

【07】金属部門

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 純金属の結晶構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 六方稠密構造は最密充填構造を有するが、その最密充填原子面の積み重ねはA B A Bである。
- ② 最近接原子間距離を d とすると、面心立方格子の格子定数は $\sqrt{2}d$ であり、体心立方格子の場合は $2d/\sqrt{3}$ である。 d が同じならば面心立方格子の格子定数の方が大きい。
- ③ 単位胞中の原子数は、面心立方格子で4個、体心立方格子で2個である。
- ④ オーステナイトの最密充填原子面は $\{111\}$ であり、この面の $\langle 110 \rangle$ 方向はすべり方向である。
- ⑤ 原子を剛体球と仮定したとき、体心立方格子の単位胞中に原子が占める体積百分率は、約74%である。

Ⅲ-2 次のうち、静止系における非定常拡散現象を記述するフィックの第二法則を表す式として最も適切なものはどれか。

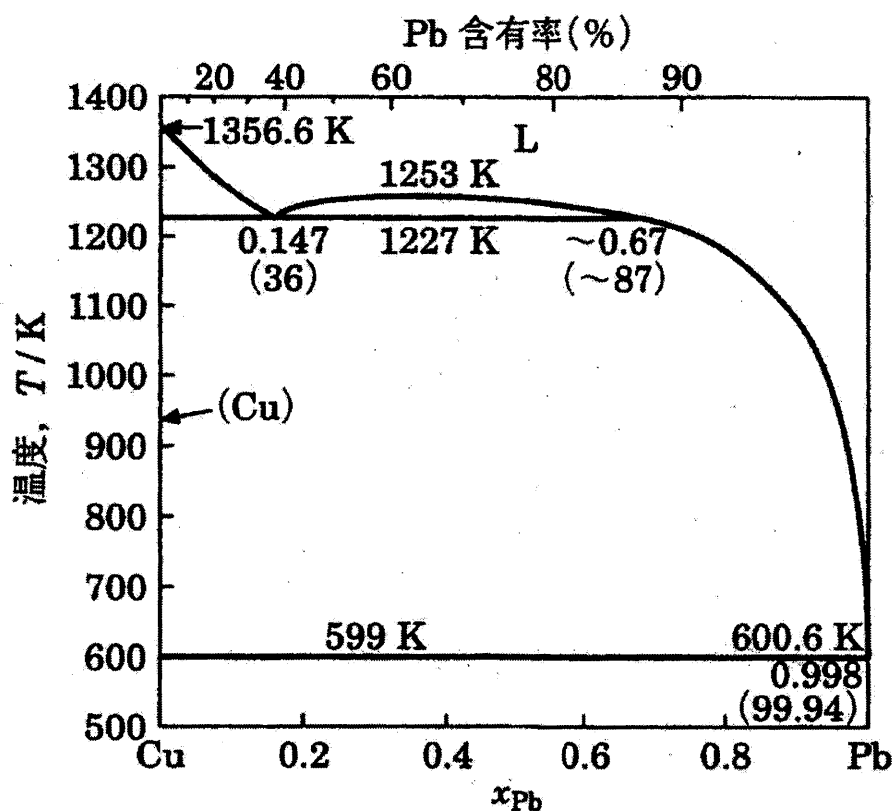
C は濃度、 t は時間、 x は距離である。 D は拡散係数で濃度によらず一定とする。

- ① $\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial C}{\partial x}$ ② $\frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial t^2}$ ③ $\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$
- ④ $\frac{\partial^2 C}{\partial t^2} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ ⑤ $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = D \frac{\partial^2 C}{\partial t^2}$

