

마찰 구동형 압전 액츄에이터를 적용한 진동보정장치의 동특성 실험

Dynamic Characteristic of Vibration Compensation using Piezoelectric Driven Stick-Slip Actuators

곽동기† · 배재성* · 황재혁**

Dong-Gi Kwag, Jae-Sung Bae and Jai-Hyuk Hwang

1. 서 론

최근 반도체 제조장치, 초정밀 공작기계, 휴대폰, PDA, 디지털 카메라 등의 분야에서 끊임없이 고정도, 정밀화가 요구되고 있다. 이에 따른 전자기기, 광학기기의 경박 소형화 및 고기능화에 따라 다양한 액츄에이터의 연구가 활발히 진행 중이다. 그중 대표적으로 압전소자를 이용한 초음파 압전모터가 있다. 초음파 압전 모터는 일반적으로 전자기 모터에 비해 매우 높은 위치 정밀도를 가지며, 크기에 비해 발생력이 크고, 자기장에 대한 영향을 받지 않으며, 정지상태에서 별도의 제동장치가 필요하지 않는 등 정밀 전자 기기 및 기계 장치에 응용하기에 적합한 장점을 갖고 있다[1-3].

따라서 본 논문에서는 마찰 구동형 압전 액츄에이터를 적용한 진동보정장치의 동특성을 알아보고, 현 시스템에 적합한 초음파 압전 모터에 인가되는 Frequency, Duty Ratio, Input Voltage 등의 성능변수를 알아보고, 성능 변수간의 영향에 대해 실험을 통해서 분석하고자 한다.

2. 초음파 압전 액츄에이터의 작동원리

마찰구동형 압전 액츄에이터는 압전 세라믹과 탄성체가 결합된 형태로 공진형이다. 원형 압전세라믹을 탄성체를 중심으로 양쪽으로 결합시킨 Bimorph이며, 압전체에 인가되는 Voltage, Frequency, Duty Ratio 등에 따라 굴곡 운동을 하게 된다. 이러한 굴곡운동은 압전체와 연결된 rod로 전달이 되어 rod와 연결된 이동자(moving part)는 움직이게 된다. 압전 세라믹의 Bending motion에 의한 이동자(moving part)의 움직이는 원리는 Fig.1와 같다. 이동자가 원활하게 움직이기 위해서는 rod와 slider의 접촉면에서의 마찰력에 의해 Stick & Slip 현상이 이루어 져야 한다.

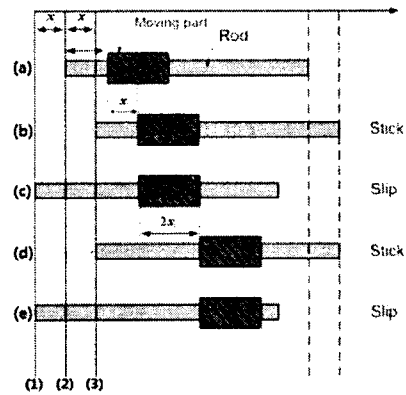


Fig. 1 Inertia Sliding Principle

3. 실험

3.1 실험장치 구성

진동보정장치 모듈에 사용된 구동기는 Piezo-tech사의 마찰 구동형 초음파 선형 압전 액츄에이터를 사용하고 있다. 압전 액츄에이터에 의한 이동자(moving part)의 움직임을 측정하기 위해서 Laser Displacement Sensor(KEYENCE, model : LK-G155)이며 분해능은 $0.5\mu m$ 이다. 또한 DAS를 구성하기 위해서 LabView - FPGA Module와 cRio-9004 model를 사용하였으며, 압전 모터에 인가되는 frequency, duty ratio 조정이 가능하게 프로그램을 작성하였다.

