

MEMS CMP에서 모니터링 시스템을 이용한 슬러리 특성

박성민, 정석훈, 박범영, 이상직, 정원덕, 장원문, 정해도*
 부산대학교 정밀기계공학과, 부산대학교 기계공학부*

The Slurry Characteristic Using Monitoring System in MEMS CMP

Sung-min Park, Suk-hoon Jeong, Boum-young Park, Sang-Gik Lee, Won-duk Jeong, One-moon Jang, Hae-do Jeong*
 Department of precision & Mechanical Engineering in PNU, School of Mechanical Engineering in PNU*

Abstract

The planarization technology of Chemical-mechanical polishing(CMP), used for the manufacturing of multi-layer various material interconnects for Large-scale Integrated Circuits (LSI), is also readily adaptable as an enabling technology in MicroElectroMechanical System (MEMS) fabrication, particularly polysilicon surface micromachining. However, general LSI device CMP has partly distinction aspects, the pattern scale and material sorts in comparison with MEMS CMP. This study performed preliminary CMP tests to identify slurry characteristic used in general IC device. The experiment result is possible to verify slurry characteristic in MEMS structure material.

Key Words : MEMS, CMP, LSI

1. 서론

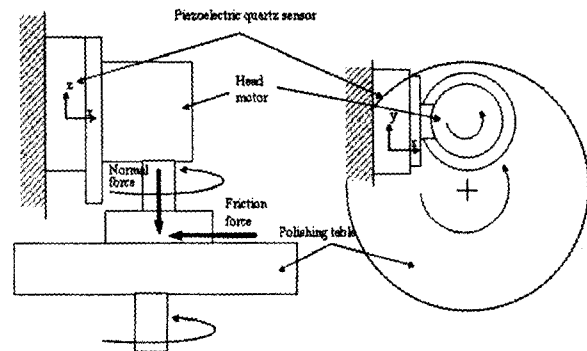
MEMS(microelectro mechanical system)기술은 기존의 정밀 메카트로닉스 기술을 기반으로 한 기계-전자 복합 시스템의 개념을 전환을 통해 한 단계 더 발전한 센서(sensor) 및 액츄에이터(actuator)와 같은 전기기계부품을 초소형으로 일체화하여 만드는 기술이다[1]. 또한, 집적화로 제조기술을 기반으로 발전한 것으로 기존의 IC 디바이스와 큰 유사점과 차이점을 동시에 가지고 있다[2]. 특히, 반도체의 LSI(large scale integrated circuit)를 위한 제조 공정에서 CMP(chemical mechanical planarization)[3] 공정이 필수적으로 적용되고 있다. CMP 공정 적용을 통한 다층화된 MEMS 구조물의 제작은 미세 시스템의 특성을 보다 향상시킬 수 있어 세계적으로 CMP 공정을 적용하는 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 기존의 반도체용 연마 슬러리를 사용하여, MEMS 구조물 형성에 널리 쓰이고 있는 다결정실리콘과 산화막의 연마 선택비(selectivity)를 비교하였다. 이 연마 선택비를 비교함으로써 MEMS 구조물에 조금 더 적합한 CMP 공정 조건을 결정 할 수 있으리라 생각된다.

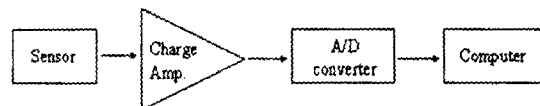
2. 실험

MEMS 구조물에 가장 널리 쓰이고 있는 다결정 실리콘(Poly-Si)과 산화막(SiO₂) blanket 웨이퍼로 재료 제거율과 연마 선택비에 대한 실험을 실시하였다. 실험은 G&P Technology사의 4~8인치 전용 CMP 장비인 G&P POLI500을 사용하였다. 각 물질의 과다연마를 방지하고

연마 종점 및 연마 특성을 확인하기 위해 piezoelectric quartz sensor를 그림 1와 같이 장비의 헤드부에 설치하여 센서의 변위를 전압값으로 출력하고 이를 증폭·변환시켜 실시간으로 마찰 신호값을 얻을 수 있도록 장치를 구성하였다. 마찰 신호 측정 프로그램은 G&P Technology 사의 CMP 모니터링 프로그램을 이용하였다.



(a)



(b)

그림. 1 (a) 마찰력 측정을 위한 기구 (b) 마찰력 신호를 획득하기 위한 절차

자세한 실험 조건은 표 1에 나타내었다.

표 1. 실험 조건

Pressure	360g/cm ²
Velocity	Head and Table : 60rpm
Pad	IC1400 k-Groove
Slurry flow rate	120cc/min
Wafer	Poly-Si and SiO ₂ 4inch
Temperature	24°C

