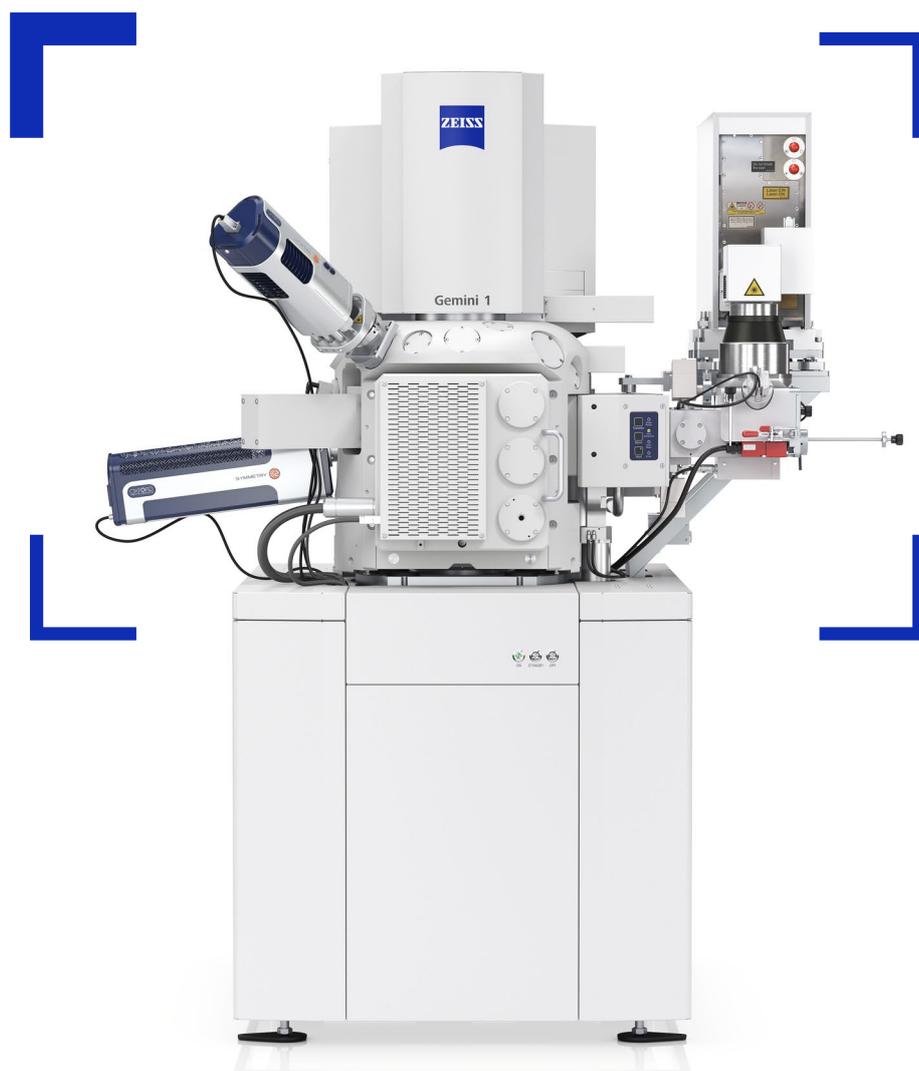


SEMで 三次元の扉を開く



ZEISS LaserSEM

zeiss.com/LaserSEM



Seeing beyond

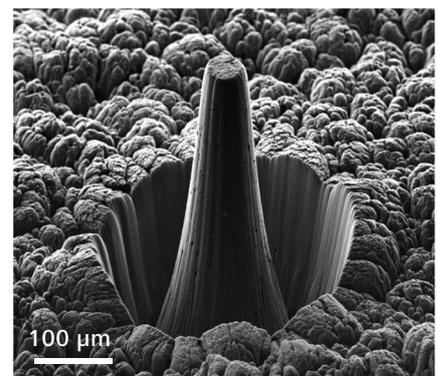
ZEISS LaserSEM

メソスケールからマイクロスケールまでの部位特異的な調製を可能にするソリューション – フェムト秒レーザー搭載 ZEISS FE-SEM

材料研究者が表面やバルク材料の包括的な特性評価を行う際には、メソスケールからナノスケールまで対応し、2D から 3D までカバーするイメージングツールと解析ツールが必要です。このようなマルチモーダルワークフローは、SEM（走査電子顕微鏡）データと、相関する XRM（X 線顕微鏡）データによって可能になります。ただし、どのような解析においても最初のステップは常に試料調製であり、それが結果の品質に大きく影響します。

従来の試料調製法では、スタンドアロンのレーザーツールや、キセノンプラズマを搭載した FIB-SEM が用いられていました。しかし、実際に時間がかかること、試料サイズや浸透深度に制限があること、面倒な機械的研磨が必要なこと、加えて、多くの場合終点精度が低くなるという問題は見落とされがちです。さらに、これらの手法では試料の損傷や不純物混入が起こる可能性があり、装置の稼働時間に影響を与え、最適な結果が得られない場合があります。また、高分解能イメージングや EDS および EBSD 解析では、試料の品質が不十分なこともあります。

