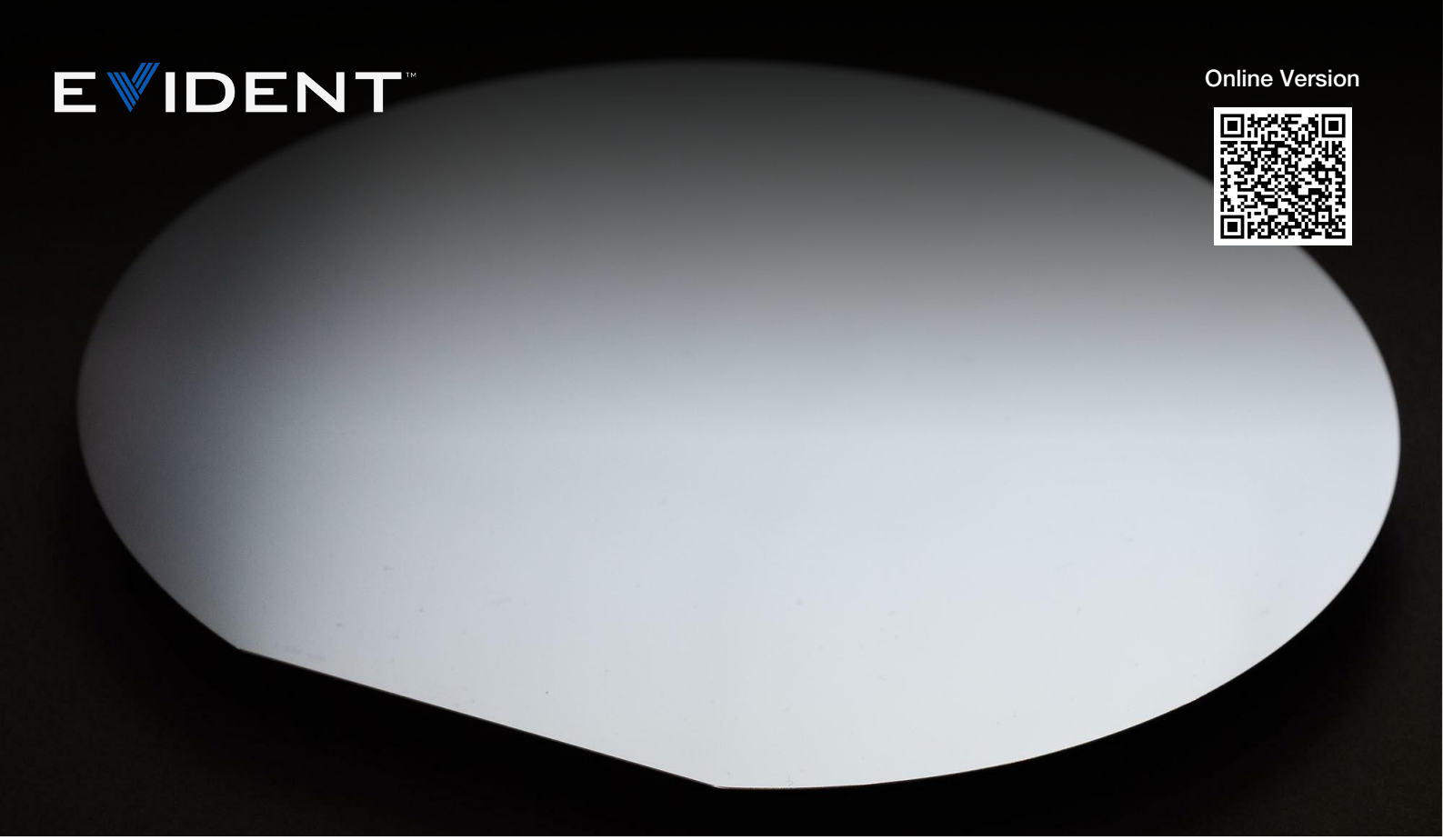


Online Version

기술자료 2023년11월9일

BXC 시리즈 모듈식 현미경 부속품 초점 감지 장치

머리말

장비 및 기기 설계자를 지원하기 위해 Evident는 현미경 기반 이미징 시스템 제조사에게 광범위한 대물렌즈 및 기타 광학 구성 요소를 공급하고 있습니다. 이러한 구성 요소는 엔지니어가 고품질 광학 검사 장비를 효율적으로 설계하는 데 도움이 됩니다.

현미경 기반 이미징 시스템이 필요한 응용 분야 중 하나는 반도체 검사입니다. 반도체 제조사는 제조 프로세스 전반에서 빠르고 정확하며 깨끗한 검사를 수행할 수 있어야 합니다. 따라서 이들은 업계의 요구 사항에 정통한 혁신적인 검사 도구를 제공하는 광학 검사 장비 제조사에 의존합니다. 반도체 제조사는 광학 이미징 전문가에게 반도체 검사에 필요한 광학 기계 부속품을 소싱하는 경우가 많습니다. 이 응용 분야에 필수적으로 필요한 구성 요소 중 하나는 광학 시스템의 자동 초점 기능으로 전반적인 검사 속도에 큰 영향을 줍니다. 자동 초점 기능은 광학 시스템의 전동식 Z 메커니즘, 조명, 현미경 대물렌즈 및 디지털 카메라 또는 센서와 결합되어 시스템을 완성합니다.

