

다이아몬드 CVD 증착에 의한 세라믹 CMP Conditioner의 Conditioning 거동

(The Conditioning Behaviors of Diamond CVD Deposited Seramic CMP Conditioner)

강영재, 엄대홍, 박점용, 박진구, 고승*, 명범영*, 이상익**, 권판기**
한양대학교 금속재료공학과
*휴네텍(Hunatech Co.)

**Advanced Process-CMP, HYNIX SEMICONDUCTOR Inc.

Abstract

Conditioning은 CMP(Chemical Mechanical Planarization)에 필수적인 공정중의 하나이다. Conditioning의 목적은 removal rate와 uniformity를 CMP 공정 중에서 일정하게 유지시키는데 목적이 있다. 예전의 conditioning disks는 stainless steel substrate 위에 diamond 입자를 올리고 Ni전기도금을 결합시켜서 사용하였다. 그러나, CMP 공정 중에 Ni의분해로 인한 금속의 오염과 diamond abrasive의 분리로 인하여 scratch 문제가 발생하였다. 이 문제를 해결하기 위해서 ceramic substrate와 그것을 정밀 가공하는 기술을 응용함으로써 본래의 conditioning disks가 가지고 있는 diamond 입자의 분리와 metals 분해의 문제를 해결할 수 있게 되었다.

1. Introduction

CMP (Chemical Mechanical Planarization) 공정은 다층 기판의 ULSI device을 만드는데 필수적인 공정 중의 하나이다 [1]. CMP 공정 중 pad의 conditioning은 pad의 성능과 함께 removal rate와 uniformity를 유지하는데 중요하게 작용한다 [2]. 일반적으로 쓰이는 conditioning disks는 연마 입자인 diamond particle을 지지하게 위해 SUS(stainless steel) substrate 위에 Ni전기도금을 사용하였다. 그래서 일반 conditioning disks는 CMP 공정 중에 Ni의 부식으로 생기는 금속 오염과 다이아몬드 입자의 이탈로 인한 Scratch와 같은 여러 가지 문제가 대두되고 있다 [3]. 이런 여러 가지 문제를 해결하기 위해 전기도금에 소결법을 이용하거나 CVD 공정을 함께 병행하는 연구가 진행중이다 [4]. 하지만 이런 제조 방법도 원천적인 문제를 해결하지 못하기 때문에 금속 오염과 scratch 문제를 해결하지 못하고 있다.

이 연구의 목적은 CMP 공정중 금속 오염과 scratch가 없는 새로운 개념의 conditioning disk를 개발하는데 있다. 또한 새로운 conditioning disk로 pad의 수명과 성능과 아울러 removal rate와 uniformity를 향상시키고자 했다. Ceramic 가공 기술과 diamond CVD 증착 기술을 이용한 conditioning disk의 성능과 이에 대한 CMP특성이 평가되었다. 또한 ceramic 가공 후 point 또는 pattern형상에 따른 removal rate와 uniformity가 평가되었다.

2. Experimental

그림 1은 기존의 conditioning disk 제작 방법과 ceramic conditioning disk 제작 방법을 보여주고 있다. 기존의 conditioner와 다르게 ceramic conditioning disk 제작은 Si_3N_4 ceramic에 groove로 patterning을 한 기판과 다이아몬드 CVD coating technology를 이용하였다. 그림 2는 ceramic conditioner의 여러 종류의 pattern을 보여주고 있다. 이런 다양한 pattern의 모양과 밀도는 pad conditioning의 최적화의 밀접한 영향을 준다. 먼저 ceramic 기판 위에 groove를 patterning 한 다

음 CVD 공정을 이용하여 다이아몬드 박막을 그 위에 성장시켰다.

