

問題1 次の問いについて、下記の語群（ア）から（セ）の中から解答を選び、その記号を解答欄に記入しなさい。なお、同一の語句を複数回選ぶことができます。

（1）図1にA - B 2元系状態図を示します。この状態図に表わす凝固反応の名称を答えなさい。

（2）図1に示す組成Xの合金の状態について、次の から の問いに答えなさい

温度 T_0 から平衡に近い状態で冷却し、 T_1 と T_p の間の温度になったときの組織を図2に示します。斜線部1は固相を示しています。この固相は図1のどの相に該当するかを答えなさい。

図3は温度 T_p での反応初期の組織を示しています。横線部2に示す相は図1のどの相に該当するかを答えなさい。

温度 T_p における反応式を答えなさい。

図4は温度 T_p での反応終期の組織を示しています。図中の3で示す単相組織は、図1のどの相に該当するかを答えなさい。

図1において温度が T_p より低下し、温度 T_2 において図4の単一の母相中から析出している相は、図1のどの相に該当するかを答えなさい。

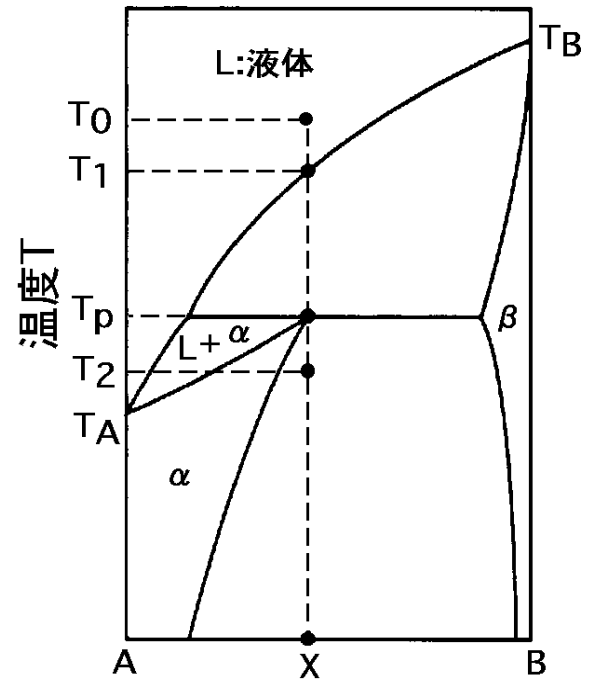


図1 A - B 2元系状態図

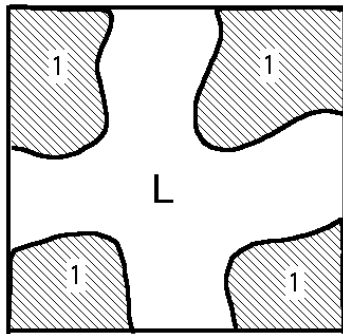


図2 $T_1 > T > T_p$ における組織

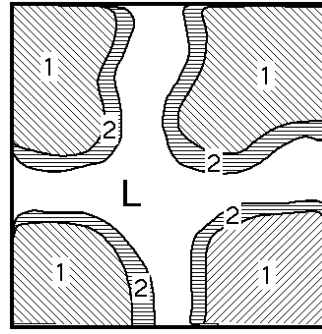


図3 温度 T_p での反応初期

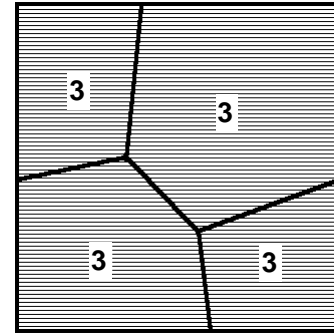


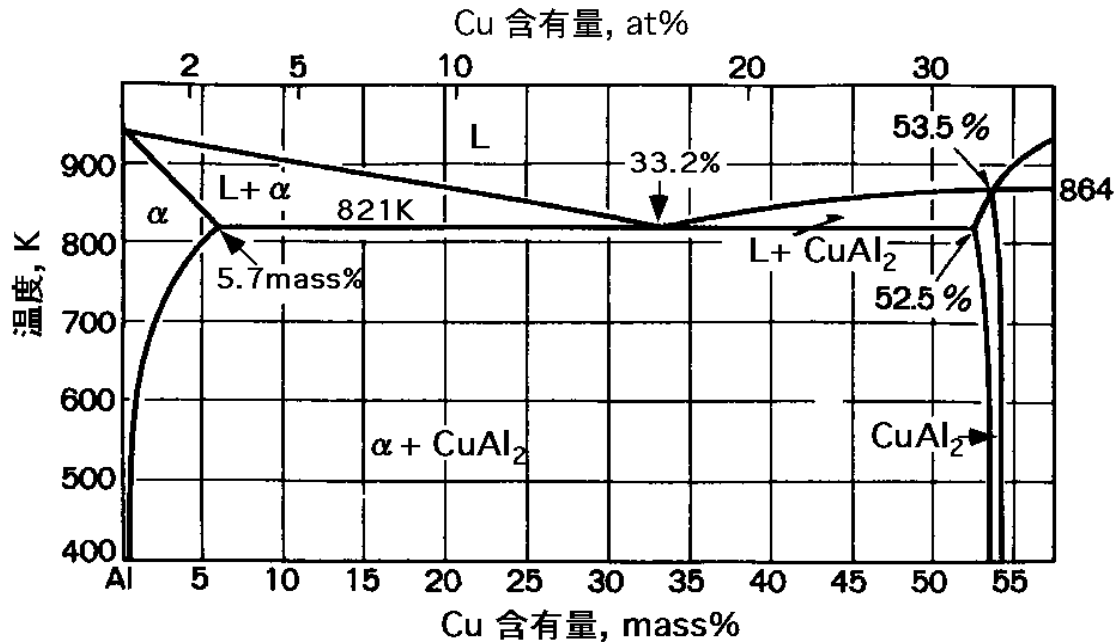
図4 温度 T_p での反応終期

（語群）

- | | | | | |
|----------|------------|----------|----------|----------|
| （ア）全率固溶型 | （イ）共晶反応型 | （ウ）偏晶反応型 | （エ）共析反応型 | （オ）包晶反応型 |
| （カ）包析反応型 | （キ）(L +)相 | （ク）L相 | （ケ）相 | （コ）相 |
| （サ）L + | （シ）L + | （ス） + L | （セ）L + | |

問題2 下図はAl - Cu 2元系合金の平衡状態図におけるAl側の状態の一部を示します。