이 백서에서는 반도체 제조사가 검사를 빠르고 효율적으로 완료하도록 돕기 위해 Evident가 현미경의 전동식 Z 메커니즘, 조명, 램프 하우징, 대물렌즈 및 기타 구성 요소와 함께 자동 초점 조절 시스템(BXC-FSU)을 어떻게 개발했는지 설명합니다.

자동 초점이란?

자동 초점 시스템은 두 가지 종류가 있습니다.

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

- 대물렌즈 이미지를 사용하는 수동 시스템 초점. 이 기법은 흔히 이미지 대비 방법이라고 불리지만 베어 웨이퍼와 같은 저대비 시료에는 효과가 없습니다. 이 방법을 사용하면 초점 방향을 결정하기가 어려우므로 시료 대비의 강화 또는 약화를 감지하기위해 Z 스테이지를 올리거나 내려야 합니다. 따라서 초점 속도가 느려지고 초점을 추적하기가 어렵습니다. 그러나 이 방법은 상대적으로 저렴하다는 장점이 있습니다.
- 능동 시스템은 반환된 빛을 기반으로 시료와 초점에 전용 광원의 빛을 비춥니다. 이 기법은 편평한 패널과 베어 웨이퍼 검사 시스템과 같이 대비가 없는 시료를 위한 고급 검사 시스템에 사용됩니다(그림 1).

그림 1. 베어 웨이퍼 검사.

능동 분할 개구 방법

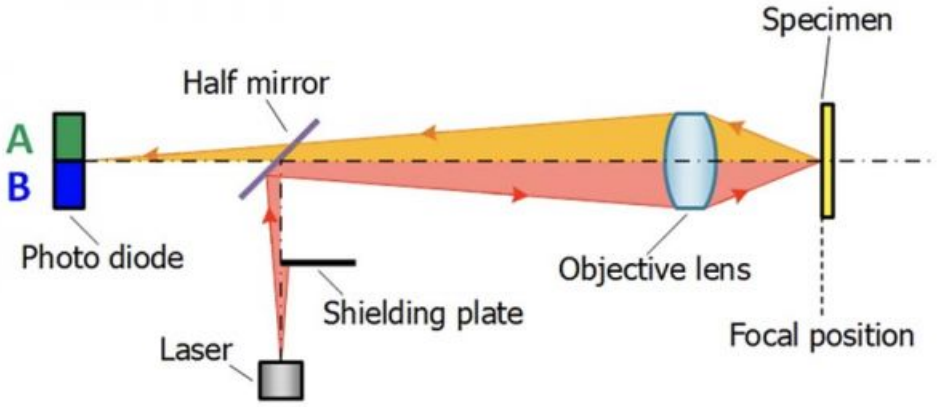
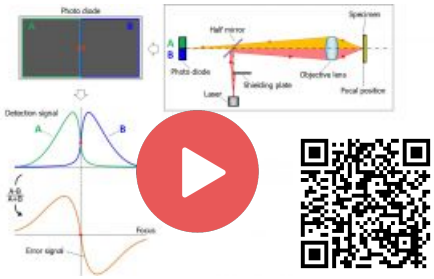


그림 2. 능동 분할 개구 방법 개요

초점 감지를 위한 능동 방법 중 하나는 개구 분할입니다(그림 2). 이 방법은 광원과 렌즈 사이에 차폐판을 사용합니다(그림 2). 레이저 광원에서 방출된 빛은 차폐판에 의해 한쪽에서 차폐됩니다. 레이저광을 대물렌즈를 통해 시료로 보낸 후 레이저광은 하프 미러에 의해 시료에서 반사되어 2분절 광다이오드로 들어갑니다. 각 측면에 들어가는 빛의 광도(그림 2A 및 B)는 시료가 초점의 먼 쪽과 가까운 쪽 중 어디에 있는냐에 따라 달라집니다. 자동 초점 장치는 A 및 B를 통해 흐르는 전류를 감지하고 이를 (A-B)/(A+B) 공식을 사용하여 '오류 신호'로 전환합니다. 인포커스 위치가 Z 위치입니다. Z 위치에서는 광다이오드 양쪽에서 빛 입사의 광도가 똑같습니다. 다시 말해, 오류 신호가 거의 0과 같으면 자동 초점 장치는 시료의 초점이 맞았다고 인식합니다.

그림 3은 시료의 위치에 따라 어떻게 2분절 광다이오드의 A 및 B측의 신호 입사와 오류 신호값이 변화되는지 보여줍니다.

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.



Video: Figure3_AF_20230216.mp4

그림 3. 능동 분할 개구 방법을 통한 초점 감지

초점 오류 신호 출력

자동 초점 장치 컨트롤 박스는 신호를 받아 전동식 Z축 이동을 지원하는 소프트웨어로 전달합니다. 고객의 장치로 초점 정보를 출력하기 위해 BXC-FSU는 BXC-CBB 컨트롤러와 결합됩니다(그림 4).

