

## CMP 패드의 Groove 특성

김철복<sup>1</sup>, 박성우<sup>2</sup>, 김상용<sup>3</sup>, 이우선<sup>4</sup>, 장의구<sup>5</sup>, 서용진<sup>1</sup>

동성A&T주식회사<sup>1</sup>, 대불대학교 전기전자공학과<sup>2</sup>, (주)동부 아남 반도체<sup>3</sup>, 조선대학교 전기공학과<sup>4</sup>,  
중앙대학교 전자전기공학부<sup>5</sup>

## The Characteristics of CMP Polishing Pad

Chul-Bok Kim<sup>1</sup>, Sung-Woo Park<sup>2</sup>, Sang-Yong Kim<sup>3</sup>, Woo-Sun Lee<sup>4</sup>, Eui-Goo Chang<sup>5</sup>, and Yong-Jin Seo<sup>1</sup>  
Dong-Sung A&T<sup>1</sup>, Daebul University<sup>2</sup>, Dongbu-Anam Semiconductor<sup>3</sup>, Chosun Univ<sup>4</sup>, Chung-Ang Univ<sup>5</sup>.

### Abstract

In this paper, we studied the characteristics of new polishing pad, which can apply W-CMP process for global planarization of multi-level interconnection structure. The hardness and density were measured as a function of groove pattern. Also, we compared the pore size through the SEM photograph. Finally, we investigated the CMP characteristics with five different kind of groove pattern sample. Through the above results, we can select optimum groove pattern, so we can expect to begin home product of polishing pad.

**Key Words** : CMP, polishing pad, groove pattern, pore size, removal rate

### 1. 서 론

현재 CMP (chemical mechanical polishing) 공정[1-3]은 반도체 칩 제작의 핵심기술로 사용되고 있으며, 다양한 소자 제작 및 새로운 물질 등에도 광범위하게 응용되고 있다. 하지만 공정 비용의 70% 이상을 차지하는 슬러리, 연마패드, 패드 컨디셔너와 같은 소모재료 (consumable)를 줄여야 하는 단점이 있다. 그 중에서도 연마 패드는 연마 재현성을 확보하는데 중요한 요소로써[4-5], 연마 패드 구조 및 재료 성질은 연마 속도 및 CMP 공정의 평탄화에 중요한 역할을 한다. 하지만, 현재 반도체 칩 제조라인에서 사용되는 거의 모든 연마 패드는 전량 수입에 의존하고 있어 제품의 국산화가 시급히 필요한 현실이다. 따라서 내구성이 뛰어나고 우수한 연마효율 및 균일도를 나타내는 반도체 소자용 고분자 적층패드 및 groove 형성기술을 개발하기 위해 우레탄 Prepolymer [6], 경화제, 기공형성 조제 및 첨가제 등을 사용하여 연마/평탄화 공정에 주된 역할을 하는 우레탄계 Top pad를 제

조함으로써 고분자 적층패드의 조기 사업화를 통해 전량 수입에 의존하고 있는 제품을 국산화하여 자체수급이 가능하도록 할뿐만 아니라, 본 기술을 통해 습득된 기반기술을 활용하여 관련 산업발전에 기여하고자 한다. 현재 사용 중인 동심원 형상의 연마패드는 평탄화 공정 중에 슬러리가 균일하게 공급되지 못하고, 패드의 회전에 의한 관성 작용에 따라 연마패드의 중앙부보다는 가장자리로 많이 공급되어 슬러리의 유동 및 분포가 불균일한 단점이 있다. 따라서 CMP 공정 중에 슬러리가 groove를 따라 웨이퍼와 패드의 마찰면 사이에 균일하게 분포되도록 하여 평탄도와 연마효율을 향상시킬 수 있는 새로운 groove 형상의 연마패드가 개발되어야 한다.

