

令和6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 _____

金属材料学 1/2

問 1. 図 1 の Fe-C 系平衡状態図に関して、以下の問に答えよ。ただし、 Fe_3C は θ 相であるものとする。

- 1) Fe-0.16wt%C 合金を液相から 1493℃まで徐冷すると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記述せよ。この不変系反応は、生成相内を通過する Fe 原子と C 原子の拡散の速さによって支配される。この反応の反応率 ξ と反応時間 t の関係式を示し、グラフに描け。
- 2) Fe-4.3wt%C 合金を液相から 1130℃まで徐冷すると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記述せよ。この不変系反応は、核発生・成長過程によって進行する。この反応の反応率 ξ と反応時間 t の関係式を示し、グラフに描け。
- 3) Fe-0.8wt%C 合金を 800℃で溶体化処理後、723℃まで徐冷すると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記述せよ。
- 4) Fe-0.8wt%C 合金を 800℃で溶体化処理後、300℃まで急冷して、等温保持すると潜伏期間を経た後、相変態が進行する。この相変態の名称と生成組織の特徴を説明せよ。
- 5) Fe-0.8wt%C 合金を 800℃で溶体化処理後、100℃まで急冷すると相変態が進行する。この相変態の名称と生成組織の特徴を説明せよ。

解答欄

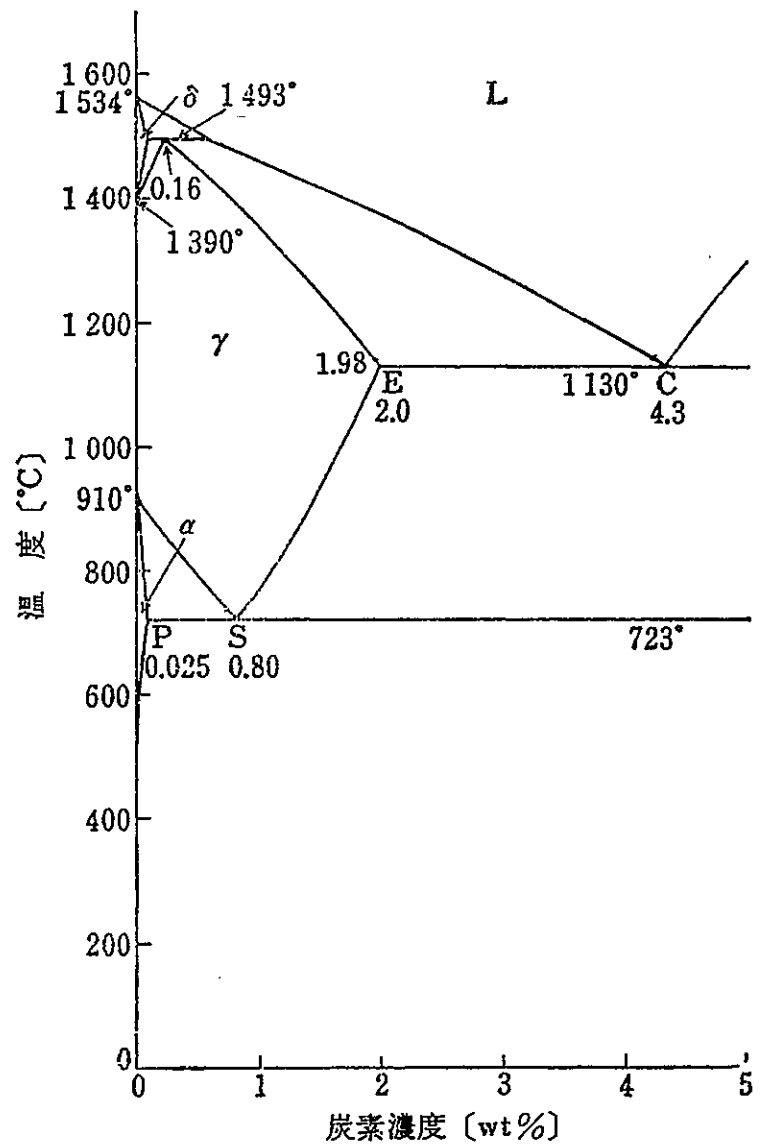


図 1. Fe-C 系平衡状態図(須藤, 田村, 西澤, 金属組織学 (1972) p.199, 丸善(株)より一部抜粋)

※裏面も使用可

問2. 以下の問に答えよ。

- 1) 接触角 θ , 曲率半径 r の球欠 A の体積 V_1 を r および $\cos\theta$ の関数として表記せよ。
- 2) この球欠 A の上表面 (球冠) の表面積 S_1 を r および $\cos\theta$ の関数として表記せよ。
- 3) この球欠 A の下面 (円) の面積 S_2 を r および $\cos\theta$ の関数として表記せよ。
- 4) α 相 (母相) の粒界にレンズ状の対称な形 (球欠 2 個を下面で接合) をした β 相が析出したとする。この 2 相合金の析出による自由エネルギー変化 ΔG を $\cos\theta$, r , ΔG_v , $\gamma_{\alpha\beta}$, $\gamma_{\alpha\alpha}$ を用いて表記せよ。但し, ΔG_v は単位体積当たりの析出に伴う体積自由エネルギー変化, $\gamma_{\alpha\beta}$ は α 相と β 相との界面エネルギー, $\gamma_{\alpha\alpha}$ は α 相の粒界での界面エネルギーとする。
- 5) $\gamma_{\alpha\alpha} = 2\gamma_{\alpha\beta}\cos\theta$ と仮定し, ΔG を r で微分し, 臨界曲率半径 r_c を $\gamma_{\alpha\beta}$ および ΔG_v で表記せよ。
- 6) r_c を利用して, 核生成に必要な活性化エネルギー ΔG_c を $\gamma_{\alpha\beta}$, ΔG_v および $\cos\theta$ で表記せよ。
- 7) α 相 (母相) の粒内に球状の β 相微粒子が距離 λ の間隔で均一析出したとする。この 2 相合金を塑性変形させたところ, α 相の粒内で刃状転位が生成し, β 相微粒子によってピン止めされた。この β 相微粒子間に存在する長さ λ の刃状転位を動かす力 F に対する転位の進行方向の成分 F_x を τ , b , λ で表せ。ただし, τ は刃状転位に働く応力, b はバーガスベクトルの大きさとする。
- 8) β 相微粒子間で湾曲した円弧状の刃状転位の張力 T に対する転位の進行方向の成分 T_x を μ , b , $\sin\theta$ で表せ。ただし, μ は α 相の剛性率, 円弧状の刃状転位の中心角を 2θ とする。
- 9) 転位の進行方向に対する力のつり合いの式 ($F_x = 2T_x$) を τ , b , λ , μ , $\sin\theta$ で表せ。
- 10) 刃状転位が β 相微粒子の周囲で転位環を形成しながら β 相微粒子間を通過するとき ($\theta = \pi/2$) の応力 τ_{ow} を b , λ , μ で表せ。

 解答欄