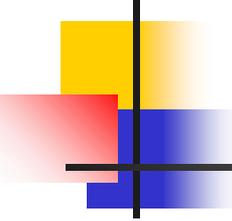


第 9 章 常用晶体管

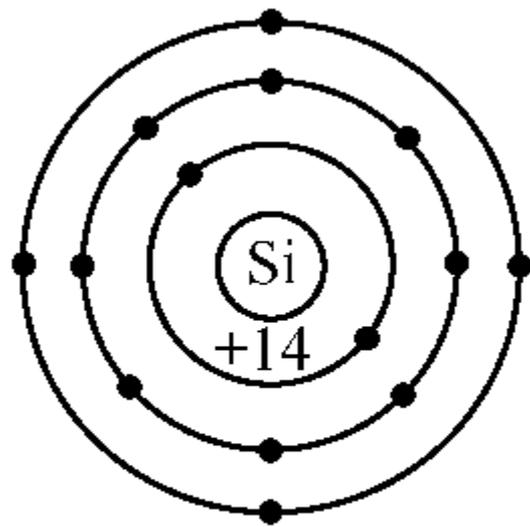
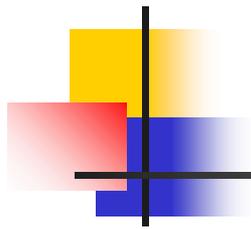


9.1 半导体的基本知识

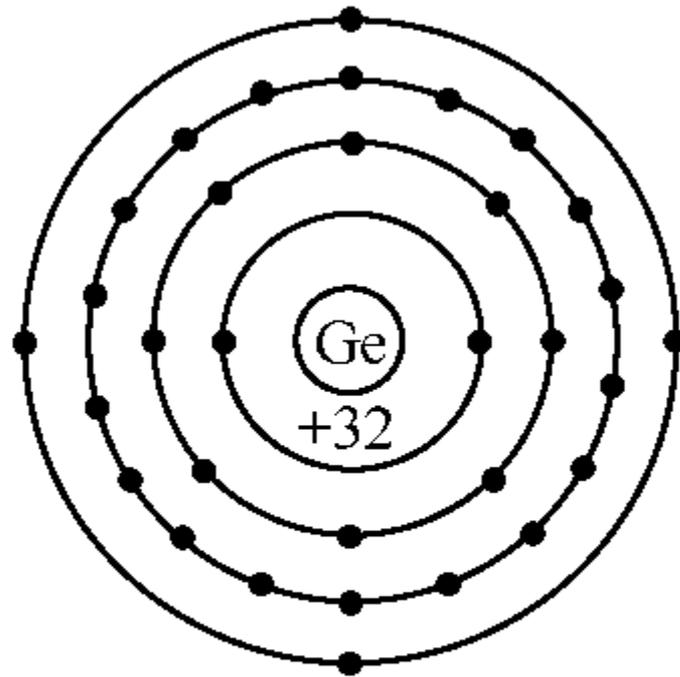
- **9.1.1 本征半导体**

- **1. 本征半导体的原子结构**

半导体锗和硅都是 **4** 价元素，其原子结构示意图如图 **9-1** 所示。它们的最外层都有 **4** 个价电子，带 **4** 个单位负电荷。通常把原子核和内层电子称为



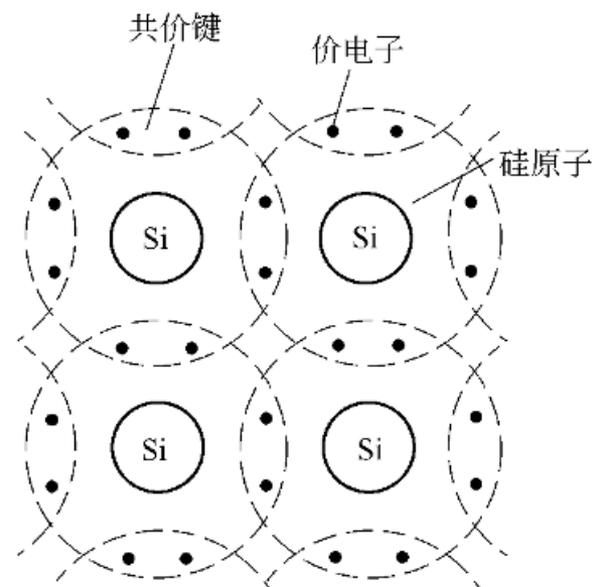
(a) 硅Si



(b) 锗Ge

■ 2. 本征激发

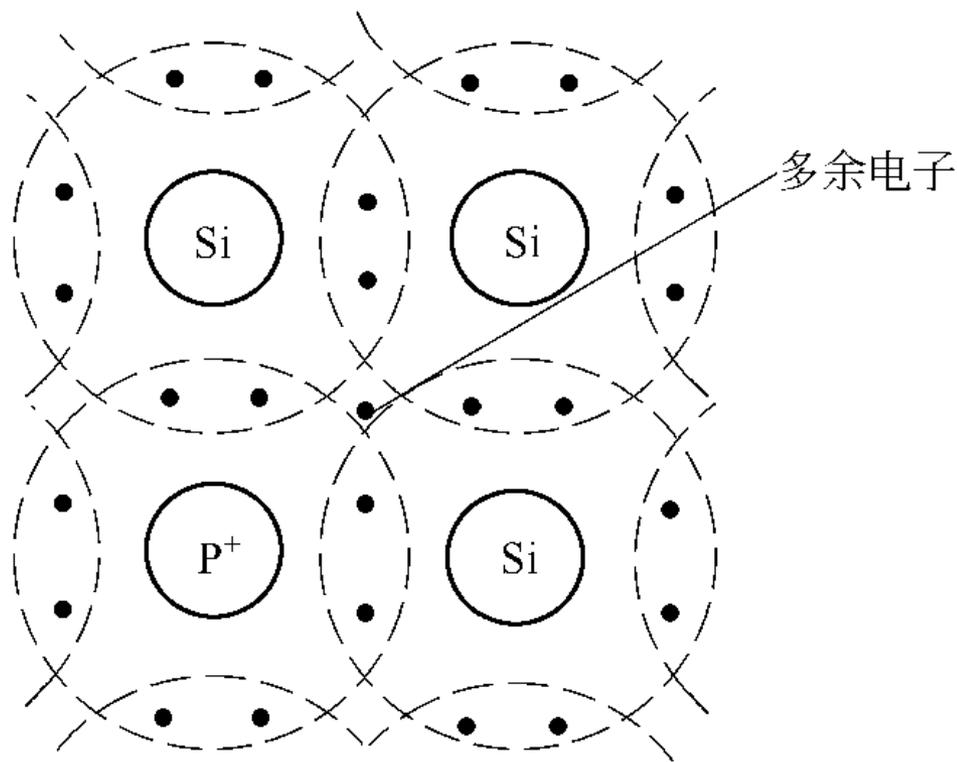
在本征半导体内部，自由电子与空穴总是成对出现的，因此将它们称为电子—空穴对。当自由电子在运动过程中遇到空穴时，可能会填充进去从而恢复一个共价键，与此同时消失一个电子—空穴对，这一相反过程称为复合。