이를 위해 본 연구에서는 연마패드의 groove pattern은 동일하나 경도와 밀도 등 미세한 물성의 변화에 따른 결과를 확인하였고, 경도와 밀도 등은 동일하나 groove pattern이 서로 다른 sample을 이용하여 최적의 groove pattern을 고찰하였다.

## 2. 실험

본 실험에서 사용된 연마패드의 제조 방법을 그림 1에서 간략하게 나타내었다.

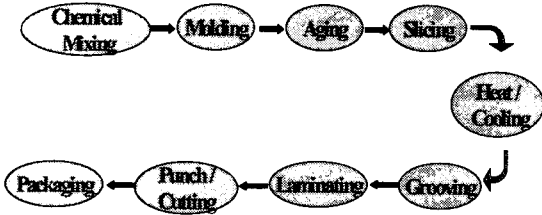
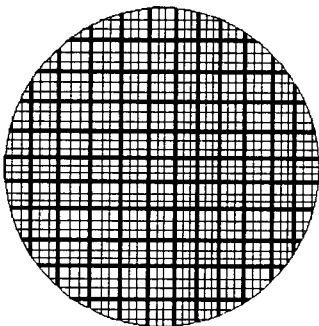
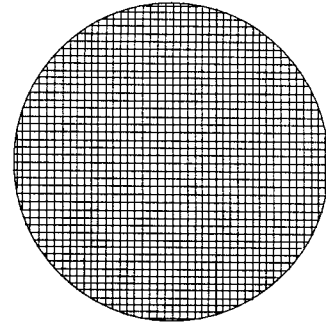


그림 1. 연마패드 제조 방법

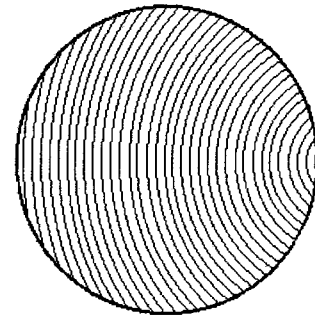
그림 2는 본 연구의 초점인 그루브 패턴에 따른 연마패드 표면 단면도를 보인 것이다. 그림 2(a)는 연마패드 표면에 X-Y축을 중심으로 나란하게 X-Y 형상의 매크로 그루브를 다수 형성시키고 동시에 폭, 깊이와 pitch를 달리하는 미세 그루브를 형성시켜, 웨이퍼 연마에 활용되는 패드 표면과 웨이퍼 사이에 슬러리 유입량을 효과적으로 조절하여 연마효율을 향상시킨 연마패드를 제작하였다. 그림 2(b)는 미세 그루브가 없는 단순한 XY 형태의 GROOVE를 나타낸 것이고, 그림 2(c)는 동심원의 그루브에 일정한 크기로 절단한 것으로 일명 K-GROOVE라 한다. 또한, 위의 다양한 형태의 GROOVE를 갖는 연마패드를 W-CMP 공정에 적용하기 위해서 IPEC 776장비에서 TEST를 진행하였으며, 중앙에서부터 시계방향으로 49 POINT의 PROFILE 경향을 분석하였다.



(a)



(b)

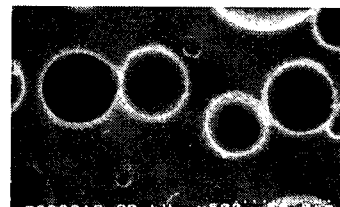


(c)

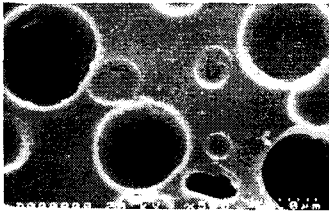
그림 2. 그루브 패턴에 따른 연마패드 표면 (a) DOUBLE XY-GROOVE (b) 단순 XY-GROOVE (c) K-GROOVE

## 3. 결과 및 고찰

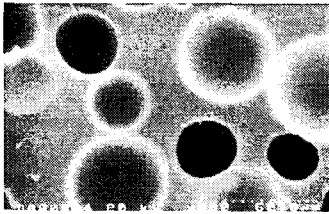
그림 3은 GROOVE 패턴에 의한 패드 단면 SEM( $\times 500$ ) 사진과 특성을 나타낸 것이다. 경도와 밀도의 차이에 따라 PORE SIZE의 미세한 차이를 관찰할 수 있으며, SEM 사진의 비교에서는 경도와 밀도가 높으면 연마패드내의 PORE SIZE가 작고, 경도와 밀도가 낮으면 PORE SIZE는 반대로 커지는 것을 알 수 있다.



