



# 보다 높은 수준의 정밀도: Renishaw 옵티컬 엔코더를 활용한 공기 베어링 스테이지



## 배경:

공기 베어링은 반도체, 태양 전지판, 정밀 가공과 같은 다양한 첨단 산업의 정밀 장비에서 널리 사용되고 있는 기술입니다.



## 과제:

공기 베어링 스테이지의 성능은 애플리케이션 요구 사항을 충족하는 옵티컬 엔코더와 테스트 및 캘리브레이션을 위한 신뢰할 수 있는 장치의 선택에 의해 결정적으로 영향을 받습니다.



## 솔루션:

Renishaw는 광범위한 정확도 관련 요구 사항을 가진 모션 스테이지를 대상으로 정밀 위치 피드백 솔루션을 제공하는 다양한 옵티컬 엔코더 시스템을 보유하고 있습니다.

“ Renishaw는 RESOLUTE™ 앱솔루트 엔코더와 VIONIC™, QUANTIC™, ATOM™ 증분형 옵티컬 엔코더 시리즈를 포함하여 다양한 옵티컬 엔코더 시스템을 제공합니다. TOYO는 공기 베어링 모션 플랫폼에서 여러 옵티컬 엔코더 제품을 활용하고 있습니다. ”

TOYO Nano System Corporation(대만)



공기 베어링은 반도체, 태양광 발전, 정밀 가공 같은 다양한 첨단 산업의 정밀 장비에서 널리 사용되고 있는 기술입니다. 공기나 다른 기체를 윤활제로 사용하여 공기 쿠션을 통해 비접촉 표면을 지지하는 이러한 베어링은 슬라이더가 모션 스테이지 내에서 플로팅 상태로 이동할 수 있게 만듭니다. 이러한 스테이지를 리니어 모터, 옵티컬 엔코더와 결합하면 압도적인 수준의 성능을 확보할 수 있습니다.

이와 관련하여 TOYO Nano System Corporation은 특허 받은 공면 메커니즘 설계와 Renishaw의 고정밀 옵티컬 엔코더를 위치 피드백 시스템으로 사용하는 모션 스테이지를 개발해 혁신의 선두주자로 자리잡았습니다. TOYO의 고급 솔루션은 마이크로 및 나노 수준의 모션 스테이지 기능을 제공하면서 산업의 비용 효율성을 극대화시켜 줍니다.

### 공기 베어링의 원리와 이점

시중의 공기 베어링은 일반적으로 정압과 동압으로 나눌 수 있습니다. 정압 공기 베어링은 모션 스테이지에서 흔히 사용됩니다. 압축 공기(또는 질소, 아르곤, 이산화탄소 같은 다른 기체)를 외부에서 주입하는 방식으로 작동합니다. 공기가 스톱들을 통과하여 슬라이더 하단부와 화강암 베이스의 가이드 레일 사이의 공기 간극으로 들어갑니다. 그러면 해당 간극에 형성된 정압 공기막이 슬라이더의 부하를 지지하고 가이드 레일 위에 슬라이더가 매달릴 수 있게 만듭니다.

