

상반력에 의해 구동되는 압전 스테이지 A Piezo Stage Driven by Antagonistic Forces

*#최기봉¹, 임형준¹, 박수연¹, 이성취², 알렉세이¹, 신은주¹

*K.-B. Choi¹(kbchoi@kimm.re.kr), H. J. Lim¹, S. Y. Park¹, S. H. Lee², A.-D. Ten¹, E. J. Shin¹

¹한국기계연구원 나노융합기계연구본부, ²한국기계연구원 첨단생산장비연구본부

Key words : Piezo actuator, Piezo stage, Antagonistic force

1. 서론

압전 액추에이터는 큰 힘과 빠른 동특성 및 고정밀 위치결정 능력으로 인하여 초정밀 스테이지 또는 스캐너에 응용이 활발히 되고 있다.^{1,4} 압전 스테이지는 탄성힌지 메커니즘에 의해 운동을 안내하며 압전 액추에이터에 의해 구동된다. 특히 스테이지를 구동할 때는 큰 힘을 위해 적층형 압전소자를 액추에이터로 이용하고 있다. 적층형 압전소자를 이용한 액추에이터의 단점으로서 단방향 (Unipolar) 구동을 들 수 있다. 즉 압전 액추에이터에 역전압을 인가하면 극(pole)의 방향이 역전되며, 변위가 더 이상 감소하지 않고 다시 증가한다. 따라서 양방향 (Bipolar) 구동은 불가능하다. 또한 압전 스테이지에서는 압전 액추에이터의 추력만을 이용한다. 따라서 압전 액추에이터에 전압을 인가하면 변위가 발생함과 동시에 추력이 발생하며, 이 추력이 탄성힌지 메커니즘을 변형시켜 스테이지를 구동한다. 그러나, 인가된 전압을 감소시키면, 압전 액추에이터의 힘에 의해 위치가 복원되는 것이 아니라 변형된 탄성힌지 메커니즘의 복원력에 의해 스테이지의 복원된다. 따라서 압전 액추에이터에 의해 추력을 발생시킬 때는 압전 액추에이터와 탄성힌지 메커니즘의 강성이 동특성에 영향을 주나, 복원될 때에는 탄성힌지 메커니즘만의 강성이 동특성에 영향을 주어 비대칭적인 동특성을 갖는다.

양방향 구동을 위해서는 다음 2 가지 방법을 고려할 수 있다. 하나는 압전 액추에이터 구동 범위의 중간점을 원점으로 정하여 구동하는 방법과 다른 하나는 구동방향과 역방향으로 작용하도록 압전 액추에이터를 배치하여 서로 상반력에 의해 구동하는 방법이다. 전자에 비

해 후자는 더 복잡한 구조를 가지나 기구적으로 원점이 결정되며, 양 방향으로 구동될 때 압전 액추에이터의 추력과 인력이 대칭적으로 작용하고, 전자에 비해 더 큰 구동범위를 갖는 장점이 있다.

본 연구에서는 상반력에 의해 구동될 수 있는 압전 스테이지용 탄성힌지 메커니즘을 제안하고 설계하여 스테이지의 양방향 구동을 실험적으로 증명하고자 한다.

2. 상반력 구동용 탄성힌지 메커니즘

상반력 구동을 위해서 Fig. 1 과 같은 구조의 탄성힌지 메커니즘을 고려했다. 여기서, 양쪽에 피에조 액추에이터에 의해 구동되는 동일한 구조의 변위확대 메커니즘이 각각 배치되어 중앙의 구동용 플랫폼을 양 방향으로 구동한다.



Fig. 1 Piezo stage driven by antagonistic piezo forces

각각의 피에조 액추에이터는 추력을 발생시키며 변위확대 메커니즘을 통하여 중앙의 구동용 플랫폼을 당긴다. 두 피에조 액추에이터에서 동일한 힘이 발생되면 구동용 플랫폼은 정지하고, 힘의 차이가 발생되면 구동용 플랫폼은 발생힘이 큰 쪽으로 이동한다.

3. 실험

설계된 압전스테이지로 양방향 구동을 실험적으로 조사하였으며 실험 결과는 Fig. 2 와 같다. 그림에서와 같이 영점을 기준으로 약 $\pm 150 \mu\text{m}$ 의 변위가 발생하였다.

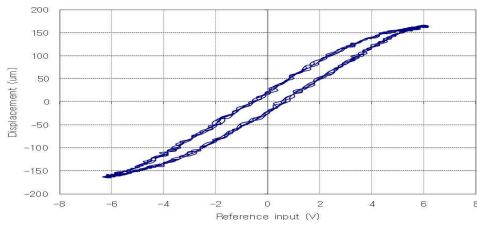


Fig. 2 Operational range of the proposed piezo stage

4. 결론

본 연구에서는 양방향 구동이 가능하도록 상반력이 인가되는 압전 스테이지용 탄성 메커니즘을 제안하고 실험적으로 그 성능을 증명하였다.

참고문헌

1. S. Polit, J. Dong, "Design of high-bandwidth high-precision flexure-based nanopositioning modules," *J. of Manufacturing Systems*, **28**, 71-77, 2009.
2. K.-B. Choi, J. J. Lee, S. Hata, "A piezo-driven compliant stage with double mechanical amplification mechanisms arranged in parallel," *Sensors and Actuators A*, **161**, 173-181, 2010.
3. K.-B. Choi, D.-H. Kim, "A monolithic parallel linear compliant mechanism for two axes ultraprecision linear motion," *Review of Scientific Instruments*, **77**, 065106, 2006.
4. K.-B. Choi, C. S. Han, "Optimal design of a compliant mechanism with circular notch flexure hinges," *J. Mechanical Engineering Science-Part C*, **221**, 385-392, 2007.