

最新电子器件置换手册系列

最新通用晶体二极管 置换手册

● 本书编写组 编

ZUIXIN TONGYONG JINGTI ERJIGUAN
ZHIHUAN SHOUCHE



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

最新电子器件置换手册系列

最新 通用晶体二极管置换手册

本书编写组 编



机械工业出版社

本书全面汇编了国内外电气与电子设备所使用的晶体二极管及模块的实用关键参数和代换型号,内容涉及到2007年以前国内外二极管生产厂家的大部分最新二极管和模块的型号。全书共分三部分,第一部分介绍该手册的查阅方法,第二部分介绍二极管的型号命名、使用 and 检测方法等基础知识,第三部分以表格的形式介绍二极管型号(国别)、主要参数、结构、类别、功能用途、封装形式和近似置换等项目。该书内容全面,查阅简单,携带方便,是一本介绍晶体二极管及其模块关键参数和代换资料的最新工具书。

本书适用于电气与电子设备维修、设计、研发、生产、制作人员,电子元器件销售人员及电子爱好者查阅。

图书在版编目(CIP)数据

最新通用晶体二极管置换手册/本书编写组编. —北京:
机械工业出版社, 2007.3

(最新电子器件置换手册系列)

ISBN 978-7-111-21100-6

I. 最... II. 本... III. 半导体二极管—技术手册
IV. TN31-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 031463 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:靳平 版式设计:张世琴

责任校对:张晓蓉 封面设计:张静 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·42 印张·2 插页·1644 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-21100-6

定价:108.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着电子器件技术的不断发展,新型电子器件层出不穷,许多新型电子器件难以购到,许多工具书由于收编时间较早也难以查到新型二极管及模块的参数。为此我们特编写了“最新电子器件置换手册系列”之一——《最新通用晶体二极管置换手册》一书,希望该书的出版能给广大读者带来方便。

该书以通用数表的形式全面介绍二极管及其模块的主要特征参数和近似置换型号,所介绍的特征参数是二极管及其模块的关键参数——电流、电压和功率值,所选用的二极管及其模块都是一些实用的和最新的型号,并按数字或字母的升序编排,方便读者查阅。书中还介绍了二极管的概念、分类、命名、参数、结构、外形、新标准电路图形符号、特殊二极管及其模块的选用与检测等相关知识。

值得指出的是,本书所选用的二极管及其模块的特征参数是器件本身所固有的通用技术参数,由于资料来源复杂,许多资料都是原始英文资料翻译过来的,同一个二极管的资料有时有很多版本,因此工作量很大,所有的二极管无法一一实测,可能与实际值存在差异,仅供读者参考。所选用的代换型号大多是近似置换,具体使用时应根据引脚分布、体积大小、接地端子、频率特性、温度特性等具体情况参照使用。

本书编写组成员主要有张新德、张泽宁、张云坤、陈金桂、张健梅、袁文初、张新衡、张新春、王光玉、胡红娟、胡清华、胡代春、王姣、刘云辉、刘运和、陈秋玲、刘淑华、张玉兰、李碧辉、张冬生、张芙蓉、罗小姣、刘桂华、张美兰、李顺兴、张和花、邓国英、张容徠、张峰、张桂生、陈金艳、梁红梅、张新平、周志英等同志,还有其他为本书提供短期协助的同行,在此不再一一列举,并谨表谢意!由于二极管数量繁多、资料来源复杂,参编人员众多,工作量较大,汇编时我们没有一个一个实体检测,疏漏和错误之处可能存在,凡有错漏之处,敬请读者不吝赐教,以待我们重印时修正!

本书编写组

目 录

前言

第1章 手册查阅说明 1

第2章 晶体二极管简介 4

- 2.1 晶体二极管的分类 4
- 2.2 晶体二极管的命名 10
- 2.3 晶体二极管主要参数 11
- 2.4 晶体二极管的结构与图形符号 ... 13
- 2.5 晶体二极管的选用 17
- 2.6 晶体二极管的检测 20

第3章 二极管通用数表 26

- 3.1 0~19 开头的二极管 26
- 3.2 1A~1N 开头的二极管 82
- 3.3 1N~1R 开头的二极管 86
- 3.4 1S 开头的二极管 281
- 3.5 1T~1Z 开头的二极管 342
- 3.6 2 开头的二极管 351
- 3.7 3 开头的二极管 434
- 3.8 4~9 开头的二极管 470
- 3.9 A 开头的二极管 512
- 3.10 B 开头的二极管 520