9.1.2

N型半导体和P型半导体

1. N型半导体



常用晶体图 9-3 N型半导体

2. P型半导体

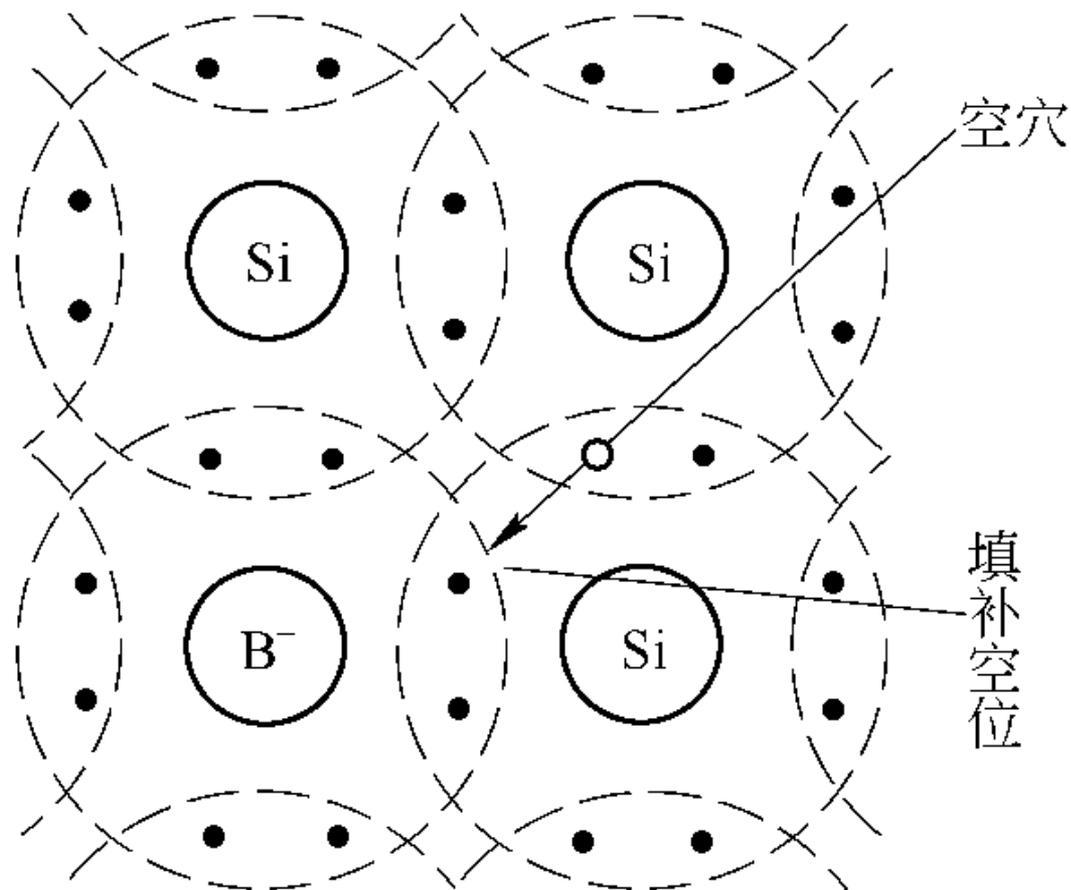
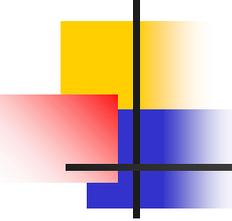


图9 晶体管 4 P型半导体



9 . 1 . 3 PN 结

■ 1 . PN 结的形成

在一块完整的硅片上，用不同的掺杂工艺使其一边形成 **N** 型半导体，另一边形成 **P** 型半导体，那么在两种半导体交界面附近就形成了 **PN** 结，如图 **9 一 5** 所示。

