

一、半导体器件物理基础

题注：上课说的重点必考

1、半导体器件的四种基本结构：

金属+半导体，p 型半导体+n 型半导体，半导体 A+半导体 B，金属氧化物+半导体

2、半导体概要：

半导体材料：三族，五族

元素化合物分类：

晶体结构（重要）：

怎么表示晶向，晶面

3、能带结构：没有掺杂时半导体能带怎么表示，导带，禁带，价带怎么来的， E_c ， E_v ，含义，对特性的影响 本征半导体载流子浓度计算：公式不需要掌握，但需要掌握思路（费米分布,能带密度）

半导体掺杂：元素，掺杂后电子、空穴浓度

4、载流子输运：三种基本载流子输运方式（漂移，扩散，产生与复合）

漂移：迁移率（概念）

扩散：扩散系数（概念）

产生与复合：连续方程（漂移扩散产生与复合），电流方程（漂移扩散）

三种隧穿：过程

基本高斯方程

二、P-N 结

静态特性，直流，交流，瞬态,电路（每特性的每个部分的内容不需要理解）

半导体工艺有哪些（光刻，keshi），含义？

泊松方程+能带结构(PN 结，三极管，肖管)，怎么画能带结构图（按照步骤）

IV 特性：

理想+非理想（非 7 点，每个工作区的公式不要，斜率怎么变和原因要）

两个反相过程：雪崩、齐纳，异同点

小信号模型:理解怎么算的公式

两个概念：势垒电容 扩散电容（录音 10.05 听不清）含义，与什么有关，与 PN 结正偏还是反偏。

瞬态特性：

瞬时切换的大电流大电压的工作情况，电流电压随时间变化率，开启关断怎么变化，

电流控制方程：电荷随时间怎么变（求解思路）？

肖特基二极管：

原理与 PN 区别，双极性，单极。

原理，能带结构图（静态），

直流特性与 PN 的异同，处理的方程用了热激发方程的思路？

小信号分析：肖特基与 PN 区别。

三、BJT

静态，能带结构图，加电压电流特性：基区两边载流子浓度怎么算（PPT）输出曲线转移曲线（饱和放大含义，电流如何？物理含义如何）

放大系数，如何提升（设计者角度）？从基区、发射级，集电极如何调整以及负面作用。

效应：厄利，科尔曼效应，集级穿通等，物理含义，对器件的影响，设计过程如何让规避。

四、MOS

第1节 MOS 器件结构与原理

Mos 结构基本是什么样的 它怎么工作的（要知道） 工艺怎么制备（了解）

第2节 I-V 特性曲线

（考试时，不会只考一个点，比如说讲一下这个器件怎么工作的，或者某一个效应怎样的，一般不会这么考，都是范围很大，所以说如果只看其中一点，是没办法把整道题解出来的。一道题可能是三个问题，越问越深）

什么是转移特性曲线、输入输出特性曲线，每个曲线长什么样子，增强型和耗尽型有什么区别，曲线为什么前面是死区，后面又为什么开始翘，I-V 特性曲线为什么前面是线性的，后面又饱和，饱和以后又会怎么样。里面一些效应，反向延长到交点有个厄利电压，什么原因。

第3节 非理想的 MOS

非理想的 MOS 有哪些种类，比如说可能有功函数差，有氧化层电荷，然后电荷里面有哪些种，每种对器件的阈值电压带来哪些影响，围绕这些影响怎么消除。最后会有一个衬底偏置效应，最终会有一个总的这些非理想 MOS 器件的阈值最终会造成一个总的什么影响。（这整个算一个完整的点，注：不一定会考，老师这么说）

第4节 C-V 特性

低频是怎么样，高频是怎么样，n 型往哪边走，p 型往哪边走，曲线每一段代表了什么意思，它的背后的原理是什么样的。（这又是类似一道大题，也说不一定考）

第5节 小尺寸效应（很重要）

1. 为什么尺寸要不停地往里面缩，为什么不停缩小尺寸。
2. 做小尺寸以后会带来哪些小尺寸效应，这些小尺寸效应对器件特性会有什么样的影响，是什么原因导致的这些影响

（也可能考一道大题）

第6节 可靠性

前面基本的历史部分可能不用了解，但至少要知道有哪些可靠性，分长程和短程，长程里面有 TDDB、HCI 等，每个可靠性代表什么意思，短程的可靠性比如说 ESD、闩锁，它们又代表什么意思，什么时候会发生 ESD，什么时候会发生闩锁，它的原理是什么样的。（每个都要知道）再进一步，有什么方法可以改进，比如说 HC???(实在听不清大概在 23:10 左右，你们听一下)，旁边可能加一些侧墙，做 LDB 结构，这些????自热效应就会减弱。再往下比如说 ESD,有哪些种类，怎么样给一个芯片设计 ESD,常用 ESD 的器件有哪些？再比如说闩锁，闩锁的原理是什么样的，等效电路图要大致理解，有什么办法抑制 CMOS 的闩锁，如加一些电阻啊，插入???, 大概知道放在什么位置。然后什么是自热，自热对器件带来什么影响。然后是怎么失效分析，失效分析从简单到复杂，从非破坏到破坏。

第 7 节 未来与发展

最后未来小尺寸效应有哪些技术，SOI? D-cap? 这些技术怎么样保持小尺寸技术向前走的，这些技术上有什么特点能够保证小尺寸技术往前走。

（这些内容里面包含三道题，10 个点左右）

以上三道题

1. 二极管 为什么要做功率半导体？怎么实现高压？【要能理解和表述】（本章节 PPT p9）
2. 一旦做成，造成提前击穿，如何防止这个拐角击穿？【这些措施或者技术的原理是什么】
3. 常用二极管【SBD JBS TFBS（3 种）每种的优势 原理 它们相生相克】
4. 功率 DMOS 【怎么画的，剖面结构 如何耐高压的】 LDMOS VDMOS
5. 为什么 IGBT 比 VMOS 电流能力大 2-3 倍的原理？同时带来的问题：开关，可靠性等
6. mos 导通电阻是哪些？【关断的时候要知道怎么耐压，开启的时候要知道导通电阻只有哪些部分组成的】
7. 准饱和效应怎么来的，低压怎么就没有
8. 未来发展【看一遍就知道了，方法+图】（知道电阻组成成分，看每个电阻怎么减小的，从降低各种电阻的角度）【哪些结构可以使导通电阻持续降低】
9. LDMOS（横向的）：为何耐压？导通原理？导通电阻哪几个？准饱和效应，柯尔克效应（音译）？哪些结构技术可以使电阻降低。

思路总结：（纵向/横向功率器件）为啥耐压？如何导通？有哪些导通电阻？如何降低这些电阻？附加的特

殊效应（怎么产生，怎么抑制）

10. IGBT 【除上述思路外，与（ldmos/vdmos 相比）**结构特点**】。

材料，**结构特点**的变化带来的优势以及**原因**？优势带来的缺点如何抑制即如何扬长避短？

IGBT 有哪些**提升技术**？保留优势，补短板

11. 宽禁带材料有哪些，材料特性，以及所带来的优势（例如：频率升高+导通电阻降低），分析原因【**各有两个点**】。