

애플리케이션 노트: FORTIS™ 밀폐형 엔코더로 공작 기계 설계자들의 설계 범위 확장

기계 설계를 고려할 때, 직접 피드백은 우수한 동적 위치 제어 성능을 제공할 수 있습니다

볼 스크루의 피치 치수가 측정 기준에 속하는 세미 클로즈 루프 시스템은 광범위한 공작 기계 설계에서 널리 활용됩니다. 볼 스크루와 다른 구성 요소의 열 팽창 효과로 인한 위치 오류는 잘 알려져 있으며 이러한 오류는 다양한 온도 제어 수단을 통해 대폭 완화될 수 있습니다. 위치 정확도와 반복성 측면에서 이러한 온도 제어를 고려하여 설계된 기계는 해당 기능을 사용하지 않을 때와 비교했을 때 세미 클로즈 루프 시스템의 성능을 크게 향상시키는 데 도움이 됩니다.

하지만 일반적으로 리니어 엔코더가 기계의 리니어 축에 대한 직접적인 피드백을 제공하는 풀 클로즈 루프 위치 제어 시스템이 동적 위치의 최종 측정값을 도출해 낸다고 널리 알려져 있습니다. 다시 말해 정확도를 확보하면 좋은 기계의 성능을 한층 더 높일 수 있습니다.

허용 오차 폭에 대한 요구가 점점 까다로워짐에 따라 더 높은 기계 사양에 대한 관심이 커지면서 세미 클로즈 또는 완전 풀 클로즈식 루프 피드백 같은 기계 요소 설계 기준이 중요한 고려 사항이 되었습니다.



공정 제어 프레임워크 범위 내 기초적인 레벨이든 높은 정확도의 기계 사양이든 상관없이 풀 클로즈 루프 위치 제어 시스템의 채택률은 계속해서 증가하고 있습니다. 이제 FORTiS™ 밀폐형 리니어 엔코더 제품군의 도입으로 이제 기계 제조업체의 표준 사양, 또는 고객이 선택 가능한 고성능 옵션 측면에서 선택의 범위를 넓힐 수 있습니다.

Renishaw의 밀폐형 리니어 엔코더를 선택해야 하는 이유

수십 년이라는 세월 동안 Renishaw 는 공작 기계 제조업체와 산업 부문 사용자들 사이에서 뛰어난 캘리브레이션, 프로빙, 공구 세팅, 측정 및 좌표 측정 솔루션을 제공하는 브랜드로 인정을 받아 왔습니다.

또한 Renishaw 는 최신 옵티컬 기술을 기반으로 다양한 개방형 엔코더 제품군을 개발해 왔습니다. 업계에서 인정받은 이 엔코더들은 광범위한 응용 분야와 업계에서 정밀 계측 및 모션 제어용으로 사용되고 있습니다.

Renishaw 가 공작 기계 분야, 계측, 위치 측정 및 모션 제어 부문에서 수년간 쌓아 온 경험을 바탕으로 개발한 새롭고 혁신적인 밀폐형 리니어 엔코더는 기존의 밀폐형 옵티컬 엔코더와 비교했을 때 압도적으로 우수한 성능을 제공합니다.

열악한 환경에서 사용할 수 있는 밀폐형 리니어 엔코더는 예전부터 사용해 왔으며, 장착 구멍 배열, 엔코더 크기, 내부 메커니즘 같은 설계적 특성을 보편화하여 제공해 왔습니다. FORTiS 엔코더 시리즈는 기존 제품과 유사한 외형과 동일한 볼트 구멍 배열을 사용하지만, 그와 동시에 혁신적인 비접촉식 기계 설계의 이점을 활용합니다.

