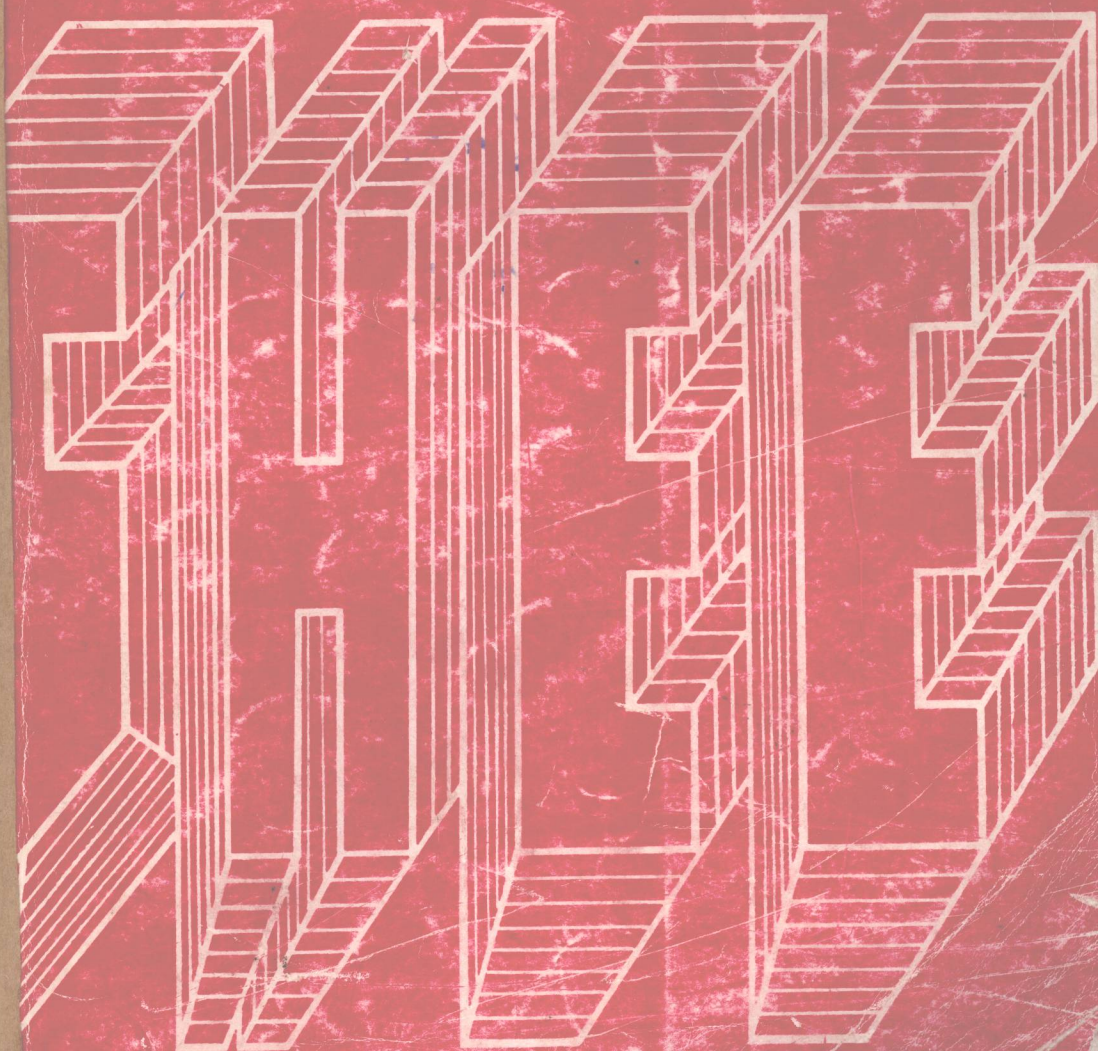


实用电子器件和电路手册

慧珍 校



版社

实用电子器件和电路 简明手册

李隆宝 编 王天泽 瞿慧珍 校



电子工业出版社

290168
(京) 新登字055号

内 容 提 要

本书着重于电子器件和电路知识的介绍(包括它们的结构、性能、用途、测试和故障维修)以及如何根据实际应用选择这些器件和电路。全书共13章,包括固态器件,光电子器件、真空管、放大器、振荡器、音频电路,收音机系统、电视系统、集成电路、运算放大器、数字电路、微型电子计算机等内容。书末附有常用电子器件的型号互换表等。

