



## Titan™ G2 60-300

S/TEM イメージングの最大高圧力幅と、幅広い材料に最適化した分析をもちいた、優れたサブオンゲストロームパフォーマンス

ナノ研究は、肉眼で見える材料特性を原子レベルまでの最小レベルの特性に結びつけることで、ナノ構造と機能材料に対する我々の理解の向上を目指しています。この絶え間ない活動により、局所的原子組織のより深い理解や、原子、化学結合、電子構造の特性化が促進されています。Titan™ G2 60-300は、二次元、三次元の材料解析や原子レベルまでの化学分析のため60から300kVの最大加速電圧をもった最も強力な高分解能走査型透過電子顕微鏡(S/TEM)であり、またC<sub>s</sub>補正器、モノクロメータ、そして今までになかった超安定高照度電子銃(X-FEG)を一つの機器に併せ持つことで、S/TEMイメージングと科学分析において、最高のパフォーマンスをもたらします。

このC<sub>s</sub>補正器をもつTitanG2 60-300は、集中的なプローブでSTEMモードの研究や、80 pm保証空間分解能をもつ平行光線でTEMモードの研究を可能にします。このシステムは、機械的、電子的、熱的、そして光学的安定性において無敵のTitanプラットフォーム技術に基づいており、全てのTEM、STEM、エネルギーフィルターTEM(EFTEM)、回折、電子エネルギー損失分光(EELS)とエネルギー分散型X線分光(EDS)モードにおいて、最高のパフォーマンスを行えるようにデザインされています。TitanG2 60-300を60から300kVの間で操作できるという柔軟性により、超軽量炭素化合物から超高密度重金属原料まで、実験材料の要件に対する重要なパラメータが最適化されました。加えて、Titan G2 60-300は、そのS-TWINレンズの広く開いたポールピースのキャップと共に、試料エリアの周りに更にスペースをあけた動的実験のために設計されています。

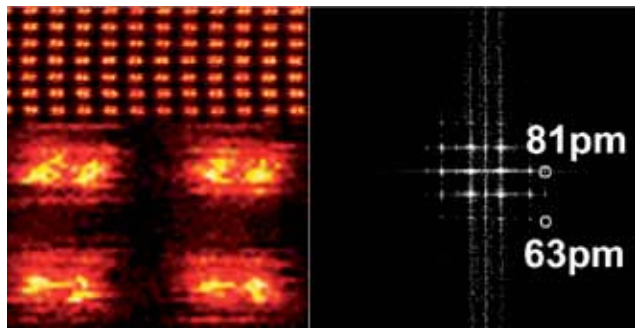
革命的なモジュラーと特許デザインにより、C<sub>s</sub>補正器でのフィールドアップグレードを可能にし、二段階アプローチをすることで、実験室で正しく顕微鏡の使用ができるようになります。

このTitanの安定性、パフォーマンス、使いやすさにより、顕微鏡は次のレベルへと進化し、原料の構造、物性関係における新たな発見がかつてないほどの減少規模で可能になっています。Titanは、ナノ研究において境界線を広げ、新たな結果を達成することによって、電子顕微鏡法を新時代に導きようとしています。

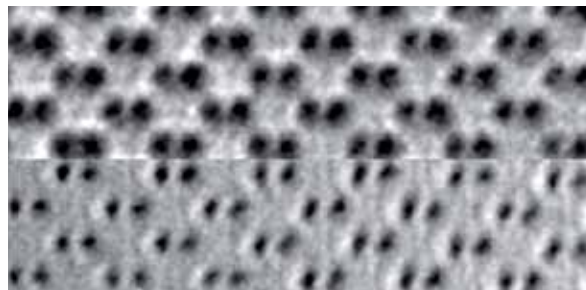
### 主な利点

- C<sub>s</sub>補正器と/もしくはモノクロメータで、イメージングと分析性能を向上させます
- アーチファクトを最少限に抑え、コントラストを最大にするため、最適加速電圧(60 to 300 kV)を選ぶことで、結果の質が最良になります。
- より広い作業スペースをもたらすために広い対物ポールピースギャップを用い、80 pmレベルまで方位分解能を向上させます。
- 磁性物質上でナノメートル分解能を用い、フィールドフリーイメージング( $< 2.0\text{e}$ )内の試料について得られた情報を最大限にします。
- 最新の目盛り付き集光装置システムを用い、回折(NBD, CBED, LACBED)の柔軟性を最大限にします。
- 超安定X-FEG電子銃の比類ないパフォーマンスによって、電子源の干渉性と照度を最大に高めます。
- HRTEMのためのモノクロメータ( $< 0.2\text{ eV}$ )を加え、EELS分光学アプリケーションを用いることで電子源のエネルギーの広がりを最大にします。

