

第一章 MOS I-V 特性

核心问题是高低状态以及转换特性。

1.1 栅压作用

使得能带沿着电流方向产生弯曲，也可以叫做电掺杂。

1.2 漏压作用

在边角处产生弯曲。

1.3 平方律

在夹断之前

$$I_D = \frac{Z\bar{\mu}_n C_o}{L} \left[(V_G - V_T) V_D - \frac{V_D^2}{2} \right] \quad \left(\begin{array}{l} 0 \leq V_D \leq V_{Dsat} \\ V_G \geq V_T \end{array} \right)$$

夹断之后

$$I_{Dsat} = \frac{Z\bar{\mu}_n C_o}{L} \left[(V_G - V_T) V_{Dsat} - \frac{V_{Dsat}^2}{2} \right]$$

也可以表示为

$$I_{D|V_D > V_{Dsat}} = I_{D|V_D = V_{Dsat}} \equiv I_{Dsat}$$

当 V_D 趋近于饱和时，进一步化简：

$$I_{Dsat} = \frac{Z\bar{\mu}_n C_o}{2L} (V_G - V_T)^2$$

沟道的调制效应使得电压电流曲线的弯曲。

1.4 体电荷

$$Q_N(y) = -C_o (V_G - V_T - \phi) + qN_A [W(y) - W_T]$$

$$W(y) = \left[\frac{2K_S \varepsilon_0}{qN_A} (2\phi_F + \phi) \right]^{1/2}$$

$$W_T = \left[\frac{2K_S \varepsilon_0}{qN_A} (2\phi_F) \right]^{1/2}$$

板书: $V_{th}(V) - V_{th}(0) = V$, $V_{Dsat} = (V_{ds} - V_{th})/m$, $Q_i(V) = C_{ox}(V_G - V_T - mV)$
积分, 得到

$$I_D = \frac{Z\bar{\mu}_n C_o}{L} \left\{ (V_G - V_T) V_D - \frac{V_D^2}{2} - \frac{4}{3} V_W \phi_F \left[\left(1 + \frac{V_D}{2\phi_F} \right)^{3/2} - \left(1 + \frac{3V_D}{4\phi_F} \right) \right] \right\}$$

那么饱和电压

$$V_{Dsat} = V_G - V_T - V_w \left\{ \left[\frac{V_G - V_T}{2\phi_F} + \left(1 + \frac{V_W}{4\phi_F} \right)^2 \right]^{1/2} - \left(1 + \frac{V_W}{4\phi_F} \right) \right\}$$

1.5 线性区

$$v_d = \frac{-\mu E}{(1 + (E/E_C)^2)^{1/2}}$$

1.6 速度饱和

仅出现在小尺寸器件。

$$J = nqv = v_{sat} C_{ox} (V_G - V_{th})$$

可以通过 $I_D - V_{DS}$ 的关系, 判断器件大小。

速度过冲问题: 源漏由于电子密度较大, 因此电子速度较慢。进入沟道后, 未碰撞之前会产生一个较大的速度。

1.7 阈值变化

对于非平带的电压, 通过拉平, 计算其阈值电压

$$V_{th} = (2\phi_F - \frac{Q_B}{C_{Ox}}) + V_{FB}$$

1.8 氧化层中有电荷

在氧化层中存在固定电荷。