本书适合于广大电子爱好者、工程技术人员、销售、管理人员,家电维修人员以及有关专业大专院校师生阅读。

实用电子器件和电路简明手册

李隆宝 编

王天泽、瞿慧珍 校

责任编辑:竞 力

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

电子工业出版社计算机排版室排版

北京科技印刷厂印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:25 字数:600千字

1991年5月第一版 1991年8月第一次印刷

印数:平装5000册 定价:25元

精装6000册 定价:30.00元

ISBN7-5053-1347-9/TN·402(平)

ISBN7-5053-1348-7/TN·403(精)

前 言

改革开放以来,我国的电子工业发展很快。在机械、矿冶、纺织、交通、医疗等部门,随着设备的更新和引进,增添了不少的电子设备和仪器。因此很多专业的工程技术人员在设计、安装、维护工作中都必须懂得一些电子技术知识。本书正是这些人常备的手册。

电子工程技术人员、工人、学校老师、学生、电子技术业余爱好者,已学习了正规电子学课程的基本理论,但不包括本书中丰富的实用资料。本书是理论通往实践的桥梁。工程技术人员在设计和组装过程中随时查阅本书可以辨别采用那一种元件和电路符合设备运行的需要。

本书没有高深的理论和复杂的高等数学公式,只简单的介绍了各种电子器件和电路的结构、性能、用途、测试和故障修理,不少电路还标示出各元件的值。本书力图根据需要提供各种重要图表,用以帮助阐明元件和电路的功能。

本书重点放在如何解决实际问题。阅读各章节以后,差不多任何种类的电路和系统都能开发出来。比如用光电器件可以把低压的数字电路联接到高压(≈ 12 伏, 15 伏或更大一些)模拟电路。

虽然本书叙述了很多器件和电路并提供了电子学一般的知识。但是电子学领域范围宽广,不可能做到全面完整。我只希望它能在我们选择的专业内、为进一步探索和学习起到鼓励作用。

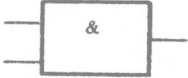
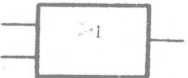
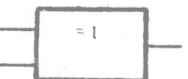
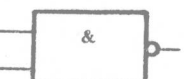
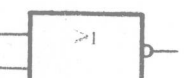
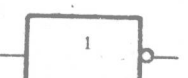
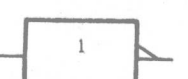
在书中,逻辑图未标准化,但在文前给出了标准逻辑图的对照表;电视频道频率不是 PAL 制式的数据,但在附录中给出有关资料,供读者查阅,特此说明。

在成稿过程中,薛国民同志审阅了初稿并提出修改意见,在此仅致谢意。

由于编者知识水平所限,文中肯定有很多不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

部分逻辑图对照表

	标准图形	书中图形
与门		
或门		
异或门		
与非门		
或非门		
反相器		
		

目 录

第一章 固态器件	(1)
1-1 固态器件的介绍	(1)
1-2 半导体二极管	(2)
1-3 稳压二极管	(3)
1-4 隧道二极管	(4)
1-5 压控变容二极管	(6)
1-6 其他二极管	(6)
1-7 可控硅整流器	(8)
1-8 双向可控硅	(9)
1-9 双向三端可控硅	(11)
1-10 其他可控硅	(13)
1-11 单结晶体管	(14)
1-12 可编程序单结晶体管	(16)
1-13 NPN 双极晶体管	(16)
1-14 PNP 双极晶体管	(18)
1-15 复合晶体管	(19)
1-16 功率晶体管	(20)
1-17 结型场效应晶体管	(21)
1-18 耗尽型金属氧化物半导体场效应晶体管	(23)
1-19 增强型金属氧化物半导体场效应晶体管	(25)
1-20 纵向金属氧化物半导体场效应晶体管	(27)
1-21 晶体管-晶体管逻辑电路	(28)
1-22 互补型氧化物金属半导体	(30)
1-23 测试固态器件	(30)
第二章 光电子器件	(35)
2-1 光电子学简介	(35)
2-2 光电二极管	(35)
2-3 光电晶体管	(36)
2-4 光电复合晶体管	(36)
2-5 光电场效应晶体管	(38)
2-6 光触发可控硅	(39)
2-7 红外线探测系统	(39)
2-8 光电阻器	(40)
2-9 光电池(太阳能電池)	(41)
2-10 发光二极管	(42)
2-11 5×7 发光二极管矩阵显示器	(43)
2-12 字母数字显示器	(44)

