

Living up to Life

Leica
MICROSYSTEMS



ライカ EM TIC 3X

トリプスイオンミリング装置



ライカ EM TIC 3X トリプスイオンミリング装置

ライカ EM TIC 3Xトリプスイオンミリング装置による加工は、走査型電子顕微鏡 (SEM) による観察や微小構造解析 (EDS、WDS、オージェ、EBSD) および AFM 観察のための断面試料を作製する手法の一つで、硬質、軟質、多孔質、感熱性、脆性、不均一など各種の特徴を持つ試料を処理することができます。

ほぼすべての材料に対して高品質の断面を得るためには、多くの場合これが最適の手法です。この方法によって、試料の変形や損傷を最小限にとどめながら内部構造を明らかにすることが可能です。

ライカ EM TIC 3Xは、従来の3本のイオンビームの他、クライオステージ、マルチサンプルステージ、ロータリーステージなどの新機能を搭載。試料を広く深く切削して平滑な表面を作製します。事実上あらゆる材料の高品質な断面を迅速簡便に作製することができます。

ライカ EM TIC 3X — 革新的なデザインと操作性

高い処理能力と効率化

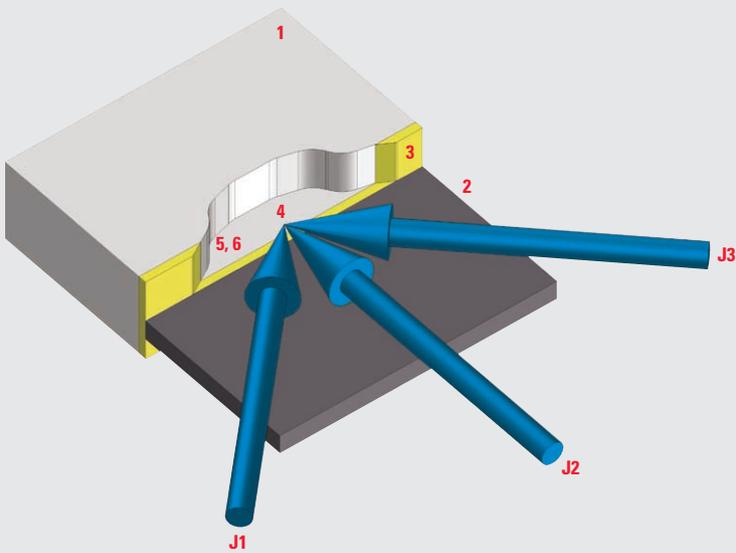
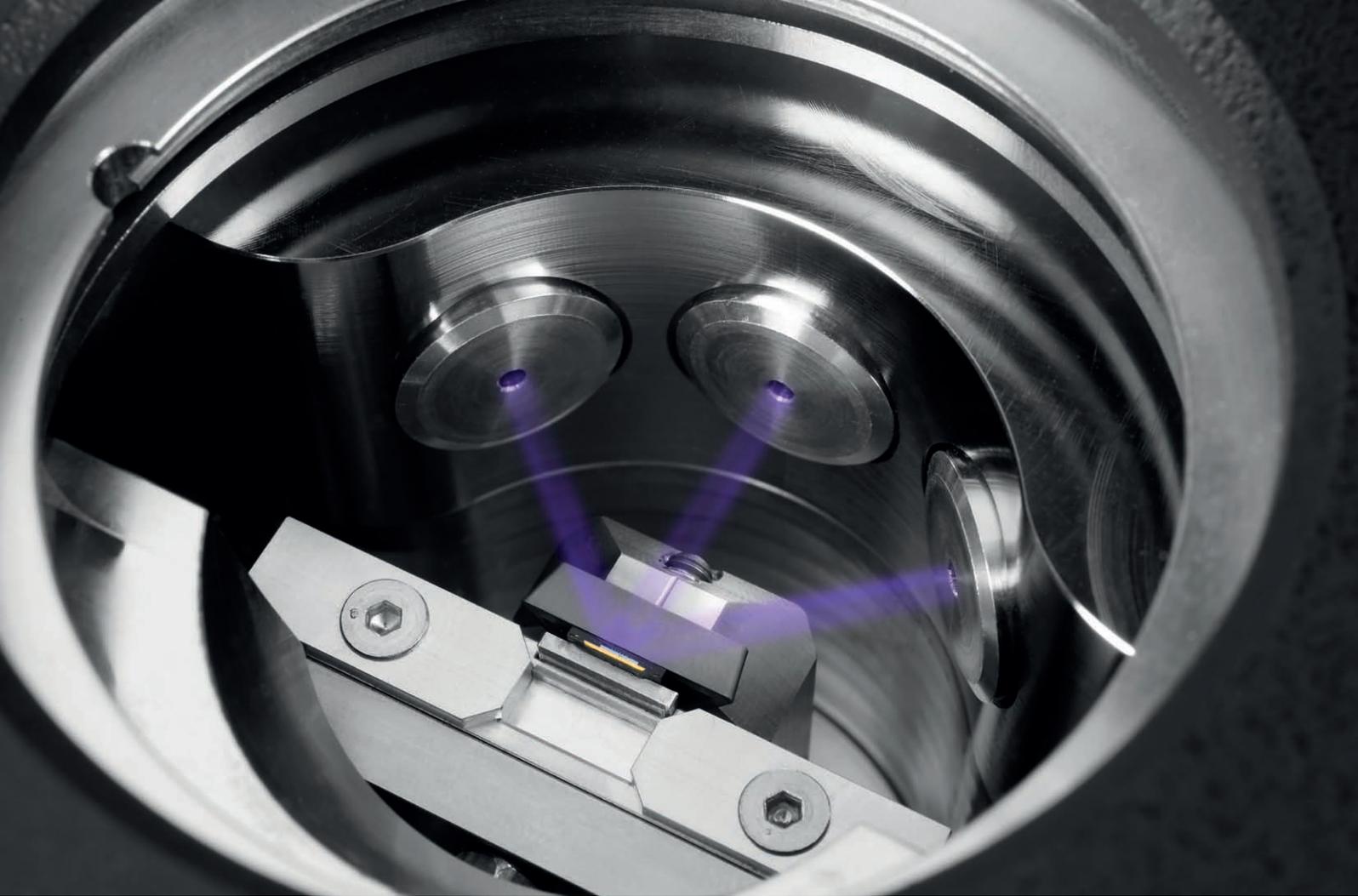
- › 大面積 (>4×1mm) の高品質断面を作製
- › 一度に最大3個の試料を加工できるマルチサンプルステージ
- › 実験の処理能力を高める高速切削 (Siの場合: 切削速度 150 μm/h、エッジから 50 μm まで切削可能)
- › 最大 50×50×10mm までの試料を固定可能
- › 各種サイズの試料ホルダーを用意

