

SU8600/SU8700: 自動化と情報取得の機能を強化した新FE-SEM

SU8600/SU8700 FE-SEM

Improved Automatic Acquisition of Large Volumes of Data Contributes to Increased Throughput

立花 繁明

1. はじめに

FE-SEMは、得られる画像の分解能が高く、またその情報の豊富さや試料の取り扱いが比較的簡便なことから、ナノテクノロジー、半導体・エレクトロニクス、ライフサイエンス、材料などの幅広い分野において、微細構造の観察から計測、分析まで多岐にわたって活用されています。近年のマテリアルズ・インテグレーションをはじめとしたその活用分野・用途の広がりに伴い、大量データの短時間取得やそれに要する負荷の低減が求められています。

こうしたニーズに応え、2021年12月に発売したSU8600/SU8700では日立ハイテクがこれまで培ってきた高分解能FE-SEMとしての性能に加えて、大量データ取得を支援する自動化機能を強化しています。

今後、多くのデータを必要とするデータ駆動型研究開発の進展が予想される中、本製品群により大量データの短時間取得やユーザーの負荷低減を支援します。



図1 SU8600(左)、SU8700(右)の装置外観写真

2. SU8600/SU8700 共通の特長

2-1. 電子光学系の自動調整機能を搭載

FE-SEMの観察や分析では対象や目的に応じて観察条件を変更し、その度に電子光学系条件を調整する作業が生じます。調整に要する時間はユーザーの熟練度によって異なり、このことがデータの質やスループットのばらつきを生じさせる一因になっています。SU8600/SU8700には、電子光学系の調整作業を自動化する機能が搭載され、安定した光学条件維持を可能にしています。

2-2. ワークフローに応じた自動データ取得レシピ作成支援オプション「EM Flow Creator」を搭載

装置の性能向上に伴い求められるデータの種類や量も増大している中、多種多量のデータを手動で取得することもユーザーの負担を増大させています。SU8600/SU8700にはレシピ作成を可能にするオプション「EM Flow Creator」を搭載し、ユーザー毎の取得条件に応じた自動データ取得を可能にしています。

連続データ取得の際に任意の場所で検出器を変更して画像取得するなど、目的に応じたレシピ作成を行うことで自由度の高い自動データ取得が可能になります。

2-3. 表示機能の強化

SEM の機能・性能向上に伴い、得られる情報量も増加しています。これらの情報を極力多く表示させるため、SU8600/SU8700では表示機能も強化しています。

- ・2つのモニターに異なる信号の SEM 像を $1,280 \times 960$ 画素数で表示が可能です。
- ・信号は最大で6チャンネルまで同時に表示と保存が可能です。SEM 像以外にもカメラナビゲーション画像や試料室内カメラ像も表示が可能です。
- ・高精細キャプチャオプションにより最大保存画素数として $40,960 \times 30,720$ 画素での画像保存を可能としており、大量情報の取得をサポートします。

