

Chevron형의 열구동기가 집적화된 대변형 XY-마이크로스테이지

Large-displacement XY-microstage driven by chevron-type thermal actuators

*최영수¹, #이동원²

*Y. S. Choi¹, #D. W. Lee(mems@jnu.ac.kr)²

¹전남대학교 기계공학과대학원, ²전남대학교 기계시스템공학부

Key words : XY-microstage, Thermal actuator, Chevron-type, Piezoresistive sensor

1. 서론

1990년 초에 처음으로 마이크로머시닝기술을 이용하여 XY-마이크로스테이지가 제작된 이래로 SPM 기반의 데이터 저장장치, 광학시스템 등 다양한 분야에 널리 사용되고 있다[1]. 최근에 XY-마이크로스테이지는 구동변위의 증가를 위한 스테이지의 최적화 설계, 구동 정확도 향상, 다축 구동 등을 목표로 연구가 집중되고 있다[2]. 기존에 마이크로스테이지에 많이 사용되는 정전구동기 및 압전구동기는 대변위 구동이 어렵고 구동전압이 높아 휴대용 소자 등에 활용하기 어려우며, 초정밀 가공기술을 사용하는 압전구동기는 제작단가가 상승하는 문제점이 있다[3]. 본 연구에서는 대변위 구동 및 정확한 위치조절이 가능한 마이크로스테이지를 제작하기 위해 단위면적당 대변위와 큰힘을 갖는 열구동기 기반의 XY-마이크로스테이지를 최적설계하고 제작하였으며, 온도에 영향을 받지 않는 구동기 내부에 압저항 변위센서를 집적화하여 정확한 위치조절이 가능하도록 하였다.

2. 마이크로스테이지 설계 및 제작

마이크로스테이지의 설계 및 제작을 위해 다양한 마이크로 구동기를 비교/분석하였다. 여러방식의 MEMS 기반 구동기 중 본 연구에서 적용한 열 구동 방식은 마이크로머시닝 공정을 통해서 쉽게 제작할 수 있을 뿐만 아니라, 대변위와 큰힘을 발생하기 때문에 스테이지의 구동기로 적합함을 알 수 있다[4]. 또한, 다양한 형태의 열 구동기중 two-hot arm 열 구동기는 구동효율이 우수하고 다른 열 구동기와 다르게 구동온도에 영향을 받지 않는 영역을 설계할 수 있으므로, 온도보정회로

없이 압저항 변위센서를 집적할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 two-hot arm 열구동기를 마이크로스테이지에 적용하기 위해 열구동기의 회전운동을 선형적인 병진운동으로 변환할 수 있도록 두 개의 열구동기 사이에 chevron beam을 연결한 구조를 제안한다. 이 구조의 특징은 증폭기능을 가진 chevron beam이 열구동기의 회전구동을 선형적인 병진구동으로 변환해서 마이크로스테이지가 대변위가 가능하다. XY-마이크로스테이지의 X, Y 구동을 위해 상하좌우에 위에서 제안한 구조를 위치시키고 이 구조 가운데에 플랫폼을 형성하여 플랫폼이 X축, Y축으로 구동할 수 있도록 링크빔을 이용하여 chevron beam과 플랫폼을 연결하였다. 특히 XY-마이크로스테이지 구동시 버클링현상을 방지하기 위해서 chevron beam과 플랫폼이 연결된 링크빔을 chevron beam방향으로 당기는 구조로 설계하였다. 그림1은 XY-마이크로스테이지의 개략도를 보여준다. 제안된 XY-마이크로스테이지의 구동원리는 플랫폼을 중심으로 X, Y축에 있는 열구동기에 전류가 공급되면 구동력이 chevron beam에 전달되고, chevron beam이 플랫폼을 끌어당겨 X, Y 방향으로 구동하는 방식이다. 그림 2는 MEMS 기술을 사용하여 제작된 XY-마이크로스테이지를 보여주며 크기는 9mm×9mm 이다.

