
問1. 以下の問に答えよ。

- (1) イオン結合性物質について、結合が形成される仕組みを説明せよ。また、イオン結合に起因する物質の特徴を2つ説明せよ。
- (2) ルチル型構造をとる二酸化チタン TiO_2 について、この構造の単位格子を Ti^{4+} イオンと O^{2-} イオンの種類を区別して図示せよ。また、単位格子中に含まれる Ti^{4+} イオンと O^{2-} イオンの正味の個数をそれぞれ答えよ。
- (3) 二酸化チタンが、 TiO_{2-x} の不定比金属酸化物の組成を有する時、n型半導性（電子伝導性）を示す理由を、欠陥生成反応式を示して説明せよ。
- (4) TiO_{2-x} の電子伝導性を低下させたい。どのような金属酸化物を少量置換固溶すると電子伝導性が低下する可能性があるか、欠陥生成反応式を示して説明せよ。

問1の解答欄(解答欄が不足する場合は、その旨、おもて面に明記して、同一用紙の裏面に解答すること。)

問2. 無機材料の電気伝導性について以下の問に答えよ。

- (1) 電気伝導度 σ は式 $\sigma = ne\mu$ で表わされる。この式にある記号 n , e と μ の意味および単位を説明せよ。
- (2) 室温では金属 Al の電気伝導度は $3.7 \times 10^7 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ であるのに対し、半導体 Si の電気伝導度は $3.4 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ である。金属と半導体の間に大きな電気伝導度の差を生じる主な原因を説明せよ。
- (3) 温度上昇とともに、金属の電気伝導度は減少し、半導体の電気伝導度は指数関数的に増加する。その理由を説明せよ。
- (4) ダイヤモンド結晶は無色透明な絶縁体であるが、シリコン結晶は黒に近い半導体である。色と電気伝導性の違いが生じる理由を説明せよ。
- (5) 純粋な NiO は絶縁体であるが、空气中で加熱することにより半導体となる。その理由を説明せよ。

問2の解答欄(解答欄が不足する場合は、その旨、おもて面に明記して、同一用紙の裏面に解答すること。)

問3. 以下の問に答えよ。

- (1) 非晶質固体と結晶質固体の違いを、原子配列の観点から説明せよ。
- (2) 伝統的セラミックスが、限られた種類の元素群を利用してきた理由を説明せよ。
- (3) 水中に分散した金属酸化物微粒子の表面が水酸基で終端されていると仮定する ($-M^{n+}-OH$)。ここで M^{n+} は金属イオンである。この微粒子の水中での表面の帯電状態に及ぼす金属 M の電気陰性度の影響について説明せよ。
- (4) 常圧焼結に対する加圧焼結法の長所と短所をそれぞれ2つずつ簡潔に答えよ。
- (5) 炭化ケイ素 SiC の表面酸化を高酸素分圧下あるいは低酸素分圧下で行った。それぞれの酸素分圧で起こる反応を化学反応式で示せ。なお、化学反応式に記載する物質にはそれぞれ物理状態 (s (solid), l (liquid), g (gas)) を付すこと。

問3の解答欄(解答欄が不足する場合は、その旨、おもて面に明記して、同一用紙の裏面に解答すること。)