

마이크로 광부품/모듈 박판소재의 동적특성 분석기술 개발

이낙규¹, *이혜진¹, 최두선², 최석우¹

¹ 한국생산기술연구원 디지털성형공정팀, ² 한국기계연구원 지능형정밀기계연구부

Dynamic Characteristic Testing Technology of Micro Optical Thin Film Materials

*N. K. Lee¹, H. J. Lee¹, D. S. Choi², S. Choi¹

¹ Digital Production Processing & Forming Team. KITECH, ² Div. of Intelligent Precision Machine. KIMM

Key words : Micro Dynamic Testing, Micro Thin Film, Optical Material, Piezo Actuator

1. 서론

최근 전기, 전자 관련 제품들의 소형화, 저소비 전력화 추세에 맞추어 부품들이 경량화, 소형화, 고기능화 되고 있으며, 이들에 대한 수요가 급증할 것으로 예상되고 있다. 이들 초미세 부품이 핵심부품으로 사용되는 차세대 영상 장치, 광통신 부품, 각종 이·화학 실험분석 장치 등의 최첨단 장비는 고가이며 동시에 고정도성이 요구되는 부품들이므로, 이들 핵심부품에 대한 고정도성, 내구성 등을 포함한 부품의 신뢰성 평가에 관한 요구가 거세지고 있다.

초소형 부품의 신뢰성 평가는 부품의 크기가 작아지게 됨에 따라서 소재 내부의 결정립, 표면에 존재하는 작은 흠집, 마찰력 등의 영향이 커지게 되며, 일반적으로 수행되는 시험 방법에 의한 물성 측정 결과를 적용하는 것이 불가능하게 되었다. 따라서, 마이크로 및 나노 정도의 정밀도를 가지는 물성 시험에 관한 연구가 최근 활발히 진행되어지고 있다.

소재의 물성을 측정하는 방법으로는 인장 시험, 굽힘 시험, 자기 공명 시험, 경도 시험법 등이 있다. 이 중에서 인장 시험법은 직접적으로 탄성계수, 포와송비, 파괴강도 등을 측정할 수 있는 가장 효과적인 방법이며, 또한 특별한 수식을 통한 환산이나 조건 없이도 물성치를 직접적으로 구할 수 있으므로 보편적으로 많이 쓰이고 있는 방법이다. 그러나, 마이크로/나노 인장 시험은 시험편의 소형화에 따라서, 시험 정렬이 정밀하게 이루어져야 하며, 이를 위하여 다양한 시험편과 정렬 방법이 사용되고 있다. 또한, 마이크로 시험편에 인장력을 부가하기 위한 Gripping 방법에 관한 다양한 연구도 활발하게 진행되고 있다. 그러나, 현재 까지 대부분의 연구는 단결정 실리콘(SCS, Single Crystalline Silicon)이나 다결정 실리콘 소재의 시험에 집중되어 있어서, 금속소재 및 폴리머 소재에 관한 마이크로/나노 물성시험이 상대적으로 취약한 상황이다.

본 논문에서는 광분야에 활용되고 있는 구리소재 마이크로 박판의 동적특성을 분석하기 위해 마이크로 물성 측정 시스템을 구성하고 구리 박판 소재의 동적특성 분석 기법에 대해 연구한 결과를 기술하였다.

2. 마이크로 동적 시험 시스템

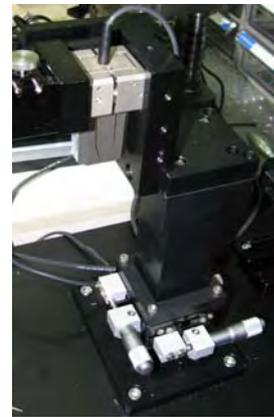
마이크로 박판소재의 동적 특성 측정을 위한 시스템을 Fig.1과 같이 구성하였다. 본 마이크로 동적 특성 측정 시스템은 피에조 액추에이터를 이용하여 10nm의 정밀도로 가진할 수 있도록 설계되었다. 측정 하중용량은 1Kgf로 설계되었으며, 정밀 변형량을 측정하기 위해 고정밀 리니어 엔코더가 설치되어 있다.

