

令和3年度長崎大学大学院工学研究科

博士前期課程 総合工学専攻一般入試

化学・物質工学コース 専門科目 B

無機材料学

この分野の問題を選択する場合は左の枠内に○を付け、選択しない場合は×を付けること。

受験番号 \_\_\_\_\_

※用紙の2枚目以降には決して受験番号を記入しないこと。

---

この線の下には受験者は何も記入しないこと。

整理番号 \_\_\_\_\_

問1. 以下の問に答えよ。

- (1) 六方晶系の単位格子を、原点、 $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $c$  軸方向を明記して描き、 $(\bar{1}012)$ 面、 $(10\bar{1}0)$ 面および $(11\bar{2}0)$ 面と $[0001]$ および $[1100]$ 方向を図示せよ。
- (2) 同一半径  $r$  の球（剛体球）で六方最密充填の単位格子を形成した場合、単位格子中の球の充填率はいくらになるか求めよ。有効数字2桁で解答せよ。なお、計算の過程を書くこと。
- (3) 次の酸化物の中で、六方晶系の構造の酸化物を1つ取り上げ、その用途を説明せよ。  
a)  $\text{TiO}_2$ , b)  $\text{ZnO}$ , c)  $\text{CeO}_2$ , d)  $\text{Y}_2\text{O}_3$

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.  $\text{CeO}_2\text{-Gd}_2\text{O}_3$  固溶体について以下の問に答えよ。

- (1) 萤石型構造  $\text{CeO}_2$  において、酸化物イオンの配列および陽イオン  $\text{Ce}^{4+}$  が占有するサイトを説明せよ。
  - (2)  $\text{CeO}_2$  に  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  が固溶した  $\text{CeO}_2\text{-Gd}_2\text{O}_3$  固溶体の化学式を記せ。
  - (3)  $\text{CeO}_2\text{-Gd}_2\text{O}_3$  固溶体は高温で優れた酸化物イオン伝導体である。その理由を説明せよ。
  - (4) 低酸素分圧下では、 $\text{CeO}_2\text{-Gd}_2\text{O}_3$  固溶体中の  $\text{Ce}^{4+}$  から  $\text{Ce}^{3+}$  への還元が容易に起こる。 $\text{CeO}_2\text{-Gd}_2\text{O}_3$  固溶体は  $n$  型半導体の性質を示す。その伝導機構を説明せよ。
  - (5)  $\text{CeO}_2\text{-Gd}_2\text{O}_3$  固溶体  $n$  型半導体について電気伝導度  $\sigma$  が  $(P_{\text{O}_2})^{-1/4}$  に比例することを示せ。
- 

解答欄

---

問3. 以下の問に答えよ。

- (1) セラミックス焼結体の開気孔率を測定する方法について、1つ例を挙げて説明せよ。
- (2) 酸化銅(I)は陰イオン過剰型の不定比性酸化物 ( $\text{Cu}_2\text{O}_{1+x}$ ,  $x > 0$ ) であり、 $p$ 型半導体としてふるまう。この理由を、欠陥生成反応を示して説明せよ。
- (3) 炭化ケイ素 ( $\text{SiC}$ ) と窒化ケイ素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) の熱安定性 (融点, 分解温度) は前者の方が高い。この理由を説明せよ。
- (4) 固体表面に亀裂 (クラック) が存在すると、亀裂がないものと比較して小さな応力の印加で破壊に至る。この理由を説明せよ。
- (5) 固体材料の表面が、接触する気体との間で化学反応を起こして表面反応層を形成するとき、多くの場合、反応速度は時間と共に低下する。この理由を説明せよ。

---

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。)