Removal rate와 uniformity 테스트는 연마 시간에 따른 연마특성을 기존의 일반적인 disk와 비교하여 실험하였다. Oxide CMP 공정에서 시편은 8000Å 두께의 USG wafer가 쓰였고 slurry는 Cabot사의 SS-25가 쓰였다. Pad는 Rodel사의 IC 1000을 이 실험에서 사용하였다. Pad의 conditioning은 CMP 연마 실험과 동시에 이루어졌다.

3. Results and Discussion

그림 3은 Si₃N₄ ceramic에 groove로 patterning을 한 기판에 다이아몬드 CVD coating technology를 이용하여 증착 시킨 후 pattern의 모양을 보여주는 SEM 이미지이다. 각각 400배와 55배로 확대한 사진이다. 이 각각의 pattern들은 기존에 컨디셔너의 Ni위의 용착된 다이아몬드 연마제의 역할을 한다. Conditioner에 polishing 효과의 측정은 기존의 conditioner와 이 새로 conditioner의 condition 후 TEOS wafer의 removal rate와 non-uniformity로 측정하여 비교하였다. Table 2는 최적화된 conditioner의 조건을 찾기 위한 많은 변수들을(예를 들어 Point Size와 Number등) 보여주고 있다.

Table 2. Pattern structures of ceramic conditioner

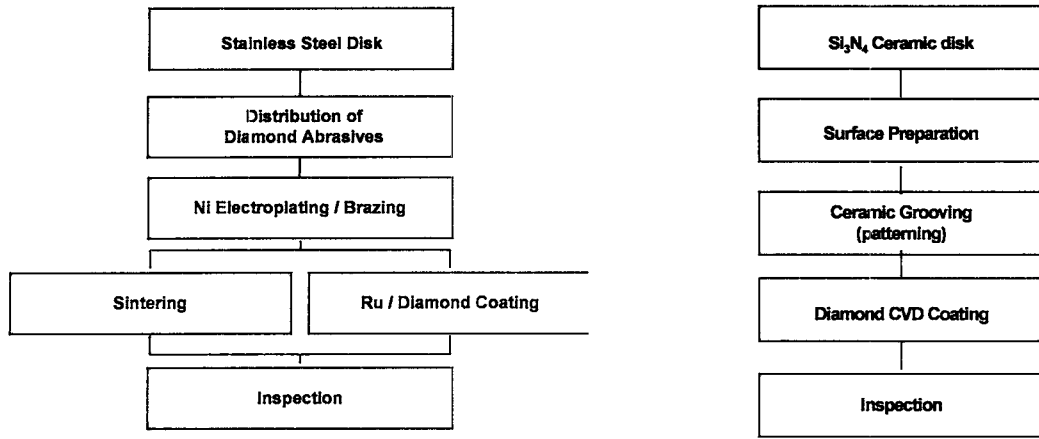
	Point size(μm)	Pattern	# of point	Channel(μm)	Channel pitch(μm)
1st	0.04	0.3	46158	0.5	2.5
2st	0.01	0.5	13279	1	4.3
3st	0.03	0.5	2816	-	4.3

그림 4는 다른 point number를 가진 3종류의 ceramic condition disk를 사용한 후에 TEOS wafer의 removal rate와 non-uniformity를 보여주고 있다. 여기서 주목할만한 것은 conditioner의 removal rate는 point number에 의존한다는 것을 알 수 있다. Point number가 40,000 에서 2800으로 감소되었을 때 removal rate는 1,400에서 1,600 Å/min으로 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 polishing stability또한 많은 개선을 요구하고 있다. 왜냐하면, point number의 감소는 단위 point 당 down force를 증가시킴으로써 conditioning performance를 개선시킨다. 이것은 conditioner의 point number와 pattern의 모양이 polishing performance에 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

이 연구 결과는 새로운 conditioner로 conditioning하고 CMP 시험 결과 polishing performance와 scratches로부터 자유로움을 알 수 있었다. 실험 결과 USG wafer의 removal rate는 1700 Å/min 보이고 있고, uniformity는 6% 이하의 값을 보여주고 있다. 또한 그림 5에서 72시간 동안 polishing 공정과 conditioning 공정을 한 이후 안정된 removal rate와 좋은 WTWNU (Wafer To Wafer Non-Uniformity) 결과를 확인할 수가 있다. 그리고 ceramic disk에서 pad의 수명도 일반적인 conditioning disk와 비교하여 뛰어난 결과를 보이고 있다. 또한 연마된 wafer의 표면을 분석했을 때, 스크래치와 금속 오염이 많이 감소한 것을 확인할 수 있다.