次の(1)から(4)の文中(a)から(l)に該当する語句を下記の語群(ア)から(ニ)の中から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。



- (1) 実用材料における組織制御で最も重要なものの一つに、固溶体母相中に第2相を析出分散させて強化を図る (a) 硬化方法がある。この方法では、平衡状態図において、本来2相共存となる組成の合金を選んで(b) を行った後、(a) 処理によって第2相を析出させる。その際、形態、量及び分散状態を適切に制御することが重要である。また、この方法は、母相と析出相間との(c) を活用して強化する方法である。
- (2) Al-3mass%Cu 合金の場合、温度 800K ではAl の(d) の 単相であるが、これを徐冷していくと、500K では(e) と(f) の2相となり、体積率は(e) の方が多くなる。
一方、800K で 単相としたこの合金を常温に急冷(加熱焼入れ)し、非平衡な 単相状態が得られたとき、これを(g) と呼び、急冷後 500K に保持する処理を(a) 処理と呼ぶ。
- (3) この処理により、(g) から(h) である(f) が析出し、500K での2相の平衡状態となる。この相が析出する前段階として、各種の(i) の析出がある。
その一つに、Al 母相中にCu が微細に板状に集合した領域があるが、これを(j) と呼ぶ。
- (4) この(f) や(i) が析出するときに(a) 硬化が起こる。さらにこの(a) 温度での保持が進むと、析出の進行とともに一旦硬化のピークを呈した後、析出相の粗大化により硬度は逆に(k) する。
これを(l) と呼ぶ。

(語群)

(ア) G.P.ゾーン	(イ) 過時効	(ウ) 熱歪み	(エ) 時効	(オ) Cuゾーン
(カ) 深冷	(キ) 超固溶体	(ク) 加工ひずみ	(ケ) 軟時効	(コ) L+ 相
(サ) 相	(シ) 一次固溶体	(ス) 整合ひずみ	(セ) 溶体化処理	(ソ) 中間相
(タ) 金属間化合物	(チ) Cu Al ₂ 相	(ツ) 過飽和固溶体	(テ) 焼鈍処理	(ト) 一定化
(ナ) 低下	(ニ) さらに増加			

問題3 次の(1)から(4)の文章は単結晶金属のすべり変形について記述したものです。(1)から(4)の文中の(a)から(h)に該当する語句及び数値、数式を入れ、文章を完成しなさい。ただし、答えは解答欄に記入しなさい。

