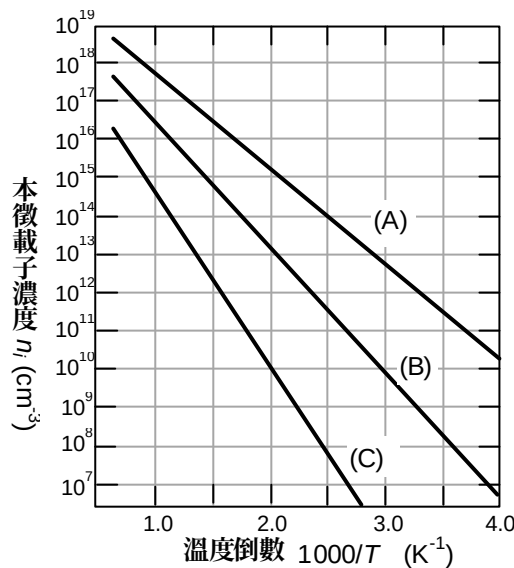


大葉大學九十學年度碩士在職專班招生考試試題紙

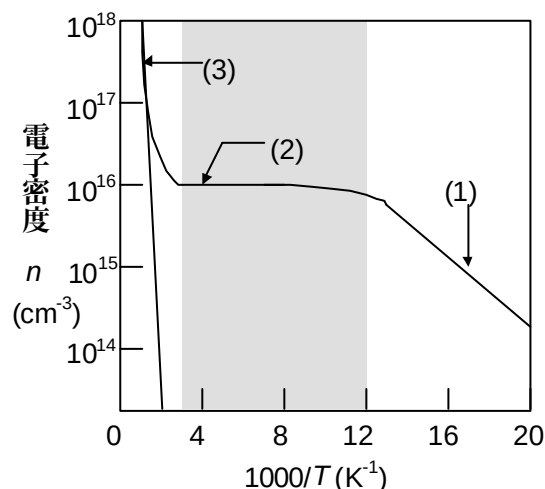
系 所 組 別	考 試 科 目 (中 文 名 稱)	考 試 日 期	備 註
電機工程學系 甲組 半導體學群	半導體概論	4 月 22 日 第 一 節	

註：考生可否攜帶計算機或其他資料作答，請在備註欄註明（如未註明，一律不准攜帶）

1. 【10%】下圖為三種半導體材料A、B、C所量測得到的本徵載子濃度(intrinsic carrier density) n_i 對倒數溫度($1000/T$)的關係圖。(a).由此圖形，請寫出本徵載子濃度與倒數溫度之間的函數關係為何？(b).說明你如何由此圖形得到這三種半導體的能帶隙(band gap)。那一個半導體的能帶隙最大？



2. 【20%】下圖是一個n型半導體的電子濃度與溫度倒數之間的關係圖。圖中可以分為三段區域。(a).在區域(1)、(2)、及(3)中，電子的主要來源分別為何？(b).圖中的半導體之中所摻雜的施體濃度 $N_D = ?$ 。(c).如果這是某個半導體元件中的最低摻雜濃度，則你認為這個元件所允許的最高操作溫度是多少？



3. 【10%】實驗發現在一個半導體中，載子的漂移速度 v 與電場 E 之間的關係式為：

$$v = \frac{aE}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{b}\right)^2 E^2}}$$

則求載子遷移率 $\mu = ?$ ，而飽和速度 $v_s = ?$ 。(提示：請回想遷移率及飽和速度的定義為何)

4. 【20%】在某些半導體材料中，我們可以發現所謂的「負動態電阻」(negative differential resistance, NDR)特性，也就是說在某個電壓範圍內，電流會隨著電壓的上升而下降的特性。(a).請畫出一個簡單的能帶圖來說明NDR特性是如何發生的？(b).由你在上面的說明中，請歸納出發生NDR的幾個必要條件為何？(c).請列舉兩種具有NDR特性的半導體(註明n型或p型)。(d).除了半導體材料可能會具有NDR特性之外，我們也可以由元件結構來得到NDR特性。那一種元件會具有NDR特性？

5. 【10%】霍爾效應(Hall effect)量測是半導體電性的一種重要量測。(a).畫一簡單的圖形說明霍爾效應量測的基本原理。(b).說明霍爾效應可以量測半導體的那些重要性質？

6. 【10%】電子與電洞的愛因斯坦關係式(Einstein relations)為：

$$\frac{D_n}{\mu_n} = \frac{D_p}{\mu_p} = \frac{k_B T}{q}$$

(a).說明為什麼載子的擴散係數 D_n 、 D_p 及遷移率 μ_n 、 μ_p 是彼此相關的參數？(b).說明為什麼擴散係數與遷移率的比值是與熱能 $k_B T$ 成正比？

7. 【20%】連續方程(continuity equation)是電荷守恆定律的一種描述。在一度空間中，在低階注入(low-level injection)的狀況下，在p型半導體中的少數載子(電子)濃度 n_p 的連續方程(continuity equation)為：

$$\frac{\partial n_p}{\partial t} = D_n \frac{\partial^2 n_p}{\partial x^2} + n_p \mu_n \frac{\partial E}{\partial x} + \mu_n E \frac{\partial n_p}{\partial x} + G_n - \frac{n_p - n_{p0}}{\tau_n}$$

其中 E 為電場， μ_n 為載子遷移率， τ_n 為載子生命期， n_{p0} 則是平衡時的載子濃度。則：

- (a).在上式中，等號右邊各項分別代表各種載子增加或降低的機制，請說明等號右邊各項所代表的意義為何？(b)求解上述的偏微分方程，我們須要幾個什麼樣的條件？(c).在半導體的中性區(neutral region)中，連續方程式可以簡化為何種型式？(d).當達到穩定狀態(steady state)時，連續方程式可以簡化為何種型式？