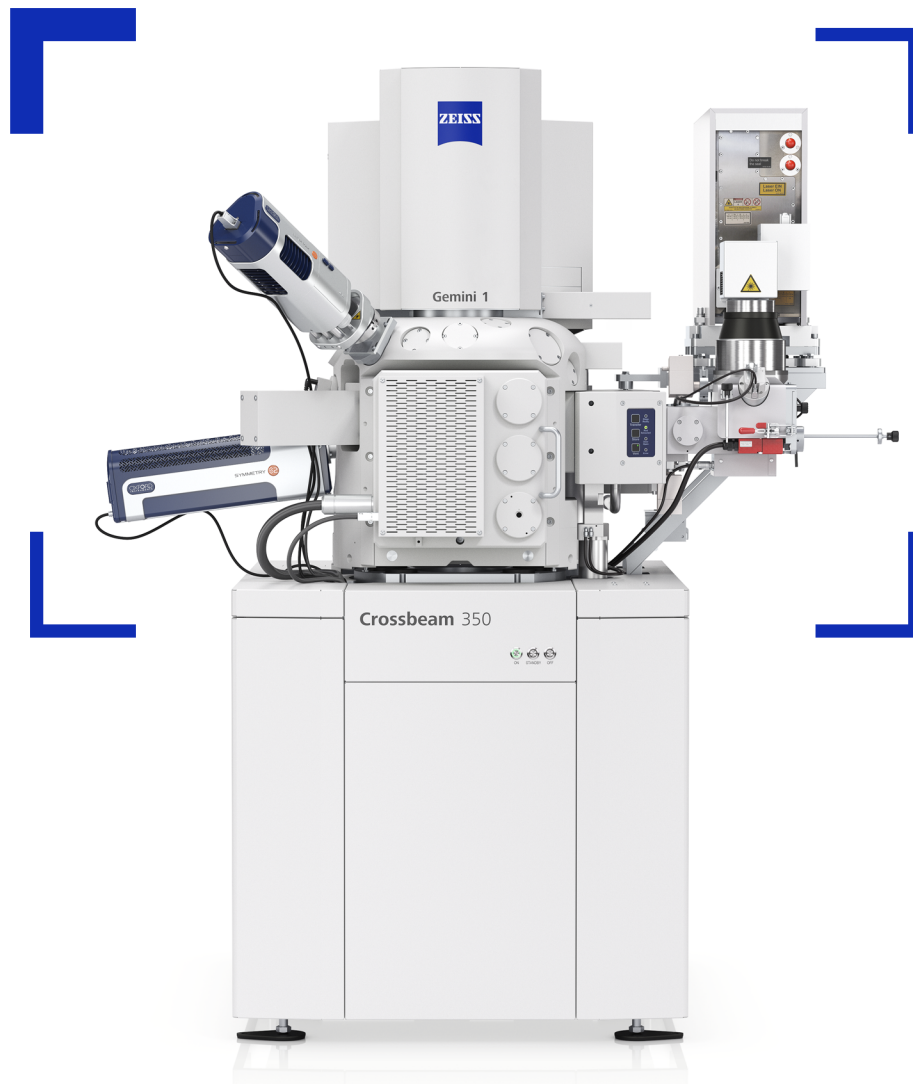


# Opening the Third Dimension to Your SEM



ZEISS LaserSEM



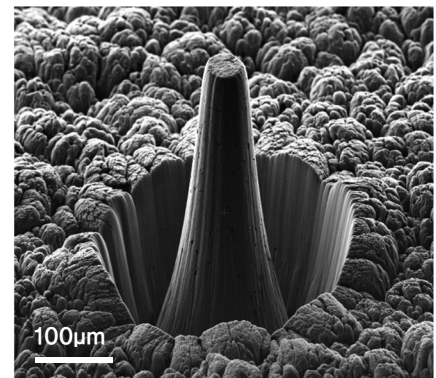
# ZEISS LaserSEM

## 다양한 크기와 종류별 분석에 맞는 솔루션 – ZEISS FE-SEM with femtosecond laser

대면적 또는 미세 표면 재료를 종합적으로 분석하는 연구에 필요한 것은 큰 사이즈부터 나노 크기에 이르기까지 2D와 3D 차원을 모두 포괄할 수 있는 이미징 도구와 분석 도구입니다. SEM(주사 전자 현미경)과 연계 분석 XRM(엑스레이 현미경) 데이터를 기반으로 이와 같은 다중 방식의 워크플로우를 수행할 수 있습니다. 그러나, 분석 과정의 첫 번째 단계는 언제나 샘플 준비로, 결과의 품질에 상당한 영향을 미칩니다.