- 3.11 C 开头的二极管 678
- 3.12 D 开头的二极管 723
- 3.13 E 开头的二极管 775
- 3.14 F 开头的二极管 794
- 3.15 G 开头的二极管 827
- 3.16 H 开头的二极管 838
- 3.17 I 开头的二极管 863
- 3.18 J 开头的二极管 866
- 3.19 K 开头的二极管 870
- 3.20 L 开头的二极管 879
- 3.21 M 开头的二极管 886
- 3.22 N 开头的二极管 993
- 3.23 O 开头的二极管 999
- 3.24 P 开头的二极管 1000
- 3.25 Q 开头的二极管 1059
- 3.26 R 开头的二极管 1068
- 3.27 S 开头的二极管 1143
- 3.28 T 开头的二极管 1280
- 3.29 U 开头的二极管 1297
- 3.30 V 开头的二极管 1311
- 3.31 W 开头的二极管 1318
- 3.32 Y 开头的二极管 1320
- 3.33 Z 开头的二极管 1322

第 1 章 手册查阅说明

1) 本书涉及到世界各类晶体二极管的主要极限参数、生产国别、材料、封装、类别、用途、特殊性能和近似置换等实用参数。全书共分三栏:

第一栏为型号(国别), 其中括号中说明除国产或合资以外的其他国生产的晶体二极管, 均采用国家名字第一个汉字(或全称)用括号进行标注, 跨国公司生产或多国生产的二极管则采用公司所在国家名称第一个汉字组合用括号进行标注, 其中(意)表示为意大利生产的二极管, (法)表示为法国生产的二极管, (美)表示为美国生产的二极管, (英)表示为英国生产的二极管, (荷)表示为荷兰生产的二极管, (德)表示为德国生产的二极管, (日)表示为日本生产的二极管, (西)表示为西班牙生产的二极管, (瑞)表示为瑞典生产的二极管, (波)表示为波兰生产的二极管, (韩)表示为韩国生产的二极管, (印)表示为印度生产的二极管, (丹)表示为丹麦生产的二极管, (俄)表示为俄罗斯生产的二极管, (捷)表示为捷克生产的二极管, (新)表示为新加坡生产的二极管等。所有器件型号均按首数字或首字母递增的顺序进行排列, 首数字或首字母相同的再根据其后的数字和字母递增排序, 以此类推, 也即采用计算机自动排序。

第二栏为关键参数(I_Z 或 I_O 或 I_F 或 I_M (I_{FM} 或 I_{FSM})/ V_{RWM} 或 V_{RRM} 或 V_{PRV} 或 V_Z / P_W 或 P_D 或 P_{ZM}), 即标志二极管正常或极限工作条件时的典型参数。其中, I_Z 表示稳压二极管稳定电压的电流; I_O 表示二极管的最大正向平均电流; I_F 表示二极管的正向平均电流, 又称额定正向电流; I_M 表示二极管正常温升情况下极限工作电流; I_{FM} 表示二极管最大正向浪涌电流, I_{FSM} 表示二极管的最大浪涌电流; V_{RWM} 表示二极管的极限工作电压; V_{RRM} 表示二极管反向重复峰值电压; V_{PRV} 表示二极管最大反向重复峰值电压(有些厂家直接标为 PRV 、 P_{RV} 或 PR_V); V_Z 表示稳压二极管的稳定电压或基准电压; P_W 表示室温 25℃、无散热片时二极管连续工作的极限耗散功率; P_D 和 P_{ZM} 均表示二极管的最大耗散功率。

由于晶体二极管的参数多而复杂, 且部分晶体二极管因各厂家资料不统一, 同一个参数, 其表示方法也不尽相同, 故本书对部分参数单独进行了列举, 以体现参数的细微差别, 各参数含义如下:

① 电流参数: I_{FAV} 或 I_{FAVM} 或 $I_{(AV)}$ 均表示额定正向平均电流; I_{PPM} 表示最大峰值脉冲电流; I_{PP} 表示二极管的峰值脉冲电流; I_P 表示二极管的峰值电流; I_D 表示二极管的反向漏电流; I_R 表示二极管的反向饱和电流; I_{TRM} 表示正常工作状态的重复峰值电流; I_{BO} 表示二极管损坏的极限电流; I_{TEST} 或 I_{Ztest} 或 I_T 均表示二极管

的测试电流； I_{ZT} 表示稳压二极管的齐纳测试电流； I_p 表示二极管的调整电流。

② 电压参数： V_{WM} 表示二极管的关态工作电压； V_R 或 V_{RM} 表示二极管的最大重复峰值反向电压； V_{FM} 表示二极管的最大正向电压； V_{BR} 表示二极管的击穿电压； $V_{(BR)R}$ 表示二极管的反向击穿电压； V_C 或 V_{CL} 表示二极管的钳位电压； V_{RMS} 表示最大方均根电压； V_{DC} 表示二极管最大反向直流电压； V_{BO} 表示二极管的转折电压； V_s 表示二极管的通向电压(信号电压)或稳流管稳定电流下的电压； V_{ZT} 表示稳压二极管的齐纳测试电压。

