

외부 Zygo 간섭계를 이용한 PI 포지셔너 제어



1 소개

PI(Physik Instrumente)의 핵심 비즈니스는 다양한 기술의 최고 기준을 충족하는 고정밀 포지셔닝 기술을 개발하는 것입니다.

이를 위해 새로운 인터페이스를 만들어 서로 다른 측정 기술을 통합하고 사용 가능성을 확장해야 합니다.

Zygo 간섭계의 고분해능 신호를 통해 PI 포지셔너를 제어할 수 있는데, 문제는 실시간 제어를 가능하게 하려면 서로 다른 데이터 프로토콜을 연결하고 빠른 전송을 달성해야 한다는 것입니다.

그러나 장점은 분명합니다: 약 154.5 pm의 분해능을 가진 간섭계 신호는 현재 내부용으로 사용 가능한 최상의 경로 측정 시스템과 비슷합니다. 또한, 내부 센서를 제거하거나 사용하지 않을 경우 기계 장치의 열 전달이 감소하여 정밀도를 높일 수 있습니다.

예를 들어, 미러 요소가 위치할 부품 바로 옆에 부착된 경우 변형, 열팽창, 베어링 플레이와 같은 기계적 결함의 영향이 줄어듭니다.

2 시스템 레이아웃

그림 1은 도식적인 테스트 설정을 보여줍니다.

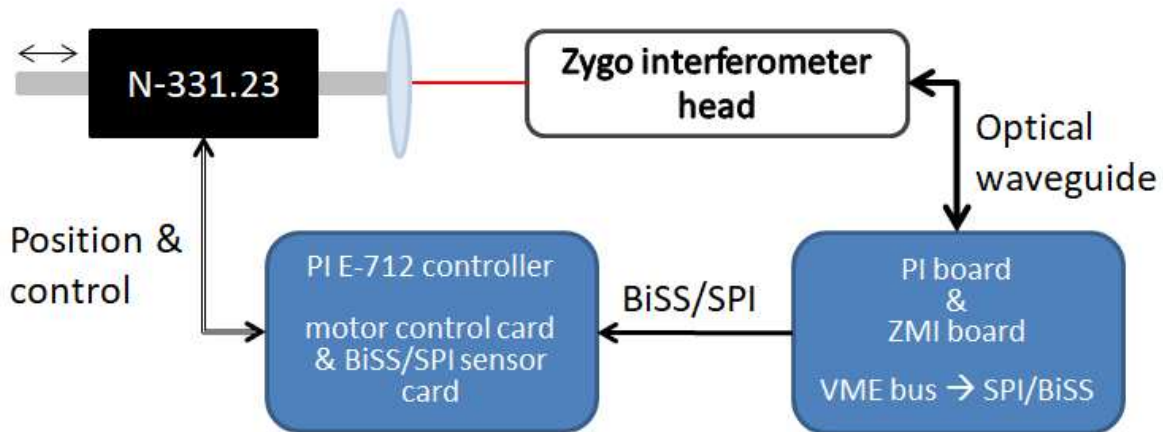


Fig. 1 Schematic representation of the experimental setup (image: PI)

N-331.23 PICMAWalk Walking drive는 약 10nm 분해능의 내부 센서가 장착된 포지셔너로 사용되었으며 미러는 러너 끝에 고정되어 있습니다.

Zygo 간섭계 헤드(ZMI, model 7702)는 전면에 배치되었고 레이저 빔이 미러에 맞춰져 있습니다.

측정 환경은 20°C (±0.1°C)로 조절된 온도와 진공이 없는 밀폐된 공간이었고 모든 기기를 외부에서 제어할 수 있었습니다.

포지셔너 및 간섭계는 air-suspended bench에 설치되었습니다. PI의 E-712.1AN 컨트롤러는 포지셔너 제어 및 센서 신호 (E-711.C82 모터 컨트롤 카드 및 E-711.IS3 SPI / BiSS 카드)를 제어하기 위한 플러그인 카드와 함께 사용되었습니다.

