

마이크로 표면 구조물을 갖는 패드의 STI CMP 특성 연구

정재우, 박기현, 장원문, 박선준, 정문기, 정해도
부산대학교 정밀기계공학과

A Study on STI CMP Characteristics using Microstructure Pad

Jaewoo Jung, Kihyun Park, Onemoon Jang, Sunjoon Park, Moonki Jeong and Haedo Jeong
Department of Precision and Mechanical Engineering, Pusan National University

Abstract : Chemical mechanical polishing (CMP) allows the planarization of wafers with two or more materials at their surfaces. Especially, polishing pad is considered as one of the most important consumables because of its properties. Subject of this investigation is to apply CMP for planarization of shallow trench isolation structure using microstructure pad. Microstructure pad is designed to have uniform structure on its surface and fabricated by micro-molding technology. And then STI CMP performances such as oxide dishing and nitride corner rounding are evaluated.

Key Words : chemical mechanical polishing (CMP), shallow trench isolation (STI), microstructure pad, micro-molding

1. 서 론

실리콘 상에는 트랜지스터(transistor), 다이오드(diode), 캐패시터(capacitor) 등의 소자가 형성되며, 이들 소자간의 절연을 위하여 이전에는 LOCOS(local oxidation of silicon) 방법을 이용하였으나 각 경계면에서의 새부리(bird's beak) 현상으로 인해 소자의 집적도 및 신뢰성에 문제가 되었다[1]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 0.5 μ m 이하의 공정에 적합한 새로운 소자 분리 기술이 요구되면서 STI(shallow trench isolation) 기술이 도입되었다.

연마 패드는 CMP 공정의 특성에 영향을 미치는 중요한 인자 중의 하나이다. 현재 사용되고 있는 패드는 표면에 무수히 많은 미세 공극(micro pore)과 돌기(asperity)가 불규칙적으로 분포하는 구조를 가지고 있다. 이러한 패드 표면 특성은 STI 구조에서 패드의 가장자리(side wall) 및 하부 영역(recessed area)이 패드 돌기와 접촉하게 하여 라운딩(rounding), 에로전(erosion) 및 디싱(dishing) 현상을 유발할 수 있다[2,3]. 본 연구에서는 패드 표면을 균일하게 제어하여 STI CMP에 적용하기 위한 패드를 제작하고 기존의 패드와 비교하여 연마 특성을 평가하였다.

2. 마이크로 표면 구조물을 가지는 패드 제작

본 논문에서는 실리콘 고무(silicone rubber)를 이용하여 미세 구조물을 표면에 균일하게 형성한 패드를 제작하였다. 그림 1은 마이크로 표면 구조물을 가지는 패드를 제작하는 과정을 나타내고 있다. 패드를 제작하는 과정은 원하는 마이크로 구조물을 가진 마스터 몰드(master mold)를 제작하여 모양과 크기는 같고 반대 형상인 실리콘 고무 몰드를 만든 후, 이를 이용하여 연마 패드를 제작하는 공정으로 이루어져 있다. 이러한 공정의 장점은 가공하기 어려운 최종 재료를 가공하기 쉬운 마스터 몰드

제작을 통하여 전사하여 제작할 수 있다는 것이다[4].

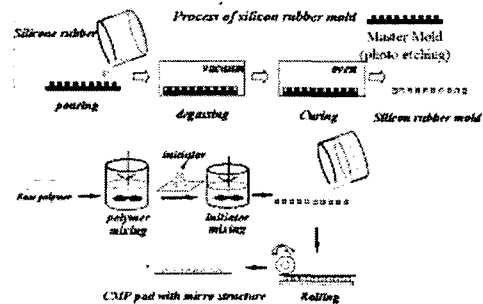


그림 1. 마이크로 표면 구조물을 갖는 패드의 제작 과정.

3. STI CMP 특성

3.1 실험 조건

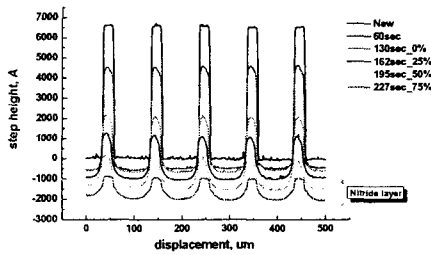
제작된 패드와 기존의 패드를 이용하여 STI CMP 특성을 알아보기 위하여 연마 실험을 수행하였다. 제작된 패드와 비교하기 위해 사용된 패드는 Roam and Haas 사의 IC1400 패드를 사용하였다. 연마 실험은 모두 동일한 연마 장치로 수행하였으며, 자세한 실험 조건은 표 1에 나타내었다. 실험에 사용된 웨이퍼는 0%에서 100%까지의 밀도를 가진 패턴과 1 μ m부터 1000 μ m까지의 피치를 가진 패턴이 배열된 가로, 세로 4cm의 SKW3-2 테스트 웨이퍼를 사용하였다. 피치는 패턴과 트랜치의 길이를 합한 것으로 정의된다. 테스트 웨이퍼의 단면 및 구성을 그림 6에 나타내었다. 연마 시간은 가장 작은 크기를 가지는 패턴에서 이중 재료가 드러나는 지점에서 연마 중 마찰력 신호가 변한다고 가정하여(그림 7) 그 시점을 გადა 연마 시간 0%로 설정하여, 각각의 패드에 대해 1분, გადა 연마 0, 25, 50, 75% 시간에 따른 웨이퍼 프로파일을 측정하였다.