기존 샘플 준비 방법에는 독립형 레이저 설비나, 제논 플라즈마를 사용하는 전자 현미경을 활용하였습니다. 그러나 시간 소모적 실험을 수행해야 하거나, 샘플 크기와 투과 깊이가 제한적이거나 지루한 기계 연마 작업을 해야 함으로써 종종 원하는 위치가 손상되는 잘못된 결과를 얻게 되는 경우가 많았습니다. 게다가 이러한 방법은 수행 과정에서 샘플이 손상되거나 오염되어 기기 가동 시간에 영향을 미침으로써 최적의 아닌 결과를 얻을 수 있습니다. 또한 고해상도 이미징과 EDS 및 EBSD 분석에 필요한 샘플 품질을 얻지 못할 수도 있습니다.

하나의 현미경에서 부위별 대규모 어레이 샘플을 2D 또는 3D로 준비하고 FE-SEM (전계 방출 SEM) 이미징으로 고해상도와 최적의 콘트라스트를 얻을 수 있다면 어떨까요? 밀리미터 너비의 단면과 흠에 도달하는 데 걸리는 시간이 몇 시간이나 며칠이 아닌 몇 초 또는 몇 분이고 이전에 XRM을 사용하여 식별한 볼륨에 깊게 매몰된 ROI(관심 영역)를 드러내어 확인할 수 있다고 생각해 보세요. 큰 단면, 시료 어레이 또는 TEM lamella를 준비할 때 정확하고 빠르게 달성할 수 있습니다. 또한 추가 FIB 미세 연마 단계를 수행하는 데 시간을 낭비하지 않고 큰 단면을 대상으로 한 3D 단층 촬영과 EDS 또는 EBSD 분석으로 직접 전환할 수 있습니다.



원자로용 흑연, 나노 엑스레이 단층 촬영을 위해 준비된 독립형 기둥, 상단 직경 50 $\mu$ m, 높이 300 $\mu$ m, 레이저 가공 시간 20분

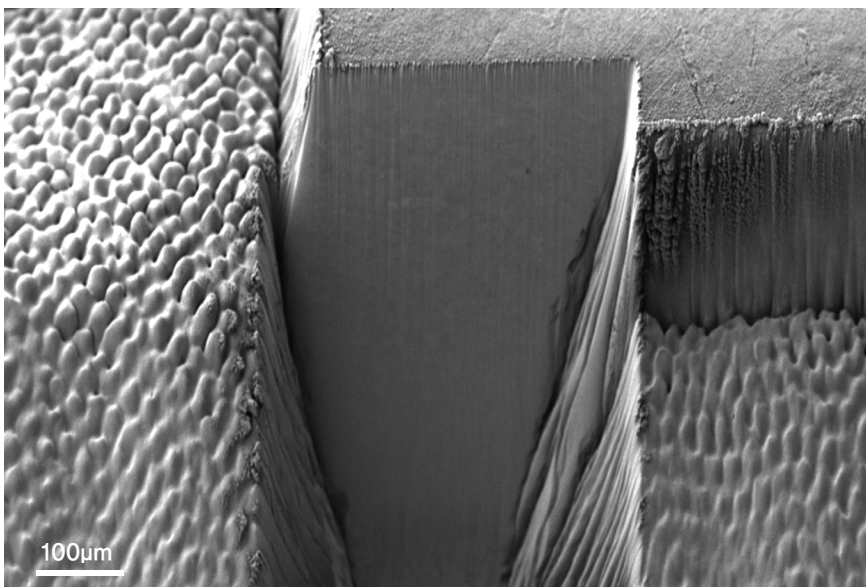
# Opening the Third Dimension to Your SEM With an Integrated Laser

ZEISS LaserSEM은 빠르고 합리적인 비용으로 meso scale에서 nano scale에 이르기까지 대규모 단면 분석과 샘플 가공을 수행할 수 있는 솔루션입니다. ZEISS FE-SEM에 결합된 Laser를 활용하여 대면적, 대규모 물질의 가공 및 분석을 위한 준비를 보다 빠르게 할 수 있습니다. 높은 수준의 이미징에 특화된 ZEISS의 Gemini 기술과 펄스초(FS) 레이저가 결합된 맞춤형 현미경을 활용해보세요. 이 외에도 LaserSEM은 공정을 자동화하고 XRM과 같은 다른 기법과 연계 분석할 수 있는 기능을 제공합니다.

