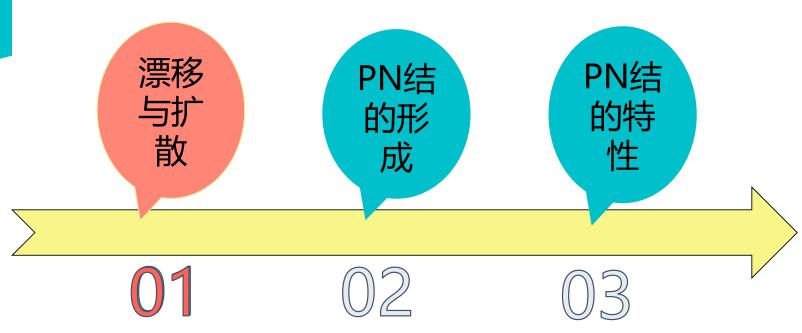
Forming of PN junction And Its Characteristic PN 结的形成及特性

第3章 二极管及其基本电路

第2节 PN结的形成及特性

3.2 PN结的形成及特性





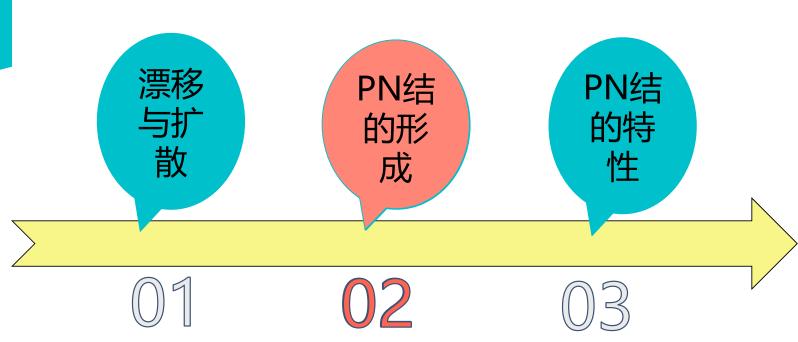


由载流子的浓度差引起的载流子的运动

漂移运动:

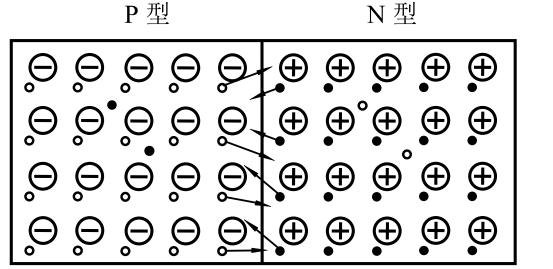
在电场的作用下引起的载流子的运动





模拟电子技术 Analog Electronic Technology

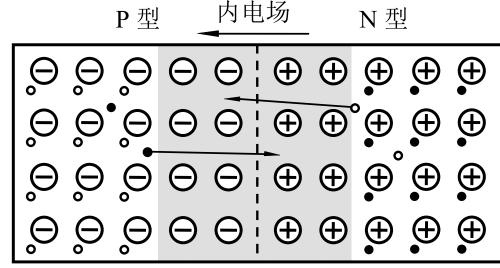
3.2.2 PN结的形成



多数载流子的扩散

扩散运动:

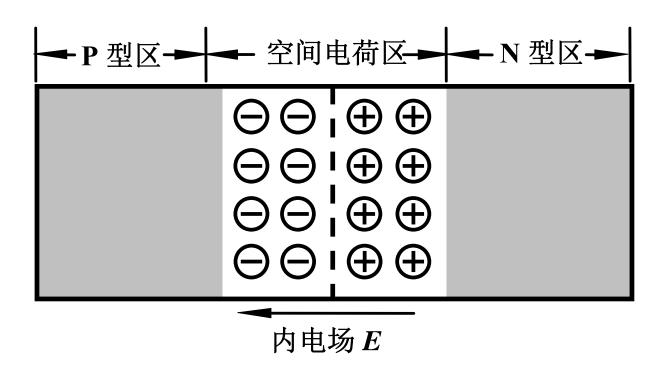
由载流子的浓度差引起的载流子的运动



少数载流子的漂移

漂移运动:

在电场的作用下引起的载流子的运动



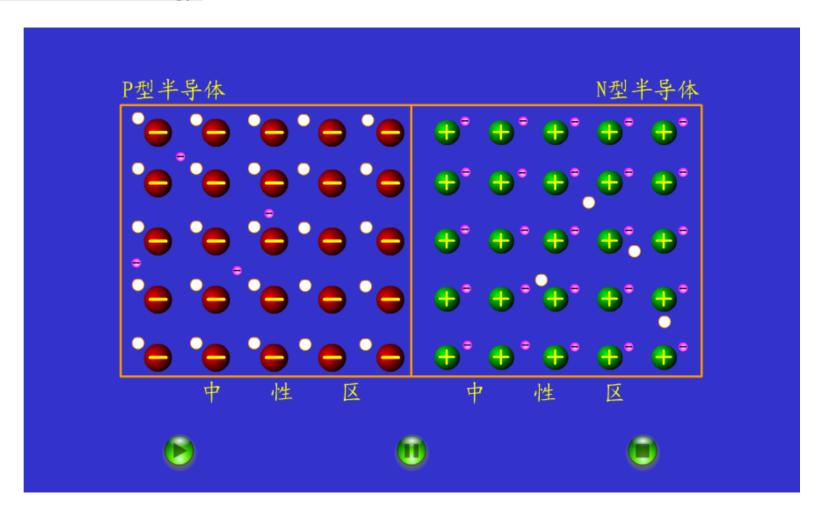
空间电荷区也称为耗尽层、势垒区、PN结。

在一块本征半导体两侧通过扩散不同的杂质,分别形成N型半导体和P型半导体。此时将在N型半导体和P型半导体的结合面上形成如下物理过程:

因浓度差 多子的扩散运动→由杂质离子形成空间电荷区 → 空间电荷区形成内电场 → 中电场促使少子漂移 内电场阻止多子扩散

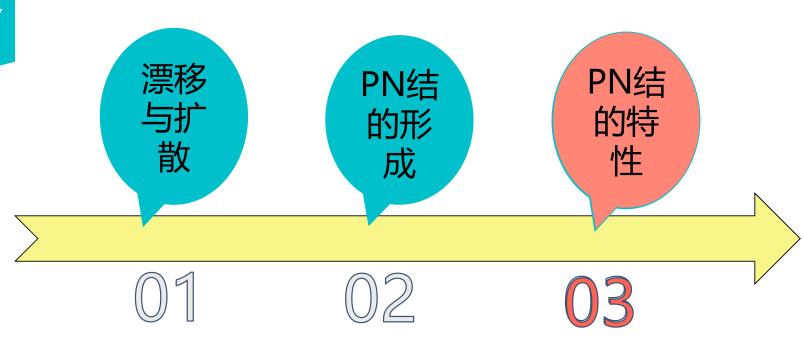
最后,多子的扩散和少子的漂移达到动态平衡。

3.2.2 PN结的形成



3.2 PN结的形成及特性

内容

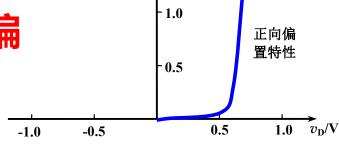


- 单向导电性
- **反向击穿特性**
- 电容特性

- **单向导电性**
- PN结P区的电位高于N区的电位称为加正向电压,简称正偏。
- PN结P区的电位低于N区的电位称为加反向电压,简称反偏。



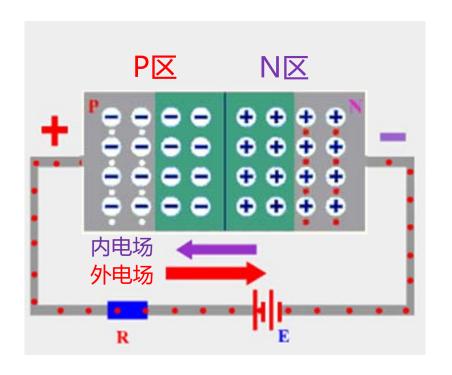




 $i_{\rm D}/{\rm mA}$

PN结的 I-V 特性

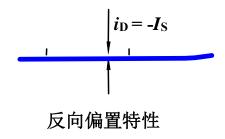
- 低电阻
- 大的正向扩散电流



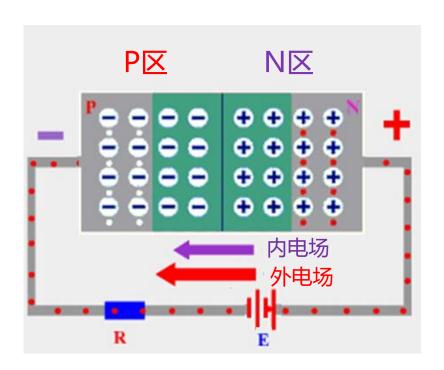
流过PN结的电流随外加电压的增加而迅速上升,PN结呈现为小电阻,称为PN结导通。







- 高电阻
- 很小的反向漂移电流



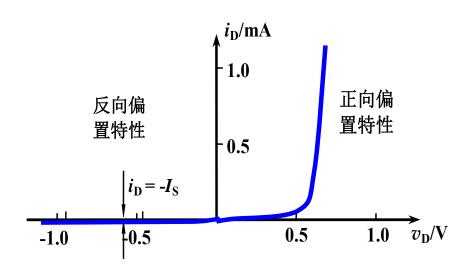
流过PN结的电流为非常小的漂移电流(反向饱和电流), PN 结呈现为大电阻, 称为PN结截止。

3.2.3 PN结的特性

单向导电性

PN结反偏

在一定的温度条件下,由本征 激发决定的少子浓度是一定的,故 少子形成的漂移电流是恒定的,基 本上与所加反向电压的大小无关, 这个电流也称为反向饱和电流。



PN结的 I-V 特性



单向导电性

PN结加正向电压时,呈现低电阻,具有较大的正向扩散电流;

PN结加反向电压时,呈现高电阻,具有很小的反向漂移电流。

由此可以得出结论: PN结具有单向导电性。

3.2.3 PN结的特性



PN结I-V 特性表达式

$$i_{\mathrm{D}} = I_{\mathrm{S}}(\mathrm{e}^{v_{\mathrm{D}}/V_{\mathrm{T}}} - 1)$$

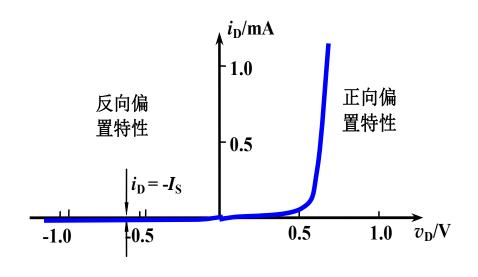
其中

 $I_{\rm S}$ ——反向饱和电流

 V_T ——温度的电压当量

且在常温下 (7=300K)

$$V_T = \frac{kT}{q} = 0.026 \text{V} = 26 \text{ mV}$$



PN结的 I-V 特性

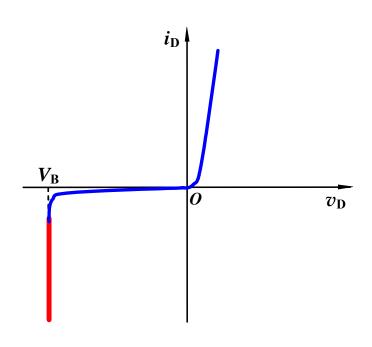
——T是热力学温度,k是玻尔兹曼常数,q是电子电荷。



当PN结的反向电压增大到一定数值时,反向电流突然快速增加,此现象称为PN结的反向击穿。



热击穿——不可逆





电击穿



雪崩击穿

反向电压增大到一定程度

- 电场足够强
- 漂移运动的少子获得足够的动能
- 撞击出更多的自由电子-空穴对
- 新的自由电子-空穴对继续撞击出更多的自由电子-空穴对
- 载流子的倍增效应