2-13	荧光显示屏	(45)
2-14	液晶显示屏	(45)
2-15	多位显示屏	(46)
2-16	数码管显示屏	(47)
2-17	光隔离器	(48)
2-18	光电子遮断开关	(49)
2-19	固态自动光开关	(49)
2-20	光电子器件的测试	(50)
第三章	真空管	(53)
3-1	真空管介绍	(53)
3-2	真空二极管	(55)
3-3	真空三极管	(56)
3-4	真空四极管	(57)
3-5	五极管	(58)
3-6	多栅管	(59)
3-7	电子注功率管(束射四极管)	(59)
3-8	充气管	(61)
3-9	复合电子管	(62)
3-10	测试真空管电路	(63)
第四章	电源	(64)
4-1	电源的介绍	(64)
4-2	半波整流器	(64)
4-3	全波整流器	(65)
4-4	桥式(全波)整流器	(66)
4-5	滤波	(67)
4-6	稳压器	(68)
4-7	倍压整流器	(69)
4-8	三倍压整流器和四倍压整流器	(70)
4-9	双电压电源	(71)
4-10	多电压电源	(71)
4-11	直流变直流转换器	(72)
4-12	开关电源	(74)
4-13	瞬时短路的电压保护(消弧电压保护)	(74)
4-14	检测电源故障	(75)
第五章	放大器	(78)
5-1	放大器的种类和型号	(78)
5-2	电路中有源器件的分析	(79)
5-3	双结型 NPN 晶体管共发射极电路	(80)
5-4	双结型 PNP 晶体管共发射极电路	(81)
5-5	双结型 NPN 晶体管共集电极(射极跟随器)电路	(82)
5-6	双结型 NPN 晶体管共基极电路	(84)
5-7	双结型晶体管放大器的比较	(84)
5-8	两级串联 NPN 晶体管放大器	(86)

5-9	结型场效应晶体管放大器	(87)
5-10	耗尽型金属氧化物半导体场效应晶体管放大器	(88)
5-11	增强型金属氧化物半导体场效应晶体管放大器	(89)
5-12	双栅金属氧化物半导体场效应晶体管放大器	(90)
5-13	推挽放大器	(91)
5-14	NPN 共发射极放大器的基本设计	(92)
5-15	晶体管放大器的故障检修	(93)
第六章	振荡器和多谐振荡器	(95)
6-1	振荡器和多谐振荡器的介绍	(95)
6-2	RC 相移振荡器	(96)
6-3	文氏桥式振荡器	(97)
6-4	电感反馈式振荡器	(98)
6-5	哈特莱振荡器(电感耦合三点振荡器)	(99)
6-6	考皮兹振荡器	(100)
6-7	不用晶体的稳频振荡器	(100)
6-8	晶体振荡器	(101)
6-9	间歇振荡器	(102)
6-10	张弛(锯齿波)振荡器	(102)
6-11	非稳态多谐振荡器	(104)
6-12	单稳态(一次触发)多谐振荡器	(104)
6-13	双稳态(稳态触发)多谐振荡器	(105)
6-14	双稳态(反转触发)多谐振荡器	(106)
6-15	双稳态(受控稳态触发)多谐振荡器	(107)
6-16	检验振荡器和多谐振荡器	(108)
第七章	音频电路	(109)
7-1	音频电路的介绍	(109)
7-2	级间耦合的种类	(112)
7-3	平衡放大器	(112)
7-4	单头功率放大器	(115)
7-5	倒相器	(116)
7-6	变压器输出推挽功率放大器	(117)
7-7	互补输出功率放大器	(118)
7-8	准互补输出功率放大器	(119)
7-9	调音控制	(120)
7-10	拾音器	(121)
7-11	扬声器	(122)
7-12	音频电路的试验	(123)
第八章	基本收音机系统和电路	(127)
8-1	调幅的介绍	(127)
8-2	调幅发射机	(130)
8-3	射频电压放大器	(130)
8-4	倍频器	(131)
8-5	射频功率放大器	(132)