使いやすく正確な加工

- › 容易かつ正確な試料取付けとマスクに対する位置調整
- › タッチスクリーンにより熟練不要な簡単操作を実現
- › 実体顕微鏡または HD-TV カメラによるモニタリング
- › 試料の観察と位置決め最適な LED 照明
- › 予備排気ポンプは装置本体と直接に接触していないので観察時に振

動の影響がない

- › 仕上げ面に対し 90° の位置でコントラスト増強
- › USB メモリを用いてパラメータプログラムのアップロードとダウンロードが可能
- › ほとんどすべての材料に使用可能
- › クライオステージによりマスクおよび試料の温度を -150°C まで冷却可能



- 1 試料
- 2 マスク
- 3 試料表面
- 4 イオンビームの交差点
- 5 加工対象部分
- 6 観察面
- J1、J2、J3 イオンビーム

トリプルイオンビーム法

ライカ EM TIC 3X は 3つのサドルフィールド型イオン源を 1台に搭載

一般的事項

交差する3本のイオンビームが加工痕を打ち消し合うため、断面加工では試料のスイング動作が不要です。また、そのためのオッシレーション機構も有していないため、試料の放熱も効率的に行われます。

手法

3本のイオンビームはマスクの中央エッジで交差し、開き角100°の加工領域を形成し、マスクから突出した試料（突出し長さ上方約20~100 μm ）を観察対象部までミリングします。新設計のイオン源により、加工速度は150 $\mu\text{m}/\text{h}$ （Si 10kV、3.0mA、エッジから50 μm ）に達します。

この独自のトリプルイオンビーム方式により最適な断面品質が得られ、しかも高速で広く深く切削するため作業時間が短縮されます。

さらに、この方法では4 \times 1mm以上の大面積を高速で精度よく仕上げることも可能です。

使用法

加工に際しては各々のイオン源を独立に駆動/制御することができます。このため用途に応じてイオン源のパラメータを変え、コントラスト増強、ソフトな加工など種々の条件に対応することができます。

ニーズに応じたシステムの構築

今日の研究施設では、品質を犠牲にすることなく高速かつ簡便に試料を作製する方法が求められています。

ライカ EM TIC 3X トリプスイオンミリング装置は、革新的な技術により高水準の目標達成をサポートするソリューションを提供します。ライカ EM TIC 3X は試料作製のニーズに従って、標準、高効率、感熱性試料（ポリマー、ゴムなど）の低温加工などに適合した構成とすることが可能です。

個々のアプリケーションに対応した、容易に着脱可能な 4 種類のステージをご用意しております。

スタンダードステージ

常温での断面加工のため試料ステージ。最大で 50×50×10mm までの試料をセットできます。また、オプションのサンプルマウントと組み合わせ、より精度の高いアライメントや表面のコントラスト増強ができます。

マルチサンプルステージ

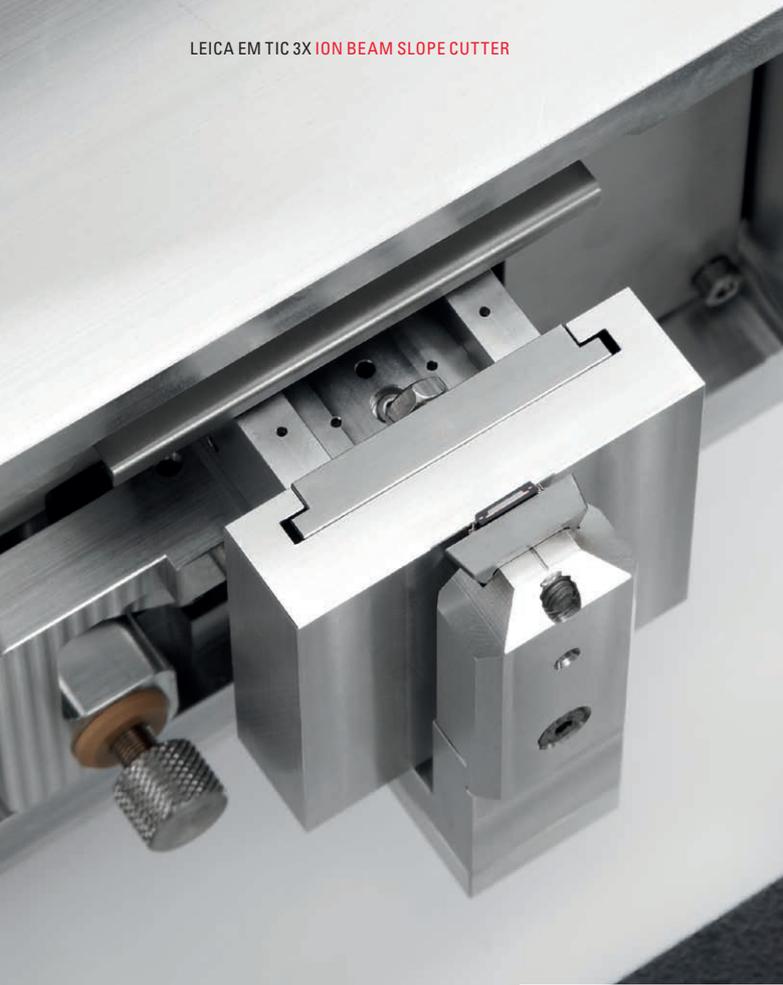
試料作製の生産性や効率の向上に効果的です。ターレット式のステージに最大 3 個までの試料をセットでき、1 回のセッション（たとえば一晚）で次々に自動加工します。加速電圧や加工時間などの条件は試料ごと個別に設定でき、ユーザーによる途中操作は不要です。

