

走査型電子顕微鏡の加速電圧変更について

能登屋 治

ナノマテリアルテクノロジーセンター

現有装置と管理状況

現在、ナノマテリアルテクノロジーセンター（旧新素材センター）には、走査型電子顕微鏡（以降 SEM）が 5 台設置してある。S-4100 が 1 台、S-4500 が 2 台、S-5200 が 1 台、TM-3030（何れも日立製）有り、このうち小職が管理する SEM は S-4100 と S-4500 の各 1 台である。本報告は、この 2 台について記述する。

装置仕様

走査型電子顕微鏡・SEM（日立 S-4100, S-4500）

加速電圧：0.5～30 kV（常用 20kV または 1kV）

電子銃：冷陰極電界放出形

分解能(S-4100)：1.5 nm (30kV, WD=5mm)

分解能(S-4500)：1.5 nm (15kV, WD=4mm)

4.0 nm (1kV, WD=3mm)

倍率(S-4100)：20—300,000 倍

倍率(S-4500)：50—500,000 倍 (Zoom モード)

20—1,500 倍 (Low mag モード)

試料ステージ可動範囲：25mm 四方

試料ステージ傾斜：45°

装置履歴

S-4100 は 1993 年 10 月に導入、S-4500 は 1994 年 4 月に導入した。S-4100 は 2000 年から、S-4500 は 2007 年 4 月から小職が管理を引き継いだ。当初は CRT モニタに画像を表示し、ポラロイドフィルムまたはサーマルフィルムに画像を保存していたが、2008 年に画像表示および保存用のコンピューターを導入した。

常用加速電圧の変更

従来 S-4100 と S-4500 の 2 台は装置仕様および操作手順が近似しているので加速電圧を同一(20kV)に設定し、状況に応じて利用者が空いている装置を使う運用を行って来た。しかし研究テーマの必要から、SEM の操作に慣れていないうちから低加速電圧(この場合 1kV)で観察を行いたいとの要望が出て来た。そのため 2 台のうちの 1 台である S-4500 を加速電圧を 1kV に設定し、この設定を常用とした。

低加速電圧観察の必要性

SEM の場合、低加速電圧で観察するメリットは下記の通り。

・1次電子のチャネリングが浅いため試料最表面の観察が行える。これは試料の組成が軽元素の場合において顕著である。

・1次電子のチャネリングが浅いため2次電子の放出効率が增大する。

・試料損傷が低減する。

他方でデメリットは下記の通り。

・分解能が低下する。

以上の比較画像を図1ab, 図2abに示す。

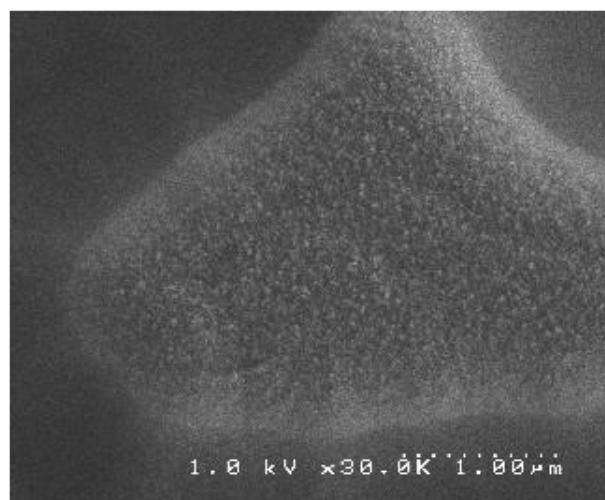
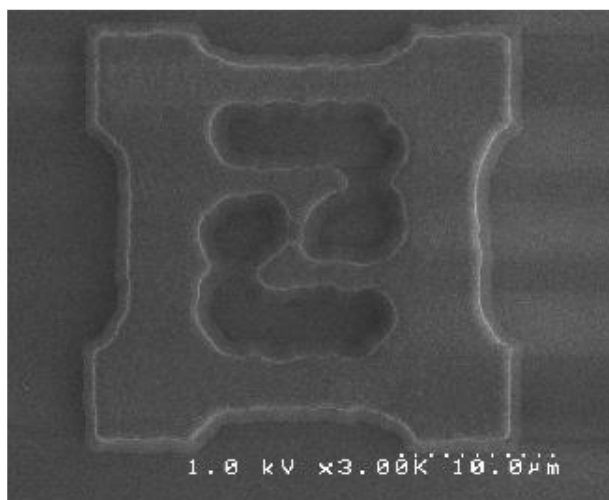