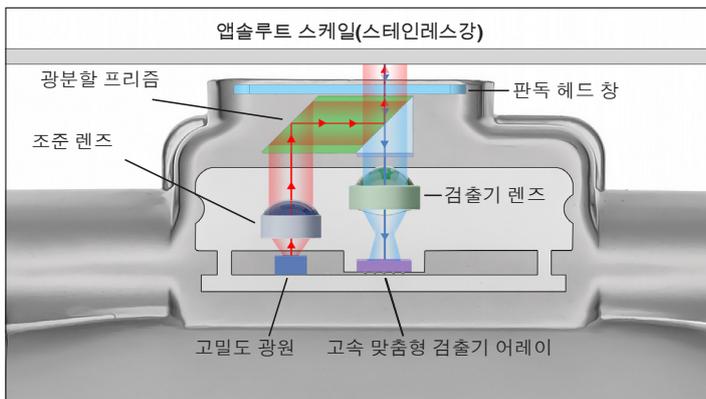


그림 1. 밀봉된 판독 헤드에 내장된 초소형 초고속 디지털 카메라가 싱글 트랙, 파인 피치 (30 μm) 옵티컬 스케일을 판독하여 더 강력한 이물 내성을 제공합니다.

FORTiS 엔코더만의 차별점은 무엇입니까?

FORTiS 엔코더는 기존의 다른 밀폐형 옵티컬 엔코더 설계와 호환이 가능합니다. 또한 측정 길이도 기존의 기계 설계에 맞춰져 있어 FORTiS-S™ (표준) 모델은 140 mm부터 4,240 mm까지 지원하고 공간 절약형 FORTiS-N™ (좁은 폭) 모델은 70 mm 부터 2,040 mm 까지 지원합니다. 이러한 엔코더는 가장 인기 있는 컨트롤러 통신 프로토콜과 함께 사용이 가능하며 50 nm 부터 0.5 nm까지의 분해능 옵션을 제공합니다. 다중 판독 헤드 엔코더 시스템과 기능 안전 버전도 사용이 가능합니다.

그와 동시에 FORTiS 엔코더 시스템의 내부 구조를 보면 기존의 밀폐형 엔코더 설계와는 다른 혁신적이고 새로운 기능들이 갖추어져 있습니다.

스케일은 유리보다 더 견고하며 열 팽창 계수 (CTE) 가 $10.1 \pm 0.2 \mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$ 에 해당하는 튼튼한 스테인리스강으로 만들어졌는데, 이는 대다수의 기계에서 사용되는 기본 자재의 CTE와 유사한 수준입니다. 이 유사한 CTE 값은 열 팽창으로 인한 오차를 줄이고 측정 정확성을 높이는 데 도움이 됩니다. 낮은 위치 노이즈 (10 nm RMS 미만의 지터)와 $\pm 40 \text{ nm}$ 에 불과한 낮은 SDE (Sub-Divisional Error, 눈금 간격 내 오차) 덕분에 뛰어난 엔코더 피드백이 제공되어, 더 매끄러운 속도 제어가 가능하고 위치 안정성이 최고 수준으로 유지됩니다.

그림 1에 보이는 것처럼 밀봉된 판독 헤드에 내장된 초소형 초고속 디지털 카메라가 싱글 트랙, 파인 피치 (30 μm) 옵티컬 스케일을 판독하여 더 강력한 이물 내성을 제공합니다. 판독 헤드가 접촉 없이 스케일 위를 움직이므로 접촉 가이드 메커니즘과 민감한 롤러 베어링 및 스프링이 있는 기존의 엔코더 설계보다 훨씬 더 우수한 성능을 제공합니다.

내부에 움직이거나 미끄러지는 부품이 없어 마모 걱정이 없으며 스케일 파손 위험이 최소화되고 신뢰성이 개선되어 시스템 수명이 증가합니다.

또한 기계적 접촉 설계와 관련된 히스테리시스와 백래시오차 (그림 2 참조) 가 감소해 공작물 표면 마감과 형태가 개선됩니다.



