

# Metrios DX TEM

## 高容量 S/TEM イメージングの自動化とメトロロジーの再創造

高速、正確、精密データ。再現可能な TEM および S/TEM ベースのイメージング、解析、測定可能なメトロロジー結果をかつてないレベルのスループットで実現する 80 ~ 200kV 走査 / 透過型電子顕微鏡、Metrios DX。

Thermo Scientific™ Metrios™ DX TEM は、実績ある技術と革新的な新機能を独自に組み合わせることで、ますます複雑化する構造や縮小化する形状に対しても、より高精度かつ正確な測定を実現。半導体およびメモリ環境に最適なプラットフォームです。

従来の S/TEM システムと比較して 1 試料当たりのコストを低減しながらも、「初回で正確」なデータを取得できます。さらに、ビーム損傷を最小限に抑えながらも、究極のスループットを実現しました。Thermo Scientific Dual-X™ EDS システム特有の 1.8srad 立体角により、Super-X システムの X 線カウントが 2 倍になり、自動プローブコレクターにより、フォーカス、無非点収差、コマ、3 次無非点収差が完全に自動化されるとともに、3 次以上の収差の安定性が 1 週間以上保持されます。Metrios DX TEM は、80kV の完全自動化と組み合わせることで、200kV で動作する Super-X と比較してビーム損傷を大幅に抑えながら、EDS スループットを 4 倍に高めました。

Metrios DX TEM には、新しいハードウェアに加えて、データ取得にかかる時間を短縮するためのソフトウェア機能が付属しています。柔軟性のある画像撮像 (FIT+) により、どのような種類の構造に対しても、レシピを変更することなく操作を最小限に抑えたオートメーションを実現しました。複数の試料において TEM、S/TEM、EDS を取得するための関心領域を定義でき、FIT+ により自動的にデータが取得されることから、1 人のオペレータが複数のツールを同時に実行することが可能となりました。また、Metrios DX TEM がデータの収集や画像ビューアデータベースへのアップロードを実行します。

Metrios DX TEM は、顕微鏡の使用経験が豊富なユーザーも初心者も操作が容易にできるとともに、柔軟性のあるユーザーインターフェースにより、レシピ駆動の完全自動測定・取得や半自動操作、手動データ取得が可能に。自動画像取得と自動メトロロジーの組み合わせにより、データの精度が大幅に向上しました。メトロロジーは、オンラインでもオフラインでも実行できます。

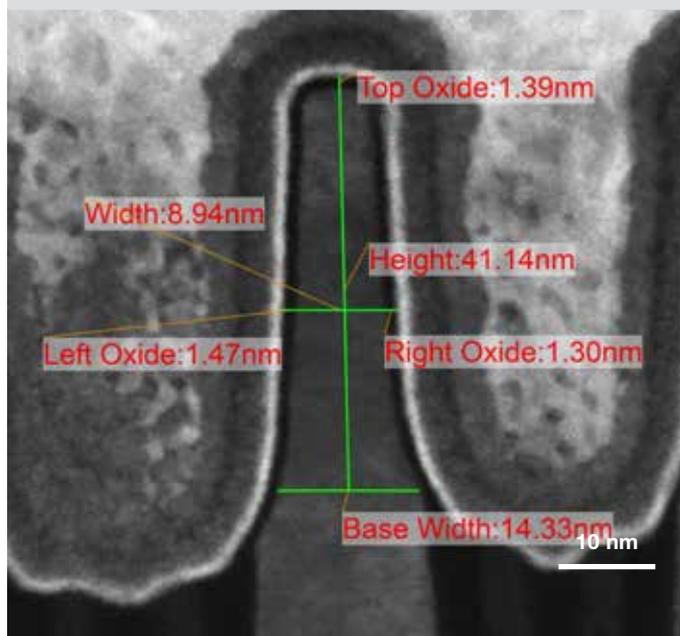
### 主要なメリット

**一貫性、再現性、正確性。** 再現可能な TEM および S/TEM ベースのイメージング、解析、オペレータによるバイアスがない測定可能なメトロロジーを提供

**メトロロジーの精度の確保。** TEM および S/TEM の歪みと倍率の較正における総合誤差は 1% 未満

**自動 EDS とハイブリッドメトロロジー。** EDS データを自動で取得し定量化。STEM を拡張するために主要な限界寸法に元素コントラストを使用。

**ワークフローの接続性。** 試料の作製、摘出、イメージングにより重要な処理データを追跡。メトロロジーをオフラインで使用すると、ツールの取得に要する時間を最大限に活用可能。すべてのイメージングとメトロロジーデータはウェブベースの画像ビューアに集約。





Metrios DX TEM は、自動予防保守 (APM) ルーチンを使用することで、仕様に沿った動作を実現します。歪みと較正を自動的にアライメントすることで、メトロロジーの精度は 1% 未満です。Metrios DX TEM は自動取得、定量化、メトロロジーツールを完備し、EDS メトロロジーが可能のため、TEM または S/TEM でコントラストが不十分な層に対しても重要な測定が行えます。

