**电工与电子技术教案**

选用教材：中等职业教育电工电子类专业国家规划教材配套教学用书

高等教育出版社  《电工与电子技术》第2版  主编 程周

|  |  |
| --- | --- |
| 授课章节 | **电子技术模块   第5章 常用半导体元件**5.1  晶体二极管 |
| 授课形式 | 讲授+展示+示范+辅导 | 课时 | 3课时 |
| 教学目的 | 知识目标 | 1.认识二极管等基本元器件；2.理解二极管的单向导电性及伏安特性和主要参数，能在实际中合理选用；3.掌握晶体二极管的简易测试方法及其电路的简单计算；4.了解一些特殊二极管的特征及功用。 |
| 技能目标 | 1.能识别二极管的管脚；2.掌握二极管的简易测试方法 |
| 情感目标 | 1.具有创新意识和创新、创业精神。2.具有发现、分析和解决问题的能力。3.具有良好心理素质和克服困难的能力。 |
| 教学重点 | PN结的单向导电性，会识别常见二极管及会用万用表测量。 |
| 教学难点 | 二极管的电流电压等工作特性。 |
| 教学方式 |   1.在本课的教学中，采用理论容入示范，讲解具体的操作步骤，理论、实践、辅导相结合的教学方法，强化训练动手能力。 2.教学中采用调动学生的学习积极性和主动性，培养学生认真、细致，一丝不苟的习惯，独立思考、自主学习的能力；鼓励学生思考问题、发现问题和解决问题的能力, 培养学生对万用表设备使用和制造工艺设计能力。 |
| 教/学具 | 一些常用的二极管实物，万用表检测装置 |
| 教材分析 | 本节是模拟电路的基础，通过二极管的讲解达到熟悉相关电子元件的识别和检测的基础知识，同时了解二极管的相关特性和参数。教学过程中应围绕基础知识，充分拓展学生的思维，学会运用、创新。 |
| 学情分析 |  |
|  | 新课导入：**一、展示一些二极管，了解二极管的分类**半导体二极管又称晶体二极管。按半导体材料划分：有硅二极管、锗二极管等；按PN 结结构划分：有点接触型二极管、面接触型二极管、平面型二极管；　　按用途划分：有整流二极管、检波二极管、稳压二极管、开关二极管、发光二极管、变容二极管等。http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093318377.jpg**二、二极管**1.半导体：根据物体的导电能力的不同，电工材料可分为三类：导体、半导体和绝缘体。半导体可以定义为导电性能介于导体和绝缘体之间的电工材料，半导体的电阻率为10-3～10-9 W•cm。典型的半导体有硅Si和锗Ge以及砷化镓GaAs等。半导体的导电能力在不同的条件下有很大的差别：当受外界热和光的作用时，它的导电能力明显变化；往纯净的半导体中掺入某些特定的杂质元素时，会使它的导电能力具有可控性；这些特殊的性质决定了半导体可以制成各种器件。2.二极管的结构和类型：将一个PN结封管，并在P型和N型半导体一侧各引出一根电极，就构成一个二极管。实物：见上图符号：http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093318489.gif结构：http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093319785.jpg**国产二极管的型号命名方法：**国家标准国产二极管的型号命名分为五个部分，各部分的含义见下表。     第一部分用数字“2”表示主称为二极管。     第二部分用字母表示二极管的材料与极性。     第三部分用字母表示二极管的类别。 第四部分用数字表示序号。    第五部分用字母表示二极管的规格号。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 第一部分：主称 | 第二部分：材料与极性 | 第三部分：类别 | 第四部分：序号 | 第五部分：规格号 |
| 数字 | 含义 | 字母 | 含义 | 字母 | 含义 | 用数字表示同一类别产品序号 | 用字母表示产品规格、档次 |
| 2 | 二极管 | A | N型锗材料 | P | 小信号管（普通管） |
| W | 电压调整管和电压基准管（稳压管） |
| L | 整流堆 |
| B | P型锗材料 | N | 阻尼管 |
| Z | 整流管 |
| U | 光电管 |
| C | N型硅材料 | K | 开关管 |
| B或C | 变容管 |
| V | 混频检波管 |
| D | P型硅材料 | JD | 激光管 |
| S | 遂道管 |
| CM | 磁敏管 |
| E | 化合物材料 | H | 恒流管 |
| Y | 体效应管 |
| EF | 发光二极管 |