クライオステージ

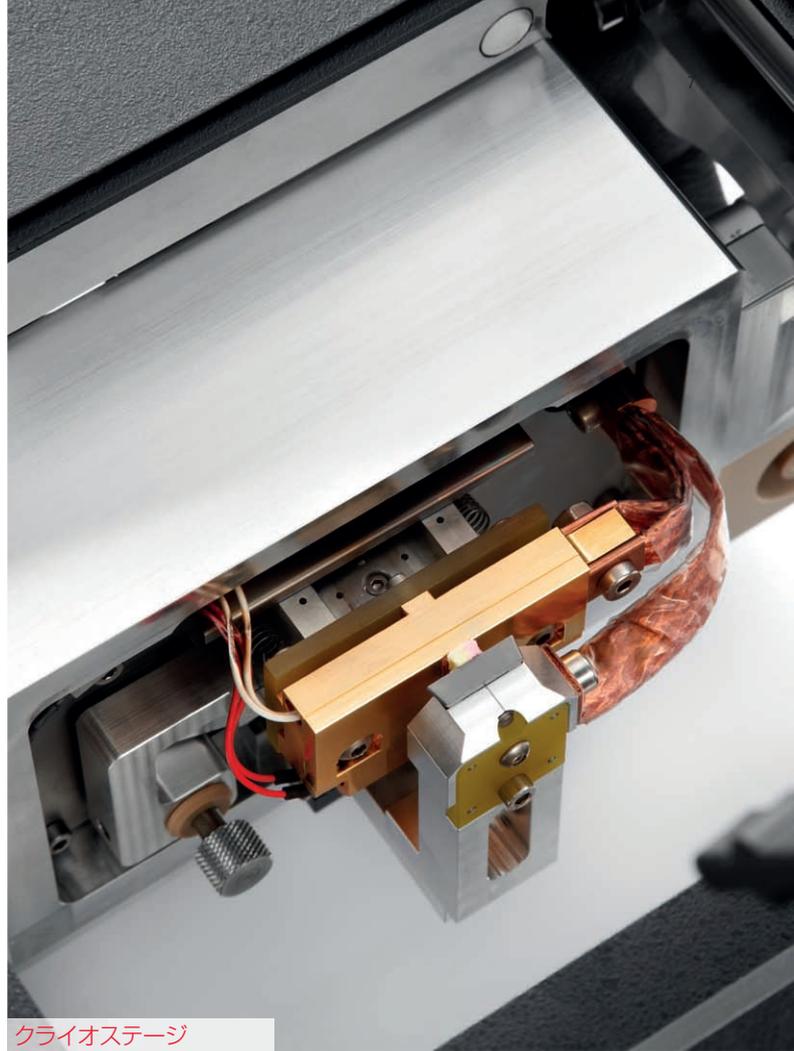
クライオステージを用いると極低温での加工が可能です。試料ホルダーおよびマスクの温度を -150°C まで下げることができ、熱に極めて敏感な試料、たとえばゴムや水溶性ポリマー、更には（必要とあれば）マッシュマロでも、高品質の加工が可能です。デュワー瓶の容量は 25L あり、1 日の使用であれば液体窒素の補充は不要です。また、取り出し時の試料のウォームアップは真空チャンバー内で自動的に行われるので、結露による汚染がありません。

ロータリーステージ

機械研磨サンプルのダメージ除去（研磨キズの軽減）や汚染されたサンプルの表面クリーニングのための試料ステージ。最大で直径 38mm、高さ 12mm までの試料がセットでき、回転またはオッシレーションと左右移動の動作を併用し、直径 25mm までの広範囲の平面ミリングができます。また、試料傾斜機構により、低角度ミリングだけでなく、コントラスト増強のための高角度ミリングも可能です。