DualBeam™ (FIB/SEM) システムで実証されたオートメーション製品、iFAST™ ソフトウェアをベースにしたレシピエディターで作成されたレシピを使用して完全に自動化された計測が実行されます。最新の iFAST ソフトウェアは、Metrios DX TEM のレシピ作成に容易に適応することから、クロスプラットフォームの相乗効果が高まります。

高度にカスタマイズが可能で種類も豊富なデータベースユーザーリティも装備しています。すべての画像、EDS データ、メトロロジーは保存され、オンラインでもオフラインでも画像ビューアから複数の基準を使用して検索、並べ替え、閲覧ができます。新しい集中型データサービス (CDS) は、Thermo Scientific ExSolve™ や Helios™ 1200 システムのデータを含めることで、データベースを拡張してウェハーからデータへのジョブトラッキングを完全に取得できます。これにより、複数のツールのすべてのワークフローデータを組み合わせることで報告することができ、意思決定時間が短縮されます。

Metrios DX TEM は、従来の技術で作製された多種多様な TEM 試料を使用できるのはもちろんのこと、ExSolve、Helios 1200、Thermo Scientific TEMLink150™ システムを含む迅速で完全なワークフローの一部でもあり、

レシピ、ウェハー ID、ロット ID、サンプル ID、カスタムフィールドなど、重要なジョブ情報をアップストリームの試料作製ツールから受け取ることができます。試料をロードしてグリッド ID を入力するだけで実行可能です。グリッド ID が入力されると、受け取った情報を元に自動的に実行されるため、ユーザーは他のタスクに集中することができます。

#### その他の機能：

- 超安定、高輝度ショットキー電界放射電子銃 (X-FEG、詳細は別紙の製品データシート参照)
- 柔軟な高電圧範囲 :80 ~ 200kV (80、120、200kV)
- 音響および室温など多様な設置要件に対応する環境エンクロージャ
- Thermo Scientific ConstantPower™ レンズ設計：モード切替時の優れた熱安定性を実現
- 5.6mm の幅広いポールピースギャップを有する対称対物レンズ：「スペースの有効利用」
- SmartCam を備えた完全デジタルシステム：通常の明るさの室内でナビゲーション、操作が簡単
- 自動化された絞り：操作が自動化され、絞り径を変更した際にも高い位置再現性を実現
- コンピュータ制御ピエゾ 5 軸資料ステージ：保存位置へ正確に戻り、場所探しのトラッキングが正確。さらに、フォーカスが高精度で試料のドリフトを低く抑えることが可能
- 新開発ピエゾステージ：20pm ステップもの微動が可能となり、観察部位を視野の中央に正確に移動可能
- Metrios TEM 用二軸傾斜ホルダー：傾斜範囲 ± 40 度 (アルファ)、± 30 度 (ベータ)、試料基板を正しい向きに傾斜可能
- 最長 1 週間の動作を可能にする新しいコールドトラップ設計 (便利な高速充填オプション付き)
- オプションでプローブ Cs 補正器を追加可能

#### EDS マイクロ分析オプション：

- Dual-X: 特許取得の SDD 技術を活用した、高感度ウィンドウレス EDS 検出システム
- 検出器の効率：Si3N4 試料で 46kcps/nA
- エネルギー分解能：
  - ≤ 130eV: Mn-Kα@10kcps (アウトプット)
  - ≤ 140eV: Mn-Kα@100kcps (アウトプット)
- 立体角：1.8srad、総検出面積：200 mm<sup>2</sup>
- 高速マッピング：最短ドウェルタイム 10μs
- 高 P/B 比 (フィオーリ数) > 2000
- 優れたインホールパフォーマンス (<2.5% スプリアス ピーク)
- 検出元素 ボロンから

#### 検出器：

- Fischione HAADF STEM 検出器 (標準)
- オンアクシストリプル DF2/DF4/BF 検出器 (オプション)
- Thermo Scientific Ceta™ 16M 4k × 4k CMOS カメラ (標準)
- Gatan エネルギーフィルターシリーズ (オプション)

#### ホルダー：

- オートメーション対応二軸傾斜ホルダー (標準)
- 低バックグラウンド二軸傾斜ホルダー (オプション)
- トモグラフィーホルダー (オプション)

#### 取付条件：

完全な設置要件に関するドキュメントは販売担当者にお問い合わせください

## Metrios DX

高電圧範囲 (kV)	80-200	
情報限界 200kV (nm)	0.11	
	補正なし	プローブ補正*
STEM HAADF 分解能 (nm) 200 kV	≤ 0.164	≤ 0.083
STEM HAADF 分解能 (nm) 200 kV	≤ 0.31	≤ 0.11
MetroCal ウェハの水平・垂直方向のメトロロジー精度	≤ 0.3nm	3σ
電子源	X-FEG	
超安定電子機器と高電圧	対応	
アコースティックエンクロージャ	対応	
コンスタントパワーレンズ	対応	
ピエゾステージ	対応	
プローブコレクター対応	あり	