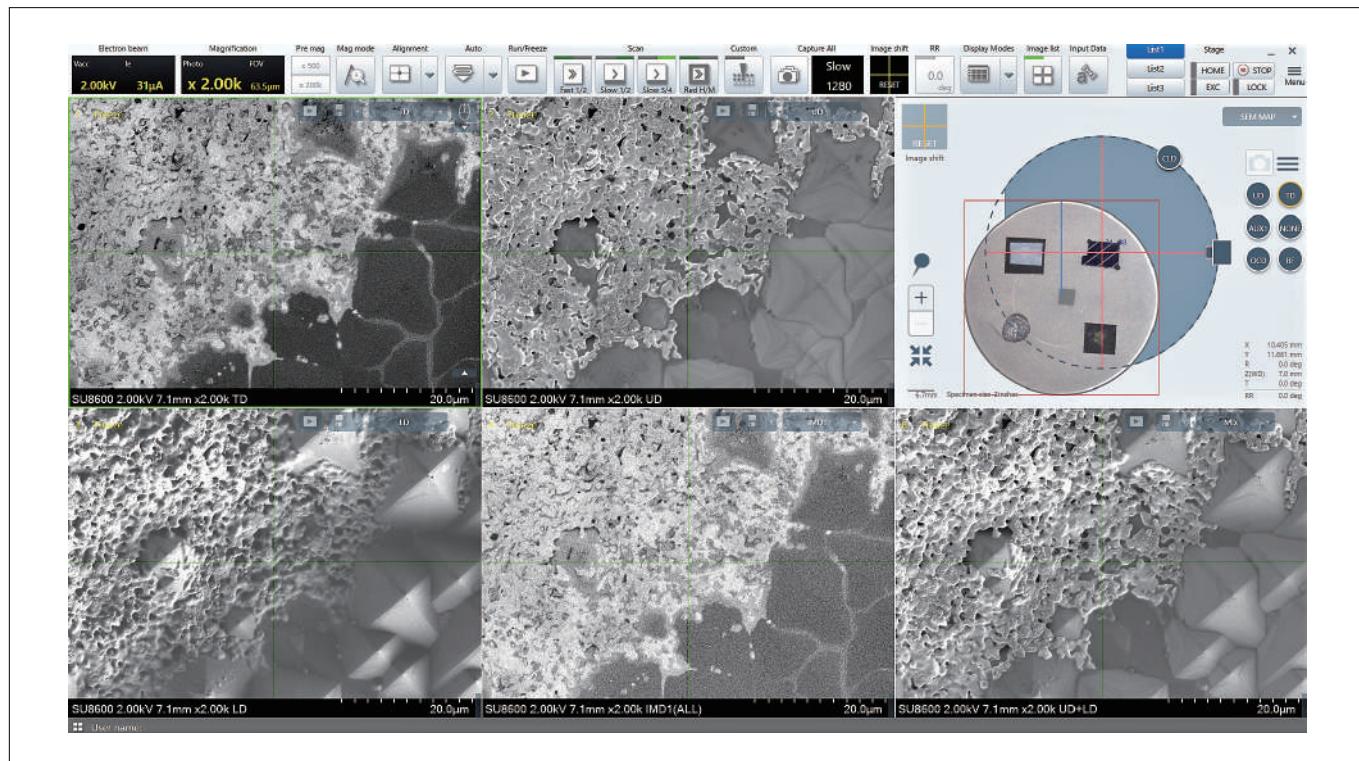


図2 複数の検出器の画像(5チャンネル)とカメラナビゲーション画面を同時に表示した操作画面(試料：太陽電池)

*画面はSU8600のもの

$40,960 \times 30,720$ 画素数で撮影した図3の左画像の枠線部をデジタル拡大したのが図3の右の画像です。約 $120 \mu\text{m}$ 幅の広い領域から神経細胞のオルガネラなどの内部構造が確認できる像質を維持して観察されています。