スタンダードステージ



クライオステージ



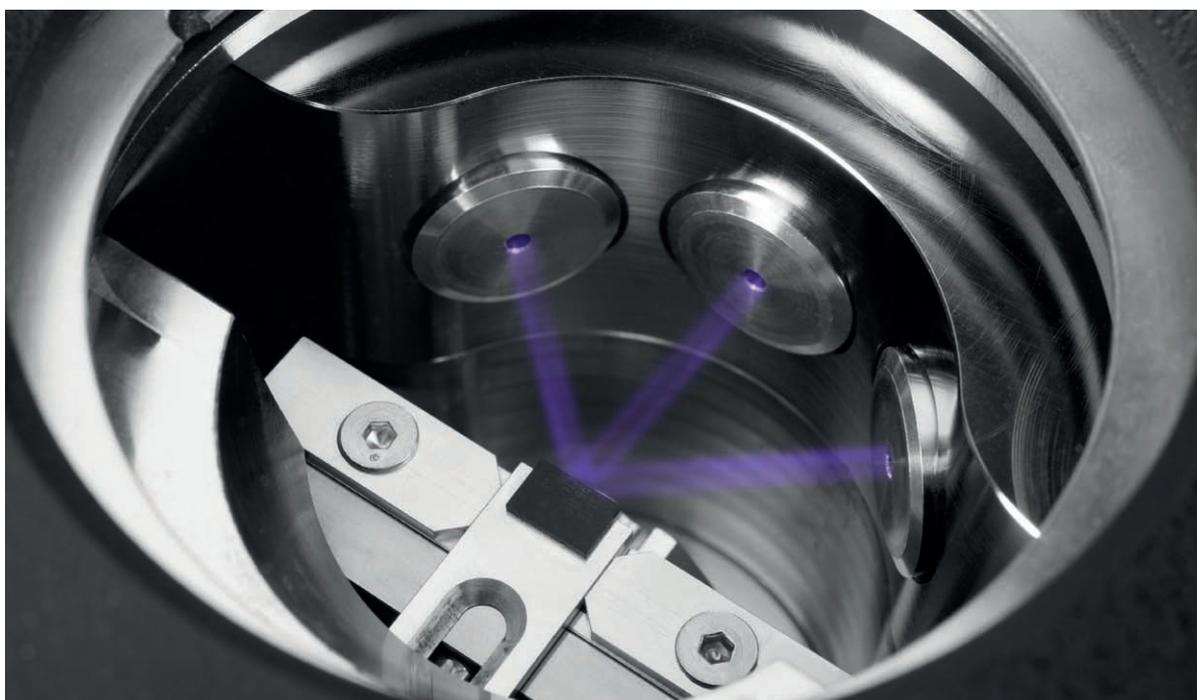
マルチサンプルステージ



ロータリーステージ

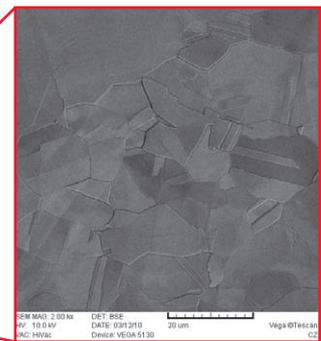
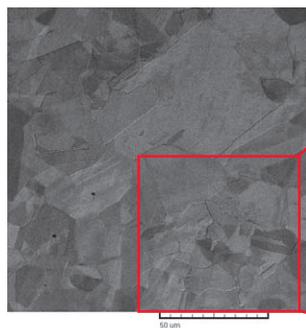
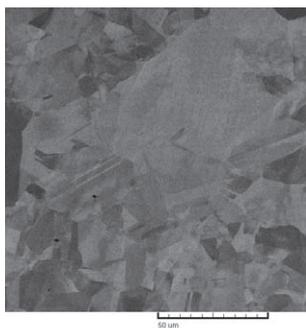
スタンダードステージのホルダーによるコントラスト増強:

- 1) 断面加工位置の試料
- 2) 低加速電圧で数分のコントラスト増強処理 (フラットシリリング)



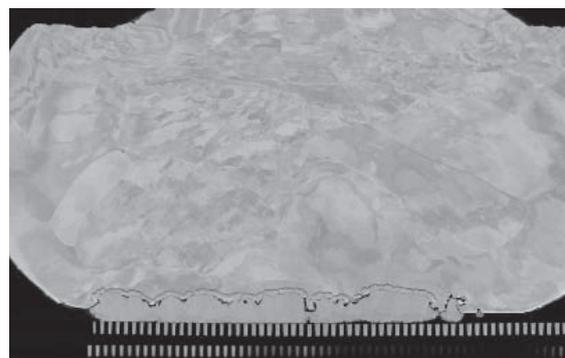
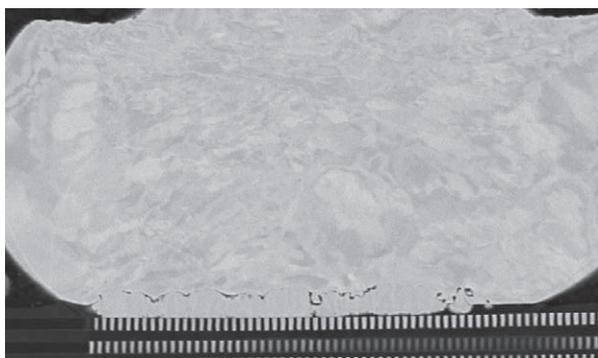
銅試料:

- 左: 断面加工後
- 中: コントラスト増強後
- 右: 拡大図



金ワイヤーボンディング接合部:

- 左: 断面加工後
- 右: コントラスト増強後



コントラスト増強

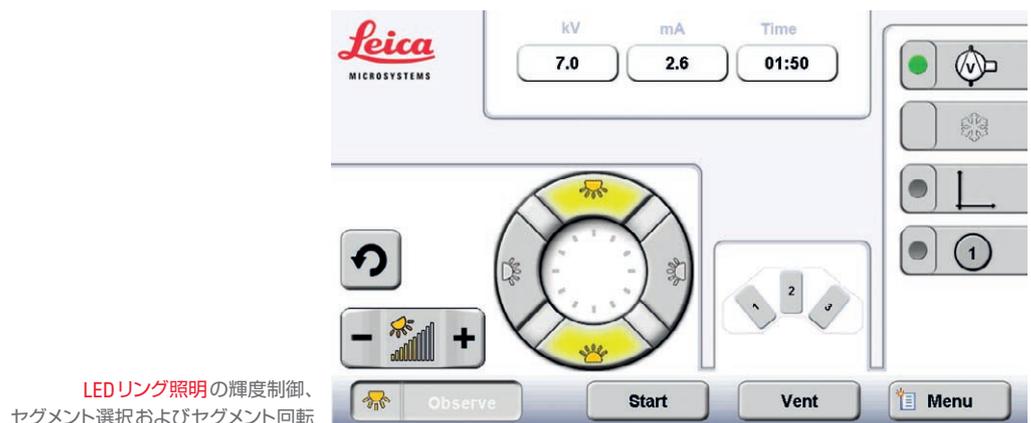
断面加工に加えて、同じホルダーを用いて
クリーニングおよびコントラスト増強を行い、表面形状（粒界など）の
明瞭な像を得ることができます。

高い加工精度

今日では試料の観察に要求されるディテールがますます小さくなっています。
たとえば小さい TSVia ホールの断面を見ることは今までになく容易になっています。
すべてのステージ微動は試料を $\pm 2\mu\text{m}$ 以内の精度で調整できるように
設計されています。