- 펄스초 레이저를 사용하여 전례 없는 속도로 2D와 3D로 부위별 절단을 수행하고 깊게 매몰된 위치를 정밀하게 노출시킬 수 있습니다.
- 고해상도와 최적의 콘트라스트로 단면 또는 트렌치 이미지를 얻을 수 있습니다.
- 레이저 연마를 빠르게 완료한 후 큰 단면이나 깊은 트렌치를 분석하여 EBSD 매핑에 적합한 표면을 준비할 수 있습니다.
- 큰 단면을 대상으로 한 EBSD, TEM 시료 제작 또는 Pillar 형태의 샘플링과 같은 작업에 활용 또는 XRM과 SEM 간의 연계 분석 실험 등 다중 기법 워크플로우를 가속화할 수 있습니다.
- LaserSEM의 또 다른 이점인 자동화 및 사전 설치된 레시피를 활용하여 처리량을 극대화할 수 있습니다.
- 추후 업그레이드 가능한 플랫폼을 사용하여 LaserSEM에 gallium column을 추가하여 언제든지 Laser FIB-SEM으로 변경 가능하도록 지원합니다.



LaserSEM의 펄스초 레이저는 별도의 전용 챔버가 Airlock 쪽에 설치되어 메인 기기 챔버가 오염되는 것을 방지하고 두 챔버 간의 샘플 이동이 원활하게 이루어지도록 보장합니다. 경우에 따라 높은 반복성과 처리량이 요구되는 공정을 위해 반자동 기기와 함께 사용할 수 있도록 설계되어 있습니다. SEM과 레이저가 원활하게 통합된 덕분에 학계 또는 산업 R&D 실험실에서 일하는 연구원은 관심 응용 분야가 엔지니어링, 에너지, 나노 재료이든 상관없이 EDS 또는 EBSD와 같은 고해상도 FE-SEM 이미징을 통해 모든 분석 기능을 동시에 직접 활용할 수 있습니다.



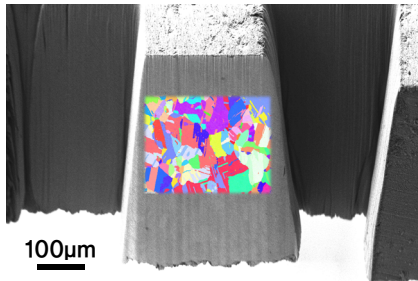
Copper, 레이저로 연마한 트렌치, 사전 설치된 레시피로 적합한 매개변수를 사용하여 효율적인 레이저 가공이 가능합니다.

# 주요 특징

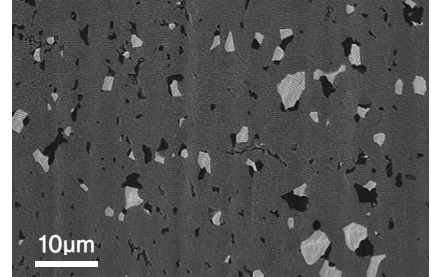
## 절단, 이미징 및 분석

### EDS 및 EBSD 분석을 위한 큰 단면 준비

- FE-SEM에 통합된 펄스 레이저 기술을 활용할 수 있습니다.
- 고해상도 FE-SEM의 이미징 및 분석 성능과 펄스 레이저를 함께 활용하여 대량 재료 절삭 작업을 수행할 수 있습니다.
- 높은 정확도와 전혀 없는 속도로 밀리미터 크기의 재료 볼륨을 제거할 수 있습니다.
- 큰 단면을 만들고 최대 1mm × 1mm 인 영역에서 EDS 및 EBSD 맵을 직접 획득할 수 있습니다.
- 레이저 윈도우와 가스 제트가 장착된 별도의 챔버에서만 재료를 절삭하여 SEM 컬럼을 보호할 수 있습니다.
- 레이저 챔버의 고진공 상태 또는 아르곤 가스 충전을 통하여 공기와 질소에 민감한 샘플을 새롭게 절단할 수 있습니다.
- 레이저 챔버와 호환되는 대기 비개방 셔터를 사용하여, LaserSEM과 Globe box의 연계 활용이 가능합니다.