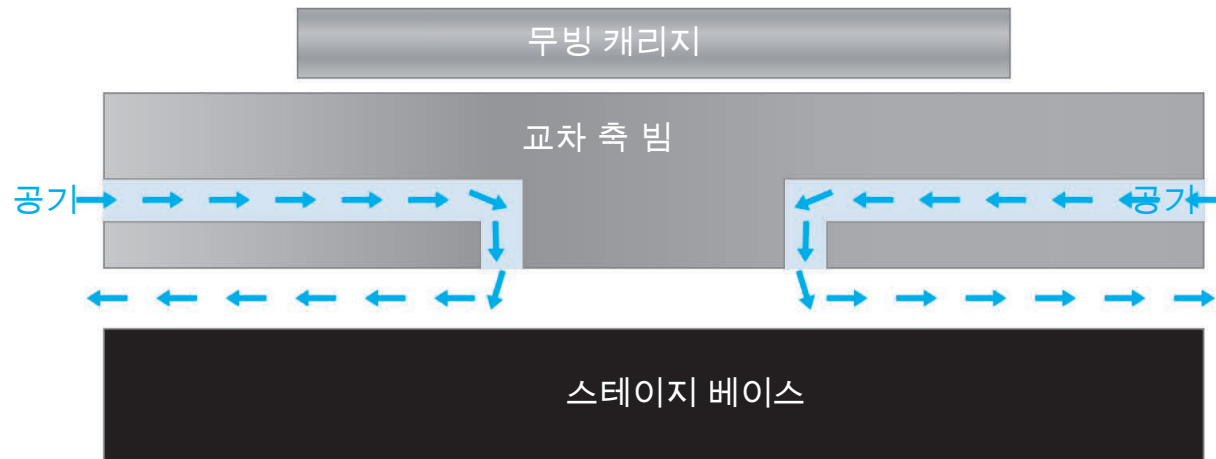
공기막의 두께(유효 공기 간극)는 스테이지 설계와 모션 페어의 표면 마감 정확도에 따라 달라지며, 일반적으로 약 5 ~ 10  $\mu\text{m}$ 입니다.

## TOYO의 공기 베어링 모션 스테이지에서 Renishaw 옵티컬 엔코더 활용

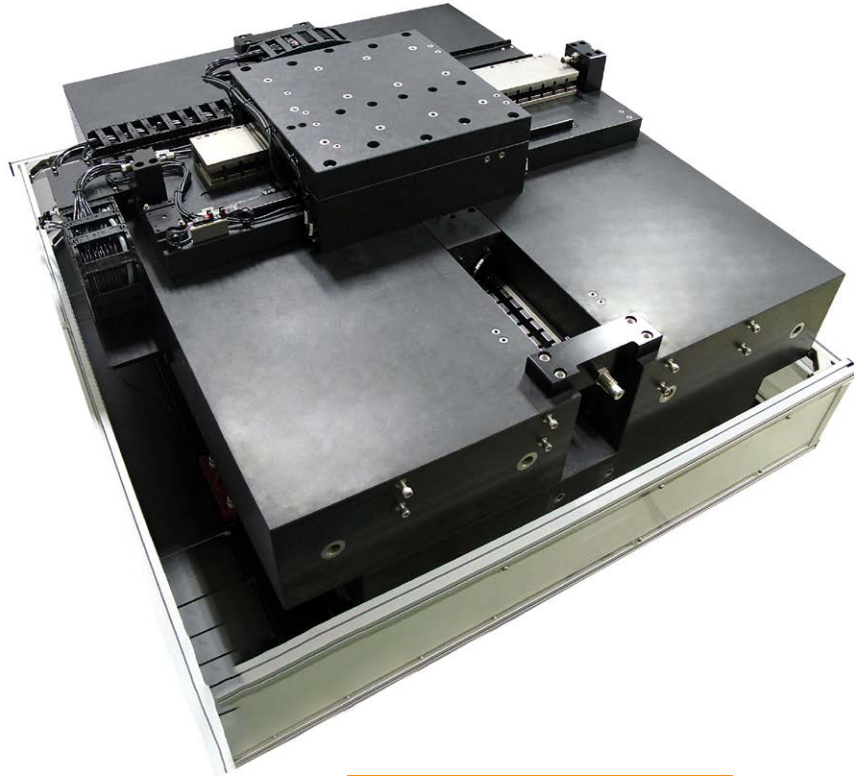
스로틀은 공기 베어링의 핵심 구성 요소입니다. 부하가 증가하면 공기막이 압축되면서 강직도에 영향을 미칩니다. 공기막 두께와 베어링 강성을 유지하는 부하의 변화에 대응하여 스로틀이 간극으로 들어가는 압축 공기의 유량과 유속을 조절합니다. 공기 베어링의 부하 용량과 성능 특성은 채택한 스로틀 기술과 긴밀한 관련이 있으며, 각각의 제조업체는 성능 최적화를 위해 스로틀 기술을 자체 개발합니다.