열전달을 줄이기 위해 간섭계 (BiSS / SPI를 통한 추가 통신을 위한 ZMI-4104C 보드 및 PI 보드)용 컨트롤 장치와 PC를 측정실 외부에 배치했습니다. ZMI-4104C 보드는 간섭계 헤드를 공급하고 헤드와 광학 인터페이스 역할을 합니다. 이 프로토콜은 VME 버스 프로토콜을 통해 PI 기기와 통신합니다. 이 프로토콜은 BiSS 또는 SIP 인터페이스(예: 컨트롤러 또는 PC)를 통해 위치 신호를 출력할 수 있습니다.

실험실 설정은 그림 2와 같습니다:

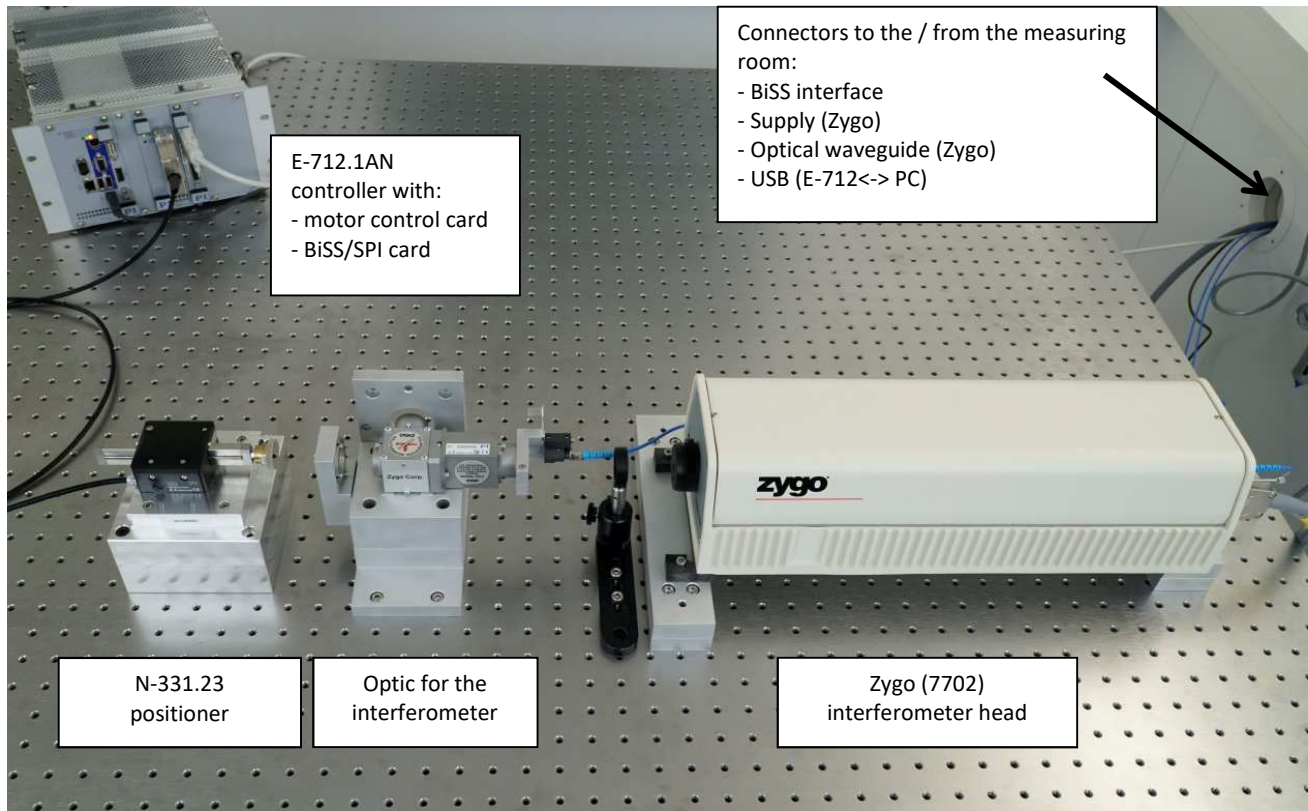


Fig. 2 Test setup in the measuring room (image: PI)

3 결과

3.1 간섭계를 통한 제어

3.1.1 셋업

PI의 E-712 컨트롤러는 실제 제어를 관리하고 포지셔너를 제어하며 내부 센서 신호를 탭(tap)합니다. 또한 컨트롤러는 BiSS 또는 SPI 인터페이스를 통해 간섭계로부터 위치 신호를 수신합니다.