2D または 3D で部位特異的な大型断面試料作製を行い、FE-SEM（電解放出形走査電子顕微鏡）イメージングを 1 台の装置で、高分解能と最適なコントラストを得ることが実現できるとしたらどうでしょうか？ ミリメートル幅の断面や溝の加工に何時間も何日もかかっていたのが、わずか数秒から数分で済み、ボリュームの深部にある、XRM で特定済みの ROI（関心領域）に再移動できることを想像してみてください。大きな断面、試料アレイ、TEM ラメラの作製において、高い精度とスピードを実現することも簡単にできるのです。さらにそこから、FIB による追加の精密研磨工程に時間を取られることなく、大きな断面の 3D トモグラフィー撮影や EDS・EBSD 解析に直接移行できます。



核グラファイト、ナノ X 線トモグラフィー用に作製した自立型ピラー、上部直径 50 μm、高さ 300 μm、レーザー加工時間 20 分

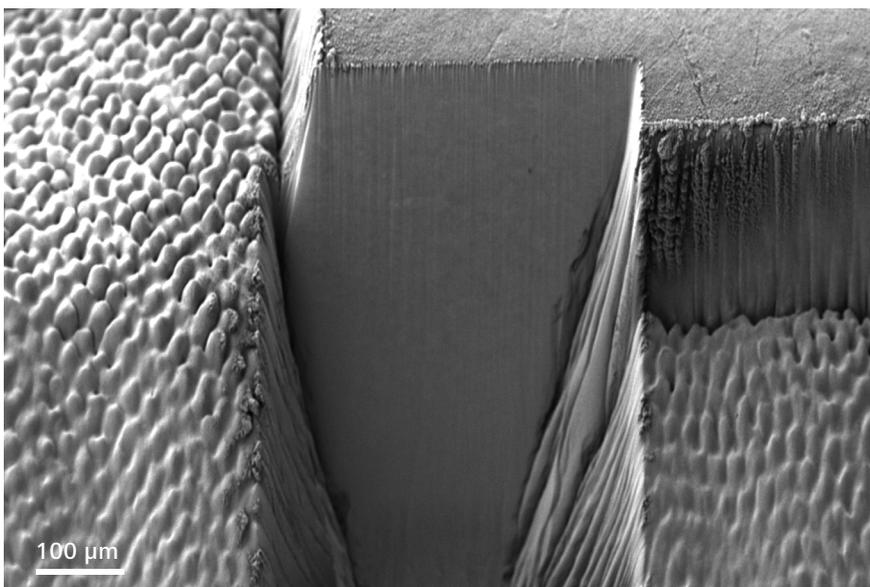
レーザー内蔵 SEM で三次元の扉を開く

ZEISS LaserSEM は、メソスケールからマイクロスケールまでの大規模な断面観察と試料調製に最適な、高速かつ費用対効果の高いソリューションです。ZEISS FE-SEM に統合された広範囲の材料加工用レーザーにより、試料を迅速に調製することができます。フェムト秒 (fs) レーザーと併せて、イメージングと解析における厳しい要件に応える ZEISS Gemini 電子光学系をご活用ください。さらに、LaserSEM ならプロセスを自動化し、XRM のような他の装置と相関させることも可能です。