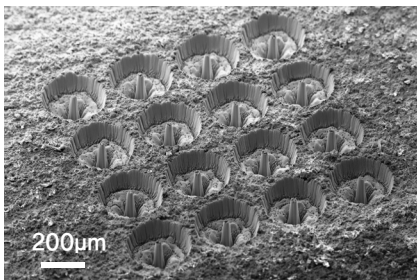


레이저 절단 표면에서 획득한 중첩된 EBSD 맵을 사용하여 합금 600 박판을 레이저로 준비한 표면.



7mm<sup>3</sup> 세라믹(SiC-ZrB<sub>2</sub>) 절삭, 레이저로 절삭한 표면에서 직접 이미지를 얻음, 연마가 필요하지 않았음.

## LaserSEM을 통한 처리량 극대화 손쉬운 중간 규모 샘플 준비

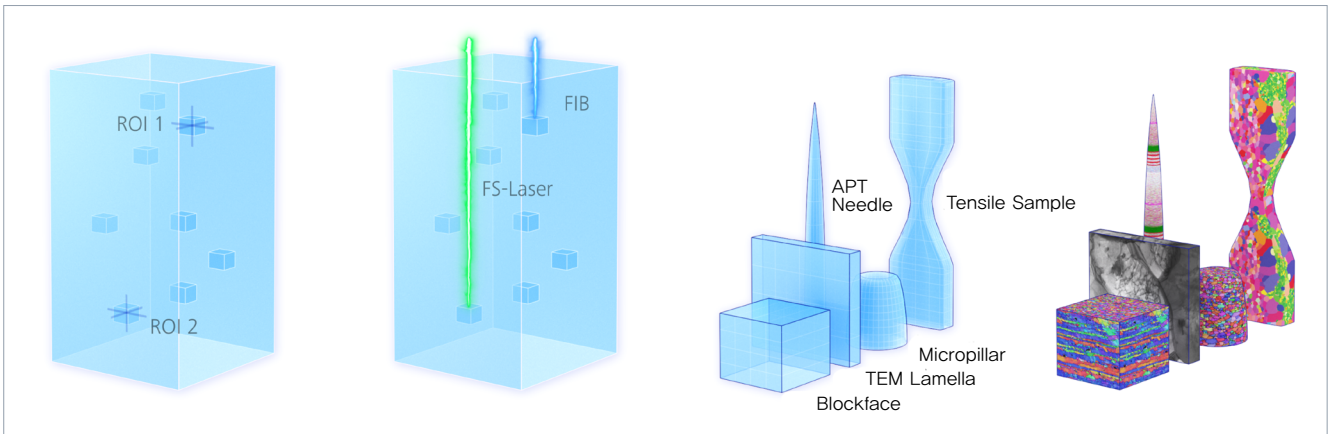


Ti6Al4V 합금을 FS 레이저를 사용하여 가공한 마이크로 기계 검사용 pillar 샘플 16개 배열, pillar 상단 직경 30µm, pillar 하단 직경 55µm, 준비 시간 2.5분.

- 대량 재료를 빠르게 제거하고 깊게 매몰된 구조에 쉽게 접근할 수 있습니다.
- 효율성을 향상하고 가공 정확도를 높일 수 있습니다. 마이크로 기계 검사를 위한 pillar 및 캔틸레버 어레이를 만들 수 있습니다.
- 넓은 영역에 걸쳐 TEM에 적합한 여러 윈도우를 만들어 TEM lamella를 준비할 수 있습니다.
- 원하는 재료 층을 빠르고 정밀하게 제거하고 별도의 챔버에서 이물질 처리하여 SEM이 손상되지 않도록 보호할 수 있습니다.
- 자동화된 셔들과 사전 설치된 레시피를 통해 시간을 절약하고 가공 정확도를 높일 수 있습니다.
- 단일 기기에서 재료 제거와 이미징 및 분석 기능을 함께 사용하여 다양한 고성능 응용 분야에 접근할 수 있습니다.
- 샘플 준비 과정에서 기기를 두 대나 사용할 필요가 없으므로 운영 비용을 절감할 수 있습니다.