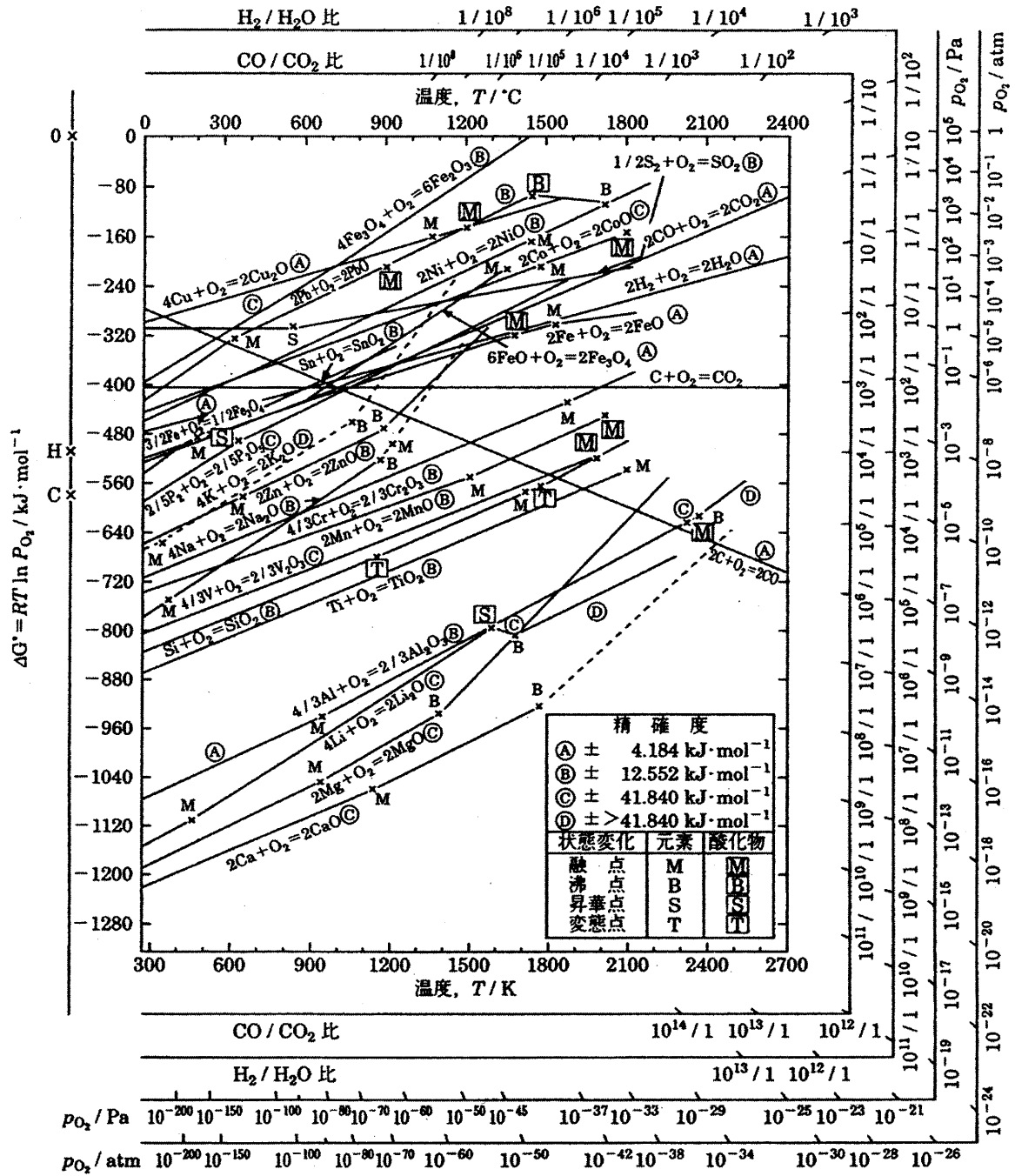
Ⅲ-3 銅(Cu)-鉛(Pb) 2元系状態図(下図)に関する次の(1)~(3)の記述について、正しいものの組合せはどれか。

- (1) 1227 Kにおいて、固体銅、固体鉛、液相の3相平衡は成立しない。
- (2) 鉛含有率70 mass%の溶融合金を1100 Kで保持平衡させたとき、固体銅と溶融合金がほぼ1 : 2のモル比で存在する。
- (3) 溶融銅-鉛合金を用いて、固体純銅を精製することはできない。

- ① (1)のみ ② (2)のみ ③ (3)のみ ④ (1)と(2) ⑤ (1)と(3)



Ⅲ-4 下図は、酸素ガス1モル当たりの酸化物の標準生成ギブズエネルギーを温度の関数として表した図（エリンガム図）である。次頁に示したエリンガム図に関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① それぞれの線 ($2m/n M + O_2 = 2/n M_mO_n$) より上の領域の条件では酸化物が、下の領域では金属が安定である。
- ② これらの線のほとんどはほぼ同じ傾きを持ち、右上がりになっている。これは、それぞれの酸化反応 ($2m/n M + O_2 = 2/n M_mO_n$) において気体1モルが消失するため、反応のエントルピー変化がほぼ同じであることを示している。
- ③ これらの線には、反応に関与する物質の変態点、融点、沸点などにおいて、それらの状態の変化に伴うエントロピー変化に相当する屈折がみられる。
- ④ H_2-H_2O 混合ガスの酸素ポテンシャルは左縦軸上のH点を起点とする直線群で示され、 $CO-CO_2$ 混合ガスの酸素ポテンシャルはC点を起点とする直線群で示される。
- ⑤ ニッケルの線 ($2Ni + O_2 = 2NiO$) はアルミニウムの線 ($4/3Al + O_2 = 2/3Al_2O_3$) より上にあるので、NiOをアルミニウムで容易に還元できることが予測できる。