- フェムト秒レーザーを使用して、これまでにないスピードで 2D・3D での特定部位の断面加工を行い、深部にある部位を正確に特定します。
- 高分解能と最適なコントラストで断面や溝をイメージングします。
- 高速レーザー研磨の直後に大きな断面や深い溝を解析することで、EBSD マッピングに適した表面を得ることができます。
- 大きな断面におけるターゲットを絞った EBSD、マイクロメカニカルテスト用の TEM ラメラやピラーの作製、あるいは XRM と SEM 間の相関実験などのマルチモーダルワークフローが高速化します。
- LaserSEM の特長の一つとして、自動化およびプリインストールされたレシピを活用することにより、スループットを最大化できることが挙げられます。
- 将来の変化にも対応するモジュラープラットフォームへの投資：LaserSEM は、ラボ内の他の FIB-SEM のために FIB のキャパシティ制限を解消します。さらに、将来的なニーズの変化に応じてガリウムカラムを使用してフィールドアップグレードすることが可能です。



LaserSEM のフェムト秒レーザーは、専用のレーザー準備チャンバーであるエアロック上に設置されているため、メイン装置チャンバーへの不純物混入を防止し、2つの装置間のシームレスな往復を可能にします。また、高い再現性とスループットが要求されるプロセスには、半自動装置もオプションでご利用いただけます。SEM とレーザーをシームレスに組み合わせることにより、学術研究機関や産業研究開発ラボの研究者は、電子工学、エネルギー、ナノ材料などのあらゆる分野のアプリケーションにおいて、高分解能イメージングや、EDS、EBSD などの FE-SEM のあらゆる解析機能に直接かつ同時にアクセスすることができます。



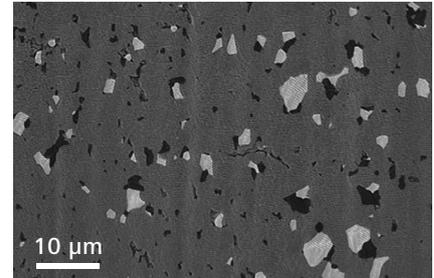
銅のレーザー研磨した溝。プリインストールされたレシピで試料調製を実施。適切なパラメーターで効率的なレーザー加工が可能に。

特長

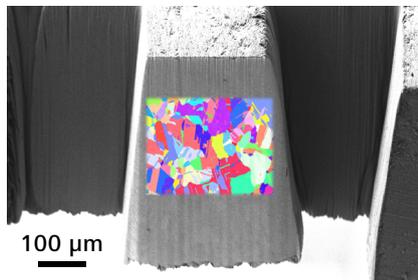
断面、イメージング、データ解析

EDS および EBSD 解析用に広範囲の断面を調製

- FE-SEM に組み込まれたフェムト秒レーザー技術を活用可能。
- FE-SEM の高分解能イメージング・解析性能を、フェムト秒レーザーと組み合わせることで、広範囲の材料アブレーションを実現します。
- 高い精度とこれまでにないスピードで、ミリメートルサイズの大量の材料を除去します。
- 大きな断面を作成し、最大 1 mm x 1 mm の領域の EDS および EBSD マップを直接取得します。
- 材料のアブレーションはレーザーウィンドウと不活性ガスジェットを備えた別のチャンバー内でのみ行うため、SEM カラムが保護されます。
- レーザーチャンバー内の高真空または不活性アルゴン雰囲気を使用して、空気や窒素に敏感な試料を新鮮な状態で切断できます。
- LaserSEM は、レーザーチャンバーと互換性のある大気非暴露トランスファーシャトル付きのグローブボックスに接続可能です。



