

令和8年度 長崎大学大学院総合生産科学研究科

博士前期課程 総合生産科学専攻 一般入試

共生システム科学コース (化学・物質科学分野) 専門科目 B

## 金属材料学

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) 図1は金属A, Bの2元系平衡状態図を表す。金属Bの原子分率  $x_B$  が60 at%であるA-60%B合金(合金X)を温度  $T_0$ まで加熱すると液相(L相)になる。合金Xを温度  $T_1$ の直下まで徐冷すると、ある相(P相)が晶出を開始する。このP相は、 $\alpha$ 相、 $\beta$ 相、 $\gamma$ 相の何れであるか答えよ。
- 2) 合金Xを温度  $T_2$ まで徐冷すると、P相とL相の合金組成および量比が変化する。この時のP相中の金属Bの原子分率  $x_B$ を図1から読み取れ。更に、この時のP相とL相との量比を求めよ。
- 3) 合金Xを温度  $T_3$ の直上まで徐冷すると、P相とL相の合金組成および量比が変化する。この時のL相中の金属Bの原子分率  $x_B$ を図1から読み取れ。更に、この時のP相とL相の量比を求めよ。また、温度  $T_3$ では不変系反応が進行する。この不変系反応の名称と反応式をそれぞれ記述せよ。
- 4) 前記3)の反応終了後、温度  $T_3$ の直下では、P相に加えて、ある相(Q相)が形成されている。このQ相は、 $\alpha$ 相、 $\beta$ 相、 $\gamma$ 相の何れであるか答えよ。また、この時のQ相中の金属Bの原子分率  $x_B$ を図1から読み取れ。更に、この時のP相とQ相の量比を求めよ。
- 5) 合金Xを温度  $T_4$ の直上まで徐冷すると、P相とQ相の合金組成および量比が変化する。この時のP相中の金属Bの原子分率  $x_B$ を図1から読み取れ。更に、この時のP相とQ相の量比を求めよ。また、温度  $T_4$ では不変系反応が進行する。この不変系反応の名称と反応式をそれぞれ記述せよ。
- 6) 前記5)の反応終了後、温度  $T_4$ の直下では、Q相に加えて、ある相(R相)が形成されている。このR相は、 $\alpha$ 相、 $\beta$ 相、 $\gamma$ 相の何れであるか答えよ。また、この時のR相中の金属Bの原子分率  $x_B$ を図1から読み取れ。更に、この時のR相とQ相の量比を求めよ。
- 7) 合金Xを温度  $T_5$ まで徐冷すると、R相とQ相の合金組成が変化する。温度  $T_5$ におけるP相、Q相、R相のGibbs自由エネルギー・組成曲線( $G-x$ 曲線)を描け。また、共通接線の法則を利用して、合金X中のR相とQ相の平衡組成(原子分率)を  $G-x$ 曲線上に図示せよ。更に、この時のR相中の金属Aの化学ポテンシャル  $\mu_A^R$ とQ相中の金属Bの化学ポテンシャル  $\mu_B^Q$ を  $G-x$ 曲線上に図示せよ。

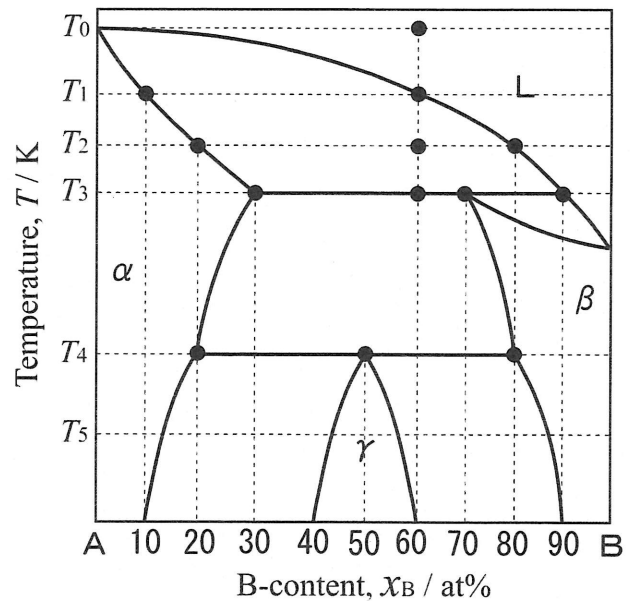


図1 金属A, Bの2元系合金状態図(圧力一定条件)

