

## SEM 像シャープネス評価用 W ドットアレイ評価計測に関する仕様

本仕様は当協会の指定する SEM 像シャープネス評価用 W ドットアレイ試料の評価測定に関し、本仕様を満たす測定を実施できる分析機関を公募するに際して適用するものです。実施を希望する機関は A.項に示す期限までに当協会担当者に連絡をお願いします。

測定は以下に示す 4 項目あります。このページ以降にそれぞれの詳しい仕様を添付しています。

### 1. FIB-SEM

- ・ビア断面観察を実施しビアの深さ方向形状やボイドなどを明らかにします。
- ・SEM の広い視野を活用しビア間での構造のばらつきを観察します。

### 2. FIB-TEM

- ・TEM の高分解能を活かし、ビア断面の詳細な観察をします。
- ・SEM では観察困難な TiN レイヤーや表面酸化層の構造や厚みを評価します。

### 3. AFM

- ・電子顕微鏡で観察困難な試料表面構造評価を行います。CMP 後におけるビア表面・基板表面の表面荒れを評価します。

### 4. SEM

- ・SEM 観察では信号選択により画像のコントラストおよび像シャープネスが変化するため、本測定では加速電圧と検出器を変化させた時の SEM 画像の変化を調べます。

#### A. 希望納期

2017年1月31日

#### B. 見積もり書提出期限

2016年12月26日17:00までに1. から4. の評価計測について、それぞれに見積書を添えて下記まで連絡して下さい。これら4種類の評価計測項目は細目に分かれるため、細目1項目のみの応募可能も可能です。

担当：一般社団法人 研究産業・産業技術振興協会 調査研究部 嵩 比呂志

連絡先：東京都文京区本郷3-23-1 クロセビア本郷ビル2F

TEL 03-3868-0826、E-mail suu@jria.or.jp

以上

## 1. FIB-SEM に関する仕様

### 1. 目的

- ・ビア断面観察を実施しビアの深さ方向形状やビア中のボイドなどを明らかにします。
- ・SEM の広い視野を活用しビア間での構造のばらつきを観察します。

### 2. 試料

- ・協会の指定する W ドットアレイ

### 3.測定手順

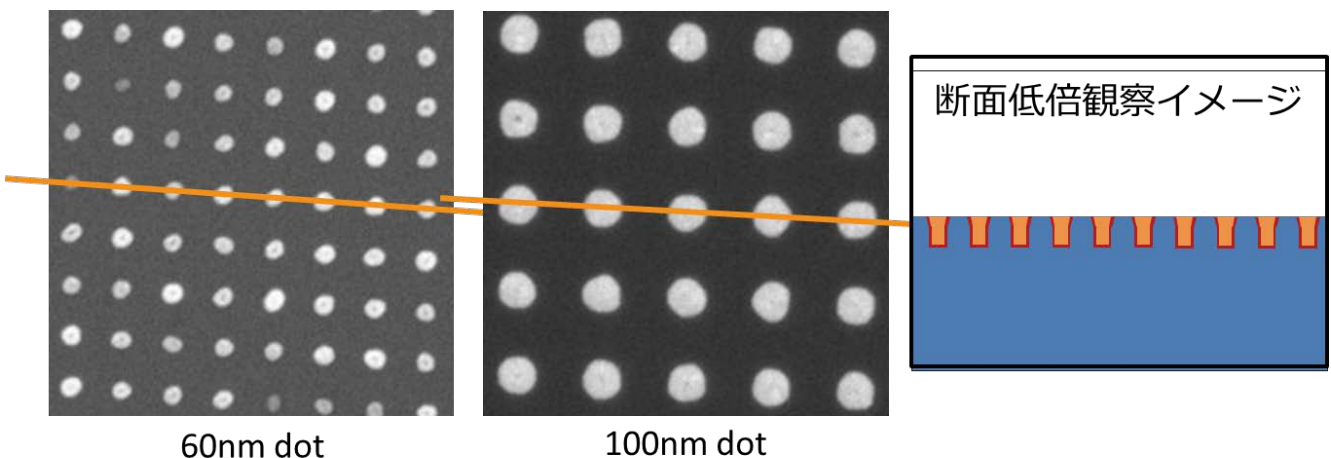
#### ①.サンプリング

- ・切出し位置の上面 SE or SI 像（長手方向像視野 (H-FOV) 2000 nm 程度）を記録した後、ビア中心部を通る直線に沿ってビア断面を露出させます。（歪んだビアと真円に近いビアが同一断面に含まれるのが望ましい）