TitanG2 60-300での適用結果



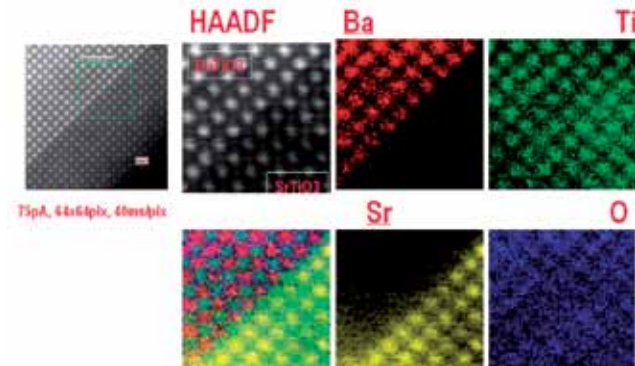
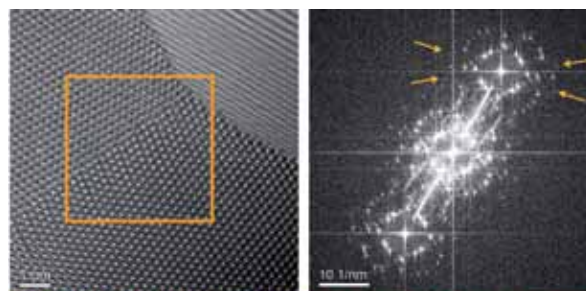
300 kV でGe112上の63 pm 情報転送を示すフーリエ変換したC<sub>s</sub>-補正 HR-STEM 画像



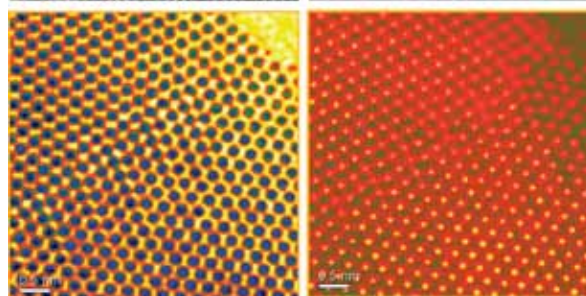
300 kV でGe <110>中のC<sub>s</sub>-補正した HR-TEM 画像  
0.7 eVエネルギー分解能(上の画像)  
0.2 eVエネルギー分解能(下の画像)



サブオングストローム情報転送を示す、300 kV における金と炭素の 80/200の ヤングのフリンジ実験

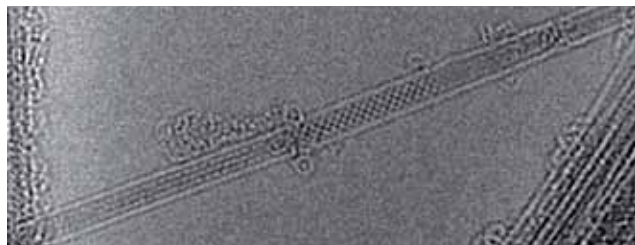


プローブC<sub>s</sub>-補正器を200 kV で使用した際に得られたBaTiO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub>界面上での原子分解能 EELS写像。C.L.の試料提供ドイツ、ユーリヒ研究センター、エルンスト・ルスカセンター、Jia教授の画像データ提供カナダ、マックマスター大学、Gianluigi Botton と Sorin Lazar.