Ⅲ－5 高炉（溶鉱炉）製鉄プロセスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高炉は豎型炉の一種で、主原料である塊成鉱（塊鉱，焼結鉱，ペレットなど）と媒溶剤である珪石を混合した鉱石類と，還元剤であり熱源でもあるコークスを炉頂部より層状に装入する。
- ② 高炉では，炉床部羽口より熱風を吹き込む。このため羽口先は高炉内で最も温度の高い部分となる。
- ③ 装入された鉱石類は上方より次第に乾燥，加熱，還元，浸炭をうけ溶鉄の形で炉床部に溜まる。
- ④ 鉱石中の脈石成分は媒溶剤と反応して熔融スラグとなって炉床部に溜まる。
- ⑤ 高炉の炉頂から排出されるガス（高炉ガス）は25～30%のCOを含むため，回収して燃料として使用される。

Ⅲ－6 鉄鋼製錬における炉外精錬法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 従来より，大量生産鋼種は，高炉，転炉，電気炉などの炉内にて製・精錬されてきた。これに対し，トープードカー，溶鉄鍋や取鍋内で，予備的精錬や仕上精錬をすることにより，高品質鋼の生産やスラグの排出量を低減せしめる，製・精錬炉－炉外精錬法が一般化している。
- ② 溶鉄予備処理の目的は，脱硫，脱ケイ，同時脱リン・脱硫などである。
- ③ 取鍋精錬法には，高炉－製鋼炉間で溶鉄を予備的に処理する溶鉄予備処理と，製鋼炉－連铸間で溶鋼を処理する二次精錬法がある。
- ④ 二次精錬法には，アルゴンガスを吹き込んでバブリングする方法や真空脱ガス法などがある。
- ⑤ 現在の我が国の転炉鋼における二次精錬比率は約60%である。

Ⅲ－7 アルミニウムの製造とリサイクルに関する次の(1)～(3)の記述について、正しいものの組合せはどれか。

(1) アルミニウムの製錬では、バイヤー法によりボーキサイトから得たアルミナをホール・エルー法により熔融塩電解精製し、炉底陰極上に析出した熔融アルミニウムを得る。

(2) アルミニウム再生地金の製造に必要なエネルギーは、ボーキサイトから新たに地金を造る場合に比べて、約33分の1であるため、リサイクルによる省エネルギー効果は大きい。

(3) 平成24年度における我が国のアルミニウム缶のリサイクル率は、約65%であり、更なるリサイクル率向上への努力が望まれる。

- ① (1)のみ
- ② (2)のみ
- ③ (3)のみ
- ④ (1)と(2)
- ⑤ (1)と(3)

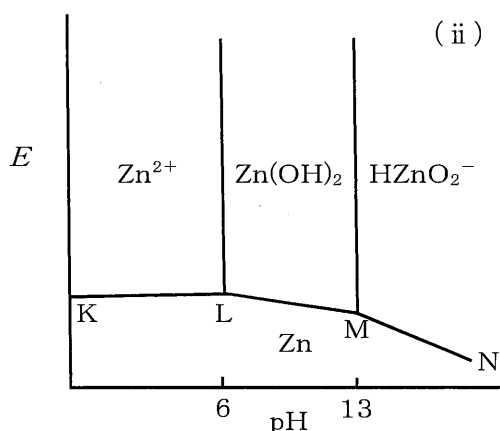
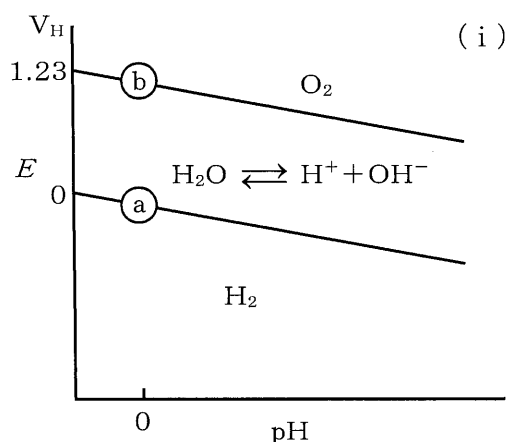
Ⅲ－8 次に示す特徴に該当する金属元素はどれか。

密度 8.56 g/cm^3 (298K)、常温では体心立方構造で、融点は2743Kである。延性、展性があり、1273K以上で窒素と反応する。電解コンデンサー、電子部品、超伝導合金、核燃料被覆材などに用いる。

- ① クロム
- ② コバルト
- ③ ニオブ
- ④ タングステン
- ⑤ モリブデン

Ⅲ-9 水の電位-pH図を図(i), 亜鉛の電位-pH図を図(ii)に示す。水及び亜鉛の電位-pH図を参考に, 電位-pH図に関する次の記述のうち, 最も不適切なものはどれか。なお, 図中の E は電位を表し, V_H は標準水素電極基準の電位の単位である。

