

## PN 结部分

1) 硅二极管在  $N_D = N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  处对称掺杂。假设处在室温，平衡条件下以及耗尽近似，回答以下问题。

a) 计算  $V_{bi}$  。

b) 计算  $x_n, x_p$  和  $W$ 。

c) 计算  $V(x=0)$  和  $E(x=0)$  。

d) 画出  $\rho(x)$  与  $x$  的关系草图 。

2) 硅二极管在  $N_A = 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  和  $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  处不对称掺杂。假设处在室温，平衡条件下以及耗尽近似，回答以下问题。

a) 教科书 (Pierret, SDF) 给出了 PN 结静电学的“经典”表达式。对于  $N_A \gg N_D$  的“单侧” $P^+N$  结，可以简化这些表达式。（如果可能的话）给出下列数量的简化表达式：内建电势  $V_{bi}$ ，来自 Pierret，等式(5.10)；总耗尽层深度  $W$ ，来自 Pierret，等式(5.31)；峰值电场  $E(0)$ ，来自 Pierret，等式(5.19)或(5.21)，静电势  $V(x)$  来自 Pierret，等式(5.28) 。

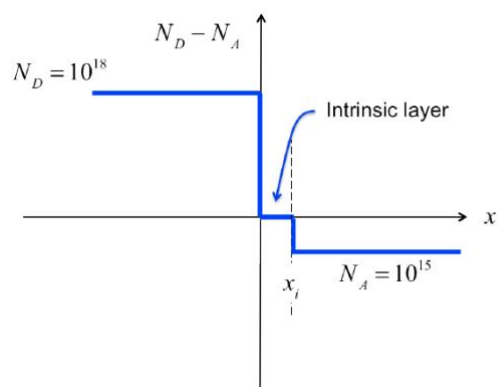
b) 计算该二极管的  $V_{bi}$  。

c) 计算  $x_n, x_p$  和  $W$  。

d) 计算  $V(x=0)$  和  $E(x=0)$ 。

e) 画出  $\rho(x)$  与  $x$  的关系草图 。

- 3) 这个问题涉及一个具有重掺杂的 N 型区域，薄的本征层和中等掺杂的 P 型区域的结，如下图所示。假设耗尽层近似，并假设 P 侧的耗尽区宽度大于本征层的厚度。



a) 假设耗尽近似，画出电场与位置的关系曲线。

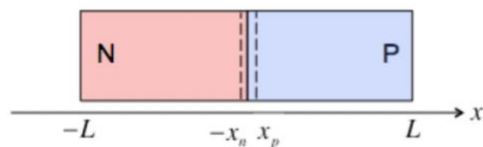
b) 利用图 a) 中的所示关系，为 p-区中的耗尽层宽度求出一个表达式。

你的答案中应该包含  $V_{bi}$  和  $N_A$  项。

c) 将该结构与没有本征层的相同结构进行比较。说明一下本征层将对内建电势  $V_{bi}$  产生的影响。

d) 将此结构与没有本征层的相同结构进行比较。说明一下本征层将对结中的最大电场产生的影响。

4) 硅二极管在  $N_D = 10^{19} \text{cm}^{-3}$  和  $N_A = 10^{16} \text{cm}^{-3}$  处不对称掺杂。(注意，在  $N_D = 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ，半导体处于简并态的边缘，但是我们可以假设非简并载流子统计足以解决此问题。) 假设室温条件下，请回答以下问题。假定少数载流子电子和空穴的寿命是  $\tau_n = \tau_p = 10^{-6} \text{s}$ ，N 区和 P 区的长度为  $L = 500 \mu\text{m}$  并且  $L \gg x_p, x_n$ 。假设是一个“理想二极管”并回答以下问题。



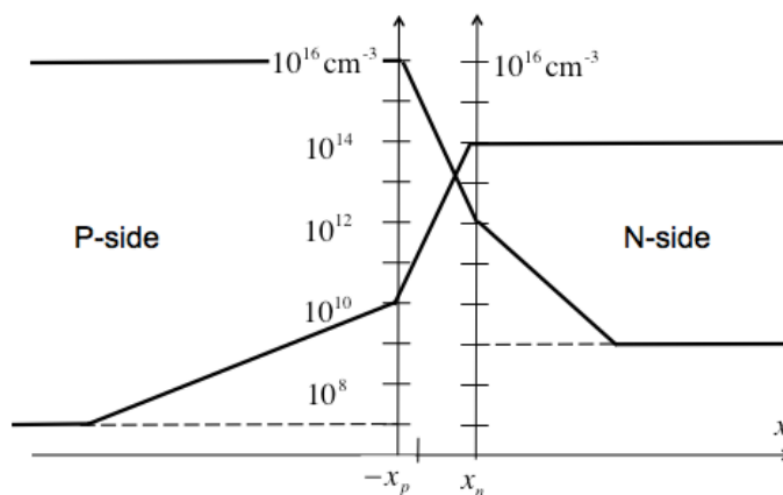
a) 计算  $J_D = I_D / A$ ，正向偏压  $V_A = 0.5 \text{V}$  时的二极管电流密度。

b) 计算  $J_D = I_D / A$  ,正向偏压  $V_A=0.6V$  时的二极管电流密度。

c) 计算  $J_D = I_D / A$  ,反向偏压  $V_A= -0.5V$  时的二极管电流密度。

d) 计算  $J_D = I_D / A$  ,反向偏压  $V_A= -0.6V$  时的二极管电流密度。

5) 下图显示了室温下 PN 结的载流子浓度。请回答下列问题。



a) 二极管是正偏还是反偏？请回答并解释原因。

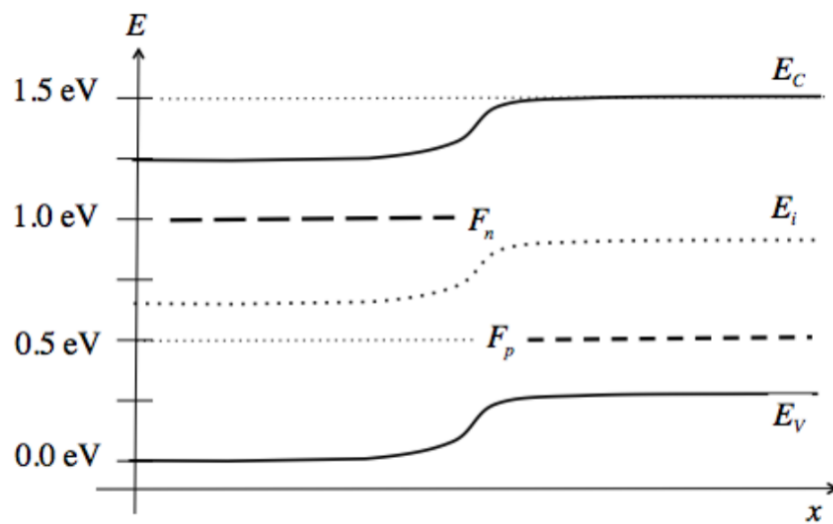
b) P 侧的受主浓度是多少？

c) N 侧的施主浓度是多少？

d) 本征载流子浓度是多少？

e) 施加到二极管的电压是多少？

6) 下图显示了二极管偏置的能带图。



a) 该二极管是正偏还是反偏？

b) 施加偏置的电压是多少？

c) 半导体的带隙是多少？

d) PN 结的内建电势是多少？