

【機能・設計系 1-A 解答例】

1)  $\psi(x, y, z) = (1/L)^{3/2} \exp \left[ i \left( k_{n_x} x + k_{n_y} y + k_{n_z} z \right) \right]$

$$k_{n_x} = 2\pi n_x / L, k_{n_y} = 2\pi n_y / L, k_{n_z} = 2\pi n_z / L \quad (n_x, n_y, n_z = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

2)  $\frac{2\pi^2 \hbar^2}{mL^2} (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$  ただし  $(n_x, n_y, n_z = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$

3)  $z$  方向に沿った運動量:  $2\pi \hbar n_z / L \quad n_z = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$   
期待値:  $2\pi \hbar n_z / L \quad n_z = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

4) エネルギー固有値:  $\frac{2\pi^2 \hbar^2}{mD^2} n_x^2$  ただし  $n_x = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

【機能・設計系1-B 解答例】

1)  $E=0$     2)  $E = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$     3)  $E = \frac{\hbar^2}{m} (\pi/a)^2$     4)  $E = \frac{\hbar^2}{m} \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$

5) 3次元正方格子の第1ブリルアンゾーン境界において、最も近い点は面の中心点、最も遠い点は体対角方向の点（立方体の頂点）である。    答：3倍

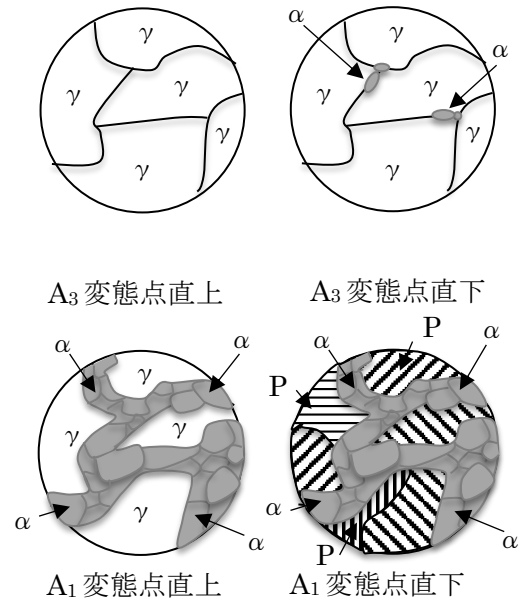
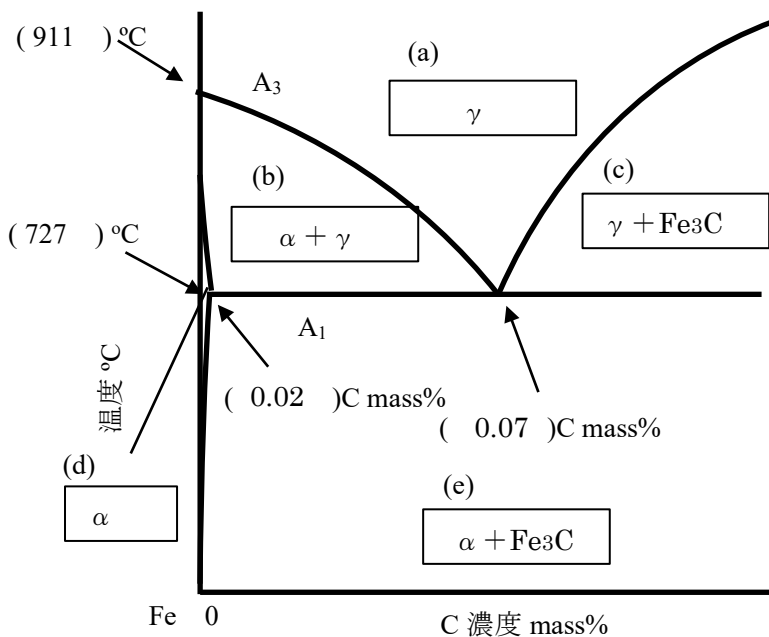
※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 鋼に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 亜共析鋼をオーステナイト状態から室温まで徐冷するときの組織変化について、以下の問いに答えよ。
- 1-1) 状態図中の (a)~(e) の領域に存在する相を、四角内に記入せよ。また、( ) に温度または炭素濃度を記入せよ。
- 1-2)  $A_3$  変態点直上および直下、 $A_1$  変態点直上および直下の組織の模式図を、丸枠内に作図せよ。なお、オーステナイトは多結晶として作図せよ。

解答



- 1-3) オーステナイト状態から室温まで徐冷するときの組織変化について説明せよ。

亜共析鋼をオーステナイト状態から徐冷すると、 $A_3$  点直下でオーステナイト粒界から初析フェライトが析出する。温度の低下とともに、粒界の初析フェライトは成長する。 $A_1$  点直下でオーステナイト粒内はパーライトに変態する。