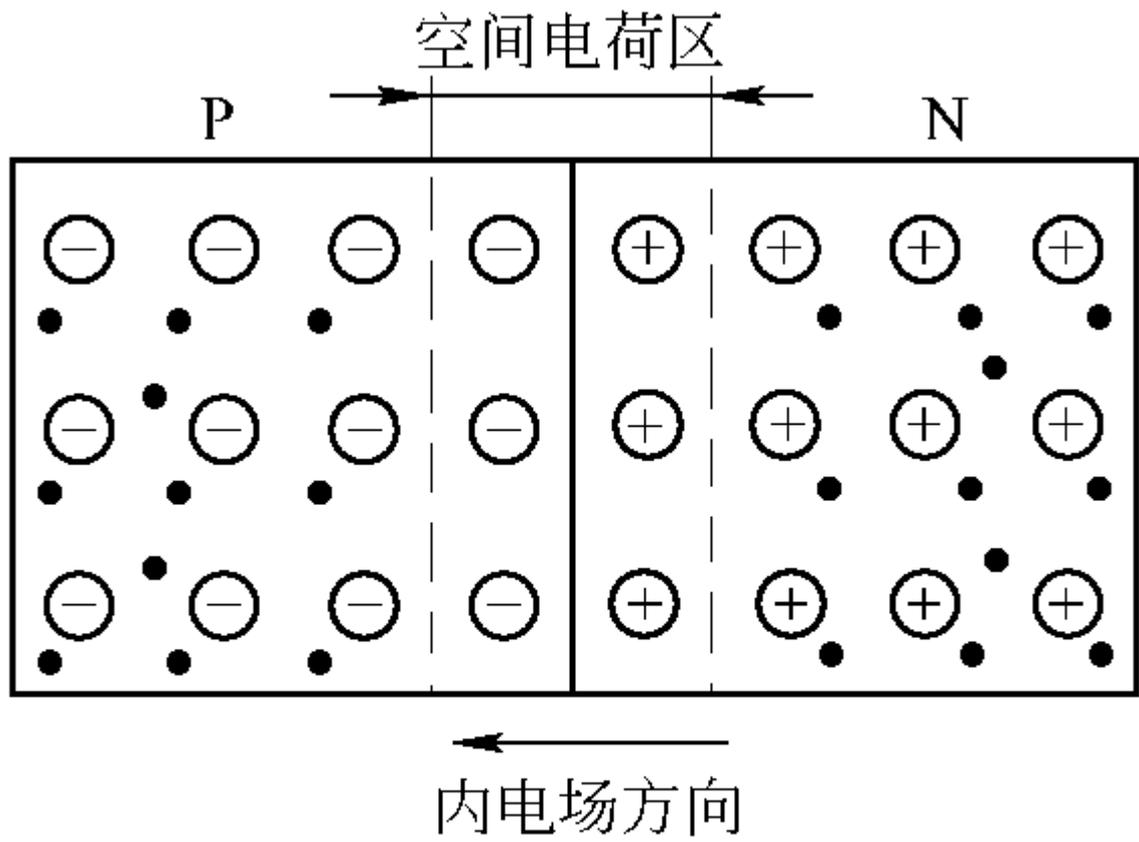
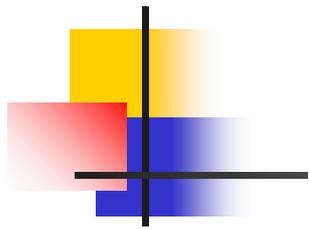
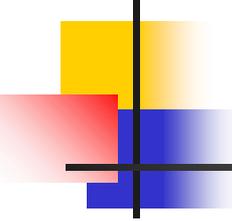
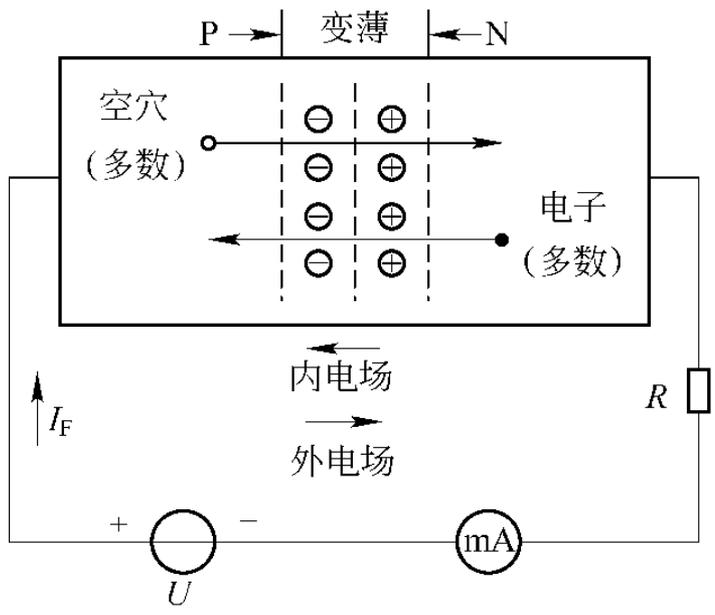
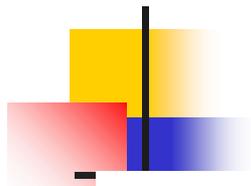


图 9-5 PN 结的形成

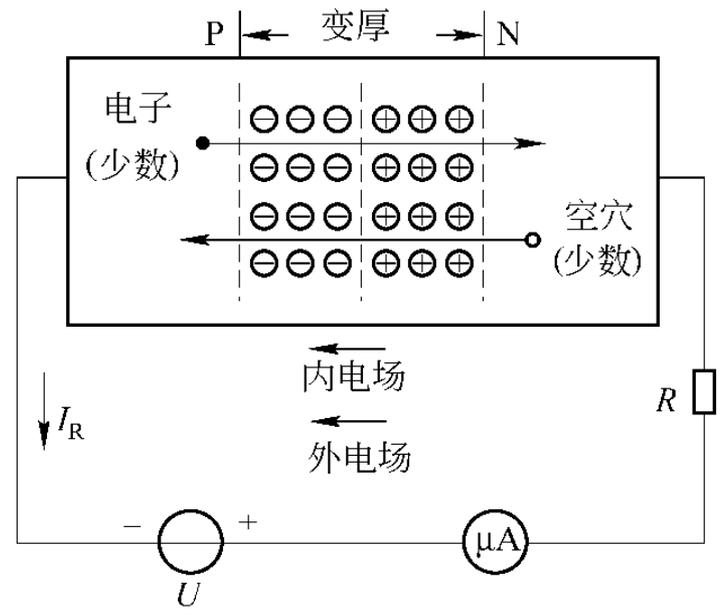


2. PN 结的单向导电性

PN 结在未加外加电压时，扩散运动与漂移运动处于动态平衡，通过 PN 结的电流为零。当电源正极接 P 区，负极接 N 区时，称为给 PN 结加正向电压或正向偏置，如图 9 一 6 所示。



(a) PN 结正向偏置



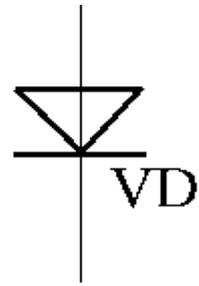
(b) PN 结反向偏置

图 9-6 PN 结的单向导电性

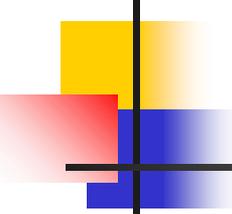
9.2 晶体二极管

■ 9.2.1 基本结构

晶体二极管也称半导体二极管，它是在 **PN** 结两侧接上电极引线，再用管壳封装而成的。按其结构，通常有点接触型和面结合型两类。常用符号如图 9-7 所示。

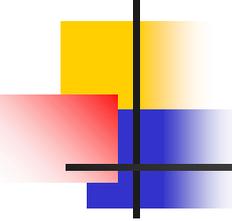


常用晶体管 图 9-7 二极管符号



1. 类型

- (1) 按材料分有硅二极管、锗二极管和砷化镓二极管等。
- (2) 按结构分：根据 PN 结面积大小，有点接触型、面结合型二极管
- (3) 按用途分：有整流、稳压、开关、发光、光电、变容、阻尼二极管等。
- (4) 按封装形式分：有塑封及金属封等二极管。
- (5) 按功率分：有大功率、中功率及小功率二极管等。



