

34

河北工业大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A]

科目名称 半导体物理

科目代码

438

共 2 页

适用专业 微电子学与固体电子学、物理电子学

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、 填空题（共 40 分，每空 2 分，答案一律写在答题纸上，否则无效。）

1. 在能带论中，内壳层的电子共有化运动_____（强或弱），能级分裂形成的能带较_____（宽或窄），外壳层的电子共有化运动_____，能级分裂形成的能带较_____。
2. 浅能级杂质是指_____能级离导带底很近，_____能级离价带顶很近的杂质。
3. 有效复合中心的能级靠近_____位置，而有效陷阱中心的能级靠近_____位置。
4. 硅为_____带隙半导体，其导带极小值在_____方向上。
5. 禁带变窄效应是指在简并半导体中，杂质浓度高，杂质原子相互靠近，导致孤立的杂质能级扩展为_____，使杂质的电离能_____，_____进入导带或价带，形成新的_____能带。
6. 半导体中对载流子产生散射的主要机构是_____，_____，而在 Si、Ge 等原子晶体中是以_____散射为主要作用。
7. 室温下在 n 型硅中掺入金的浓度为 $1 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$ ，不会改变_____，但会使非平衡载流子的寿命变_____，掺金工艺常用于制造_____器件。

二、 问答题（共 30 分）

1. （10 分）一个晶格常数为 a 的一维晶体，其电子能量 E 与波矢 k 的关系是 $E = E_1 + (E_2 - E_1) \sin^2 \pi k a$ ($E_2 > E_1$) 讨论在这个能带中的电子，其有效质量和速度如何随 k 变化；（画图说明）
2. （20 分）试分别定性定量说明：
 - (1) 在一定的温度下，对本征材料而言，材料的禁带宽度越窄，载流子浓度越高；

(2) 对一定的材料, 当掺杂浓度一定时, 温度越高, 载流子浓度越高。

三、 (20 分) 分别计算掺有下列杂质的 Si, 在室温时的载流子浓度和电阻率。

(1) 硼原子 $1.3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ + 磷原子 $1.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$;

(2) 磷原子 $3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ + 镓原子 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ + 砷原子 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 。

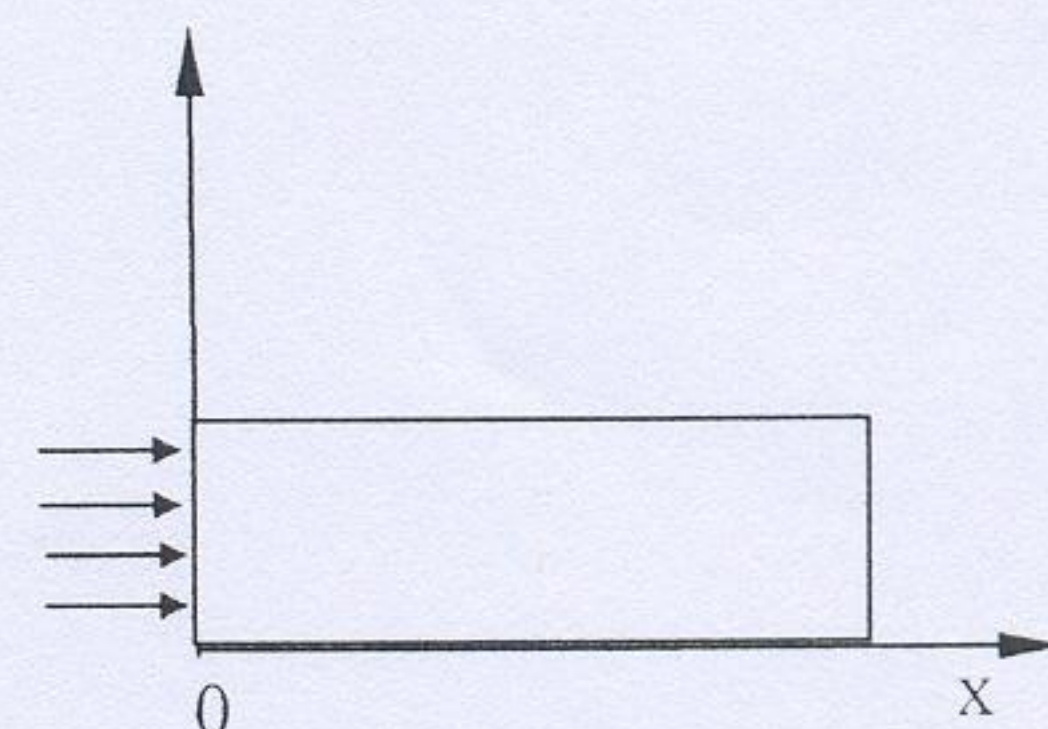
杂质浓度 (cm^{-3})		1×10^{13}	2×10^{15}	3×10^{15}	2.3×10^{16}	2×10^{17}
迁移率 $\mu (\text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s}))$	电子	1330	1250	1200	1000	700
	空穴	450	430	420	400	260

四、 (15 分) 如右图所示, 一均匀掺杂的 n 型半导体样品, 在样品的一端有光照均匀产生非平衡载流子, 表面的非平衡载流子浓度为 $(\Delta p)_0$, 假定少子寿命为 τ_p , 少子的扩散系数为 D_p , 样品足够厚。求:

(1) 非平衡少数载流子的扩散长度; (5 分)

(2) 半导体中非平衡少子的分布; (5 分)

(3) 在距表面多远处非平衡少子浓度等于表面非平衡少子浓度的 1/10. (5 分)



五、 (25 分) 硅中掺锑的半导体, 已知锑的电离能为 0.039 eV , 室温下 E_F 位于导带底之下 0.026 eV 处, 已知室温下 $N_C = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, 费米积分 $F_{1/2}(\xi)$ 值见下表。

(1) 该半导体是否简并, 为什么? (8 分)

(2) 求导带中的电子浓度; (8 分)

(3) 求锑的浓度。 (9 分)

ξ	-2	-1	0	1	2
$F_{1/2}$	0.1	0.25	0.6	1.3	2.4
(ξ)					

六、 (20 分) 室温下 n 型硅中, 掺杂浓度 $N_D = 2 \times 10^{16}$

cm^{-3} , 光注入的非平衡载流子浓度 $\Delta n = \Delta p = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$, 少子寿命 $\tau = 10 \mu\text{s}$, (电子电量 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

1. 计算有光照时的电导率;

2. 光照停止 $20 \mu\text{s}$ 后, 其非平衡载流子将衰减到原来的百分之几?