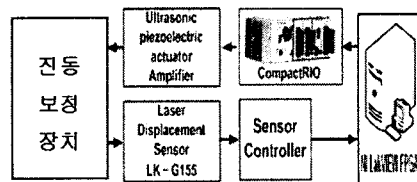


Fig. 2 Schematic of experimental setup

† 교신저자; 한국항공대학교 항공우주및기계공학과
E-mail : redsky@kau.ac.kr
Tel : (02) 3159-0406

* 한국항공대학교 항공우주및기계공학과

** 한국항공대학교 항공우주및기계공학과

3.2 실험 결과

진동보정장치 모듈의 동특성을 파악하기 위해서 본 연구에서는 Frequency Range : 60 ~ 70KHz, duty ratio : 15 ~ 35% 에서 실험을 수행하였다. 초음파 압전 액추에이터는 duty ratio 50%를 기준으로 정·역 방향이 바뀌며, 마찰면의 차이가 있지만 속도 특성은 비슷하기 때문에 정방향의 속도 결과만을 언급하기로 한다. 또한 rod와 slider 접촉면에서의 마찰력은 마찰재와 긴밀한 관계를 가지기 때문에 본 연구에서는 slider의 재질은 Mg, PPS를 사용하였다.

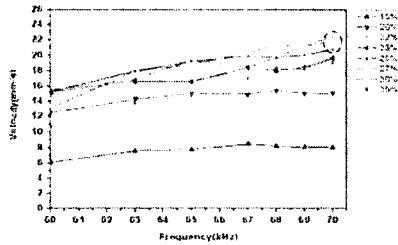
Fig. 3는 재질에 따른 input voltage에 따른 frequency와 duty ratio에 따른 이동자의 속도를 나타낸 그래프이다. 실험 결과 frequency 65 → 67KHz로 증가에 따른 속도 증가 폭이 상대적으로 커지며, 특정 영역에서 slider 재질이 중요한 변수로 작용함을 알 수 있다.

4. 결론

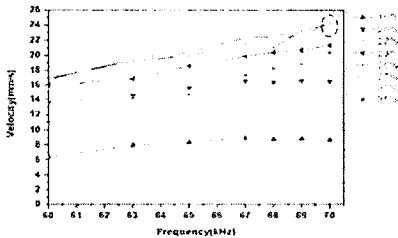
진동보정장치에 사용된 구동기는 기존의 전자기 모터가 아닌 마찰 구동형 초음파 선형 압전 액추에이터를 사용하였으며, 실험을 통해서 액추에이터의 성능에 미치는 변수를 알아보았다. 본 연구를 통해서 적절한 frequency를 인가한 상태에서 duty ratio(%)는 초음파 선형 압전 액추에이터를 구동하는데 있어 중요한 변수이고, 27%에서 sliding효과가 가장 잘 우수한 성능이 나왔다. 또한 손 떨림 방지 모듈의 slider 재질은 rod의 표면 마찰력(surface friction)과 관련된 중요 인자이므로 설계시 반드시 고려해야 한다.

후 기

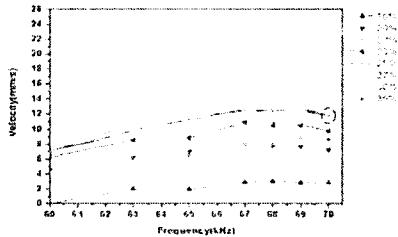
이 논문은 2007년도 STW의 지원 아래 수행한 결과이며, 관계자에게 감사드립니다.



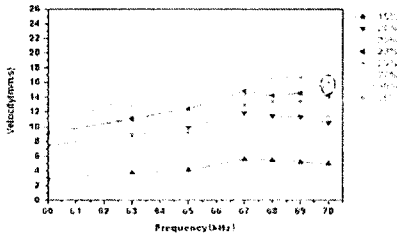
(a) Input Voltage 28V - Mg



(b) Input Voltage 30V - Mg



(c) Input Voltage 28V - PPS



(d) Input Voltage 30V - PPS

Fig. 3 The velocity according to a frequency, duty ratio of the moving part