(1) 丸棒状の単結晶を引っ張ると、単結晶の引張り軸の結晶学方位により、すべり始める荷重は様々である。しかし、これら荷重をすべり面上ですべり方向へのせん断応力に分解すると、せん断応力は、単結晶の軸方位とは無関係に一定値となる。これを(a)の法則という。

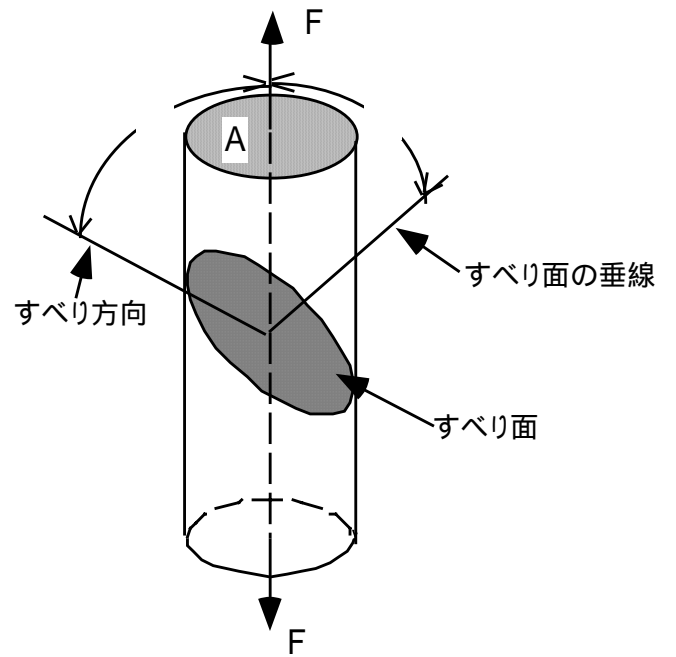
(2) 右図に示す、断面積がA、引張り方向とすべり面の垂線のなす角度が θ 、引張り方向とすべり方向とのなす角度が ϕ の単結晶について、すべりのせん断応力を求めてみる。

引張り荷重Fですべり始めたとすると、その臨界せん断応力を求めるには丸棒の断面積がAであるから、すべり面の面積は(b)となり、すべり面上のすべり方向への引張り荷重Fのせん断分力は、(c)である。

この分力が、すべり面の面積に働くため、臨界せん断応力 τ_c は(c)を(b)で割ることにより求められ、(d)で表される。

(3) 引張り方向とすべり面の垂線のなす角度 θ が45度、引張り方向とすべり方向とのなす角度 ϕ が45度の銅単結晶について、臨界せん断応力 τ_c が0.65MPaである場合、この単結晶の引張り降伏応力は(e)である。

(4) 銅、ニッケル、アルミニウムなどの金属は、その結晶構造が(f)格子で、主すべり面は(g)面で主すべり方向は(h)方向である。



問題4 下表は、各種金属材料の特性で、このうち、AおよびBは純金属、C、DおよびEは合金の特性です。また、C、DおよびEの融点は、固液共存域の温度を示します。Bは元素周期律表の第5周期 - a族に属する遷移金属であり、その原子番号は40です。

この特性をもとに、以下の問い(1)から(5)の答えを解答欄に記入しなさい。

	A	B	C	D	E
融点(K)	1941	2125	749~911	838~905	1673~1700
結晶構造	1158 K以下 hcp 1158 以上 bcc	1136 K以下 hcp 1136 以上 bcc	Fcc	Hcp	fcc
比重	4.54	6.57	~2.80	~1.78	~8.03
ヤング率(Mpa)	10.64×10^{-4}	8.93×10^{-4}	7.14×10^{-4}	4.46×10^{-4}	19.9×10^{-4}
電気抵抗($10^{-8} \cdot m$) (293K)	47~55	40~54	5.75	9.3	72
導電率 (銅を100としたとき)	3.1	3.1	30.0	18.5	2.35
熱伝導率(W/(m·K))	17.2	16.7	121.3	96.2	13.0
熱膨張係数 無単位(283~373K)	9.0×10^{-6}	5.8×10^{-6}	23.6×10^{-6}	26.0×10^{-6}	16.5×10^{-6}
比熱(kJ/(kg·K))(室温)	0.54	0.29	0.96	1.05	0.50

