

마이크로 표면 구조를 가지는 CMP 패드의 연마 특성 평가

정재우, 박기현, 장원운, 박성민, 정석훈, 이현섭, 정해도*
 부산대학교 정밀기계공학과, *부산대학교 기계공학부

Evaluation of Chemical Mechanical Polishing Performances with Microstructure Pad

Jaewoo Jung, Kihyun Park, Onemoon Chang, Sungmin Park, Seokhoon Jeong, Hyunseop Lee, Haedo Jeong*
 Department of Mechanical and Precision Engineering, Pusan National University,
 School of Mechanical Engineering, Pusan National University*

Abstract : Chemical mechanical polishing(CMP) has emerged as the planarization technique of choice in integrated circuit manufacturing. Especially, polishing pad is considered as one of the most important consumables because of its properties. Generally, conventional polishing pad has irregular pores and asperities. If conditioning process is except from whole polishing process, smoothing of asperities and pore glazing occur on the surface of the pad, so repeatability of polishing performances cannot be expected. In this paper, CMP pad with microstructure was made using micro-molding technology and repeatability of ILD(interlayer dielectric) CMP performances and was evaluated.
Key Words : chemical mechanical polishing(CMP), micro-molding, conditioning, interlayer dielectric(ILD)

1. 서 론

반도체 디바이스 평탄화 기술의 하나인 CMP는 슬러리(slurry)에 의한 화학적 작용과 패드와 웨이퍼 간의 상대운동에 의한 기계적 작용의 상승효과에 의하여 재료의 표면에 결함을 남기지 않고 연마해 나가는 방법이다[1].

CMP 가공을 이루는 요소 중에서 특히 웨이퍼에 직접 접촉하고 압력을 전사시키고 슬러리를 웨이퍼 표면에 유동시켜 주며 연마 입자를 웨이퍼 표면에 압입 시키는 역할을 하는 패드의 특성은 매우 중요하다[2]. 현재 사용되고 있는 연마 패드는 폴리우레탄(polyurethane) 재료를 베이스로 하여 표면에 무수히 많은 마이크로 공극과 돌기가 불규칙적으로 분포하는 구조를 가지고 있다. 이러한 패드 표면의 불균일한 형상은 CMP 시 슬러리의 불균일한 유동을 일으키며, 웨이퍼와 패드 간의 접촉하는 부분의 제어가 불가능하여 연마 특성의 재현성을 기대하기 어렵다. 이러한 이유로 가공 중 혹은 가공 후에 패드 표면을 재생시키는 컨디셔닝(conditioning) 작업이 필수적이다.

이에 본 연구에서는 표면에 균일한 마이크로 구조물을 가지는 패드를 마이크로 몰딩 기법을 이용하여 제작하고 그 연마 특성을 평가하였다.

2. 마이크로 몰딩을 이용한 연마 패드의 제작

그림 1에서 볼 수 있듯이 제작 과정은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 먼저 원하는 형상을 가진 마스터 몰드를 포토에칭 공정을 이용하여 제작하였다. 이렇게 제작된 마스터 몰드에 실리콘 고무(silicone rubber)를 부어 실제 패드와 반대 형상을 지닌 소프트 몰드를 만든 후, 이를 이

용하여 마스터 몰드와 동일한 형상을 지닌 패드를 제작하였다. 여기에서 몰드로 사용한 실리콘 고무는 소프트 몰드로 널리 이용되며 이형성이 좋다[3]. 몰딩을 이용한 패드의 장점은 원하는 형상을 자유롭게 구현할 수 있다는 장점이 있다. 구조물은 사각형 형상이며, 그 크기는 가로, 세로 길이가 각각 150 μ m, 폭이 90 μ m이며, 높이가 50 μ m로 제작하였다.

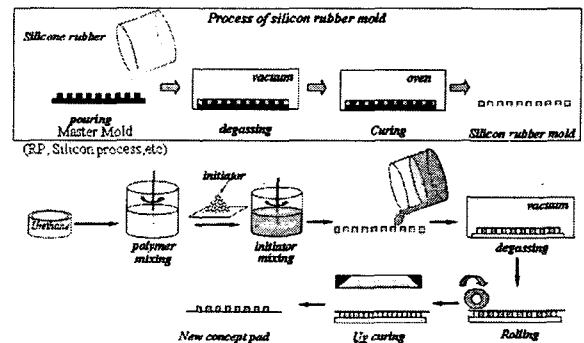


그림 1. 마이크로 구조물을 가진 패드의 제작 과정.

3. CMP 연마 특성

제작되었던 패드의 특성을 파악하기 위해 연마 테스트를 실시하였으며 실험조건은 표 1과 같다.