③ 功率参数： P_F 为二极管正向耗散功率； P_{tot} 为二极管总耗散功率； P_{PPM} 或 P_{PP} 表示二极管的最高脉冲功率； P_{PK} 表示二极管的最高脉冲耗散功率； P_{ZSM} 表示二极管的不重复最大耗散功率； P_{ZRM} 表示二极管重复的最大反向耗散功率； P_{DM} 表示二极管最大的耗散功率； P_{RSM} 表示不重复的最大反向耗散功率； P_V 表示耗散功率； $P_{M(AV)}$ 表示稳定状态的耗散功率。

④ 其他参数： t_{rr} 表示二极管的最大反向恢复时间； T_A 表示二极管的环境温度； T_C 表示二极管的管壳温度； t_d 表示二极管的工作持续时间； t_p 表示二极管的脉冲持续时间； t_{fr} 表示二极管的正向恢复时间； T_J 表示二极管的结温； T_L 表示二极管的引线温度。

第三栏为近似置换(备注)，该栏主要介绍能直接替换或近似替换的二极管的型号，有些可能存在引脚差异、参数差异、频率差异等情况，则不能直接替换，读者应根据实际检测情况进行替换。备注用括号说明，主要用来说明型号栏晶体二极管(不是置换的型号)的种类、特性、功能、用途、特殊工作频率、特殊材料构成、特殊结构、特殊封装形式和新旧程度等项目，其中，($\geq XXGHz$)表示晶体二极管用于 $\geq XXGHz$ 的高频电路(特征频率)，无“ $\geq$ ”的表示固定工作频率，其他普通工作频率的二极管不作标示。备注栏中，(复合)表示多个二极管的复合管(带两个或多个)，例如肖特基二极管中的双二极管；(变阻)表示变阻二极管；(变容)表示变容二极管；(雪崩)表示雪崩二极管；(快恢复)表示快恢复型二极管；(超快恢复)表示超快恢复型二极管；(稳压)表示稳压二极管；(发光)表示发光二极管；(光敏)表示光敏二极管；(红外)表示红外发光二极管；(激光)表示激光二极管；(高频)表示高频二极管；(整流)表示整流二极管；(开关)表示开关二极管；(快速)表示快速二极管；(触发)表示触发二极管；(检波)表示检波二极管；(江崎)表示江崎二极管，又称隧道二极管；(肖特基)表示肖特基势垒二极管；(螺纹高压)表示螺纹高压二极管；(高压)表示高压二极管；(瞬态电压抑制)表示瞬态电压抑制二极管；(小信号)表示小信号二极管；(大信号)表示大信号二极管；(恒流)表示稳流二极管；(高效率)表示高效率二极管；(压装)表示压装二极管；(贴片)表示表面贴装二极管；(平面型)表示平面二极管；(外延型)表示外延型二极管；(高频高压)表示高频高压二极管。

等；(模块)表示二极管模块，它是将两个或两个以上二极管(还可能外加其他元件)按一定的电路结构相连接，用弹性硅凝胶、环氧树脂等保护材料，密封在一个绝缘的外壳内，并且与导热底板相绝缘而成的器件。(代号***)表示原管型号的代码或代号。多字组合的则表示具有多种特性或功能的二极管。例如：(高效率)(整流)表示高效率整流二极管；(高压)(整流)表示高压整流二极管；(快速)(整流)表示快恢复整流二极管；(超快恢复)(整流)表示超快恢复整流二极管。总之，备注栏的括号中省去了“二极管”字样。另外，对于其他原型号的一切特殊事项也在“(备注)”括号中进行简短说明。

2) 值得指出的是：为了突出本书的重点，备注栏中只对型号栏中的二极管特殊事项进行括号说明，这些说明并不能全部包括该二极管的所有特殊事项，也不是按统一的分类项目进行列举，只能对其主要特殊事项也就是读者关心或引起读者注意的特征项目进行介绍，一般的或读者一看便知的事项则不作说明。同时，由于二极管参数项目多而复杂，厂家标注方法不统一，同一个参数有不同的标注方法，相同的参数又可能因测试条件不同而存在细微的差异或误差，读者参考本书时应结合实测情况和实际经验使用。

