

10.2 表面电场效应₉

10.2.4 半导体表面层的五种基本状态

4° 反型状态

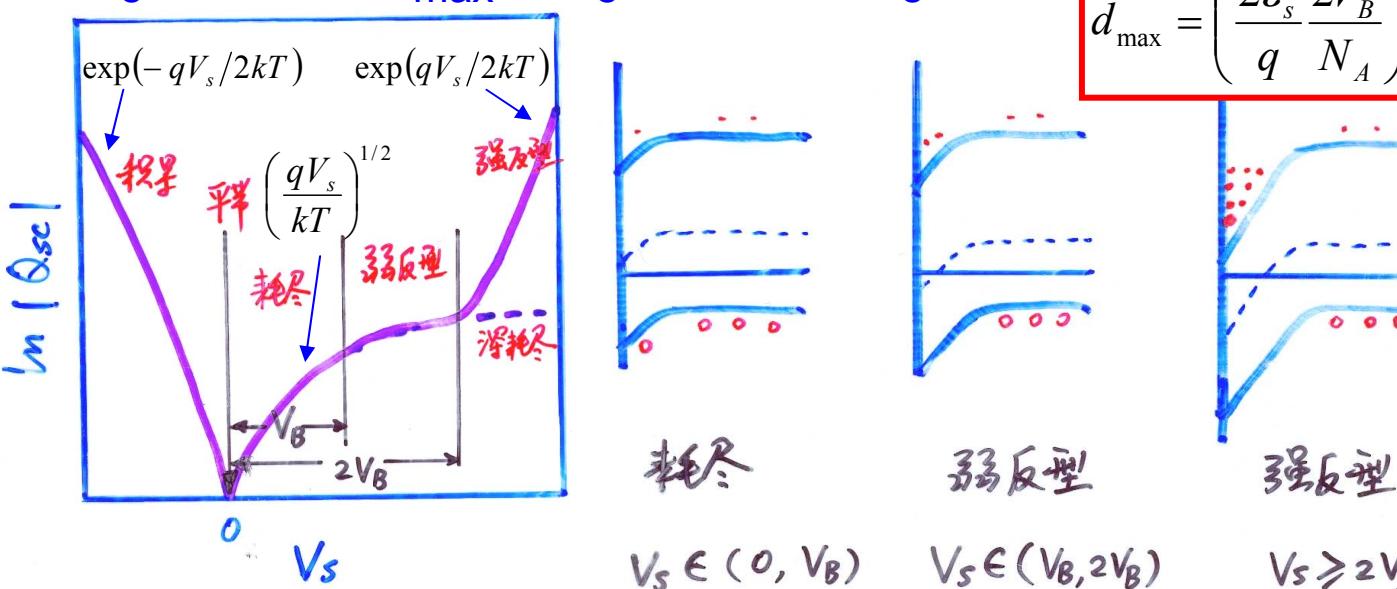
弱反型 $V_B < V_s < 2V_B$

$V_s \uparrow d \uparrow Q_s$ 对表面势依赖: 从 $V_s^{1/2}$ 到 $\exp(qV_s/2kT)$
“耗尽层近似”依然适用