내부 센서 신호 또는 간섭계 신호를 closed servo loop에 사용할지 여부를 E-712.1AN에서 결정할 수 있습니다. 레퍼런스는 내부 센서를 통해서만 이루어집니다.

또한 간섭계 신호를 서보 루프 외부의 상위 포지션 피드백으로 사용할 수도 있습니다.

3.1.2 내부 센서 및 간섭계를 통한 제어 비교

간섭계 신호가 제어를 위해 활성화되면 평소와 같이 명령과 위치를 계속 지정할 수 있습니다.

3.2 잡음

그림 3에서 컨트롤이 없거나 정지 시 내부 센서와 간섭계의 위치 신호에서 발생하는 잡음을 볼 수 있습니다.

"d_max"에 지정된 값은 측정된 신호의 peak-peak 값입니다. 간섭계의 경우 위치 센서의 내부 잡음에 의한 위치 잡음이 20보다 작으며 기본적으로 더 높은 정확도를 제공합니다.

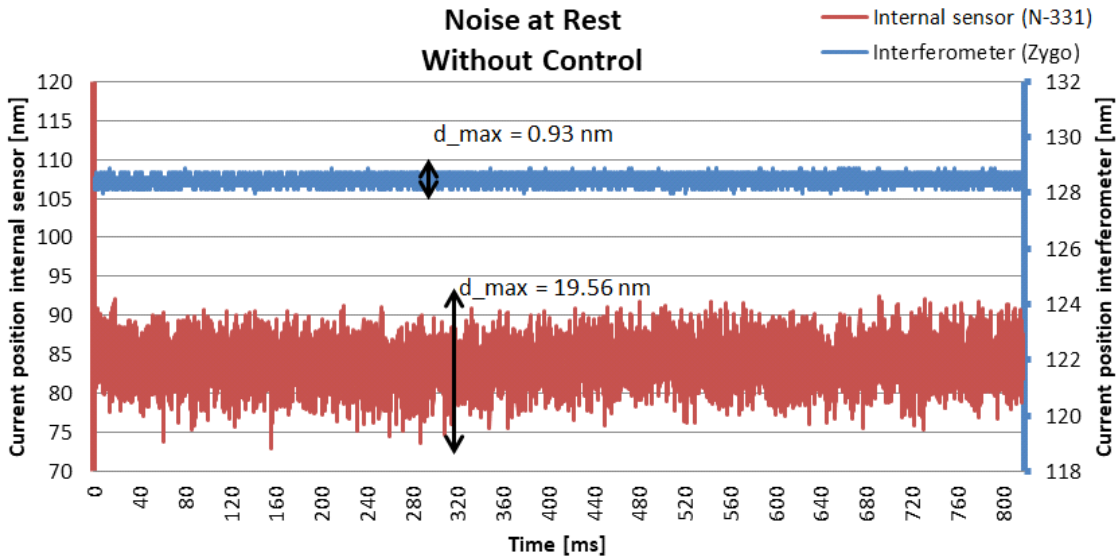


Fig. 3 Sensor's noise signals (image: PI)

3.3 향상된 위치 제어 - 높은 분해능

어느 센서를 사용하든 상관없이 위치 제어의 차이를 고려하면 상당한 차이가 있습니다. 이것은 포지셔너를 센서의 분해능 한계에 가깝게 단계적으로 움직일 때 즉시 나타납니다. (그림 1)