3) 本手册晶体二极管通用数表部分，全部采用表格形式进行编排，按照二极管型号前几位数字或字母的升序划分型号段，一个型号段通过一个小标题列出，并体现在目录上。在同一个型号段内的二极管，则继续依照其后续数字或字母的升序进行排序，即计算机自动排序，以方便读者查阅。

第2章 晶体二极管简介

晶体二极管又称为半导体二极管 (Semiconductor Diode)，简称二极管，它是一种由半导体材料制成的、具有单向导电特性的两极器件。所谓单向导电性，即电流只能从二极管的正极流向负极。在正向电压的作用下导通电阻很小，而在反向电压的作用下，其导通电阻极大或无穷大。

晶体二极管在电路中常用文字符号“VD”或“V”（国外电路图中也有用“D”表示的）加数字表示，如VD5表示编号为5的二极管。严格地说，晶体二极管是一个非线性器件。它是一个由P型半导体和N型半导体形成的PN结，在界面处两侧形成空间电荷层，有自建电场。当没有外加电压时，由于PN结两边的载流子浓度差引起的扩散电流和自建电场引起的漂移电流相等，这样就处于电平衡状态。当施加正向电压时，外界电场和自建电场的互相抑制作用使载流子的扩散电流增加引起了正向电流。当施加反向电压时，外界电场和自建电场进一步加强，形成在一定反向电压范围内与反向偏置电压值无关的反向饱和电流。当外加的反向电压增高到一定程度时，PN结空间电荷层中的电场强度达到临界值产生载流子的倍增过程，出现了大量的电子空穴对，产生了数值很大的反向击穿电流，这就是二极管的击穿现象。

下面通过简单的实验说明晶体二极管的正向特性和反向特性。

（1）正向特性

在电子电路中，将二极管的正极接高电位端、负极接低电位端，二极管就会导通，这种连接方式称为正向偏置。需指出的是，加在二极管两端的正向电压应达到某一数值（称为“门槛电压”）后，二极管才能真正导通。导通后，二极管两端的电压基本上保持不变，该电压称为二极管的正向压降。

（2）反向特性

在电子电路中，二极管的正极接低电位端、负极接高电位端，此时二极管处于截止状态，这种连接方式称为反向偏置。二极管处于反向偏置时，仍然会有微弱的反向电流流过，该电流称为漏电流。当二极管两端的反向电压增大到某一数值时，反向电流会急剧增大，二极管将失去单方向导电特性，这种状态称为二极管的击穿现象。

2.1 晶体二极管的分类

1. 根据外形分类

晶体二极管按照外形分为圆形、方形、矩形、三角形和组合形等多种。

2. 根据制作材料分类

晶体二极管按照制作材料主要分为锗二极管、硅二极管和砷化镓二极管三种。

3. 根据封装结构分类

晶体二极管按照封装结构分为金属封装、陶瓷封装、塑料封装、玻璃封装(如玻球封装、玻璃钝化封装)、树脂封装、压装和无引线表面贴片封装等。

4. 根据电流容量分类

晶体二极管按其电流容量可分为大功率二极管(电流为5A以上)、中功率二极管(电流在1~5A)和小功率二极管(电流在1A以下)。

5. 根据工作频率分类

晶体二极管根据其工作频率可分为高频二极管和低频二极管。

6. 根据管芯构造分类

晶体二极管主要是利用PN结进行工作的。根据PN结构造面的特点,晶体二极管可分为点接触型二极管、合金型二极管、键型二极管、扩散型二极管、台面型二极管、平面型二极管、外延型二极管等。

点接触型二极管是在锗或硅材料的单晶片上压入一根金属针后,再通过电流法而形成的二极管。其性能特点是:PN结的静电容量小,不能用于大电流电路和整流工作状态。

合金型二极管是在N型锗或硅的单晶片上,通过压入合金铟、铝等金属的方法制作PN结而形成的二极管。其性能特点是:正向压降小,但PN结的反向静电容量较大,故适用于大电流整流电路,不适用于高频检波和高频整流电路。

键型二极管介于点接触型二极管和合金型二极管之间,它又可分为金键型(在锗或硅的单晶片上采用熔接金丝而形成)和银键型(在锗或硅的单晶片上采用熔接银丝而形成)两种。其性能特点是:正向特性较好,常用作开关二极管和小电流整流、检波二极管。

扩散型二极管是利用在高温P型杂质气体中加入N型锗或硅的单晶片,使单晶片表面的一部分变成P型的方法制作PN结,从而形成二极管。其性能特点是:PN结正向压降小,常用作大电流整流二极管。