例如：

|  |  |
| --- | --- |
| 2AP9(N型锗材料普通二极管 | 2CW56(N型硅材料稳压二极管) |
| 2——二极管 | 2——二极管 |
| A——N型锗材料 | C——N型硅材料 |
| P——普通型 | W——稳压管 |
| 9——序号 | 56——序号 |

**3.二极管的单向导电性**实验：结论：二极管加正向电压（正向偏置，阳极接正、阴极接负 ）时， 二极管处于正向导通状态，二极管正向电阻较小，正向电流较大。硅0.6~0.7V锗0.2~0.3V二极管加反向电压（反向偏置，阳极接负、阴极接正 ）时， 二极管处于反向截止状态，二极管反向电阻较大，反向电流很小。外加电压大于反向击穿电压二极管被击穿，失去单向导电性。归纳：二极管电路分析举例若二极管是理想的，正向导通时正向管压降为零，反向截止时二极管相当于断开。分析方法：将二极管断开，分析二极管两端电位的高低或所加电压UD的正负。若 V阳 >V阴或 UD为正，二极管导通（正向偏置）若 V阳 <v< span="" style="line-height: normal; word-break: break-all; margin: 0px; list-style-type: none;">阴或 UD为负，二极管截止（反向偏置）</v<>**4.二极管的电流和电压关系**：通过EWB仿真实验得出：二极管的伏安特性曲线是非线性的，正反向导电性能有很大差别，而且在不同的电压下，二极管的等效电阻是不同的，即二极管是非线性元件。死区电压：通常硅管约为0.5V，锗管约为0.2V。http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093319951.jpg**5.二极管的主要参数**1）最大整流电流IＦ：二极管长期工作允许通过的最大正向电流。在规定的散热条件下，二极管正向平均电流若超过此值，则会因结温过高而烧坏。2）最高反向工作电压UBR：二极管工作时允许外加的最大反向电压。若超过此值，则二极管可能因反向击穿而损坏。一般取UBR值的一半。3）电流IR：二极管未击穿时的反向电流。对温度敏感。IR越小，则二极管的单向导电性越好。4）最高工作频率fM：二极管正常工作的上限频率。若超过此值，会因结电容的作用而影响其单向导电性。**6.二极管的用途：**    整流、检波、限幅、箝位、开关、元件保护、温度补偿等。三、【典型例题】【例1－1】 试判断如图1-1所示，二极管是导通还是截止？为什么？（VD为理想二极管）http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093319833.gif解题指导： 主要判断二极管正向偏置，还是反向偏置，一般分为四步：一去二极管（加地）；二算两端电位；三判工作状态（若多个二极管正负极电压大于导通电压，则正负极电位相差较大的二极管优先导通），四算输出电压。VA=15V×http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093319777.gif=1V; VB=10V×http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093319946.gif=10×http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093319910.gif=1V，所以二极管处于反向偏置状态。【例1－2】设二极管为理想二极管器件，画出图示（a）所示电路的U0、UR。

