

## 2019 年度日本顕微鏡学会電子顕微鏡技術認定試験問題一級技士Ⅱ(鏡体・共通技術)

問1～問7は全問解答し、問8～問13はその中から3問を選んで解答しなさい。なお、選択しなかった問の解答欄には大きく×印を記入しなさい。

### 【必須問題】

問1. 次の文章中の( )にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

電子は( 1 )性と( 2 )性を併せ持っている。磁界を通過する電子の軌道解析では電子を( 1 )として扱うことができる。一方、( 3 )が障害物の陰に回り込む( 4 )現象や、あるいは2つの( 3 )が重ね合わさった時の( 5 )現象の解析では、電子を( 2 )として扱う必要がある。焦点はずれの透過電顕像に見られる( 6 )縞は、試料端における( 3 )の( 4 )により生じたものである。また、( 7 )パターンは( 8 )回折を( 9 )レンズにより( 10 )面に結像し、投影レンズで蛍光板に投影したものである。

### 【語群】

A. 散乱	B. 像	C. コンデンサー
D. 粒子	E. 電子線回折	F. 電子波
G. 回折	H. フラウンホーファー	J. 干渉
K. 対物	L. エアリーディスク	M. 後焦点
N. 波動	P. フレネル	Q. 制限視野

問2. 電子レンズの収差について、1)～3)の設問に答えなさい。(10点)

- 1) ザイデルの5収差を語群より選び、記号で答えなさい。
- 2) 電子顕微鏡の分解能を決める収差を語群より3つ選び、記号で答えなさい。

### 【語群】

A. 回折収差	B. 球面収差	C. 歪像収差
D. わん曲収差	E. 色収差	F. コマ収差
G. 非点収差		

- 3) 透過電子顕微鏡で色収差を軽減する方法を2つ述べなさい。

問3. 次の文章中の ( ) にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

ウイルスや生体高分子はコントラストが低いため、そのまま透過電顕観察することは困難である。( 1 ) は、重金属を ( 2 ) から蒸着することにより、試料に ( 3 ) なコントラストをつけ、電顕観察を可能にする方法である。タンパク質を観察する際には、( 4 ) による分子形態の変形をなるべく少なくするために精製タンパク質溶液に ( 5 ) を加え、窒素ガスを使用した ( 6 ) により雲母板の新しい劈開面に噴射する。その後直ちに真空装置に入れて、高真空状態にして乾燥させる。次に、白金線をタングステン線に巻き付けて角度を ( 7 ) にして蒸着し、さらに ( 8 ) の角度で ( 9 ) を施す。装置から取り出した雲母板を蒸留水に沈めてはがれてくる ( 10 ) をグリッドですくい取り、乾燥後に観察する。

【語群】

A. 導電性	B. カーボン蒸着	C. イオンビームスパッタ法
D. シャドウイング法	E. 蒸着法	F. スプレー法
G. 立体的	H. 平面的	J. 乾燥
K. 真空蒸着	L. グリセリン	M. エタノール
N. 斜め上	P. 真上	Q. 4度前後
R. 90度前後	S. 薄膜	T. 蒸着膜

問4. 次の文章中の ( ) にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

図1は銅薄膜の結晶サイズと分散を観察した例である。このような写真は一般に ( 1 ) 視野像と呼ばれ、( 2 ) な ( 3 ) 絞りを使用することでコントラストが向上する。図2は図1と同一視野のある結晶面を選択的に光らせて撮影した例である。このような写真は一般に ( 4 ) 視野像と呼ばれ、光らせたい結晶面に対応する ( 5 ) を ( 3 ) 絞りで選択して結像する。図1と図2は ( 6 ) コントラストであり、試料で ( 6 ) 、( 7 ) した電子を ( 3 ) 絞りで遮る事により形成される。図3は単結晶 Si を高倍率で観察したものであり、格子が写っている。このような写真は一般に ( 8 ) 像と呼ばれ、試料で ( 7 ) した電子が ( 9 ) して生じた ( 10 ) コントラストで形成される。

図1

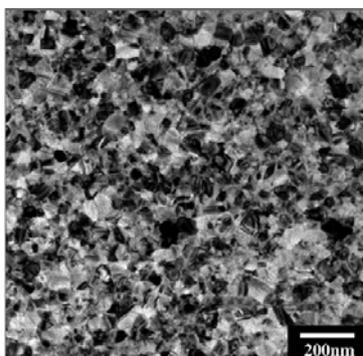


図2

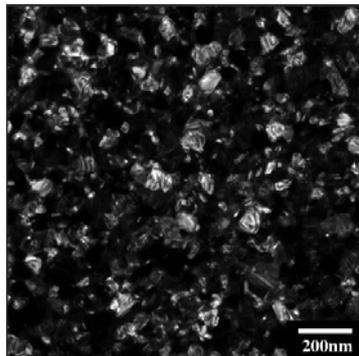
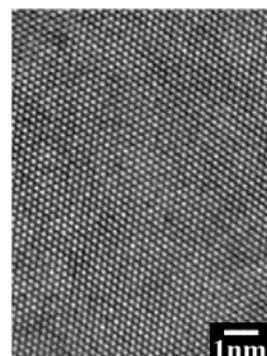