BXC-CBB 시스템의 작동 원리 확인

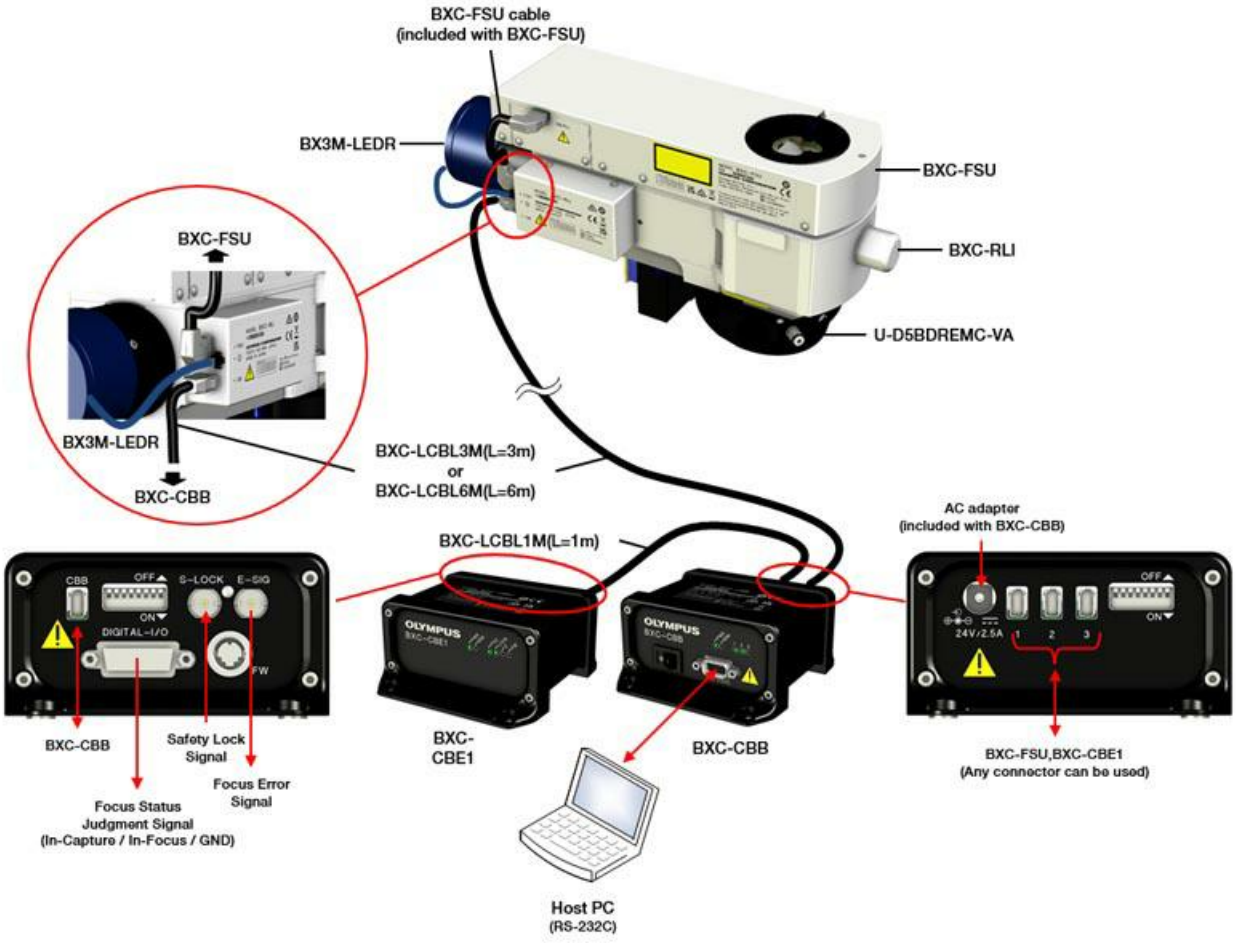


그림 4. BXC-CBB 시스템 구성.

초점 정보는 시스템을 통해 다음과 같은 방식으로 이동합니다. BXC-FSU→BXC-RLI→BXC-CBB→BXC-CBE1. BXC-CBE1 컨트롤러는 BXC-FSU가 처음 제공한 초점 정보를 기반으로 고객의 장비로 전달되는 아날로그 신호를 생성합니다.

BXC-CBE1이 만드는 초점 신호의 유형은 세 가지입니다.

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

- 초점 오류 신호
- 인캡처 신호
- 인포커스 신호

위에 설명된 (A-B)/(A+B) 오류 신호는 -10V ~ +10V 범위의 아날로그 신호로 출력됩니다. 초점 위치의 방향은 전압이 양수인지 또는 음수인지 여부에 따라 결정됩니다.

오류 신호가 0V를 지나는 위치가 인포커스 위치입니다. 그림 5에서 볼 수 있듯이 오류 신호가 0V에 가까운 인포커스 임계값 범위 이내인 경우 인포커스 신호가 활성화됩니다. 인포커스 신호가 활성화되는 범위는 시료가 대물렌즈의 초점 심도 이내인 범위로 정의됩니다(인포커스 상태).

그러나 그림 5의 빨간색 상자에서 볼 수 있듯이 시료가 인포커스 위치에서 멀리 있는 경우에도 오류 신호가 0V입니다. 이는 2분절 광다이오드의 시료 및 입사에서 반사된 레이저광의 광도가 낮아지면 시료가 인포커스 위치에서 더 멀어지기 때문에 발생합니다. 그림 5에서 인포커스 신호는 실제로 낮은 경우 활성 상태인 것으로 표시되었습니다.