また、この高精度試料ステージにより観察対象部の位置を正確に調整するには、
約 $3\mu\text{m}$ の試料ディテール解像度を備えた観察システムが必要です。

EM TIC 3X では、試料のオリエンテーションを容易にするため、
セグメント毎に制御できる LED リング照明または同軸 LED 照明を備えた
実体顕微鏡を装備し、さらに必要により HD TV カメラによる鮮明な画像出力も可能です。



使いやすい人間工学的設計

ライカ EM TIC 3Xの実体顕微鏡の用途は、位置決めや加工過程の監視ではありません。顕微鏡の下に付属するワークプレートを用いて試料のハンドリング、試料のホルダーへの取付けができます。したがって小さい試料を操作するために別の観察システムを用意する必要はありません。

内蔵されているタッチスクリーン式コントローラは、直観的な操作を可能にするだけでなく、最大限に有効な活用に役立つヒントや情報を表示します。USBメモリを挿入すれば、報告や処理のためのパラメータのアップロードとダウンロードが可能です。

ミリング装置専用テーブル

専用設計された防振機能付機器テーブルが用意されており、以下のような種々のメリットがあります。

- › 環境からの振動を減少させる受動的緩衝エレメント
- › 液体窒素ポンプの保管アーム
- › アルゴンボンベの安全な設置のためのクランピングシステム
- › 人間工学的に合理的な試料ハンドリング姿勢を可能にするアームレスト
- › タッチスクリーンによる簡単操作で熟練が不要
- › 実体顕微鏡または HD TVカメラによるモニタリング
- › 試料の観察にも位置決めにも最適な LED 照明
- › USBメモリからのパラメータのアップロード
- › 高信頼性、高効率、経済性



ライカ EM TXP との併用

ライカ EM TIC 3Xを使用する前に、機械加工による前処理を施し、目的の領域にできるだけ近づいておく必要がある場合があります。ライカ EM TXP は、ライカ EM TIC 3X などによる処理に先立って試料を切削 / 研磨するユニークな表面研磨システムです。ライカ EM TXP は試料の切断、切削、研削、研磨による前処理のために特に設計された装置です。これにより、処理しにくい目標物のピンポイントでの加工が容易になります。

連携の利点

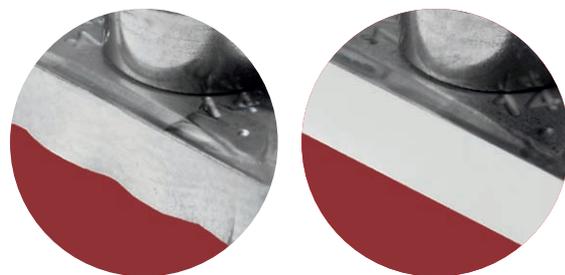
専用試料ホルダーを用いれば、ライカ EM TXP による予備加工からライカ EM TIC 3X によるイオンビームカッティングとコントラスト増強を経て SEM 観察まで、更には将来再利用の必要な試料の保管に至るまで、試料を同じホルダーに装着したまま進めることができます。

ウェッジマスク

ウェッジマスク (オプション) は両機併用を更に密接にするために設計されました。これにより、ライカ EM TXP を用いて試料のトリミングを行うことで不要部分を迅速に除去することができます。そのため試料ホルダーを交換することなく観察対象部分の周囲の材料を簡単に除去できます。この前処理を行うことでイオンビーム加工の時間が著しく短縮され、数時間のリードタイムが不要になるだけでなく、試料数で見たイオン源の寿命が延びる利点もあります。

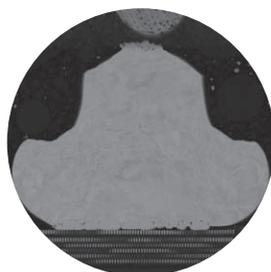
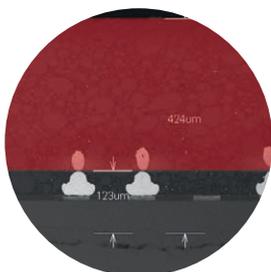
特殊ホルダー

