

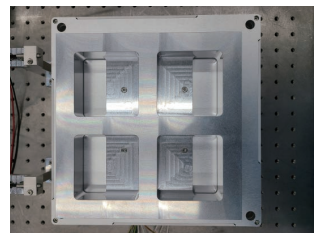


nm급 초고진공용 초정밀 스테이지 기술

연구자: 강동우, 김현창, 김경록, 김재영
소속: 이차전지장비연구실 ☎ 042-868-7187

기술 개요

- 유연기구(Flexure)와 피에조 구동기(Piezoelectric Actuator)를 이용해 나노미터 반복정밀도의 정렬 및 정속 스캐닝이 가능한 다자유도 이송장치 기술



〈피에조 기반 다자유도 스테이지〉

고객 · 시장

- 반도체 제조 및 검사 장비
- 고진공 이상의 초정밀 이송장치
- 초정밀 현미경
- 항공/우주 정밀 정렬 장치
- 나노미터급 정밀도 자동화 솔루션
- 고정밀 제어가 필요한 국방 관련 장비
- 바이오 산업의 정밀 제조 및 측정/검사 장비

기존 기술의 문제점 또는 본 기술의 필요성

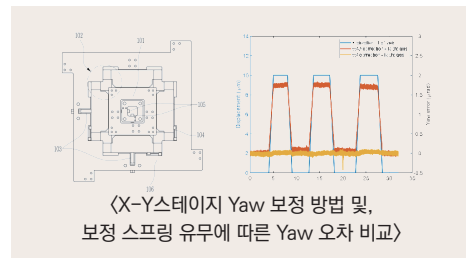
- 통상적인 구름 베어링 기반의 스테이지는 마찰 등의 외란으로 구현 가능한 반복능이 제한됨($0.1\sim 1\mu\text{m}$ 수준)
- X-Y 스테이지를 이동 시, X축 혹은 Y축 방향으로 선형 변위뿐만 아니라 회전 변위도 발생하며, 발생한 회전 변위 오차로 정밀한 선형 이동이 어려우며, 스테이지 이동 시 공차 발생으로 의도된 방향 외의 힘으로 인하여 모터 등 구조에 부하 발생함. 이러한 변위 및 공차로 인해 전체 공정의 효율 및 성능이 저하될 수 있음
- 초고진공 등의 특수 환경에서 사용 가능한 nm급 스테이지 기술이 제한적이며, 고가의 비용이 소모됨

기술의 차별성

- 탄성 변형 베어링을 채용해 마찰 외란을 원천적으로 배제함으로써 nm 분해능 및 반복능 구현 가능
- 피에조스택과 피에조모터를 이용한 nm급 정밀도 다자유도 이송 구현 및 요구성능 맞춤형 최적 설계/제어 가능
- 이동 후 센서를 이용해 회전값을 측정, 측정된 값을 통해 회전 변위를 보정함으로써 X-Y 스테이지 정밀 이동 가능하며, 부가 구동기 없이 Yaw 오차를 제거하여 비용 효율화(상용 $10\sim 50\mu\text{rad}$ → 개발품 $0.1\mu\text{rad}$)
- Z축 및 Tilt 가이드를 통해 공차로 인해 발생하는 장치 부하를 감소시켜 더욱 정밀한 제어가 가능

기술의 우수성

- 광학 검사, 레이저 커팅/마킹, 산업 측정 기술, 현미경 검사에 필요한 높은 정확도와 안정성 제공
- 본체 이동 시 센서를 이용해 측정된 회전 변위로부터 보정할 회전 강성값을 계산하고, 이를 이용해 X-Y 스테이지의 선형 이동 동작에서 발생하는 회전 변위를 효과적으로 보정함



〈X-Y스테이지 Yaw 보정 방법 및,
보정 스프링 유무에 따른 Yaw 오차 비교〉

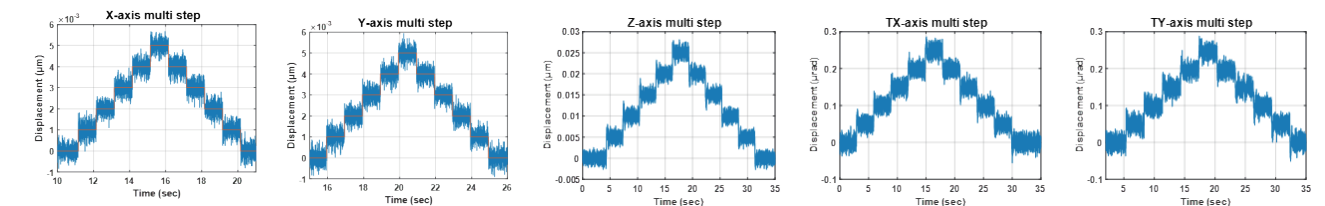
기술완성도(TRL)



희망 파트너십



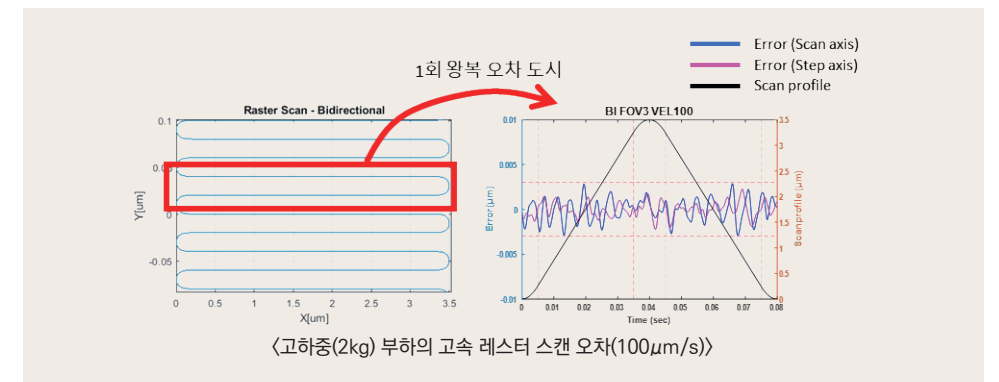
- 테스트용 개발자 GUI 및 간단한 사용자 GUI 제공을 통해 사용자가 손쉽게 활용 가능하며, 사용자 맞춤 SW 개발에 활용 가능
- 10^{-8} Torr 이하의 초고진공 등의 특수환경에서 nm급 초정밀 구동 성능 구현 가능
- nm급 이송 분해능 및 반복능 구현



〈X, Y 방향 5nm 분해능 페루프 제어 성능〉

〈Z, Tilt 방향 5nm/0.05 μrad 분해능 페루프 제어 성능〉

- 제어 파라미터 최적화, 학습 알고리즘을 적용한 동적 추종 성능 향상을 바탕으로 3nm 이하 정속 추종 제어 성능 확보



〈고하중(2kg) 부하의 고속 레스터 스캔 오차(100 $\mu\text{m/s}$)〉

지식재산권 현황

특허

- X-Y 스테이지 요 보정 방법(KR2458515)
- 마스크 정렬을 위한 Z/Tilt 스테이지 및 제어 시스템(KR2548949)

노하우

- 대면적/고하중 시료의 피에조 기반 nm급 분해능 다자유도 스테이지 설계 기술
- 다자유도 스테이지의 nm급 분해능의 제어 기술
- 초고진공 환경용 스테이지 설계 및 제작 기술
- 제어 SW 및 UI 개발 기술