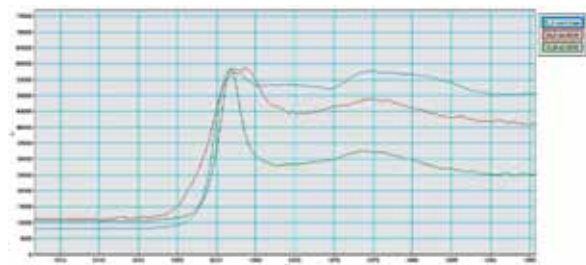


イメージC<sub>s</sub>-補正器と X-FEG を使った金粒子境界上の原子分解能 ホログラフィー画像(左上) フーリエ変換した(右上) サブオングストロームの情報転送を示す(矢印)

再構成された振幅(左)と位相画像(右)を以下に示す。教授の提供M.レーマン, M.Linck、T博士TUベルリンのNiermann、ドイツ、教授TUドレスデンのHannes Lichte、ドイツ、とB博士オランダFEI社のフライターク。



光線ダメージを最少限にするために60 kV 加速電圧で得られた、SWCNT 表面上にあるフラーレン構造をもった充填SWCNT上の C<sub>s</sub>-補正された HR-TEM 画像。教授の資料提供N.ロシア、モスクワ、結晶学研究所、キセリョブ。



Si, SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>は、化合物中の異なる結合状態を表している

Titan G2 60-300	エネルギーの広がり	点分解能	情報制限	STEM分解能
画像補正器	0.7 から0.8 eV**	80 pm	80 pm	136 pm
プローブ補正器	0.7 から0.8 eV**	200 pm	< 100 pm	80 pm
モノクロメータ + X-FEG	0.2 から 0.3 eV*	200 pm	80 pm	136 pm
* エネルギーフィルターのオプションによる ** S-FEG 0.7 eV, X-FEG 0.8 eV			注釈: 全て300 kVでの仕様 その他の加速電圧の仕様リストが必要な場合は営業担当者に連絡して下さい。	

## 技術ハイライト

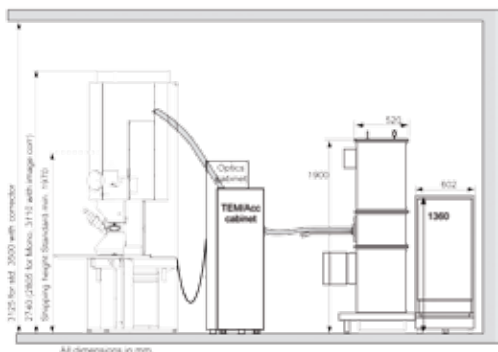
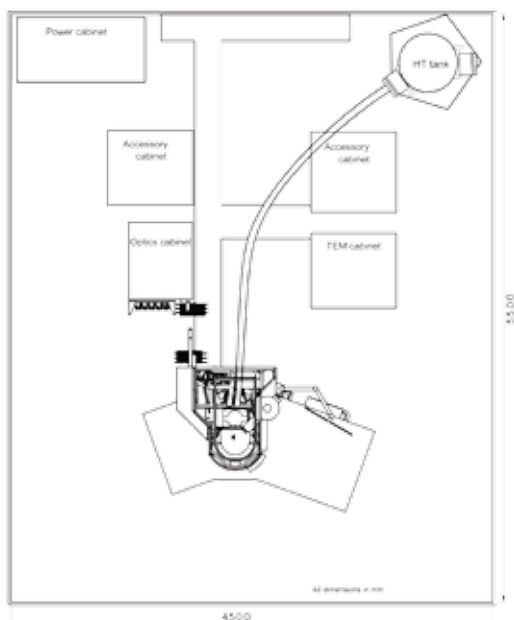
- オプションの超安定、高輝度ショットキー電界放出銃 (X-FEG, 詳細は別紙製品データシートを参照)
- 電子照射量と照明状態を定量的に測定するために収束角と照明エリアのサイズを量的に示した新三レンズ集光装置システム
- 60から 300 kVまで (60, 80, 120, 200, 300 kV)の高圧に柔軟に対応
- 特注にて60 kV  $C_5$ -補正器利用可能
- EESLにおいてゼロ損失ピークで対称エネルギー分布をもった高エネルギー分解能と、特に低kV HR-S/TEMにおいて改良された空間分解能のための電子銃モノクロメータ
- $C_5$ -補正器 (プローブとイメージ  $C_5$ -補正器)
- 80 pm パフォーマンス
- 電子ノイズによる不安定性を最少限にするために、特許を有するモジュラーコラムデザインは、コラム内偏向ユニット低励起のための正確な機械的スタッキングシステムを可能にします。
- モードと技術スイッチ内での最高の熱的安定性のためデザインされたConstantPower™ レンズ
- 光学部品間での干渉障害を最少限に抑える低ヒステリシスデザイン
- 5.4mmの広いポールピースギャップをもつ対称 S-TWIN 対物レンズにより、スペースが広がり、加熱、冷却、二重軸トモグラフィーやSTM/AFM ホルダーなどの特別ホルダーの使用が可能になりました。
- 最適なTEM暗視野アプリケーション作業のための対物レンズ後焦点面にある対物絞り
- プローブやイメージ  $C_5$ -補正器の現場改良への備え
- リモコン操作と、絞り交換時に絞り位置を再現可能にするための自動絞り
- 簡単操作と、画像と回折面の明確な方位関係のための無回転イメージング