먼저 연마 시간에 따른 연마율의 변화를 알아보았다. 그림 2(a)에서 기존의 패드는 시간이 지남에 따라 연마량이 점점 감소하는 경향을 볼 수 있다. 이는 컨디셔닝이 없을 시 패드의 날카로운 돌기가 무너지며, 슬러리와 제거된 재료분순물이 그루브와 공극 사이에 눈막힘 현상을 유발하여 생긴 현상이다. 이에 반하여 그림 2(b)의 제작된 패드는 시간이 지나도 그 연마율이 일정하다는 것을 확인

할 수 있다. 이는 균일한 사각형 형상의 마이크로 구조물과 웨이퍼가 시간에 관계없이 동일하게 접촉하기 때문이라 사료된다.

표 1. 실험조건

Polishing parameters	Conditions
Pad	IC1000/SUBA400 stacked, microstructure pad
Slurry flow rate	80cc/min
Pressure, Velocity	300g/cm ² , 60rpm
Wafer	2cm×2cm PETEOS
Polisher	Poli-250(GNP Tech.)

하지만 그림 2에서 볼 수 있듯이 제작된 패드의 연마율은 기존의 패드에 비해 훨씬 작음을 확인할 수 있다. 이는 제작에 쓰인 재료의 차이에 의한 것으로 기존의 패드와 동일한 물성을 가진 재료를 사용했을 경우에 나온 비교를 할 수 있을 것으로 판단된다.

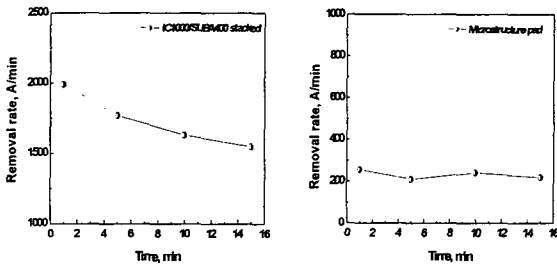


그림 2. 시간에 따른 연마율의 변화

이러한 연마결과와 패드 표면의 변화를 비교하기 위해 마이크로 구조물을 가지는 패드의 연마 전후의 형상을 SEM(scanning electron microscope)를 이용하여 측정하였다. 그림 3은 일반적인 IC1000 패드의 연마전과 32분간 연마한 후의 패드의 표면 형상을 나타낸다[4]. 패드 표면이 무더지고 눈막힘 현상이 발생한 것을 확인할 수 있으며, 이로 인해 패드와 웨이퍼의 접촉면적이 넓어져 연마율이 낮아진다고 판단된다. 하지만 그림 4에서 제작된 패드의 표면은 연마전이나 30분간 연마한 후의 형상의 차이가 크지 않음을 알 수 있다. 이는 장시간 연마를 할 경우에도 사각형 패턴의 하부에 슬러리 잔류물이 없다면 컨디셔닝 공정이 없이 필요없게 되는 장점이 있다.

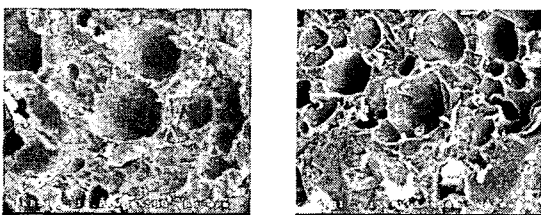


그림 3. 기존 패드(IC1000)의 패드 형상(Top view)[4].

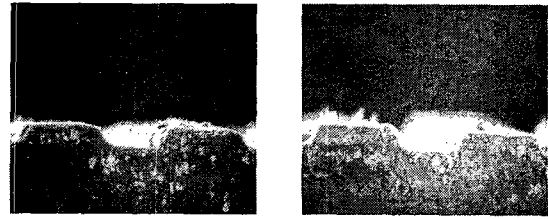


그림 4. Microstructure pad의 연마 전후 형상(Side view).

4. 결론

본 연구에서는 마이크로 몰딩 기술을 이용하여 균일한 마이크로 구조물을 가지는 패드를 제작하고 연마 결과를 고찰하였다.

- (1) 마이크로 몰딩 기술을 이용하여 미세 구조물을 가지는 패드를 제작하였다. 몰딩은 패드의 형상을 자유롭게 구현할 수 있다는 장점이 있다.
- (2) 컨디셔닝 없이 연마량을 비교했을 때 균일한 미세 구조물을 가지는 패드는 재료상의 차이로 연마량은 떨어지나 시간에 따른 연마 재현성은 우수하였다.
- (3) 제작된 패드는 가공을 계속 진행하여도 웨이퍼와 균일한 면적에서 접촉하기 때문에 컨디셔닝 공정이 필요 없게 된다.

참고 문헌

- [1] Joseph M. Steigerwald, Johnwiley & Sons, Inc., New York, 1997.
- [2] Hocheng, H., Huang, Y.L. and Chen, L.J., Journal of Electrochemical Society, Vol. 146, No. 11, pp. 4236-4239, 1999.
- [3] Chung, S.I., Im, Y.G., Kim, H.Y., Jeong, H.D. and Dornfeld, D.A., International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 43, pp. 1337-1345, 2003.
- [4] Jaeyoung Choi, Development of Microstructure Pad and Its Performances in Chemical Mechanical Polishing, Ph. D Thesis, Pusan National University, pp. 39-41, 2005.