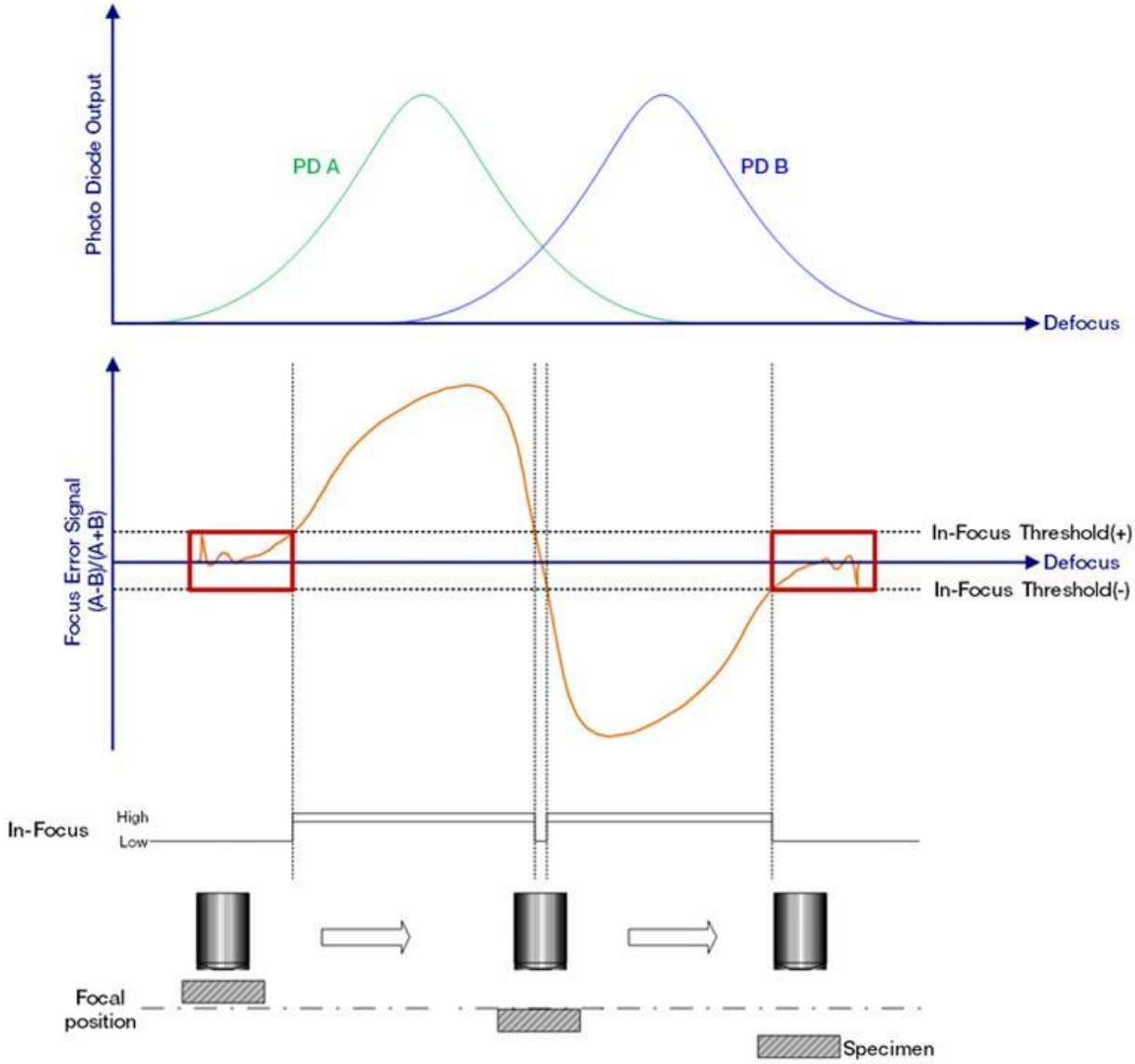


그림 5. 오류 신호 (A-B)/(A+B)의 변화 및 각 Z 위치에서 인포커스 신호

인캡처 신호는 자동 초점 장치에서 나오고 시료에서 광다이오드로 반사된 레이저광의 광도를 나타냅니다. 시스템

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

은 광도를 인식할 수 있으므로 0인 신호가 낮은 광도 때문인지, 또는 샘플의 초점이 맞지 않아서인지 구분할 수 있습니다. 이 인캡처 신호는 시료가 초점 위치 가까이에 있는 경우 발생하며, 인캡처 범위라고 부릅니다. 시료가 인캡처 범위 이내인 경우 자동 초점이 활성화되어 실제 초점을 맞추는 데 사용될 수 있습니다. 샘플이 인캡처 범위 이내에 있는지 여부는 2분할 광다이오드의 광 (A+B) 입사의 총량이 특정 임계값을 초과하는 경우 결정됩니다(그림 6).

