

폴리실리콘 소재의 마이크로 인장 특성 측정에 관한 실험적 연구

An experimental study on micro tension property of Poly silicon material

*이진표¹, #이혜진², 이낙규², 이형욱², 박진호², 나경환², 김경태³

*J. P. Lee¹, #H. J. Lee²(naltl@kitech.re.kr), N. G. Lee², H. W. Lee², J. H. Park², K. H. Na², K. T. Kim³

¹ 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과, ² 한국생산기술연구원 디지털성형공정팀, ³ 국민대학교 기계설계학과

Key words : Poly silicon, micro tension test

1. 서론

대체 에너지원 중 하나인 태양전지의 관심이 높아지면서 폴리실리콘(Poly silicon)은 세계적으로 수요가 늘어나고 있다.¹ 규소의 가수분해를 통해 얻어지는 폴리실리콘은 고순도 다결정으로써 반도체 웨이퍼 및 태양전지 기관을 만드는 실리콘 잉곳 생산의 핵심재료이다.

이러한 경우 재료의 특성의 파악은 매우 중요하다. 재료의 특성을 파악함으로써 그 재료를 사용할 때, 보다 정확하고 효율성있게 사용할 수 있게 된다. 재료의 특성을 파악하는 실험에는 인장, 압축, 피로 등의 여러 가지 실험들이 존재한다. 본 논문에서는 인장 실험을 통하여 폴리실리콘의 길이와 폭 길이 변화에 따른 탄성계수를 알아보고자 한다.

2. 실험

2.1 실험장치

마이크로 단위를 가지는 폴리실리콘 시편의 인장 실험을 위해 마이크로 단위 해상도를 갖는 센서들이 필요하다. 하중을 측정하는 센서로 Load cell 을 사용하였으며, 인장력을 주는 actuator로는 Piezo actuator를 사용하였다. 그리고 움직인 거리는 Load sell 과 Piezo actuator 사이에 Linear scale를 사용해서 움직인 거리를 측정하였다. 각각에 대한 특징은 Table.1 과 같다.

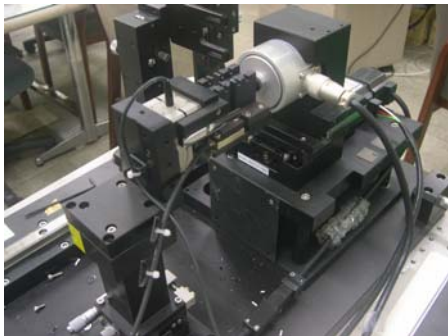


Fig.1 Tension Tester

Table.1 Tester system specification

Equipment	Specification
Load cell	Max. Load 10Kg
Piezo actuator	Max. 1mm/10V
Linear scale	resolution 0.05 μ m

실험장치의 대한 간단한 모식도를 Fig. 2에 나타내었다.

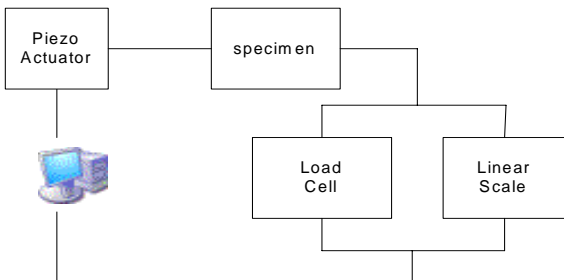
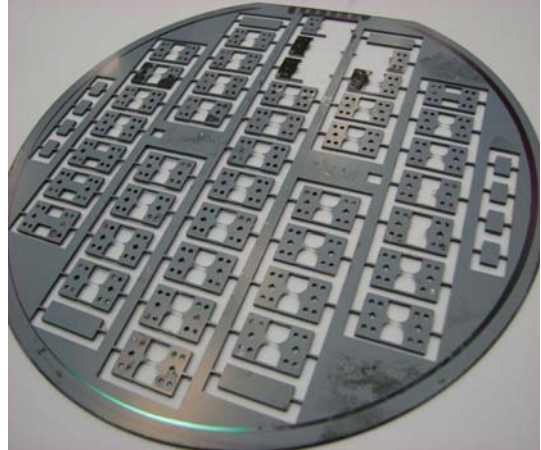
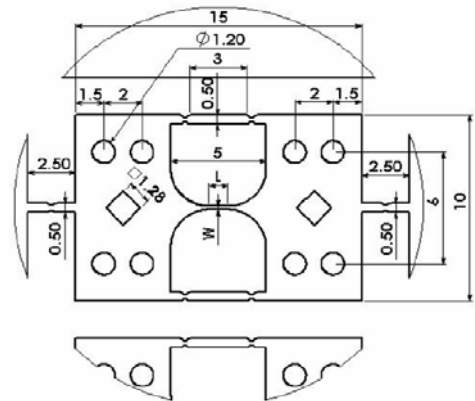


