

## Cu CMP 공정중의 연마입자 부착력과 마찰력 특성 평가

## Frictional behavior and particle adhesion of abrasive particles during Cu CMP

김진영, 김재훈, 홍의관, 강영재, 송재훈, 박진구†

한양대학교 재료화학공학과

(jgpark@hanyang.ac.kr†)

Cu 는 기존 배선재료로 널리 사용되던 Al 의 전기저항 ( $2.66 \mu\text{cm}$ )에 비해 낮은 전기적 저항 특성 ( $1.7 \mu\text{cm}$ ) 및 RC time delay 를 줄여주는 electro-migration 에 대한 특성과 빠른 신호처리 속도로 인해, 최근 배선재료로 널리 사용되며 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. Cu 를 사용한 배선공정을 위해 Cu CMP 공정이 1992 년 이후 도입되어 적용되고 있으며, 이러한 CMP 공정은 연마입자와 화학적 첨가제가 함유된 슬러리 용액을 사용하여 화학적, 기계적으로 device 가 형성된 wafer 에 대해 평탄화 공정이 진행된다.

최근 연마입자는 주로  $\text{Al}_2\text{O}_3$  와  $\text{SiO}_2$  가 많이 사용되고 있으며, 이들 각각의 연마입자는 슬러리내에서 기계적인 연마에 참가하여 연마율을 높인다. 하지만 이들 연마입자는 재료적 특성으로 인해, 슬러리내에서 wafer 와 연마 입자사이의 입자 부착력(Particle adhesion force)이 다르다는 것이 선행연구에 의해 평가되었다.

이러한 입자 종류에 따른 연마입자 부착력은 CMP 공정중에서 서로 다른 마찰거동(Friction behavior)을 보일것으로 예측이 되었으며, 공정중에서 이들간의 상호관계의 규명이 아직 밝혀지지 않고 있다. 이러한 상호관계는 Cu CMP 공정중의 메카니즘을 이해하는데 중요한 요소이다.

본 연구에서는 이러한 연마입자들이 적용된 슬러리의 Cu CMP 공정중에서 연마입자 부착력과 마찰력특성평가, 부착력에 따른 연마입자의 오염, 그리고 마찰력 거동에 의한 스크래치와 같은 defect 를 평가하여, 이들간의 상호관계를 규명하고자 하였다.

연마입자의 연마입자 부착력(Particle adhesion force)연구를 위해 AFM(Atomic Force Microscopy, CP Research, PSI)를 사용하여 평가되었으며, Cu CMP 공정중 마찰거동을 평가하기위해 마찰력 측정센서가 부착된 CMP polisher(G&P Tech, Poli-500)를 사용하여 진행하였으며, 공정 후 연마입자의 오염과 표면 defect 를 관찰하기 위해 AFM 을 사용하여 평가하였다.

Cu CMP 용 슬러리의 제조를 위해 citric acid 와 과산화수소가 각각 첨가되었으며 이들은 etchant 와 oxidizer 로써 각각 DI water 에 첨가되었다.

Citric acid 가 첨가된 alumina 연마입자의 경우 가장 작은 연마입자의 입자부착력을 나타내었으며, 가장 낮은 마찰거동을 보였으며, citric acid 가 첨가되지 않은 alumina 연마입자의 경우는 가장 큰 입자부착력과 가장 큰 마찰거동을 나타내었다. Silica 연마입자의 경우는 citric acid 첨가 유무에 관계없이 입자부착력과 마찰거동이 변화없으며, 이는 citric acid 가 선택적으로 alumina 입자에 흡착되는 것을 보여주는 결과이다. 또한 이러한 연마율을 함께 평가한 결과, 낮은 연마율에 높은 마찰특성, 높은 adhesion force 를 가지는 경우 많은 표면 스크래치와 defect 를 유발시켰다. 연마입자의 부착력은 마찰력거동과 상호 관련이 있으며, 공정 후 표면과도 깊은 연관관계가 있었다.