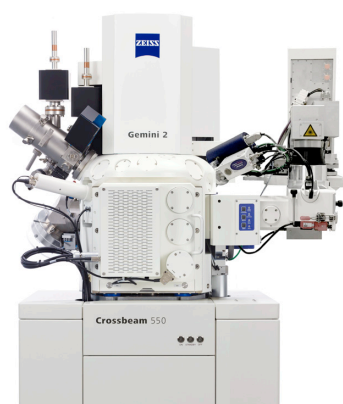


最先端半導体内部の 詳細情報を高速に観察

ZEISS Crossbeam レーザー FIB-SEM



ZEISS Crossbeam レーザー FIB-SEM は、より迅速なパッケージ不良解析 (FA) とプロセス開発を実現する部位別断面ソリューションです。

ZEISS Crossbeam レーザーは、FE-SEM のパワフルなイメージングと分析性能に、フェムト秒 (fs) レーザーと FIB のハイスループットかつ高品質な試料調製能力を組み合わせることで、最速の FA ワークフローを可能にします。隔離されたレーザーチャンバーは、電子カラムや検出器へのコンタミ混入を防ぎます。また、オプションで、SEM とレーザーチャンバー間の真空下の試

料移動を自動化することができます。独自のクロスジェット機能は、ガスパーズによりレーザー入射窓をクリーンに保ち、長時間に渡って高い信頼性を発揮するミリングで、連続した大量の材料除去をサポートします。

深部にある構造物に素早くアクセス

フェムト秒レーザーを使えば、他の一般的なアプローチでは数日かかるところを、30 分未満で高品質かつ最小限のアーチファクトで 1 立方ミリメートルの Si を除去できます。最適化されたレーザー処理により、金属、シリコン、放熱材料 (TIM)、モールドコンパウンドなど、IC パッケージ内の様々な材料を効率的に除去可能です。レーザーと FIB を一つのシステムに統合し、相関性のあるワークフローを採用することで、2 μm のレーザーミリング精度で最短での結果取得と最高の成功率を実現します。

アーチファクトを最小限に抑えた最高の試料調製品質

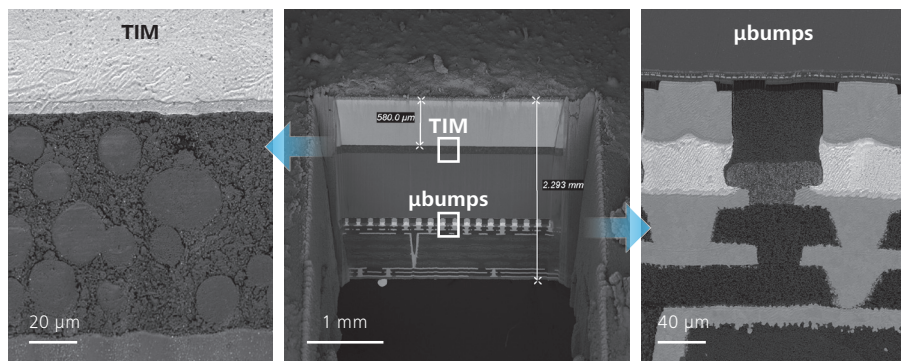
Crossbeam レーザーワークフローは、壊れやすく応力のかかる材料における層間剥離やクラックなどの機械的研磨アーチファクトを回避すると同時

に、機械的断面よりも高い断面精度を可能にします。フェムト秒レーザーによるアブレーションは大部分が非熱的であるため、レーザー影響ゾーン (LAZ) は最小限に抑えられ、多くの場合、FIB 研磨の必要なく、レーザーアブレーション直後にパッケージのインターコネクトをイメージングすることができます。

アブレーションによる汚染のない優れたイメージング性能

ZEISS Gemini I および II 電子カラムは、カラム内 SE 検出器およびエネルギー選択的 BSE (EsB) 検出器により、最高の分解能と独自の材料コントラストを実現し、定評ある画質を提供します。Crossbeam レーザーファミリーには、絶縁材料や低コントラスト材料の高品質解析のためのオプションの帯電制御ソリューションが揃っています。

こうした機能を最適に活用し、最高のイメージング品質を達成するにはクリーンなチャンバー条件が求められ、このような条件は、レーザーアブレーションを分離されたチャンバー内に隔離することで可能になります。試料は、イメージングチャンバーとアブレーションチャンバー間を真空中で簡単に行き来できるため、準備から解析までのシーケンス全体を通して、システムと試料を汚染のない状態に保つことができます。



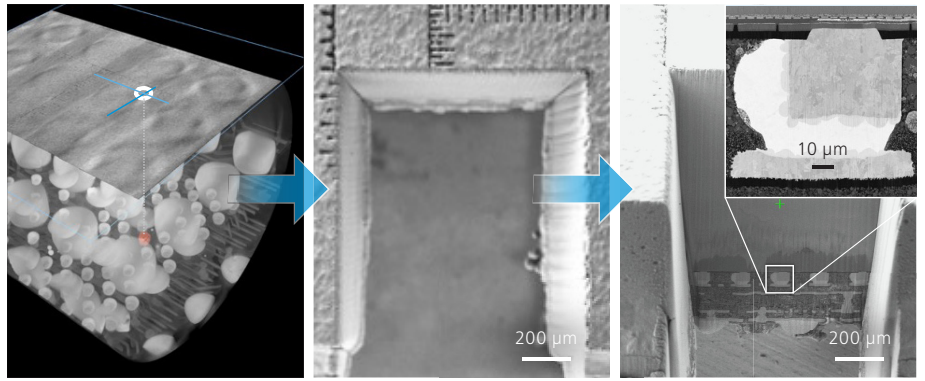
放熱材料 (TIM) を用いたパワーエレクトロニクスパッケージ上のフェムト秒レーザーによる大きな断面の高速イメージング。1.7 時間以内に 30 mm³ 以上の材料を除去。インターフェースとインターコネクトを、レーザー使用直後に (イオン研磨なしで) イメージング。



