

102年公務人員特種考試外交領事人員及外交行政人員
考試、102年公務人員特種考試法務部調查局調查人員
考試、102年公務人員特種考試國家安全局國家安全情
報人員考試、102年公務人員特種考試民航人員考試、
102年公務人員特種考試經濟部專利商標審查人員考試試題

代號：70140 全一頁

考 試 別：專利商標審查人員

等 別：三等考試

類 科 組：電子工程

科 目：固態物理

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、(一)簡單立方晶格 (simple cubic lattice) 的原始向量 (primitive vector) 為 $\mathbf{a}_1 = a\mathbf{x}$, $\mathbf{a}_2 = a\mathbf{y}$, $\mathbf{a}_3 = a\mathbf{z}$; $\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}$ 為單位向量。推導簡單立方晶格倒置晶格 (reciprocal lattice) 的原始向量 $\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$ 。(10 分)

(二)矽的晶體結構為鑽石結構，可利用簡單立方晶格加上多原子的基底 (basis) 來構成。問基底的原子數目，並列出基底原子的座標 (以簡單立方晶格的原始向量為單位向量)。(10 分)

(三)利用基底的結構因子 (structure factor) 將簡單立方晶格的倒置晶格變換成矽的倒置晶格；變換後簡單立方倒置晶格中有些晶格點會消失，列出這些點的數學條件。(提示：結構因子的公式： $S_{\mathbf{G}} = \sum f_j \exp(-i\mathbf{G} \cdot \mathbf{r}_j)$ ，其中 f_j 為原子散射因子 (atomic form factor)， $\mathbf{G}$ 是倒置晶格向量。 $\mathbf{r}_j$ 是基底原子的實空間位置向量。)(10 分)

二、(一)以近似自由電子模型 (nearly free electron model) 考慮一塊三維半導體；其導電帶的電子能量為 $E(\mathbf{k}) = E_C + \hbar^2 \mathbf{k}^2 / (2m_e)$ ，推導此導電帶的電子能態密度 (density of state) $D(E - E_C)$ 。(15 分)

(二)假若費米能量 E_F 遠低於 E_C ，即 $(E_C - E_F) \gg k_B T$ ； k_B 為波茲曼常數， T 為絕對溫度。計算半導體導電帶電子濃度 n 之值。(10 分)

三、(一)考慮一塊半導體材料，載子的濃度為 n ，電荷為 q ，等效質量為 m_{eff} 。在材料的 x 方向加上外加電場 E_x ，造成單位面積電流 J_x 。試以牛頓第二運動定律推導 J_x 與 E_x 的關係式。其中應考慮載子的散射，散射的鬆弛時間為 τ 。(10 分)

(二)在 z 方向再外加磁場 B_z 。若令此材料 y 方向的電流 J_y 為零，試求 E_y 與 E_x 的關係，以及霍爾係數 $R_H = E_y / (J_x B_z)$ 之值。(15 分)

四、(一)何謂馬德隆常數 (Madelung constant)？(10 分)

(二)說明順磁性物質與居禮定律 (Curie law)。(10 分)