- ① 電位-pH図は, 熱力学的平衡に基づいてつくられており, 変化速度の情報を与えるものである。
- ② 電位-pH図は, 平衡電位-pHと存在形態を示すものである。
- ③ 電位-pH図においては, 水溶液中のイオン濃度が異なるとそのイオンが関与する物質の存在形態の境界条件(境界線)が変化する, すなわち図の形状が変化する。
- ④ 水の電位-pH図は, 水の安定領域, 水素発生領域, 酸素発生領域を示すものである。
- ⑤ 金属の電位-pH図は, 金属状態, イオン状態, 酸化物状態の安定域を示すものである。



Ⅲ-10 金属の腐食に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 局部腐食は、耐食性を保護性皮膜に依存する金属材料で起こり、ステンレス鋼、アルミニウム合金の腐食が典型例である。
- ② 応力腐食割れは、負荷応力、残留応力、熱応力などの引張り応力の存在下で局部的に皮膜が破壊されて、応力との共同作用で割れが発生・進展する現象である。
- ③ 孔食とは、塩素イオンなど特定のアニオンの存在下で、もしそのアニオンが存在しなければ不動態を保つような貴な電位で起こる小孔状の腐食である。
- ④ すきま腐食は不動態状態の金属あるいは合金の表面の一部が金属又は非金属により覆われ、その間の狭いすきまが閉鎖セルとなり活性腐食を生じるものである。
- ⑤ 選択腐食は合金成分の可逆電位の差が大きい場合、貴な部分が選択的に腐食して卑な部分が残留する腐食である。

Ⅲ-11 金属の防食法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① カソード防食法とは、金属構造物に電流を流すことで、金属構造物の電位を卑に保つ方法である。
- ② 犠牲陽極法とは、マグネシウム等のイオン化傾向の小さな金属を鋼板等の構造物と接触させることで、構造物の電位を貴に保つ方法である。
- ③ トタンとは亜鉛めっき鋼板の一種であり、亜鉛の犠牲陽極作用により、鋼板は防食される。
- ④ 銅の腐食抑制剤の代表例は、ベンゾトリアゾールである。
- ⑤ 化学化成処理とは、化学反応を利用して金属表面に無機質の防食皮膜を形成する防食法である。代表的な化学化成処理には、りん酸塩化成処理がある。

Ⅲ-12 金属の腐食試験に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 塩水噴霧試験は、NaCl溶液を噴霧して行う試験である。
- ② 複合サイクル試験は、塩水噴霧あるいは塩水浸漬と乾燥等の過程をサイクルする試験である。
- ③ キャス（CASS）試験にCuCl₂を用いるのは、局部電池腐食を抑制するためである。
- ④ ウェザーメーター試験では、光（日射）、降雨、風などの環境条件が考慮されている。
- ⑤ 二酸化硫黄ガス試験にSO₂が用いられるのは、部分カソード反応を促進するためである。

Ⅲ-13 二次電池に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 二次電池の放電では、正極でカソード反応、負極でアノード反応が起こる。
- ② ニッケル-カドミウム電池とは、正極にニッケル酸化物、負極にカドミウムを用い、電解液にアルカリ水溶液を用いる二次電池である。
- ③ ニッケル-金属水素化物電池の負極には金属水素化物を用いる。ここでの金属水素化物とは水素吸蔵合金が水素を吸蔵したものである。
- ④ リチウムイオン二次電池の代表的な正極活物質は LiCoO_2 であり、充電時には正極から Li^+ が放出される。
- ⑤ リチウムイオン二次電池の正極及び負極の集電体は、それぞれ銅箔とアルミニウム箔である。

Ⅲ-14 Fe-C系状態図及びFe-合金元素二元系状態図に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① α 固溶体（フェライト）には、炭素がごくわずかししか固溶せず、最大固溶度は A_1 点温度で約0.02 mass%である。
- ② セメンタイト（ Fe_3C ）の結晶構造は斜方晶で、 213°C （486K）に磁気変態点（ A_0 点）を持ち、それ以下の温度で強磁性を示す。
- ③ 炭素鋼の γ 固溶体（オーステナイト）は高温領域に存在し、炭素を最大約2.1 mass%まで固溶する。
- ④ 共析（パーライト）変態は、オーステナイトが冷却によってフェライトとセメンタイトに分解する変態であり、共析温度である A_1 点は炭素量により変化する。
- ⑤ 鉄と合金元素の二元系状態図において、MnやNiはその量が増えるにつれて A_3 点が低下し、ついには室温でもオーステナイトが安定になる、 γ 域開放型の合金元素である。