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **例****例图1-1** |

 |

     http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093320568.gif http://www.fxjqzg.net/uploadfiles/20120630093320736.gif                  例1－2 图  (a)                                    (b)解题指导：1.由于Ui的大小和方向都在变化，所以V1.V2的工作状态会随之变化；2.画UR波形时，当两只二极管截止时，无电流流过，U0=UI，UR=0；当有一只导通时，R上有电流通过，UR=UI-U0；3.如例图1－2b 所示。**四、动手检测****1.万用表的用法（测量电子元件）****万用表的使用的注意事项** 　　(1)在使用万用表之前，应先进行“机械调零”，即在没有被测电量时 ，使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。 　　(2)在使用万用表过程中，不能用手去接触表笔的金属部分 ，这样一方面可以保证测量的准确，另一方面也可以保证人身安全。 　　(3)在测量某一电量时，不能在测量的同时换档，尤其是在测量高电压或大电流时 ，更应注意。否则，会使万用表毁坏。如需换挡，应先断开表笔，换挡后再去测量。 　　(4)万用表在使用时，必须水平放置，以免造成误差。同时， 还要注意到避免外界磁场对万用表的影响。 　　（5）万用表使用完毕，应将转换开关置于交流电压的最大挡。如果长期不使用 ，还应将万用表内部的电池取出来，以免电池腐蚀表内其它器件。 **欧姆挡的使用** 　　一、选择合适的倍率。在欧姆表测量电阻时，应选适当的倍率，使指针指示在中值附近。最好不使用刻度左边三分之一的部分，这部分刻度密集很差。 　　二、使用前要调零。 　　三、不能带电测量。 　四、被测电阻不能有并联支路。 　　五、测量晶体管、电解电容等有极性元件的等效电阻时，必须注意两支笔的极性。 　　六、用万用表不同倍率的欧姆挡测量非线性元件的等效电阻时，测出电阻值是不相同的。这是由于各挡位的中值电阻和满度电流各不相同所造成的，机械表中，一般倍率越小，测出的阻值越小。**2.检测二极管好环的简易方法****(一)普通二极管的检测**（包括检波二极管、整流二极管、阻尼二极管、开关二极管、续流二极管）是由一个PN结构成的半导体器件，具有单向导电特性。通过用万用表检测其正、反向电阻值，可以判别出二极管的电极，还可估测出二极管是否损坏。1．极性的判别 将万用表置于R×100档或R×1k档，两表笔分别接二极管的两个电极，测出一个结果后，对调两表笔，再测出一个结果。两次测量的结果中，有一次测量出的阻值较大（为反向电阻），一次测量出的阻值较小（为正向电阻）。在阻值较小的一次测量中，黑表笔接的是二极管的正极，红表笔接的是二极管的负极。2．单负导电性能的检测及好坏的判断 通常，锗材料二极管的正向电阻值为1kΩ左右，反向电阻值为300左右。硅材料二极管的电阻值为5 kΩ左右，反向电阻值为∞（无穷大）。正向电阻越小越好，反向电阻越大越好。正、反向电阻值相差越悬殊，说明二极管的单向导电特性越好。若测得二极管的正、反向电阻值均接近0或阻值较小，则说明该二极管内部已击穿短路或漏电损坏。若测得二极管的正、反向电阻值均为无穷大，则说明该二极管已开路损坏。3．反向击穿电压的检测 二极管反向击穿电压（耐压值）可以用晶体管直流参数测试表测量。其方法是：测量二极管时，应将测试表的“NPN/PNP”选择键设置为NPN状态，再将被测二极管的正极接测试表的“C”插孔内，负极插入测试表的“e”插孔，然后按下“V”键，测试表即可指示出二极管的反向击穿电压值。也可用兆欧表和万用表来测量二极管的反向击穿电压、测量时被测二极管的负极与兆欧表的正极相接，将二极管的正极与兆欧表的负极相连，同时用万用表（置于合适的直流电压档）监测二极管两端的电压。如图4-71所示，摇动兆欧表手柄（应由慢逐渐加快），待二极管两端电压稳定而不再上升时，此电压值即是二极管的反向击穿电压。