走向社会后获得再受教育的机会、打算再一次学习时,如嫌本书学习内容过分详细,则可采取以内容提要为主和做练习题入手进行学习的方法。
- 8 在集体教学的单位采用本书作教材时,可根据内容提要进行讲授。
- 9 若把试题的内容选取一些给与学习者作为测验题目,就可以对学习者的学习成果作出评价。
- 10 在企业内的教育培训机构中,举办在职培训、短期集训、函授教育及组织自学等采用本书进行教学时,可根据内容提要讲授,并可把试题作为及格测验和汇报学习成果的试题。

9310011

本书的使用方法

- 1 初学电学知识的人请从“学习内容”开始学习。
- 2 “学习内容”是根据新程序式学习的教学方法与教师的讲授一样地展开的。

先用一块特别配制的盖板（如下图隐格所示），把解答栏遮盖起来，这样，读者先不看答案，仔细阅读内容，认真思考，并在____处填空。

第一格 →	1. 本书依内容提要、____内容、习题、然后为试题的次序构成。	(学习)
第二格 →	2. 内容____是对该章的学习内容作简洁的叙述。	(提要)
	3. 学习____中, 学习内容根据程序式学习的教学方法简单易懂地展开着。	

- 3 仔细阅读每格的内容，如果弄清了应填入____中的答案，就把它记在笔记本上。
- 4 如对自己思考的答案有把握了，就挪一挪盖板，与解答栏中的答案对照，判定是否正确。
- 5 如果自己思考的解答正确，就进行到下一格；如果错了，就再仔细阅读一遍，直至掌握并理解正确解答时为止。不必追求速度，最重要的是一格一格地充分理解并稳步前进。
- 6 最后，请对书后所附的“试题”作出解答，以便检验学习的成效。

电 学 基 础 讲 座

基 础 电 工 学

第一册 直流电

第二册 磁与静电

第三册 交流电

第四册 电路

基 础 电 子 学

第五册 电子电路（一）

第六册 电子电路（二）

目 录

第一章	二极管	1
第二章	晶体管	27
第三章	静特性	49
第四章	放大作用	75
第五章	负载线	97
第六章	晶体管的特性和参数	117
第七章	偏置电路 (I)	143
第八章	偏置电路 (II)	161
第九章	特殊半导体器件	191
第十章	分 贝	209
练习题解答		227
资 料		240
测验题		247
测验题答案		258

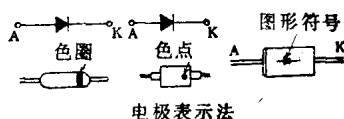
第一章 二 极 管

学 习 目 的

1. 识别二极管的符号和电极的正负极性。
2. 弄清整流作用的实质。
3. 理解二极管的开关作用。
4. 搞清二极管在电源整流电路和波形整形电路中的作用。
5. 掌握二极管的静特性和动特性。
6. 了解硅二极管和锗二极管的特征及其用途。
7. 掌握二极管的特性随温度变化的情况从而了解其使用时应注意的事项。

内 容 提 要

1 二极管的符号及电极表示

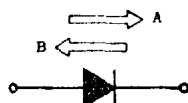


「中国规定二极管的符号为  编辑注，下同」

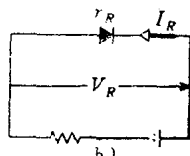
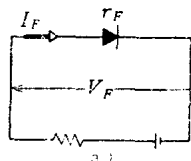
2 二极管的工作情况

- (1) 正方向 (箭头A的方向) 电流容易通过，反方向 (箭头B的方向) 电流几乎不能通过。

这种作用称为二极管的整流作用。



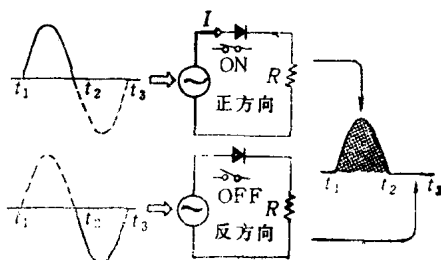
- (2) 如图 a 所示，二极管加正向电压时，其电压、电流以及二极管的内部电阻，分别



称为正向电压 (V_F)、正向电流 (I_F) 和正向电阻 (r_F)；

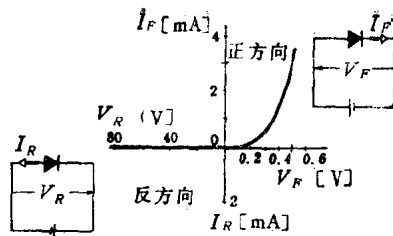
图 b 所示的情况，则称为反向电压 (V_R)、反向电流 (I_R) 和反向电阻 (r_R)。

- 3 开关作用：图示电路中，负载电阻 R 的值比二极管的正向电阻大得多，比反向电阻小得多的情况下 (相当于加几伏以上电压的情形)，就可以把二极管当作开关来考虑。



