

데드존 보상기를 이용한 2축 초음파 리니어 모터 시스템 제어

2D-Ultrasonic linear motor system control using DeadZone compensation

*이동진¹, #이선규¹

*D. J. Lee¹, #S. K. Lee(skyee@gist.ac.kr)¹

¹광주과학기술원 기전공학부

Key words : Ultrasonic linear motor, Dead Zone

1. 서론

기존 산업에서 이용되는 볼스크류 스테이지는 backlash, stick-slip 등으로 인해 콘스트로크에서 고정밀도를 구현하기 어렵기 때문에 [1]-[3], SPM, STM, 광정렬스테이지 등 고정밀도의 특성을 원하는 분야에서 사용되기 어렵다. 그러므로 새로운 대안으로 초음파 모터가 제시 되었다. 초음파 모터는 고강성, 응답성, 고정밀도 등의 장점을 가지며, 21 세기 첨단 산업분야에 다양히 활용되고 있다.

본 논문에서는 초음파 리니어 모터 시스템으로 구성된 2 축 스테이지를 NCTF 제어기법과 데드존 보상기를 이용하여 초정밀제어성능을 구현한다.

2. 실험장치구성

초음파모터의 최대 진동점의 진동형태를 타원으로 만들기 위해 3 차 진동모드(종진동), 6 차 진동모드(횡진동)을 선택하여 조합한다. 이를 실제 구현하기 위해, 극화 방향(Polarization direction)이 다른 PZT 를 진동모드의 방향에 따라 배열하였다. 그리고, 시뮬레이션과 실제 실험을 통해 측정된 최대 진동지점에 구동을 위한 세라믹 팁을 부착한다.

상판과 하판에 사용한 초음파 리니어 모터의 공진 주파수는 각각 30.55kHz 와 31.34kHz 이다. 이는, 상판과 하판의 모터가 각 모터의 공진주파수 영향에 최소화하기 위해 예압조절, 외부 인덕터 연결등을 통해 약 1kHz 차이를 둔다.

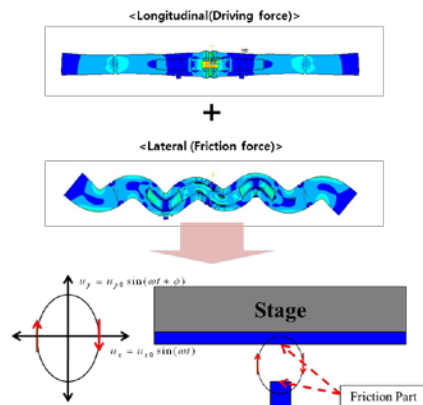


Fig 1. Basic principle of Ultrasonic motor



Fig 2. 2D Ultrasonic linear motor system

3. 제어모델 및 보상기

초음파 리니어 모터는 마찰력, 기압변화에 따른 영향이 크므로, 이에 따른 수학적 모델이 복잡하다. 그러므로, 수학적 모델이 필요하지 않고 불감대역 변화와 같은 비선형 특성을 보상한 NCTF 제어기를 사용한다. 그리고, 초음파 모터와 같이 구동력과 마찰력이 거의 동시에 발생하는 시스템의 경우, 마찰력 등에 의해 발생 되는 데드존의 영향이 제어성능에 미치는 영향이 커진다. 그러므로 데드존이 발생하는 시점에 오프셋값을 설정함으로써, 데드존을 보상한다. [4]

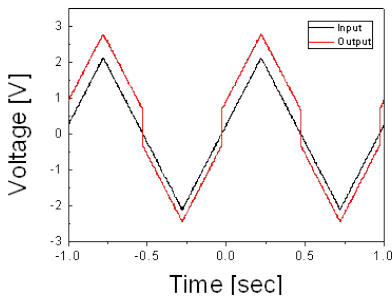


Fig. 3 DeadZone in Ultrasonic motor system

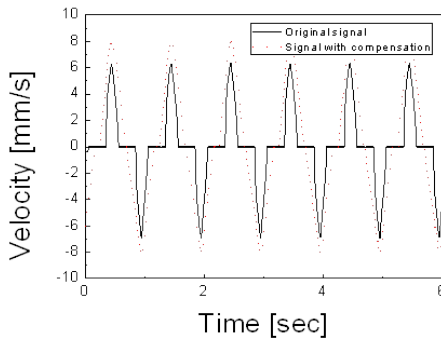


Fig. 4 DeadZone compensation

4. 결론

본 연구를 통해 각종 첨단 산업 분야에서 사용되는 초정밀급의 초음파 모터 시스템을 연구 개발하였다. 특히, 초음파 모터 제어를 위해, 최적화된 제어기법인 NCTF 제어와 문제시된 데드존을 보상함으로써, 나노미터 급의 오차를 가지는 시스템을 구현하였다.

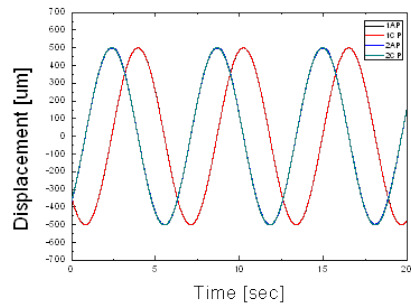


Fig. 5 Experimental result of Continuous control

이를 통해 반도체 리소그래피 장비 및 웨이퍼 검사장비등의 차세대 핵심장비의 신기술 분야에 응용가능하다.

후기

본 논문은 광주과학기술원의 재원인 기본연구사업의 지원, 정부(교육과학기술부)의 재원으로 국가 지정연구실사업(no.20120006271) 과 기초연구사업(no.2012044089), 기계정밀도 시뮬레이션 플랫폼 기술 개발 과제로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Ro PI, Hubbel PI., "Nonlinear micro-dynamic behavior of a ball screw driven precision slide system," Precision Engineering, **14**,229-236,1992.
 2. Steinmetz CR., "Sub-micron position measurement and control on precision machine tools with laser interferometer," Precision Engineering,**12**,12-24,1990.
 3. Takafuji K, Nakashima K., "Stiffness of a ball screw with consideration of deformation of the screw, nut and screw thread (preloaded double nut)," JSME International Journal Series 3, Vibration, control engineering, engineering for industry,**33**,620-626,1990.
- W.S. Kim, D.J. Yun, S.K. Lee, "Influence of a high vacuum on the precise positioning using ultrasonic linear motor," Rev. Sci. Instrum,**82**,015112-1~10,2011