台面型二极管的PN结制作方法与扩散型基本相似,它只保留PN结及其必要的部分,把不必要的部分用药品腐蚀掉,使剩余的部分呈现出台面形,因此又称扩散台面型二极管。它常用作小电流开关二极管。

平面型二极管是在半导体单晶片上扩散P型杂质,利用硅片表面氧化膜的屏蔽作用,在N型硅单晶片上仅选择性地扩散一部分制作PN结,从而形成二极管。早期使用的半导体材料有些是采用外延法形成的,故又将平面型称为外延平

面型。它常用作小电流的开关二极管。

外延型二极管是在外延结面长度的过程中制造 PN 结而形成的二极管。在制造过程中能随意地控制杂质的不同浓度分布, 形成可变的结间电容。常用作高灵敏度的变容二极管。

7. 根据用途及功能分类

晶体二极管按其用途可分为: 普通二极管和特殊二极管。普通二极管包括整流二极管、检波二极管、稳压二极管、开关二极管、快速二极管等; 特殊二极管包括变容二极管、发光二极管、光敏二极管、隧道二极管、触发二极管等。

二极管按其功能可分为普通二极管、精密二极管、整流二极管、检波二极管、开关二极管、高速开关二极管、超高速开关二极管、阻尼二极管、续流二极管、稳压二极管、发光二极管、激光二极管、光敏二极管、变容二极管、双向击穿二极管、瞬态电压抑制二极管、磁敏二极管、肖特基二极管、温度效应二极管、江崎二极管、PIN 二极管、雪崩二极管、双向触发二极管(其工作原理与晶闸管相同, 故在《最新通用晶闸管置换手册》一书中进行介绍)、体效应(又称耿氏)二极管、恒流二极管、双基极二极管等多种。以下对常用二极管进行具体说明:

(1) 整流二极管

将交流电整流成为直流电的二极管叫作整流二极管, 它是面结合型的功率器件, 因结电容大, 故工作频率低。通常情况下, I_F (最大平均整流电流)在 1A 以上的二极管采用金属壳封装, 以利于散热; I_F 在 1A 以下的采用全塑料封装, 由于近代工艺技术不断提高, 国外出现了不少较大功率的管子也采用塑封形式。

(2) 检波二极管

检波二极管是用于把叠加在高频载波上的低频信号检出来的器件, 它具有较高的检波效率和良好的频率特性。类似点接触型检波用的二极管, 除用于检波外, 还能够用于限幅、削波、调制、混频和开关等电路。

(3) 开关二极管

在脉冲数字电路中, 用于接通和关断电路的二极管叫开关二极管。它是利用其单向导电特性使其成为一个较理想的电子开关, 不仅能满足普通二极管的性能指标要求, 还具有良好的高频开关特性。

开关二极管分为普通开关二极管、高速开关二极管、超高速开关二极管、低功耗开关二极管、高反压开关二极管及硅电压开关二极管等, 常见的封装形式有塑料封装和表面封装两种。

(4) 稳压二极管

稳压二极管是利用 PN 结反向击穿特性所表现出的稳压性能制成的器件。稳压二极管又称齐纳二极管或反向击穿二极管, 简称稳压管, 是由硅材料制成的面

结合型晶体二极管。它既具有普通二极管的单向导电特性,又可工作于反向击穿状态。在反向电压较低时,稳压二极管截止,稳压二极管是代替真空稳压二极管的产品,它利用PN结反向击穿时的电压基本上不随电流的变化而变化的特点,来达到稳压的目的。

稳压二极管根据其封装形式可分为金属外壳封装稳压二极管、玻璃封装(简称玻封)稳压二极管和塑料封装(简称塑封)稳压二极管。塑封稳压二极管又分为有引线型和表面(贴片)封装两种类型。

(5) 发光二极管

发光二极管简称LED(Light Emitting Diode),是一种由磷化镓(GaP)等半导体材料制成的,能直接将电能转变为可见光和辐射能的发光器件。它与普通二极管一样由PN结构成,也具有单向导电性,广泛应用于各种电子仪器和电子设备中,可作为电源指示、电平指示或微光源之用。

发光二极管的种类较多,常见的分类方法如下:

按使用材料分为磷化镓(GaP)发光二极管、磷砷化镓(GaAsP)发光二极管、砷化镓(GaAs)发光二极管、磷铟砷化镓(GaAsInP)发光二极管和砷铝化镓(GaAlAs)发光二极管等。