4 二极管的静特性

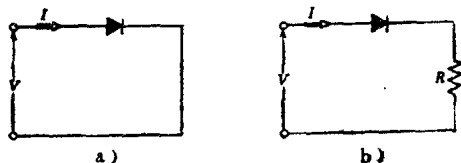
- (1) 二极管自身的电流——电压特性称为静特性；
- (2) 二极管的内阻随所加电压的大小而变化；
- (3) 二极管的特性受温度变化的影响较大。



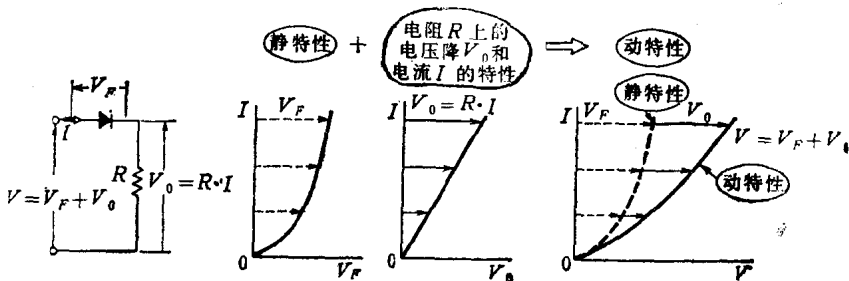
5 二极管的动特性

(1) 在二极管两端加小电压时，要使用动特性来确定所流过的电流。

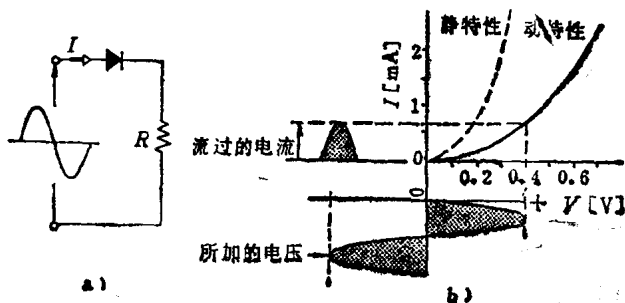
(2) 与图 a 所示二极管自身的电流——电压特性不同，图 b 所示二极管串联电阻时的电流——电压特性称为动特性。



(3) 动特性可由静特性加上电阻 \$R\$ 两端的电压降求得。



(4) 在图 a 所示电路加上较小的交流电压时，通过二极管的电流可由动特性求得（如图 b 所示）



6 硅 (Si) 二极管和锗 (Ge) 二极管的特征及用途

(1) 硅二极管

耐热性能好

承受反向电压的能力高

力高

用于大电流工作的电路 (如电源电路等)

(2) 锗二极管

加上小的正向电压就能工作 → 用于处理小电流和小电压的电路 (如解调电路和自动增益控制 AGC 电路)。



内 容 展 开

1 在我们周围，可以看到许多产品和设备，例如收音机、电视机以及工厂使用的各种控制设备等，都使用着以二极管及晶体管（三极管）为代表的半导体器件。

在这一章里，我们将学习有代表性的一种半导体器件，即二极管。

“啊，这已经开始了。”

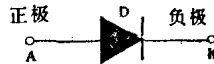
2 二极管的种类繁多，但在这一章里我们暂不讨论特殊二极管，只学习一般二极管的性质及其工作原理。

特殊二极管

- 变容二极管
 - 光电二极管
 - 齐纳二极管
 - 发光二极管
 - 其 它
- } 在第九章学习

“到后面你会感到很有兴趣的。”

3 二极管的标记用 Diode 的第一个字母 D 来表示。〔中国现规定统一用 V〕其符号如图所示。



两个接线端子分别叫做正极和负极，用符号 A（正极）、K（负极）表示。

是的。

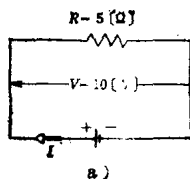
4 二极管的整流作用

在二极管两端加上电压，它将表现出什么性质呢？首先让我们来想想在直流电路中所学过的电阻的情况。

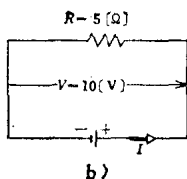
“要仔细耐心地思考。”

5 例如, 在 $R = 5(\Omega)$ 的电阻两端加上 $V = 10(V)$ 的电压, 如图所示, 让我们来求一求通过电阻的电流。

尽管在图 a 和图 b 中所加电压的方向(极性)是相反的, 但通过电阻 R 的电流 I 都是 $\underline{\hspace{1cm}}$ (A), 其大小是相同的。



a)



b)

(Ω) 是电阻的单位“欧姆”;

(V) 是电压的单位“伏特”

2 [带框的内容是左栏填空的答案, 全书同此]