## LaserSEM을 사용한 워크플로우 가속화 고정밀도로 깊게 매몰된 관심 영역에 접근

- ZEISS의 엑스레이와 전자 현미경 간의 연계 분석을 지원하는 샘플 안쪽 영역 분석 워크플로우(Sample-In-Volume-Analysis Workflow)를 사용하여 정밀한 탐색 유도를 기반으로 깊게 매몰된 위치를 식별, 접근, 준비 및 분석할 수 있습니다.
- 샘플 어레이 준비에 필요한 모든 워크플로우를 가속화할 수 있습니다.
- 대량 재료 제거를 통해 깊게 매몰된 관심 영역에 접근하여 추가 분석 작업을 수행할 수 있습니다.



ZEISS의 샘플 안쪽 영역 분석 워크플로우를 사용하면 정밀한 탐색 유도를 기반으로 샘플을 식별, 접근, 준비 및 분석할 수 있습니다.

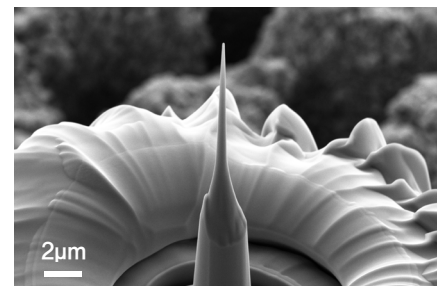
## 모듈형 컨셉

### 미래에도 사용할 수 있는 플랫폼에 대한 투자

- 다양한 가능성 확대: LaserSEM을 반자동 기기로 업그레이드하여 높은 반복성과 처리량이 요구되는 공정에 맞춤형 샘플 셔틀링을 활용할 수 있습니다.
- LaserSEM을 Oxford Unity 검출기와 함께 사용하여 음영없이 깊은 트렌치 바닥에서도 실시간 EDS 분석과 후방 산란 이미징을 수행할 수 있습니다.
- 완전한 LaserFIB로 업그레이드: 향후 실험실 요구 사항을 기반으로 현장에서 갈륨 컬럼을 사용하여 업그레이드할 수 있는 플랫폼을 활용할 수 있습니다.
- 그러면 완전한 FIB-SEM의 기능을 활용할 수 있고 FIB 연마, 원자 해상도를 위한 고품질 TEM lamella 준비 또는 시장을 선도하는 복셀 해상도를 지원하는 3D 단층 촬영 등을 수행할 수 있습니다.
- LaserSEM과 FIB를 사용하여 APT (원자 탐침 단층 촬영) 샘플을 만들 수 있습니다.



완전한 LaserFIB: Ion-sculptor FIB가 포함된 ZEISS Crossbeam. 샘플 품질과 처리량을 극대화하세요.



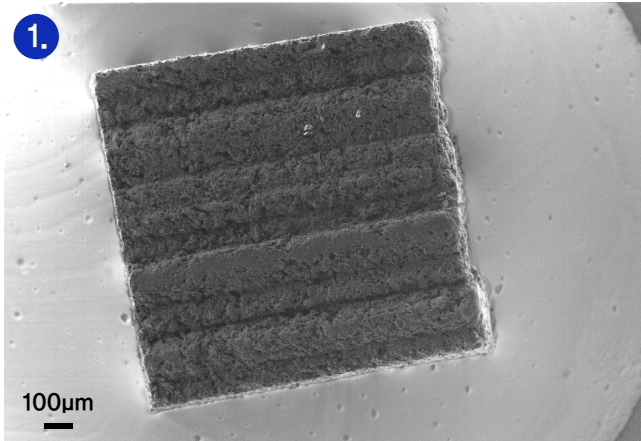
APT Sample. 실리콘 샘플을 LaserFIB를 사용하여 제작.

레이저 가공을 통해 가공 후 FIB 밀링으로 마무리.