按发光颜色分为有色光和红外光,有色光包括红色光、黄色光、橙色光、绿色光等。

按封装形式分加色散射封装(D)、无色散射封装(W)、有色透明封装(C)和无色透明封装(T)。

按功能特性分普通单色发光二极管、变色发光二极管、高亮度发光二极管、超高亮度发光二极管、闪烁发光二极管、电压控制型发光二极管、红外发光二极管和负阻发光二极管等。其中,变色发光二极管是指能变换发光颜色的发光二极管,它按颜色种类又可分为双色发光二极管、三色发光二极管和多色发光二极管;按引脚数量分为二端变色发光二极管、三端变色发光二极管、四端变色发光二极管和六端变色发光二极管。

(6) 激光二极管

从本质上讲,激光二极管(Laser Diodes,LD)就是一个在正向电流激励条件下的半导体发光器件。

目前,在光通信领域大量使用的有两种激光二极管:法布里-珀罗激光二极管(Fabry-Perot,FP)激光二极管和分布反馈(Distributed Feedback,DFB)激光二极管。二者的区别主要表现在输出光特性的不同,FP激光二极管能够产生包含有若干种离散波长的光,而DFB激光二极管则发出具有额定波长的光。由于WDM(波分复用)技术要求具有多种不同波长的光信号同时进行传输,因此在现今所有的WDM系统中均使用DFB激光二极管。而FP激光二极管则大多用于那种一

个光纤通路对应一个收发器(Transceiver)的系统。

(7) 变容二极管

变容二极管(Variable-Capacitance Diode, VCD)又称为变容器或调节二极管,它是利用 PN 结的电容随外加偏压而变化这一特性制成的非线性电容元件,被广泛地用于参量放大器、电子调谐及倍频器等微波电路中。变容二极管按照 PN 结的结构和结面附近杂质的分布情况不同,可以分成缓变结、突变结和超变结三种类型。其中缓变结变容二极管的容量变化速率最慢,超变结变容二极管的容量变化速率最快。

从本质上讲,变容二极管属于反偏压二极管,改变其 PN 结上的反向偏压,即可改变 PN 结的电容量。反向偏压越高,结电容就越小,反向偏压与结电容之间的关系是非线性的。

(8) PIN 型二极管

PIN 型二极管(PIN Diode)是在 P 区和 N 区之间夹一层本征半导体(硅和锗的单晶体)或低浓度杂质的半导体构造而成的晶体二极管, PIN 中的 I 是本征意义的英文缩略语。实际应用时,可以把 PIN 二极管作为可变阻抗元件使用,常用于高频开关、移相、调制和限幅等电路中。

(9) 雪崩二极管

雪崩二极管(Avalanche Diode)又称碰撞雪崩渡越时间二极管,是一种在外加电压作用下可以产生超高频振荡的半导体二极管。它常被应用于微波领域的振荡电路中。

(10) 江崎二极管

江崎二极管(Tunnel Diode)又称隧道二极管,它是一种具有负阻特性的双端子有源器件,目前主要用掺杂浓度较高的锗或砷化镓制成,隧道电流由这些半导体的量子力学效应产生。江崎二极管具有开关、振荡和放大等作用,可应用于低噪声高频放大器、高频振荡器及高速开关电路中。

(11) 肖特基二极管

肖特基二极管(Schottky Barrier Diode, SBD)又称为肖特基势垒二极管,它是具有肖特基特性的金属半导体结的二极管。肖特基二极管以贵金属(金、银、铝、铂等)为正极, N 型半导体为负极,利用二者接触面上形成的势垒具有整流特性而制成。这种器件是由多数载流子导电的,所以其反向饱和电流较由少数载流子导电的 PN 结大得多。

肖特基二极管的特点是耐压比较低,反向漏电流比较大。通常应用在功率变换电路中的肖特基二极管大多是耐压在 150V 以下,平均电流在 100A 以下,反向恢复时间为 10 ~ 40ns。总之,肖特基二极管应用在高频低压电路中比较理想。

肖特基二极管有点触式(点接触型)和面触式(面接触型)两种。其中,点触

式主要应用在微波通信电路中作为混频器或检波器用,而面触式主要应用在开关电源及其保护电路中作为高频低压大电流整流或续流功能。

另外,肖特基二极管还有单管式和对管(双二极管)式两种封装结构。其中,肖特基对管又有共阴极型(两管的负极相连)、共阳极型(两管的正极相连)和串联型(一只二极管的正极接另一只二极管的负极)三种引脚引出方式。

(12) 恒流二极管

恒流二极管简称 CRD,是用来稳定电流的二极管,又称稳流二极管。它可以在较宽的电压变化范围内提供恒定不变的电流,因此在各种放大电路、振荡电路及稳压电源电路中作为恒流源或恒流偏置器件。

