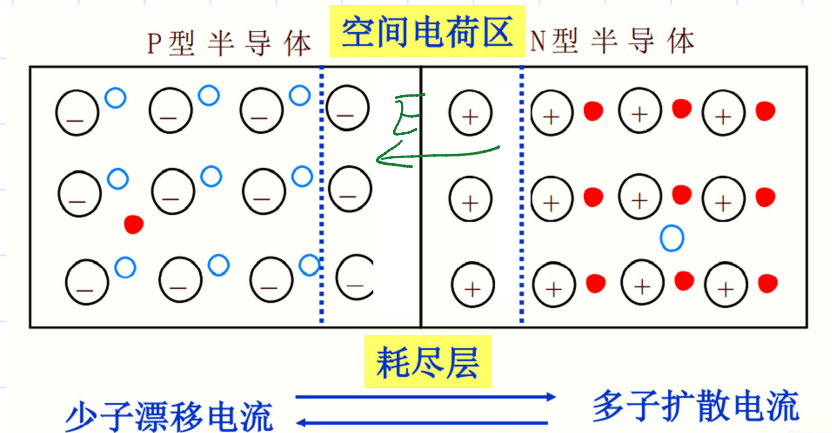


Review Ch 5、6

2023年1月5日 22:35

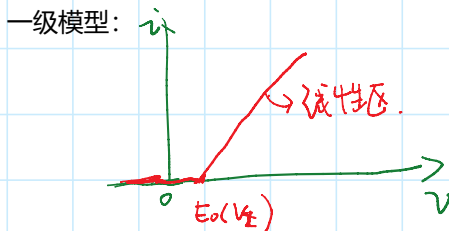
二极管:

掺杂半导体--多子浓度与温度无关; 少子与温度有关



二极管的伏安特性: $I = I_s(e^{qv/kT} - 1)$, 反向饱和电流 I_s

零级模型: 正向导通, 阻抗为零; 反向截止, 阻抗无穷。

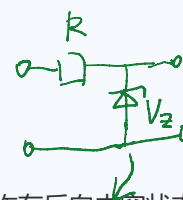
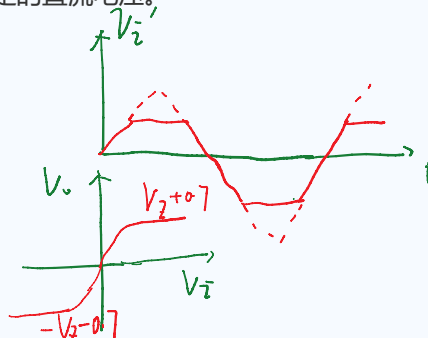
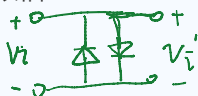


二极管应用

1. 整流

- 半波整流
- 全波整流: 效率是半波整流的两倍
- 桥式整流: 整流二极管的反向耐压要求低, 但损失电压高于全波整流
- 整流电路输出的直流电压随输入交流电压有效值改变而改变, 因此需要稳压电路获得不受电源电压波动影响的、稳定的直流电压。

2. 限幅



3. 开关特性

4. 齐纳二极管: 反向电压达到特定值后发生齐纳击穿--主要工作在反向击穿状态

$$I_{min} < \frac{V_i - V_Z}{R} < I_{max}$$

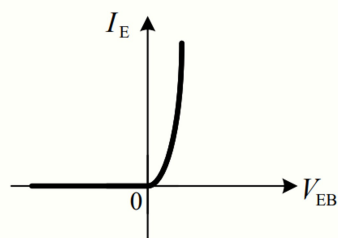
肖特基结二极管: 低功耗、大电流、超高速; 反向恢复时间短, 正向导通压降小, 整流电流大

晶体管:

1. 结型晶体管BJT:

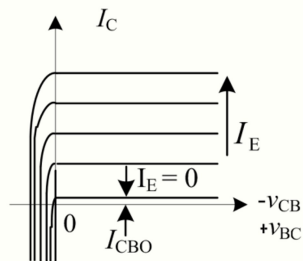
- 正向偏置电压 v_{BE} 稍有变化, 将引起正向扩散电流剧变, 少子注入剧变, 反向结的 I_S 剧变。
- 发射级重掺杂, 基区轻掺杂, I_E 几乎完全由注入基区的空穴组成

PNP管的输入特性



基本上是二极管正向特性

PNP管的输出特性



$$I_C = \alpha \cdot I_E + I_{CBO}$$

I_{CBO} , CB结原反向饱和电流

- 厄尔利现象: 输出特性曲线上翘, 集电结电压 v_{CE} 增加导致集电结耗尽区宽度增加, I_S 增加, I_C 增加
- PNP与NPN: 偏置电压极性相反, 电流方向相反。NPN工作频率更高, 电气性能也更好, 但工艺更难

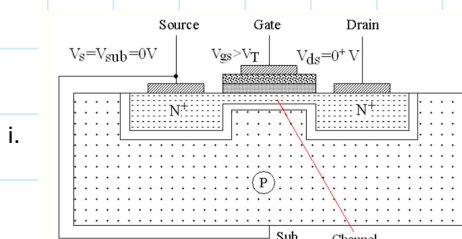
2. 场效应晶体管

a. J-FET

- 两个PN结均反向偏置, 改变反向电压控制两个耗尽区的厚度
- 载流子流通的路径成为导电沟道, P、N型看中间字母
- 夹断状态指电流达到上限, 不是电流为0



b. MOSFET

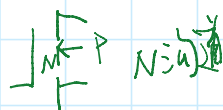
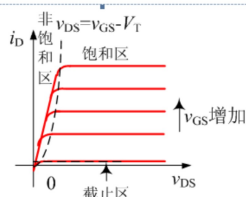


i.