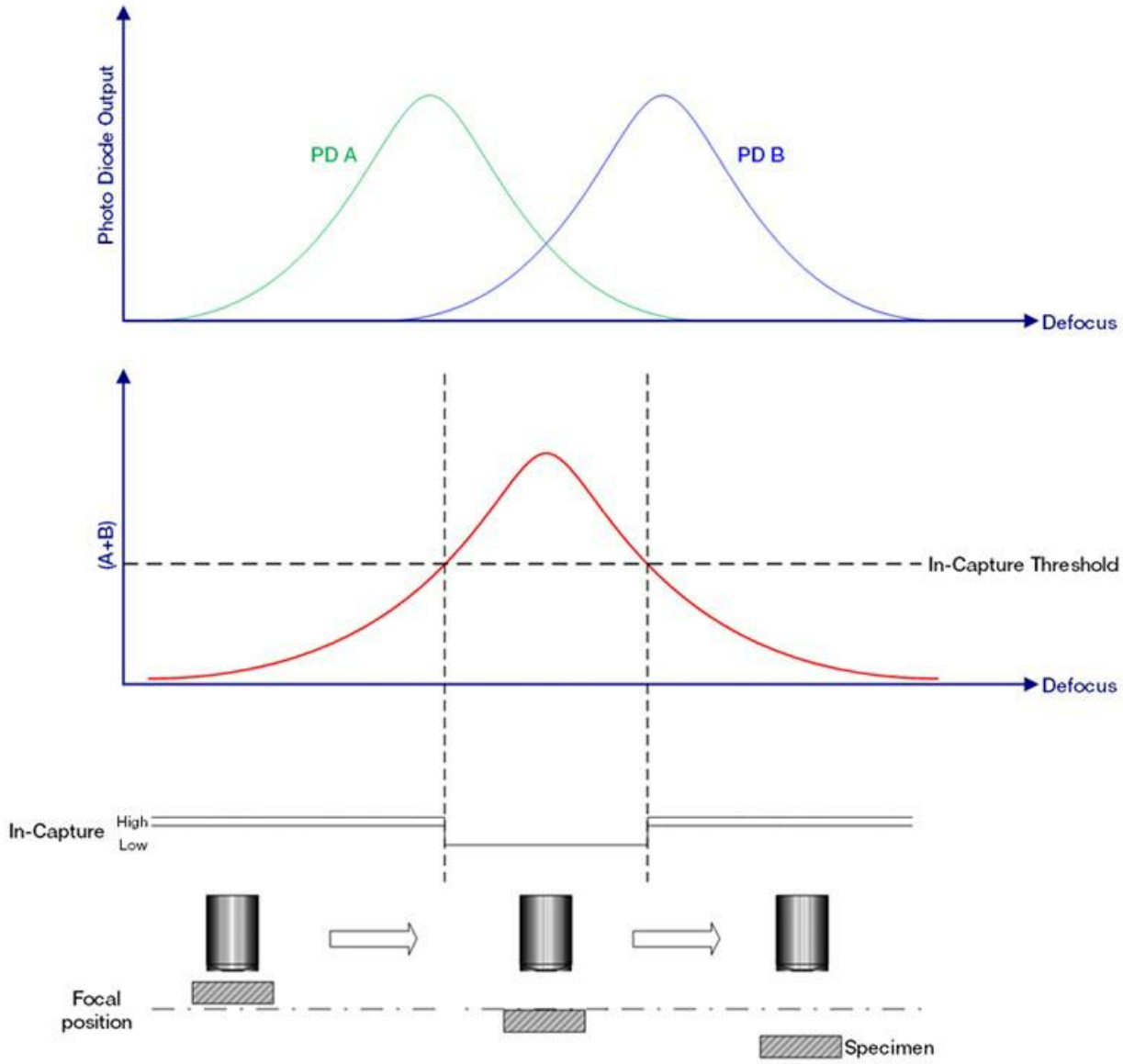


그림 6. 빛의 총 광도 A+B의 변화 및 각 Z 위치에서 인캡처 신호 A+B가 특정 임계값을 초과하는 경우 인캡처 신호가 활성화됩니다. 이 그림에서 인캡처 신호는 낮은 경우 활성 상태로 표시되었습니다.

요약하자면, 인포커스 신호는 BXC-CBE1의 인캡처 신호 출력이 활성 상태이고, 오류 신호가 0V에 가깝고, 인포커스 신호 또한 활성 상태인 범위입니다. 아래의 그림 7은 각 Z 위치에서 인캡처 및 인포커스 신호의 상태를 보여줍니다. 여기서 인캡처 및 인포커스 신호는 낮은 경우 활성 상태입니다.