Ⅲ-15 降伏応力100 MPa、縦弾性係数200 GPaの金属材料から、標点距離50 mmの引張試験片を製作し引張荷重を徐々に増加させた。この試験片が降伏を開始したときの標点距離の値はどれか。

- ① 50.500 mm ② 50.250 mm ③ 50.050 mm
- ④ 50.025 mm ⑤ 50.005 mm

Ⅲ-16 鋼の等温（恒温）変態に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 亜共析鋼にNi, Si, Cuなどの合金元素を添加すると、等温変態（TTT）線図の形そのものは変わらず、全体が長時間側へ移動し、焼入性（硬化能）が大きくなる。
- ② 共析鋼を種々の温度で等温保持してベイナイト変態させる場合、高温側では針状の上部ベイナイトが、低温側では羽毛状の下部ベイナイトが得られる。
- ③ 共析鋼をオーステナイト単相から600℃（873K）に急冷して等温保持すると、パーライトが生成する。
- ④ 共析鋼の等温変態（TTT）線図は550℃（823K）付近で最も潜伏期が短くなるC型の曲線になり、300℃（573K）付近の比較的オーステナイトが安定で変態の遅い部分を入江（bay）という。
- ⑤ 亜共析鋼をオーステナイト単相から700℃（973K）に急冷した過冷オーステナイトを等温保持したとき、はじめにフェライトが析出する。

Ⅲ-17 鋼の連続冷却変態に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 連続冷却変態（CCT）線図は、オーステナイト単相から種々の一定速度で冷却したときの変態挙動を知るために必要である。
- ② 連続冷却変態（CCT）線図における変態開始時間は、等温変態（TTT）線図における変態開始時間から変態の潜伏期の加算則を用いて予測できる場合がある。
- ③ 共析鋼を上部臨界冷却速度と下部臨界冷却速度との間の速度で連続冷却した場合、パーライトとマルテンサイトが混在した組織になる。
- ④ 等温変態（TTT）線図におけるパーライト変態とベイナイト変態とが別々のC曲線で表される合金鋼では、連続冷却してもベイナイトが形成される場合がある。
- ⑤ 炭素鋼におけるマルテンサイト変態の開始温度Ms点は冷却速度の影響を受ける。

Ⅲ-18 鋼に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① SUM11は快削鋼であり、マンガン、リン、硫黄が添加されている。
- ② 強さと延性が必要な機械構造用炭素鋼は亜共析鋼であり、硬さや耐摩耗性が必要な炭素工具鋼は機械構造用炭素鋼よりも炭素添加量が多い。
- ③ マルテンサイト系ステンレス鋼は、フェライト系やオーステナイト系に比べて強度は高い。
- ④ 18-8 (SUS304), 18-8 Mo (SUS316)などのステンレス鋼は、耐酸耐食用として開発されたものであるが、クリープ強度が高く、耐酸化性にも優れているため、高温装置材料にも多用されている。
- ⑤ 高張力ボルト鋼に軸力を負荷した状態で脆性破壊が突然生じることがある。これが遅れ破壊であり、鋼中の酸素による脆化が原因とされている。

Ⅲ-19 回復・再結晶・粒成長に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 金属材料を塑性加工すると加工に要した仕事の一部は格子欠陥や内部応力として材料内部に蓄積され、材料は加工硬化する。これに伴う自由エネルギーの上昇分を蓄積エネルギーといい、回復・再結晶の駆動力となる。
- ② 回復は、格子欠陥の密度や分布に変化が生じる過程であるため電気抵抗やX線プロファイルなどには大きな影響を与えるが、光学顕微鏡レベルの材料組織にはほとんど変化が認められない。しかし電子顕微鏡レベルで転位組織を観察すると、顕著な変化が認められる。
- ③ 再結晶粒径は主に加工度に依存し、加工度が小さいほど微細になる。また、初期結晶粒径が小さいほど微細になる。
- ④ 再結晶を生じさせるには、ある限界の加工度以上の加工が必要である。臨界の加工度は、加工温度が低いほど小さい。
- ⑤ 粒成長には、組織全体が平均的に成長していく通常粒成長と、少数の特定の粒が周囲の結晶粒を侵食して大きくなる異常粒成長がある。異常粒成長は、析出物などにより粒成長が抑制されていて、かつ一部でそうしたピン止め力が外れる場合に生じる。