(1) 上記表中のAからEに該当する純金属及び合金の名称を下記の語群から選び解答欄に記入しなさい。

(語群)

銅、鉛、チタン、ジルコニウム、ボロン、リチウム、アルミニウム合金 オーステナイト系ステンレス鋼、マグネシウム合金、ハステロイ

(2) AおよびBのような純金属を強化する方法を記入しなさい。

(3) Dの合金の代表的な合金元素の組み合わせを記入しなさい。組成%は不要です。(例Fe-C-Si系)

(4) Eの合金は耐食材料として知られています。この耐食性は材料表面に皮膜が形成されることによって発現します。この皮膜の名称を記入しなさい。

(5) Eの材料の耐食性が損なわれる腐食環境には、どのような環境があるかを記入しなさい。

問題5 次の(1)から(4)の文章は、金属の密度に関する記述です。文章中の()から()に適切な語句、数値、数式を入れ、文章を完成しなさい。ただし、答えは解答欄に記入しなさい。

(1) 金属の密度は、一般に温度の上昇とともに()なる。熱膨脹から考えて当然のことであるが、他に結晶中の()の数が温度とともに指数関数的に増加することにもよる。

このように結晶中の格子欠陥は、結晶の理想的配列である最密構造を乱す原因となるから、冷間加工を施すことによっても密度は()なる。

(2) 欠陥のない理想結晶が最も高い密度を示すことになるが、この理想密度 D は次の式で表わされる。

$$D = \text{単位格子中の原子の総質量} \div \text{単位格子の体積}$$

また、立方晶金属の場合、理想密度を次の記号を用いて数式で表わすと、 $D = ()$ となる。

M : 金属の原子量

N : アボガドロ数 (6.02×10^{23})

a : 格子定数 (cm)

n : 単位格子中に含まれる原子数(個)

ここで、 n は、面心立方格子では()個、体心立方格子では()個である。

(3) 金属のなかで最も軽いといわれているリチウムの密度は、原子量を 6.94、格子定数を 3.5020 とすると、() g/cm^3 となる。ただし、 $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$ である。

(答えは四捨五入して、小数点以下第2位まで求めなさい。)

(4) 金属材料を、構造用材料として特に軽量化が進んでいる車両、航空機等に使用する場合は、単位密度当たりの引張り強さを表わす()が重要視される。

問題6 熱応力について、以下の問(1) (2)に答えなさい。

(1) 次の文中の()から()に該当する式を解答欄に記入しなさい。

温度 T_1 のとき、長さ L_1 の金属棒が、両端を壁に固定されて保持されている。固定された両端間の距離は不変として、金属棒のみを温度 T_2 に上昇させたときに生じる圧縮応力は、次のように求められる。

温度 T_2 において自由に伸びると仮定したときの長さ L_2 は、棒の線膨張係数を α とすると、

$$L_2 = (\quad)$$

で表わされる。また、 $(L_2 - L_1)$ は、元の長さ L_1 から縮んだと考えられる量で、 $(L_2 - L_1) / L_1$ は縦ひずみに相当する。したがって

$$= (L_2 - L_1) / L_1 = (\quad)$$

が求められる。

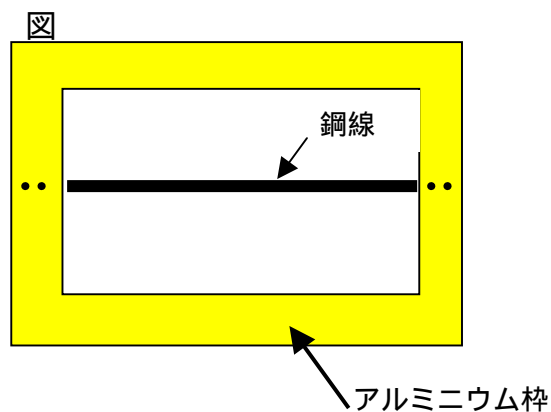
この金属棒は弾性変形挙動をするものとし、その縦弾性係数を E とすると、金属棒に生じている応力は、

$$= (\quad)$$

となる。

(2) 右図に示すように、鋼線を15の状態でアルミニウム枠の中に完全に固定した後、この枠全体を100に加熱した場合、鋼線に生じる応力について、計算過程とともに解答欄に記入しなさい。

ただし、アルミニウムと鋼線の線膨張係数をそれぞれ 2.3×10^{-5} 、 1.1×10^{-5} とし、鋼線の縦弾性係数は、 $2.0 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$ とします。