解答欄

問2. 以下の問に答えよ。

- 1) 核発生-成長過程が律速となる分解型不変系反応における反応率  $X$  と時間  $t$  との関係式 (Johnson-Mehl-Avrami の式) を記述し,  $X$  と  $t$  の関係をグラフ化せよ。ただし, 過冷度と成長速度に関する定数を  $k$ , 反応様式に関する定数を  $n$  とする。
- 2) 生成相内での原子の拡散が律速となる加成型不変系反応における反応率  $X$  と時間  $t$  との関係式 (Einstein の式) を記述し,  $X$  と  $t$  の関係をグラフ化せよ。ただし, 過冷度と拡散速度に関する定数を  $k$ , 潜伏期を  $t_0$  とする。
- 3) 平均結晶粒径  $r$  の金属多結晶中の粒界に蓄えられた過剰自由エネルギー  $\Delta G_B$  を  $r$  および粒界の界面張力  $\gamma$  を用いて数式化せよ。ただし, 結晶粒は球形であると仮定する。
- 4) 前記3) の金属多結晶を高温で加熱し粒成長させた。この時の結晶粒成長速度  $dr/dt$  が  $\Delta G_B$  に比例すると仮定して, 微分方程式を立式せよ。ただし, 比例定数を  $k$  とする。また, この微分方程式を解き,  $r$  を時間  $t$  の関数として数式化せよ。ただし, 比例定数を  $K$  とする。
- 5) 図2に共析鋼の TTT 図および CCT 図を示す。点線①, ②, ③, ④のように等温変態させた場合に得られる組織の名称および点線⑤, ⑥, ⑦のように連続冷却変態させた場合に得られる組織の名称を答えよ。

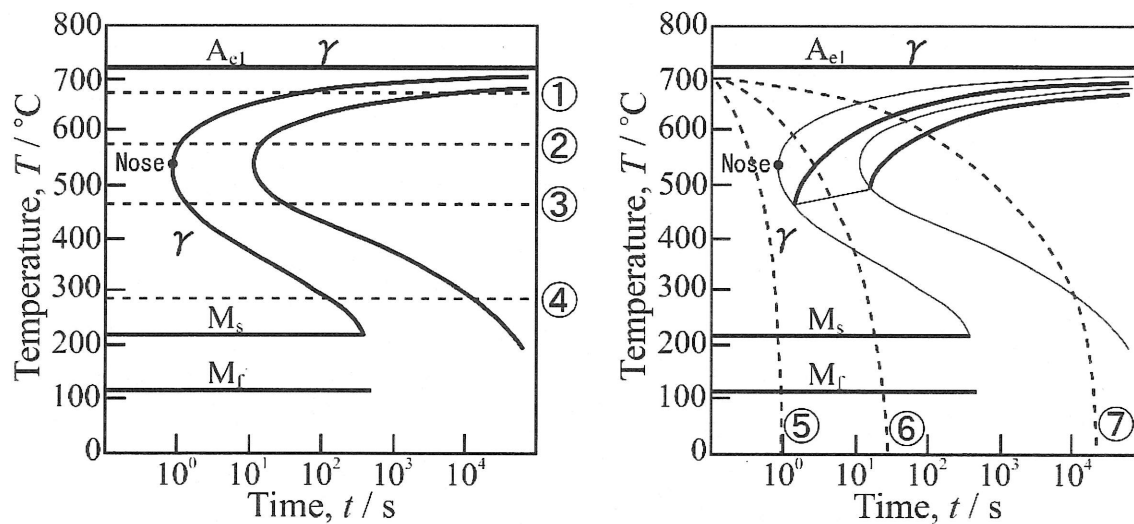


図2 共析鋼の TTT 図における等温線①, ②, ③, ④および CCT 図における連続冷却曲線⑤, ⑥, ⑦

解答欄