**第四章 半导体中载流子的统计分布**

1、在硅样品中掺入密度为的磷，试求出：

1. 室温下的电子和空穴密度；
2. 室温下的费米能级位置（要求用表示出来，是本征费米能级。

硅的本征载流子密度）。

**解答：**

1. ，EI=0.044eV，室温下 （P42页）

又由于，因此半导体属于杂质饱和电离情况，并且本征激发可以忽略。

故

1. 由 

2、计算施主密度的锗材料中，室温下施主完全电离，求电子和空穴密度（室温下锗的本征载流子密度）。（P39 本征激发）

**解答：**

由于ni>Nd/10，本征激发不能忽略。由n=Nd+p和np=ni2得 , 

3、对于p型半导体，在杂质电离区，证明 

并分别求出和两种情况下，空穴密度p和费米能级Ef，说明它们的物理意义。式中g是受主能级的自旋简并度。

**解答：略，**见讲义第四章相关内容略。

4、两块n型硅材料，在某一温度T时，第一块与第二块的电子密度之比为（e是自然对数的底）。

（1）如果第一块材料的费米能级在导带底之下3K0T，试求出第二块材料中费米能的位置；

（2）求出两块材料中空穴密度之比。

**解答：**

(1)  (2) 

1. 制作p-n结需要一种n型材料，工作温度是100℃，试判断下面两种材料中哪一种适用，

并说明理由。 （注：忽略禁带随温度的变化）

1. 掺入密度为磷的硅材料；
2. 掺入密度为砷的锗材料。

**解答：**

由 对于Si：

则：对于Si有，对于Ge有，故Si适合。

6、一块有杂质补偿的硅材料，已知掺入受主密度 ，室温下测得其 恰好与施主能级重合，并得知热平衡电子密度为。已知室温下硅的本征载流子密度，试求：

1. 热平衡少子密度是多少？
2. 掺入材料中的施主杂质密度是多少？

（3）电离杂质和中性杂质的密度各是多少？

**解答：**

(1) 

(2) 求出

在杂质电离区，



（带入公式，因为费米能级和杂质能级重合，可以说明三分之一电离）

（3）电离施主密度=，电离受主密度=，

中性施主密度=， 中性受主密度=0。