FORTiS-N 판독 헤드



FORTiS-S 판독 헤드

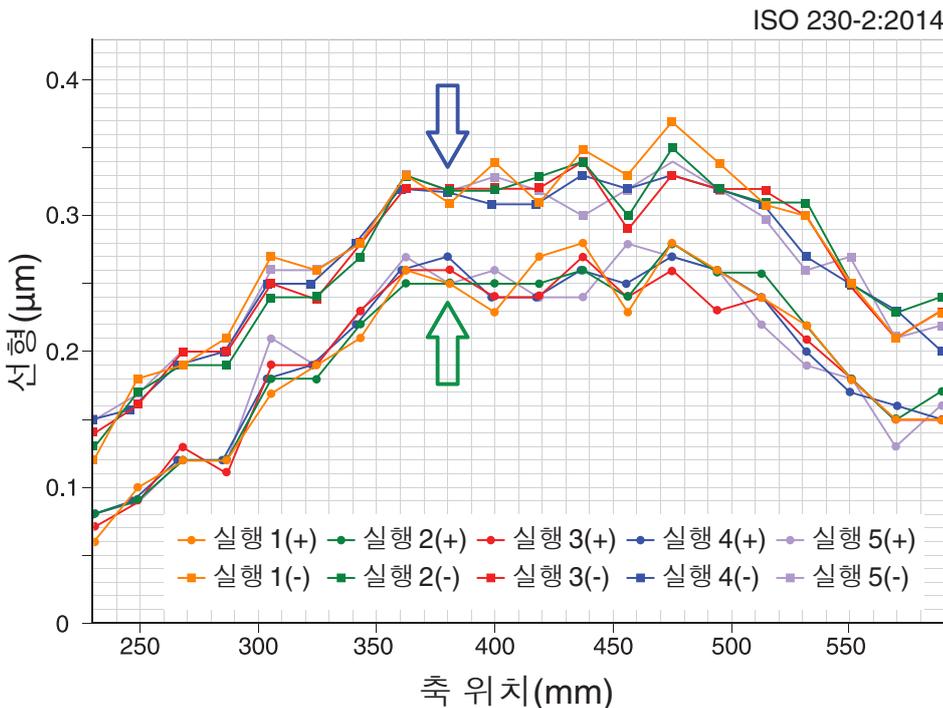


그림 2. 다섯 번의 실행 실행 후 양수 (정방향) 및 음수 (역방향) 방향의 FORTiS 엔코더 히스테리시스 오차.

획기적인 판독 헤드 설계

Renishaw의 엔지니어들은 진동이 리니어 밀폐형 엔코더에 미치는 효과에 많은 관심을 가져 왔습니다. 기존의 접촉식 엔코더는 강성이 특히 높은 자재의 가공, 간헐적 절삭, 점진적 기계 마모 같은 특정한 조건에서 진동 효과에 취약한 것으로 알려져 있습니다. FORTIS-S 및 FORTIS-N 모델의 비접촉식 판독 헤드의 경우 동조 질량 감쇠 기술이 적용되어 동급 최고 수준의 진동 내성을 자랑합니다. 엔코더의 공진 주파수에서 장시간 동안 30g 이상의 테스트를 거친 두 FORTIS 엔코더 모델은 동일한 수준의 진동 내성 성능을 제공하며, 동일한 수준의 까다로운 조건을 견뎌낼 수 있습니다. 또한 그림 3에 보이는 것처럼 밀봉된 판독 헤드 본체가 엔코더 하우징이 침수되는 상황이 발생했을 때 엔코더에 액체가 유입되지 않도록 보호하므로 현장에서 청소를 진행하고 '기계 작동 중단' 상태를 보다 빠르게 복구할 수 있습니다.