TOYO 부사장인 Deng Gui Dun의 말에 따르면 TOYO가 설계한 스로틀 구성 요소는 공기 베어링 스테이지 내 화강암 구조에 직접 내장되어 있어 외부 스로틀 보드를 보유한 일반적인 공기 베어링 스테이지들과 달리 구조적으로 더 단순하며 조립이 쉽고 강직도와 적재 용량이 우수합니다.

TOYO의 공기 베어링 스테이지는 0.3  $\mu\text{m}$ 의 반복도(300 mm 스트로크 기준)로 높은 수준의 6자유도 정확도를 제공합니다. XY 스테이지의 경우 수평면과 수직면에 X축과 Y축을 쌓는 설계로 인한 오차 누적 문제를 같은 기준면을 공유하여 해결할 수 있는 공면 구조 설계를 채택하고 있습니다. 일부 스테이지 모델은 최대 10 g의 가속도를 달성할 수 있는데, 이 수치는 반도체, 평판 디스플레이, PCB, 레이저 노출 및 자동 광학 검사(AOI) 장비를 포함하여 대부분의 첨단 응용 분야 요구 사항을 충족하기에 충분한 수치이며 AOI 응용 분야가 가장 큰 비중을 차지합니다. 검사 대상 물체를 스캔하고 이미징 처리해야 하는 AOI의 경우 속도를 안정적으로 제어해야 합니다.