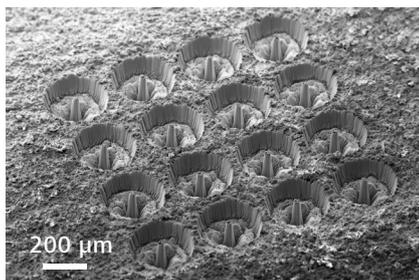
7 mm³ セラミックス (SiC-ZrB₂) のアブレーション、レーザーアブレーションされた表面を直接撮影、研磨は不要。



レーザー加工された 600 合金シートの表面に、レーザー切断面で得られた EBSD マップをオーバーレイ。

LaserSEM でスループットを最大化

メソスケールの試料調製が容易に



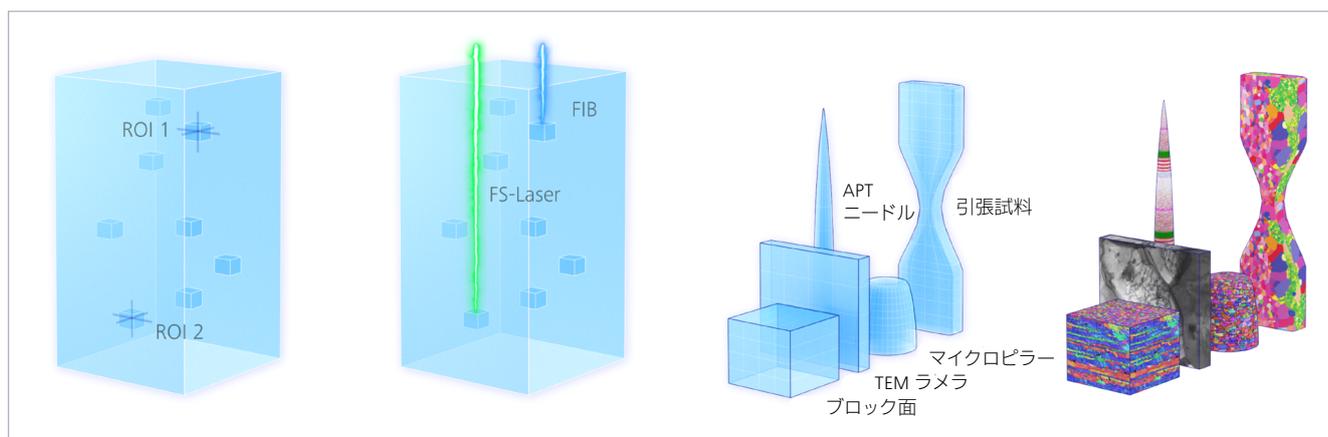
Ti6Al4V 合金にフェムト秒レーザーを照射して調製したマイクロメカニカルテスト用の 16 個のピラーアレイ、ピラー上部直径 30 μm、下部直径 55 μm、調製時間 2.5 分。

- 大量の材料を迅速に除去し、深部にある構造に簡単にアクセスできます。
- 効率がアップし、処理精度が向上します。また、マイクロメカニカルテスト用のピラーとカンチレバーのアレイを作製できます。
- TEM ラメラの作製では、広い領域にわたって TEM に適した薄片部を複数作成可能です。
- 材料中の目的箇所を正確・高速に除去します。切削されたデブリの処理は別のチャンバーで行われるため、SEM が損傷から保護されます。
- 自動試料搬送とプリインストールレシピにより、時間を節約して加工精度を向上させることができます。
- 材料加工とイメージングおよび解析をすべて 1 台の装置で行うことができ、高い性能が求められる幅広いアプリケーションに対応します。
- 試料調製のためにもう 1 台装置を追加する必要がないため、運用コストを削減できます。

