

# 미세진동제어를 고려한 초정밀 위치 결정 기술 개발 Technical Development for Ultra-Precision Position Control Considering Micro Vibration Control

\*#김철호<sup>1</sup>, 강성복<sup>1</sup>, 윤주성<sup>1</sup>, 정안목<sup>1</sup>

\*#C. H. Kim(cheolho@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, S. B. Kang<sup>1</sup>, J. S. Yoon<sup>1</sup>, A. M. Jeong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원

Key words : Ultra-Precision, Positioning, Fine-Vibration, Control, Stage

## 1. 서론

초정밀 위치결정기술은 가공 또는 검사 대상물을 원하는 경로를 거쳐 목표로 하는 위치까지 정확히 이동시켜 주는 기술로서 정밀베어링, 이송기구, 모터, 피드백 센서 등의 하드웨어 설계 및 제작 기술과 제어, 측정, 보정 등의 소프트웨어기술의 조합을 통해 장비 상에서 요구되는 정밀도, 이송속도, 강성 등을 구현하는 통합형 기술이다. 이러한 초정밀 위치결정기술은 반도체장비, 디스플레이장비, 그린수송장비, LED 장비, 바이오 및 의료장비 등 신성장동력 생산장비 대부분과 밀접한 연관을 가지며, 하나의 장비에 복수 축의 직선, 회전 이송계를 적용함으로써 장비의 최종 정밀도와 생산성을 결정하여 구조 및 성능 설계를 위해 매우 중요한 기술이다

초정밀 위치결정기술은 이제까지 초정밀 스테이지 기술만으로도 그 정밀도와 생산성을 만족하였지만, 현재 요구되는 생산 정밀도를 실현하기 위해서는 외부와 내부에서 발생하는 미세 진동을 제어하는 기술이 반드시 필요하며, 따라서 초정밀 위치결정기술의 핵심은 미세 진동 제어기술을 포함한 초정밀 스테이지 기술로 정의될 수 있으며 이들의 시스템 통합 또한 중요한 이슈 중 하나이다. 본 논문에서는 초정밀 위치결정기술의 핵심인 1) 초정밀 스테이지기술과 2) 미세진동 제어기술에 대해 소개하고자 한다.

## 2. 초정밀 스테이지 개념 및 세부기술

본 연구에서의 초정밀 스테이지는 Fig. 1 에서와 같이 이송거리와 정밀도에 따라 세 가지로 구분할 수 있다. LCD/LED/OLED 스테이지의 경우 최대 2 ~ 3 m 의 이송거리와 um 단위의 정밀도를 가지며, 반도체 스테이지의 경우 최대 300~500 mm 의 이송거리와 0.1 um 단위의 정밀도 그리고 바이오 스테이지의 경우 최대 50 mm 의 이송거리와 10 nm 단위의 정밀도를 가지고 있다.

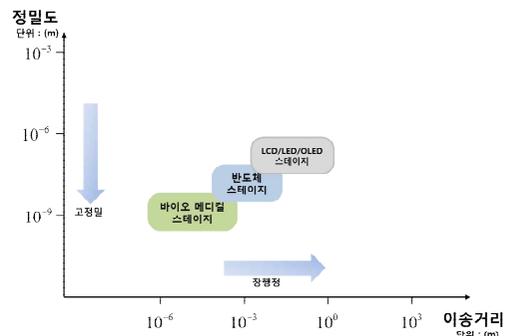


Fig. 1 Classification of ultra-precision stages

초정밀 스테이지기술은 오차를 실시간으로 보상하여 고속, 고정밀 모션 달성을 통해 초정밀 생산·가공·검사를 수행하기 위해 Fig. 2 와 같이 1) 스테이지 구조해석 기술, 2) 오차 보상 기술, 3) 스테이지 설계 및 제작 기술, 4) 스테이지 제어 기술, 5) 미세진동 제어 기술과 같은 세부 기술을 포함한다.