TOYO의 공기 베어링 스테이지 구조



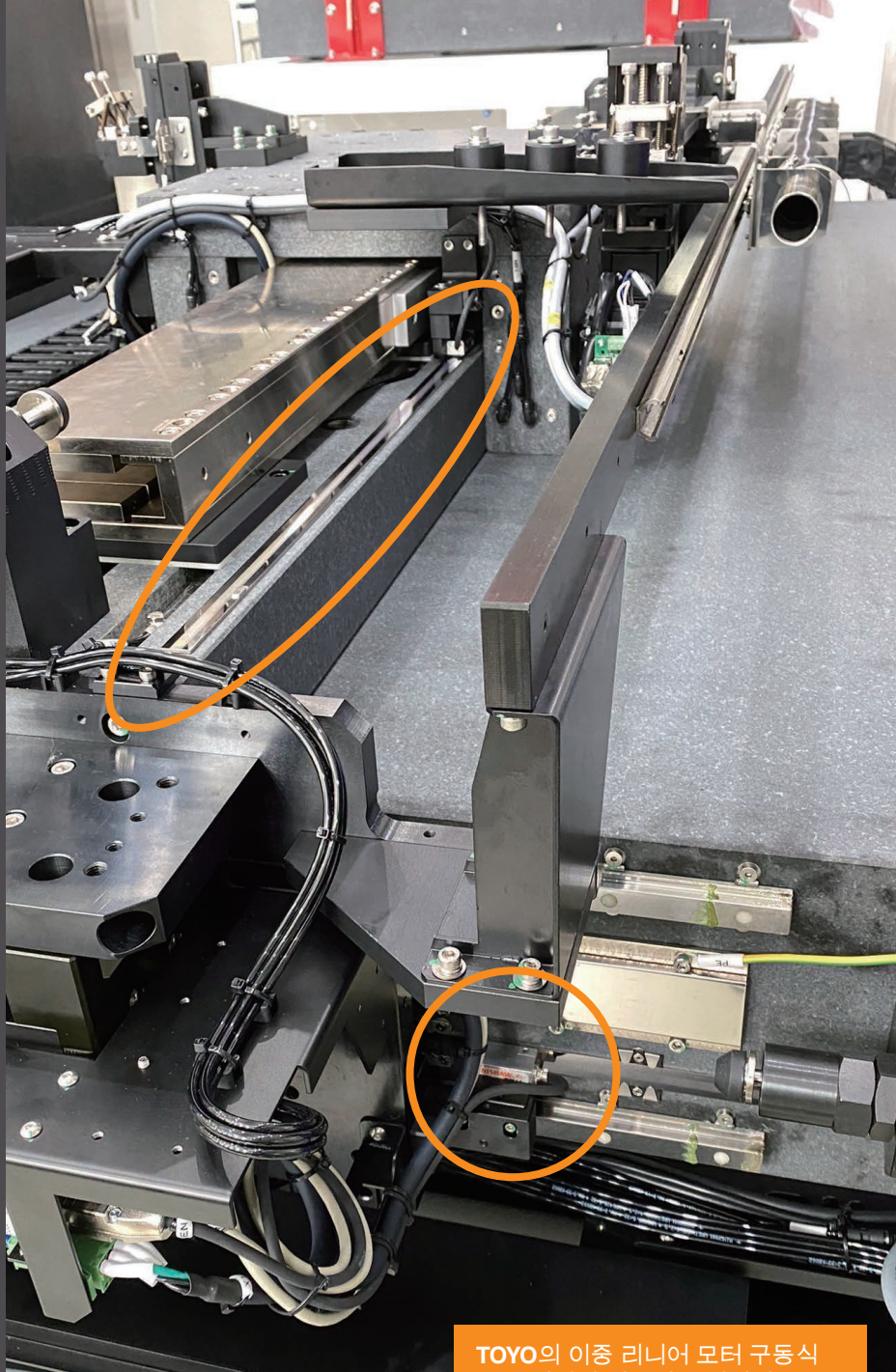
공기 베어링 XY 리니어 스테이지

공기 베어링은 마찰이 거의 없기 때문에 모션 스테이지가 아주 짧은 범위도 이동할 수 있습니다. 공기 베어링 모션 플랫폼의 공기막은 스테이지 베이스, 슬라이더 및 그 외 구성 요소의 표면 오차에 대한 에버리징 효과를 적용해 평탄도와 진직도를 향상시키고 속도 안정성을 개선합니다. 그러나 정밀 위치 피드백은 여전히 옵티컬 엔코더에 의존합니다.

예를 들어 TOYO의 고성능 공기 베어링 갠트리 스테이지 중 하나는 팽창률이 낮은 RELA ZeroMet™ 스케일을 갖춘 RESOLUTE 애플솔루트 옵티컬 엔코더를 사용합니다. 이 스테이지의 반복도는 1 μm보다 우수하며 교차 빔의 편요각은 3 arc sec 미만이고 최대 속도는 1 m/s, X 축과 Y 축의 이동 거리는 각각 350 mm, 1200 mm입니다. RESOLUTE 엔코더의 분해능은 50 nm이며 BiSS C 통신 프로토콜을 통해 컨트롤러에 연결됩니다.

이 스테이지는 속도 리플이 낮아 PCB 프린팅이나 다이렉트 이미징 (DI) 노광기와 같이 빠른 속도와 안정적인 움직임이 필요한 응용 분야에 적합합니다.

Deng은 다음과 같이 말합니다. “Renishaw의 옵티컬 엔코더 제품은 매우 다양하며 여러 가지 사양의 TOYO의 공기 베어링 갠트리 스테이지에 적용되어 있는 RESOLUTE 애플솔루트 엔코더 시리즈와 VIONiC, QUANTiC, ATOM 증분형 옵티컬 엔코더 시리즈도 여기에 포함됩니다. 실제로 산업에 따라 모션 플랫폼 포지셔닝 시스템에 대한 사양이 달라지는데, Renishaw는 대다수의 사례에서 적합한 옵티컬 엔코더 제품을 제공할 수 있습니다. Renishaw 옵티컬 엔코더를 사용한 후로 고객이 엔코더 결함 사례를 신고한 적이 단 한 번도 없었기 때문에 Renishaw의 옵티컬 엔코더를 매우 신뢰하고 있습니다.”