强反型—表面处少子浓度开始超过体内多子浓度

$$V_s \geq 2V_B$$

$V_s \uparrow d = d_{\max} Q_s \propto \exp(qV_s/2kT)$



10.2 表面电场效应₁₀

10.2.4 半导体表面层的五种基本状态

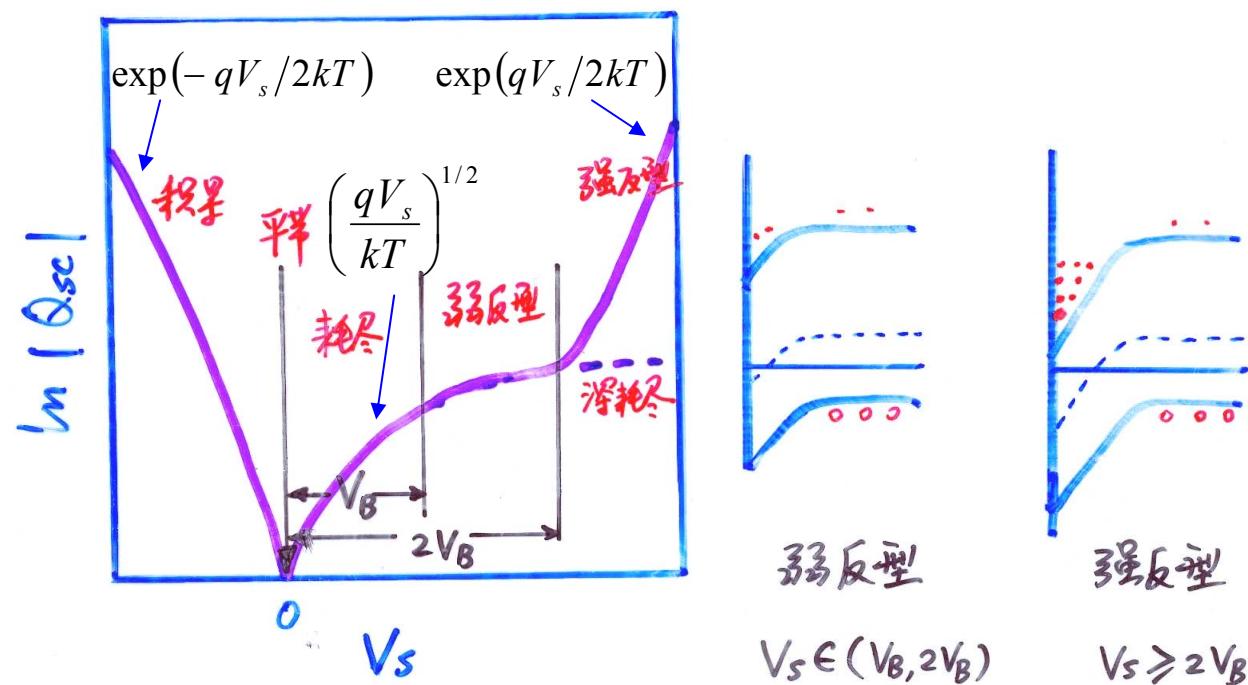
5° 深耗尽状态 $V_s > 2V_B$

$V_s \uparrow d > d_{\max}$ 非平衡状态，空间电荷层的载流子跟不上外加电压变化

从深耗尽到热平衡反型层态所需的热驰豫时间为 τ_{th} 为 $10^0 \sim 10^2 \text{s}$ ！
反型层的建立不是一个很快的过程！

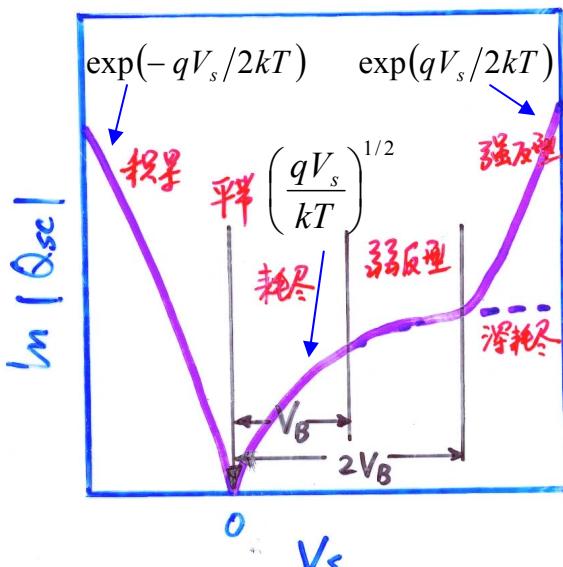
“耗尽层近似”
依然适用

$$Q_s = -\frac{2\epsilon_s kT}{qL_D} \left(\frac{qV_s}{kT} \right)^{1/2}$$

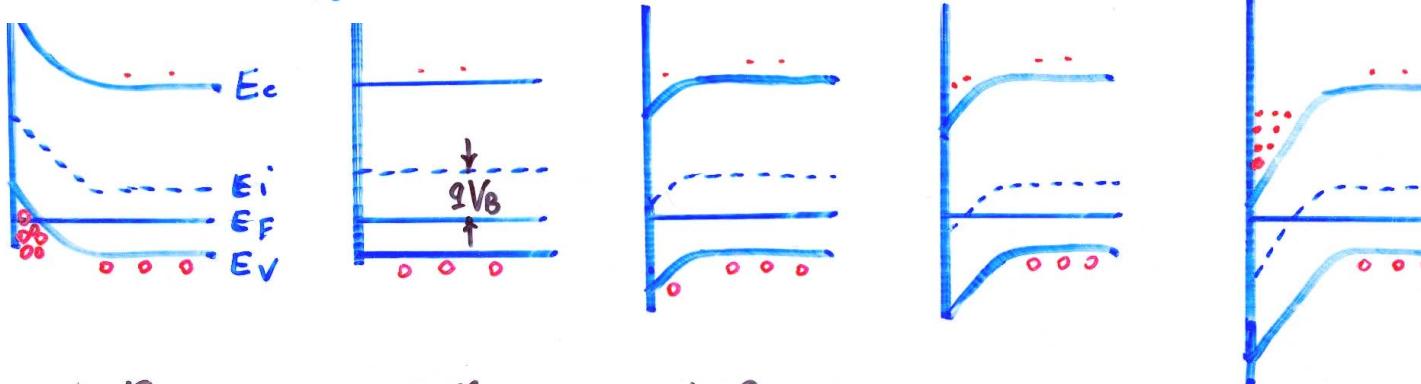
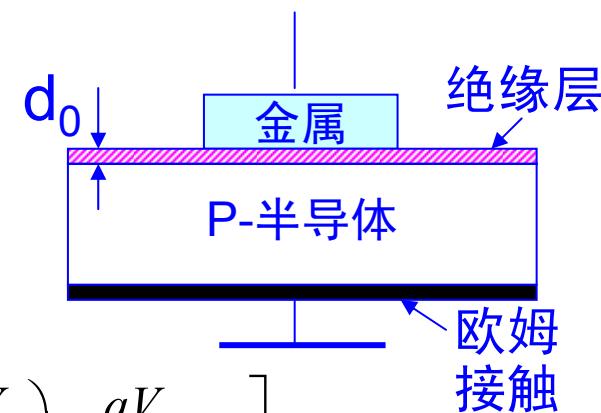