\* 手動で使用する場合。仕様は変更する場合があります。

### プロセス制御と OCD モデル向上のための自動化 (S)TEM を可能にする Metrios DX TEM および Nearline ワークフロー

OCD モデル向上およびプロセス制御に対する総合測定精度 (TMU) を低下させるために、FAB には高速で信頼性の高い、大量の TEM データが必要です。図 1 のデータは、大幅に人員を削減し、従来の実験室測定を製造現場やその近辺にまで拡張するための Nearline ワークフローの機能を強調しています。この例では、一定焦点でのフォトリソタイプと EUV 曝露を独立した変数として使用して、EUV パターニングからのエッチング後プロセスの変化を調べました (図 2 を参照)。ExSolve 上で合計 42 枚のラメラを作製し、TEMLink で抽出してから、Metrios DX システムで撮像し、オフラインのワークステーションを使用して 21 時間測定しました。Metrios のオフラインワークステーションで、1,890 の装置から 13,000 の限界寸法を計測しました。

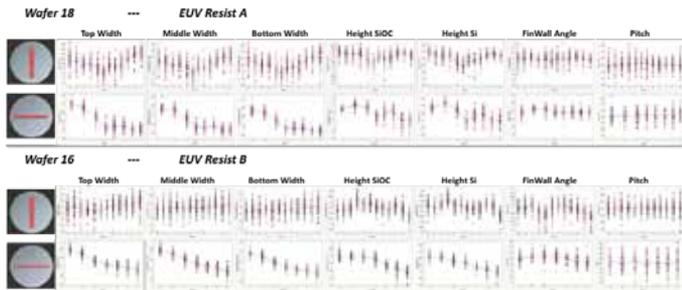


図 1: それぞれのグラフは、a) EUV レジスト A または B) EUV レジスト B を使用して処理されたエッチング後の 2 つのウェハからの限界寸法測定値を示す。曝露量は、一定焦点において各ウェハ上で左から右に増加させた。限界寸法は、上から下および左から右に抽出した 21 の異なるダイ位置の関数としてプロットされている。各ダイ位置のデータは合計 45 の装置を表しており、試料当たり 315 の CD と 13,000 以上のデータポイントがある。

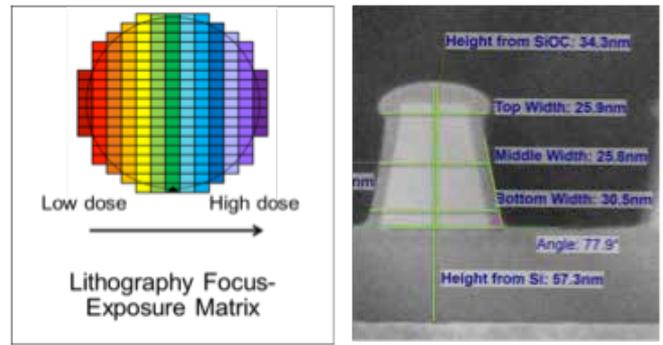


図 2: a) 一定焦点での左から右への曝露量増加を示す図、b) 7 つの限界寸法を示す画像

EUV レジスト A プロセスから得られるボトム幅を検討すると、EUV レジスト B と比較して一定焦点でのエッジから中心までの不均一性が明確に示されました (図 3 参照)。さらに、曝露量に対する寸法応答は、EUV レジスト B と比較して線形変化と対称的なステップが示されました。

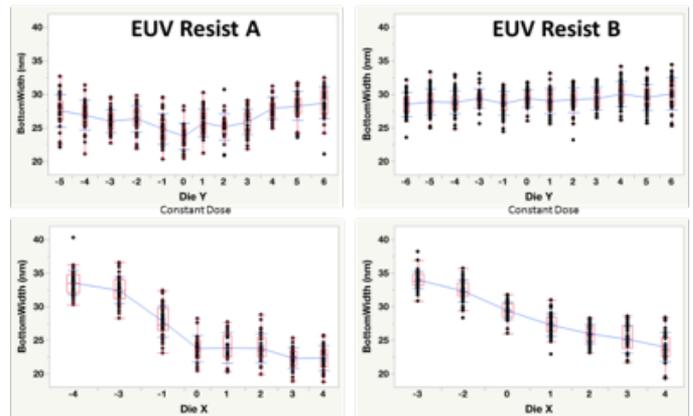


図 3: 一定焦点で左から右に曝露量を増加させたダイ位置の関数としての底部フィン幅の変化。

120 時間以上のオーバーヘッド (Nearline ワークフローの 6 倍以上の時間) を必要とする手動の使用事例から考えると、データ取得時間が増加することで、3D 装置のプロセス制御に統計的に関連する (S)TEM メトロロジーデータが現実のものとなり、FAB に一歩近づきます。そのため、迅速な意識決定が可能となり、最終的には大量生産までの時間を短縮できます。

