

1과목 : 금속조직학

1. 오스포밍(ausforming)한 금속 조직에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 소성가공의 불균일성 때문에 복잡하고 미소한 응력이 발생한다.
- ② 압연할 때는 압연방향으로 오스테나이트가 길게 된다.
- ③ 오스테나이트 입계의 면적이 증가한다.
- ④ 슬립선이 발생하지 않기 때문에 마텐자이트의 성장이 방해 받지 않는다.

2. 다음 중 순금속 주괴의 중심부에서 관찰될 수 있는 조직은?

- ① 주형철
- ② 주상정
- ③ 등축정
- ④ 철층

3. 알루미늄 금속이 응고할 때 결정이 우선 성장하는 방향은?

- ① [100]
- ② [101]
- ③ [011]
- ④ [111]

4. 다음 중 규칙격자가 불규칙격자와 비교하여 전기전도도가 큰 이유는?

- ① 풀림을 단시간에 처리하므로
- ② 고온에서 핵생성이 촉진되므로
- ③ 전도전자의 산란이 적어지므로
- ④ 불규칙격자의 상호치환이 활발하므로

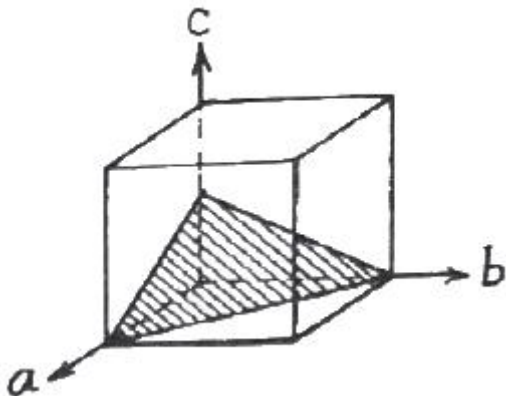
5. 재결정 현상에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 냉간가공의 변형량이 클수록 재결정 온도는 낮아진다.
- ② 일반적으로 순수한 금속에 가까울수록 재결정 온도는 높아진다.
- ③ 냉간가공도가 커짐에 따라 핵발생속도의 증가량이 핵성장속도의 증가량보다 크다.
- ④ 금속의 용융점이 높을수록 재결정 온도가 일반적으로 높다.

6. 다음 금속 결정구조 중 전연성이 가장 우수하고, 가공성이 뛰어난 것은?

- ① 면심입방구조
- ② 조밀육방구조
- ③ 체심입방구조
- ④ 단사입방구조

7. 다음 그림에서 빗금친 면의 Miller 지수는?



- ① (100)
- ② (112)
- ③ (111)
- ④ (110)

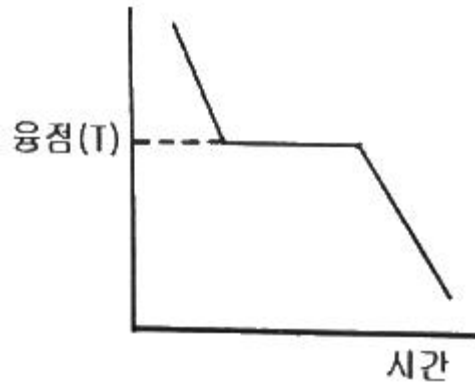
8. 다음 중 재결정이 일어난 금속에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 재결정이 일어나면 인장강도가 감소한다.
- ② 재결정이 일어나면 탄성한도가 감소한다.
- ③ 재결정이 일어나면 전기저항이 감소한다.
- ④ 재결정이 일어나면 연신율이 감소한다.