TOYO의 이중 리니어 모터 구동식 공기 베어링 갠트리 스테이지

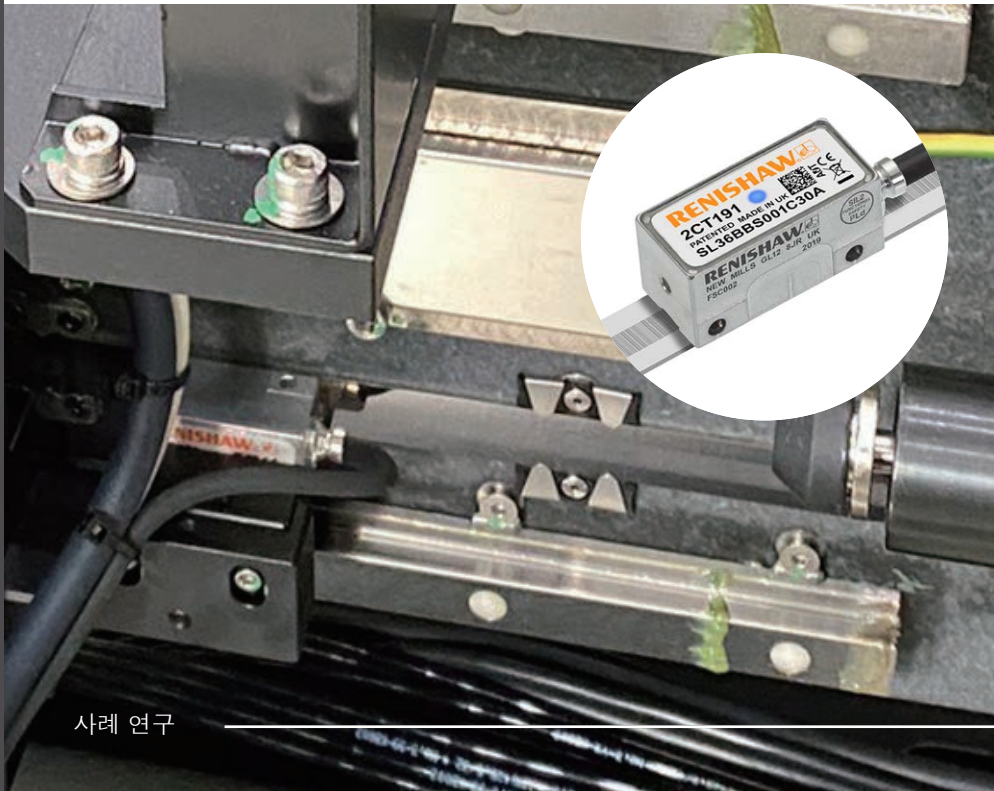
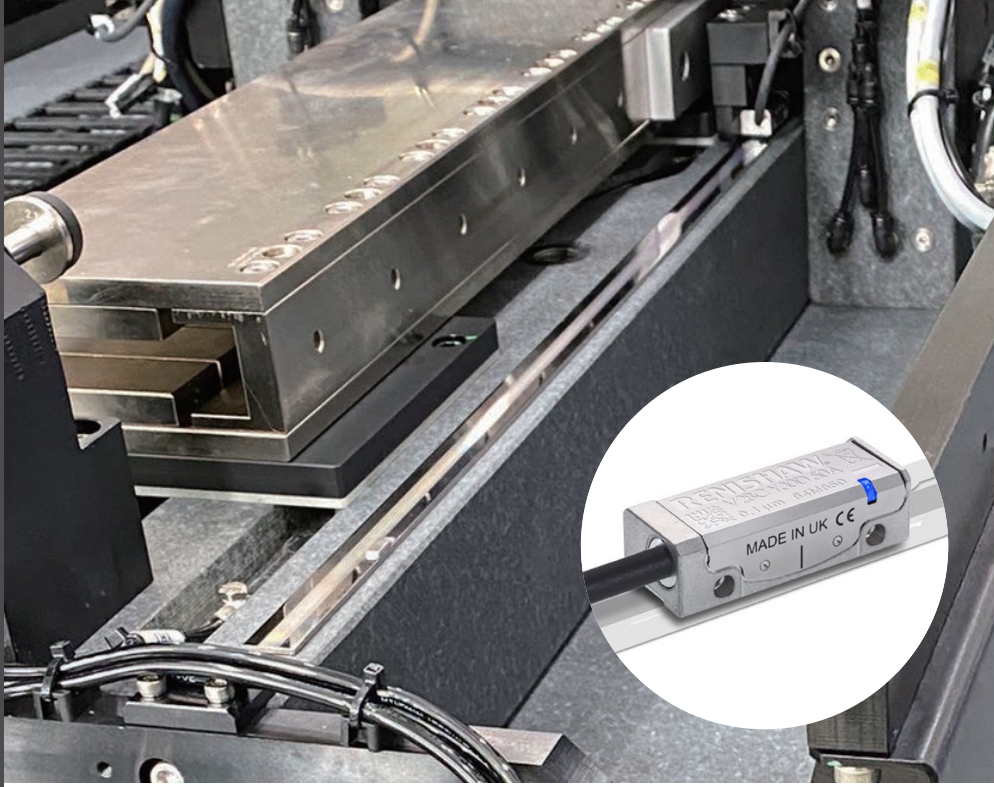
## 옵티컬 엔코더가 공기 베어링 갠트리 스테이지의 성능에 영향을 미치는 방식