표 1. 실험 조건.

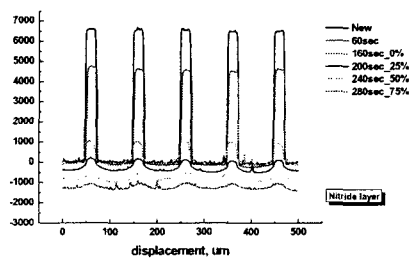
Variables	Conditons
Polisher	POLI-400
Measurement	Alpha-Step IQ
Slurry	STARPLANAR (Samsung Cheil Industries Inc.)
Flow rate	100cc/min
Pressure	500 g.cm ²
Velocity	Head: 60rpm, Table: 60rpm
Polishing time	1min, 0, 25, 50, 75% over-polishing
Wafer	STI patterned wafer (SKW3-2)

3.2 실험 결과

그림 2는 두 패드를 이용하여 실험한 결과 20% 밀도를 가지는 패턴에 대한 시간에 따른 프로파일을 나타내었다. 기존의 패드를 사용한 경우 제작된 패드에 비해 패턴의 하부 영역이 많이 제거되었다. 75% 과 연마 지점에서 패턴의 디싱은 기존의 패드가 약 700 Å 정도 크게 나타났다. 또한 동작영역을 이루는 패턴의 상부 영역에서도 제작된 패드를 이용한 경우가 더욱 평탄한 특성을 보인다. 이러한 현상에 대한 원인은 두 가지로 이야기할 수 있다. 먼저 제작된 패드의 경우 균일한 압력이 웨이퍼에 전사되기 때문이다. 또한 기존의 패드의 경우 표면의 무수히 많은 공극과 돌기가 패턴의 가장자리 및 하부영역에 직접 접촉하기 때문에, 동작영역에서의 라운딩 현상 및 트렌치 부분의 디싱 현상이 나타나는 것으로 판단된다.



(a) IC1400 pad



(b) Microstructure pad

그림 2. 시간에 따른 패턴의 프로파일 (20% density).

4. 결론

본 연구는 균일한 미세 표면 형상을 가지는 패드를 제작하고, 이를 STI CMP에 적용하여 일반적인 CMP와 비교하여 그 연마 특성을 평가하였다. 본 논문에서 수행된 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 일반적으로 CMP에 사용되는 패드의 불균일한 표면 특성에 따른 문제점을 해결하기 위하여 마이크로 울딩 기술을 이용하여 표면에 균일한 미세 구조물을 가지는 패드를 제작하였다.
- (2) 제작된 패드를 기존의 패드와 비교하여 STI CMP 특성을 평가하였다. 제작된 미세 구조물을 가진 패드를 이용하는 경우, STI 소자 동작 영역에서의 라운딩 현상 및 트렌치 부분의 디싱 결함을 감소할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Kuang Yi Chju, John L. Moll and Juliana Manolio, "A bird's beak free local oxidation technology feasible for VLSI circuits fabrication", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. ED-29, pp. 536, 1982.
- [2] S. Konstantin, "CMP dishing effects in shallow trench isolation", Solid State Technology, Vol. 40, No. 7, 1997. T. W. Choi, C. S. Lee, and S. C. Yoo, "Electrical ceramics", Proc. 2002 Summer Conf. KIEEME, p. 10, 2002.
- [3] Viet H. Nguyen, Roel Daamen, Herma van Kranenburg, Peter van der Velden and Pierre H. Woerlee, "A Physical Model for Dishing during Metal CMP", Journal of the Electrochemical Society, Vol. 150, No. 11, pp.689-693, 2003. T. W. Choi and S. C. Yoo, "Electrical and mechanical properties of ceramics", J. of KIEEME(in Korean), Vol. 15, No. 1, p. 10, 2001.
- [4] Sungil Chung, Yonggwon Im, Hoyoun Kim, Haedo Jeong and David A. Dornfeld, "Evaluation of micro-reflication technology using silicone rubber molds and its applications", International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 43, p. 1337-1345, 2003.