

## 7章 問題解答

### 予習

1.

原子番号： 13， 原子量： 26.98， 密度： 2.70Mg/m<sup>3</sup>，  
結晶構造： fcc， 融点： 660.2 °C， ヤング率： 70.6GPa，  
剛性率： 26.2GPa， ポアソン比： 0.35

2.

(1)

共晶組成 12.6 %  
共晶温度 577 °C

(2)

α (Al) 相

(3)

固相から2つの固相が出るのが共析で，液相から2つの固相が出るのが共晶

3.

塑性変形の機構：

転位によるすべり変形で金属材料は塑性変形する。

加工硬化の理由：

塑性変形で導入された転位が，他の転位の移動をし難くするため。

### 演習問題 A

7-A1

- (ア) 7000 系合金
- (イ) 2000 系合金
- (ウ) 1000 系合金
- (エ) 3000 系合金
- (オ) 4000 系合金
- (カ) 5000 系合金
- (キ) 6000 系合金

## 7-A2

現象の名称：時効硬化

時効過程の初期にできる整合な析出物は、粒子せん断機構により転位の運動を妨げるのですべり変形し難くなる。熱処理時間の経過とともに整合な析出物の数密度が増加するので、次第に硬くなる。その後、整合な析出物の大きさは徐々に粗大になり、非整合でサイズの大きな析出物へ変化する。そうなると、オロワン機構が転位の運動を妨げることになる。さらに時間経過すると、析出粒子は粗大でまばらになる（オストワルド成長する）ので、粒子サイズが大きくなり、粒子間隔が広くなり、オロワン機構による強化機構の作用は徐々に失われていく。

## 7-A3

Mg：固溶強化，Si と共に含まれる場合に析出強化

Si：固溶強化（固容量は大きくない），鋳造合金においては共晶相を形成

Cu：固溶強化，析出硬化

Zn：固溶強化，Mg と共に含まれる場合に析出強化

Mn：分散強化，再結晶の抑制，結晶粒微細化

Fe：固溶強化（固容量は大きくない）

Cr：応力腐食割れの防止

Ni：耐熱性の向上

Pb：切削性の向上

Bi：切削性の向上

## 7-A4

図 7-11 を参照のこと。

## 7-A5

図 7-12 を参照のこと。

## 演習問題 B

### 7-B1

固溶強化，析出強化などの強化機構は，転位の移動を妨げることで塑性変形におけるすべり変形を抑制し，強度向上を図っている。一方，弾性ひずみは，結晶格子の原子間隔が伸び縮みすることで生じる。Al に Cu，Mg などを多少加えて合金化しても母相アルミニウムの原子結合力はほとんど変化しない。そのため，ヤング率の変化は小さい。

#### 7-B2

変形で生じた転位と Mg などの固溶原子の間に相互作用があるため、転位の移動が断続的に妨げられる。この効果のため、変形帯あるいはせん断帯と呼ばれる変形集中によって変形が生じる。それが、応力-ひずみ関係に鋸刃状に現れる。

#### 7-B3

亜共晶 Al-Si 合金では、初晶として  $\alpha$ -Al 相が晶出してデンドライト状に成長する。その後、共晶反応が起こり、Al 相中に Si 粒子が分散した共晶相が形成される。

#### 7-B4

過共晶 Al-Si 合金では、初晶として Si 粒子が形成される。その後、共晶反応が起こり、Al 相中に Si 粒子が分散した共晶相が形成される。初晶 Si 粒子は粗大になりがちなので、初晶の核生成数を増加させ、初晶 Si 粒子を微細化するために、Si 粒子の核生成作用のある P を含む Cu-P などが添加される。

#### 7-B5

鑄造法やダイカスト法は、最終製品に近い形状を一度に作り出すことができる利点がある。すなわち、不要箇所の除去加工を最小限にできるため、原材料から製品への歩留りが高い。また、型を使って製造するので大量生産に向いている。製造コストの面で非常に有利である。