#### ②像観察

- ・低倍率観察：観察対象のビアアレイ低倍率像（加速電圧( $V_{acc}$ ) 5kV, H-FOV 2000 nm 程度）において、ビアが 10-15 個視野に観察されること。
- ・高倍率観察：低倍率像視野から(1)ビアが完全に埋められているもの、(2)ボイドを生じているものを 2 点づつ選び、高倍率像 ( $V_{acc}$  5kV、H-FOV 4-500nm 程度) を観察します。

以上を 60nm(1:1)、100nm(1:1)の ドットにてそれぞれ実施すること。



### 4. 報告

結果の報告は、次の内容を含めます。

- 試料、装置、測定機関及び測定日を特定するために必要なすべての情報
- 結果（電子データ）
  - サンプリングに際しての上面 SE or SI 像
  - 低倍率観察 SE 像、高倍率観察 SE 像（60nm と 100nm の 2 種類）
- 評価計測の際に認められた異常
- その他、結果に影響を与えうる付随的な操作

## 2. FIB-TEM に関する仕様

### 1. 目的

- ・ TEM の高分解能を活かし、ビア断面の詳細な観察を実施します。
- ・ SEM では観察困難な TiN レイヤーや表面酸化層の構造や厚みを評価します。

### 2. 試料

- ・ 協会の指定する W ドットアレイ

### 3. 測定手順

#### ①. サンプリング

- ・ ビア中心部を含む試料を切り出し、可能であれば切出し位置の上面 SE or SI 像を記録します。

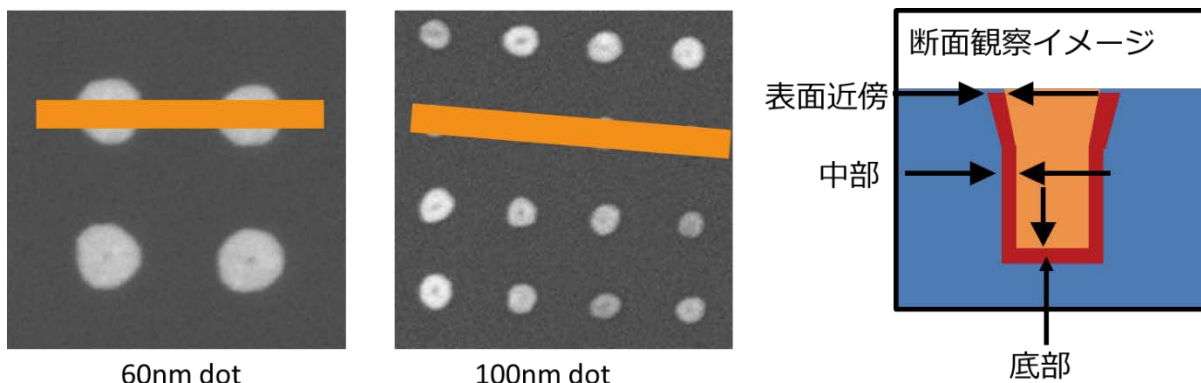
#### ② 像観察

- ・ 観察対象のビア一つの全体像（像視野（FOV）300 nm 角程度）を取得します。
- ・ Si-TiN-W 層部分の拡大像をビア表面近傍・中部・底部でそれぞれ観察（FOV 100 nm 角程度）

#### ③ TiN 層・酸化層の厚み計測

- ・ ビア表面近傍・中部・底部で TiN 層の厚みを報告します。
- ・ 表面近傍において、W,Si の酸化層が識別できる場合には、酸化層の厚みも報告して下さい。

