

# 物性工学

問題 1 次の文章中の(i)~ (xvii) に当てはまる, 言葉, 数式, 記号等を対応する解答欄に書け。

結晶格子は(i)個のブラベー格子に分類できる。その一つである面心立方格子の単位胞を図 1 の立方体(格子定数  $a$ )にとると, その中に(ii)個の原子が存在しており, これは基本単位胞 (Primitive cell) ではない。格子ベクトル  $R = n_1 a + n_2 b + n_3 c$  ( $n_1, n_2, n_3$ : 整数) ではすべての格子点を表す事はできない。一方,  $a, b, c$  方向の単位ベクトルを  $i, j, k$  で表し,  $a' = (a/2)(i + j), b' = (a/2)(j + k), c' = (a/2)(k + i)$  を基本ベクトルととると, 単位胞あたり一個の原子が存在する基本単位胞が得られる。 $a', b', c'$  の長さは, (iii)  $\times a$ , 互いのなす角度は(iv)度である。

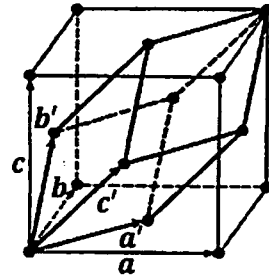


図 1 面心立方格子

格子ベクトル  $R = n_1 a + n_2 b + n_3 c$  に対して,  $G \cdot R = 2\pi N$  ( $N$ : 整数) になるようなベクトルを(v)という。(v)を  $G = ha' + kb' + lc'$  と書くと,  $a^* =$ (vi),  $b^* =$ (vii),  $c^* =$ (viii)となる。整数  $h, k, l$  の組は  $(hkl)$  面の(ix)と呼ばれ,  $G$  は  $(hkl)$  面と垂直に交わる。 $G$  と  $(hkl)$  面の面間隔  $d_{hkl}$  の間には, (x)の関係がある。一般に, 低指数面ほど面間隔が(xi)く, 面内における格子点の密度が(xii)い。

図 1 の  $a', b', c'$  の逆格子ベクトルをベクトル  $i, j, k$  で表すと,  $a^* =$ (xiii),  $b^* =$ (xiv),  $c^* =$ (xv)となる。これは, 格子定数(xvi)の(xvii)の基本ベクトルになっている。つまり, 面心立方格子の逆格子は(xviii)である。

問題 2 次の文章中の(a)~ (h) に当てはまる, 言葉, 数式, 記号等を対応する解答欄に書け。

エネルギーバンド構造  $E(k)$  に対して, 電子の状態密度は,

$$D(E) = \frac{1}{4\pi^3} \int_S \frac{dS}{|\nabla_k E(k)|} \quad (1)$$

で与えられる。ここで,  $dS$  は等エネルギー面  $S$  上の面積素で積分はこの等エネルギー面にわたって行う。等エネルギー面が球面で, 電子のエネルギーが  $E(k) = \frac{\hbar^2 k^2}{2m^*}$  ( $m^*$ : 電子の有効質量) の場合,

$|\nabla_k E| =$ (a),  $\int_S dS =$ (b)より,  $D(E)$  を  $E(k)$  で表すと  $D(E) =$ (c)となる。つまり, 状態密度はエネルギーの(d)乗に比例する。状態密度は, 有効質量が大きいほど(e)。

ゲルマニウム結晶では, 伝導体の底がブリュアンゾーンの(f)点にある。波数  $k$  を伝導体の底の波数  $k_0$  から測ると, 電子のエネルギーは  $E(k) = \frac{\hbar^2}{2} \left( \frac{k_x^2 + k_y^2}{m_t^*} + \frac{k_z^2}{m_l^*} \right)$  ( $m_t^*$ : 横有効質量,  $m_l^*$ : 縦有効質量) であらわされ, 等エネルギー面が(g)の形状をしている。この場合,  $D(E)$  の式中の有効質量は(h)となる。