3. 마이크로스테이지 실험결과

XY-마이크로스테이지의 구동 특성을 평가하기 위해 소스미터를 사용하여 열구동기에 파워를 공급하고 구동하는 스테이지의 변위를 CCD카메라가 장착된 현미경을 이용하여 측정하였다. 그림 3은 적용된 파워에 대한 XY-마이크로스테이지의

구동변위를 나타내며, 실험결과 45mW일 때 총 구동변위는 약32.2 μ m로 소비전력 대비 대변위 구동함을 알 수 있다. 다음으로 XY-마이크로스테이지의 정밀 구동을 위해 집적된 압저항 센서의 감도를 계산하였다. 그림 4는 열구동기의 변위에 대한 압저항 센서의 저항변화를 나타낸다. 실험결과 구동기 변위에 대한 압저항 센서의 저항변화는 선형적인 것을 알 수 있으며 센서의 감도는 $\ln V/\text{nm}$ 이다.

4. 결론

본 연구에서는 대변위 구동 및 정밀한 위치조절이 가능한 열구동기 기반의 XY-마이크로스테이지에 대한 연구를 수행하였다. 제안된 XY-마이크로스테이지는 45mW에서 약32.2 μ m로 구동하여 소비전력 대비 대변위 구동함을 알 수 있으며 구동기 내부에 집적된 압저항 센서는 $\ln V/\text{nm}$ 의 감도를 가져 정밀한 구동이 가능하고 스테이지를 소형화할 수 있다. 또한 버클링효과를 방지한 구조설계는 스테이지의 선형적인 구동을 가능하게 한다. 본 연구에서 제안된 XY-마이크로스테이지는 원자현미경 기반의 나노리소그래피 등에 활용될 수 있다.

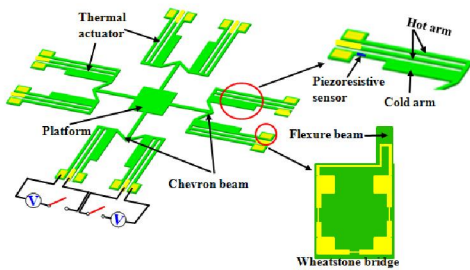


Fig1. A schematic of XY-microstage

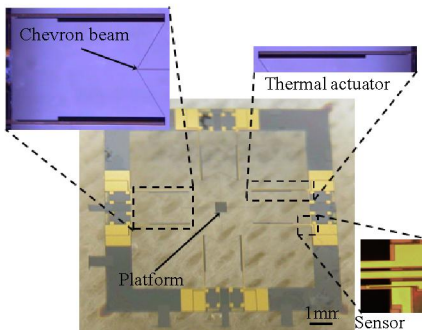


Fig2. The fabricated XY-microstage image

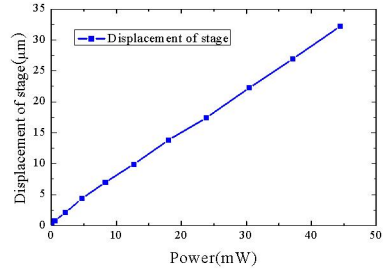


Fig3. The displacement of XY-microstage as a function of applied power

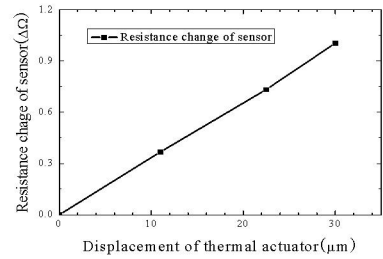


Fig4. The resistance change of piezoresistive sensor as a function of displacement of thermal actuator

후기

This work was supported by the National Research Foundation(NRF)(No.2007-0056959) and the WCU (R32-200871) program funded by the Korea government(MEST).

참고문헌

1. Li J, Zhang Q X and Liu A Q, "Advanced fiber optical switches using deep RIE (DRIE) fabrication", Sensors and Actuators A, 102, 286-295, 2003
2. Sun Yu, Piyabongkarn D, Sezen A, Nelson B J and Rajamani R, "A high-aspect-ratio two-axis electrostatic microactuator with extended travel range", Sensors and Actuators A, 102, 49-60, 2002
3. Kim C-H and Kim Y-K, "Integration of a micro lens on a micro XY-stage", Proc. SPIE-Int. Soc. Opt. Eng., 3892, 109-117
4. Wu C-T and Hsu W, "An electro-thermally driven micro actuator with two dimensional motion", Microsystem and Technologies, 8, 47-50, 2002