以上を 60nm(1:1), 100nm(1:1) の ドットにてそれぞれ実施します。



### 4. 報告

結果の報告は、次の内容を含めます。

- 試料、装置、測定機関及び測定日を特定するために必要なすべての情報
- 結果（電子データ）
  - ・ サンプリングに際しての上面 SE or SI 像
  - ・ 観察対象のビア一つの全体像（FOV 300 nm 角程度）
  - ・ Si-TiN-W 層部分の拡大像をビア表面近傍・中部・底部像(FOV 100 nm 角程度)
  - ・ ビア表面近傍・中部・底部で TiN 層の厚み、酸化層の厚み（EELS 測定等）
- 分析の際に認められた異常
- その他、結果に影響を与えうる付随的な操作

### 3. AFM に関する仕様

#### 1. 目的

- ・電子顕微鏡では観察困難な試料表面構造評価を行います。CMP 後におけるビア表面・基板表面の表面荒れを評価します。

#### 2. 試料

- ・協会の指定する W ドットアレイ

#### 3.測定手順

##### ①観察部位

- ・ドットアレイ  $\sim 1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$  の領域

##### ②像観察

- ・観察部位の形状・位相像を観察します。

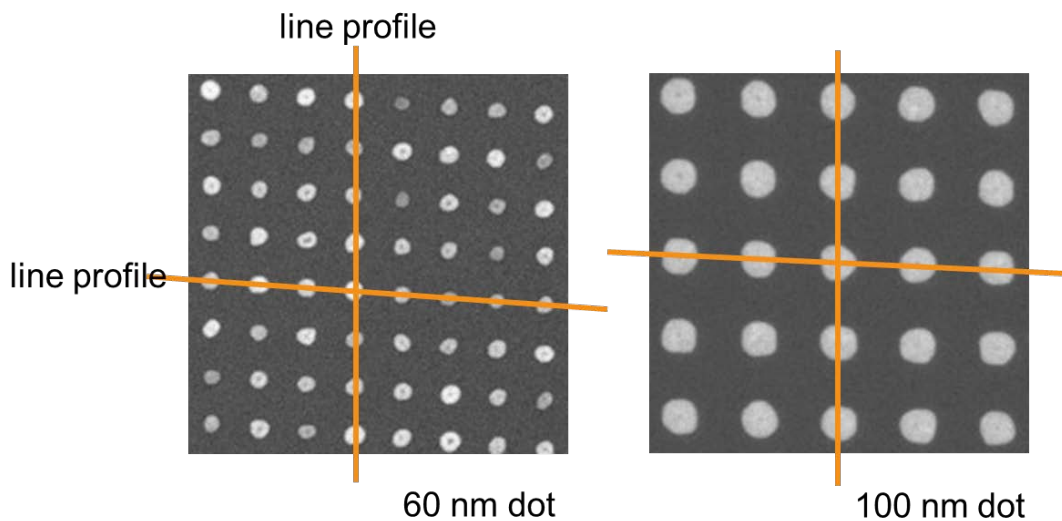
##### ③表面粗さ計測

- ・ビア部・基板部が認識できれば、それぞれについての面粗さ(Sa, Sz, Sq 必須)を報告します。なお、両者が識別できない場合には全観察面に対する面粗さを報告します。

##### ④ラインプロファイル

- ・ドット中心に沿って下図のように 2 方向から形状・位相のラインプロファイルを報告します。

以上を 60nm(1:1)、100nm(1:1)にてそれぞれ実施します。



#### 4. 報告

結果の報告は、次の内容を含めます。

- 試料, 装置, 測定機関及び測定日を特定するために必要なすべての情報
- 結果 (電子データ)
  - 観察部位の形状・位相像
  - 面粗さ(Sa, Sz, Sq 必須)
  - 2 方向から形状・位相のラインプロファイル (60nm と 100nm)
- 分析の際に認められた異常
- その他、結果に影響を与えうる付随的な操作

## 4. SEM に関する仕様

### 1. 目的

・SEM 観察像から得られたシャープネス値は主に何を反映した値かを検討するために、代表的な SEM 装置について、ドットアレイの SE、BSE 像の加速電圧依存性を調べます。

