

# 物性工学

図 1 に示した結晶格子に関する以下の問に答えよ。

- 1) この格子は何と呼ばれるか？
- 2) 基本並進ベクトル  $\mathbf{a}'$ ,  $\mathbf{b}'$ ,  $\mathbf{c}'$  を、立方体の一辺の長さ  $a$  と  $x, y, z$  方向の単位ベクトル  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$  を用いて表せ。
- 3) この格子に対する逆格子の基本並進ベクトル  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{C}$  を求めよ。尚、解答欄には、導出過程も示せ。
- 4) この逆格子は、何と呼ばれる格子か？

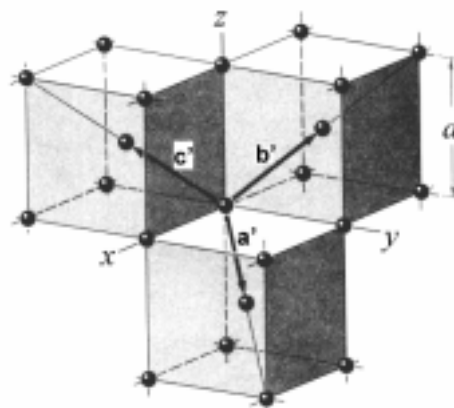


図 1 結晶格子

以下の文章中の a ~ j に当てはまる、言葉あるいは記号を解答せよ。

図 2 (a) (b) は、半導体のバンド構造とバンド間光学遷移を模式的に示したものである。図 2 (a) のように、価電子帯の上端と伝導帯の下端が共に  $\mathbf{k} = 0$  にあるような半導体は a 遷移型半導体、図 2 (b) のように価電子帯の上端と伝導帯の下端が異なる  $\mathbf{k}$  にあるような半導体は b 遷移型半導体と呼ばれる。波動ベクトル  $\mathbf{k}_{in}$ 、エネルギー  $\hbar\omega_{in}$  の光が入射し、波動ベクトル  $\mathbf{k}_v$ 、エネルギー  $E_v(\mathbf{k}_v)$  の状態にある価電子帯の電子が、波動ベクトル  $\mathbf{k}_c$ 、エネルギー  $E_c(\mathbf{k}_c)$  を持つ伝導帯の状態に遷移するとする。このような光学遷移の過程では、エネルギーと運動量 ( $\mathbf{k}$  ベクトル) が保存される。図 2 (a) でのエネルギー保存則は  $E_c(\mathbf{k}_c) - E_v(\mathbf{k}_v) =$  c となり、運動量保存則は、 $\mathbf{k}_c - \mathbf{k}_v =$  d と書ける。入射光の波長を  $\lambda$  とすると、 $|\mathbf{k}_{in}| =$  e であるので、 $\lambda$  が半導体結晶の格子定数の 1000 倍程度とすると、f は第 1 Brillouin Zone の大きさの g 程度となり、図 2 (a) 上では光学遷移は h に起こるとみなせる。図 2 (b) の光学遷移は、フォノンの吸収または放出を伴い、関与するフォノンのエネルギーと波動ベクトルをそれぞれ、 $\hbar\omega_q$ 、 $\mathbf{q}$  とすると、エネルギー保存則は  $E_c(\mathbf{k}_c) - E_v(\mathbf{k}_v) =$  i、運動量保存則は  $\mathbf{k}_c - \mathbf{k}_v =$  j と書ける。

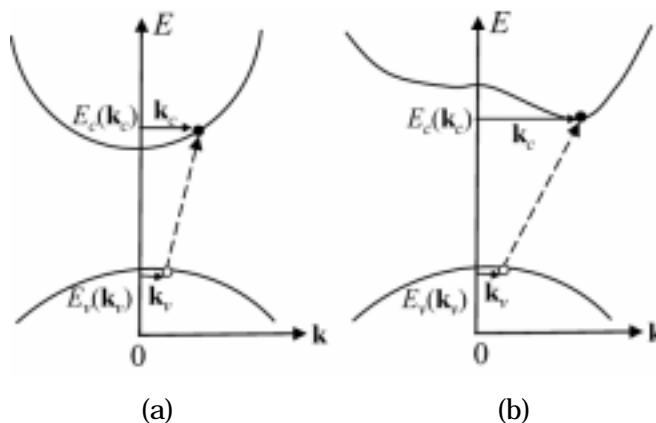


図 2 半導体のバンド構造とバンド間光学遷移