2. 半导体二极管的命名方式

半导体器件的型号由 4 个部分组成，如图 9-1n 所示。如 **2AP9**，“2”表示电极数为 2，“A”表示 N 型锗材料，“P”表示普通管，“9”表示序号。

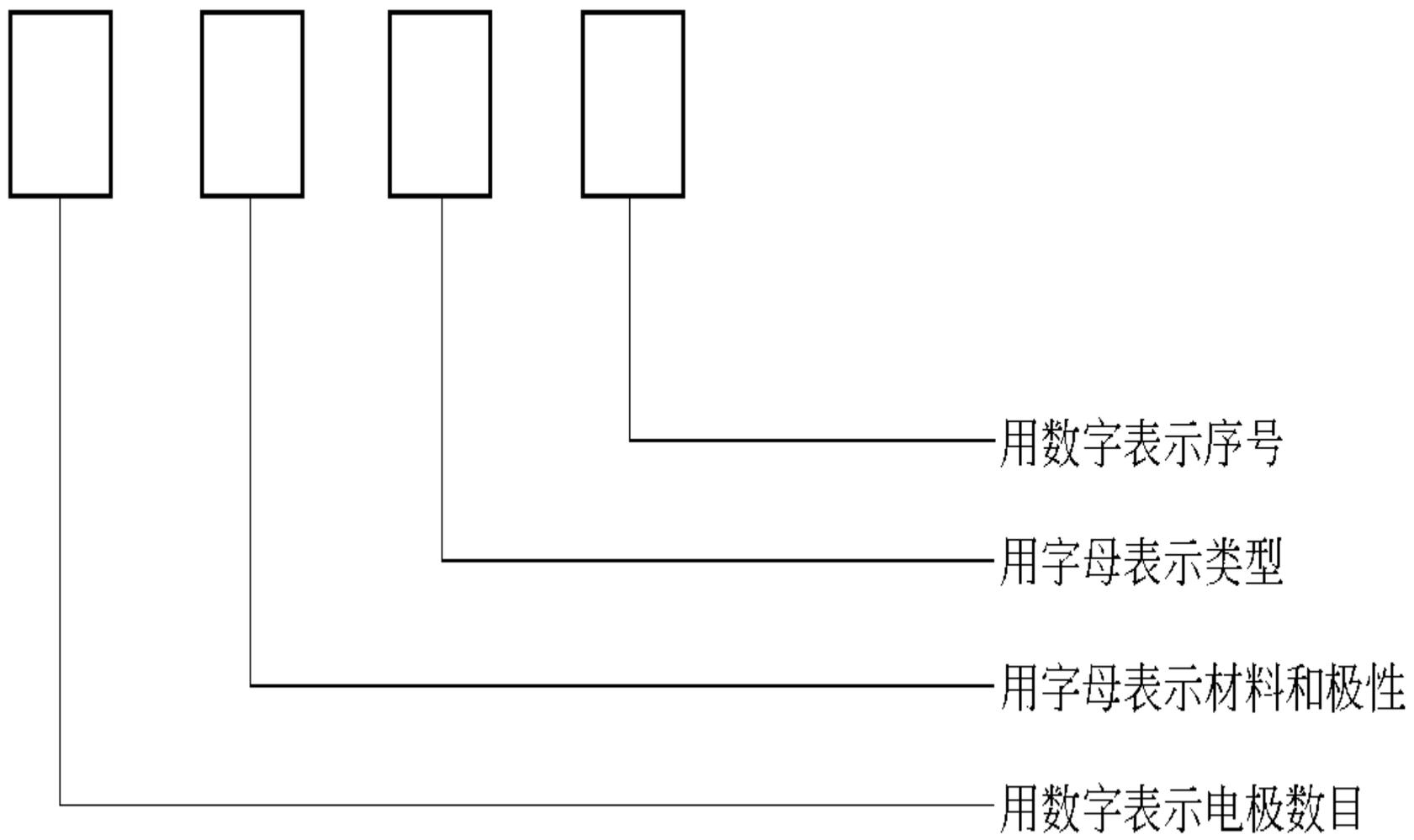
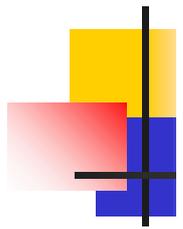
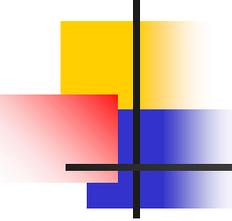