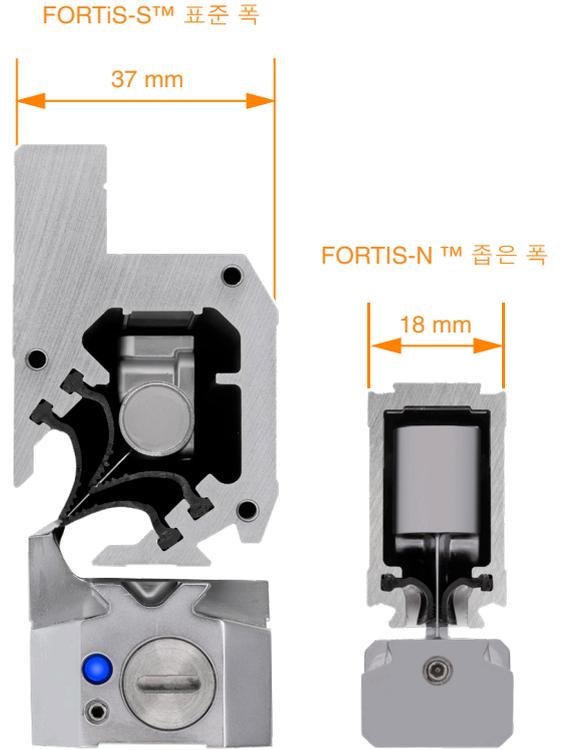


그림 3. 비접촉식 판독 헤드의 방향을 보여 주는 FORTIS-S 및 FORTIS-N 압출부의 수직 단면



그림 4a. FORTIS-N의 측면도.



그림 4b. FORTIS-S 엔코더의 측면도.

애플리케이션 노트: FORTIS™ 밀폐형 엔코더로 공장 기계 설계자들의 설계 범위 확장

더 간단하고 빠른 설치

기계에 엔코더를 설치하는 데 필요한 시간과 노력을 최소화하는 것은 굉장히 중요합니다. 기존의 밀폐형 엔코더와 다르게 FORTIS 엔코더의 설치 프로세스는 다이얼 게이지와 별도의 기기 진단 장비에 의존하지 않습니다. Renishaw의 특허 받은 셋업 LED와 정교하게 설계된 설치 액세서리가 제공하는 직관적인 절차를 통해 한 번에 올바른 설치가 가능하며, 협소한 곳에서도 일반적인 다른 접촉식 엔코더 시스템과 비교했을 때 최대 90% 더 빠르게 설치를 마칠 수 있습니다. FORTIS 설계의 주된 이점 중 하나는 바로 셋업 LED가 신호의 세기를 나타낸다는 것인데, 최대 신호 세기를 나타내는 파란색 LED를 통해 축이 이동할 때 엔코더의 본체와 판독 헤드가 올바르게 정렬되어 있는지 확인할 수도 있습니다.

기계 조립 작업자는 이 간단한 설치 방법을 활용하여 리니어 엔코더를 설치할 수 있으며, 따라서 공장 전반의 생산 흐름이 개선되고 고도로 숙련된 기술자가 다른 작업을 수행할 수 있습니다.

향상된 기능을 위해, 설치 담당자는 표준 USB 커넥터를 통해 고급 진단 도구 (ADTa-100)를 Renishaw의 ADT View 소프트웨어가 실행되는 PC에 연결할 수 있습니다. 이 도구는 축 길이를 따른 신호 세기와 같은 주요 엔코더 성능 매개변수를 포함하여 고급 진단 정보가 표시되는 사용자 친화적인 그래픽 인터페이스를 제공합니다. 영구적인 설치 데이터 기록을 저장할 수 있어 공작 기계 제조업체와 최종 사용자 모두 신뢰를 가질 수 있습니다.