**（三）双向触发二极管的检测**1．正、反向电阻值的测量 用万用表R×1k或R×10k档，测量双向触发二极管正、反向电阻值。正常时其正、反向电阻值均应为无穷大。若测得正、反向电阻值均很小或为0，则说明该二极管已击穿损坏。2．测量转折电压 测量双向触发二极管的转折电压有三种方法。第一种方法是：将兆欧表的正极（E）和负极（L）分别接双向触发二极管的两端，用兆欧表提供击穿电压，同时用万用表的直流电压档测量出电压值，将双向触发二极管的两极对调后再测量一次。比较一下两次测量的电压值的偏差（一般为3~6V）。此偏差值越小，说明此二极管的性能越好。第二种方法是：先用万用表测出市电电压U，然后将被测双向触发二极管串入万用表的交流电压测量回路后，接入市电电压，读出电压值U1，再将双向触发二极管的两极对调连接后并读出电压值U2。若U1与U2的电压值相同，但与U的电压值不同，则说明该双向触发二极管的导通性能对称性良好。若U1与U2的电压值相差较大时，则说明该双向触发二极管的导通性不对称。若U1.U2电压值均与市电U相同时，则说明该双向触发二极管内部已短路损坏。若U1.U2的电压值均为0V，则说明该双向触发二极管内部已开路损坏。第三种方法是：用0~50V连续可调直流电源，将电源的正极串接1只20kΩ电阻器后与双向触发二极管的一端相接，将电源的负极串接万用表电流档（将其置于1mA档）后与双向触发二极管的另一端相接。逐渐增加电源电压，当电流表指针有较明显摆动时（几十微安以上），则说明此双向触发二极管已导通，此时电源的电压值即是双向触发二极管的转折电压。（四）发光二极管的检测1．正、负极的判别 将发光二极管放在一个光源下，观察两个金属片的大小，通常金属片大的一端为负极，金属片小的一端为正极。2．性能好坏的判断用万用表R×10k档，测量发光二极管的正、反向电阻值。正常时，正向电阻值（黑表笔接正极时）约为10~20kΩ，反向电阻值为250kΩ~∞（无穷大）。较高灵敏度的发光二极管，在测量正向电阻值时，管内会发微光。若用万用表R×1k档测量发光二极管的正、反向电阻值，则会发现其正、反向电阻值均接近∞（无穷大），这是因为发光二极管的正向压降大于1.6V（高于万用表R×1k档内电池的电压值1.5V）的缘故。用万用表的R×10k档对一只220μF/25V电解电容器充电（黑表笔接电容器正极，红表笔接电容器负极），再将充电后的电容器正极接发光二极管正极、电容器负极接发光二极管负极，若发光二极管有很亮的闪光，则说明该发光二极管完好。也可用3V直流电源，在电源的正极串接1只33Ω电阻后接发光二极管的正极，将电源的负极接发光二极管的负极（见图4-74），正常的发光二极管应发光。或将1节1.5V电池串接在万用表的黑表笔（将万用表置于R×10或R×100档，黑表笔接电池负极，等于与表内的1.5V电池串联），将电池的正极接发光二极管的正极，红表笔接发光二极管的负极，正常的发光二极管应发光。**（五）红外发光二极管的检测**1．正、负极性的判别 红外发光二极管多采用透明树脂封装，管心下部有一个浅盘，管内电极宽大的为负极，而电极窄小的为正极。也可从管身形状和引脚的长短来判断。通常，靠近管身侧向小平面的电极为负极，另一端引脚为正极。长引脚为正极，短引脚为负极。2．性能好坏的测量 用万用表R×10k档测量红外发光管有正、反向电阻。正常时，正向电阻值约为15~40kΩ（此值越小越好）；反向电阻大于500kΩ（用R×10k档测量，反向电阻大于200 kΩ）。若测得正、反向电阻值均接近零，则说明该红外发光二极管内部已击穿损坏。若测得正、反向电阻值均为无穷大，则说明该二极管已开路损坏。若测得的反向电阻值远远小于500kΩ，则说明该二极管已漏电损坏。**（六）红外光敏二极管的检测**将万用表置于R×1k档，测量红外光敏二极管的正、反向电阻值。正常时，正向电阻值（黑表笔所接引脚为正极）为3~10 kΩ左右，反向电阻值为500kΩ以上。若测得其正、反向电阻值均为0或均为无穷大，则说明该光敏二极管已击穿或开路损坏。在测量红外光敏二极管反向电阻值的同时，用电视机遥控器对着被测红外光敏二极管的接收窗口。正常的红外光敏二极管，在按动遥控器上按键时，其反向电阻值会由500 kΩ以上减小至50~100 kΩ之间。