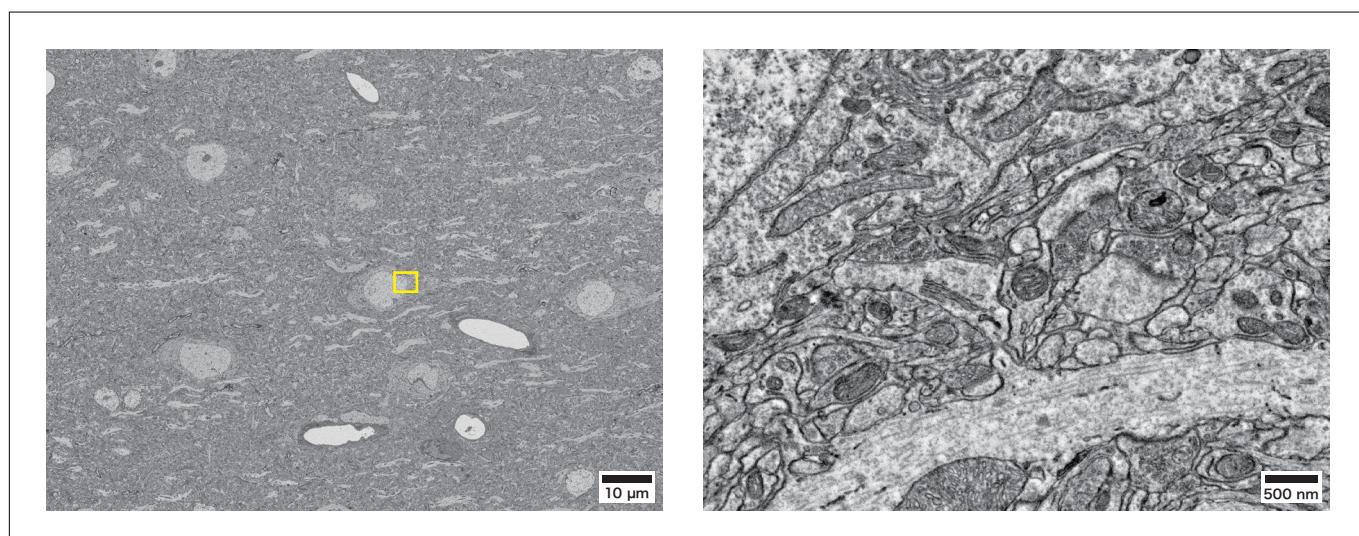


図3 ラット 大脳皮質の高精細キャプチャ事例

*画像はSU8700で取得

試料ご提供：自然科学研究機構 生理学研究所 脳機能計測・支援センター 電子顕微鏡室・窪田グループ 窪田 芳之 先生

3. SU8600の特長

3-1. 高輝度の電界放出型エミッター搭載電子銃による超高分解能像観察

低加速観察ではエミッターの輝度が重要になります。SU8600では高輝度の電界放出型エミッター（CFE）を搭載することにより、低加速条件下でも超高分解能画像の取得を可能にしています。

3-2. セミインレンズ型対物レンズとExB検出方式の組合せによる、高効率な信号取得

高効率に信号を検出するExBフィールドを鏡筒内に実装することで、セミインレンズ型対物レンズで収集した信号電子を効率的に検出します。短WDでの高分解能観察に効力を発揮します。

3-3. オプション検出器の増強による、取得情報の増加

SEM観察では試料から多様な信号が放出されますが、それらを極力多く取得するため、SU8600では検出器オプションを増強しています。

- ・鏡筒内へのインカラムミドル検出器(IMD)の搭載により、短WD条件での組成/形状情報取得機能を強化しています。
- ・カソードルミネッセンス観察を目的とした光検出器(CLD)も搭載可能になり、化合物半導体の結晶欠陥など、観察対象や手法が拡張されています。
- ・対物レンズ直下に挿入されるシンチレータ型反射電子検出器(OCD)は応答性を高めており、組成の異なる構造を高速スキャン条件でも視認可能です。

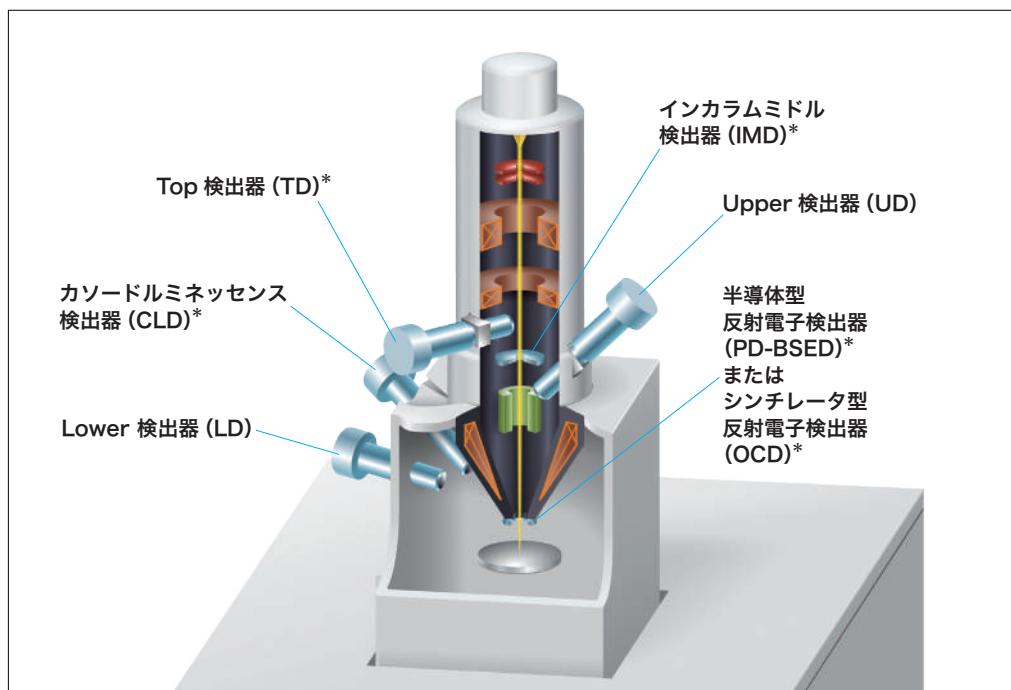


図4 SU8600の鏡筒断面及び検出器配置図

*はオプション検出器

新規開発されたシンチレータ型反射電子検出器(OCD)を用いた観察では応答速度の向上により、観察部位を特定しやすくなりました。図5の画像の取得時間は1秒未満ですがSRAMの下層配線とFin-FETの構造が確認できています。