Seeing beyond

XRМ/LaserFIB 相関ワークフローで正確な ROI 特定・アクセス・データ解析

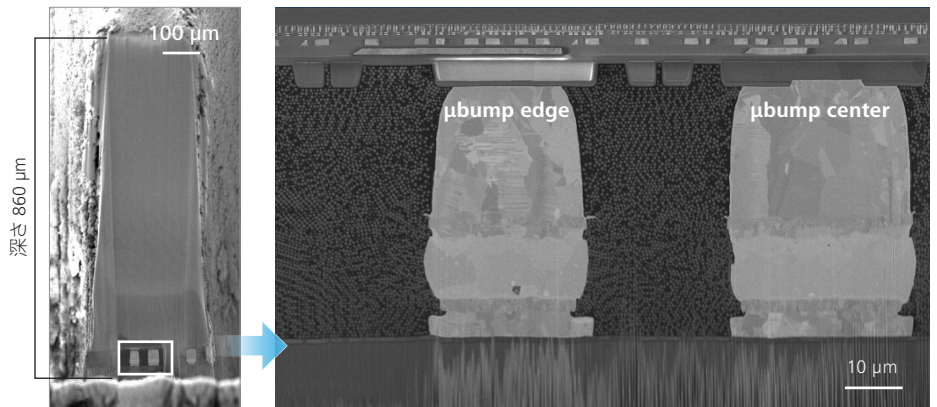
ZEISS 3D X 線顕微鏡 (XRМ) は、IC パッケージの非破壊イメージングのゴールドスタンダードです。研究者は 3D XRМ データセットを使用して、パッケージボリューム全体を仮想的にナビゲートし、特定の関心領域や不良領域を特定できます。その後、レーザーミリングと FIB 研磨を行うことで、部位別断面への極めて高精度で迅速なアクセスおよび調製が可能になります。これにより、SEM 画像と材料分析データから試料に関する真の異常情報が抽出されます。



XRМ/laserFIB ワークフロー：スマートフォンのパッケージオンパッケージ (POP) 内の小さな Cu ピラーバンプが、レーザーで作られたフィデュシャルを用いて正確にターゲティングされ、断面が作成され、イメージングされる様子を示しています。

より質の高い高速断面イメージングのための新しいアプローチ

- 3D XRМ データのガイダンスの有無にかかわらず、部位別の迅速な試料調製が可能
- ミリメートルスケールの断面の大量材料除去
- インターコネクト、TSV、ハイブリッドボンド、および BEOL 構造の不良解析のためのパッケージおよび積層ダイの高速ミリング
- TIM、ポリマー、SiC、セラミックス、ガラスなど多くの材料に最適
- 効率的な大容量処理で FIB キャパシティを最大化



3D パッケージ内の 860 μm の深さにあるマイクロバンプと BEOL 構造の高品質イメージング。レーザー + FIB の合計時間は 1 時間未満。

Crossbeam フェムト秒レーザーシステムデータ

アブレーション速度	1500 万 $\mu\text{m}^3/\text{s}$ (Si の場合)
スキャン速度	0.1 ~ 9000 mm/s
走査範囲	40 x 40 mm
最大試料サイズ	試料高さ 8 mm の場合 (レーザーホルダーに直接取り付け) : 30 x 30 mm の正方形 / 75 x 20 mm の長方形 / \varnothing 32 mm の円形 試料高さ 4.8 mm の場合 (高さ 3.2 mm の標準スタブに取り付け) : 36 x 36 mm の正方形 / 75 x 26 mm の長方形 / \varnothing 39 mm の円形
レーザーセーフティクラス	1

光学系

焦点距離 $f = 100$ mm (テレセントリック)

レーザー

種別	ダイオード励起固体レーザー、結晶ファイバー
平均レーザー出力	10 W @ 1 MHz
パルスあたりのピーク電力	>29 MW (公称エネルギー)
最大パルスエネルギー	10 μJ @ 1 MHz
パルス持続時間	<350 fs (公称エネルギー、sech2-fit)
波長	515 nm (緑)
パルス繰り返し周波数	0.1 kHz ~ 1 MHz
フォーカス直径	<15 μm
レイリー長	50 μm
ビーム品質	$M^2 < 1.2$
最大焦点調整	6 mm (\pm 3 mm)

試料上のレーザー位置決め

キャリブレーションプロセス SEM とレーザーアブレーションシステム間の共通座標系を定義する高精度マーカーを搭載した専用試料ホルダー。マーカー位置の半自動登録プロセスにより、SEM とレーザー間のキャリブレーションが確実に行われます。

精度 中央のスキャンフィールドサイズ 25 x 25 mm で <15 μm 、ローカルエリアで <2 μm (オフセット補正を追加した場合)

標準仕様

- フライス加工速度と加工性能の材料依存性を改善するパーストモード
- レーザーレシビライブラリ
- LaserMill ソフトウェアの操作を容易にするスクリプト
- 最大の試料除去量、効率的なパラメータ最適化、クリアなビームパスを実現するクロスジェット機能

オプション機能

- レーザーチャンバーとメインチャンバー間の自動試料移動
- 高精度を必要としない場合や推奨サイズ以上の試料を高速でターゲティングする外部ナビゲーションカメラ
- 最大直径 30 mm、高さ 12 mm の試料に対応可能な金属組織試料ホルダー



microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/crossbeam