8-6	调制电路	(133)
8-7	调幅收音机电路的介绍	(134)
8-8	射频放大器	(135)
8-9	混频(变频)电路	(136)
8-10	中频放大器	(137)
8-11	音频检波和自动音量控制	(137)
8-12	调频的介绍	(138)
8-13	调频发射机	(140)
8-14	预矫和去矫	(141)
8-15	电抗调频电路	(141)
8-16	调频收音机电路的介绍	(142)
8-17	限幅器	(143)
8-18	鉴频器	(144)
8-19	比例检波器	(144)
8-20	调频立体声多频道发射机	(145)
8-21	调频立体声多频道接收机	(146)
8-22	平衡桥式检波器	(147)
8-23	标准的调幅,调频,调频立体声接收机	(148)
8-24	寻找发射机和收音机电路的故障	(148)
第九章	基本电视系统和电路	(152)
9-1	电视传输系统	(152)
9-2	电视信号	(154)
9-3	电视发射机	(155)
9-4	基本电视接收机	(157)
9-5	电视调谐器	(158)
9-6	电视中频放大器和视频检波器	(160)
9-7	视频放大器	(160)
9-8	自动增益控制电路	(162)
9-9	同步信号分离器	(163)
9-10	行偏转和高压部分	(164)
9-11	帧偏转部分	(164)
9-12	彩色电视简介	(164)
9-13	彩色电视发射机	(168)
9-14	彩色电视接收机	(169)
9-15	检测电视接收机的故障	(170)
第十章	集成电路	(172)
10-1	集成电路的介绍	(172)
10-2	单片集成电路的制作	(174)
10-3	集成电路电压调整器	(177)
10-4	集成电路电压调整器的其他应用	(178)
10-5	LM380 集成电路音频放大器	(180)
10-6	LM379 集成电路立体声音频放大器	(181)
10-7	555 精密定时器集成电路	(182)

10-8	555 单稳多谐振荡器	(183)
10-9	555 非稳态多谐振荡器	(185)
10-10	555 脉冲丢失检测器	(187)
10-11	8038 精密波形发生器/电压控制振荡器集成电路	(188)
10-12	8038 基本的功能可变发生器	(189)
10-13	锁相环路集成电路	(190)
10-14	调幅收音机子系统的集成电路	(191)
10-15	2 瓦电视/调频通道集成电路	(192)
10-16	集成电路的测试与维护	(195)
第十一章	运算放大器	(198)
11-1	运算放大器的工作	(198)
11-2	运算放大器的特性	(199)
11-3	电压比较器	(201)
11-4	反相放大器	(202)
11-5	同相输入放大器	(203)
11-6	电压跟随器	(204)
11-7	电压加法放大器	(205)
11-8	电压减法放大器	(206)
11-9	积分器	(208)
11-10	微分器	(208)
11-11	有源低通滤波器	(209)
11-12	有源高通滤波器	(210)
11-13	有源带通滤波器	(211)
11-14	有源陷波滤波器	(213)
11-15	方波发生器	(214)
11-16	锯齿波发生器	(215)
11-17	三角波发生器	(216)
11-18	正弦波振荡器	(216)
11-19	正交振荡器	(217)
11-20	函数发生器	(218)
11-21	运算放大器的测试	(219)
第十二章	数字电路	(221)
12-1	数字电路的介绍	(221)
12-2	“与”门电路	(222)
12-3	“或”门电路	(223)
12-4	“异或”门	(224)
12-5	缓冲器/驱动器和反相器	(225)
12-6	“与非”门电路	(225)
12-7	“或非”门电路	(226)
12-8	等效逻辑门	(227)
12-9	逻辑门电路的组合	(228)
12-10	RS 触发器	(229)
12-11	带时钟信号的 RS 触发器	(230)