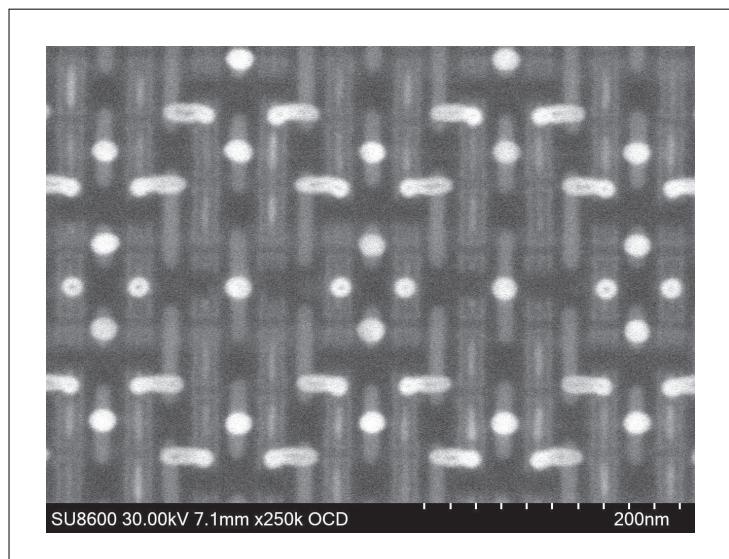


図5 5 nm プロセスSRAM下層配線観察事例

4. SU8700の特長

4-1. ショットキーエミッター搭載電子銃による観察・分析手法を拡張

ショットキーエミッターは CFE に迫る高輝度を有するとともに、照射電流量と安定性に優れています。これを電子銃に搭載することで SU8700 は以下の観察手法を実現しています。

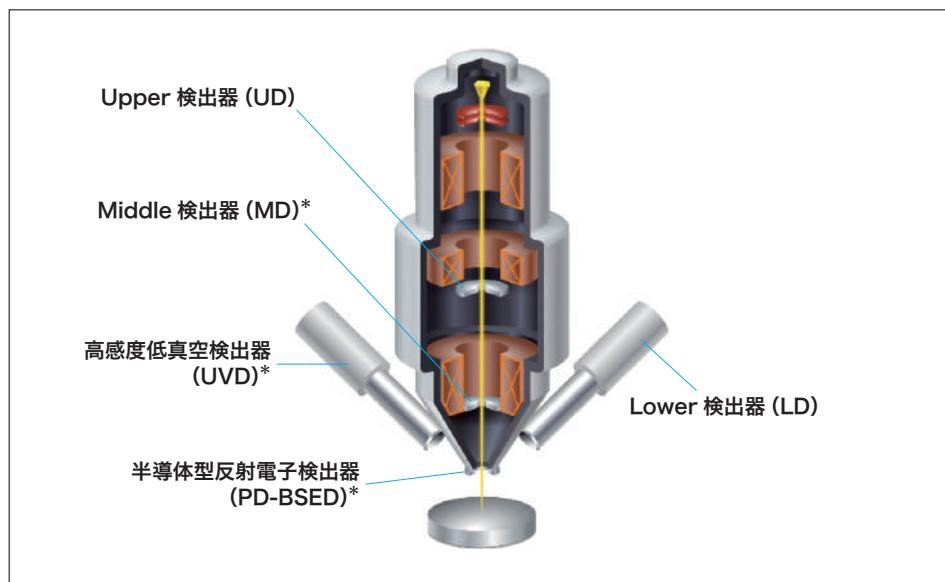
- ・低加速条件での高分解能観察
- ・大照射電流を用いた高速分析
- ・低真空条件での観察