“这要用到欧姆定律, 还记得吗?”
记得。

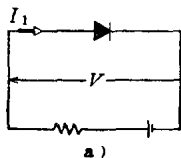
(A) 是电流的单位“安培”

6 对于电阻来说, 即使把所加电压的方向(极性)反过来, 所通过的电流大小也是 $\underline{\hspace{1cm}}$ 的。

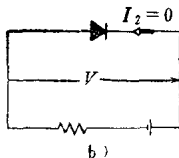
但是, 对于二极管, 由于所加电压的方向(极性)不同, 所表现出的性质也不同。

相同

7 例如, 所加电压 V 的方向如图 a 所示时, 与图 b 所示的情况比较, 流过二极管的电流 I_1 和 I_2 的大小是不同的。



a)



b)

(1) 图 a 所示的电路 $\Rightarrow$ 加上电压 $V(V)$, 就有电流 $I_1(A)$ 通过。

(2) 图 b 所示的电路 $\Rightarrow$ 尽管所加电压 $V(V)$ 与图 a 中所加的大小相同, 但结果几乎没有电流通过。

啊——

二极管具有多奇妙的特性!

“它和电阻等的性质很不一样。”

8 如上所述, 由于所加电压的方向(极性)不同, 二极管将表现出如下两种不同的性质:

(1) 在电流流通方向上 $\Rightarrow$ 具有导体的性质;

(2) 在电流不能通过的方向上 $\Rightarrow$ 具有绝缘体的性质。

我们称

电流流通方向称为正方向;

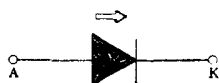
电流不通方向称为反方向。

啊!

二极管有正方向和反方向的区别。

“是啊, 由于所加电压方向的不同, 表现出两种完全不同的性质。

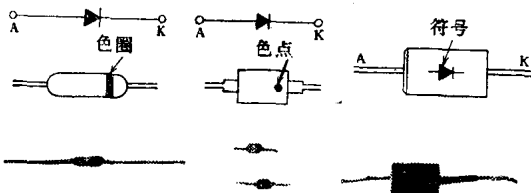
9 请仔细看看二极管的符号。符号中的箭头($\rightarrow$)表示电流的流通方向, 即箭头的方向为____方向。



正

多形象啊!

10 二极管虽有各种形状不同的产品, 但可根据外壳上的色圈、色点和符号来判断它的正方向。



11 在电流流通方向所加的电压称为正向电压, 流过的电流则称为正向电流, 在电流不能通过的方向所加的电压称为反向电压, 由于加反向电压在反方向流过的微小的电流称为反向电流。图 a 所加的是 (a) 向电压, 图 b 所加的是 (b) 向电压

由二极管的符号可知, 沿箭头方向通过的电流为 (c) 向电流。

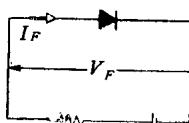
正方向用 Forward 的第一个字母 F 做下标, 其电流和电压分别表示为 V_F 和 I_F 。

反方向用 Reverse 的第一个字母 R 做下标, 写成 V_R 、 I_R 。

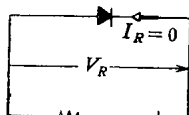
(a) 正

(b) 反

(c) 正



a)



b)

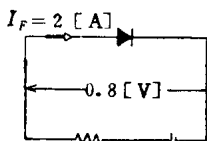
12 二极管加 (a) 向电压时, 有电流通过; 加 (b) 向电压时, 几乎没有电流通过。

(a) 正

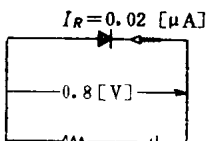
(b) 反

※ 一般反向电流 I_R 的数值在几微安~几十微安范围内, 比正向电流 I_F 的数值要小得多。

(例) 对于二极管 MA242C 来说, 其数值如下:



a) 正方向



b) 反方向

反向是微安?

相差很大啊!

“相差越大越好哩!”

与正向电流相比, 反向电流为正向电流的 1

(c)

(c) 1×10^8

倍

13 如图 a 所示, 二极管两端所加的 (a) 向电压为 $0.8[V]$ 时, 通过的 (b) 向电流为 $2[A]$ 。

(a) 正

(b) 正

这时的二极管可以用一个电阻 r_F 去替换, 使得在 $0.8[V]$ 的电压作用下, 通过的电流也为 $2[A]$, 如图 b 所示。

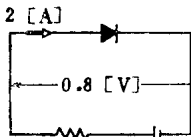
“这时与二极管等效的电阻应为多少?”

嗯……

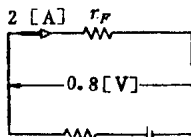
也就是说, r_F 可以说是与二极管等效的电阻。

这个正方向的电阻 r_F 称为正向电阻。

$$\frac{0.8}{2} = 0.4[\Omega]$$



a)



b)