공기 베어링은 먼지에 대한 밀봉 기능, 적은 노이즈 및 플랫폼 가속도를 높여 주는 비접촉식 특성을 포함해 다양한 이점이 있습니다. 그러나 고성능 모션 플랫폼을 생성하려면 고정밀 옵티컬 엔코더가 필요합니다. 옵티컬 엔코더를 선택할 때에는 온도, 보간 오차, 지터 같이 환경과 응용 분야 측면에서 다양한 요구 사항을 고려해야 합니다.

**온도** - 온도가 변화하면 옵티컬 엔코더 스케일의 열 수축이 유발되며 특히 마이크론 또는 나노미터 수준의 포지셔닝 정확도가 필요할 때 정확도에 영향을 미칠 수 있습니다. 따라서 공기 베어링 스테이지는 주로 화강암 소재와 열 팽창 계수가 0에 가까운 Invar® 스케일 같이 온도 변화에 민감하지 않은 소재를 사용합니다.

**보간 오차(SDE)** - 보간 오차는 축 동작의 평탄도에 직접적인 영향을 미치며, SDE가 낮으면 속도 리플도 줄어듭니다. 예를 들어 AOI 검사 및 프린팅 응용 분야에서 낮은 SDE를 필요로 합니다. Renishaw의 RESOLUTE 및 VIONiC 엔코더는 각각 30 nm, 10 nm 미만의 SDE 값을 가지므로 대다수의 요구 사항을 충족할 수 있습니다.

**지터** - 모든 엔코더는 내부 전자 장치와 관련해 고유한 불확실도를 가지며 지터는 이러한 불확실도의 지표로, 엔코더가 이동하지 않을 때 엔코더의 위치 노이즈 출력으로 나타납니다. 지터는 고정된 위치를 유지하려고 할 때 스테이지의 동작 안정성에 기여할 수 있습니다. VIONiC 엔코더의 지터는 1.6 nm RMS에 불과하므로 위치 안정성이 굉장히 중요한 응용 분야에 적합합니다.