- 2) オーステナイト系ステンレス鋼の鋭敏化および応力腐食割れについて説明せよ。

鋭敏化：オーステナイト系ステンレス鋼は、およそ  $600^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$  の温度域に一定時間加熱すると、炭素は Cr 炭化物として結晶粒界に析出し、成長する。結晶粒界近傍に、Cr 欠乏域が形成され耐食性を失う。この現象を鋭敏化という。

応力腐食割れ：オーステナイト系ステンレス鋼の使用上最大の欠陥である。冷間加工や溶接などを行なった場合のように、応力が存在する状態で、塩化物を含む溶液中やアルカリ液中で使用すると、全面腐食は起こらず、局部的に亀裂を生じ、ついに破断することがある。この現象を応力腐食割れという。

科目 機能・設計系-2-B

受験番号

氏名

科目 機能・設計系-2-B

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 金属材料に関する以下の問いに答えよ。

- 展伸用アルミニウムおよびその合金の調質方法について説明せよ。
- 次の合金について説明せよ。なお、成分およびその組成、特徴、用途を記述すること。  
(a) コンスタantan (b) インコネル (c) パーマロイ
- 次の現象と、その現象が起きる理由について、以下のキーワードから必要なものを全て用いて説明せよ。  
(a) スズ汗 (b) 亜鉛の枯化現象  
<キーワード>  
粒間腐食 孔食 偏析 逆偏析 共析反応 デンドライト 電極電位

解答

- 展伸材・・・加工硬化（ひずみ硬化）

非熱処理型：冷間加工による加工硬化によって所定の強さを得る。質別記号はHで表される。H1nは加工硬化で調質したもの、H2nは加工硬化後適度に軟化熱処理を行って調湿したもの、H3nは加工硬化後Al-Mg系などで強さや伸びが変動する経年変化を防止するため加熱して安定化処理を施したものである。

熱処理型・・・析出強化

T：時効処理した状態のもの 溶体化、焼入れ、焼戻し

T4：溶体化・焼入れ後十分に常温で時効(自然時効) T3：溶体化・焼入れ後冷間加工常温で時効(自然時効)

T5：(製造における急冷後)加熱焼戻し(人工時効) T6：溶体化・焼入れ後加熱焼戻し(人工時効)

T7：溶体化・焼入れ後加熱焼戻しにより過時効 寸法変化、応力腐食割れ、耐食性改善・・・安定化処理

T8：溶体化・焼入れ後冷間加工焼戻し 析出密度を上げるもの

T9：溶体化・焼入れ・焼戻し後冷間加工

- (a) コンスタantan

銅合金で、40～60%の銅を含有するCu-Ni合金の総称。電気低抗体や熱電対素線として用いられる。

純銅素線と組み合わせて銅-コンスタantan熱電対として用いられるコンスタantanは60%Cu-40%Niの合金である。

- (b) インコネル

ニッケル合金で、代表的組成は80Ni-14Cr-6Fe合金である。耐熱合金。

耐熱性特に対酸化性に優れ、900℃以上でも酸化しない。

- (c) パーマロイ

ニッケル合金で、70～80%Ni-Fe合金である。高透磁率合金。磁気ヘッド等に使用される

- (a) スズ汗

青銅は凝固温度範囲が広いいため casting 偏析を生じやすい。鋳物の外殻部に初晶としてデンドライトが発達し、温度降下によって収縮したとき、デンドライトの間に間隙ができる。この部分に鋳塊内部のSn濃度の高い残液が押し出され浸み込みそのまま凝固し、鋳塊内部よりSn濃度の高い組織となり、逆偏析を生じる。特にSn濃度の高い残液が鋳物の外表面に浸出したものをスズ汗という。

- (b) 亜鉛の枯化現象

Zn-Al合金は湿気のある大気中で粒間腐食により時には崩壊する。これを枯化現象または選択腐食という。これは純Znだけ、あるいはZnより電極電位の高いCuおよびSnを合金した時には起こらない。Znより電極電位の低いAlあるいはMgを含む合金には起こる。

機能・設計系-2-C

【解答】

1)

$$R_A = \frac{5}{4}P \quad R_H = \frac{3}{4}P$$

2)

$$S_{BD} = -\frac{3a}{2b}P \quad \text{または} \quad -\frac{3 \cos\theta}{2 \sin\theta}P \quad \text{または} \quad -\frac{3}{2\tan\theta}P$$

$$S_{BE} = \frac{1}{4\sin\theta}P \quad \text{または} \quad \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{4b}P$$