

CMP에서 리테이너링의 압력에 따른 연마율 프로파일과 응력 분포 해석

이현섭, 이상직, 정석훈, 안준호*, 정해도
 부산대학교, 지엔피테크놀로지*

Analysis of Material Removal Rate Profile and Stress Distribution According to Retainer Pressure

Hyunseop Lee, Sangjik Lee, Sukhoon Jeong, Joonho An*, Heado Jeong
 Pusan National University, G&P Technology*

Abstract : In chemical mechanical planarization (CMP) process, the uniformity of stress acting on wafer surface is a key factor for uniform material removal of thin film especially in the oxide CMP. In this paper, we analyze the stress on the contact region between wafer and pad with finite-element analysis (FEA). The setting pressure acting on wafer back side was 500g/cm² and the retainer pressure was changed from 300 to 700g/cm². The polishing test is also done with the same conditions. The material removal rate profiles well-matched with stress distribution.

Key Words : material removal rate (MRR), stress distribution, finite-element analysis (FEA), retainer pressure.

1. 서론

화학기계적평탄화 (Chemical Mechanical Planarization; CMP)는 슬러리에 의해 화학적으로 반응된 박막을 연마 헤드에 의한 웨이퍼 (wafer)의 가압과 연마패드 (pad)와 웨이퍼의 상대운동에 의해 박막재료를 제거하는 공정이다. 특히 산화막 CMP에 있어서 웨이퍼를 가압할 때 발생하는 응력 분포 (stress distribution)의 불균일은 CMP 공정에서 박막의 불균일한 재거를 초래할 수 있다. 특히, 연마불균일의 문제는 압력의 불연속성이 일어나는 웨이퍼의 가장자리 부근에서 가장 심하게 일어나며 웨이퍼 가장자리에서의 연마프로파일의 불균일에 의해 소자제조 수율에 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 웨이퍼 가장자리 연마 불균일 현상은 웨이퍼와 패드 사이의 접촉 불연속성으로 인해 웨이퍼의 가장자리에 압력의 집중이 일어나게 되어 이것이 곧바로 연마율의 불균일성으로 나타나게 된다 [1]. 이러한 응력분포의 불균일성은 CMP 장치의 헤드 설계에 크게 의존하며, 이를 해결하기 위해서 연마 헤드의 가압부를 나누어 압력을 웨이퍼로 전사하거나 리테이너 링 (retainer ring)의 압력을 조정하는 방식을 사용하고 있다. 본 논문에서는 리테이너 링의 압력 변화가 패드와 웨이퍼 사이 계면에서의 응력분포에 미치는 영향에 관하여 유한요소 분석 (finite-element analysis; FEA)을 통하여 알아보고자 한다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 연구에서의 실험은 G&P Technology사의 POLI500을 사용하였으며 슬러리는 테크노세미캠사의 TSO-12를 사용하였다. 유량은 150ml/min, 연마헤드, 테이블, 컨디셔너의 회전속도는 각각 87rpm, 93rpm, 63rpm으로 모든 연마공정

중 in-situ로 컨디셔닝을 실시하였다. 실험에 사용된 웨이퍼는 4인치 산화막 웨이퍼를 사용하였고, 연마 전/후의 두께변화를 측정하여 연마율을 측정하였다. FEA해석에 사용한 연마 헤드의 구조 및 조건은 그림1과 같으며 해석은 2차원 축대칭 구조로 이루어졌다. 자세한 실험조건은 표1에 나타내었다.

표 1. 실험조건.

Parameters	Conditions
Slurry	TSO-12 (Techno Semichem. Co.)
Flow Rate	150ml/min
Velocity	Head/Platen/Conditioner : 87/93/63 rpm
Pressure	Test1: W500g/cm ² / R300g/cm ² Test2: W500g/cm ² / R400g/cm ² Test3: W500g/cm ² / R500g/cm ² Test4: W500g/cm ² / R600g/cm ² Test5: W500g/cm ² / R700g/cm ²

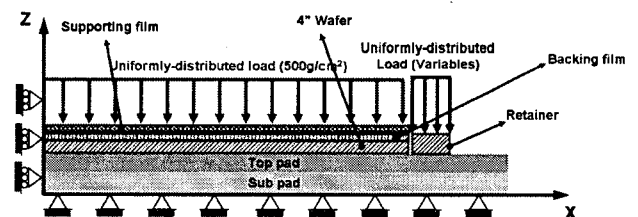


그림 1.

3. 결과 및 고찰

FEA 해석 결과 리테이너 압력이 변화함에 따라 패드의 변형량이 그림 2와 같이 달라짐을 알 수 있다. 리테이너의 압력이 변화할 때, 리테이너의 불연속 지점에서의 패

드 변형량의 변화는 CMP시 연마율 프로파일에 영향을 미칠 수 있다. 그림 2에 따르면, 웨이퍼의 압력이 500g/cm² 일 때 리테이너의 압력이 600g/cm² 조건에서 가장 균일한 결과를 보이고 있다.

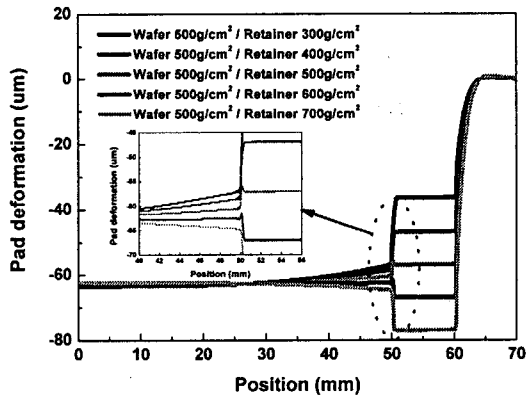


그림 2. 리테이너링 압력 변화에 따른 패드 변형 해석결과.

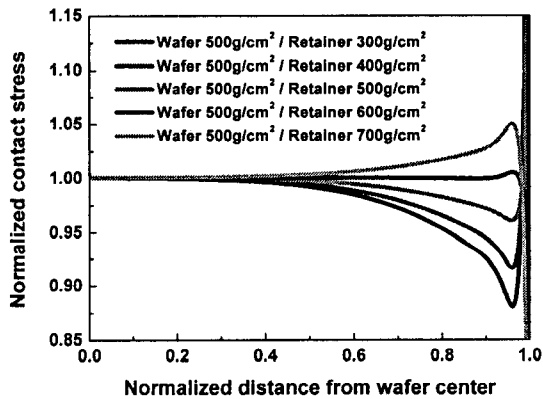


그림 3. 리테이너링 압력 변화에 따른 접촉면에서의 수직 방향 응력해석 결과.

그림 3은 리테이너링의 압력 변화에 따른 웨이퍼와 패드의 계면에서 발생하는 수직방향 응력분포의 해석결과를 보여주고 있다. 리테이너링의 압력이 웨이퍼의 압력보다 높은 경우, 웨이퍼의 가장자리에서 웨이퍼 중앙부에 비해 높은 스트레스를 보이며, 리테이너링의 압력이 웨이퍼의 압력보다 낮은 경우, 웨이퍼의 가장자리에서 웨이퍼 중앙부에 비해 낮은 응력분포를 보인다. 응력분포의 균일성에 있어서는 패드 변형량의 해석에서와 같이 웨이퍼 압력 500g/cm², 리테이너 압력 600g/cm²의 조건에서 가장 양호한 결과를 보였다. 이는 위의 조건에서 웨이퍼의 가압에 의해 웨이퍼 가장자리 부근에서 발생하는 패드의 rebound 현상을 리테이너 압력을 조절함으로써 완화시켰기 때문으로 보인다.

그림 4는 각각의 해석조건을 POLI500 CMP장비로 실험한 결과와 응력분포의 해석결과를 도시한 것이다. 응력분포의 해석결과와 실제 결과는 완전히 일치하지는 않지만,

매우 유사한 경향을 보임을 알 수 있으며 이는 산화막 CMP에서 응력분포가 연마율 프로파일에 미치는 영향이 매우 크다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 연마결과와 응력분포 해석의 결과의 차이는 CMP 공정 상의 속도 조건에 따른 영향으로 보이며 이는 차후 기구학적 해석으로 분석 가능할 것으로 생각된다.

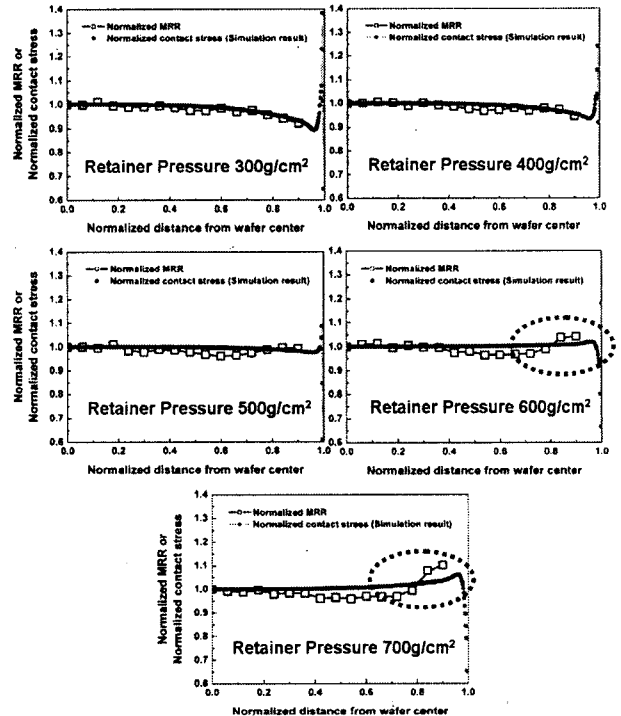


그림 4. CMP 결과와 해석 결과의 비교.

4. 결론

본 연구에서는 산화막 CMP에 있어서 리테이너 링의 압력 변화가 패드와 웨이퍼 사이 응력분포에 미치는 영향에 관하여 유한요소 분석을 통하여 해석하였다. 그 결과, 실제 연마결과와 응력분포의 해석결과는 다소 차이는 보이지만, 매우 유사한 경향을 보이고 있으며, 이를 통하여 산화막 CMP에 있어 응력의 분포는 연마율 프로파일을 결정하는 중요한 요소임을 확인할 수 있었다. 또한 보다 정확한 해석을 위해서는 속도조건을 고려한 기구학적인 해석이 필요로 할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 국가핵심연구센터 사업(R15-2006-022-01001-0) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 안준호, 유민중, 서현덕, 김형재, 정해도, “산화막 CMP에서 압력조건이 웨이퍼 가장자리 연마율에 미치는 영향”, 2008년도 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 447-448.