Fig.2-(a)와 같이 마이크로 박판시험편의 정밀 정렬을 위해 피에조 액추에이터 고정단에 정밀 X-Y stage를 설치하였고, Fig.2-(b)와 같이 시험편을 Gripping하는 과정에서 생기는 Pre-loading 효과를 제거하기 위해 로드셀 고정단을 정밀 Motorized stage위에 설치하여 로드셀 고정단을 이동하여 이 효과를 제거하도록 하였다.

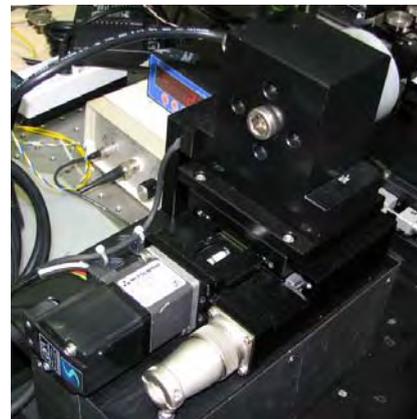
동적시험을 위한 마이크로 박판 시험편의 Gripping 방법으로 Fig.3-(a)와 같은 Mechanical gripping 방법을 적용하였으며, Grip의 시험 접촉부는 Slip효과를 최소화하기 위해 Fig.3-(b)와 같이 Sanding sheet를 부착하였다. Mechanical grip은 Bolt를 이용하여 Gripping force를 인가하도록 구성되어 있는데 이 과정에서 생기는 Moment를 최소화하기 위해 Horizontal rod를 설치하였다.



Fig.1 Dynamic micro material property measurement system

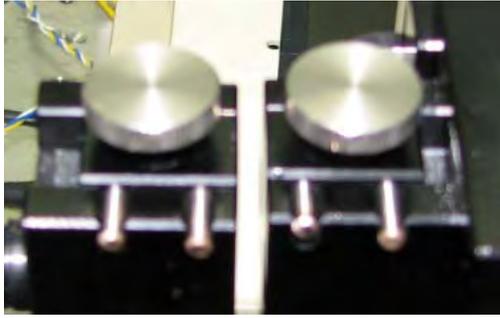


(a)

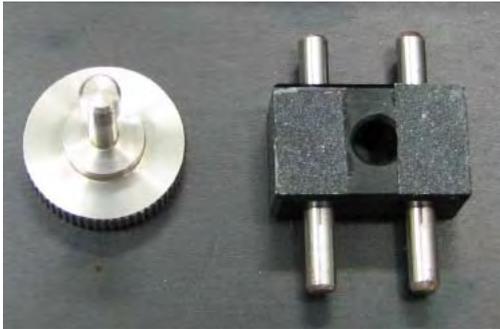


(b)

Fig.2 Precision X-Y stage of piezo actuating part & Precision motorized stage for pre-loading elimination



(a) Mechanical grip



(b) Fixing bolt & Slip elimination sanding sheet
Fig.3 Mechanical gripping part

3. 구리 박판소재의 마이크로 동적 시험 결과

마이크로 박판소재의 동적 특성 측정 및 분석을 위해 순도 99.9%를 가지는 50 μ m 두께의 구리 박판소재를 이용하여 시험을 수행하였다.

구리박판소재의 마이크로 시편을 CIP(Cold Isostatic Press) 방법을 이용하여 Fig.4와 같이 제작한 후 Fig.5와 같은 시험 단계를 구성하여 동적 Fatigue 실험을 수행하였다.

본 동적 Fatigue 실험은 핸드폰, 노트북 등의 휴대용 기기들의 특성상 충격으로 인해 내부 부품들이 Bending과 Tension을 반복적으로 받는 실제의 상황을 모사하기 위해 시험단계가 구성되었으며, 실제 실험결과인 Fig.6과 같이 Bending-tension의 외부 가진에는 마이크로 박판소재들이 매우 취약함을 알 수 있다.