Fig.2 Test diagram

2.2 폴리실리콘 시편



(a) A overall shape



(b) one specimen

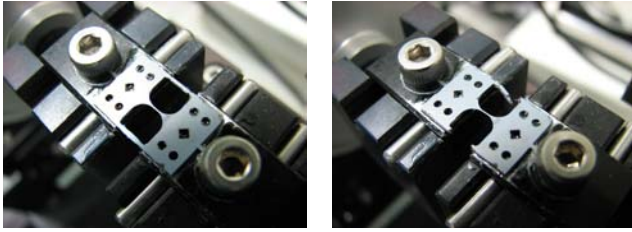
Fig.3 Poly silicon specimen

실험에 사용한 시편의 모양은 Fig.3 과 같다. 실험을 할 때 다양한 시편에 대해 알아보기 위해 L과 W를 변화에 따른 Data를 취득하였다.

2.3 실험방법

폴리실리콘 시편을 실험 장치에 부착시키기 위해서는 고정을 하는 작업이 필요하다. 시편을 실험 장치에 장착하기 위해서는 여러 가지 방법이 있으나, 시편으로 사용된 폴리실리콘이 취성이 약해서 지그에 물리게 되면 파손의 가능성이 있기에 글루로 부착하는 방법을 선택하였다.

실험의 대상이 되는 부분은 Fig.3(b)의 가운데에 있는 L, W 부분의 평행부이다. 시편의 평행부만 실험하기 위해서 평행부를 지지하고 있는 support를 제거해야하는 작업이 필요하다. 제거를 용이하게 하기 위해서 약간의 굴곡을 줘서 제작하였으며, support의 절단은 기계적인 방법으로 하였다. 사람의 손으로 제거를 하게 되는 경우, 굉장히 섬세한 작업이 요구되므로 support 제거 시 평행부도 같이 파단이 되는 경우가 생긴다. 따라서, 시편의 보존률을 높이기 위해서 다이아몬드 절단기를 사용하여 양 옆의 support를 제거하였다.

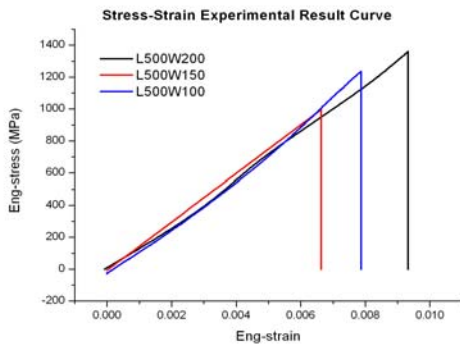


(a) supported (b) Non-supported
Fig.4 Poly silicon specimen attached a device

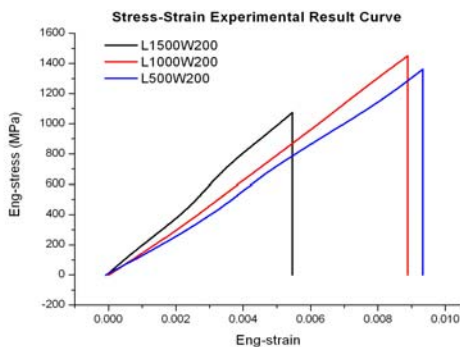
안정적으로 절단이 되고 난 후, 미리 10V로 인가되어있던 Piezo actuator를 0.01V/sec의 속도(1 μ m/sec)로 하여 인장력을 주었다. 이렇게 인장력이 가해지면서 Load cell의 값과 Linear scale의 값을 받아들였다.