図3



【語群】

A. 明	B. 暗	C. 小	D. 大	E. コンデンサー
F. 対物	G. 制限視野	H. 高分解能	J. 広視野	K. 散乱
L. 吸収	M. 位相	N. 干渉	P. 回折	Q. 回折斑点

問5. 次の文章中の( )にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

走査電子顕微鏡は、( 1 )から放出された電子を( 2 )と( 3 )で細く絞って得られた電子線を( 4 )を使用して二次元的に試料表面を走査する。真空中で電子線を物体(試料)表面に照射すると、電子と試料の( 5 )により( 6 )、( 7 )特製X線、陰極線蛍光などが発生する。( 6 )は試料表面の微細構造観察に、( 7 )は試料の組成コントラストの観察に使用される。一般的な走査電子顕微鏡は、 $10^4 \sim 10^5$  Pa程度の真空度で観察することから、水分を含む試料は乾燥が必要である。しかし近年、含水試料をそのまま観察できる( 8 )が開発されている。本装置を使用すると、チャージアップが軽減されるメリットがあることから、( 9 )観察が可能である。含水試料の観察では、試料温度を下げ水( 10 )を試料室内の圧力に近づけることで観察中の水の蒸発を抑制できる。

【語群】

A. 試料前処理	B. 二次電子	C. コンデンサーレンズ
D. 電子ビーム	E. 飽和蒸気圧	F. 焦点合わせ
G. 反射電子	H. 電子銃	J. 低真空型走査電子顕微鏡
K. 無蒸着	L. 偏向コイル	M. 対物レンズ
N. コントラスト	P. 相互作用	Q. 高真空型走査電子顕微鏡

問6. EDSのメリットをWDSと比較し、簡潔に2つ記しなさい。(10点)

問7. 次の測定圧力範囲で使用される真空計の名称とその測定原理を簡潔に記しなさい。(10点)

【選 択 問 題】

問 8. ヘアピン型タングステンフィラメントについて、以下の設問に答えなさい。（10 点）

- 1) フィラメント電流の増加に伴うエミッション電流の変化（電流特性グラフ）を図中に示しなさい。
- 2) フィラメント像を観察する時のフィラメント電流設定位置を上記の電流特性グラフ上に○印で示しなさい。
- 3) 電頭観察時のフィラメント電流設定位置を上記の電流特性グラフ上に△印で示しなさい。
- 4) 冷陰極電界放出型フィラメントと比較して、①電子源の大きさ、②必要とする真空度、③寿命はどうか。解答欄の正しい方に○印を記しなさい。

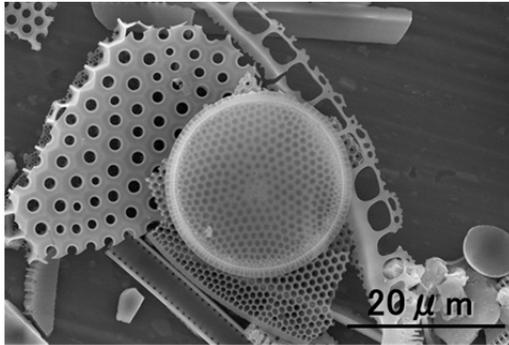
【解答欄】

1) 2) 3)			
4)	①	(     ) 大きい	(     ) 小さい
	②	(     ) 高真空	(     ) 低真空
	③	(     ) 長 い	(     ) 短 い

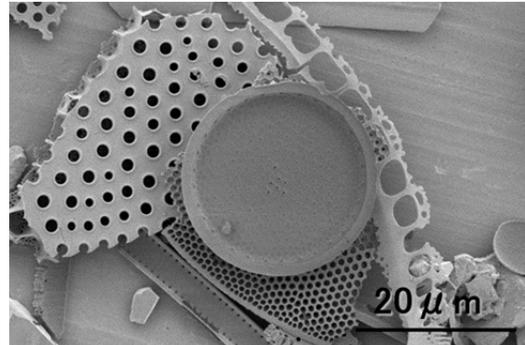
問9. 走査電顕像に及ぼす加速電圧効果について、1), 2) の設問に答えなさい。(10点)

1) 高加速電圧で撮影した写真は【A】、【B】のどちらか、理由とともに答えなさい。

(試料は珪藻)