更にライカ EM TXP 用の特殊ホルダーがあります。このホルダーは、EM TIC 3X 用の標準マスクを再研磨して高品質を達成するために使用します。



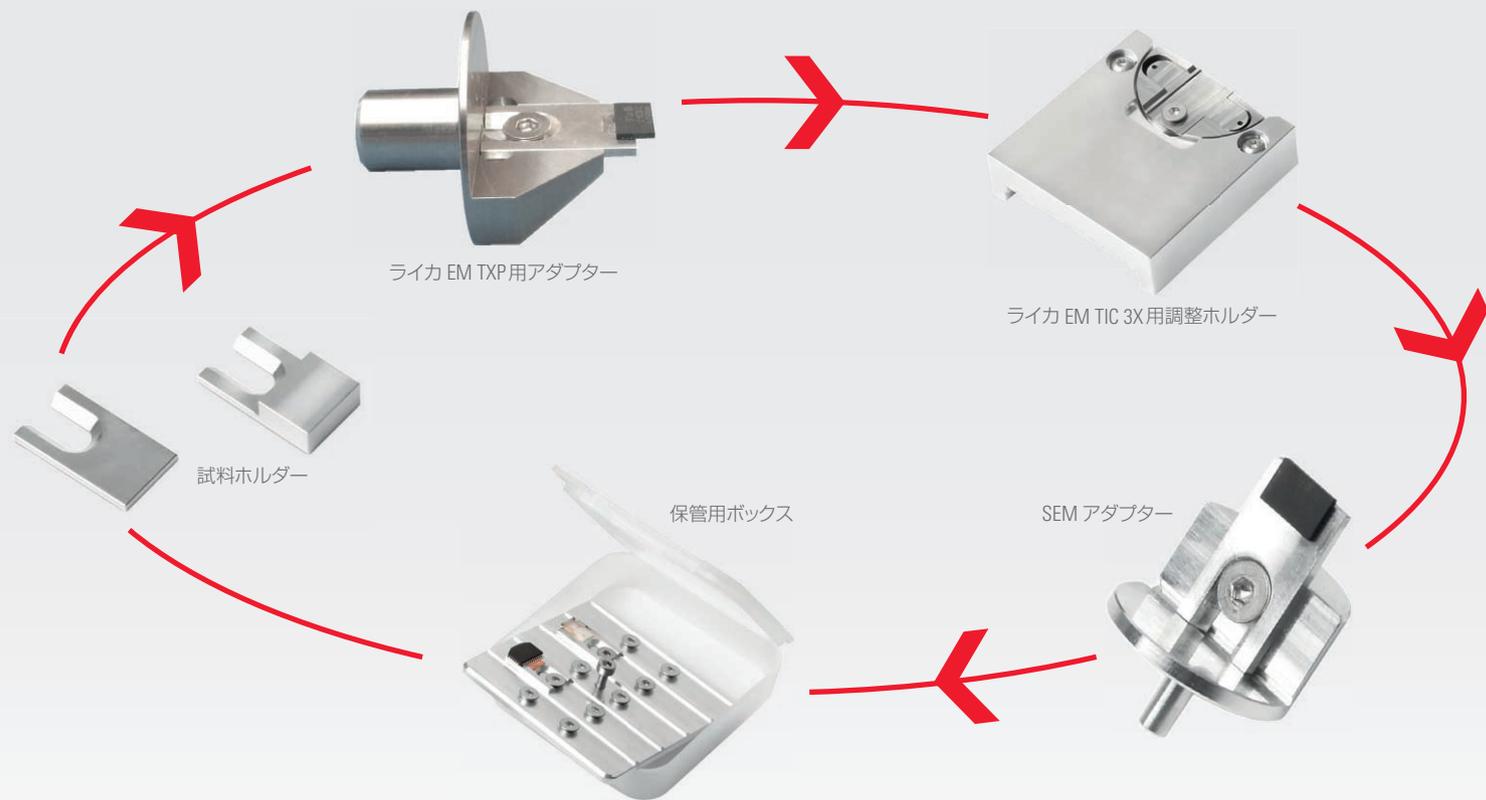
特殊ホルダー：

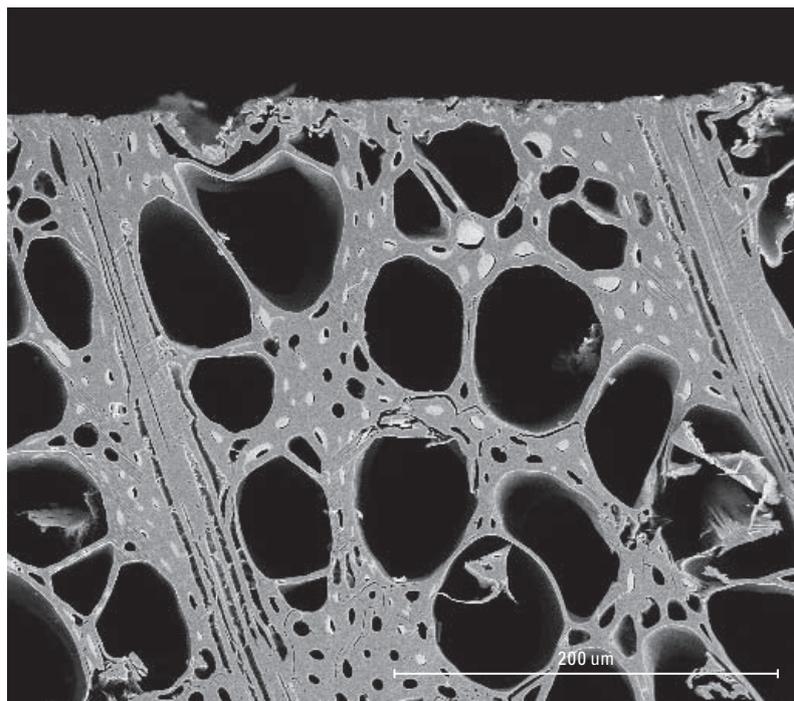
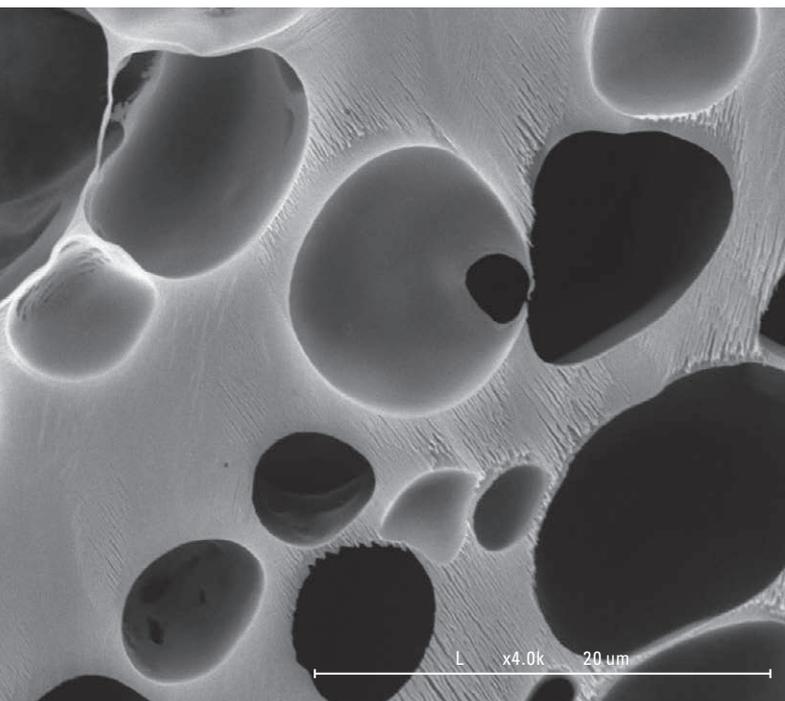
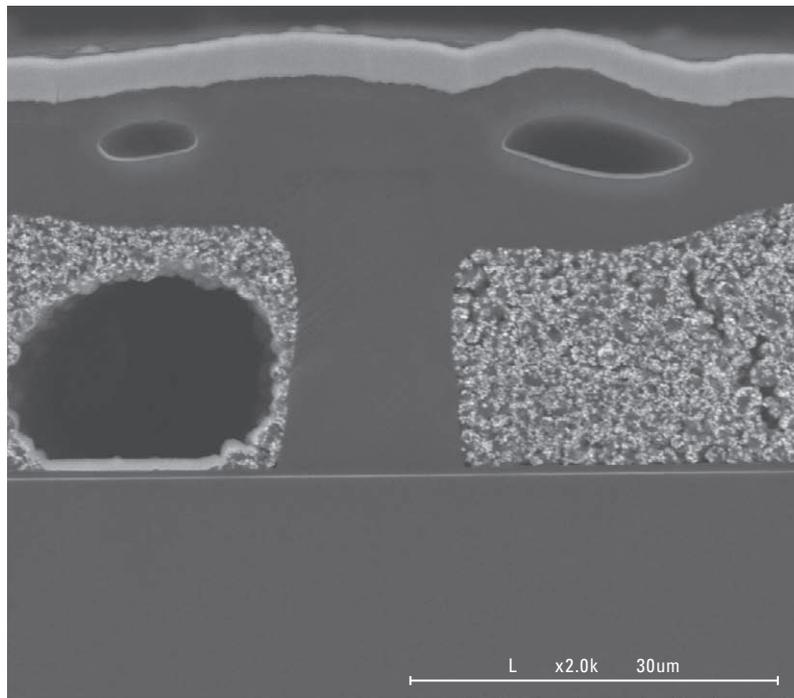