12-12	T 型触发器	(231)
12-13	JK 触发器	(232)
12-14	JK 主/从触发器	(233)
12-15	D 型触发器	(234)
12-16	非稳态多谐振荡器	(235)
12-17	单稳态多谐振荡器(单稳触发器)	(236)
12-18	二进制寄存器	(237)
12-19	环形计数器	(239)
12-20	转尾环形计数器	(240)
12-21	二进制加法计数器	(242)
12-22	二进制减法计数器	(243)
12-23	模计数器	(245)
12-24	二进制加法器	(246)
12-25	二进制并行加法和减法	(246)
12-26	编码器	(248)
12-27	译码器	(249)
12-28	发光二极管七段显示	(249)
12-29	二至十进制码对七段的译码器	(251)
12-30	比较器	(252)
12-31	多路转换器	(253)
12-32	信号分离器	(254)
12-33	随机存取存储器	(256)
12-34	只读存储器	(259)
12-35	三态逻辑器件	(261)
12-36	二进制数字系统	(262)
12-37	其他数字系统	(264)
12-38	布尔代数定理	(266)
12-39	逻辑脉冲发生器	(266)
13-40	逻辑探测器	(267)
12-41	数字 TTL 集成电路检测器	(267)
12-42	试验数字集成电路	(270)
第十三章	微型电子计算机	(272)
13-1	计算机的有关知识	(272)
13-2	关键元件的功能	(273)
13-3	指令周期和时序控制	(275)
13-4	总线系统的概念	(276)
13-5	基本计算机的工作	(276)
13-6	微处理机芯片和它的功能	(279)
13-7	存储器系统	(283)
13-8	接口技术	(285)
13-9	微处理机的软件	(287)
13-10	编制程序的基本概念	(290)
13-11	微计算机的结构	(292)

13-12	微计算机故障修理的概述	(293)
13-13	其他常用微处理机名词汇编	(295)
附 录		(299)
一、	原电池	(299)
二、	充电电瓶	(300)
三、	万用表简介	(301)
四、	示波器	(301)
五、	基本信号发生器的使用	(306)
六、	试验可分解电路的步骤	(307)
七、	频谱和频谱的分配	(308)
八、	10 的乘方和小数表示法	(308)
九、	收录机用集成电路型号对照	(310)
十、	电视机用集成电路型号对照	(315)
十一、	录像机用集成电路型号对照	(326)
十二、	部分运算放大器国内外型号对照	(353)
十三、	TTL 集成电路国内外型号对照	(356)
十四、	部分常用半导体三极管国内外型号对照	(373)
十五、	部分常用半导体二极管国内外型号对照	(377)
十六、	不同制式电视的有关数据比较	(385)

第一章 固态器件

1-1 固态器件的介绍

图 1-1 示出的各种类型的封装品是已制成的三引线和四引线的固态器件。除了二个引线的二极管以外,任一封装件内装着的是 PNP、NPN 双极晶体管、结型场效应晶体管、金属氧化物场效应晶体管、可控硅、三端双向可控硅、单结晶体管,还是复合晶体管,那是很难分辨的。所以使用固态器件时,器件的标志和技术规格是非常重要的。封装件 TO-3、TO-66、TO-220 比其他封装品较大,是为大功率容量而设计的。



图 1-1 固态器件外形

这些封装件虽没有标准的引线辨认规定,但是如图 1-2、图 1-3 所示,有些是遵循习惯的规定的。不过最合理的做法还是取得表明引线排列的器件说明书。

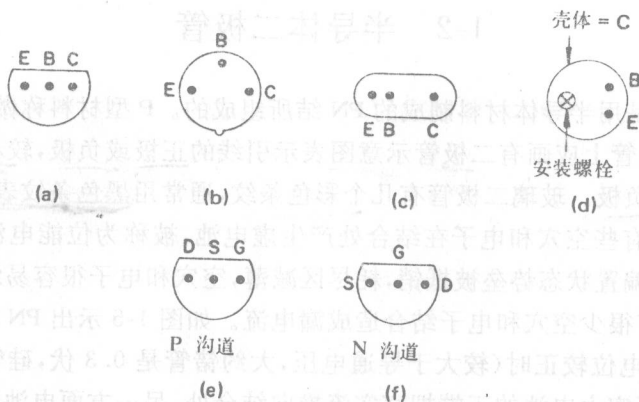


图 1-2 双极晶体管和场效应晶体管的引线表示法

一般固态器件是用锗或硅制成的 N 型和 P 型半导体材料。P 型材料大多数载流子是空穴,少数载流子是电子。反之 N 型材料大多数载流子是电子,少数载流子是空穴。图 1-4 示出 PN 结和示意图。