- 当 $V_{DS} = V_{GS} - V_t$ 时, 沟道呈锥形, 出现夹断逐渐饱和。

N沟道增强型
MOS管的输出
特性曲线和转
移曲线

iii.



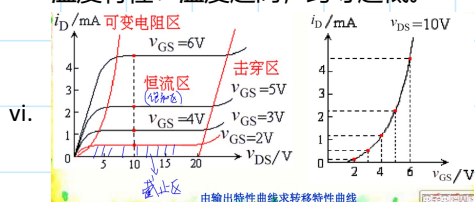
$$\begin{aligned} \text{跨导 } g_m &= \frac{i_d}{v_{gs}} = k_n \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t) \\ &= \sqrt{2k_n I_D \frac{W}{L}} \\ &= \frac{2I_D}{V_{GS} - V_t} \end{aligned}$$

P型和N型的区别: 关于 I_D 轴对称, N型斜率增加, P型斜率减少

增强型和耗尽型: 增强型不过纵轴, 耗尽型必过纵轴

- 体效应: 由于衬底接地, V_T 改变

- 温度特性: 温度越高, 跨导越低。



基本放大电路

1. BJT放大电路

- 关注饱和区：随着输入电压升高， I_C 增大， v_{CE} 减小至钳位电压 $V_{CEsat} \approx 0.2V$ 认为 $I_B \gg I_{Csat}/\beta = \frac{V_{CC}-V_{CEsat}}{R_C}$ 时，认为三极管真正饱和。
- 硅管0.7V，锗管0.3V
- 厄尔利电阻 r_e ，在pi型中的E一侧

	共射放大器 (β)	共基放大器 (β)	共集放大器 (β)
电流增益	高	≈ 1	高
电压增益	高	高	≈ 1
同相/反相	反相	同相	同相（电压跟随）
输入阻抗	高($\approx \infty$)	低	最高($\approx \infty$)
输出阻抗	最高	高	低
密勒效应	有	无	无
高频特性	差	好	好

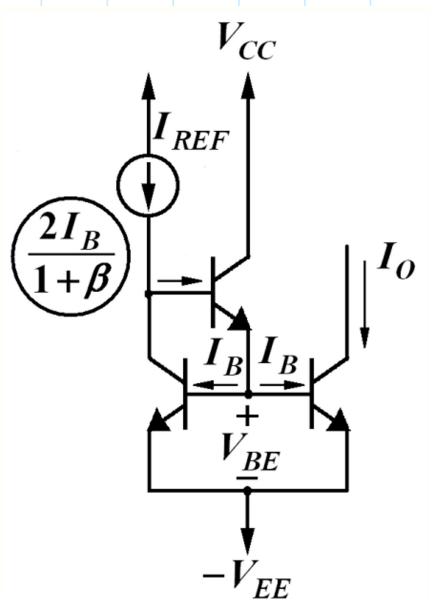
根据静态点求 f_m :

$$r_{\pi} = \frac{(1+\beta)V_T}{I_E} \quad f_m = \frac{\beta}{r_{\pi}}$$

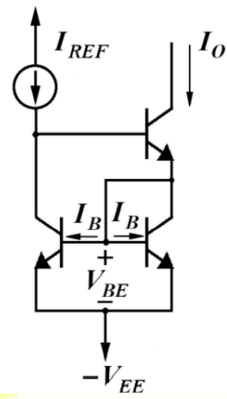
电流镜

集成电路的二极管：通过三极管的BC结短接

- 改进型：减小 β 的偏差效应



- 比例电流源： $I_i \times R_i$ 相等
- wilson电流镜：

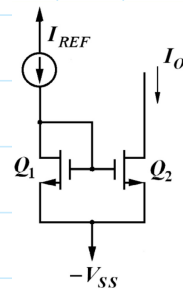


4. 微电流源电路：T2管子发射极接电阻->微安级

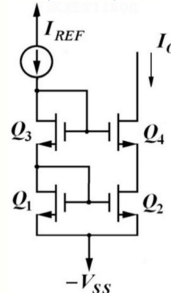
5. MOS电流镜：没有拷贝误差，但是和理想电流还是不一样滴

基本电流镜： $\varepsilon = \lambda (V_{DS2} - V_{GS2})$ ，属于系统误差；最小输出电压 = V_{ON}

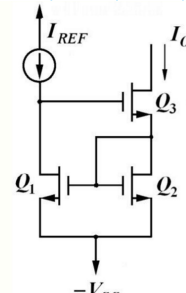
共源共栅： $\varepsilon = \lambda (V_{DS2} - V_{DS1}) \approx 0$ ，输入电压不需大电压 $V_{IN} \approx 2V_t + 2V_{ON}$ ，最小输出电压 $V_{IN} \approx 2V_t + 2V_{ON}$



MOS电流镜基本电路



共源共栅Cascode



MOS Wilson电流镜

有源负载电路

含义：原本用电阻（无源）的地方，用晶体管、场效应管代替。