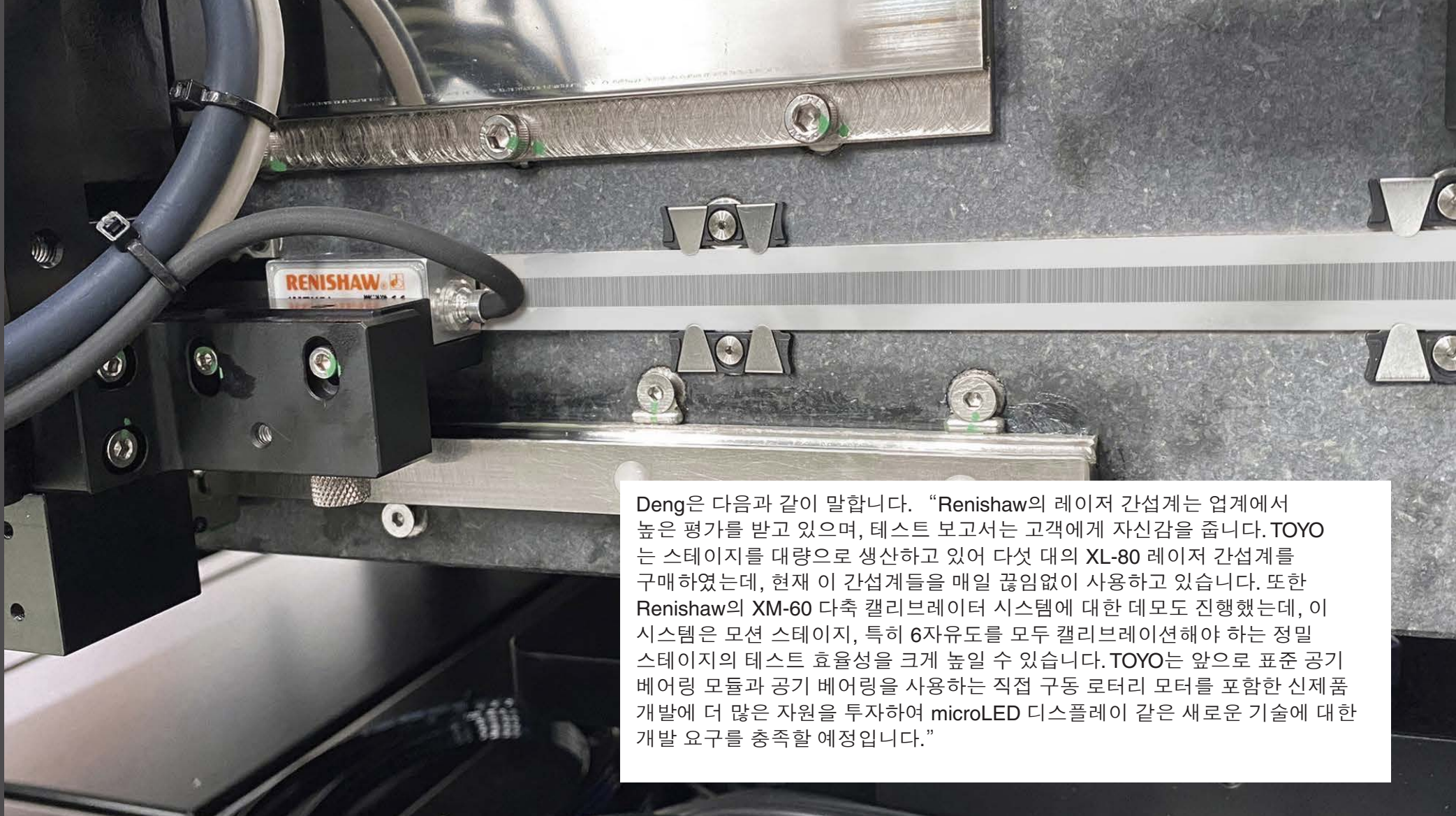


## Renishaw와의 협력

TOYO의 공기 베어링 모션 스테이지는 주로 첨단 제품 생산 시장을 대상으로 삼으며 주요 판매 지역은 대만, 중국, 한국, 일본, 미국, 동남아시아입니다. TOYO의 제품 라인으로는 전기 실린더, 리니어 모터 모듈, 서보 드라이브 등이 있습니다. 리니어 모터 제품 중 95% 이상이 Renishaw QUANTiC 시리즈 옵티컬 엔코더를 사용하는데, 이 엔코더는 1  $\mu$ m, 0.1  $\mu$ m, 0.5  $\mu$ m의 분해능, 80 mm ~ 8 m의 이동 거리, 30 N ~ 1000 N의 추력을 지원합니다.

