

SU-8 포토레지스트를 이용한 Bimorph Thermal Microactuator 의 제작 및 온도 측정

Fabrication and Temperature Measurement of Bimorph Thermal Microactuator using SU-8 Photoresist

*배윤기¹, #조영학^{1,2}, 황지홍³, 김성동², 김명제³

*Y.K. Bae¹, #Y.H. Cho(yhcho@snut.ac.kr)^{1,2}, J.H. Hwang³, S.D. Kim², M.J. Kim³

¹서울과학기술대학교 산업대학원 메카트로닉스공학과,

²서울과학기술대학교 기계설계자동화공학부, ³서울과학기술대학교 제품설계금형공학과

Key words : MEMS, Bimorph thermal microactuator, SU-8, Infra-Red thermography

1. 서 론

MEMS 공정 기술을 이용한 다양한 방식의 actuator 들이 바이오 및 광학 분야 등 여러 분야에 이용되고 있다. 그 중 바이메탈 효과를 이용한 열구동 방식은 그 단순한 제작과정과 큰 actuation 범위 등으로 인해 많이 이용되고 있다. 서로 다른 두 재료의 열팽창 차이를 이용한 bimorph microactuator 와 같이 온도에 따라 거동이 달라지는 현상을 이용하는 마이크로 시스템을 적절하게 이용하기 위해서는 열적 거동 분석 및 캘리브레이션이 필요하다.

본 연구에서는 이전 연구에서 개발된 bimorph microactuator 의 제작공정을 단순화하고 actuator probe 의 실제 온도를 측정을 통해 actuator probe 의 디자인을 최적화하고자 한다.

2. 제작 공정

SOI wafer 및 SU-8 photoresist 를 이용하여 bimorph microactuator 를 제작한다. 먼저 2 μm 의 top Si layer 를 가진 SOI wafer 에 Photolithography 공정을 진행한다. AZ1512 photoresist 의 스핀 코팅을 통해 형성된 2 μm 두께의 photoresist pattern 을 실리콘 에칭 마스크로 사용하여, dry etching 으로 Si 2 μm 를 에칭한다. 2 μm top Si layer 아래에는 SiO₂ 층이 1.7 μm 있다. Pattern 된 Si 층 위에 SU-8 photoresist 를 패터닝한다. Microactuator probe 형성 공정에서 high aspect

ratio 성질을 가지는 SU-8 photoresist 와 Si 층의 연결 고리 역할을 해 줄 수 있도록 미리 pattern 된 실리콘 구멍을 통해 그 아래 있는 SiO₂ 층을 2000Å, BHF(1:10)를 이용하여 에칭한다. 이 구멍은 SU-8 및 Si 과 같은 서로 상이한 성질을 가지는 물질을 이어주는 연결 고리의 역할을 수행한다.¹

Fig. 1 은 photolithography, metal deposition, metal wet etching 공정을 거친 SU-8 pattern structure 형상을 나타내며, 그 제작 과정은 다음과 같다. Si 에칭 공정 후 형성된 Si pattern 위에 SU-8 photoresist 를 스핀코팅 후 UV exposure 공정을 진행한다. 이후 post exposure backing 후 현상 공정을 제외한 pattern 형상화 공정을 진행한다.²

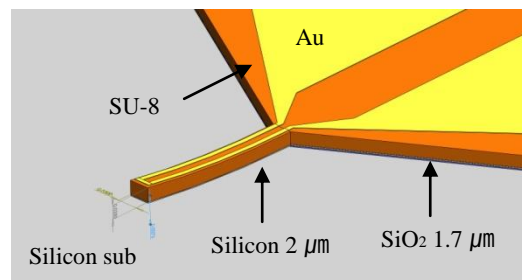


Fig. 1 Au pattern on SU-8 Structure; micro actuator

SU-8 structure 위에 E-beam evaporator 장비를 이용하여 metal (Cr/Au=100Å/500Å)의 deposition 공정을 진행한다. Au 전극 pattern 형상을

구현하기 위하여 AZ1512 photoresist 를 이용한 photolithography 공정 후 Au/Cr etchant 를 이용하여 Au 전극 pattern 형상을 구현하였다. SU-8 의 현상 공정을 거치지 않은 채 25 μm 두께의 SU-8 pattern 위에 metal deposition 및 etching 공정을 먼저 진행하여 안정적으로 Au 전극 pattern 을 구현 할 수 있다.² 이후 SU-8 pattern 의 현상 공정을 통해 Fig. 2 에서와 같은 microactuator 형상을 구현할 수 있다.