9. Fe-Fe₃C 상태도에서 0.2%C인 탄소강이 723°C 선상에서의 초석 α와 austenite는 약 몇 % 인가? (단, 723°C에서의 탄소 고용한도는 0.8% 이며, α의 고용한도는 0.025% 이다.)

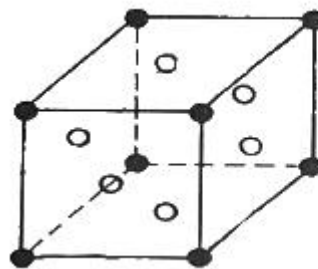
- ① α = 77.42%, austenite : 22.58%
- ② α = 22.58%, austenite : 77.42%
- ③ α = 61.50%, austenite : 38.50%
- ④ α = 38.50%, austenite : 61.50%

10. 다음은 순금속의 냉각 곡선이다. 융점에서 Gibbs의 상률을 적용한 자유도는? (단, 압력이 일정하다.)



- ① 0
- ② 1
- ③ 2
- ④ 3

11. 다음 구조의 화학식은? (단, A원자는 각 면의 중심에 존재한다.)



○ : A 원자
● : B 원자

- ① A₃B₄
- ② A₃B
- ③ AB
- ④ A₂B

12. 단순입방격자에서 (110)면과 수직을 이루는 면은?

- ① (110)
- ② (011)
- ③ (111)
- ④ (100)

13. 다음 중 강자성 재료인 것은?

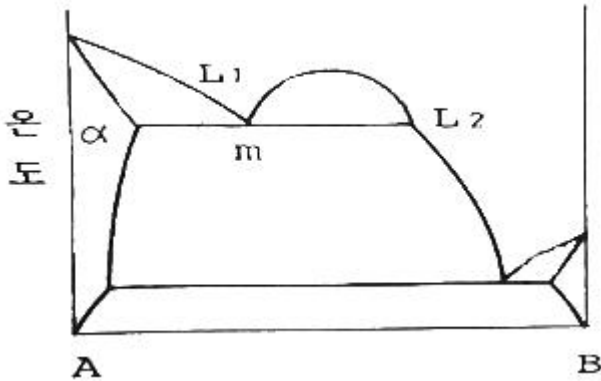
- ① 500°C의 순철
- ② 1000°C의 순철
- ③ 1500°C의 순철
- ④ 2000°C의 순철

14. BCC 결정구조의 버거스 벡터를 바르게 표시한 것은? (단,

a는 격자 상수이다.)

- ① $a[110]$ ② $\frac{a}{2}[110]$
- ③ $a[111]$ ④ $\frac{a}{2}[111]$

15. 그림과 같은 2성분계 상태도의 m점에서 일어나는 평형 반응은? (단, L₁은 용액 I, L₂는 용액 II 및 α는 고용체이다.)



- ① 공정반응 ② 편정반응
- ③ 공석반응 ④ 편석반응

16. 금속간 화합물에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 금속과 비금속이 결합한 화합물이다.
- ② 일반적으로 연하며 간단한 결정구조를 갖는다.
- ③ 일반적으로 용점이 낮아 고온에서 분해되지 않는다.
- ④ CuAl₂ 합금은 금속간화합물이다.

17. 냉간가공에 의해 일어나는 현상은?

- ① 결정의 이방성 발생 ② 잔류응력의 감소
- ③ 전위의 증가 ④ 인장강도의 감소

18. 다음 중 강의 TTT곡선에서 나타나는 상변태에 영향을 주는 인자와 가장 거리가 먼 것은?

- ① 탄소함량 ② 결정구조
- ③ 결정립도 ④ 합금원소

19. 고용체에서 규칙도(Degree of order)가 1인 것을 무엇이라 하는가?

- ① 반규칙 고용체 ② 반불규칙 고용체
- ③ 완전규칙 고용체 ④ 완전불규칙 고용체

20. 순철이 체심입방격자에서 면심입방격자로 변태하는 것은?

- ① 자기변태 ② 상온변태
- ③ 고온변태 ④ 동소변태

2과목 : 금속재료학

21. 강의 담금질에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 위험구역은 빨리 냉각하여 크랙 생성을 방지한다.
- ② 아공석강의 가열 온도는 약 A₃ + 50℃ 이다.