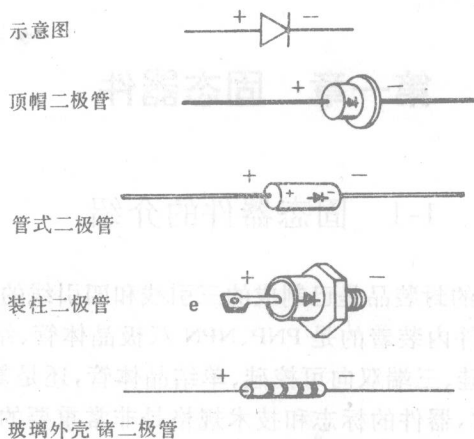


图 1-3 固态器件示意图和包装种类

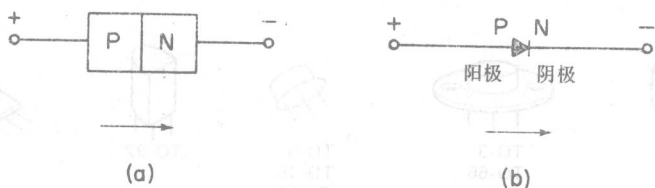


图 1-4 PN 结和示意图

(a) 惯用的电流流向; (b) 常用电流取向的低电阻方向

1-2 半导体二极管

半导体二极管是用半导体材料制成的 PN 结所组成的。P 型材料称做正极, N 型材料称做负极。较大的二极管上应画有二极管示意图表示引线的正极或负极, 较小的二极管在一端有一圈条纹的表示负极。玻璃二极管有几个彩色条纹, 通常用黑色条纹表示负极。

在制造过程中有些空穴和电子在结合处产生虚电池, 被称为位能电池、势垒、空间电荷区或耗尽区。在正偏置状态势垒被抵销, 耗尽区减薄, 空穴和电子很容易结合。在反偏置状态耗尽区展宽, 只有很少空穴和电子结合造成漏电流。如图 1-5 示出 PN 结偏置。

当正极比负极电位较正时(较大于导通电压, 大约锗管是 0.3 伏, 硅管是 0.7 伏), 这个二极管是正偏置。事实上电池的正端把空穴流推向结合处, 另一方面电池的负端把电子流推向结合处, 促进了空穴和电子的结合。在这种状态下, 二极管的内阻很低, 流经二极管的电流很大(取决于外接电阻)。当正极比负极的正值较小时, 二极管是反偏置。在这种状态下, 空穴被吸引到电池的负端, 而电子被吸引到电池的正端, 因此使空穴和电子的结合几乎不可能。这时内阻极高, 导致流通电流很小(取决于二极管的泄漏电流)。过量的反偏置电压会击穿二极管。通过二极管正反方向的电流太大都会损坏二极管。