【A】



【B】

2) 以下の文章は低加速電圧と高加速電圧で撮影した像の特徴について記している。

( ) にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。

低加速電圧では ( 1 ) が大きく、画像もソフトであるが、分解能は ( 2 ) なる。これに対して高加速電圧では分解能は ( 3 ) なるが、( 1 ) が小さくなり、エッジ効果による ( 4 ) や、チャージアップの ( 5 ) などによって像質が悪くなることもあり、試料損傷も生じやすい。

【語群】

- |       |            |             |
|-------|------------|-------------|
| A. 増加 | B. 二次電子放出率 | C. 低く       |
| D. 高く | E. エスケープ長  | F. 異常コントラスト |
| G. 減少 | H. 原子番号効果  |             |

問10. 次の文章中の ( ) にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、記号で答えなさい。(10点)

グリッドは、透過電子顕微鏡で試料を観察する際に使用され、光学顕微鏡の ( 1 ) に相当するものである。グリッドには表裏があり、平らで全面に ( 2 ) のある面が ( 3 ) である。切片は支持面積の大きい ( 3 ) に載せる。さまざまなグリッドが市販されており、目的によって使い分ける。( 4 ) 製のものが安価のため一般的に使われる。網目の大きさは、1 ( 5 ) 長に含まれる孔の数で〇〇メッシュと表す。

数字が ( 6 ) ほど目が細かい。また、数 ( 7 ) ~数十 ( 7 ) の穴が無数に開いた ( 8 ) はマイクログリッドとよばれ、試料の高倍率観察に用いられる。

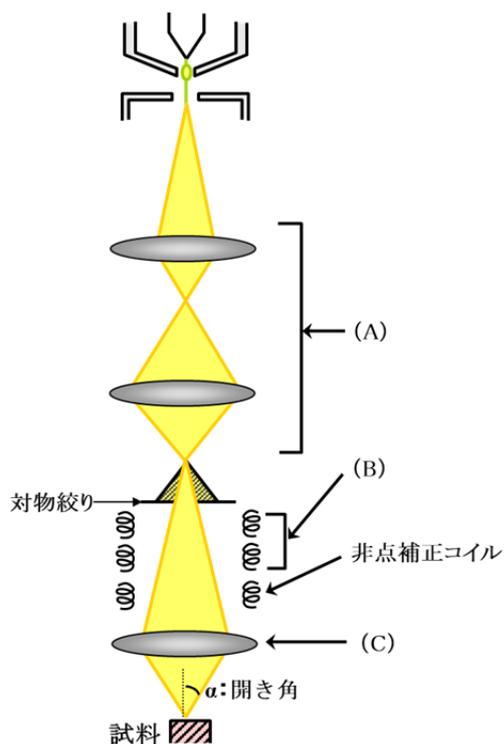
( 8 ) は、電子線をよく ( 9 ) すること、電子線照射に強いこと、透過像では ( 10 ) は無く表面は平滑であること、などの条件を備えていなければならない。

【語群】

A. mm	B. $\mu\text{m}$	C. インチ
D. 上	E. 裏	F. 大きい
G. 表	H. 光沢	J. 構造
K. 散乱	L. 支持膜	M. 下
N. 磁場	P. ステージ	Q. スライドガラス
R. 寸	S. 小さい	T. 鉄
W. 電場	X. 銅	Y. 透過

問 1 1. 走査電子顕微鏡の電子光学系について、以下の設問に答えなさい。(10 点)

- 1) 走査電子顕微鏡の電子光学系を示した図中の (A), (B), (C) の名称と機能を答えなさい。
- 2) 図中の対物絞りの孔径を小さくしたときの効果を 2 つ答えなさい。



問 1 2. 透過電顕像のコントラストについて、以下の設問に答えなさい。(10 点)

- 1) コントラストは大きく 2 つに分けられる。それぞれ何というか。
- 2) 対物絞りで向上させることができるコントラストは何というか。
- 3) 生物試料などで電子染色により高めることができるコントラストは何というか。
- 4) 結晶格子像などの高分解能像の要因となるコントラストは何というか。
- 5) フレネル縞の不足焦点・正焦点・過焦点での特徴を述べなさい。

問 1 3. 粒体分散法について、以下の設問に答えなさい。(10 点)

- 1) 粒体を球状とした場合、解答欄に示す 3 種類の異なるサイズの粒体の支持膜との付着力の強さと、それに伴う支持膜への固定のし易さの関係を解答欄に簡潔に記しなさい。
- 2) 粒子サイズ分布の大小と、支持膜への固定のし易さとの関係を解答欄に簡潔に記しなさい。
- 3) 粒子の水に対するぬれ易さと、支持膜への固定のし易さとの関係について解答欄に簡潔に記しなさい。