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

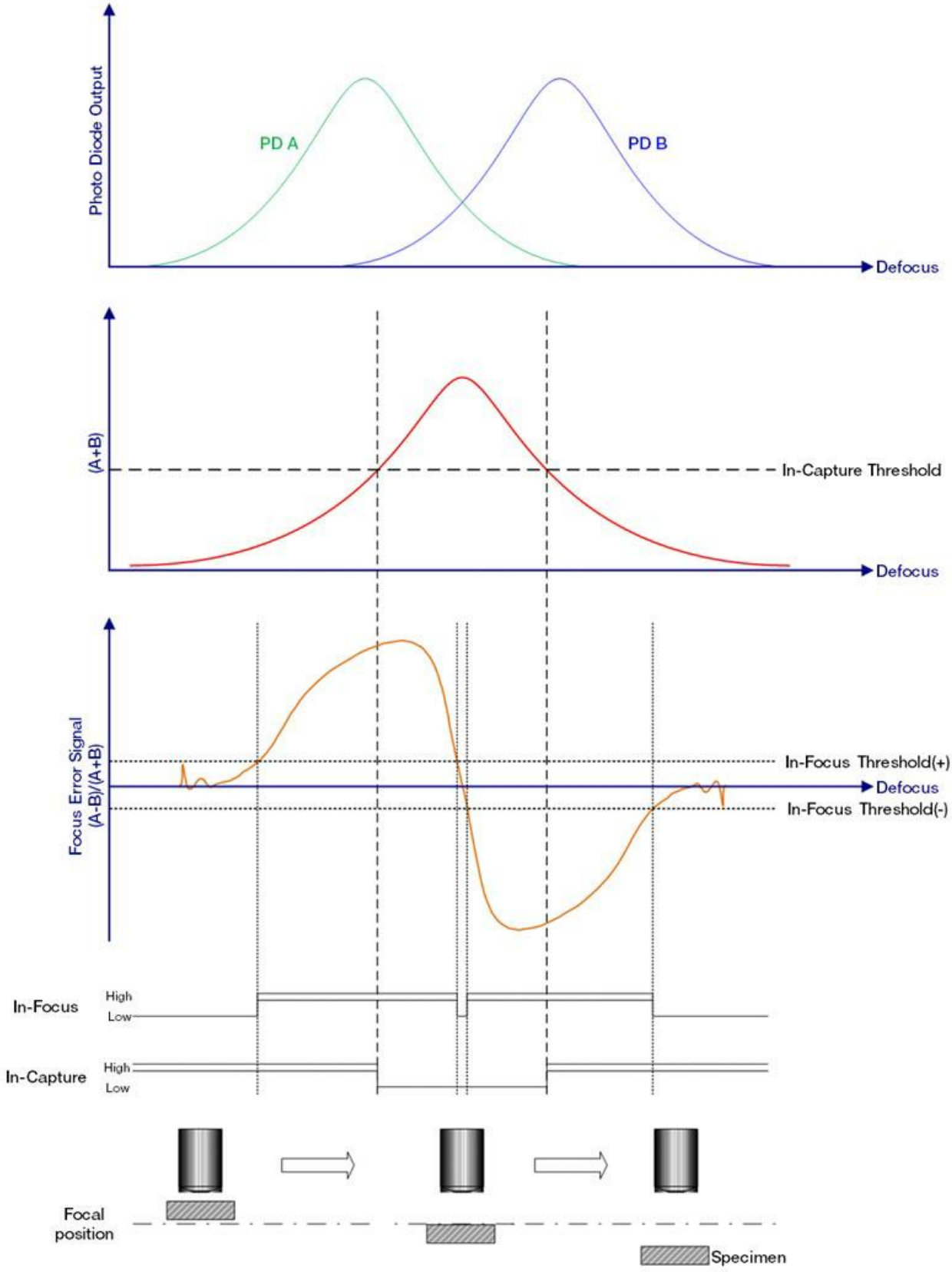


그림 7. 인캡처 및 인포커스 신호의 변화.

위를 기반으로 BXC-CBE1의 세 가지 신호(오류 신호, 인캡처 신호, 인포커스 신호) 출력을 모니터링하면 초점을 찾고 고객이 선택한 Z 모터 및 Z 드라이브와 통신할 수 있습니다. 이는 모두 스테이지가 각 검사 위치로 이동하면서 조화롭게 작동하는 활동입니다(그림 8).

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

Video: figure8-2_oscilloscope-measurement-waveform-and-_live-image.mp4

Video: figure8-1_distance-between-specimen-and-objective-lens.mp4

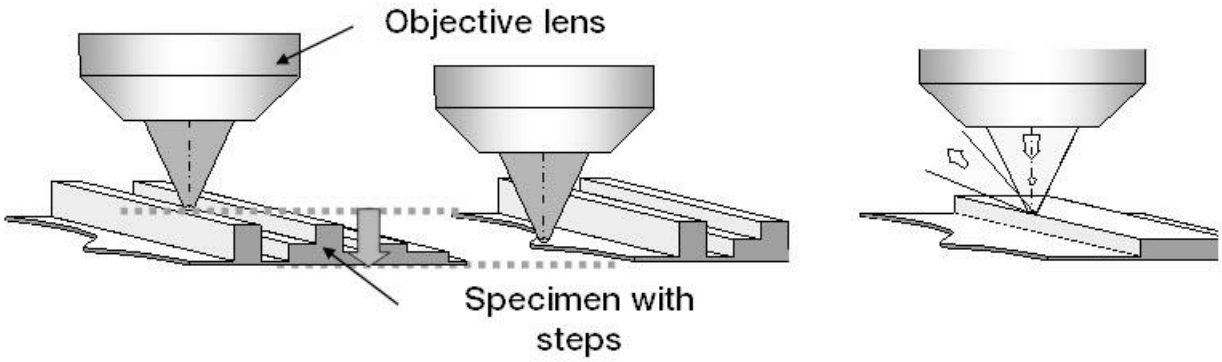
그림 8. 대물렌즈, 라이브 이미지 및 파형 간의 관계(오실로스코프 신호, 오류 신호: 녹색, 인포커스: 노란색, 인캡처: 파란색).