阻值下降越多，说明红外光敏二极管的灵敏度越高。**（七）其他光敏二极管的检测**1．电阻测量法 用黑纸或黑布遮住光敏二极管的光信号接收窗口，然后用万用表R×1k档测量光敏二极管的正、反向电阻值。正常时，正向电阻值在10~20kΩ之间，反向电阻值为∞（无穷大）。若测得正、反向电阻值均很小或均为无穷大，则是该光敏二极管漏电或开路损坏。再去掉黑纸或黑布，使光敏二极管的光信号接收窗口对准光源，然后观察其正、反向电阻值的变化。正常时，正、反向电阻值均应变小，阻值变化越大，说明该光敏二极管的灵敏度越高。2．电压测量法 将万用表置于1V直流电压档，黑表笔接光敏二极管的负极，红表笔接光敏二极管的正极、将光敏二极管的光信号接收窗口对准光源。正常时应有0.2~0.4V电压（其电压与光照强度成正比）。3．电流测量法 将万用表置于50μA或500μA电流档，红表笔接正极，黑表笔接负极，正常的光敏二极管在白炽灯光下，随着光照强度的增加，其电流从几微安增大至几百微安。**（八）激光二极管的检测**1．阻值测量法 拆下激光二极管，用万用表R×1k或R×10k档测量其正、反向电阻值。正常时，正向电阻值为20~40kΩ之间，反向电阻值为∞（无穷大）。若测得正向电阻值已超过50kΩ，则说明激光二极管的性能已下降。若测得的正向电阻值大于90kΩ，则说明该二极管已严重老化，不能再使用了。2．电流测量法 用万用表测量激光二极管驱动电路中负载电阻两端的电压降，再根据欧姆定律估算出流过该管的电流值，当电流超过100mA时，若调节激光功率电位器（见图4-76），而电流无明显的变化，则可判断激光二极管严重老化。若电流剧增而失控，则说明激光二极管的光学谐振腔已损坏。**（九）变容二极管的检测**1．正、负极的判别 有的变容二极管的一端涂有黑色标记，这一端即是负极，而另一端为正极。还有的变容二极管的管壳两端分别涂有黄色环和红色环，红色环的一端为正极，黄色环的一端为负极。也可以用数字万用表的二极管档，通过测量变容二极管的正、反向电压降来判断出其正、负极性。正常的变容二极管，在测量其正向电压降时，表的读数为0.58~0.65V；测量其反向电压降时，表的读数显示为溢出符号“1”。在测量正向电压降时，红表笔接的是变容二极管的正极，黑表笔接的是变容二极管的负极。2．性能好坏的判断 用指针式万用表的R×10k档测量变容二极管的正、反向电阻值。正常的变容二极管，其正、反向电阻值均为∞（无穷大）。若被测变容二极管的正、反向电阻值均有一定阻值或均为0，则是该二极管漏电或击穿损坏。**（十）双基极二极管的检测**1．电极的判别 将万用表置于R×1k档，用两表笔测量双基极二极管三个电极中任意两个电极间的正反向电阻值，会测出有两个电极之间的正、反向电阻值均为2~10kΩ，这两个电极即是基极B1和基极B2，另一个电极即是发射极E。再将黑表笔接发射极E，用红表笔依次去接触另外两个电极，一般会测出两个不同的电阻值。有阻值较小的一次测量中，红表笔接的是基极B2，另一个电极即是基极B1。2．性能好坏的判断 双基极二极管性能的好坏可以通过测量其各极间的电阻值是否正常来判断。用万用表R×1k档，将黑表笔接发射极E，红表笔依次接两个基极（B1和B2），正常时均应有几千欧至十几千欧的电阻值。再将红表笔接发射极E，黑表笔依次接两个基极，正常时阻值为无穷大。双基极二极管两个基极（B1和B2）之间的正、反向电阻值均为2~10kΩ范围内，若测得某两极之间的电阻值与上述正常值相差较大时，则说明该二极管已损坏。**（十二）高压硅堆的检测**高压硅堆内部是由多只高压整流二极管（硅粒）串联组成，检测时，可用万用表的R×10k档测量其正、反向电阻值。正常的高压硅堆，其正向电阻值大于200kΩ，反向电阻值为无穷大。若测得其正、反向均有一定电阻值，则说明该高压硅堆已软击穿损坏。**（十三）变阻二极管的检测**用万用表R×10k档测量变阻二极管的正、反向电阻值，正常的高频变阻二极管的正向电阻值（黑表笔接正极时）为4.5~6kΩ，反向电阻值为无穷大。若测得其正、反向电阻值均很小或均为无穷大，则说明被测变阻二极管已损坏。正常，否则认为二极管的单向导电性已损坏。 |
| 小结 |  |
| 作业布置 | 1.说出二极管的特性2.会使用相关量表进行检测。要求：熟练掌握。 |
| 课后反思 |  |