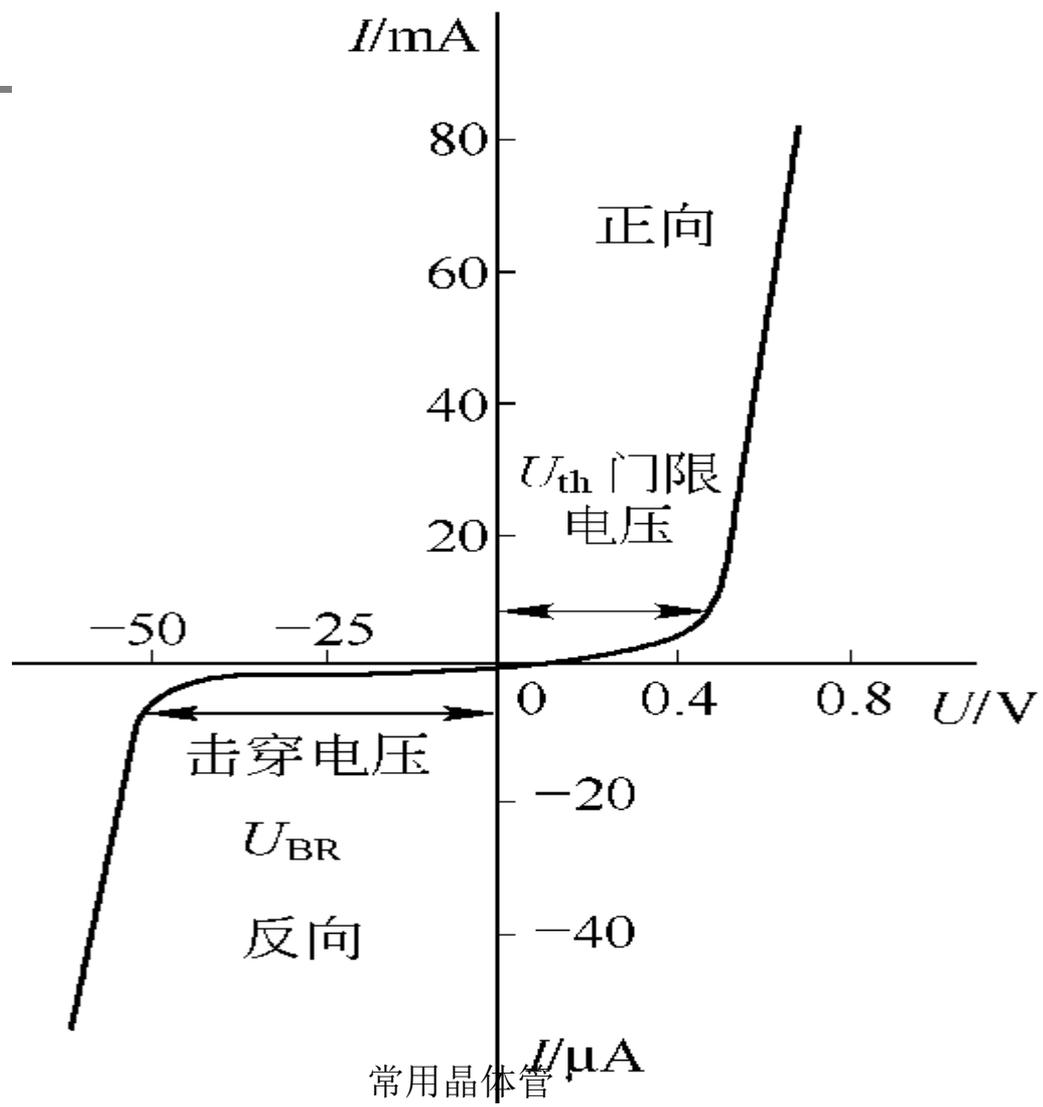
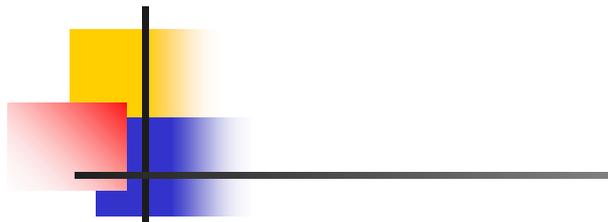
图 9 - 11 半导体器件的型号组成



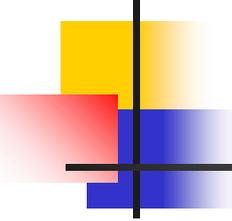
9.2.2 伏安特性

■ 1. 正向特性

由图 9-12 可以看出，当所加的正向电压为零时，电流为零；当正向电压较小时，由于外电场远不足以克服 PN 结内电场对多数载流子扩散运动所造成的阻力，故正向电流很小（几乎为零），二极管呈现出较大的电阻。这段曲线称为死区。

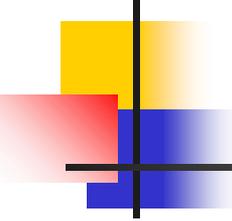


常用晶体管



2. 反向特性

当二极管两端外加反向电压时，**PN**结内电场进一步图 9-12 二极管的伏安特性曲线增强，使扩散更难进行。



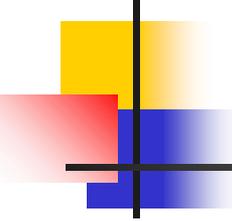
3 . 反向击穿特性

击穿特性的特点是：虽然反向电流剧增，但二极管的端电压变化很小，这一特点成为制作稳压二极管的依据。

4 .

激发对二极管伏安特性的影响

二极管是温度的敏感器件，温度的变化对其伏安特性的影响主要表现为：随着温度的升高，其正向特性曲线左移，即正向压降减小；反向特性曲线下移，即反向电流增大。一般在室温附近，温度每升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，其正向压降减小 $2 - 2.5\text{ mV}$ ；温度每升高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，反向电流增大 1 倍左右。



9.2.3 主要参数

- (1) 最大整流电流
- (2) 反向击穿电压 U_{BR} 和最大反向工作电压 U_{RM}
- (3) 反向峰值电流
- (4) 正向压降
- (5) 动态电阻