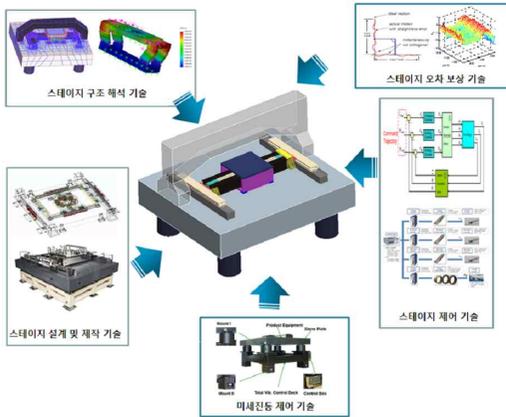


Fig. 2 Ultra-precision stage technology based on micro vibration control

### 3. 미세 진동 제어 기술

일반적으로 미세 진동이 이슈가 되는 환경에서는 클린룸의 바닥에 흡진재를 충전하고 무거운 정반위에 장비를 설치하며 이를 에어 마운트 이용하여 진동을 차단하여 설치한다. 이런 조건에서는 고주파의 진동은 효율적으로 차단할 수 있으나 설비 자체적으로 가지고 있는 저주파 공진이 발생하게 되는데 이 진동 발생 시 에어 마운트가 불안정해지는 단점이 있다.

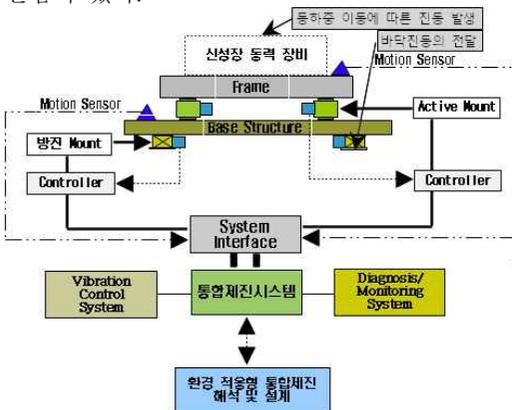


Fig. 3 Micro Vibration Control Technology

이러한 문제를 해결하기 위해서는 정밀 가공/생산 장비의 진동을 제거하기 위하여 생산 장비에 전달되는 외부 진동원, 즉

상존하는 지각 진동 및 주변 장치의 움직임으로부터 발생하는 진동과 장비 내 구동부의 운동에 따른 내부 진동 원으로부터 발생하는 진동을 차단 및 제어하는 복합적인 기능을 갖는 Fig.3 과 같은 통합제진 시스템이 필요하다.

미세 진동 제어 기술은 Fab. 내의 배관, 송풍기 등의 설비에 의하여 발생하는 중고주파 진동은 수동형 제진기를 이용하여 장비로 전달되는 것을 차단하는 기술과 구조물 고유 진동이나 장비 자체의 강체 거동의 고유 모드 같은 낮은 주파수의 진동은 능동형 혹은 반능동형을 이용하여 제거 할 수 있는 기술을 포함한다. 세부적으로는 1) 하이브리드 진동 저감 장치 개발, 2) 다축 배열 및 제어를 위한 통합 제어 알고리즘 개발, 3) 최적 진동 제어를 위한 System Integration, 4) 빠른 오차 보정 기술의 적용을 위한 미세 진동 제어 연동 기술 개발이 필요하다.

### 4. 결론

본 연구에서는 미세진동 제어 기반 초정밀 위치결정 기술의 핵심 요소인 초정밀 스테이지 기술과 미세진동 제어 기술에 대한 개념과 요소기술에 대하여 다루었다. 초정밀 스테이지 기술 개발에 따라 FPD 생산 산업 전반에 걸친 모든 분야의 요소 기술의 성장이 가능하며, 미세진동제어 기술을 통해 IT 핵심 부품 생산 시 각 장비의 진동에 대한 영향이 최소화함으로써 현재까지 구현하지 못한 미세 공정 개발이 가능해 질 것으로 기대된다.

### 후기

본 연구는 지식경제부의 신성장동력 장비 경쟁력 강화사업인 ‘미세진동 제어를 고려한 초정밀 위치 결정 기술 개발’ 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.