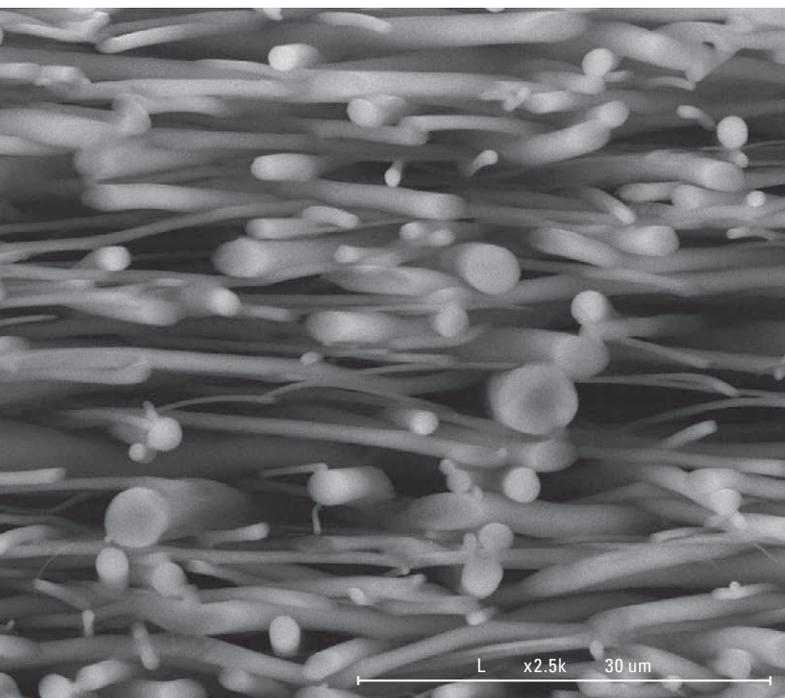
ライカ EM TXP 用特殊ホルダーに装着した標準マスク
ライカ EM TXP による再研磨前(左)と後(右)

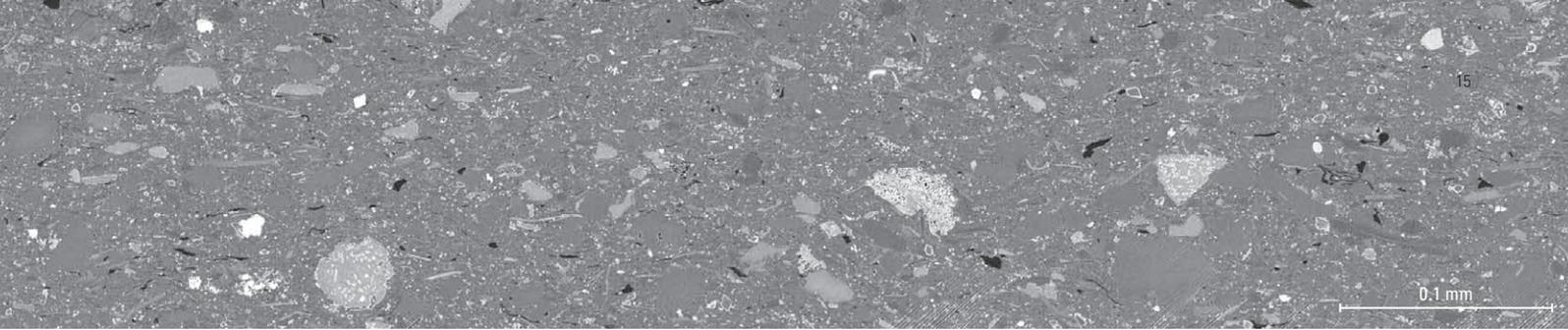


ウェッジマスク：

ワイヤボンディング上の約 300 μm の不要部分を
ライカ EM TXP で除去。
ウェッジマスクの使用により試料調製
(前処理を含む)は 1 時間以内に完了。