9.2.4 二极管的简易测试

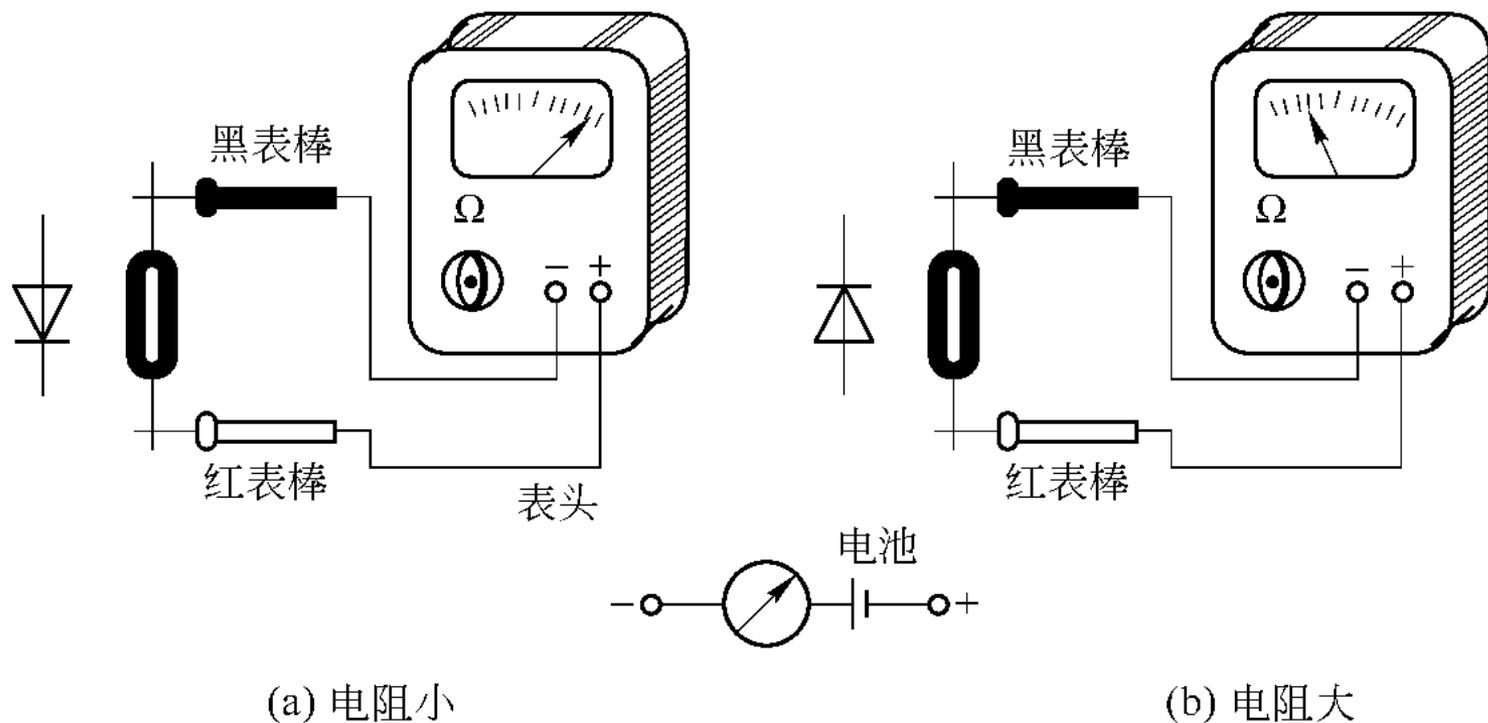


图 9-13 万用表简易测试二极管示意图
常用晶体管

9.2.5 二极管应用举例

【例 9-1】 电路及输入电压 u_i 的波形如图 9-14 (a) 所示。画出输出电压 U_o 的波形。

【解】 当 $U_i > +5\text{ V}$ 时, $U_o = +5\text{ V}$ (VD 正偏短路); 当 $U_i \leq +5\text{ V}$ 时, $U_o = U_i$ (VD 反偏开路)。故可画出输出 U_o 的波形, 如图 9-14 (b) 所示。