3. 결과 및 고찰

3.1 pH에 따른 연마 선택비 결과

선택비의 차이를 비교하기 위해 두가지 슬러리를 pH 조절을 하며, 각각 물질의 연마량을 비교하였다. 실험은 충분한 슬러리의 교반 시간을 두어 슬러리를 분산하였고, 각 물질에서 pH에 따른 실험을 진행하였다. 가장 높은 선택비를 가지는 조건은 Nalco2371™ 슬러리를 pH10으로 산화막 : 폴리실리콘 = 1 : 90이였으며, 가장 낮은 선택비를 나타낸 것은 ILD1300™ 슬러리를 pH9으로 사용한 조건으로 산화막 : 폴리실리콘 = 1 : 2.8를 가지는 것으로 나타났다. 이것은 산화막 CMP시 주로 쓰이는 ILD1300™ 슬러리는 슬러리 내의 pH조건과 NH₄OH 내의 알칼리 성분인 수산화기(-OH)에 의해 산화막 자체가 수화(hydration)되어 연마입자에 의한 마찰에 의해 물이 침투하여 연마된 반응층이 제거되어지는 메카니즘을 가지지만[4], Nalco2371™ 슬러리는 정확히 알려진 연마 모델은 없지만, 산화막에 대한 극히 작은 연마율을 나타냄으로 그림 2와 같은 결과를 가지는 것으로 판단된다.

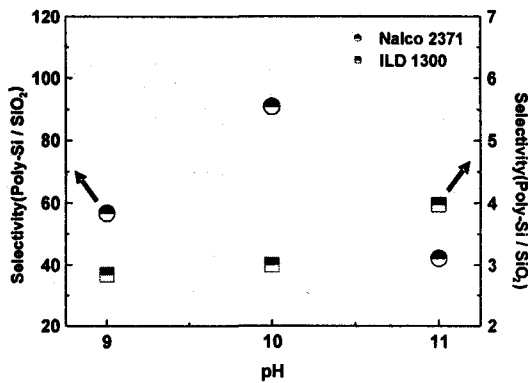


그림. 2 두 가지 슬러리에서 pH에 따른 물질 선택비

3.2 패턴 웨이퍼 연마 결과

pH조절을 통해 고저 선택비로 선정된 두 가지 슬러리를 써 패턴 폭에 따른 실험을 하였다. 실험에 사용된 패턴 웨이퍼는 IC 디바이스보다 큰 크기에서 사용되는 MEMS 구조물을 감안하여, 5 μ m에서 50 μ m에 이르는 패턴 형태로 설계하였다. 실험에서 정확한 연마 종점 검출(end point detection)을 위해, 모니터링시스템을 사용하여 이종 재료의 출현으로 마찰 신호가 급격하게 변하는 부분을 확인하고 그 시간을 도출하여 웨이퍼의 불필요한 과다 연마

(over-polishing)를 방지하였다. 최적화된 두 가지 슬러리를 통한 실험 결과는 그림 3과 같다. 고 선택비를 가지는 Nalco2371™ 슬러리가 높은 단차를 보이며, 선평이 증가할수록 더 큰 상승하는 결과를 보였다. 반면, 선평이 낮은 ILD1300™ 슬러리는 앞선 슬러리에 비해 작은 단차를 보였으며, 선평이 증가 할수록 완만한 단차 곡선을 보였다. 이러한 결과는 선평이 높은 Nalco2371™ 슬러리가 산화막을 연마시키지 못하고, 폴리 실리콘막에 압력과 슬러리가 집중되어 상대적으로 균일히 연마되는 ILD1300™ 슬러리 비해 큰 단차를 보이는 것으로 판단된다.

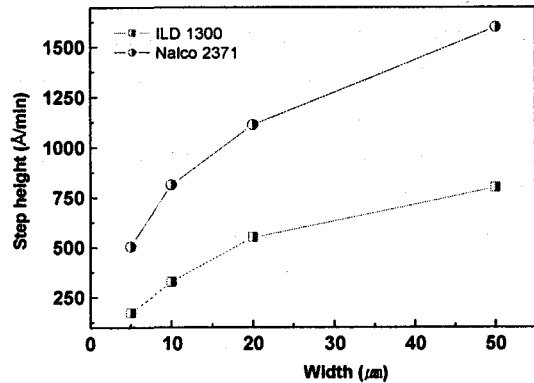


그림. 3 패턴 크기에 따른 단차량

4. 결론

본 연구에서는 MEMS 구조물에 평탄화 기술인 CMP를 적용하여 그 특성을 알아보았다. pH 조절을 통해 제조된 기존의 콜로이달 실리카 계열의 두 가지 슬러리(고 선평 슬러리, 저 선평 슬러리)는 MEMS 구조물에 CMP시 선평이 높은 슬러리가 낮은 선평을 가지는 슬러리에 비해 큰 단차를 나타냈다. 이것으로 이종 재료에서 상대적으로 약한 재질에 압력과 슬러리의 집중에 의해 발생하는 것으로 추정되며 특히, 고 선평 슬러리 사용시 그 영향성이 크며 그에 의해 MEMS 같이 큰 스케일의 구조물에서는 더 큰 단차를 보인다고 생각되어 진다.

참고 문헌

- [1] J. M. Bustillo, R. T. Howe, R. S. Muller, "Surface Micromachining for Microelectromechanical System", Proceeding of the IEEE, VOL. 86, Aug 1998.
- [2] L. Trotha, G. Morsch, G. Zwischer, "Advanced MEMS Fabrication Using CMP", Semiconductor international, Aug 2004.
- [3] H. J. Kim, "A Study on the Interfacial Characteristics and Its Effect on Material Removal in CMP", ph. D. qualifying dissertation of Pusan National Univ., pp.1-6, 2004.
- [4] Tomozawa M., "Oxide CMP mechanisms", Solid State Technology, pp. 169.