- ③ 임계구역을 빠르게 통과한 강의 조직은 마텐자이트이다.
- ④ 탄소의 함량이 높을수록 M_s 온도는 낮아진다.

22. 베이나이트 변태에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 약 550℃ 이하의 온도에서 상온변태시키면 베이나이트가 형성되기 시작한다.
- ② 상부 베이나이트는 하부 베이나이트보다 낮은 온도에서 생성된다.
- ③ 베이나이트 형성은 페라이트 결정입계에서 핵의 형성이 시작된다.
- ④ 베이나이트의 생성은 결정입 내부에서만 일어난다.

23. 다음 중 실용적 수소저장합금이 가져야할 성질이 아닌 것은?

- ① 수소의 흡수와 방출속도가 빠를 것
- ② 수소의 흡수와 방출 시 평형압력의 차가 클 것
- ③ 상온근방에서 수 기압의 수소해리 평형압력을 가질 것
- ④ 단위중량 및 단위체적당 수소 흡수와 방출량이 많을 것

24. 아연(Zn)의 특성에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 용점은 약 420℃ 이다.
- ② 고온의 증기압이 높다.
- ③ 상온에서 면심입방격자이다.
- ④ 일반적으로 25℃에서 밀도는 약 7.13 g/cm³ 이다.

25. 다음 중 티타늄 및 티타늄 합금에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 일반적으로 α상, δ상 조직이 존재한다.
- ② 합금 성분 중 Si는 α상을 안정화하는 성분이다.
- ③ 화학공업의 밸브나 펌프 부품, 항공기의 부품으로 사용된다.
- ④ 순수한 티타늄의 용융점은 약 1940K 이다.

26. Lo-Ex 합금의 특징에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 내마모성이 좋다.
- ② 열팽창 계수가 크다.
- ③ 고온 강도가 낮다.
- ④ 합금조성은 Al-12%Cu-1%Si-15%Mg-1.8%Ni 이다.

27. 분말야금법의 특징에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 절삭공정을 생략할 수 있다.
- ② 다공질의 금속재료를 만들 수 있다.
- ③ 용해법으로 만들 수 없는 합금을 만들 수 있다.
- ④ 제조과정에서 용점 이상까지 온도를 올려야 한다.

28. Cu의 수소 취성에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 생성되는 수증기가 원인이 되어 발생하는 취성이다.
- ② 정련동 중의 Cu₂O를 제거하는 과정에서 생길 수 있다.
- ③ 동을 전해액 중에서 정련할 때 수소 침입으로 생기는 취성이다.
- ④ 동 중의 산소를 제거할 때 사용하는 환원성 수소 가스로 인해 발생하는 취성이다.

29. 오스테나이트계 스테인리스강의 품질을 감소시키는 현상은?

- ① 뜨임취화 ② 입계부식

- ③ 고온취화 ④ σ 상 취화

30. 오스테나이트계 스테인리스강의 표면 미세 갈라짐을 검사하려고 할 때, 다음 중 가장 적합한 비파괴검사 방법은?

- ① 침투탐상검사 ② 음향방출검사
- ③ 자분탐상검사 ④ 초음파탐상검사

31. 40~50%Ni과 Fe의 합금으로 열팽창계수와 내식성이 우수하여 전구에 사용하는 것은?

- ① ESD ② Hiduminium
- ③ Raffina ④ Platinite

32. 금속의 강화기구 중 강도와 인성을 동시에 증가시키는데 효과적인 방법은?

- ① 고용강화 ② 가공경화
- ③ 분산강화 ④ 결정립 미세화강화

33. 다음 강재에 존재하는 비금속개재물 중에서 열간가공에 의해 가장 잘 연신되는 것은?

- ① 산화물 ② 규화물
- ③ 황화물 ④ 안정한 대형 탄질화물

34. 스프링강에서 담금질성을 높이고 탄성한도를 향상시키는 반면, 열처리 중에 탈탄을 촉진시켜서 표면경도의 저하를 유발하는 원소는?

- ① S ② W
- ③ Mo ④ Si

35. 레데뷰라이트 조직에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 주철의 응고 시 생기는 공정조직이다.
- ② α 와 Fe_3C 의 혼합물이다.
- ③ 액상 철로부터 생성되는 조직이다.
- ④ 생성온도는 약 1130℃ 이다.

36. 재료시험법 중 동적시험에 해당되는 것은?

- ① 인장시험 ② 충격시험
- ③ 전단시험 ④ 압축시험

37. 다음 조직 중 경도가 가장 높은 것에서 낮은 순으로 옳은 것은?

- ① 펄라이트 > 마텐자이트 > 베이나이트 > 페라이트
- ② 마텐자이트 > 펄라이트 > 베이나이트 > 페라이트
- ③ 마텐자이트 > 베이나이트 > 펄라이트 > 페라이트
- ④ 마텐자이트 > 펄라이트 > 페라이트 > 베이나이트

38. 다음 중 순철의 변태가 아닌 것은?

- ① A_0 ② A_2
- ③ A_3 ④ A_4

39. 납을 제조할 때 사용되는 습식 전해법은?

- ① Sinter법 ② Betts법
- ③ Rotary법 ④ Linz법

40. 절삭공구를 만들기에 가장 적합한 소재는?

- ① 내열합금 ② 베어링강
- ③ 초경합금 ④ 기계구조용강

3과목 : 야금공학

41. 다음과 관련 있는 내용은?

화학반응에서 발생 또는 흡수하는 열량은 그 반응의 최초의 상태와 최종 상태만으로 정해지며 반응의 중간 단계의 영향을 받지 않는다.

- ① Henry의 법칙 ② Avogadro의 법칙
- ③ Bragg의 법칙 ④ Hess의 법칙

42. 25g의 Cd와 75g의 Zn이 2원계 합금을 형성할 때, Cd의 몰분율은? (단, Cd의 원자량 : 112.41, Zn의 원자량 : 65.38)

- ① 0.828 ② 0.222
- ③ 0.162 ④ 1.147

43. 200K에서 $ZnO_2 = Zn + O_2$ 의 반응에 대한 평형 상수는 얼마인가? (단, 200K에서 $\Delta G^\circ = 17330cal$ 이다.)

- ① 1.151×10^{-19} ② -1.151×10^{-19}
- ③ 9.817×10^{-9} ④ -9.817×10^{-9}

44. 노의 제련법 중 진공장치 또는 진공설비를 이용하는 제련법이 아닌 것은?

- ① LF법 ② VOD법
- ③ VAD법 ④ RH법

45. 25℃에서 10L의 이상기체를 1.5L까지 등은 가역적으로 압축하였을 때 주위로부터 2500cal의 일을 받았다. 이 기체는 약 몇 mole 인가?

- ① 1.1 ② 2.2
- ③ 3.5 ④ 4.8

46. 황 32kg을 완전 연소시키기 위하여 필요한 산소 가스의 양은 몇 kg 인가?

- ① 32 ② 16
- ③ 12 ④ 2

47. 온도와 압력이 일정한 닫힌 계에서 A에서 B로의 상태변화가 일어난다. 평형상태는 어느 에너지가 최소값을 가질 때 도달하는가?

- ① 엔탈피 ② 내부에너지
- ③ 깁스 자유에너지 ④ 헬름홀츠 자유에너지

48. 고로 가스의 성분이 다음과 같을 때, ㉠~㉣에 해당하는 가스의 명칭으로 옳은 것은?

성분	성분함량(%)
CO	20 ~ 23.5
㉠	18 ~ 23
㉡	1.6 ~ 6
㉢	48 ~ 57

- ① ㉠ : CO_2 , ㉡ : N_2 , ㉢ : H_2
- ② ㉠ : N_2 , ㉡ : CO_2 , ㉢ : H_2
- ③ ㉠ : N_2 , ㉡ : H_2 , ㉢ : CO_2

③ $\tau_{max} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{2}}$ ① $\tau_{max} = \frac{\sigma_0}{2}$

64. 길이 100mm, 폭 50mm, 두께 5mm인 철판을 폭은 변화시키지 않고 길이 방향으로 140mm까지 냉간압연 하면 판의 최종두께는 약 몇 mm 인가?
 ① 1.6 ② 2.6
 ③ 3.6 ④ 4.6
65. FCC 금속 결정에서 일어나는 교차 슬립(Cross Slip)에 대한 설명으로 옳은 것은?
 ① (111)면상에 $[\bar{1}01]$ 방향의 Burgers 벡터를 가진 나선 전위선이 $(1\bar{1}\bar{1})$ 면으로 슬립할 수 있다.
 ② (101)면상에 $[1\bar{1}\bar{1}]$ 방향의 Burgers 벡터를 가진 칼날 전위선이 (110)면으로 슬립할 수 있다.
 ③ (111)면상에 [001]방향의 Burgers 벡터를 가진 나선전위선이 $(1\bar{1}\bar{1})$ 면으로 슬립할 수 있다.
 ④ (011)면상에 [111]방향의 Burgers 벡터를 가진 칼날전위선이 (110)면으로 슬립할 수 있다.
66. 고온크리프의 변형 기구에 해당되지 않는 것은?
 ① 전위의 상승 ② 공공의 확산
 ③ 쌍정의 발생 ④ 결정 입계의 미끄럼
67. 어느 방향으로 소성변형을 가한 재료에 역방향의 하중을 가하면 전과 같은 방향으로 하중을 가한 경우보다 소성변형에 대한 저항이 감소하는 현상은?
 ① 코트렐 효과 ② 표피 효과
 ③ 바우싱거 효과 ④ 변형 경화 효과
68. 원형의 깊은 모양을 한 제품을 만드는 가공방법으로 용기, 전등 갓 등의 제조가 가능하며 제품의 바깥면에 원형자국이 있는 가공법은?
 ① 관통 압출법 ② 스피닝법
 ③ 포트홀다이 압출법 ④ 만네스만 밀 방법
69. 취성 고체의 파괴가 표면 조건에 따라 민감하게 변하는 현상을 무엇이라 하는가?
 ① Joffe effect ② Bauschinger effect
 ③ P-L effect ④ Cottrell effect
70. 다결정체의 소성변형에 관한 설명으로 틀린 것은?
 ① 결정입계는 변형에 대한 저항 역할을 한다.
 ② 변형 후에 결정립들은 우선적인 방위로 배열하는 경향이 있다.
 ③ 소성변형 기구는 slip, twin, kink 등이다.
 ④ 결정립이 미세할수록 변형이 용이하다.
71. 금속 재료의 피로에 관한 설명 중 틀린 것은?
 ① 지름이 크면 피로 한도는 작아진다.
 ② 노치가 있는 시험편의 피로 한도는 크다.
 ③ 표면이 거친 것이 고온 것보다 피로 한도가 작다.

- ④ 노치가 없을 때와 있을 때의 피로 한도 비를 노치계수라 한다.