4-2. バイアス印加なしで 100 Vまでの極低加速電圧観察を実現

SU8700 は試料ステージにバイアス電圧を印加せずに最低 100 V の加速電圧設定が可能です。試料形状などの都合でステージバイアスを印加するのが難しい場合でも極低加速電圧観察が可能です。

4-3. 二次電子・反射電子・EDS を同一 WD で検出

各検出器の信号取得を同一 WD(=6 mm) で行えるよう、光学系・検出系を設計しておりスループットの向上を図りました。EDS も WD=6 mm で測定可能なため、観察と分析を同一 WD で実施することも可能になっています。

図6 SU8700の鏡筒断面及び検出器配置図
*はオプション検出器

鋼の焼き戻しマルテンサイト組織を二次電子信号で観察した像（図7 左 /UD 像）では析出物の分布状況が高コントラストで確認できており、また同条件で反射電子信号を取得した像（図7 右 /PD-BSED 像）ではチャンネリングコントラストにより各結晶粒のサイズや歪みが反映された情報が得られています。

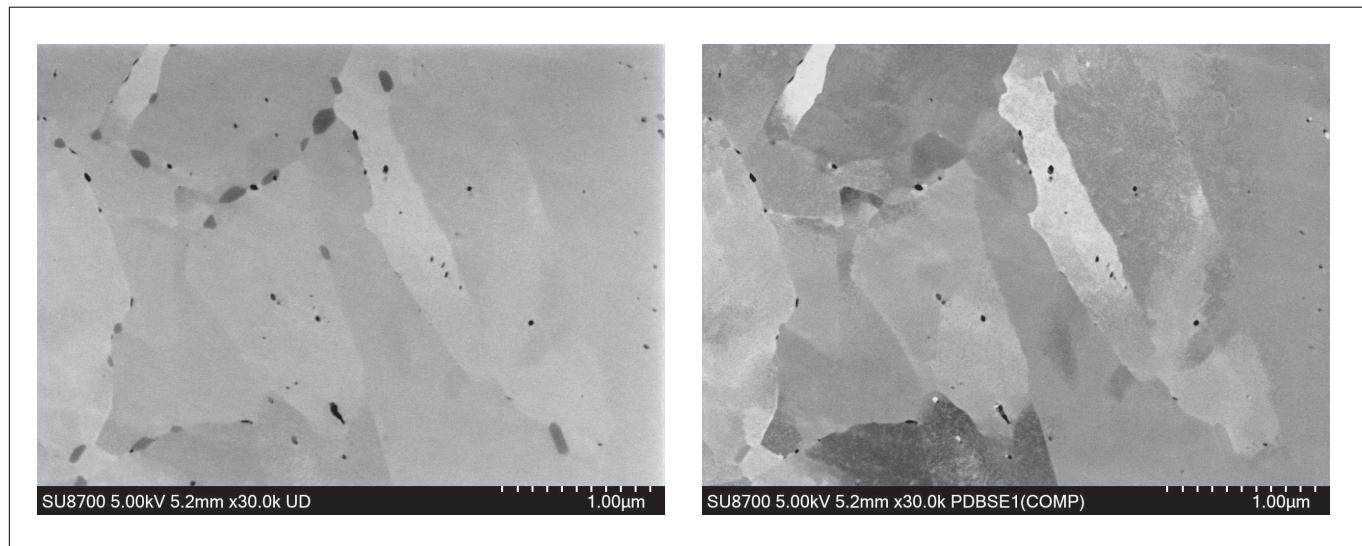


図7 多角的な観察を可能にする検出系
試料：鋼の焼き戻しマルテンサイト組織
ご提供：東京大学 南部 将一様

5. まとめ

SU8600, SU8700はそれぞれの光学系、検出系の特長により、得られる情報量の増加を図るとともに観察・分析手法を拡張しています。

両機種ともに光学条件調整やデータ取得について自動化機能を強化して多種多量のデータの取得を支援し、これからの時代に求められる解析業務をサポートします。

著者紹介

立花 繁明

(株) 日立ハイテク コアテクノロジー&ソリューション事業統括本部 解析システム営業本部 解析企画部

会員制サイト“S.I.navi”では、S.I.NEWSのバックナンバーを含む全内容をご覧いただけます。https://biz.hitachi-hightech.com/sinavi/