Ⅲ-20 炭素鋼の熱間加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鍛造法のうち、鑄造欠陥の消失と均質化には、熱間鍛造が用いられる。
- ② 制御圧延とは、オーステナイトの熱間加工時に起こる再結晶を抑制することによって、オーステナイトを変形ままの状態に保ち、そのまま空冷し相変態させることによって、微細なフェライト組織を得る方法である。
- ③ 熱間圧延において、ロールの形状を変えたり、ロールシフトを行うことにより、鋼板の形状制御が可能となる。
- ④ 熱間圧延のような多段加工においては、熱間変形抵抗は履歴に依存し、前段階までの蓄積ひずみ、及び、加工温度や加工ひずみ、ひずみ速度など熱間加工の力学的な条件に依存する。
- ⑤ 冷延鋼板は、一般に、熱延鋼板を素材として、冷間圧延され、さらに焼もどしすることによって製造される。

Ⅲ-21 金属の力学的性質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鋼の強化機構には、転位強化、固溶強化、粒子分散強化、析出強化、結晶粒微細化強化などがある。
- ② 加工硬化とは、変形によって転位密度を高め、転位の運動を困難にする特徴を有する。
- ③ ホール・ペッチの関係とは、降伏応力 σ と平均結晶粒径 d が、 $\sigma = \sigma_0 + k/\sqrt{d}$ の関係を持つことをいう。 k 、 σ_0 は定数である。
- ④ 侵入型固溶元素は置換型固溶元素に比べて格子をより大きくひずませるので固溶強化能は大きく、固溶強化量は溶質原子の濃度の二乗に比例する。
- ⑤ fcc金属では、結晶粒径に加えて積層欠陥エネルギーも加工硬化挙動に影響を及ぼし、一般的に積層欠陥エネルギーが小さいほど加工硬化しやすい。

Ⅲ-22 マグネシウムに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マグネシウムの比重は鉄の約1/4、アルミニウムの約2/3であり、実用金属中では最も軽い。
- ② Mg-Al-Zn系合金（AZ91系）は機械的性質や铸造性などバランスの取れた代表的なマグネシウム合金でダイカスト合金として使用されている。
- ③ マグネシウムの結晶構造は最密六方晶であるため、室温のみならず熱間での圧延や押し出し加工が困難である。
- ④ 铸造用マグネシウム合金の成分設計の基本的な考え方は、強度と铸造性を得るためのAl, Zn, 組織を微細化するためのZr, 耐熱性を持たせるための希土類元素を添加することである。
- ⑤ マグネシウム合金は、比強度が高く、振動減衰能、切削性などが優れている。

Ⅲ-23 材料組織・相変態に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マルテンサイト変態は単相から単相への変態で組成変化がない。また、マルテンサイト/母相間には一定の結晶方位関係がある。
- ② 鉄合金のマルテンサイトは合金の種類や組成に依存してラス状、レンズ状、薄板状など種々の形態をとる。ラスマルテンサイトは厚さ0.2 μm 程度の非常に細かいマルテンサイト晶が平行に集団をなして生成する。
- ③ スピノーダル分解の特徴は、核生成を必要とせず、連続的に濃度ゆらぎが大きくなっていくため潜伏期を持たず、母相と整合性を保ちながら分解が起こることである。
- ④ Fe-C系合金においては、共析組成のときだけパーライトを生成させることが可能であり、共析組成より低炭素又は高炭素ではパーライトを生成させることはできない。
- ⑤ パーライト変態や初析フェライトの析出などは拡散型変態であり、冷却速度が大きくなると平衡状態図で示される変態温度より低い温度で変態が開始する。

Ⅲ-24 種々の合金元素を含む金属材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 焼入れ炭素鋼の焼戻しが進行するとセメンタイトが凝集して大きくなるため軟化するが、Mo, V, W, Nb, Tiなどの元素を含む場合は軟化の度合いが鈍くなり、さらに温度を上げて450~650℃になるとこれらの合金元素の炭化物の析出が起こり、再び硬化するようになる。これを二次硬化という。
- ② いったん変形された金属材料でも、加熱すると変形前の元の形に戻る合金を形状記憶合金と呼ぶ。形状記憶合金の代表例としてTi-Al合金があり、ニチノールと呼ばれる。
- ③ 約17%Cr以上のCr系ステンレス鋼は、475℃ (748 K) 付近で長時間加熱すると著しく脆化する。
- ④ ごく小さな外部磁場によって磁化し、外部磁場を反転させるとこれに追従して磁化も速やかに反転し、保磁力が小さい材料を軟質磁性材料と呼び、その代表的なものにFe-Si合金である電磁鋼板があり、変圧器や発電機などの鉄心に用いられている。
- ⑤ Ti-6 Al-4 V合金は汎用高力チタン合金として多く使用されており、鍛造性、圧延性、成形性、溶接性、高温特性、低温特性などあらゆる面で優れた合金である。