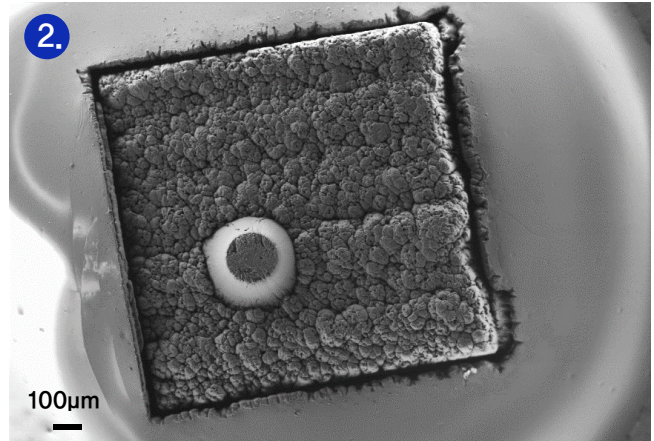


# 다양한 응용 분야에서 사용되는 LaserSEM 예시

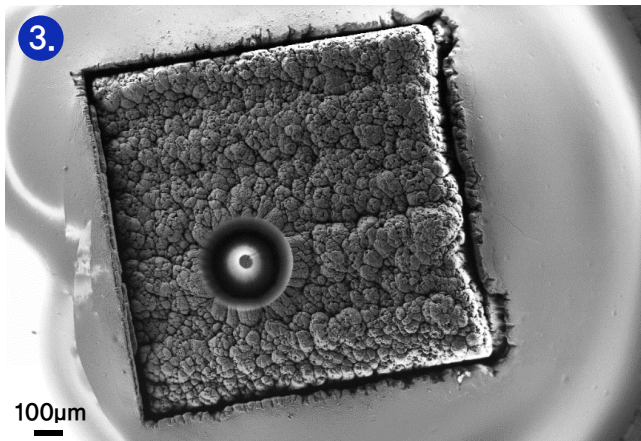
## 에너지 재료 - 원자로용 흑연



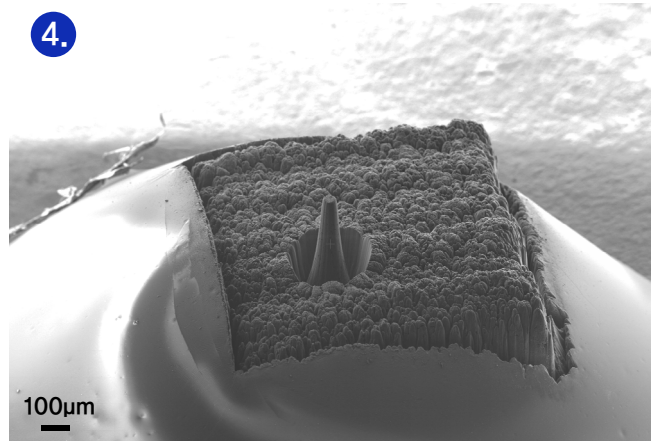
1. 원자로용 흑연 정육면체, 상면도



2. 준비된 거친 pillar, 상면도



3. 연마된 pillar, 상면도

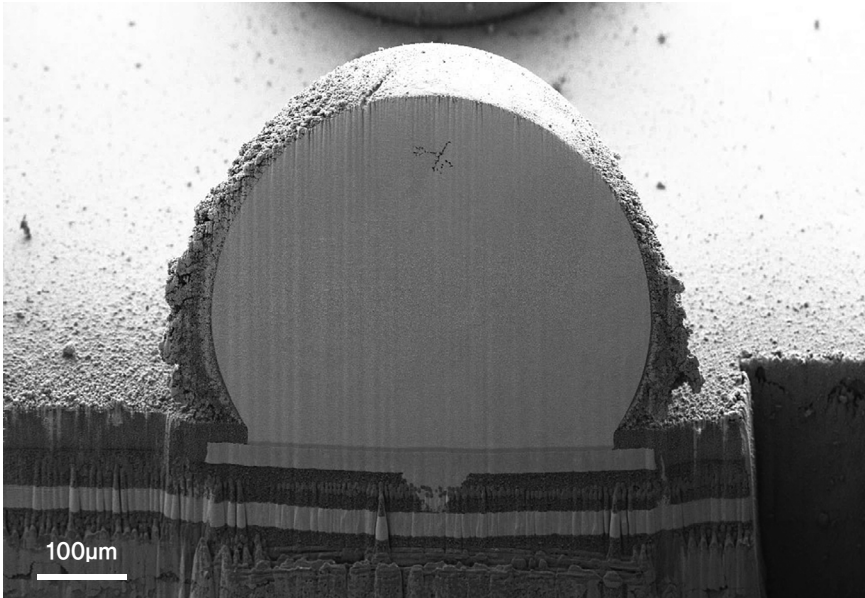


4. 연마된 pillar, 측면도

나노 엑스레이 단층 촬영용 샘플 준비. 이 워크플로우에서는 직경이 65µm 미만이고 음영을 충분히 방지할 수 있는 높이의 원자로용 흑연의 독립형 기둥을 준비합니다. 기존 FIB 밀링 커트닝 이펙트와 같은 artefacts가 발생할 수 있는 까다로운 탄소 기반 재료를 레이저를 사용하여 약 20분 이내에 절삭합니다.\*

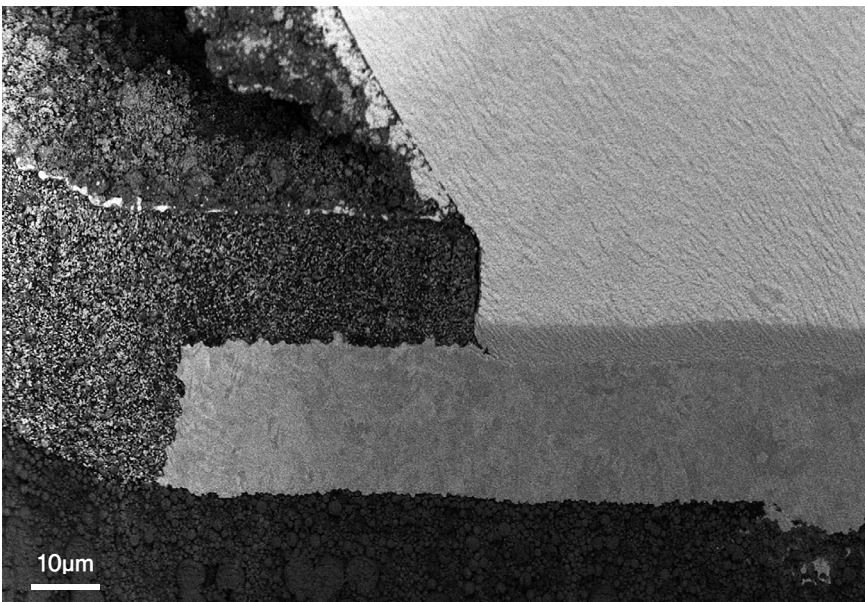
\* 2 페이지에 완성된 기둥 이미지와 비교해 보세요.

## 나노 재료 - 전자 연구



패키지 상호 연결의 결함 분석. 레이저 밀링만을 활용한 C4 bump 가공.