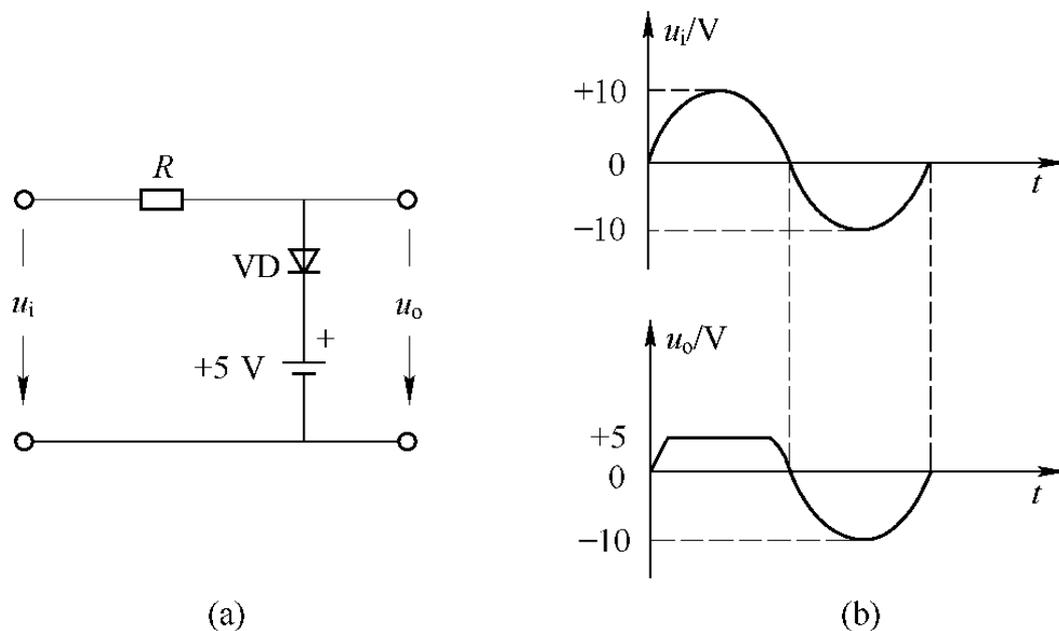


图 9-14 常用晶体管
例 9-1 图

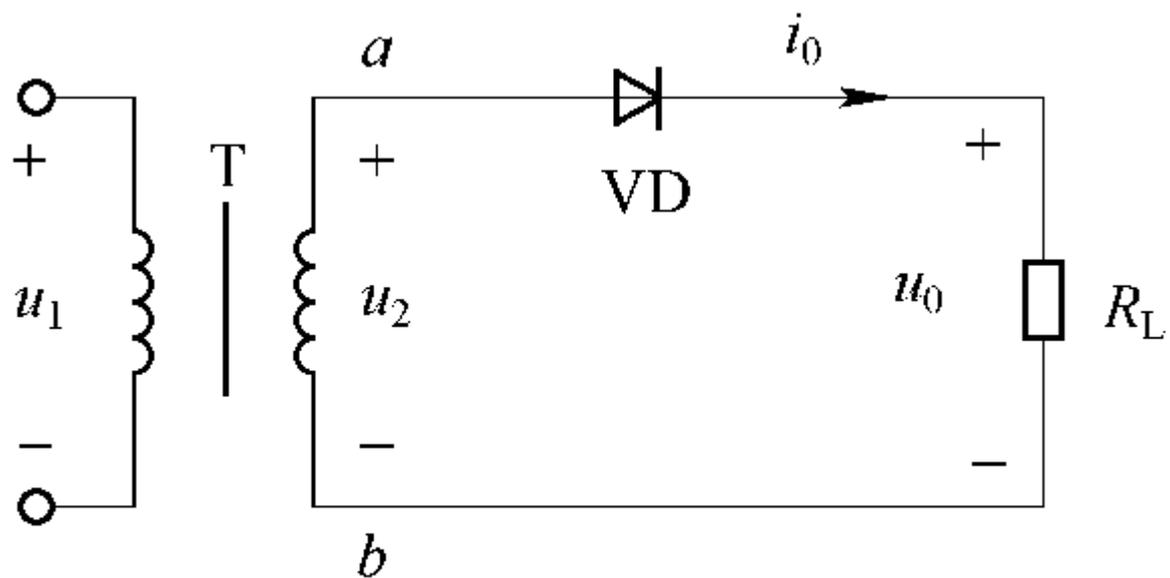


图 12-2 单相半波整流电路

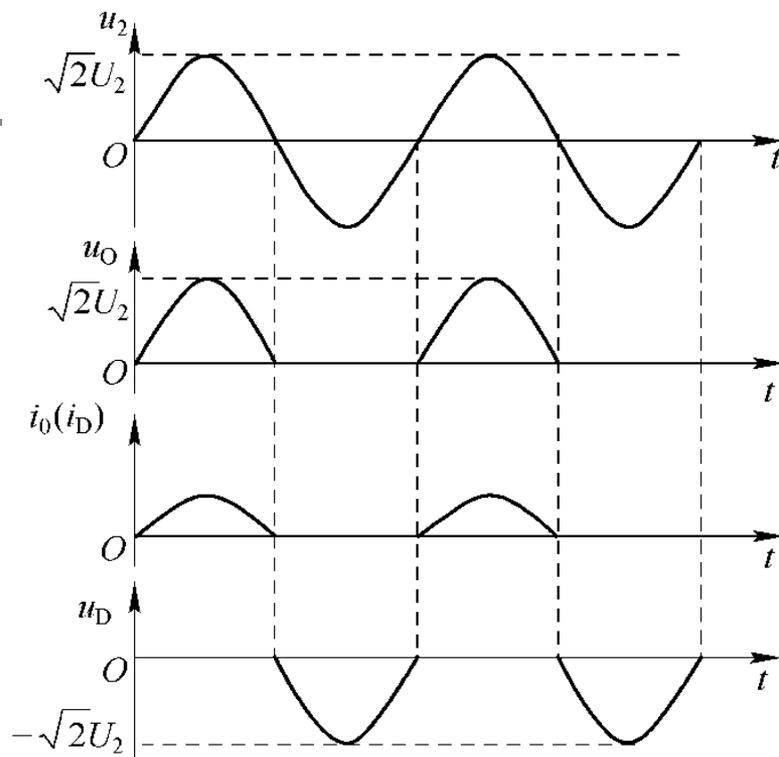
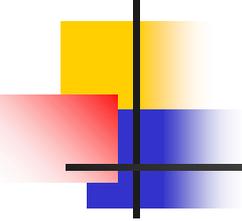


图 12-3 单相半波整流波形图



2. 负载上直流电压和电流

在半波整流的情况下，负载两端的直流电压平均值的估算公式为

$$U_0 = 0.45U_2$$

流过负载的电流平均值为

$$I_0 = \frac{U_0}{R_L} = 0.45 \frac{U_2}{R_L}$$

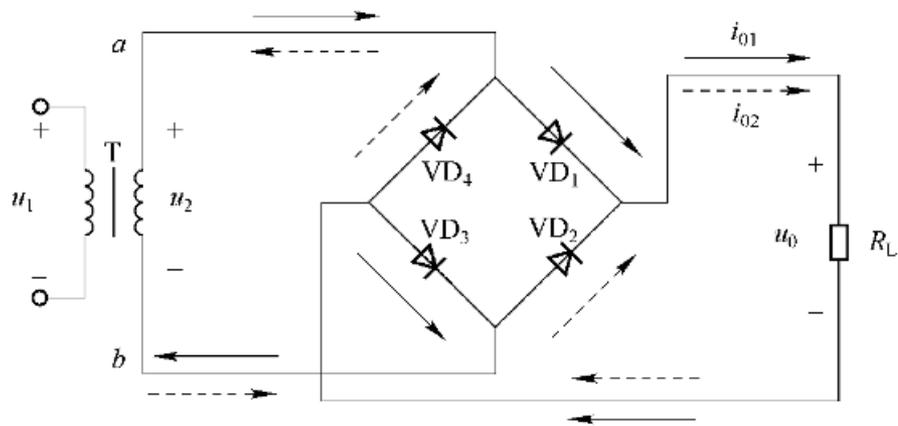


图 12-4 单相桥式整流电路

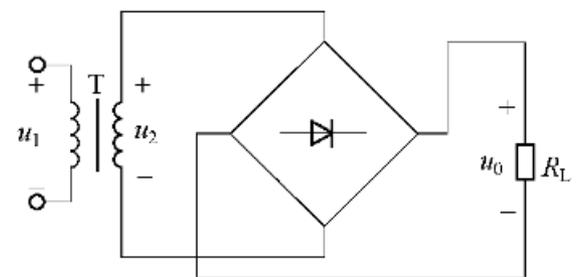
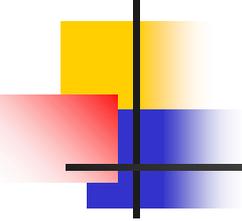