10.2 表面电场效应 11

10.2.4 半导体表面层的五种基本状态



$$Q_s \propto E_s \propto F(V_s) = \left\{ \left[\exp\left(-\frac{qV_s}{kT}\right) + \frac{qV_s}{kT} - 1 \right] + \frac{n_{p0}}{p_{p0}} \left[\exp\left(\frac{qV_s}{kT}\right) - \frac{qV_s}{kT} - 1 \right] \right\}^{1/2}$$

 $V_s < 0$ $V_s = 0$ $V_s \in (V_B, 2V_B)$ $V_s \in (V_B, 2V_B)$ $V_s \geq 2V_B$ 

第十一章 半导体表面与MIS结构

10.1 表面态概念

10.2 表面电场效应

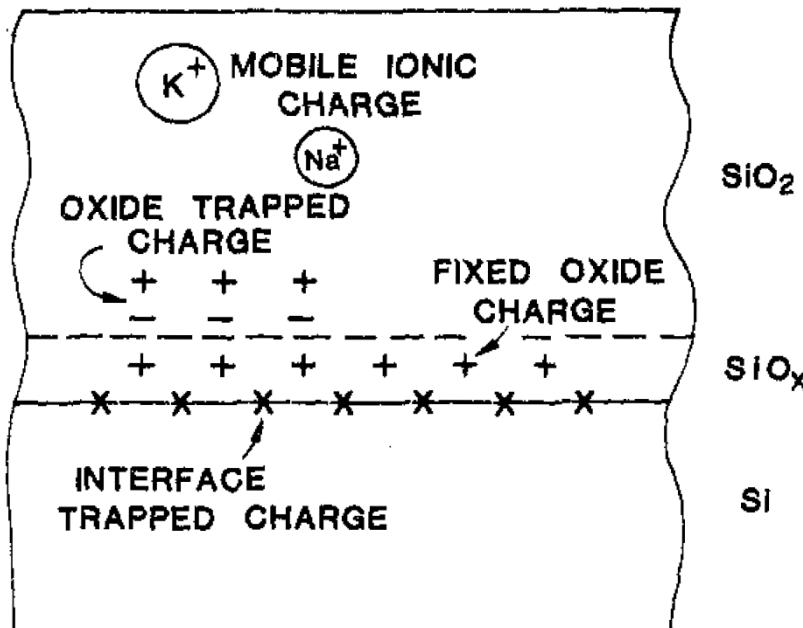
10.3 Si-SiO₂系统的性质

10.4 MIS结构的C-V特性

10.5 表面电导及迁移率

10.3 Si-SiO₂系统的性质₁

10.3.1 Si-SiO₂系统中的电荷状态



1. 界面陷阱电荷（快界面态） Q_{it}
2. 氧化层中固定电荷 Q_f
3. 氧化层中可动电荷 Q_m
4. 氧化层中陷阱电荷 Q_{ot}

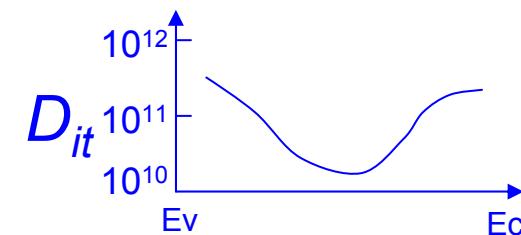
1. 界面陷阱电荷（快界面态） Q_{it} 界面态密度 D_{it}

1° D_{it} $10^{10} \sim 10^{12} \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$

2° D_{it} 在禁带中呈现“U”形连续分布

3° Q_{it} 与晶向关系: $[111] > [110] > [100]$

4° Q_{it} 依赖退火处理



10.3 Si-SiO₂系统的性质₂

10.3.1 Si-SiO₂系统中的电荷状态

2. 氧化层中固定电荷 Q_f

- 1° 在外加电场下，不可移动
- 2° 局限于界面20nm范围以内
- 3° [111] > [110] > [100]
- 4° 不依赖于 V_s , 不和体Si交换电荷，即不能充放电
- 5° 不依赖于Si掺杂和氧化层厚度
- 6° Si-SiO₂界面附近的过剩Si⁴⁺导致 Q_f
- 7° 与热处理有关

3. 氧化层中可动电荷 Q_m (Na^+ , K^+) B-T实验

4. 氧化层中陷阱电荷 Q_{ot}

辐射；热载流子注入等