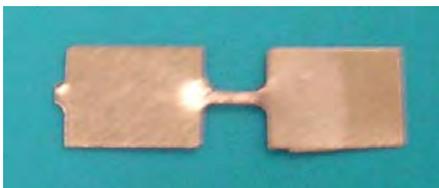


Fig.4 Fabricated micro thin film specimen (Cu, 99.9%)

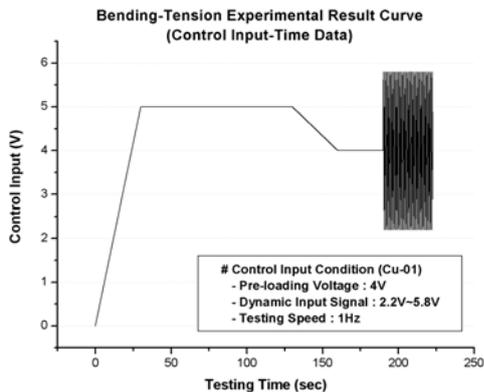


Fig.5 Micro bending-tension testing procedure

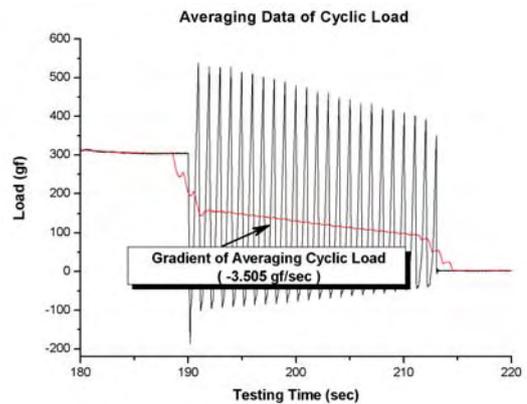
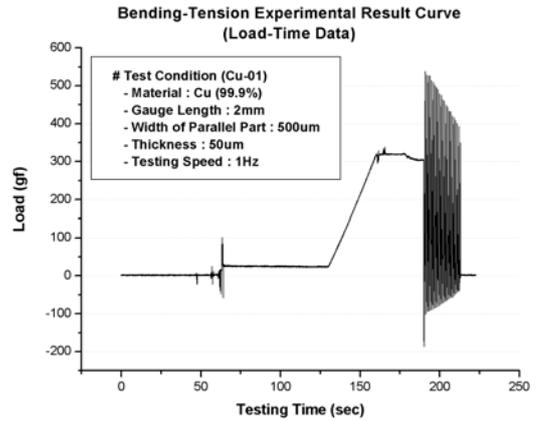


Fig.6 Micro bending-tension testing result

실험결과 50 μ m 두께의 구리박판소재는 하중평균값이 -3.505 gf/sec의 기울기로 일정하게 감소하다가 23 Cycle 후에 파단 되는 것으로 분석되었다.

4. 결 론

본 논문을 통해 마이크로 광 부품/모듈의 박판소재의 실제 외부 충격에 의한 동적특성을 분석/시험할 수 있는 기반기술을 확보할 수 있었다. 본 시험 방법을 이용하여 소재뿐만 아니라 모듈 및 부품들의 동적 특성 실험을 수행한다면 관련 부품/모듈 분야의 신뢰성 기반을 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 산업자원부가 지원하고 있는 차세대 신기술 개발 사업 중 한국기계연구원이 주관하고 있는 “고기능 마이크로 광열유체 부품기술 개발사업”의 세부과제로서 수행중이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. H. Ogawa, K. Susuki, S. Kaneko, Y. Nakano, Y. Ishikawa and T. Kitahara, “Measurement of mechanical properties of micro-fabricated thin film”, Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems Workshop, Nagoya, 430-435, January, 1997
2. S. Greek and S. Johansson, “Tensile testing of thin film micro-structures”, Proc. SPIE, 3224, 344-351, 1997