

問1. グラフェンは、図1に示すように、炭素原子の結合からできた一原子層の六角網面構造を有する。これに関して、以下の間に答えよ。

- (1) グラフェンの単位格子を図1中に描け。
- (2) 炭素原子同士の結合様式を詳細に説明せよ。
- (3) 炭素間の結合の長さは0.142 nmである。グラフェンの比表面積を計算せよ。ただし、Cの原子量を12.0、アボガドロ定数を $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 、グラフェンの厚さは無視できるものとする。
- (4) グラフェンは透明導電膜として使われる。多層グラフェンシートにおけるグラフェン1枚あたりの光吸収率を2.3%とすると、光透過率が90%以上の透明導電膜を作るために、最大何枚のグラフェンを重ねることができるか。
- (5) グラフェン同士が重なってグラファイト構造になる。グラファイト層間の結合は、多結晶構造のグラファイトの機械的特性にどのような影響を与えるかを説明せよ。

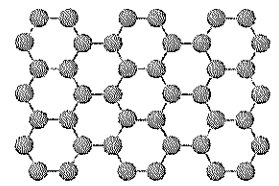


図1 グラフェンの構造

問2. AgCl結晶は岩塩型構造であり、その主要な固有欠陥はフレンケル欠陥である。AgClのイオン伝導は準格子間伝導機構である。以下の問に答えよ。

- (1) AgClのフレンケル欠陥を説明し、その欠陥生成の反応式を記せ。
- (2) AgClにおいて、Cl⁻イオンがフレンケル欠陥を形成しにくい理由を説明せよ。
- (3) AgClにおけるフレンケル欠陥を含むイオン配置を立体的に図示せよ。
- (4) 温度の上昇とともにAgCl中のフレンケル欠陥の濃度が増加することを、熱力学の観点から説明せよ。
- (5) 温度はAgClのイオン伝導性にどのような影響を与えるか説明せよ。
- (6) AgClにCdCl₂を固溶させたら、どのような欠陥が形成されるか。この欠陥はフレンケル欠陥の濃度にどのような影響を及ぼすかを説明せよ。

問3. 以下の問に答えよ。

(1) 酸化ジルコニウムは電氣的に絶縁体であるが、酸化ジルコニウムに少量の酸化カルシウムをドーピングすることで酸化物イオン伝導性を示すようになる。欠陥生成反応式を示してこの理由を説明せよ。

(2) n 型半導体酸化物は、空气中と比較して、メタンなどの可燃性ガスが存在すると電気伝導率が高くなる。この理由を説明せよ。

(3) 次の語句の定義を説明せよ。

「セラミックス」

「ポアソン比」

(4) セラミックス材料が金属材料と比較して優れている点を2つ挙げよ。

(5) 伝統的セラミックスとファインセラミックスの違いを原料の違いから説明せよ。

問4. 以下の問に答えよ。

(1) 結晶質と非晶質の違いを原子配列の観点から説明せよ。

(2) 次の文章 I, II の空欄に適切な語句を記せ。

「文章 I」

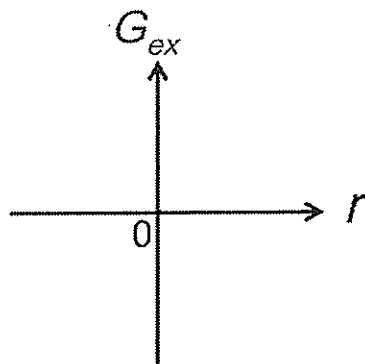
板状固体 A を空气中で高温に保持すると、その表面に新たな酸化物の緻密層 (AO) が形成した。この AO 層がさらに厚くなる (成長する) ためには、 A^{2+} や O^{2-} のいずれか、あるいはこれら両方が AO 層内を する必要がある。この が成長速度を支配すると仮定するとき、成長速度は反応時間とともに する。このような成長様式を 則と呼ぶ。

「文章 II」

融点は固体が融解して液体になる温度である。融点では固体と液体が 状態にあり、固体と液体のギブズ自由エネルギーが等しいため、融解のエントロピー変化が ほど、融解のエントロピー変化が ほど融点は高くなる。

ア		イ	
ウ		エ	
オ		カ	

(3) 焼結は隣接した曲面の曲率の違いに基づく表面自由エネルギー差を駆動力として進行する。平面の表面自由エネルギーを G_0 、曲率半径 r の球状曲面の表面自由エネルギーを $G_0 + G_{ex}$ とする時、 r と G_{ex} の関係を下のグラフに図示せよ。



(4) 焼結の定義を述べ、常圧焼結に対する加圧焼結の長所および短所を説明せよ。