CMP 공정에서 패드 마멸이 응력분포에 미치는 영향

Effect of Pad Wear on Stress Distribution in CMP Process

*최성하 [1], 이현섭 [3], 정문기 [1], 정호빈 [1], 이호준 [1], 조형호 [2],#정해도 [4]

*S. H. Choi[1], H. S. Lee[1], M. K. Jeong[1], H. B. Jeong[1], H. J. Lee[1], H. H. Jo[2]

#H. D. Jeong(hdjeong@pusan.ac.kr)[3]

[1]부산대학교 기계공학부 정밀가공시스템 전공, [2]한국생산기술연구원 융합부품소재센터

[3]부산대학교 정밀 정형 및 금형 가공 센터 [4]부산대학교 기계공학부

Key words : CMP, WIWNU, Retainer pressure, Stress distribution, Pad profile

1. 서론

반도체에 배선을 형성하기 위한 리소그래피 공정에서 분해능과 DOF (depth of focus)는 웨이퍼의 연마 불균일도 (Within Wafer Non-Uniformity; WIWNU)에 직접적인 영향을 받게 된다 [1]. 특히 CMP 공정에서 연마 불균일도는 주로 웨이퍼의 표면에 작용하는 수직 응력분포에 의해 영향을 받는다. 웨이퍼에 연마압력이 가해졌을 때 패드 표면이 균일하게 웨이퍼 면에 접촉하지 못하기 때문에 불균일한 응력분포가 발생한다 [2]. 이 현상은 웨이퍼의 모서리 부분에서 크게 나타나는데, 이러한 이유로 양품률 (product yield)은 웨이퍼 모서리의 연마 균일도에 큰 영향을 받는다 [3]. 이로 인해 리테이너의 (retainer) 압력을 조절하여 웨이퍼의 모서리에서 발생하는 응력 집중현상을 줄이기 위한 연구가 이루어져 왔다. 그러나, 연마율 (removal rate)를 일정하게 유지시켜 주기 위한 다이아몬드 컨디셔닝 (diamond conditioning) 에 의한 패드의 변형과, 이에 따른 리테이너의 압력과 연마 불균일도의 상관관계는 충분한 연구가 되지 않았다. 따라서 본 논문에서는 컨디셔닝을 통해 패드 표면을 마멸시키고, 패드 프로파일 (profile) 변화에 따른 리테이너의 압력과 연마 불균일도의 상관관계를 연구하였다.

2. 실험

본 논문에서 진행된 연마 실험은 8 inch 산화막 웨이퍼로 진행 되었으며, 각기 다른 패드 프로파일에 4psi 의 동일조건으로 웨이퍼 압력을 가해주고, 리테이너의 압력을 변화 시켜 가면서 연마 불균일도를 관찰하였다. 연마 실험 및 컨디셔닝 전/후의 패드 프로파일은 G&P 사의 Poli-500 과 PMS-500 을 사용하였고 CMP 후의 산화막 두께는 K-MAX 사의 ST5030-SL 을 사용하였다. 실험에 적용한 공정조건을 Table 1 에 나타내었다.

Table 1 Experimental condition

Parameter	Conditions
Polisher	GNP Poil-500 (G&P Tech, Inc.)
Profiler	PMS-500 (G&P Tech, Inc.)
Target	8 inch Oxide wafer
Pad	IC1400
Slurry	ILD3225 (Nitta-Hass, Inc.)
Flow Rate	200 [ml/min]
Velocity	Head: 80rpm / Platen: 80rpm
Pressure	Wafer:4 psi / Retainer: 3~10 psi

3. 결과 및 고찰

Fig. 1 은 컨디셔닝 전/후의 패드 프로파일을 나타낸 것으로, 웨이퍼가 패드와 접촉되는 영역에서 패드마멸이 이루어진다. 실제 패드는 약 15μm, 30μm 가 마멸될 때까지 컨디셔닝을 진행하였다. Fig.1 의 결과에 의하면 마멸되지 않은 패드에서의 프로파일이 가장 불균일하였고, 마멸된 후의 프로파일이 더 균일해짐을 볼 수 있다. Fig. 2 는 패드 마멸 후의 산화막 웨이퍼의 연마율 프로파일을 나타낸 것이며, 두 조건 모두 웨이퍼의 모서리 부분에서 연마율이 급격히 변하는 것을 알 수 있다. 이는 다른 논