LaserSEM によるワークフローの高速化

深部にある関心領域に高精度でアクセス

- ZEISS の X 線顕微鏡と電子顕微鏡の相関を可能にする Sample-In-Volume-Analysis Workflow を用いた正確なナビゲーションガイダンスにより、深部にある部位を特定、アクセス、加工、解析することができます。
- 試料アレイ加工のあらゆるワークフローがスピードアップします。
- 広範囲の材料を除去して、深部にある関心領域にアクセスし、さらなる解析を行うことができます。



ZEISS の Sample-In-Volume-Analysis Workflow を用いれば、正確なナビゲーションガイダンスに沿った試料の特定、アクセス、加工、解析が可能です。

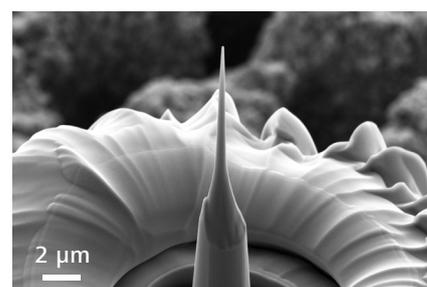
モジュラーコンセプト

将来の変化に対応するプラットフォームへの投資

- 可能性を広げる：LaserSEM は、高い再現性とスループットが要求されるプロセスに対応した試料搬送用の半自動装置によってアップグレード可能です。
- LaserSEM と Oxford Unity の検出器を組み合わせることで、深い溝の底でも影が生じることなく、ライブ EDS 解析と反射電子イメージングが実現します。
- フル LaserFIB へのアップグレード：LaserSEM は、ガリウムカラムを使用してフィールドアップグレード可能な唯一のプラットフォームです。そのため、将来的にラボでのニーズが変化しても対応することができます。
- アップグレードにより、完全な FIB-SEM の機能を活用して、FIB 加工、原子分解能の高品質 TEM ラメラ作製、市場をリードするボクセル分解能での 3D トモグラフィー撮影などが可能になります。
- LaserSEM と FIB を使用し、APT (アトムプローブトモグラフィー) 試料を作成できます。



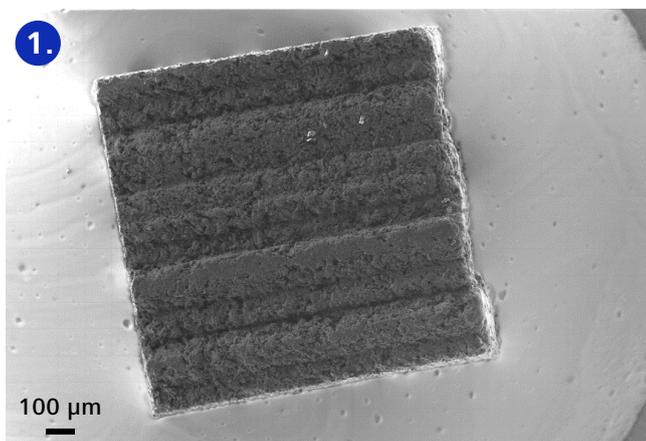
フル LaserFIB：ZEISS Crossbeam レーザーと Ion-sculptor FIB。試料の品質とスループットを最大化します。



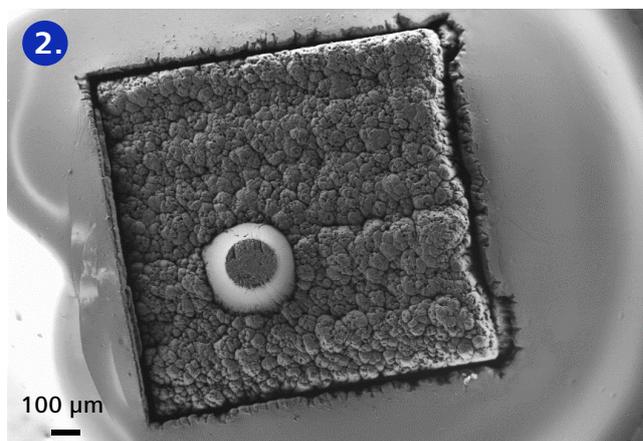
LaserFIB で作製した APT 試料 (シリコン)。イオンビーム誘起デポジションによって特定の部位にマーキング。次に、レーザー加工によってパルクからピラーを分離。その後、FIB ミリングで先端を成形。