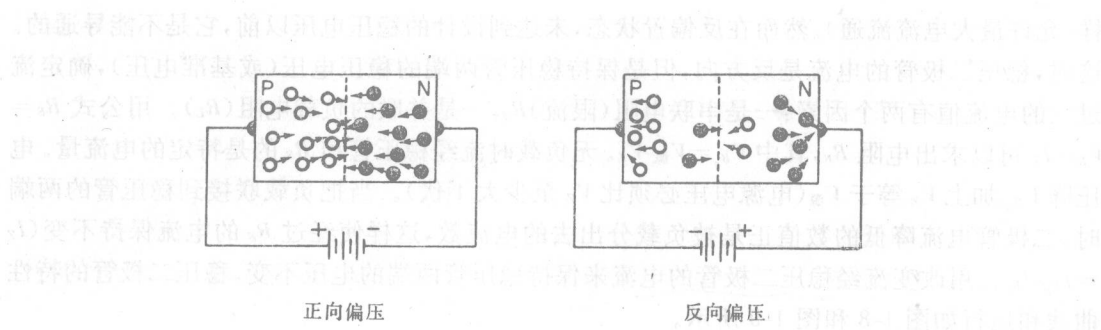


图 1-5 PN 结偏置

图 1-6 示出固体二极管的特性曲线。

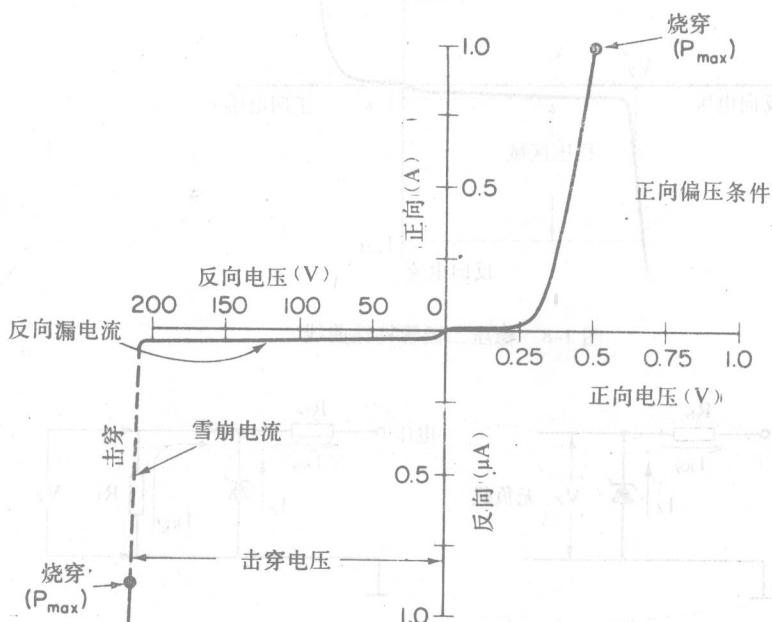


图 1-6 固体二极管特性曲线

1-3 稳压二极管

稳压二极管是特殊的掺杂二极管(见图 1-7),在正偏置状态,它的作用像正规二极管一

样(允许最大电流流通)。然而在反偏置状态,未达到设计的稳压电压以前,它是不能导通的。这时,稳压二极管的电流是反方向,但是保持稳压管两端的稳压电压(或基准电压),确定流过它的电流值有两个因素:一是串联电阻(限流) R_s ,一是并联的负载电阻(R_L)。用公式 $R_s = (V_{RS}/I_Z)$ 可以求出电阻 R_s ,其中 $V_{RS} = V_{源} - V_Z$ 。无负载时流经稳压管和 R_s 的是特定的电流量。电压降 V_{RS} 加上 V_Z 等于 $V_{源}$ (电源电压必须比 V_Z 至少大 1 伏)。当把负载联接到稳压管的两端时,二极管电流降低的数值正是被负载分出去的电流数,这样使经过 R_s 的电流保持不变($I_Z = I_{RS} - I_{R_L}$)。用改变流经稳压二极管的电流来保持稳压管两端的电压不变。稳压二极管的特性曲线和运行如图 1-8 和图 1-9 所示。