### 2. 試料

・協会の指定する W ドットアレイ

### 3. 測定手順

#### ① 観察部位

・100 nm ドットアレイ

#### ② 観察条件

a) 加速電圧 (kV) : 1, 3, 5, 10, 20

b) 検出器: SE1 を選択的検出できる二次電子検出器 及び 反射電子検出器

c) 作動距離 (working distance) : 上記の検出器それぞれで高分解能が得られる条件

d) 画像輝度: 画像が白飛び・黒つぶれしない範囲で Si 基板に対して W ドットのコントラストが得られること. 具体的には, SEM 画像における W ドットのグレイスケール強度を  $I_w$ , 背景の Si のグレイスケール強度を  $I_{si}$  としたとき,  $I_w - I_{si} > (I_w + I_{si})/4$  を満たすこと. また, それぞれの画像の CNR(contrast to noise ratio) が 10 以上であることが望ましい. CNR については参考画像参照のこと.

e) 観察倍率: 100,000 倍

・画像解像度: 画像サイズが選択できる場合には 1280px x 960px に最も近い画像サイズで撮影してください。

・フォーマット: TIFF 形式

#### ③ 像観察

(1)SE 像を高分解能で観察できる条件で, 加速電圧を変化させながら試料の SE 像を撮影します. なお, 作動距離は一定とします。

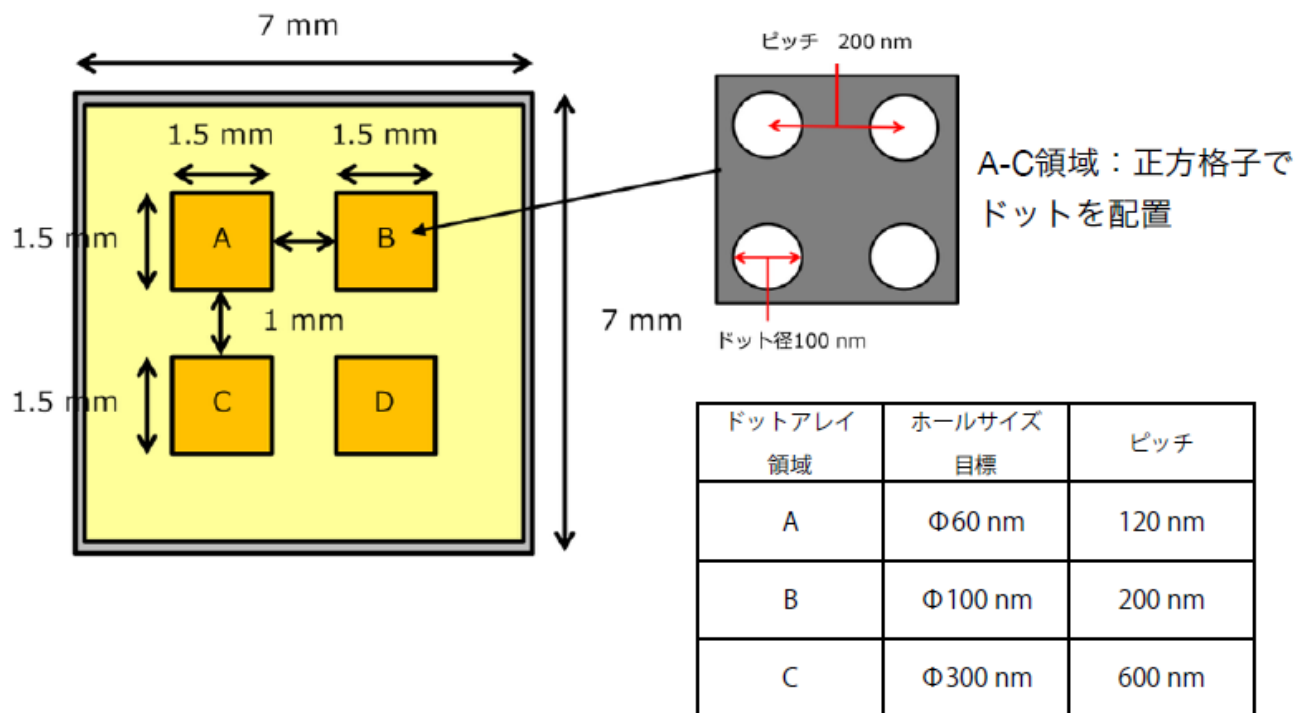
(2)BSE 像が高分解能で得られる条件で, 加速電圧を変化させながら試料の BSE 像を撮影します. 可能であれば SE 像も同時に取得してください. なお, 作動距離は一定とします。

