

結合・構造論

【問1】 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

固体物質は、原子配列の観点から分類すると、三次元の空間内に原子が規則正しく配列した結晶と、原子配列の乱れた非晶質（アモルファス）に分けられる。結晶には周期性があり、その最小の繰返し単位を **ア** と呼び、その形は 7 つの晶系と **イ** 種類のブラベ（Bravais）格子に分類できる。非晶質の原子配列には周期性はないものの、**ウ** 秩序は存在する。結晶質固体は、単結晶と多結晶体に分類され、多結晶体は一般に原料粉体を融点以下の温度で熱処理する **エ** 反応によって合成される。

- 1) **ア** ~ **エ** に適切な語句または数字を入れよ。
- 2) 立方晶系におけるブラベ格子をすべて挙げ、各ブラベ格子の格子点を図示せよ。
- 3) 非晶質は熱力学的には準安定状態であり、熱処理などによって結晶化する。結晶の方が非晶質よりも熱力学的に安定である理由を述べよ。
- 4) 単結晶も非晶質も融液からの冷却によって生成することができる。両者の生成法の違いを述べよ。
- 5) 下線部について、同一物質の単結晶と多結晶体とで異なる用途の材料として用いられる例を 1 つ挙げ、物質名とともにその材料用途について述べよ。

【問2】 半導体に関する以下の設問に答えよ。

- 1) ダイヤモンド型構造の 14 族元素単体のエネルギーバンド構造を化学結合の視点から説明せよ。
- 2) 電気伝導度 σ はキャリア濃度 n 、電荷 e 、移動度 μ の関数として、 $\sigma = ne\mu$ で表される。図 1 はリンをドープしたシリコン半導体の電気抵抗率 ρ （電気伝導度 σ の逆数）の温度変化を示している。図中の①～③の領域における電気抵抗率の温度依存性について説明せよ。

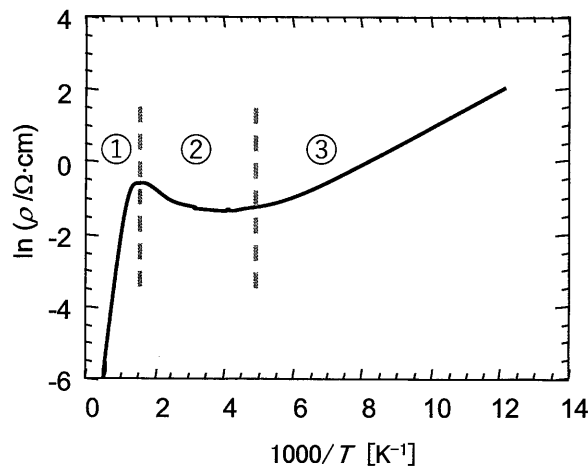


図1 リンをドープしたシリコン半導体の電気抵抗率の温度変化

- 3) 14 族元素を中心として、電気陰性度差の小さな原子を組み合わせて 14 族元素と等電子構造をつくることによって、化合物半導体の基本設計が可能となる。発光ダイオードに用いられる GaN や太陽電池に用いられる $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ (CIGS) など、近年開発されてきた化合物半導体はレアメタルが構成元素となっているが、将来的にはユビキタス元素からなる化合物半導体の開発が重要となる。この材料設計指針に基づいてユビキタス元素からなる化合物半導体の候補となる物質の化学組成を 1 つ挙げよ。

※ユビキタス元素：存在比の高い「ありふれた」元素のこと

参考：元素の周期表（第 6 周期以下を省略）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe