

表面科学専門技術者資格認定試験では、二次試験において論述式筆記試験を行います。

今後専門技術者試験を受験する方の参考に供するため、過去に表面科学専門技術者試験で出題された問題の一部を公開します。

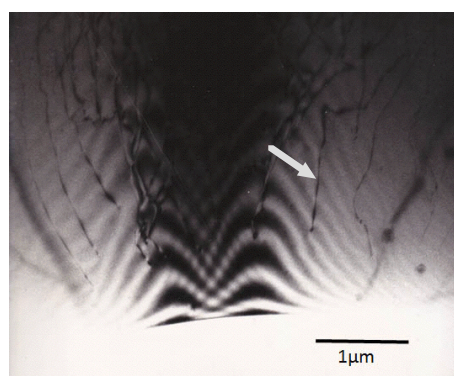
分野 1. 電子顕微鏡 (TEM, STEM)

問 以下の設問に解答しなさい。

- (1) TEM 観察試料には電子線を透過させるため、薄い試料の作製が不可欠である。代表的な試料作製法を3つ挙げ、それらの特徴と問題点を、具体的な例を用いて説明しなさい。
- (2) 薄片化の影響で、観察試料が変化・変質し、誤った像解釈の原因となる場合がある。事例を一つ挙げ、その原因と識別方法、対策について述べなさい。

問 以下の写真は電解研磨 (エッチング) によって作製されたアルミニウム薄膜の電子顕微鏡像である。加速電圧 350 kV における 111 の系統的回折が起きているときの明視野像である。この像について以下の問に答えなさい。

- (1) 写真中に見られるタケノコ状の縞模様について、このような形状が現れる理由を、電子回折の動力学理論の2波近似を用いて説明しなさい。
- (2) 写真中に見られるコントラスト (矢印) について、それが結晶のどのような状態に起因するのか、そのコントラストの出る理由、線の強弱および縞模様のずれについて説明しなさい。
- (3) この写真から $\langle 111 \rangle$ 方向を推定できるかどうか説明しなさい。



問 以下の設問に答えなさい。

- (1) TEM と STEM により得られる高分解能格子像について、それぞれの原理と特徴を説明し、メリットとデメリットについて述べなさい。また、STEM と同じ質の高分解能格子像を得るために TEM に加えるべき技術について述べなさい。
- (2) 制限視野電子回折、ナノビーム電子回折、集束電子回折について、それぞれの原理と特徴 (評価可能な物理情報とその感度、分解能、試料条件等) について説明しなさい。さらに、これらの方法のメリットとデメリットをまとめなさい。

(3) TEM や STEM で用いられる EDS と EELS について、それぞれの原理、特徴、試料の制約、使い分けなどを具体的に説明しなさい。

分野 2. EPMA

問 EPMA 装置 (WDS) の基本構成を図示し、全体および主要部分の仕様や動作原理について説明しなさい。また EDS と WDS による特性 X 線分析の原理、特徴、およびそれぞれのメリット、デメリットを述べなさい。

分野 7. SPM

問 以下の設問に解答しなさい。

- (1) STM の装置構成の概略を描き、各部の構造、はたらき、必要とされる性能を述べなさい。
- (2) 原子レベル空間分解能が得られない場合、考えられる要因を複数述べなさい。

分野 8. オージェ電子分光法 (AES)

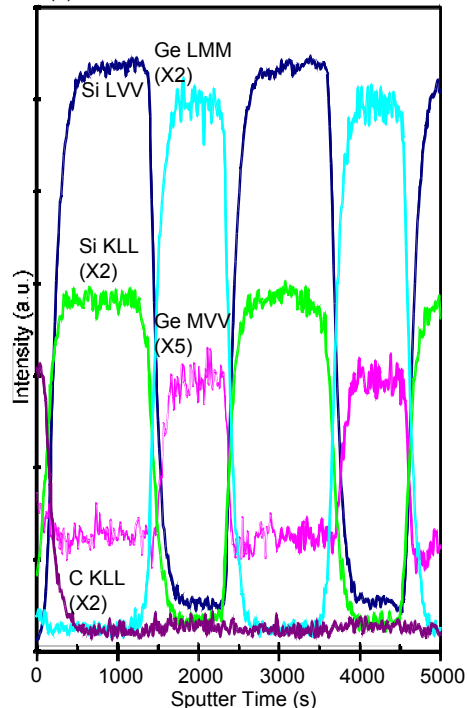
問 以下の設問に解答しなさい。

- (1) イオンエッチングによる深さ方向分析において、深さ分解能を向上させるために行う条件設定に関して 5 つ以上記し、その理由を説明しなさい。ただし「スパッタリングの間隔を短くする」は除きます。
- (2) 図(a)は Si/Ge 多層薄膜の構造を示し、図(b)にデプスプロファイルの測定例 (3 層目の Si の出だしまで表示) を示す。測定条件は、電子ビームが 10 kV, 10 nA, $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ ラスター 入射角 30 度, イオンビームが Ar 1 kV, 550 nA, $2 \times 2 \text{mm}^2$ ラスター 入射角 45 度である。得られたプロファイルから考えられるアーティファクトを 2 つ以上記し、その理由を説明しなさい。

図(a) Si/Ge多層薄膜



図(b) Si/Ge多層薄膜のデプスプロファイル測定例



分野 9. X線光電子分光法 (XPS)

問 以下の設問に解答しなさい。

- (1) XPSで試料表面の化学情報を推定する際の手順(試料調整から解析に至るまで)を述べるとともに、各プロセス(ステップ)で特に注意すべき点を箇条書きで示しなさい。
- (2) ISO規格に基づく電子分光器のエネルギー軸校正法について説明しなさい。

分野 15. 薄膜成長

問 基板A上へ、Aと異なる材料Bからなる薄膜を成長させる場合を考える。A、Bはそれぞれが、単結晶、多結晶あるいはアモルファス構造を有し、金属、半導体あるいは絶縁体材料である場合を考える。薄膜Bは、物質の堆積あるいは基板A表面の改質により成長させるものとする。この条件下で以下の設問に答えなさい。

平坦な基板A上に、原子層レベルで制御された、厚さ10nmの平坦な薄膜Bを成長させたいが、これが容易に行える物質(B1)と困難な物質(B2)がある。

- (1) そのメカニズム(なぜB1とB2の違いが出るのか)について、薄膜の3つの成長様式の観点から説明しなさい。
- (2) B1とB2のそれぞれのケースについて、想定される材料、成長方法、成長条件とその確認方法(評価方法)を具体的に示しなさい。ただし、Aは同一基板材料とする。