問題7 次の(1)から(10)の語句の説明を、解答欄にそれぞれ100字程度で記入しなさい。

- | | | | |
|-------------|------------|-----------|--------------|
| (1) 熱起電力 | (2) ブラッグ反射 | (3) ポアソン比 | (4) アモルファス金属 |
| (5) マルテンサイト | (6) ウィスカー | (7) 同素変態 | (8) リューダース帯 |
| (9) クリープ試験 | (10) ダイカスト | | |

- 問1 粉末冶金法の概要について述べなさい。
また、粉末冶金製品の特徴について述べなさい。
- 問2 最近、ノート型パソコンやMD（ミニディスク）の筐体（ケース）等としてプラスチックに替えマグネシウム合金を使用したものが増えつつあります。このことに関連して次の質問に答えなさい。
プラスチック製ケースからマグネシウム製に置き換えた場合に考えられる様々な利点（機能上、製造上、環境面等）をあげなさい。
ノートパソコンケースにマグネシウム合金を用いる上で、マグネシウム合金のもつ特性として、品質上および製造時に注意しなければならない点について述べなさい。
このマグネシウム合金製の薄く、表面が滑らかなケース等を製造する方法にはどのようなものが考えられるか述べなさい。
- 問3 さびにくい鉄鋼材料として知られているステンレス鋼について、代表的な種類とその特性について述べなさい。

商工研究職 平成16年11月12日実施

平成16年度職員採用選考で出題されたものと同程度の問題を参考として掲載しています。

教養考査の例題

〔自然科学(化学)〕 近年、人間の活動によって作り出される物質による環境への影響が懸念されているが、環境問題とその原因となる化学物質に関する記述として、正しいのはどれか。

1. 地球温暖化は大気中の温室効果ガスの濃度が上昇したため起きていると考えられており、二酸化炭素と硫酸化物の二つが温室効果の高いガスとして京都議定書での排出量の削減対象となっている。
2. オゾン層の破壊によって地表への紫外線の到達量の増大が問題になっているが、その原因とされるフロンは化学的活性が非常に高く、成層圏のオゾンと激しく反応しフッ化水素を生成する。
3. 容器等に利用されているPET(ポリエチレンテレフタレート)などのプラスチックは一般には自然に分解されないが、自然界に存在する生物により分解される生分解性プラスチックがトウモロコシなどから作られている。
4. 都市周辺の水質汚濁には有機物によるものや有害物質によるものなどがあるが、有機物によるものとしてはトリクロロエチレンによる富栄養化が挙げられ、赤潮などを発生させる。
5. 一般にpHが8以上の雨を酸性雨といい、森林枯死や建造物の腐食等が問題となっているが、酸性雨のほとんどは大気中の塩化水素が雨に溶けた塩酸や、植物に由来する酢酸の雨である。

〔社会一般(法律)〕 憲法が保障する地方公共団体制度についてA～Cの見解がある。

- A：憲法は、「地方公共団体」として必ずしも市町村制と都道府県制を要求するわけではなく、立法政策に委ねている。
- B：憲法は、基礎的自治体としての市町村に加えて、上級の地方公共団体を置くという構造の地方公共団体制度を保障している。
- C：憲法は、市町村及び都道府県という二種類・二段階の地方公共団体制度を保障している。

これらの見解に関する記述として、最も適当なのはどれか。

1. 現行の都道府県と市町村のような二段階構造が地方自治に対する堅固な基盤を提供することを重視しているのは、Cだけである。
2. 憲法上の「地方公共団体」の種類を固定的なものとしていないのは、Bだけである。
3. 時代の進展に伴う広域行政の必要性に柔軟に対応できるのは、AとCである。
4. 都道府県制を廃止して、例えば全国を九つに区分する道州制を採用することを合憲とするのは、AとBである。
5. 「地方自治の本旨」に反する結果をもたらすような地方公共団体制度が違憲となるのは、Aだけである。

〔数的推理〕 ある人が旅行を計画し、旅行予算のうち、 $\frac{2}{3}$ を交通費に充て、残りは食事代と土産代とした。しかし、予定していたバスに乗り遅れてタクシーを利用したため、交通費は予定の1.25倍になった。そこで予定していた食事代を2,000円減らしたところ、旅行費用としては予定の1.125倍で済んだ。当初の旅行予算はいくらであったか。

1. 40,000円
2. 42,000円
3. 43,000円
4. 45,000円
5. 48,000円