

1. 金属結晶, イオン結晶, 共有結合性結晶, ファンデルワールス結晶 (分子結晶) に関する以下の問いに答えよ.
 - (1) 格子定数が 0.2867 nm の体心立方晶と, 格子定数が 0.3654 nm の面心立方晶の鉄の結晶がある.
 - (1-1) 体心立方晶および面心立方晶中の鉄の原子半径をそれぞれ求めよ.
 - (1-2) この鉄の体心立方晶と面心立方晶は, 大気圧下でいずれか一方が室温での安定相, 他方が高温安定相である. 高温安定相はどちらであるかを, その理由とともに答えよ.
 - (2) 酸化物, 硫化物, 塩化物の多くは, 陰イオンと陽イオンの配列により構成されているイオン結晶である.
 - (2-1) 塩化ナトリウム結晶中で, ナトリウムイオンが作る格子の名称を答えよ.
 - (2-2) 問(2-1)と同様に, 塩化ナトリウム結晶中で, 塩化物イオンが作る格子の名称を答えよ.
 - (2-3) 多くの場合, イオンの大きさは, 陰イオンの方が陽イオンより大きい. この理由を述べよ.
 - (2-4) 塩化ナトリウム結晶の格子定数は 0.5642 nm である. 塩化ナトリウム結晶では, 大きな塩化物イオン同士が接触して問(2-2)の配列で充填し, その隙間にナトリウムイオンが塩化物イオンと接触して充填しているとする. この場合, ナトリウムイオンおよび塩化物イオンのイオン半径をそれぞれ求めよ.
 - (3) 金属結晶, イオン結晶, 共有結合性結晶, ファンデルワールス結晶の各結晶中の結合の違いに基づくと, それらを構成する原子間 (ファンデルワールス結晶の場合は分子間) の結合エネルギーが最も小さい結晶はどれか. また, 結合エネルギーが 2 番目に小さい結晶はどれか. それぞれ答えよ.
 - (4) 電子が電荷担体である場合の金属結晶, イオン結晶, 共有結合性結晶の電気伝導度について, 結晶中の結合の違いに基づいて考える.
 - (4-1) 金属結晶, イオン結晶, 共有結合性結晶を, 電気伝導度が大きい順に答えよ.
 - (4-2) 問(4-1)の順になる理由を述べよ.
 - (5) 金属および半導体はいずれも電子伝導体として広く使われている.
 - (5-1) 金属および半導体の電気伝導度は温度の上昇とともに, それぞれどのように変化するか答えよ.
 - (5-2) 電気伝導度の温度依存性が問(5-1)のようになる理由をそれぞれ述べよ.

2. 以下の問いに答えよ。

(1) 黄銅 (70mass%Cu-30mass%Zn) にモリブデン線をきつく巻きつけた後、表面に厚く銅をめっきして作製した黄銅-銅の拡散対の断面図を図2-1に示す。この拡散対を800℃で長時間加熱した後に、モリブデン線の間隔 (d) を測定した。モリブデンは黄銅にも銅にも固溶しないものとする。

(1-1) このとき、黄銅と銅の界面には新たな金属間化合物が見られるか。Cu-Zn系状態図(図2-2)に基づき考察し、理由と共に答えよ。

(1-2) モリブデン線の間隔 (d) は、時間の1/2乗に比例して減少した。このことから推察される拡散の特徴を、以下の語句を用いて説明せよ。

相互拡散, 空孔, Zn原子, Cu原子

(1-3) 実験者の名にちなんで、この現象は何効果と呼ばれるか。その名称を答えよ。

(2) Cu-Zn系状態図(図2-2)中の点Xで示される融液をゆっくり冷却した場合の凝固過程を考える。

(2-1) 点Xで示される融液を冷却したとき、最初に晶出する固相は何か答えよ。

(2-2) 700℃で生じる反応はどのようなものか説明せよ。

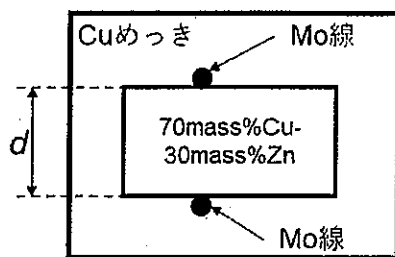


図2-1 黄銅-銅拡散対の断面図

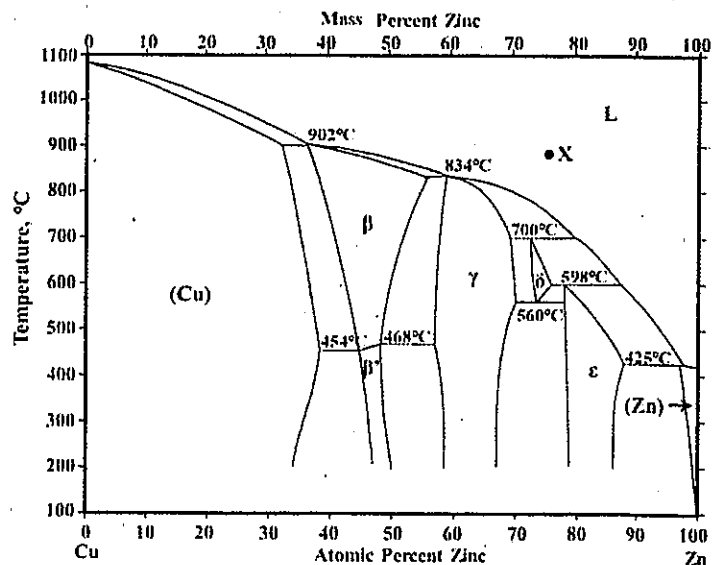


図2-2 Cu-Zn系状態図

(3) 円柱状の金属試験片(初期の直径13.0mm)の引張試験を行ったところ、公称応力が450MPaで破断した。破断部の試験片の直径は10.9mmであった。

(3-1) この試験片の延性を求めよ。

(3-2) この試験片に加えられた力を求めよ。

(3-3) 破断部の真応力を求めよ。