샘플링을 통해 품질 관리를 수행하는 대신, TOYO는 전체 검사 접근법을 채택하고 있습니다. 각각의 모션 플랫폼은 출고되기 전에 Renishaw의 XL-80 레이저 간섭계를 통한 테스트 및 캘리브레이션 과정을 거치며 이후 고객을 위한 보고서가 생성됩니다. 몇몇 대규모 플랫폼의 경우 정확도를 보장하기 위해 고객사 현장에 도착한 후 XL-80 레이저 간섭계를 통한 추가적인 캘리브레이션 과정을 거칩니다.

TOYO는 Renishaw의 상징적인 CMM 측정 프로브 제품을 사용하면서 Renishaw를 처음 알게 되었으며, 이후 Renishaw의 옵티컬 엔코더와 레이저 간섭계를 구매해 사용하기 시작했습니다. TOYO는 Renishaw를 선택한 이유로 Renishaw 제품의 훌륭한 평판, 손쉬운 설치 방법, 뛰어난 제품 품질, 우수한 기술 지원을 꼽았습니다.



Deng은 다음과 같이 말합니다. “Renishaw의 레이저 간섭계는 업계에서 높은 평가를 받고 있으며, 테스트 보고서는 고객에게 자신감을 줍니다. TOYO는 스테이지를 대량으로 생산하고 있어 다섯 대의 XL-80 레이저 간섭계를 구매하였는데, 현재 이 간섭계들을 매일 끊임없이 사용하고 있습니다. 또한 Renishaw의 XM-60 다축 캘리브레이터 시스템에 대한 데모도 진행했는데, 이 시스템은 모션 스테이지, 특히 6자유도를 모두 캘리브레이션해야 하는 정밀 스테이지의 테스트 효율성을 크게 높일 수 있습니다. TOYO는 앞으로 표준 공기 베어링 모듈과 공기 베어링을 사용하는 직접 구동 로터리 모터를 포함한 신제품 개발에 더 많은 자원을 투자하여 microLED 디스플레이 같은 새로운 기술에 대한 개발 요구를 충족할 예정입니다.”

[www.renishaw.co.kr/toyo](http://www.renishaw.co.kr/toyo)

#renishaw

+82 (0)2 2108 2830

korea@renishaw.com

본 문서의 공개 당시 문서의 정확성을 확인하기 위해 최선의 노력을 기울였지만, 발생하는 모든 보증, 조건, 진술 및 책임은 법률이 허용하는 한도에서 제외됩니다.

Renishaw는 이 문서와 장비 및/또는 소프트웨어, 여기에 명시된 사양을 변경할 권리를 보유하며, 이러한 변경을 고지할 의무는 없습니다.

© 2023 Renishaw plc. All rights reserved. 본 문서는 Renishaw의 사전 서면 허가 없이 전체 또는 일부를 복사나 복제할 수 없으며, 어떤 방법으로든 다른 매체로 전송하거나 다른 언어로 변경할 수 없습니다. RENISHAW와 프로브 기호는 Renishaw plc의 등록 상표입니다. Renishaw 제품명과 명칭 및 'apply innovation' 마크는 Renishaw plc 또는 그 자회사의 상표입니다. 다른 브랜드, 제품 또는 회사 이름은 해당 소유주의 상표입니다. Renishaw plc. 영국과 웨일즈에 등록됨. 기업 번호: 1106260. 등록된 사무소: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK.



품목 번호: H-3000-5253-01-A