문에서도 보고된 바와 같이 연마 중 웨이퍼 모서리 부분이 다른 접촉 부위보다 불균일하게 제거가 일어난다는 결과와 동일함을 알 수 있다. Fig. 3 은 컨디셔닝 전/후의 연마 불균일도를 나타낸 것이다. 그림에서 나타낸 것과 같이 마멸이 되지 않은 패드에서는 리테이너 압력이 8psi 일 때 연마 불균일도가 가장 작게 나왔다. 하지만 15, 30μm 의 깊이로 마멸된 패드 에서는 리테이너 압력이 5, 7psi 일 때 연마불균일도가 가장 작게 나온 것을 알 수 있다. 그 이유는 마멸되지 않은 패드의 프로파일이 상대적으로 불균일 하기 때문에 웨이퍼 압력 4psi 보다 훨씬 큰 리테이너 압력으로 패드를 눌러줘야 연마공정중 웨이퍼와 접촉하는 패드의 형상이 균일해 질 것이라 판단된다. 이와 마찬가지로 상대적으로 균일해진 15, 30μm 마멸된 패드에서는 패드의 중앙부 기준으로 15 μm 마멸된 패드가 더 균일한 프로파일을 가지기 때문에 30μm 마멸된 패드보다 웨이퍼 압력 (4psi)과 리테이너 압력의 차이가 더 작을 때 연마 불균일도가 향상되는 것을 알 수 있다.

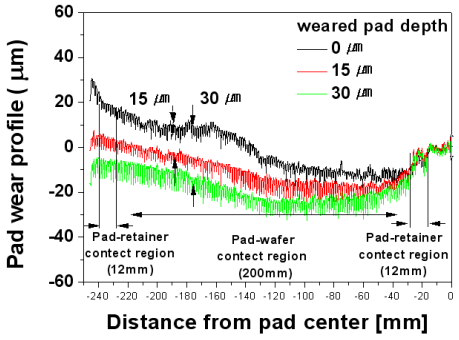

Fig.1 Wear profile of the polishing pad

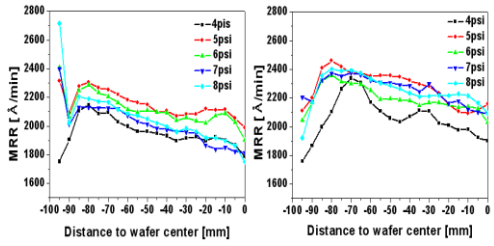

Fig. 2 Removal Profile on 8inch oxide wafer (a) 15μm, and (b) 30μm worn pad

4. 결론

본 논문에서는 다이아몬드 컨디셔닝에 의해 마멸 된 패드가 리테이너 압력과 연마 불균일도사이에 어떠한 영향을 미치는지 연구 하였다. 패드의 마멸된 양에 따라 최적의 리테이너 압력값이 달라졌으며, 웨이퍼와 접촉되는 패드 면이 균일 할수록 웨이퍼와 리테이너간의 압력 차가 작을 때, 연마 불균일도가 향상되었다. 물론 실제 CMP 공정에서는 리테이너 압력을 패드의 사용시간 및 마멸 상태도 고려하여 결정해야 할 것이다.

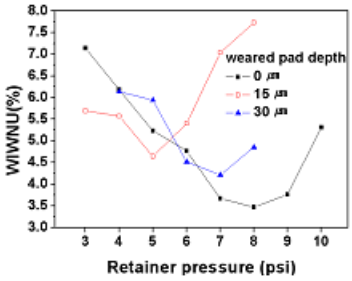

Fig. 3. Comparison of WIWNU% before and after pad wear.

후기

한국 연구재단 교육과학기술부의 선도연구센터 육성사업 학제간 융합분야(NCRC)로 부터 지원 받아 수행되었음.

참고문헌

1. D. H. Kwon., H. J. Kim., and H. D. Jeong., "Heat and its Effects to Chemical Mechanical Polishing," Journal of Materials Processing Technology, 178, 82-87, 2006.
2. G. Fu., and A. Chandra., "The Relationship Between Wafer Surface Pressure and Wafer Backside Loading in Chemical Mechanical Polishing, " Thin Solid Films, 474, 217-221, 2005.
3. S. Eamkajornsiri., A. Chandra., ea., "Yield Improvement in Wafer Planarization: Modeling and Simulation, " Journal of Manufacturing Systems, 22, No. 3, 2002.