72. HCP에서 완전 전위의 Burger 벡터 $\frac{a_0}{3} [11\bar{2}0]$ 가 2개의 shockley 부분 전위로 분해되는 반응식으로 옳은 것은?
 ① $\frac{a_0}{3} [11\bar{2}0] \rightarrow \frac{a_0}{3} [10\bar{1}0] + \frac{a_0}{3} [01\bar{1}0]$
 ② $\frac{a_0}{3} [11\bar{2}0] \rightarrow \frac{a_0}{3} [100\bar{1}] + \frac{a_0}{3} [01\bar{1}0]$
 ③ $\frac{a_0}{3} [11\bar{2}0] \rightarrow \frac{a_0}{3} [10\bar{1}0] + \frac{a_0}{3} [100\bar{1}]$
 ④ $\frac{a_0}{3} [11\bar{2}0] \rightarrow \frac{a_0}{3} [11\bar{1}0] + \frac{a_0}{3} [01\bar{1}0]$
73. 다음 중 가공 경화에 대한 설명으로 옳은 것은?
 ① 재료에 외력을 가하면 변형되지 않는 현상이다.
 ② 가공된 재료를 가열하였다가 냉각시킬 때 발생하는 현상이다.
 ③ 재료에 변형이 진행됨에 따라 강도와 경도가 증가하는 현상이다.
 ④ 재료에 외력을 가하면 영구변형을 일으키는 현상이다.
74. 전위의 집적이 생기면 전위의 증식원(源)인 프랭크 리드(Frank Read)원에도 응력이 미치는 것은 무엇인가?
 ① 동적회복 ② 시효응력
 ③ 역응력 ④ 항복강하
75. FCC 격자에서 쌍정면과 쌍정방향으로 옳은 것은?
 ① 면 : (111), 방향 : [112] ② 면 : (112), 방향 : [111]
 ③ 면 : (110), 방향 : [111] ④ 면 : (110), 방향 : [112]
76. 연강의 인장 시험에서 넥킹(necking)현상은 어떤 강도에서 발생하기 시작하는가?
 ① 인장강도 ② 파단강도
 ③ 비례강도 ④ 탄성강도
77. 탄성계수(E)와 체적탄성계수(K)의 관계식으로 옳은 것은? (단, ν 는 푸아송 비이다.)
 ① $K = \frac{E}{1+\nu}$ ② $K = \frac{E}{2(1+\nu)}$
 ③ $K = \frac{E}{1-2\nu}$ ④ $K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$
78. 가공경화 후 어닐링 시 재결정에 대한 설명으로 틀린 것은?
 ① 온도를 감소시키면 재결정에 필요한 어닐링 시간이 증가한다.
 ② 재결정을 일으키는데 최소한의 변형이 필요하다.
 ③ 금속의 순도가 높아질수록 재결정온도는 증가한다.

④ 변형 정도가 작을수록 재결정을 일으키는데 필요한 온도는 높아진다.

79. 단조작업 시 마지막 단계에 이르렀을 때 과잉의 금속이 금형 속으로부터 밀려나서 금속의 얇은 띠가 생기는 것은?

- ① 핫티어 ② 플래시
- ③ 플레이크 ④ 산화물랩

80. 연성-취성 천이온도에 미치는 영향에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 강 중의 Mn, Ni은 천이온도를 높인다.
- ② 노치가 날카로울수록 천이온도는 낮아진다.
- ③ 변형 속도가 작을수록 천이온도는 높아진다.
- ④ 결정립의 크기가 클수록 천이온도는 높아진다.

5과목 : 표면공학

81. 페러데이 법칙에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 전기도금 시에 석출량은 전류에 비례한다.
- ② 전기도금 시에 석출량은 원자가에 비례한다.
- ③ 전기도금 시에 석출량은 시간에 비례한다.
- ④ 화학 당량을 페러데이로 나눈 값을 전기화학당량이라 한다.

82. 진공증착이 이루어지는 챔버(진공관) 내부의 진공도와 가장 가까운 범위는?

- ① 1~10 torr ② $10^{-1} \sim 10^{-2}$ torr
- ③ $10^{-3} \sim 10^{-4}$ torr ④ $10^{-5} \sim 10^{-6}$ torr

83. PVD법의 특징에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 코팅층의 표면이 균일하다.
- ② 고순도의 코팅층을 얻을 수 있다.
- ③ PVD법에는 진공증착, 음극스퍼터링, 이온플레이팅 등이 있다.
- ④ 헬륨 가스가 가압된 상태에서 주입되어야하기 때문에 가스 비용이 많이 든다.