Ⅲ-25 鉄鋼の加工や熱処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 加工誘起によりマルテンサイト変態させ、大きな伸びが現れることを利用した鋼をTRIP鋼と呼ぶ。
- ② ピアノ線材はパテンティングという等温変態処理によって微細パーライト組織を作り、これらを冷間引抜き加工することにより製造される。
- ③ オースフォームとは、鋼をオーステナイト化し、オーステナイトの準安定領域で加工した後、焼入れてマルテンサイト組織を得る処理のことである。
- ④ 熱間加工時に起こる再結晶には動的再結晶と静的再結晶の2種類がある。動的再結晶は、高温でひずみ速度が小さいときよりは、低温でひずみ速度が大きいときに生じやすい。
- ⑤ 超微細粒組織を得る方法の1つにメカニカルミリングがある。例えばステンレス鋼製ポットの中に鉄粉末と鋼球を入れて不活性ガス雰囲気中で高速振動させると、鉄粉は鋼球によって繰り返し叩かれて著しく大きい加工ひずみを受けて超微細粒組織になり、通常の冷間加工に比べて大きな硬さが得られる。

Ⅲ-26 厚鋼板の溶接に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ボンド部近傍の靱性の改善には、オーステナイト粒内でのフェライト核生成が有用である。
- ② 多層溶接における溶接熱影響部の靱性劣化の原因の1つとして、フェライトとオーステナイトの二相域まで加熱冷却された組織による脆化が挙げられる。
- ③ 鋼中のN量の低減は、大入熱溶接ボンド部の靱性改善に寄与するところが多い。これは、AINやTiNなどで固定されていない固溶N低減の効果によるものである。
- ④ 熱間圧延及びその後の冷却中の組織制御を行う加工熱処理法（TMCP）は、母材の高張力化と高靱性化をもたらす。また、炭素量低減によって、溶接部特性を向上させるという効果もある。
- ⑤ 溶接部に発生する残留引張応力は、疲労強度に悪影響を及ぼさない。

Ⅲ-27 金属の破壊試験に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① JIS Z 2242に規定されているように、シャルピー試験片のノッチ形状は、Vノッチ及びUノッチがあり、Vノッチの深さは2 mmである。
- ② シャルピー試験における延性脆性遷移の破面遷移温度は、延性破面率が50%となる試験温度とする。
- ③ 金属材料に対し繰り返し荷重を加えると、降伏応力以下であっても破断が発生する場合がある。これを疲労と呼ぶ。ある応力レベル以下では破断に至らない限界値のことを疲労限という。
- ④ 焼なました炭素鋼において、延性脆性遷移温度は、結晶粒径の影響を受け、結晶粒径が小さいほど、延性脆性遷移温度は低温側に移動する。
- ⑤ 破壊靱性試験法には、 K_{Ic} 試験、J積分試験、CTOD試験などがある。これらのうちCTOD試験は、き裂先端の小規模降伏という線形破壊力学での制約が必要である。

Ⅲ-28 板材の成形性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 板材の成形性は材料の変形及び割れの生じる応力状態によって分類して評価され、基本的には、深絞り性、張出し性、伸びフランジ性及び曲げ性の4つに分類される。
- ② 深絞り性とは、「ダイス面上の素材がダイス穴内へ絞り込まれる程度」と定義される。
- ③ 張出し性は、「平板又は既に成形された製品の一部を膨らまし、突き出して所定の形状寸法に成形し得る程度」と定義される。
- ④ 曲げ性は、「割れを生じることなく曲げられる程度」として定義される。
- ⑤ コニカルカップ試験は、試験片をダイスとしわ抑えで拘束し、穴径27 mmのダイス穴内に球径20 mmのポンチで張出す試験方法である。

Ⅲ-29 せん断加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 通常の条件でせん断加工された切り口面は、だれ、せん断面、破断面、かえりの各部からなる。
- ② 工具クリアランスを最適な値に選んだときは、ダイス及びパンチから発生したクラックが食い違いを生ずることなく連通し、材料の分離が行われる。
- ③ 小さなクリアランスのもとで1 m/s程度の高速で鋼をせん断加工すると、粗さの少ない切り口面となる。これは、薄い層状領域において局所的に材料が加熱され靭脆性を示し、精度良くせん断されるためと考えられている。
- ④ せん断加工において打抜かれた製品はスプリングバックを起こして、その寸法はダイスの穴形状と同じにならない。
- ⑤ 精密打抜き法では切り口面全面を平滑にすることが可能であるが、これは高い静水圧力下において金属材料の延性が低下することを積極的に利用した技術である。

Ⅲ-30 板材の絞り加工において、材料の絞り深さを向上させるための手段として最も不適切なものはどれか。

- ① パンチを冷却し、ダイスやしわ抑え板を加熱する。
- ② パンチの先端が平たい形状の場合はパンチと素板の界面の摩擦係数を大きくする。
- ③ 対向液圧成形を活用する。
- ④ フランジ部の材料の変形抵抗や摩擦を可能な限り小さくする。
- ⑤ 製品の寸法と素材の材質が同じ場合、使用する素材の板厚はできる限り薄いものを選択する。