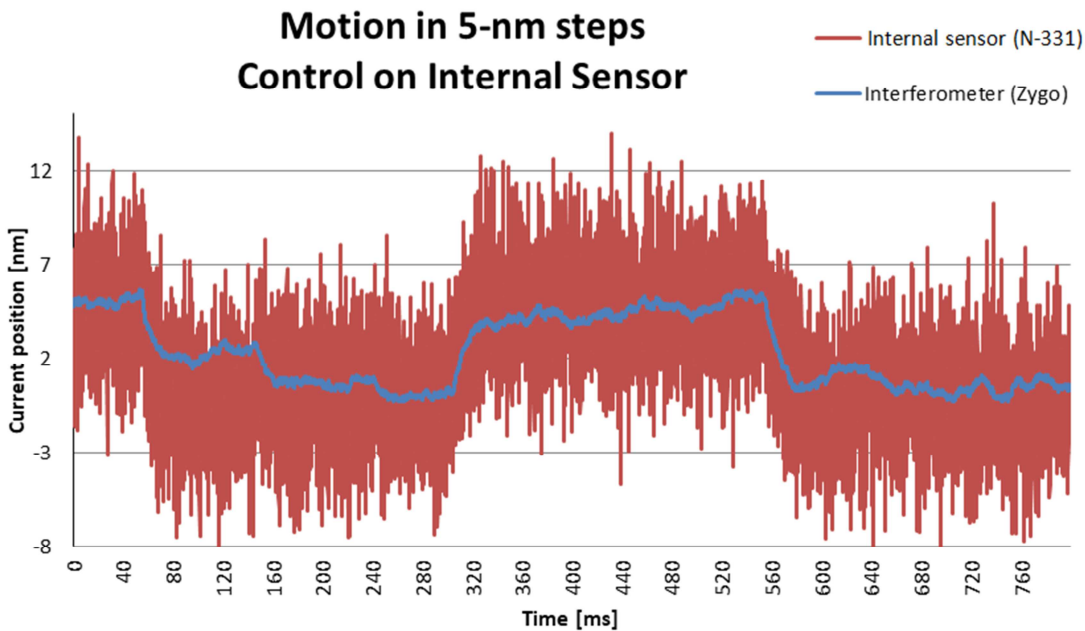


Fig. 1 Sensor signals at 5-nm steps – control on internal sensor (image: PI)

폐쇄형 서보루프에서 내부 센서를 이용한 측정 결과는 그림 1과 같습니다. 빨간색 신호는 내부 센서 신호를 나타냅니다. 5nm로 설정된 스텝 사이즈는 노이즈 대역 바로 아래에 있습니다. 반면에, 간섭계 신호의 경우 스텝은 명확히 인식할 수 있습니다. 또한 위치 제어의 부정확성이 분명하게 나타나며 분해능 한계에서 작동한 결과도 나타납니다.

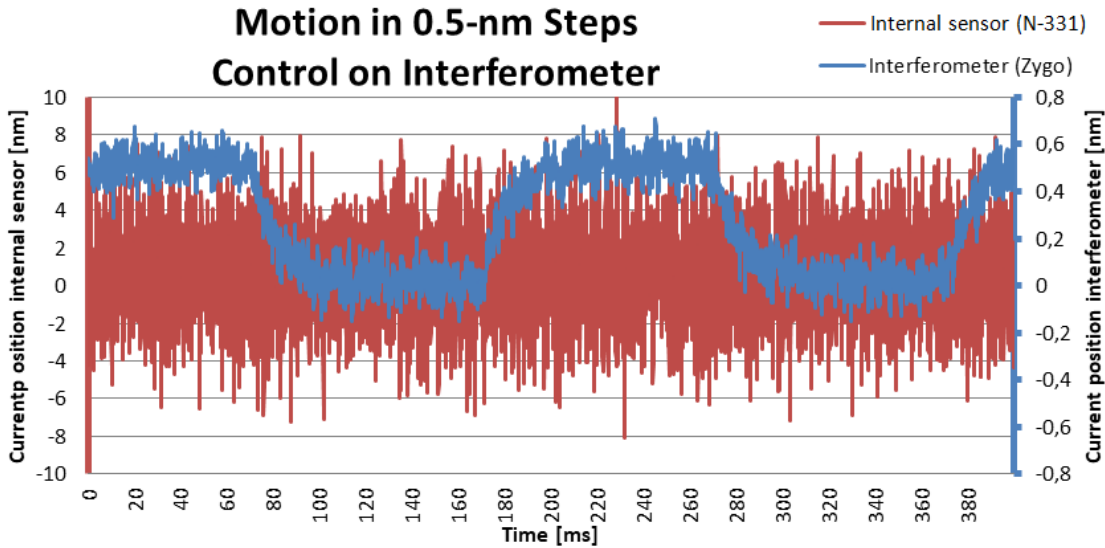


Fig. 2 Sensor signal at 0.5-nm steps – control on interferometer (image: PI)

마지막으로, 간섭계 신호는 폐쇄형 서보 루프에 사용되었으며 결과는 그림 2에 나와있습니다. 스텝 사이즈는 0.5nm에 불과합니다. 내부 센서(빨간색 신호)가 더 이상 움직임을 감지할 수 없음에도 간섭계(파란색 신호)는 여전히 잘 해결할 수 있다는 것이 분명해집니다. 안타깝게도 실제 위치 안정성은 더 이상 확인할 수 없습니다. 분해능이 훨씬 높은 측정 장비를 사용해야 하기 때문입니다.