84. 다음 중 철강 기지에 용융도금하기 어려운 경우는?

- ① 몰리브덴 도금 ② 아연 도금
- ③ 알루미늄 도금 ④ 주석 도금

85. 다음 중 화학적 기상도금(CVD)법으로 제조하지 않는 박막은?

- ① Si_3N_4 ② SiO_2
- ③ $Cr_{23}C_6$ ④ $MoSi_2$

86. 공업적으로 쓰이고 있는 양극산화 방법이 아닌 것은?

- ① 황산법 ② 옥살산법
- ③ 크롬산법 ④ 염화칼륨법

87. 금속 제품에 사용하는 열처리 용어에 대한 설명이 틀린 것은? (단, KS를 기준으로 한다.)

- ① 가스 퀴칭은 금속 제품을 정해진 고온 상태에서부터 산소로 냉각하는 처리이다.
- ② 표면 열처리는 금속 제품의 표면에 필요한 성질을 주기 위한 목적으로 하는 열처리이다.

③ 분무 퀴칭은 금속 제품을 정해진 고온 상태에서부터 물 등의 분무로 냉각하는 처리이다.

④ 진공 침탄은 강 제품을 진공 노에서 감압한 침탄성 가스 중에서 가열하여 침탄하는 처리이다.

88. 화학증착법에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 피복하고자 하는 증발된 금속을 이온화시켜 피복한다.
- ② 타겟 재료의 원자를 스퍼터(Sputter) 시켜 마주보는 기판 위에 피복한다.
- ③ 금속용액에 기판을 침지하여 화학적으로 치환 도금한 것이다.
- ④ 가열된 소재에 피복하고자 하는 피막성분을 포함한 원료의 혼합가스를 접촉시켜 증착한다.

89. 진공증착법과 비교한 음극 스퍼터링에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 음극 스퍼터링은 전류량과 생성피막의 두께가 정비례하므로 두께 조절이 쉽다.
- ② 음극 스퍼터링은 진공증착법 보다 저진공에서 가능하다.
- ③ 음극 스퍼터링은 스퍼터 입자의 수가 많아서 도금속도가 빠르다.
- ④ 음극 스퍼터링은 텅겨진 입자가 큰 운동에너지를 가지고 있어서 막이 치밀하고 밀착도 좋다.

90. 다음 중 탈탄에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 탈탄은 강이 고온에서 산화되면서 발생하는 현상이다.
- ② 표면에 금속 도금, 피복을 통해서 탈탄을 방지할 수 있다.
- ③ 탈탄된 강재를 급랭 경화하면 탈탄 전의 강재보다 담금질 경도가 증가한다.
- ④ 중성분위기에서 열처리를 하면 탈탄을 방지할 수 있다.

91. 주사전자현미경을 통한 시료의 분석에서 상호작용 부피에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 산란단면은 가속전자 에너지의 제공에 비례하여 증가한다.
- ② 상호작용 부피는 시편의 원자번호가 증가할수록 감소한다.
- ③ 시료에 대한 입사각의 각도가 직각에서 벗어남에 따라 상호작용 부피가 감소한다.
- ④ 상호작용 부피는 시료 표면에서 탄성산란의 증가와 단위거리당 에너지 손실의 증가로 공 모양으로 나타난다.

92. 분위기 열처리에서 가스에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 암모니아 가스는 탈탄성 가스이다.
- ② 질소 가스는 중성 가스이다.
- ③ 메탄 가스는 침탄성 가스이다.
- ④ 수증기는 산화성 가스이다.

93. 다음 중 강의 경화능에 영향을 미치는 인자와 가장 거리가 먼 것은?

- ① 탄소량 ② 잔류응력
- ③ 합금원소량 ④ 오스테나이트의 결정입도

94. 마텐자이트 조직이 경도가 높은 이유가 아닌 것은?

- ① 결정의 미세화
- ② 급랭으로 인한 내부 응력