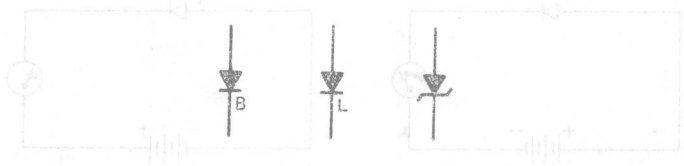


图 1-7 稳压二极管示意图

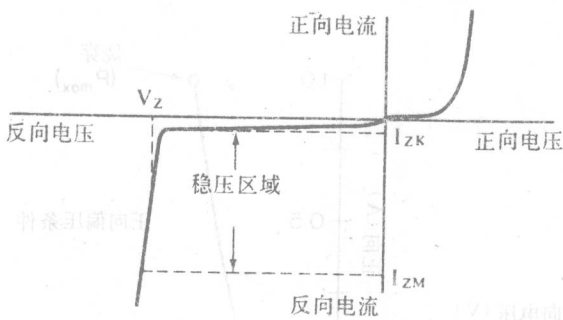


图 1-8 稳压二极管特性曲线

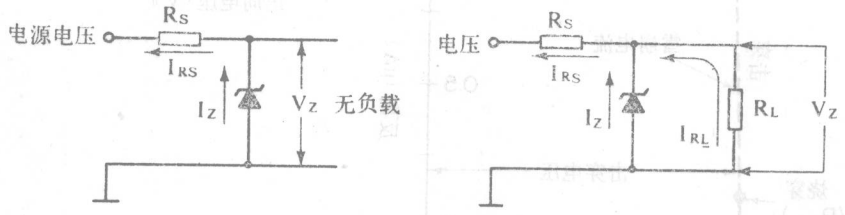


图 1-9 稳压二极管运行

1-4 隧道二极管

隧道二极管是半导体二极管(见图 1-10),其中 P 和 N 材料是重掺杂的,结果形成极薄的过渡区。隧道二极管的有效作用发生在低于正规锗二极管导通电压以下。当加上正偏压时,产生很大的正向电流。如果继续增加正向偏压,电流反而很快下降接近于零。电流随着

正向偏压增加而下降的区域称做负阻区(A 点到 B 点)。如图 1-11 所示。

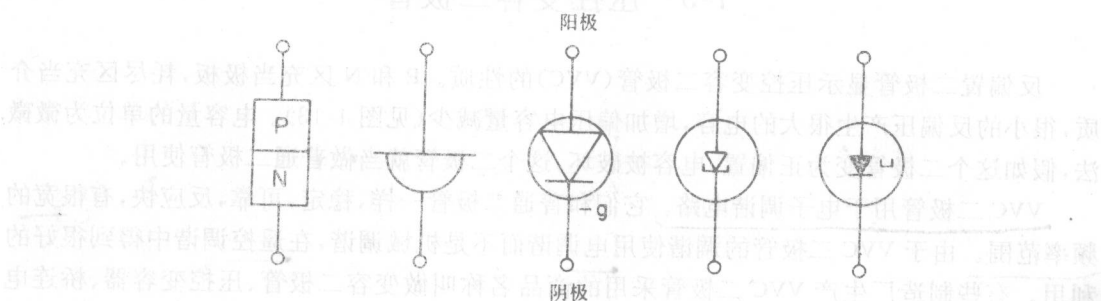


图 1-10 隧道二极管 PN 结和示意图

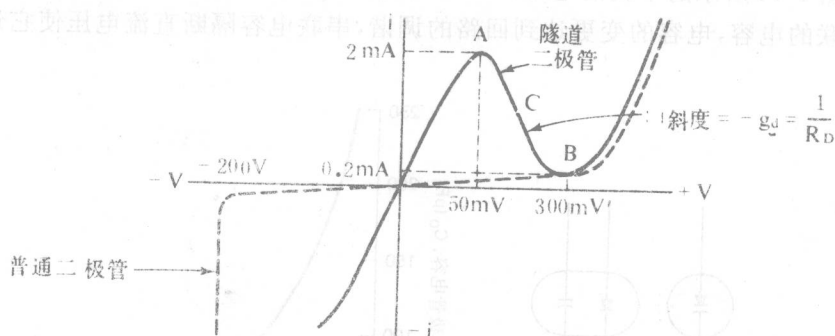


图 1-11 隧道二极管与正常二极管的关系曲线

对于开关电路,在高频放大器和振荡器中,隧道二极管的这个区域很有用。事实上,通过隧道效应电流穿过了二极管的正常势垒区。当正偏压继续增加时,正常二极管的特性位垒区将被克服。由于重掺杂,反偏置也有显著的电流流通。

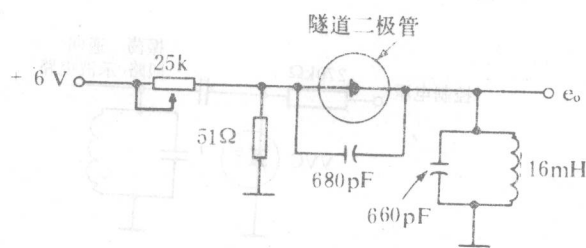


图 1-12 隧道二极管振荡电路

如在图 1-12 所示的典型的振荡器电路中,25kΩ 电位器和 51Ω 电阻器构成一个分压器,把偏压加到隧道二极管上。隧道二极管充当一个开关支撑着振荡电路的振荡(660pF 电容器和 16mH 电感器)。这个电路工作大约在 100 千赫兹。