오실로스코프는 이미지의 초점이 맞을 때 모든 신호가 활성 상태임을 확인할 수 있습니다. 이는 기기의 설계 및 개발에 사용될 수 있습니다.

다중 스폿 레이저 투사

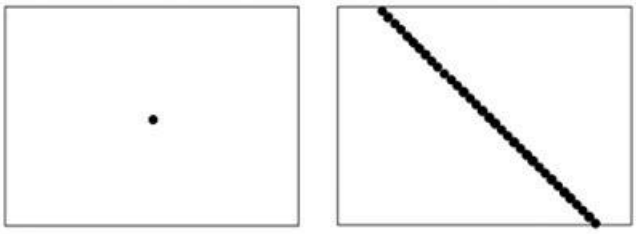
시료의 표면 형태는 초점을 성공적으로 맞출 때 영향을 줄 수 있습니다. 레이저가 단일 지점에 있는 시료에 투사되고 시료에 반도체 기판의 미세 와이어 패턴과 같은 계단 구조가 있는 경우 시료를 스캔하면 인포커스 위치가 자주 변경될 수 있습니다. 이 현상을 채터(chatter)라고 부릅니다. 계단 가장자리의 AF 광의 산란 때문에 초점 오류 신호의 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)의 저하를 확인할 수도 있습니다(그림 9). 두 상황 모두 검사 내내 초점을 유지하기 어렵게 만들며 검사 속도를 느리게 합니다.

채터를 줄이고 초점 안정성을 높이기 위해 BXC-FSU는 다중 스폿 활성 자동 초점 시스템을 사용합니다(그림 10 및 11). 이 스폿들은 관찰 시야를 가로질러 45도 각도로 배치되며, 모든 스폿의 평균 신호는 평균 인포커스 위치를 생성합니다. 관측 시야에 대한 초점을 평균화하면 관측 시야 내에서 시료의 높이가 다를 때 자동 초점 조절을 재현할 수 있습니다.



(a) 초점 위치의 변화 (b) 가장자리에 의한 산란

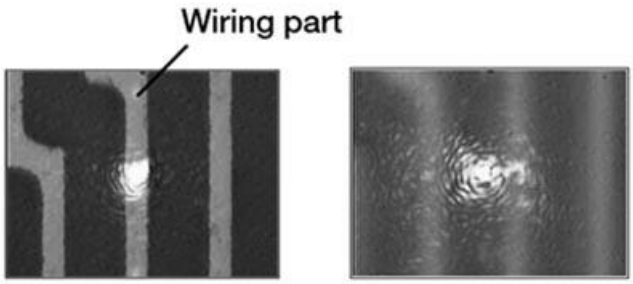
그림 9. 초점 불안정성 요인.



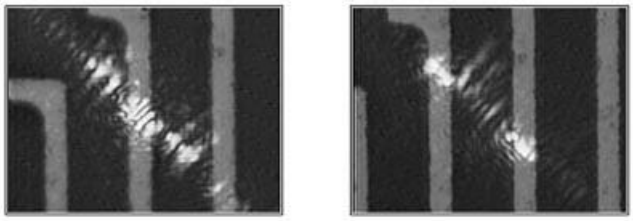
Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

(a) 단일 스폿 방법 (b) 다중 스폿 방법

그림 10. 시료 표면의 초점 스폿 비교.



(a) 단일 스폿 방법에서 시료를 단차가 있는 면으로 이동할때 Z 위치가 상당히 이동되어 이미지의 초점이 맞지 않게 됩니다.



(b) 다중 스폿 방법을 사용하면 단차가 있어도 초점 위치가 변경되지 않고 측면으로 전환됩니다.

ㅌ 그림 11. 단차가 있는 시료를 사용하는 원샷 및 다중 스폿 자동 초점 감지 방법의 초점 안정성 비교. 밝은 점들은 인포커스 감지 지점을 나타냅니다.

색수차 보정

BXC-FSU 자동 초점 장치는 근적외선 레이저 광원을 사용하기 때문에 초점을 위한 스테이지 위치는 레이저 및 백색 광원에 대해 다릅니다. 이는 렌즈에 사용되는 유리의 굴절률이 빛의 파장에 따라 달라지는 색수차 때문입니다 (그림 12). 이러한 이유로 BXC-FSU에는 색수차를 보정하고 가시광선 및 적외선 레이저광의 초점 위치를 맞추는 메커니즘이 탑재되어 있습니다. 색수차는 소프트웨어에서 할당된 사전 정의된 양에 따라 노즈피스에 의해 대물렌즈가 교체될 때마다 보정됩니다.