4. References

- [1] S. H. Li and R. O. Miller, *Chemical Mechanical Polishing in Silicon Processing*, Academic Press, San Diego (2000)
- [2] J. M. Steigerwald, S. P. Muraka and R. J. Gutmann, *Chemical Mechanical Planarization of Microelectronic Materials*, Wiley & Sons Inc., New York., p. 83 (1996)
- [3] T. C. Wang, T. E. Hsieh, Y. L. Wang, S. Y. Chiu, K. Yang, W. Pan and J. Sung, 5th CMP-MIC Proceeding, p. 317 (2000)
- [4] M. El-Shazly, R. Wielonski and S. Qamar, 6th CMP-MIC Proceeding, p. 332 (2001)



(a) (b)
 그림 1. The schematic diagram of the manufacturing flow
 (a) Conventional Method and (b) Hunatech Method

• Ceramic grooving for pattern generation

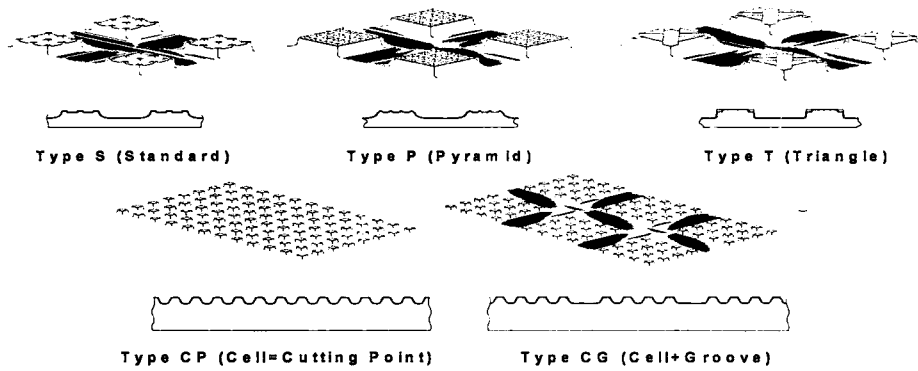
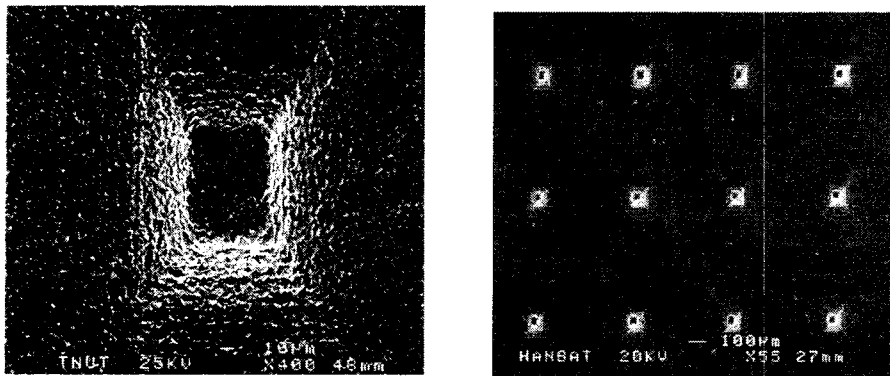