Fig.3 은 SiO₂ 희생층을 제거한 후 측정된 microactuator 의 3 차원 형상 이미지이다. Au 전극 pattern 과 25 μm 두께의 SU-8 structure, 2 μm 두께의 Si 층 아래에 1.7 μm 두께의 SiO₂ 층이 있다. SiO₂ 희생층은 BHF(1:10) 용액을 이용하여 제거하였다.

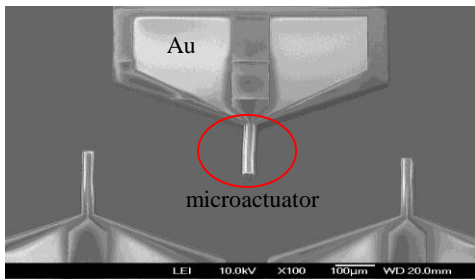


Fig. 2 FE-SEM image of bimorph thermal microactuator

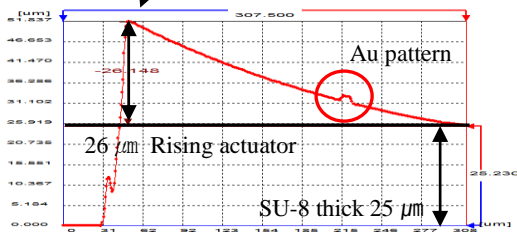
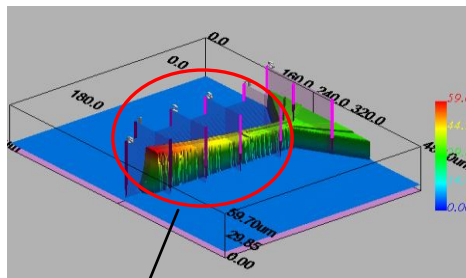


Fig. 3 3D profiler image of microactuator

하부의 SiO₂ 층을 제거한 후 SU-8 patten 은 Si 과 밀착되어 연결되어 microactuator probe 를 이루고 있으며, 두 재료의 서로 다른 잔류 응력의 차이로 인해 26 μm 정도 위로 휘어져 올라온 것을 볼 수 있다.¹

3. 측정 및 고찰

Table 1 은 적외선 온도계를 이용하여 측정된 microactuator probe 의 평균온도를 나타내고 있으며, 앞으로 고분해능의 적외선 현미경을 이용하여 probe 전체의 작동전압에 따른 정확한 온도 분포를 측정할 예정이다.^{1,3}

Table 1 Temperature data of probe tip measured with infrared ray temperature measuring instrument

	Voltage (V)	Current (mA)	temperature(°C)
Experiment1	1.0	24	26.5
Experiment2	1.4	30	30.2

4. 결 론

SU-8 과 SOI wafer 를 이용하여 간단하게 bimorph microactuator 를 구현하였다. SU-8 photoresist pattern 위의 Au 전극 형성 후 SU-8 photoresist 를 현상하는 공정을 통해 안정적인 전극 pattern 이 가능하였다. 이중 재료로 이루어진 단일 구조 형태의 microactuator 물성치 및 작동전압에 따른 구조물 형상 변화를 고찰하였다. 또한, 작동 전압에 따른 온도 변화 및 이중 재료로 이루어진 디바이스의 열특성에 대한 이해는 앞으로 새로운 마이크로 디바이스 제작에 큰 도움을 줄 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Y.H.CHO, D.Collard, L.Buchailot, F.Conseil, B.J.Kim, "Fabrication and optimization of bimorph micro probes for the measurement of individual biocells" *Microsyst Technol* 12: 30-37, 2005.
2. P.Svasek, E.Svasek, B.Lendl, M.Vellkoop "SU-8-Based Fluidic Devices" *Proceeding of the Gme Forum*, 219, 221, 2005.
3. Young WC "Roark's formulas for stress and strain" McGraw-Hill, New York, 162-117, 1989.