LaserSEM のアプリケーション例

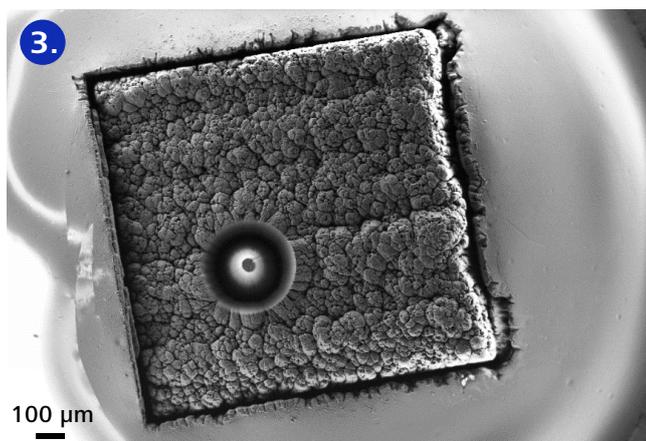
エネルギー材料 – Nuclear Graphite



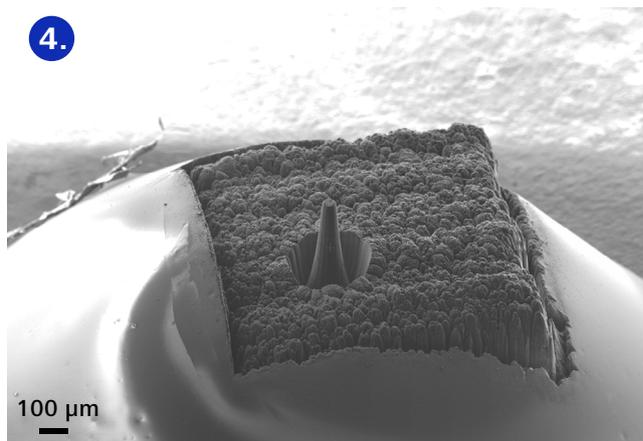
Nuclear graphite キューブ、上面図



作製された粗いピラー、上面図



研磨されたピラー、上面図

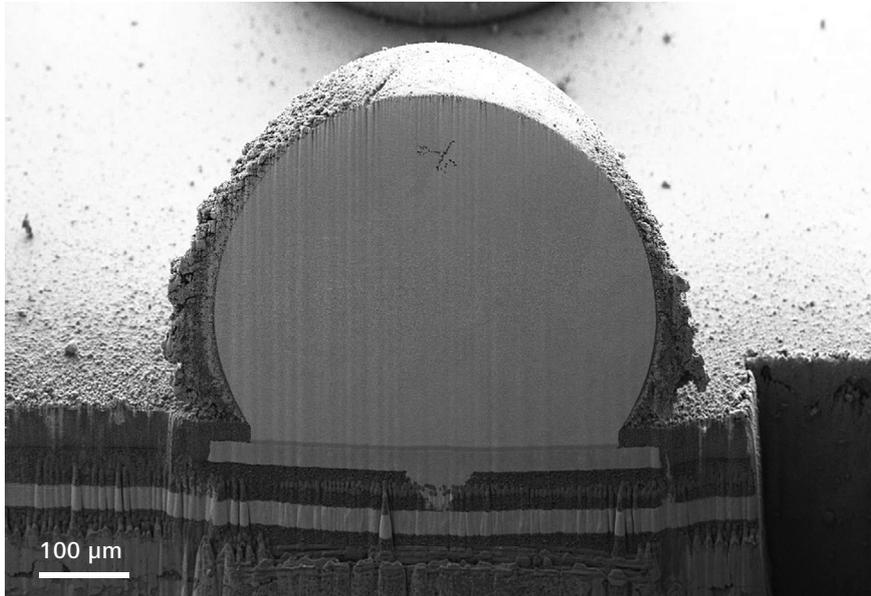


研磨されたピラー、側面図

ナノ X 線トモグラフィのための試料作製：このワークフローでは、直径 65 μm 未満で影が生じない十分な高さの自立型ピラーを Nuclear graphite に作製します。ここでは、従来の FIB ミリングではカーテンのようなアーティファクトが発生する可能性のある難しい炭素系材料に対し、約 20 分でレーザーアブレーションを行うことができます。*

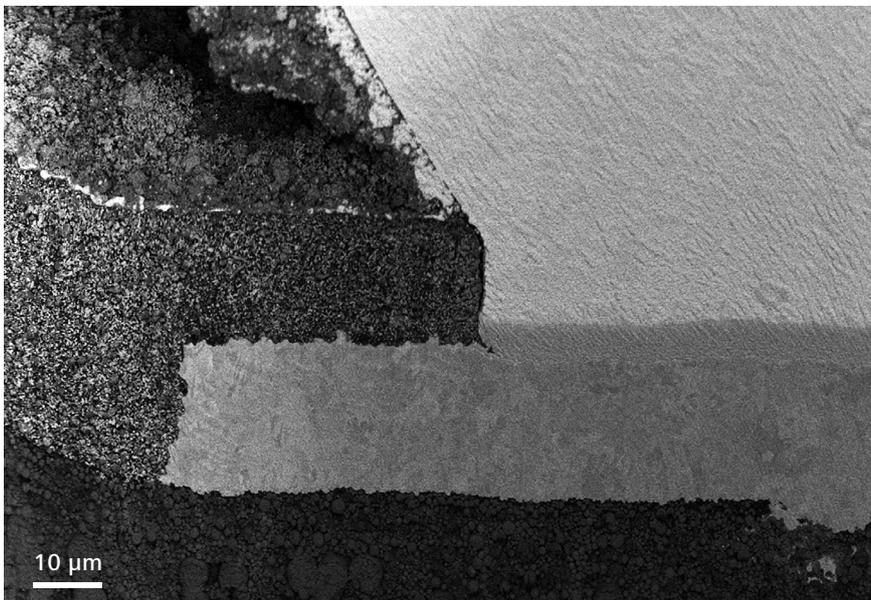
*2 ページの完成したピラーの画像と比較してください。

ナノマテリアル - 電子工学研究



パッケージのインターコネクต์における欠陥分析。このC4バンプの断面加工は、レーザーミリングによってのみ行われました。

直径約 450 μm の C4 バンプを高品質なフェムト秒レーザーで加工し、SEM イメージングまでにかかる時間はわずか数分です。インターコネクットの層は、IC（相互接続）パッケージの上面から約 700 μm 下に位置しています。LaserSEM は、2.5/3D パッケージの深部にあるインターコネクットとインターフェースに迅速にアクセスすることで、パッケージの特性評価と不良解析を効率的に行うことができます。



レーザー加工直後のパッケージのインターコネクットの詳細画像。微細構造がはっきりと見えます。画像は Inlens EsB 検出器で取得。



Carl Zeiss Microscopy GmbH
07745 Jena, Germany
microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/LaserSEM

Carl Zeiss Co., Ltd.
2-10-9 Kojimachi, Chiyoda-ku
Tokyo, 102-0083, Japan
Phone: + 81-570-02-1310

ZEISS の SNS アカウントをフォロー:



医療措置または診断用ではありません。一部の製品は入手できない国があります。詳細は ZEISS ジャパンにお問い合わせください。
JP_42_012_377 | CZ 02-2024 | 設計、お届けする製品の内容、技術的内容は予告なく変更される場合があります。| © Carl Zeiss Microscopy GmbH