(13) 双基极二极管

双基极二极管又称单结晶体管,它是一种具有两个基极、一个发射极的三端负阻器件,具有频率易调、温度稳定性较好等特点。

8. 根据特性分类

点接触型晶体二极管,按正向和反向特性可分为一般点接触型、高反向耐压点接触型、高反向电阻点接触型和高传导点接触型等四种类型。

一般点接触型二极管是正向和反向特性既不特别好、也不特别坏的中间产品,常被应用于检波和整流电路中,如 SD46、1N34A 等。

高反向耐压点接触型二极管是最大峰值反向电压和最大直流反向电压很高的产品,使用于高压电路的检波和整流,如 SD38、1N38A 等。

高反向电阻点接触型二极管的正向电压特性和一般用二极管相同,其反向电阻高,常用于高输入电阻的电路和高负载电阻的电路中,如 SD54、1N54A 等。

高传导点接触型二极管与高反向电阻型相反,其反向特性尽管很差,但其正向电阻很小,如 SD56、1N56A 等

9. 根据反向恢复时间分类

二极管从导通到反向截止的恢复时间是不一样的,由此可将二极管分为普通二极管(就是普通恢复二极管)和快速二极管。快速二极管的工作原理与普通二极管是相同的,普通二极管工作在开关状态下的反向恢复时间较长(一般为 4 ~ 5ms),在高频电路中不适用。快速二极管的反向恢复时间较短(一般在 5 μ s 以下),常用于高频整流、高频开关、高频阻容吸收和逆变等电路中,以弥补普通二极管的不足。

快速二极管是个表征二极管开关速度的总概念。常见的快恢复二极管、超快恢复二极管和肖特基二极管均属于快速二极管。在商业领域,根据快速二极管的反向恢复时间的长短,还分化出了超快速二极管、特快速二极管、最快速二极管、高速二极管、超高速二极管、最高速二极管等这些定性的商业概念,实质上就是指其反向恢复时间特别短。

根据二极管的反向恢复的时间的不同可分为普通恢复、快恢复和超快恢复三种，其中，快恢复和超快恢复二极管属于快速二极管。快恢复二极管的内部结构与普通 PN 结二极管不同，工艺上多采用掺金措施，结构上大多数采用改进的 PIN 结构，即在 P 型硅材料与 N 型硅材料中间增加了基区 I，构成 PIN 硅片。因基区很薄，反向恢复电荷很少，所以快恢复二极管的反向恢复时间较短（一般在 $5\mu\text{s}$ 以下），正向压降较低。超快恢复二极管的反向恢复时间更短，一般在 100ns 以下。

2.2 晶体二极管的命名

1. 国产品体二极管的命名

国产品体二极管的型号命名主要由五部分组成，第一部分用数字表示器件电极数目、第二部分用拼音字母表示器件的材料和极性、第三部分用拼音字母表示器件的类型、第四部分用数字表示序号、第五部分用字母表示区别代号，各部分的符号及其意义如表 2-1 所示。

表 2-1 晶体二极管型号命名各部分的符号及意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
2	二极管	A	N 型、锗材料	P	普通管	X	低频小功率管	A	高频大功率管
		B	P 型、锗材料	V	微波管				
		C	N 型、硅材料	W	稳压管				
		D	P 型、硅材料	C	参量管				

2. 日本产品体二极管的命名

日本产品体二极管型号的命名由五到七部分组成，一般只用到前五个部分。第一部分用数字表示器件有效电极数目或类型，如 1 表示二极管；第二部分为日本电子工业协会 (EIAJ) 注册标志；第三部分用字母表示器件使用材料极性和类型；第四部分用数字表示在日本电子工业协会 (EIAJ) 登记的顺序号；第五部分用字母表示同一型号的改进型产品标志，如 A、B、C、D 表示这一器件是原型号产品的改进产品。

3. 美国产品体二极管的命名

美国产品体二极管的命名较混乱，一般由五个部分组成：第一部分用符号表示器件用途的类型；第二部分用数字表示晶体二极管的 PN 结数目；第三部分为美国电子工业协会 (EIA) 注册标志；第四部分为美国电子工业协会登记顺序号；第五部分用字母对同一类型的器件进行分档。

4. 欧洲国家产品体二极管的命名

欧洲国家大多采用国际电子联合会半导体器件的命名方法，这种命名方法由

四个基本部分组成：第一部分用字母表示器件使用的材料，如 A 表示器件使用锗材料、B 表示器件使用硅材料；第二部分用字母表示器件的类型及主要特征，如 A 表示检波开关混频二极管、B 表示变容二极管、X 表示倍增二极管、Y 表示整流二极管、Z 表示稳压二极管；第三部分用数字或字母加数字表示登记序号；第四部分用字母对同一类型的器件进行分档。