3. 실험결과

폴리실리콘 평행부의 길이와 폭의 변화를 주어서 실험을 하였다. 평행부의 길이는 500 μ m, 1000 μ m, 1500 μ m 별로 시편을 제작하였으며, 폭은 100 μ m, 150 μ m, 200 μ m 별로 제작하였다.



(a) L500 specimen



(b) W200 specimen
Fig.5 Test result graph

Table.2 Test result

	Elastic Modulus (GPa)	Fracture stress (MPa)	Fracture strain
L500W100	159.53	1236.34	0.00787
L500W150	151.46	996.81	0.00663
L500W200	146.60	1361.16	0.00993
L1000W200	157.39	1449.18	0.00888
L1500W200	175.42	1047.67	0.00546

먼저 L500 시편(Fig. 5 (a))의 경우, 약간의 차이는 존재하지만 비슷한 경향의 탄성계수 값들을 확인 할 수 있었다. 탄성계수에 영향을 미치는 변수 중, 단면적의 변화가 매우 작았기 때문에

세 가지 경우에 있어서 큰 차이를 보이지 않았다. W150과 W200은 판단되는 응력이 W150의 시편이 더 커야하지만, 실험상의 오차로 support 판단 시 평행부의 충격으로 작은 응력에서 판단이 된 것으로 생각된다.

W200의 시편(Fig. 5 (b))의 경우, 평행부의 길이가 짧아질수록 탄성계수 값이 작아지는 것을 확인 할 수 있었다.

Fig. 5의 (a)와 (b)는 탄성계수 값의 차이가 조금씩 있었지만 (b)의 값의 차이가 더 크게 나타났는데, 이는 탄성계수에 영향을 미치는 변수 중에서 단면적보다 길이의 대한 변화가 더 크게 작용을 했기 때문이다.

4. 결론

본 연구에서 폴리실리콘으로 만든 마이크로 단위의 시편을 길이와 폭을 다르게 하여 실험하였다. 벌크 단위의 소재들과 마찬가지로 길이와 단면적에 따라 탄성계수가 변화하는 것을 확인하였다. 길이가 길어질수록, 폭이 좁아질수록 탄성계수는 증가했다. 실험에서 확인한 탄성계수는 벌크 단위의 소재들과 유사한 경향을 가졌으며, 보다 다양한 시편의 data들이 필요하다.

시편 파손이 실험이 진행되면서 상당히 많이 되었다. 제일 많았던 경우는 support를 제거 하는 과정이었으며, 처음 시편을 제작하는 과정에서도 불량 시편이 나왔다. 이 불량시편은 인장 실험이 불가능하였다.

시편의 보존률을 높이기 위해서 현재 많은 방법을 강구중에 있으며, 많은 시편이 확보가 된다면 많은 Data의 축적을 통해서 더욱 신뢰성 있는 폴리실리콘 소재의 특성을 파악할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 산업자원부가 지원하는 표준화기술개발 사업 중 한국생산기술연구원이 주관하고 있는 ‘나노 및 마이크로 막형 소재의 마이크로 인장 특성 표준 시험 평가 기술 개발’ 과제로서 수행 중이던 이에 관계자 여러분들에게 감사의 말씀을 올립니다.

참고문헌

1. 화학산업뉴스 2006.12.4.
2. JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, VOL. 14, NO. 5, OCTOBER 2005
3. 이혜진, "알루미늄 박판 소재의 방향성에 관한 실험적 연구", 한국소성가공학회 05추계학술대회논문집, pp. 295~298, 2005
4. 이진표, "마이크로 금속 박판의 동적 물성치 측정을 위한 마이크로 동적 시험 장치 개발에 관한 연구," 한국소음진동 공학회 06추계학술대회논문집, PP. 163-168, 2006.