직경이 약 450µm인 C4 범프와 SEM 이미지를 통한 고품질 fs 레이저 가공에 걸리는 시간은 몇 분에 불과합니다. 상호 연결 층은 IC(Interconnect) 패키지의 상단 표면에서 약 700µm 아래에 있습니다. LaserSEM을 사용하면 2.5/3D 패키지에서 깊게 매몰된 상호 연결과 인터페이스에 빠르게 접근하여 패키지 특성화와 고장 분석 작업을 효율적으로 수행할 수 있습니다.



레이저 가공 직후 마이크로 구조가 분명하게 보이는 패키지 상호 연결의 미세 구조. Inlens EsB 검출기를 사용하여 획득한 이미지.



자이스 코리아 현미경 솔루션 사업부  
서울시 송파구 법원로 135 소노타워 12층  
microscopy.kr@zeiss.com  
[www.zeiss.com/LaserSEM](http://www.zeiss.com/LaserSEM)

소셜 미디어에서 ZEISS를 팔로우하세요.



치료, 요법 또는 의료 진단 증거를 위해 사용할 수 없습니다. 몇몇 제품은 일부 국가에서 제공되지 않을 수도 있습니다. 자세한 내용을 보려면 현지 ZEISS 대리점에 문의하시기 바랍니다.  
KO\_42\_012\_377 | CZ 02-2024 | 디자인, 공급 범위, 기술적 변경은 별도의 공지 없이 이루어질 수 있습니다. | © Carl Zeiss Microscopy GmbH