- 保管場所、適切なエリアの探求時に訪れたエリアのトラッキング、そして低試料ドリフトでの超安定で、サブオングストローム以上の分解能の正確な再現のためコンピューター化された5軸試料ステージ
- 傾斜幅 ± 40度で、分析的二軸傾斜ホルダーは、多結晶原料内の一結晶の晶帯軸を最大化させます。トモグラフィーホルダーでは、± 80度ですら、三次元再構成の欠けたウェッジを最少限に抑えます。
- 磁性研究のため2 nm 分解能を用いたローレンツモードでのフィールドフリーイメージング (< 2 Oe)
- 特注にて、磁性研究のため< 1 nm 分解能を用いたローレンツモードでの  $C_5$ -補正されたフィールドフリーイメージング
- 量的 HR-TEM アプリケーションのためのTrueImage™ フォーカスシリーズソフトウェア (詳細は別紙製品データシートを参照下さい。)
- 特注にて、試料を読み込んだ後の初期ドリフトを最少にし、処理能力を最大にするマルチローダーも注文可能
- 自動トモグラフィー S/TEM 実験のためのXplore3D™ ソフトウェアと、超速三次元再構成のためのXplore3DXpress (詳細は別紙製品データシートを参照下さい。)

## 検出器

- HAADF 検出器
- 軸上トリプル DF1/DF2/BF 検出器
- Gatan US1000/US4000 & Orius カメラ
- イーグルシリーズカメラ
- Gatan エネルギーフィルターシリーズ
- プレートカメラ
- 0.13 srad の立体角とフィオリ数 > 4000 の Si(Li) EDS 検出器

平面図



ホルダー

- 一軸傾斜ホルダー
- 二軸傾斜ホルダー
- トモグラフィーホルダー
- 機能ホルダーのリストが必要な場合はお知らせください

設置必要条件

- 環境温度18 から 23 °C
- 温度安定性 0.2 °C/時
- 空気中への熱放散 名目4500 W
- ドアの高さ: 2275 mm (設定による)
- ドアの幅: 1050 mm
- 天井の高さ: 3500 mm (設定による)
- 顕微鏡4500 x 5500 mmの為に必要な床面積
- 重量配分 最大 465 kg/m<sup>2</sup>
- 電圧: 3位相含中性端子とアース 398 V (+ 6 %, - 10 %)
- 周波数 50 or 60 Hz (+/- 3 %)
- 全ての顕微鏡の最大オプションをつけた状態での電力消費量10 kW
- 冷水器230 V, 4 kVAのための電気接続単相
- 注文した水冷ユニットにより要冷却水
- 要二重接地接続
- 圧縮空気供給、圧力最少5バール最大7バール
- 窒素N<sub>2</sub>、圧力最小1バール、最大3バール
- SF<sub>6</sub> ガス、適切な換気が必要
- プレ真空ポンプアウトレット
- 液体窒素 LN<sub>2</sub>
- 遠隔点検のためのLAN 接続

さらに詳しい情報やインストール前の必要条件書類一式が必要な場合は、営業担当者に連絡して下さい。



詳細は FEI.com を確認ください

国際本社  
電話: +1.503.726.7500

FEI ヨーロッパ  
電話: +31.40.23.56000

FEI 日本  
電話: +81.3.3740.0970

FEI アジア  
電話: +65.6272.0050

FEI オーストラリア  
電話: +61.7.3512.9100



TUV 認証は、電子工学、生命科学、研究と天然資源市場における収束イオンと電子光線顕微鏡のデザイン、製造、導入とサポートのためのものです。

© 2010. 製品の仕様は性能向上のため、予告なく変更されることがあります。FEIのロゴ、Titan、ConstantPower、TrueImage、Xplore3DはFEI社の商標であり、FEIは、FEI社の登録商標です。その他全ての商標はそれぞれの所有者の所属権に属します。DS0056-JP 07-2009