

固体電子工学

平成18年前期 中間試験問題

平成18年6月5日

注意

1. 本・ノートを参照しても良い。
2. 電卓を使用しても良い。
3. 試験問題を解くにあたって必要であれば次を用いよ。

電子の質量	m	9.11×10^{-31}	kg
プランク定数	\hbar	1.05×10^{-34}	Js
ボルツマン定数	k_B	1.38×10^{-23}	JK ⁻¹
素電荷	e	1.60×10^{-19}	C
真空の誘電率	ϵ_0	8.85×10^{-12}	C/Vm
アボガドロ数	N_A	6.022×10^{23}	mol ⁻¹

1

シリコン Si は原子番号14、原子量 28 の原子である。

注) 原子量: アボガドロ数 N_A 個の原子の重さ(g)。

(1) シリコンの原子軌道を記せ。

(例: ボロン B の原子軌道は $1s^2 2s^2 2p^1$)

(2) シリコンが結晶を作ると、図1のようなダイヤモンド構造となる。このシリコン結晶における結合エネルギーについて、解説せよ。

(3) シリコン結晶 1 g には何個の原子が含まれているか。

(4) LSI (大規模集積回路) で用いているシリコン・ウエハは、厚さ 0.5mm、直径 30cm の円盤である。この重さを計算せよ。

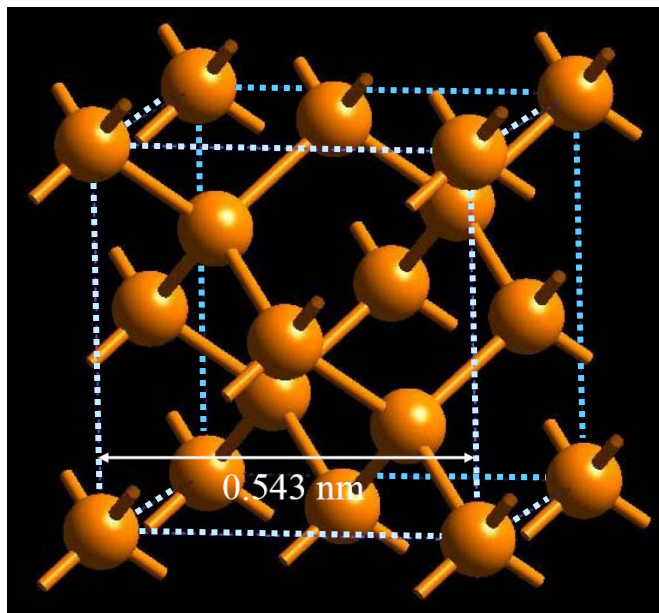


図1

2

図2は単純立方格子と面心立方格子 fcc 構造を示したものである。それぞれの構造を剛体球モデルによって考えたとき、fcc 構造の場合、原子の占めている割合は、単純立方格子の場合の何倍になるか。

剛体球モデル：原子を半径 r の球として取り扱う。このとき半径 r はとりうる最大の半径とする。

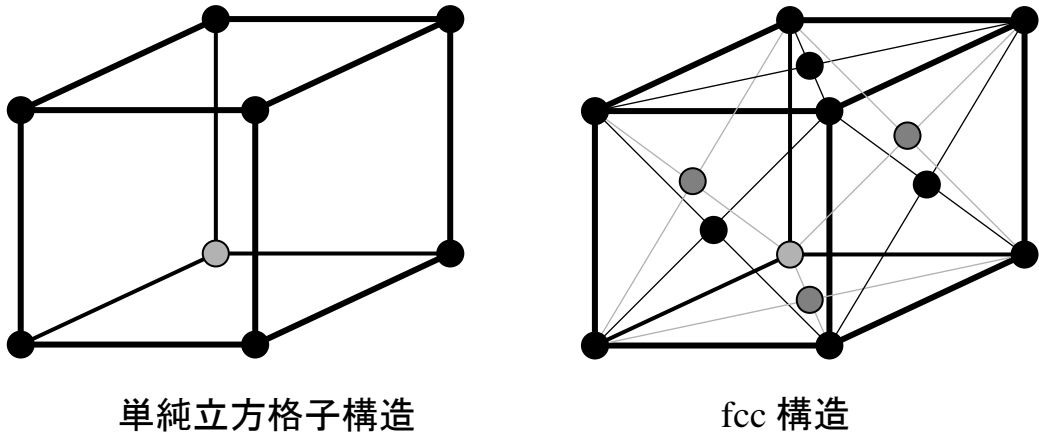


図2

3

価電子数 z 、原子量 M の原子による結晶が密度(単位体積あたりの重さ) ρ をもつとする。

(1) 単位体積あたりの電子数 n を与える式を記せ。

(2) Li および Na の価電子を自由電子と考え、これら金属の室温(27°C)における電子比熱を計算せよ。ただし密度はそれぞれ 0.534 g cm^{-3} , 0.97 g cm^{-3} とする。

注) Li, Na の原子量はそれぞれ 7 と 23 である。

図3は二次元の三角格子を示したもので、QAD は正三角形をなし、C は Q, A, D から等距離に位置している。Q の位置を原点とし、QB の長さを a とする。すなわち、図3のように x 座標、 y 座標をとると、点 Q は $(0, 0)$ 、点 B は $(0, a)$ となる。

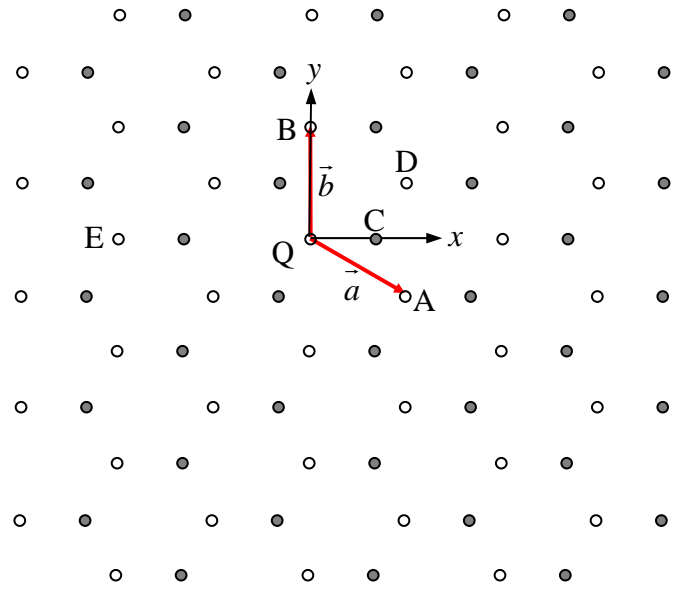


図3

- (1) 図3の格子ベクトル \vec{a}, \vec{b} を x, y 座標で表わせ。
- (2) \vec{a}, \vec{b} の逆格子ベクトルを求めよ。
- (3) \circ の位置は $\vec{r}_{n,m} = m\vec{a} + n\vec{b}$ (m, n は整数)と表わすことができる。点 D, E の m, n を記せ。
- (4) 格子点 D, E を通る格子面のミラー指数を記せ。
- (5) 格子点 D, E を通る格子面の面間隔を求めよ。
- (6) C の位置を $\alpha\vec{a} + \beta\vec{b}$ と書いたときの α, β を求めよ。
- (7) \circ は電荷 $+e$ の正イオン、 \bullet は電荷 $-e$ の負イオンの場合について、Madelung 係数を与える式を記せ。
- (8) \circ と \bullet が同一原子の場合について、構造因子を求めよ。