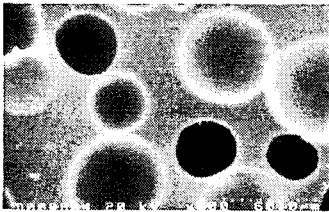
(a) sample 1



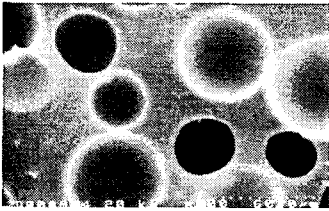
(b) sample 2



(c) sample 3



(d) sample 4



(e) sample 5

Sample	GROOVE 형태	Hardness	Density (g/cm <sup>3</sup> )
1	DOUBLE XY-GROOVE	61	0.85
2	DOUBLE XY-GROOVE	54	0.70
3	DOUBLE XY-GROOVE	57	0.74
4	단순 XY-GROOVE	57	0.74
5	K-GROOVE	57	0.74

그림 3. GROOVE 패턴에 의한 패드 단면 SEM (×500) 사진과 특성

그림 4는 sample 1, 2, 3의 연마율 결과를 나타낸 것이다. 경도와 밀도가 높은 sample 1은 center 쪽과 edge 쪽에서 연마율 편차가 상당히 심함을 알 수 있다. 반면에 연마율은 가장 높게 나타났다.

sample 2는 경도와 밀도가 낮은 연마패드로 profile 경향에서는 비교적 양호하지만, center 부분과 edge 부분에서 약간의 연마율 편차를 나타내었다. 연마율은 평균 3200~3300Å 정도로 비교적 안정된 결과를 보이고 있다. sample 3는 center 부분이나 edge 부분에서도 큰 차이가 없이 동일한 groove 조건에서 가장 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

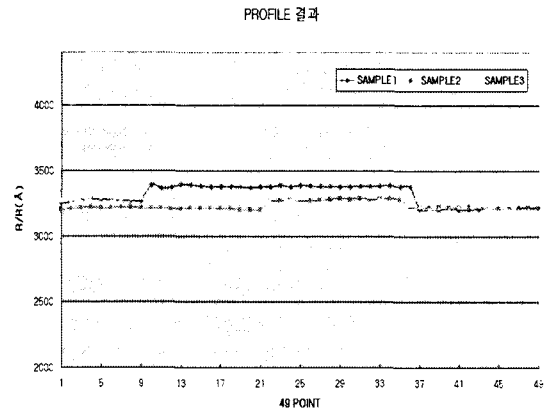


그림 4. Sample 1, 2, 3의 연마율 비교

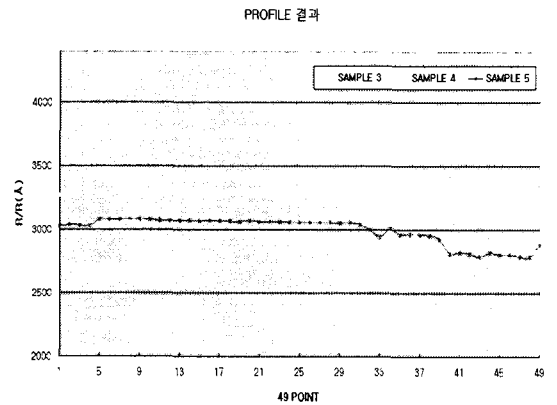


그림 5. Sample 3, 4, 5의 연마율 비교

그림 5는 sample 1, 2, 3에서 가장 안정적인 결과를 보인 sample 3번의 조건에서 groove pattern의 변경에 따른 연마율 결과를 비교한 것이다. sample 4는 연마율은 2900Å 정도의 비교적 낮은 결과이지만 매우 안정적인 결과를 보이므로 개선 가능성과 적용 가능성이 매우 높은 groove pattern이라고 생각된다. 이는 dishing과 평탄도 측면에서