图 12-5 单相桥式整流电路的简易画法



$$I_0 = \frac{U_0}{R_L} = 0.9 \frac{U_2}{R_L}$$

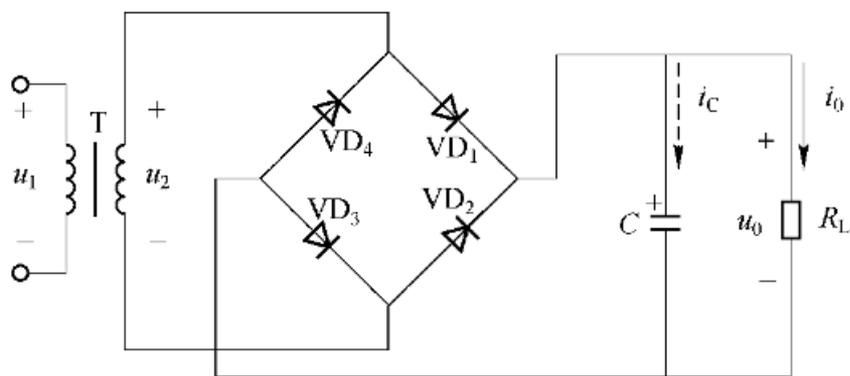


图 12-9 电容滤波电路

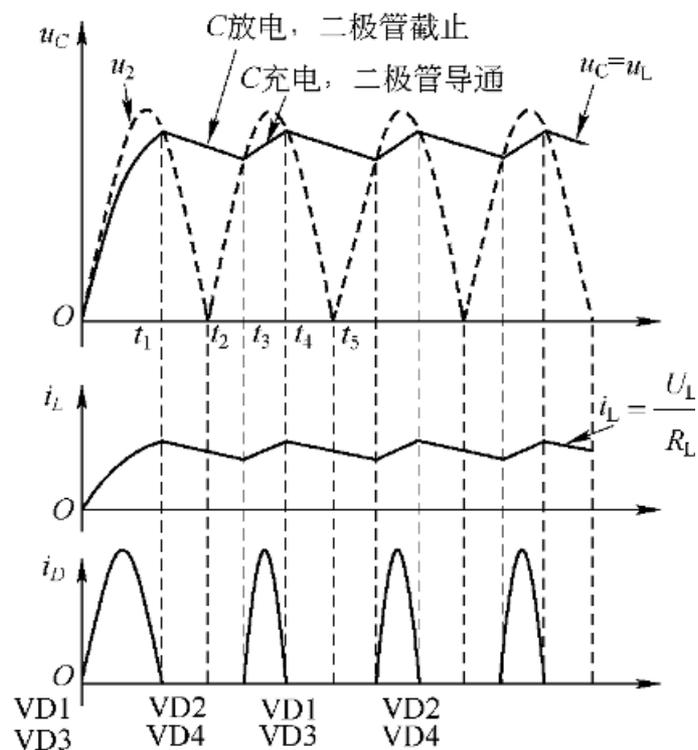


图 12-10 单相桥式整流滤波电路波形

9.3 晶体三极管

9.3.1 基本结构

1. 结构和符号

双极型半导体三极管的结构示意图如图 9-15 所示 E—B 间的 PN 结称为发射结，C—B 间的 PN 结称为集电结。

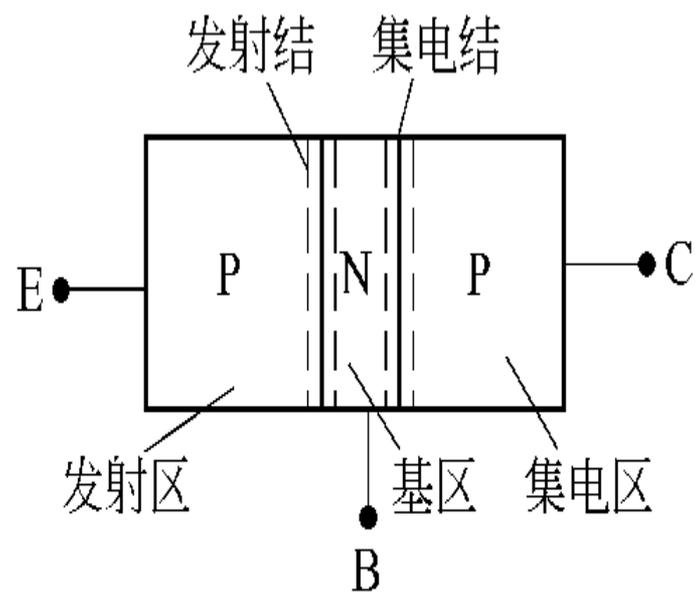
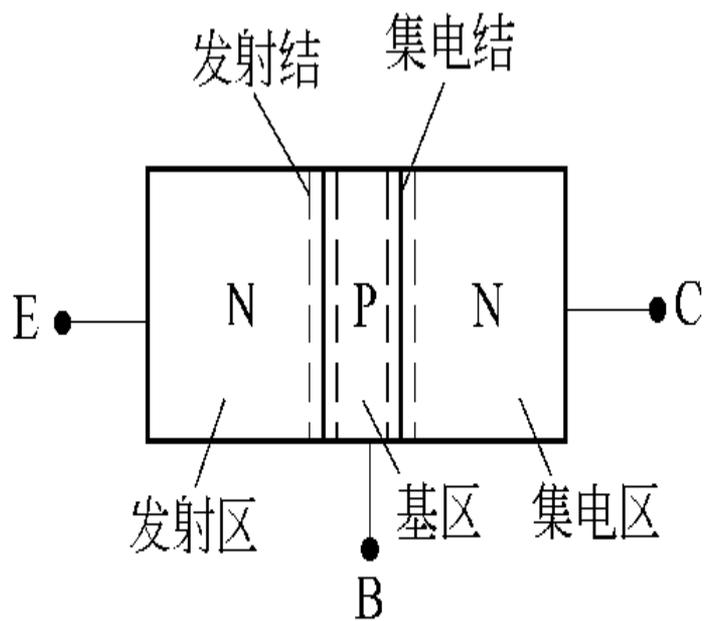
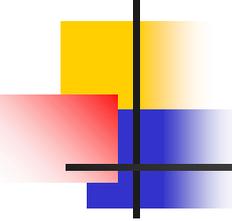


图 9-15 两种极性的双极型三极管



2. 三极管的分类

- (1) 按其结构类型分为 **NPN** 管和 **PNP** 管；
- (2) 按其制作材料分为硅管和锗管；
- (3) 按工作频率分为高频管和低频管；
- (4) 按功率分为小功率管和大功率管；
- (5) 按用途分有普通三极管和开关管。

9.3.2 电流分配和放大原理

1. 双极型半导体三极管内部电流分配关系

双极型半导体三极管在工作时，一定要加上适当的直流偏置电压。若工作在放大状态，发射结加正向电压，集电结加反向电压。现以 **NPN** 型三极管为例，当它导通时，**3** 个电极上的电流必然满足节点电流定律，即流入三极管的基极电流 I_B 和集电极电流 I_C 等于流出三极管的发射极电流 I_E ，即

$$I_E = I_B + I_C$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/298141074143006056>