그림 2. Various conditioner patterns (a) Type S(standard), (b) Type P (Pyramid), (c) Type T (Triangle), (d) Type CP (Cell=Cutting Point) and (e) Type CG (Cell+Groove)



(a) (b)
 그림 3. CVD diamond coated Si₃N₄ patterns at (a) 400× (b) 55×

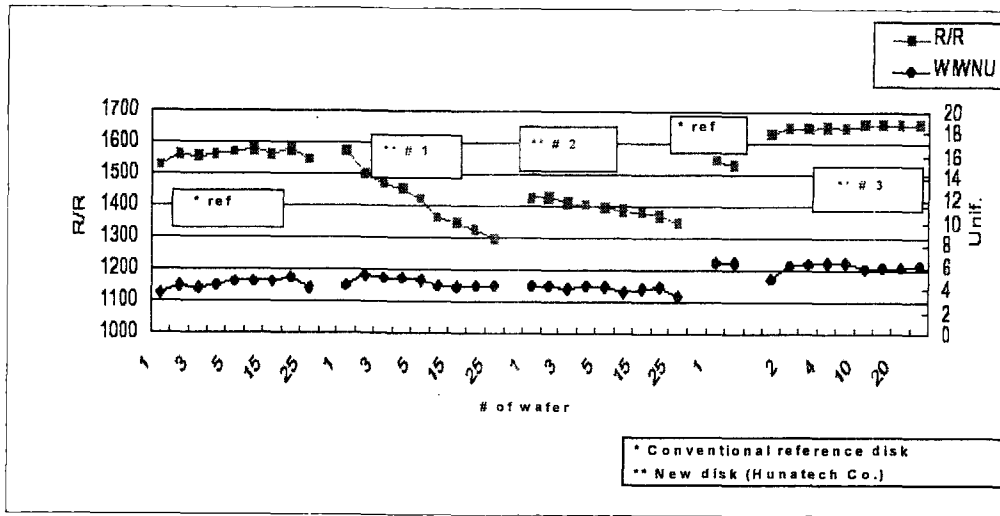


그림 4. Effect of groove patterns on polishing performance

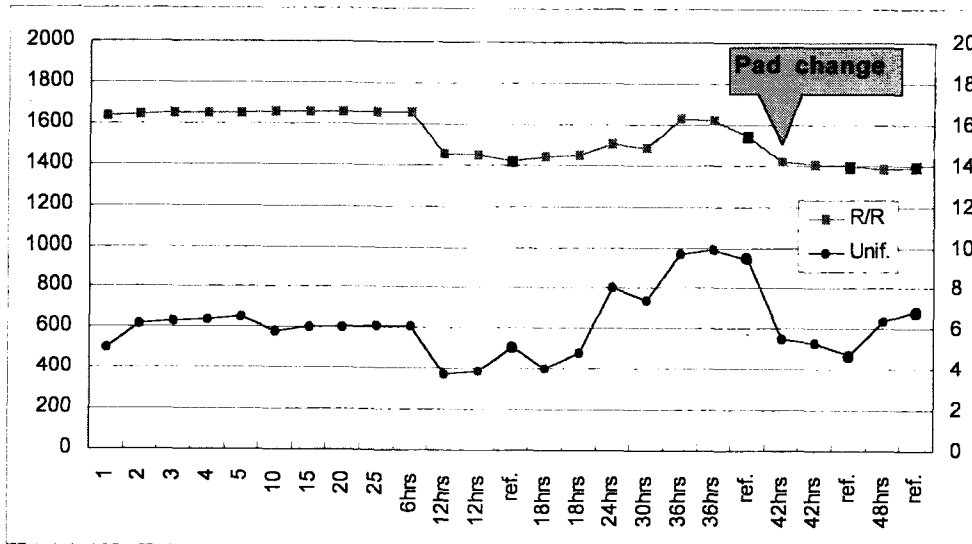


그림 5. Removal rate and uniformity of ceramic conditioner in the marathon test