Ⅲ-31 金属の硬さ試験に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ショア硬さ (HS) は、ダイヤモンドのハンマーを一定の高さから落下させ、その跳ね上がり高さに比例する値として求める。
- ② ビッカース硬さ (HV) は、一般に対面角136度の正四角すいのダイヤモンド圧子を試料 (試験片) の表面に押し込み、その試験力 [N] の0.102倍を、試験力の解除後に表面に残ったくぼみの表面積 [mm²] で割った値である。
- ③ ブリネル硬さ (HBW) は、超硬合金球の圧子を試料の表面に押し込み、その試験力 [N] の0.102倍を、試験力の解除後に表面に残ったくぼみの表面積 [mm²] で割った値である。
- ④ ロックウェル硬さ (Cスケール, HRC) は、円すい角120度、先端の曲率半径0.2 mmの円すい形ダイヤモンド圧子を試料の表面に押し込み、その試験力 [N] の0.102倍を、試験力の解除後に表面に残ったくぼみの表面積 [mm²] で割った値である。
- ⑤ スープ硬さ (HK) は、対稜角が172.5度と130度で底面が菱形の四角すいダイヤモンド圧子を試料の表面に押し込み、その試験力 [N] の0.102倍を、試験力の解除後に表面に残ったくぼみの投影面積 [mm²] で割った値である。

Ⅲ-32 金属材料の押出し加工と引抜き加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 軸押出しや引抜きにおいて小さな断面減少率で多パス加工を行う場合に、中心部にシェブロンクラックと呼ばれる内部割れを生じることがある。
- ② テーパーダイス (コニカルダイス) を用いた丸棒の引抜きでは、製品精度を向上させるために後方張力 (逆張力) を付加することがあるが、ダイスの寿命は短くなる。
- ③ 押出し比が等しいとき、一般に直接押出し (前方押出し) の押出し圧力は間接押出し (後方押出し) の押出し圧力より大きい。
- ④ 鋼の熱間押出しでは、ガラス粉末を潤滑剤として用いる場合もある。
- ⑤ テーパーダイスを用いた丸棒の引抜きにおいては、引抜き応力を最小にするようなダイス半角が存在する。

Ⅲ-33 板の圧延加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 薄板の圧延において幅方向の厚さ制御が不適切であると、板端部の端伸び（耳波）や板中央部の中伸び（中波）などの平坦度不良を生じる。
- ② ワークロール（作業ロール）の弾性変形により、ロールの板との接触部分での曲率半径はワークロールの半径より小さくなる。
- ③ 圧延中に前方張力又は後方張力を加えると、圧延圧力が減少する。
- ④ 圧延荷重を小さくして圧延機のロールハウジングの変形を少なくするためには、ワークロールの直径を小さくする。
- ⑤ 4段圧延機では、直径の小さな2本のワークロールの上下を大径のバックアップロール（支えロール）で支持する。

Ⅲ-34 無電解めっきの特徴に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① イオン化傾向の差により生じる置換めっきも無電解めっきの一種である。
- ② 電流分布が存在しないため、複雑な形状の基材にもめっきができる。
- ③ 還元反応を必要としないため、電気化学反応は生じない。
- ④ プラスチックやセラミックスなどの非導電体上にもめっき可能である。
- ⑤ 電解設備が不要なため、処理設備や処理操作が簡易である。

Ⅲ-35 表面処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① PVDとは、熔融あるいは熔融に近い状態にした粉末状あるいは線状の材料を高速度で基板に衝突させ、厚膜のコーティングを行う表面処理技術である。
- ② CVDとは、コーティングしたい材料の構成元素を含む単体又は化合物の原料ガスを基板上に供給し、気相あるいは基板表面での化学反応により膜を作製する技術である。
- ③ 金属をアノードとして適当な電解液中で電解を行うと、金属が酸化され、金属表面に酸化皮膜が生成する。この処理をアノード酸化と呼ぶ。アノード酸化皮膜が持つ干渉色の特性を意匠性に生かしたものがカラーステンレス、カラーチタンである。
- ④ 電解研磨とは、適当な電解液中で金属をアノード溶解させる表面処理で、アルミニウム、ステンレス鋼、銅合金などの光沢鏡面を得る方法である。
- ⑤ 電着塗装とは、電着塗料を分散・懸濁させた電解液を用いて電気化学的に塗膜を金属表面に析出させた後に、乾燥及び焼付けを行う塗装法である。複雑な形状の表面に対して均一な膜厚の塗装が行える特長がある。