우수하기 때문에 광역 평탄화 측면에서 유리한 조건이라고 생각되며, 가는 세선의 유무에 따라 연마율에 변화에 크게 영향을 미치는 것으로 사료된다. sample 5는 센터부분의 연마율은 비교적 안정됐지만, edge 쪽에 낮은 연마율 경향을 보인다. 이는 동심원 형태의 그루부가 원활한 슬러리의 유동에 영향을 미치기 때문으로 생각된다.

결국 double XY-groove가 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었던 것은 아마도 가는 세선에서의 연마율 향상과 굵은 실선에서의 페슬러리와 슬러리의 원활한 유동이 profile 경향에서 좋은 결과를 보인 것으로 사료된다. 결국 적당한 경도와 밀도, 그리고 pore size를 갖는 연마패드에서는 double XY-groove가 가장 안정적이라고 생각된다.

#### 4. 결론

반도체소자의 연마용 고분자 적층패드는 고부가가치 산업으로서 무한한 발전가능성 및 CMP 공정 횟수의 증가와 더불어 사용량이 매년 증가하고 있으나, 현재 연마 패드는 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 반도체 산업의 성장 및 산업의 고도화와 더불어 무역 적자가 더욱 심화되고 있는 현실에서 이와 같이 고부가가치 제품인 고분자 적층패드의 국산화는 반도체 산업의 발전과 국가적 차원에서의 경쟁력 확보를 위해 필수적으로 이루어져야 한다고 본다. 이를 위해 최적의 groove pattern 실험을 통하여 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 같은 groove pattern이라도 경도와 밀도에 따라서 profile 경향에 차이가 있다는 것을 알 수 있었다.

둘째, 같은 경도와 밀도에서도 groove pattern에 따라 profile 경향에 차이를 보였다.

셋째, 본 연구에서는 double XY-groove가 가장 우수한 결과를 보였으며, 현재 사용 중인 연마패드와 큰 유의차가 없을 것으로 사료된다.

#### 참고 문헌

- [1] Joseph M. steigerwald, Shyam P. Murarka, Ronald J. Gutmann, Chemical Mechanical Planarization of Microelectronic Materials, John Wiley.
- [2] Woo-Sun Lee, Sang-Yong Kim, Yong-Jin Seo, Jong-Kook Lee, " An Optimization of Tungsten Plug Chemical Mechanical Polishing (CMP) using Different Consumables, Journal of Materials Science : Materials in Electronics, Vol. 12, No. 1, pp. 63-68, 2001.
- [3] Yong-Jin Seo, Nam-Hoon Kim, Woo-Sun Lee, and Eui-Goo Chang, Oxidants in Alumina Slurry for Metal CMP Applications, International Conference on Electrode Processes (ICEP), Abstract Book, p. 159. (September 15-18, 2004), Szczyrk, Poland.
- [4] P. Singer, "Chemical-Mechanical Polishing : A New Focus on Consumable", Semiconductor International, pp. 48-53, Feb, 1994.
- [5] I. Kim, K. Murella, and J. Schlueter, "A detailed look at oxide CMP pad to pad consistency," CMP-MIC proceeding, pp. 335-338, 1997.
- [6] H. Lu, B. Fookes, Y. Obeng, S. Machinski and K. A. Richardson, "Quantitative analysis of physical and chemical changes in CMP polyurethane pad surfaces" Materials Characterization, Vol. 49, August 2002, pp. 35-44