図1a 加速電圧1kVで観察したSi基板上のAlパターン。図1b 同試料の表面を拡大。

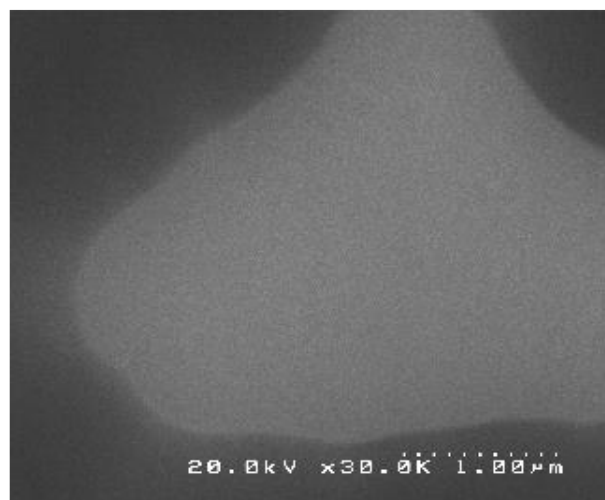
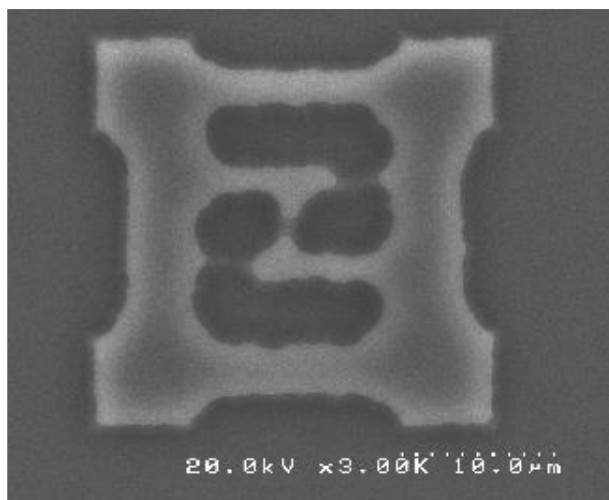


図2a 加速電圧20kVで観察した図1abと同一試料・同一箇所。図2b 図1bと同一箇所。

加速電圧変更の結果

2015年8月1日よりS-4500の加速電圧を1kVとした。その前後2年間の使用件数を図3で比較する。全体的に使用件数が減少しているが、S-4100とS-4500の使用比率に大きな違いは見られない。以前よりS-4500の使用頻度がS-4100に比べ少なかったため、加速電圧変更による需要の掘り起こし、そして使用頻度増を狙ったのだが、当初の思惑通りには行かなかった。

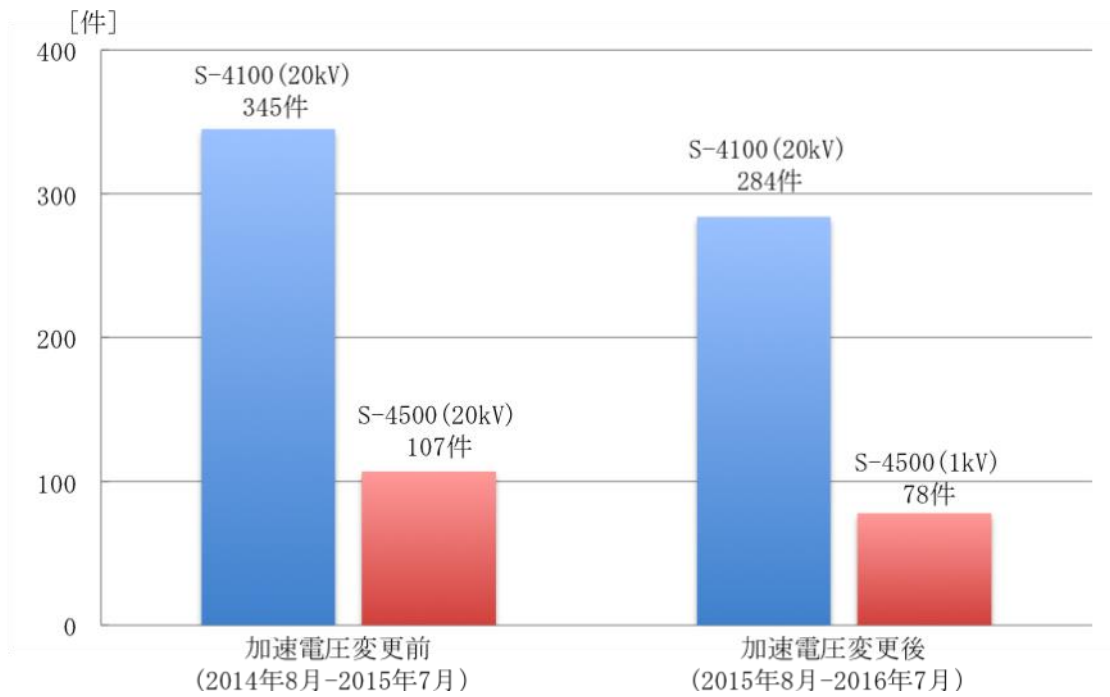


図 3. 加速電圧変更前後の SEM 使用件数

今後について

運用変更による使用頻度増は達成できなかったが、引き続き経過を観察したい。