反向击穿特性



齐纳击穿

反向电压增大到一定程度

- 电场足够强
- PN结较薄,较小的反向电压就可以得到较强的电场
- 强电场破坏共价键的束缚,分离出价电子,产生大量的自由电子-空穴对
- 形成较大的反向电流



电容特性

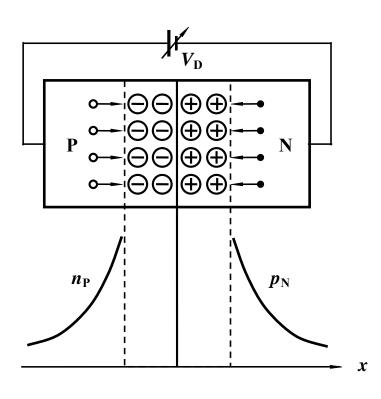


扩散电容 $C_{\rm D}$

外加正偏电压变化

扩散到对方区域 在靠近PN结附近 累积的载流子浓 度发生变化

── 等效于电容充放电



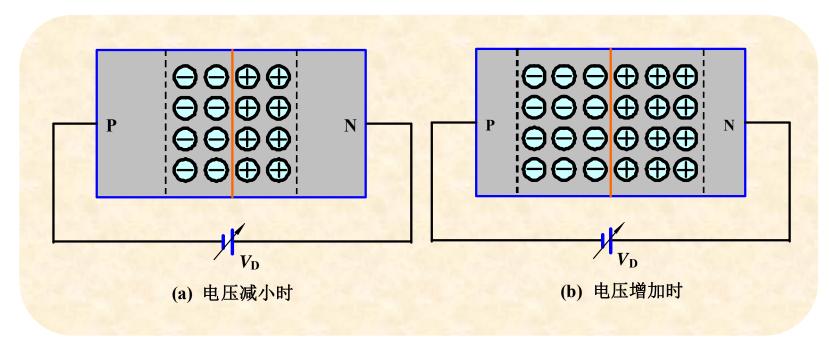
扩散电容示意图



电容特性



势垒电容 CB



反偏时,外加电压变化 → 离子层厚薄变化 → 等效于电容充放电

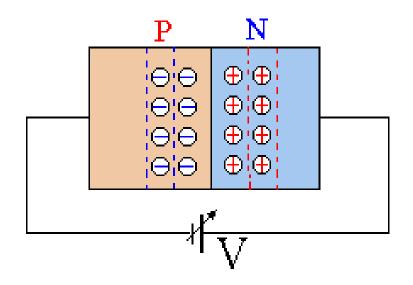
3.2.3 PN结的特性

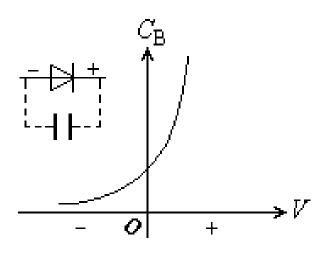


电容特性



势垒电容 C_B





可做变容二极管

3.2.3 PN结的特性

单向导电性

整流电路

反向击穿



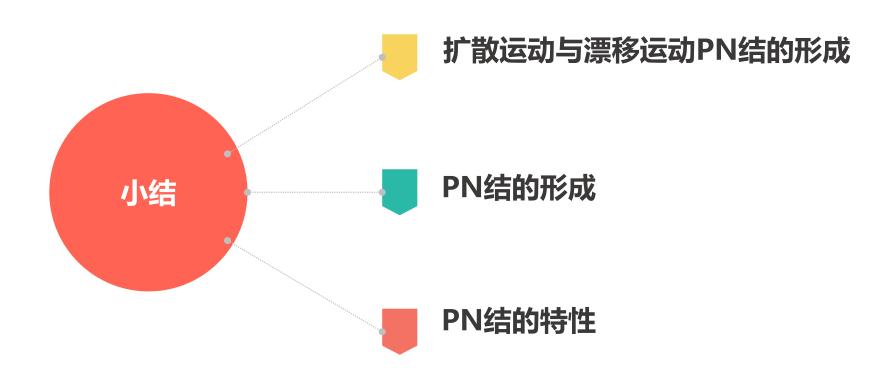
稳压电路

电容效应



压控谐振电路

3.2 PN结的形成及特性



PN结正偏时,P区电压 [填空1] (高于/低于)N区电压,此时PN结变 [填空2] (厚/薄),促进 [填空3]运动,抑制 [填空4]运动

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