## 4. 報告

結果の報告は、次の内容を含めます。

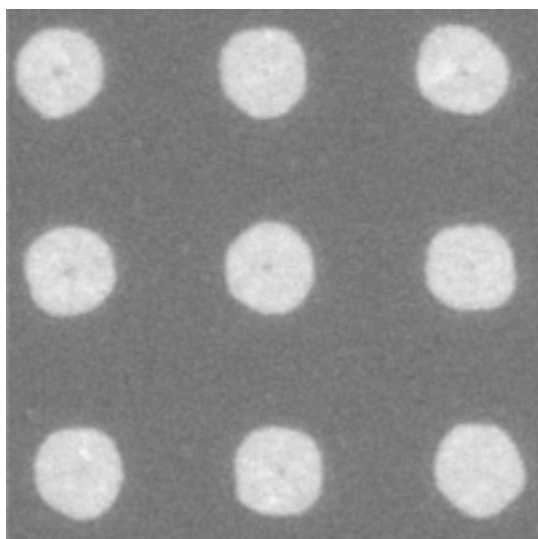
- ・測定実施日
- ・各条件での SEM 画像 (解析のためのオリジナルデータを送付してください)
- ・画像解像度 (ピクセル数)
- ・使用装置名
- ・作動距離 (working distance)
- ・使用検出器
- ・照射電流とその確認法 (ファラデーカップ, 装置仕様値など)
- ・撮像時間 (sec / image) 及びスキャン方式: single, multiple, noise reduction の有無など

協会の指定する評価用 W ドットアレイ

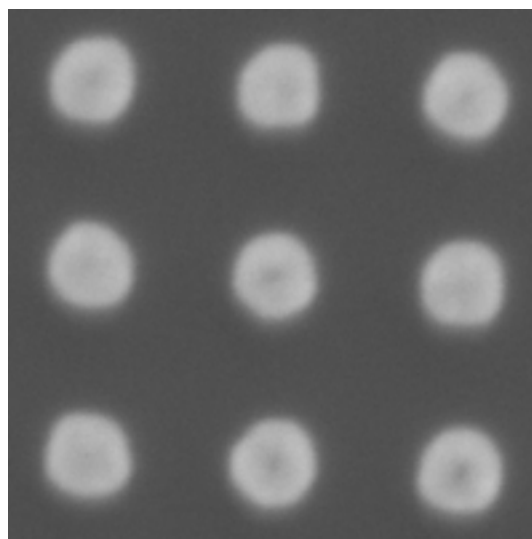


参考資料

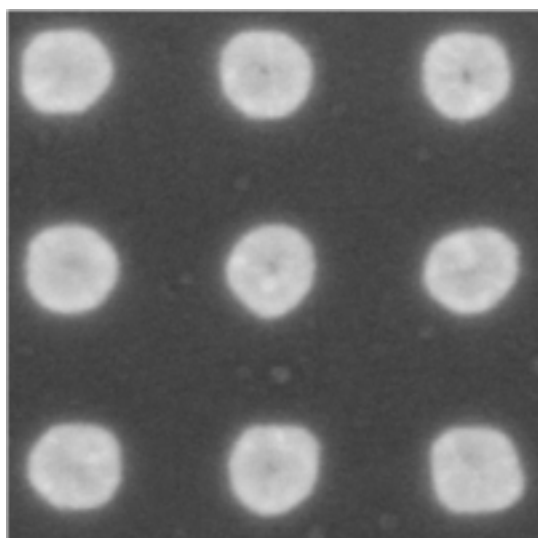
ドットアレイ二次電子像と CNR



CNR =13.6



CNR =27.4



CNR =46