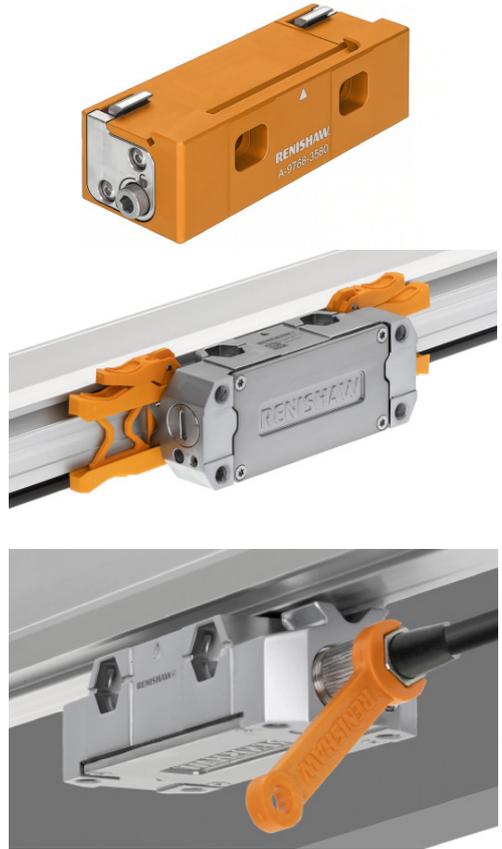


그림 5. 설치 액세서리 샘플 (FORTIS-S)



그림 6. ADT View 소프트웨어 인터페이스

에너지 절약 및 운영 비용 절감

열악한 조건에서 5년을 시뮬레이션한 가속 수명 테스트를 통해 Renishaw 는 고급 DuraSeal™ 립 씰을 개발하고 개선할 수 있었습니다. 마모 및 공작 기계 운항제에 대한 저항성이 뛰어나고 밀봉이 탁월할 뿐 아니라 공기 퍼지를 함께 사용할 경우 최대 IP64까지 유입 보호 기능을 제공합니다. 이 씰 설계는 기계 가동 시간을 증가시켜 줄 뿐만 아니라 에어 퍼지 시스템의 공기 누출을 최대 70% 까지 줄여 주므로 결과적으로 운영 비용과 탄소 배출량이 감소하고 필터 수명이 연장됩니다.

미세한 철 조각을 활용하여 DuraSeal 립 씰에 대한 수명 주기 마모 테스트를 수행하였으며, 마모를 극대화하기 위해 접촉면에 카바이드 그릿을 의도적으로 추가했습니다. 1,400 만 번의 사이클 후에도 립 씰은 경미하게 마모되었을 뿐 완벽하게 작동하였는데, 이로써 엔코더의 지속 가능성이 뛰어나 엔코더가 굉장히 거친 연마재에 노출되는 연삭 등의 분야에서 이러한 엔코더를 장기간 사용할 수 있다는 사실이 입증되었습니다.

FORTiS 밀폐형 리니어 엔코더 제품군은 이러한 설계 혁신을 통해 공작 기계 제조업체와 최종 사용자 고객을 대상으로 성능과 운영 측면에서 주요한 기술적 및 상업적 이점을 제공합니다.

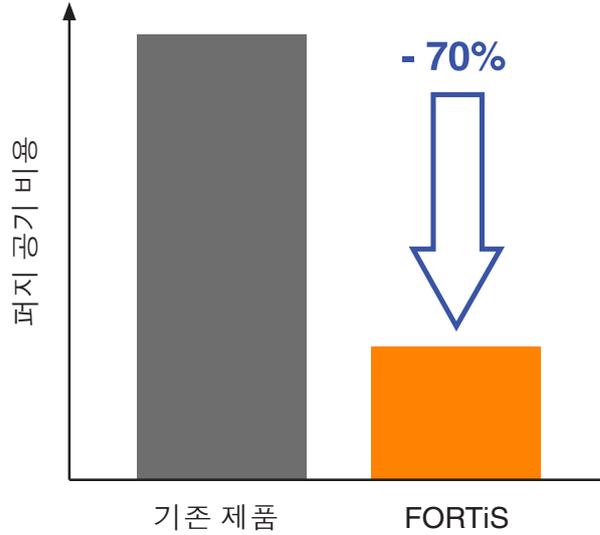


그림 7. FORTiS 엔코더와 기존의 밀폐형 엔코더 간의 퍼지 에어 비용 비교.



www.renishaw.co.kr/fortis

#renishaw

+82 (0)2 2108 2830

korea@renishaw.com

© 2024 Renishaw plc. All rights reserved. RENISHAW®와 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 등록 상표입니다. Renishaw plc. 영국과 웨일스에 등록됨. 기업 번호: 1106260.

등록된 사무소: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK.

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



품목 번호: PD-6517-9044-01-B