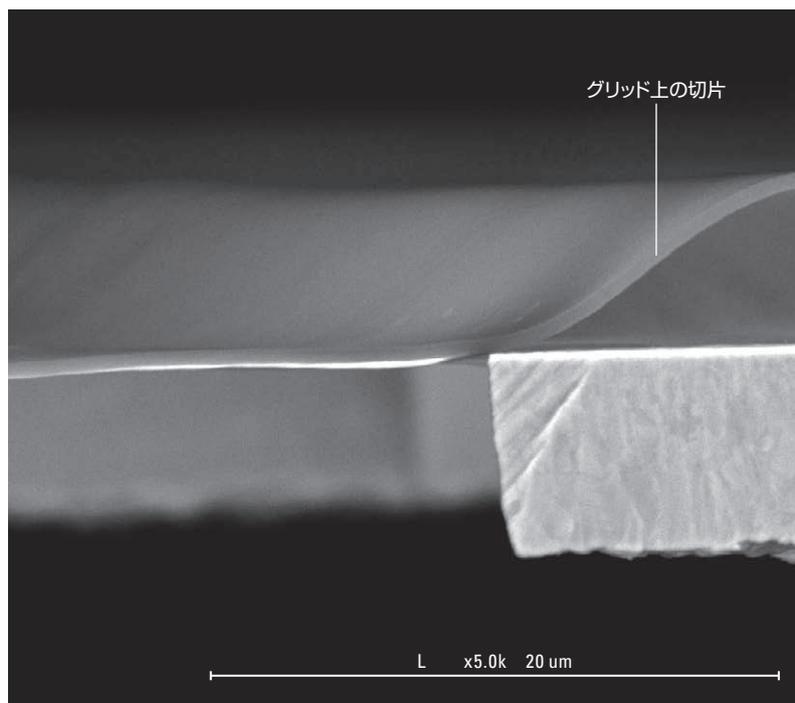
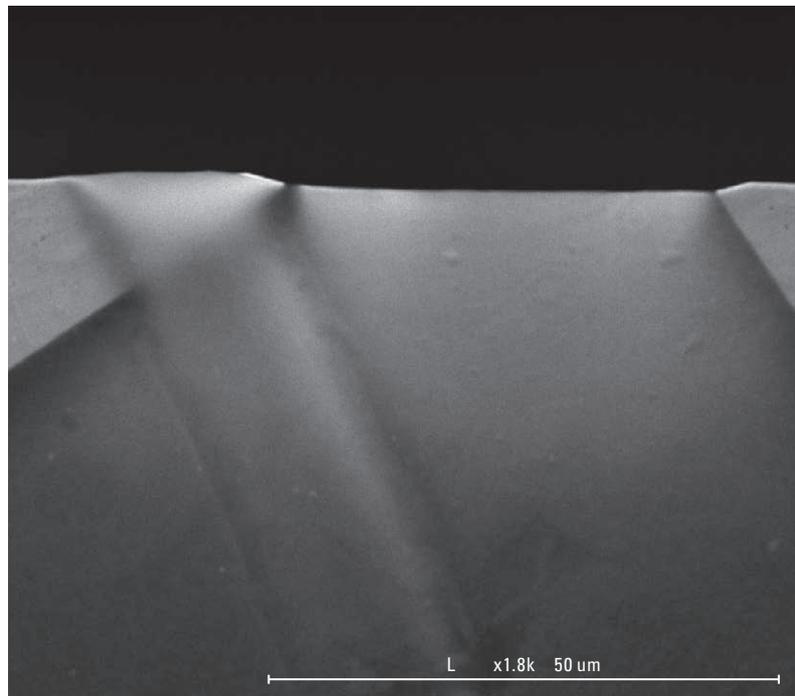
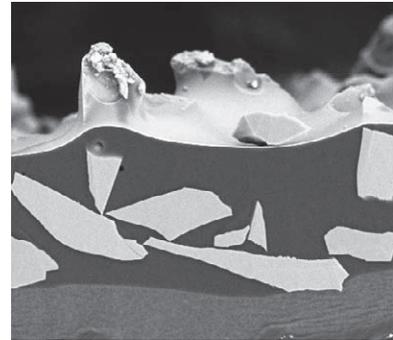
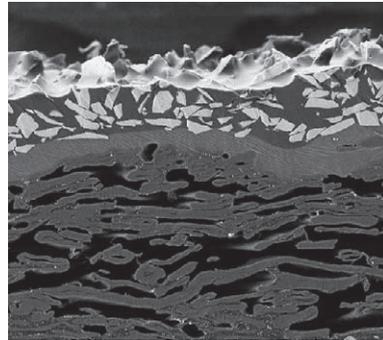
応用例

左(左上から右下へ) :

- › 断面加工したアルミニウム合金の EBSD および OIM 像
- › 断面加工した IC パッケージの金ワイヤーボンディングの SEM 像
- › -120°C で加工した同軸ポリマー繊維 (水溶性)
- › -150°C で加工した e ペーパーの断面
- › -150°C で加工したマシュマロの断面
- › ベニヤ単板の断面

右(上から下へ) :

- › 粘土 (EPMA) 像 (Lukas Keller, Switzerland)
- › SiC 研磨紙の断面
- › 銅グリッド上のウルトラマイクローム切断肝組織 (TEM 試料) の断面
上 : 上面、右 : 断面



www.leica-microsystems.com

Leica
MICROSYSTEMS



ライカ マイクロシステムズ株式会社

本 社 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場1-29-9
大 阪セールスオフィス 〒531-0072 大阪市北区豊崎5-4-9 商業第2ビル10F
● <http://www.leica-microsystems.co.jp> E-mail: lmc@leica-microsystems.co.jp
※この仕様は、改良のため予告なく変更する場合があります。

Tel.03-6758-5650 Fax.03-5155-4336
Tel.06-6374-9771 Fax.06-6374-9772

YU141010