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

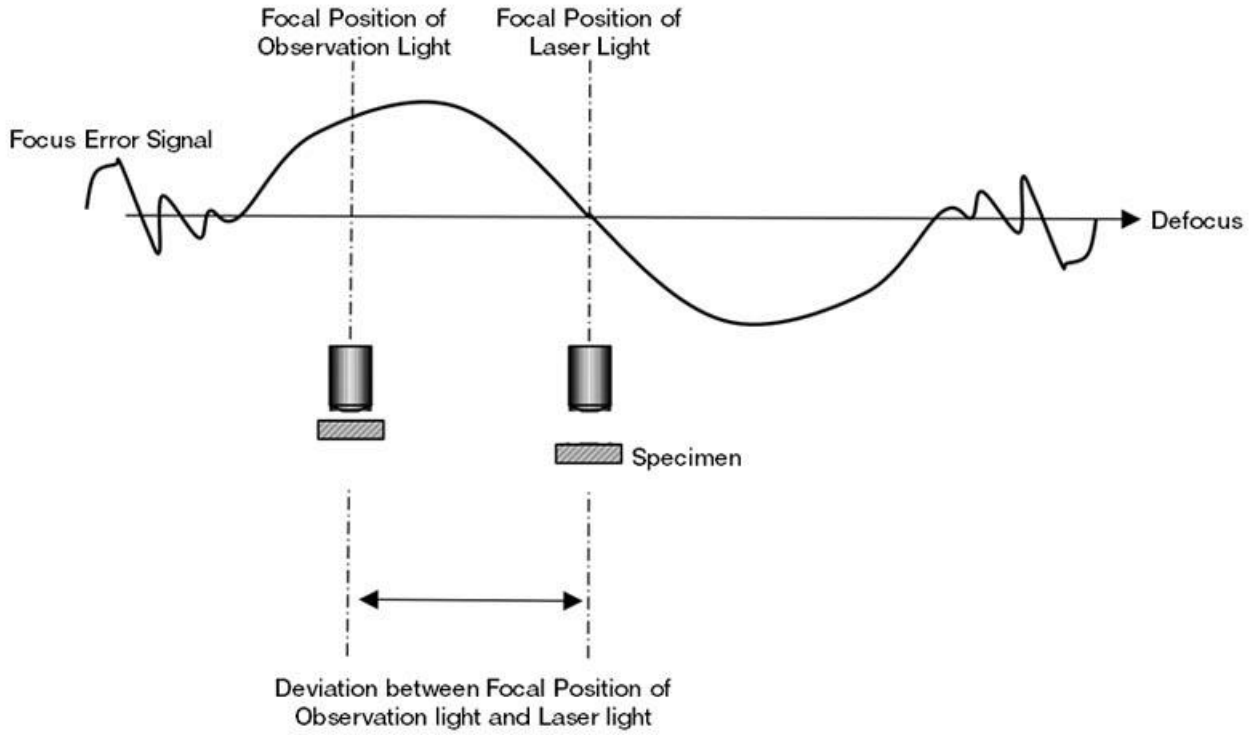


그림 12. 대물렌즈의 색수차로 인해 가시광선 및 레이저광을 위한 두 개의 초점 위치가 생깁니다.

결론

자동 초점 기술은 스캔 시간과 해상도 정확도를 최대화합니다. 초점 감지 원리를 이해하면 BXC-FSU를 최대한 활용하고 이를 장치에 통합하는 데 도움이 될 것입니다.

이 장치가 보유하고 있는 제품에서 작동할지 평가해 보려면 리소스 페이지를 방문하여 추가 문서를 확인해 보십시오.

BXC-CBB 및 BXC-CBRLM 시스템의 명령 제어 방식을 이해하려면 샘플 소프트웨어를 다운로드하여 직접 사용해 보십시오.

FSU 사용법을 설명하는 BXC-FSU 애플리케이션 설명서도 있습니다.

이 설명서를 받아 보려면 질의 양식을 작성하고 “애플리케이션 설명서 요청”이라고 코멘트 섹션에 기입하십시오.

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

Related Product

통합을 위한 OEM 현미경 구성 요소

현미경 광학 성능은 제품의 최종 품질에 직접적인 영향을 미칩니다. Evident OEM 구성 요소는 대형 시스템에 원활하게 통합되어 고품질의 최종 제품을 제공하는데 필요한 탁월한 광학 품질을 제공합니다. 광범위한 OEM 구성 요소는 사용자의 응용 분야에 가장 적합한 부품을 찾을 수 있는 유연성을 제공하며 엄격한 품질 관리를 통해 오직 최고의 표준과 성능을 보장합니다.

더 알아보기 ▸ https://www.olympus-ims.comhttps://www.olympus-lifescience.com/oem-components

Tube Lens Units

Five tube lens units are available for a variety of applications. For detailed specifications, please visit our website to see the datasheets and mounting options for each unit.

더 알아보기 ▸ https://www.olympus-ims.comhttps://www.olympus-lifescience.com/oem-components/tube-lens-units/

BXC 시리즈

BXC 시리즈는 Evident의 신뢰할 수 있는 고품질 현미경 구성 요소를 콤팩트하고 장착 및 구성 가능한 형식으로 제공합니다. BXC 시리즈는 광학-기계 구성품은 고객의 과학 기기 및 장치에 즉시 사용할 수 있습니다.

더 알아보기 ▸ https://www.olympus-ims.com/microscope/bxc-series/

Copyright 2024 EVIDENT, All rights reserved.

Evident Corporation is certified to ISO 9001, and ISO 14001.

All specifications are subject to change without notice. All brands are trademarks or registered trademarks of their respective owners and third party entities. Evident and the Evident logo are trademarks of Evident Corporation or its subsidiaries.