4 사용가능성과 예외

Zygo 간섭계를 통한 포지셔너의 성공적인 제어에는 몇 가지 요구 사항이 있습니다.

- BiSS 또는 SPI 마스터 역할을 하는 PI 컨트롤러 E-712.1AN controller with motor control card (E-711.C82) and additional BiSS respectively SPI-capable card (E-711.IS3)
- BiSS 또는 SPI가 가능하면 ACS 컨트롤러를 대신 사용할 수 있다.
- 위에 언급된 컨트롤러 중 하나에 사용 가능한 PI 포지셔너 (N-331.23)
- 간섭계 헤드와의 광통신을 위한 ZMI 보드(ZMI-4104C)
- VME 버스를 통해 ZMI 보드와 통신하고 SPI / BiSS를 통해 위치를 출력하기 위한 PI 보드
- Zygo 간섭계 헤드 (ZMI, model 7702)
- 포지셔너에 미리 부품을 장착할 가능성
- Zygo와 미러 사이의 빔 간섭 방지

다음과 같은 경우에는 이 방법을 사용할 수 없습니다:

- 모터와 간섭계의 측정 지점 사이에 강성이 낮은 경우, 시스템은 피드백 루프의 공명에 민감합니다. 예를 들어, 에어 베어링 또는 마그네틱 드라이브 포지셔너가 영향을 받을 수 있습니다. 따라서 이 기법의 적용 가능성은 경우에 따라 결정해야 합니다.
- 또한, 드라이브 시스템 속성을 고려해야 합니다(예; 충분한 최소 증분 모션 여부)

5 결론

일부 용도에서는 내부 센서가 아닌 외부 간섭계를 통해 포지셔너를 제어하는 것이 유용할 수 있습니다. PI는 다른 프로토콜과 시스템을 연결하는 데 성공했으며 폐쇄형 서보 루프에서 제어하기 위해 간섭계 신호를 직접 사용합니다.

내부 센서의 장점은 인터페라미터 미러를 포지셔닝 하기 좋은 위치에 직접 부착할 수 있다는 점입니다. Zygo 간섭계는 교정된 측정 장비로도 사용할 수 있습니다. 간섭계 헤드와 ZMI 보드를 제외한 모든 구성 요소는 PI에 의해 제공되며 따라서 단일 소스에서 공급됩니다.

물론 이 방법은 모든 포지셔너나 적용 분야에 적합하지 않습니다. PI 전문가들은 당신이 필요로 하는 어떤 문의에도 대응할 수 있습니다.

6 저자



Jonas Schansker, development engineer for sensor technology at Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

7 About PI

PI(Physik Instrumente)는 정밀 포지셔닝 기술을 갖춘 고품질의 제품을 제공하는 글로벌 리더입니다. PI는 40년 이상 피에조 또는 모터 드라이브로 스탠다드 및 OEM 제품을 개발 및 제조하고 있습니다.

PI는 혁신적인 드라이브 컨셉, 제품 및 시스템 솔루션의 지속적인 개발과 200개 이상의 기술 특허를 보유하고 있습니다.

PI는 모든 핵심 기술 자체를 개발, 제조 및 인증합니다. 피에조 부품, 액추에이터, 모터뿐만 아니라 에어베어링, 마그네틱 다이렉트 드라이브, 제어 기술, 소프트웨어를 제공합니다. 아울러 PI는 고객에게 최상의 솔루션을 제공하기 위해 끊임없이 연구 및 개발하며 새로운 요구 사항에 유연하게 대응할 수 있습니다.

PI는 다축 구동 시스템을 위한 모듈형 모션 컨트롤러의 세계적인 개발 및 제조업체인 ACS Motion Control의 다수 지분을 인수함으로써 정밀도 및 역동성에 대한 요구가 높은 산업용 애플리케이션을 위한 맞춤형 시스템을 공급할 수 있게 되었습니다. 독일의 4개 지역 외에도 15개의 해외 지사를 통해 국제적으로 성장하고 있습니다.