除以上四个基本部分外，有时还加后缀，以区别特性或进一步分类。常见后缀有以下几种：

第一种是稳压二极管型号的后缀，稳压二极管型号的后缀分三个部分，第一部分是一个字母，表示稳定电压值的容许误差范围，字母 A、B、C、D 分别表示容许误差为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 15\%$ ；第二部分是数字，表示标称稳定电压的整数数值；第三部分是字母 V，代表小数点，字母 V 之后的数字为标称稳压管稳定电压的小数值。

第二种是整流二极管的后缀，整流二极管型号的后缀是数字，表示器件的最大反向峰值耐压值。

2.3 晶体二极管主要参数

描述二极管特性的物理量称为二极管的参数，它是反映二极管电性能的质量指标，是合理选择和使用二极管的主要依据。在半导体器件手册或生产厂家的产品目录中，对各种型号的二极管均用表格列出其参数。本书将主要介绍以下二极管的性能参数：

1. 最大平均整流电流 I_F

最大平均整流电流又称额定整流电流，它是二极管在正常连续工作时，允许通过的最大正向平均电流。实际应用中，此参数与 PN 结的面积、材料及散热条件有关。因为电流通过二极管时会使管芯发热，温度上升，如果正向电流越过此值，就会使管芯过热而烧坏。所以使用二极管整流时，流过二极管的正向电流（即输出直流电流）不允许超过最大整流电流。

2. 最大平均整流电流 I_O

I_O 是指在半波整流电路中，流过负载电阻的平均整流电流的最大值。在设计整流电路时这是一个非常重要的电流值。

3. 最大浪涌电流 I_{FSM}

I_{FSM} 是二极管允许流过的过量的正向电流。它不是正常电流，而是瞬间电流，这个值比正常值要大很多。

4. 反向电流 I_R

反向电流是指二极管在规定的温度和最大反向电压的作用下，流过二极管的反向电流值。此参数反映了二极管单向导电性能的好坏，其数值越低，则表明二

极管质量越好。需注意的是,反向电流与温度有着密切的关系,大约温度每升高 10°C ,反向电流增大一倍。一般来说,硅二极管比锗二极管在高温下具有更好的稳定性。

5. 反向峰值电压 V_{RM}

在电子电路中,即使没有反向电流,只要不断地提高反向电压,二极管也会损坏。这种能加上的反向电压,不是瞬时电压,而是反复加上的正反向电压。最大反向峰值电压 V_{RM} 就是指为避免二极管在没有反向电流的情况下被击穿所能加的最大反向电压。目前二极管最高的 V_{RM} 值可达数千伏。对于交流电来说,最大反向峰值电压也就是二极管的最高工作电压。

6. 反向直流电压 V_{R}

与 V_{RM} 不同的是, V_{R} 是连续给二极管加反向直流电压时不被击穿的最大值。在电路设计中, V_{R} 对于确定二极管的允许值和上限值是非常重要的。反向直流电压约为击穿电压的一半,以确保二极管的安全运行。

7. 正向电压降 V_{F}

二极管通过额定正向电流时,在两极之间所产生的电压降称为正向电压降 V_{F} 。

8. 结电容 C_{j}

结电容又称为极间电容,它包括势垒电容和扩散电容,在高频场合下使用时必须考虑结电容的影响。二极管在不同的工作状态下,其结电容产生的影响也不同。

9. 反向恢复时间 t_{r}

当工作电压从正向电压变成反向电压时,从理论上讲,二极管的电流能瞬时截止,但实际上是做不到的。决定这个电流截止延时的时间数量,就是反向恢复时间 t_{r} , t_{r} 就是当二极管由导通突然反向时,反向电流很快衰减到接近 I_{R} 时所需要的时间。 t_{r} 直接影响二极管的开关速度,当大功率开关二极管工作在高频开关状态时,此项指标是否合理是电路设计中不可忽视的要求。

10. 最高工作频率 f_{M}

由于二极管 PN 结的结电容存在,当工作频率超过某一值时,它的单向导电性将变差。最高工作频率是指二极管在正常工作时,允许通过交流信号的最高频率。此参数的大小主要由二极管的电容效应来决定。实际应用时,通过二极管电流的频率不要超过 f_{M} , 否则二极管将不能正常工作。

11. 稳定电压 V_{Z} 、稳定电流 I_{Z}

稳定电压和稳定电流是稳压二极管的主要参数。稳定电压 V_{Z} 是二极管在正常工作时管子两端的电压值,它随工作电流和温度的不同略有改变。通常同一型号的稳压二极管,其稳定电压值也有一定的分散性。