

화학반응속도가 Cu CMP에 미치는 영향

정원덕, 장원운, 박성민, 정해도*

부산대학교 정밀기계공학과, 부산대학교 기계공학부*

The effect of chemical kinetics of slurry components on Cu CMP

Wonduck Jung, Onemoon Chang, Sungmin Park, Haedo Jeong*

Department of Precision & Mechanical Engineering in PNU, School of Mechanical Engineering in PNU*

Abstract : Chemical kinetics affects Cu CMP results. (removal rate, Non uniformity etc.) Because Cu is removed by chemical action. Key factors in chemical kinetics are process temperature and concentration of slurry components. In this study, Hydrogen peroxide and citric acid were selected as a oxidant and a complexing agent. and Slurry were made by mixing this components. In order to study effects of Chemical Kinetics, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) were performed on Cu sample after etching test as concentration of citric acid and slurry temperature. Finally Cu CMP was performed as same conditions.

Key Words : Cu CMP, Citric Acid, X-ray photoelectron spectroscopy

1. 서 론

Cu CMP는 Oxide CMP나 STI CMP와 달리 패드와 입자 웨이퍼 사이에서 일어나는 마찰에 의한 기계적 작용과 더불어 슬러리에 포함되어 있는 산화제와 치화제에 의한 화학적 작용으로 대상을 제거하게 된다. Cu CMP는 다른 CMP와 달리 화학적 재료 제거의 역할이 크기 때문에 많은 연구들이 기본적으로 화학적 영향을 바탕으로 진행되고 있다[1]. 이러한 화학적 제거는 웨이퍼의 표면에서 일어나는 화학반응속도에 따라 달라지며 기본적으로 화학반응속도는 대상물의 농도와 공정 온도에 의해 크게 좌우된다. 따라서 화학적 제거를 이해하기 위해서는 화학반응속도에 영향을 미치는 농도와 온도에 대한 영향을 연구하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 화학물의 농도와 공정 온도가 Cu CMP에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 실 험

기존의 연구에서는 상용 슬러리를 사용하여 화학적 작용을 평가하였다. 그러나 본 연구에서는 상용 슬러리에 포함될 것으로 예상되는 과산화수소를 기본으로 하여 치화제로는 구연산을 선택하여 이들을 섞어서 직접 슬러리를 제조하였다.

먼저 구연산의 농도를 변화시켜면서 Cu CMP를 실시하였으며 온도에 대한 영향은 위에 연마 결과 중에서 연마율 (4000 \AA/min 이상)과 연마불균일도 (10% 이하)가 조건에 만족하는 구연산의 함량을 선택하여 온도를 변화시켜면서 Cu CMP를 실시하였다. CMP 조건은 표 1과 같다. 실험은 G&P Technology사의 friction force 모니터링 시스템을 갖춘 G&P Poli 500 장비를 사용하였으며 그림 1은 장비의 개략도를 나타내었다.

표 1. 실험조건

parameter	conditions
pressure	300g/cm ²
velocity	Table(80 rpm)/Head(80 rpm)
slurry	DIW + H ₂ O ₂ 3 vol% + Colloidal Sillica 3 wt% + Citric Acid 0.0005M, 0.01M, 0.025M, 0.05M
pad	urethane pad
polishing time	1 min
CMP polisher	G&P POLI500 (G&P Technology, INC.)
wafer	4" Cu wafer

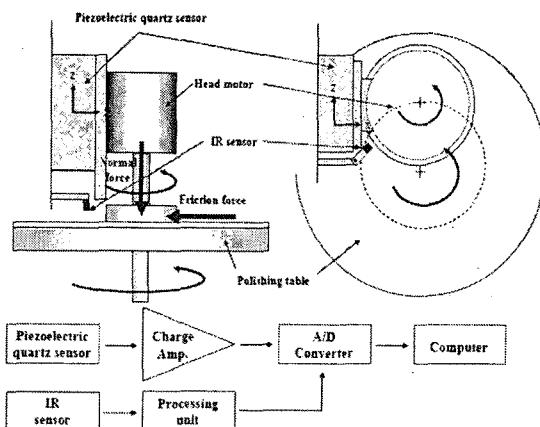


그림 1. Friction force 모니터링 시스템의 개략도

3. 실험 결과

3.1 구연산 농도의 영향

그림 2는 구연산 함량에 따른 Cu의 연마율과 연마불균일도를 보여 준다. 구연산 함량은 0.0005 M에서 0.05 M 까지 증가시켰다. 구연산의 함량이 증가 할수록 연마율은 증가하는 것을 알 수 있었다.

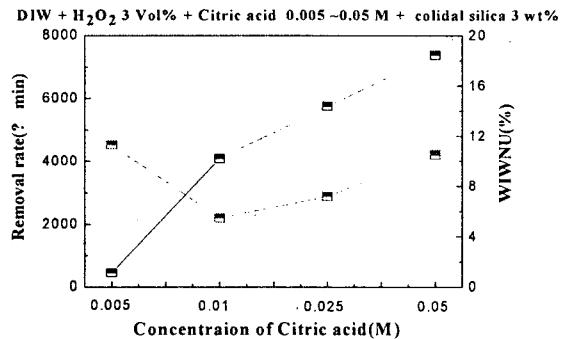


그림 2. 구연산 함량에 따른 연마율과 연마불균일도
연마불균일도는 0.01M에서 5%로 감소하다가 구연산의 농도에 따라 11%까지 증가 하였다.

3.2 슬러리 온도의 영향

그림 3은 슬러리 온도에 따른 Cu CMP의 연마율과 연마불균일도를 나타낸다. 슬러리의 조건은 구연산의 농도 실험에서 연마율 4200 Å/min과 연마불균일도 5%를 나타낸 과산화수소 3 vol%와 구연산 0.01M을 선택하여 온도를 변화시켰다.

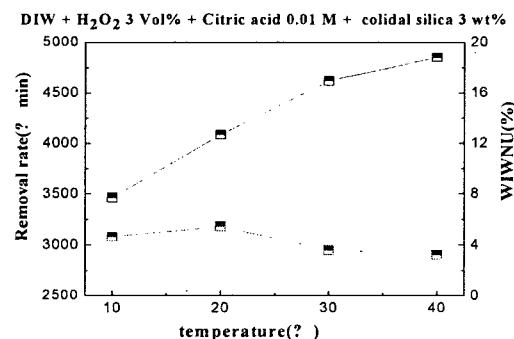


그림 3. 슬러리 온도에 따른 연마율과 연마불균일도

슬러리의 온도가 증가함에 따라서 연마율은 증가하는 현상을 보여 주었다. 그러나 연마불균일도는 슬러리의 온도가 증가함에 따라 약간 감소하나 큰 변화는 보이지 않는 특성을 나타내었다.

3.3 마찰력 측정

CMP에 마찰력은 웨이퍼 표면과 슬러리에 포함되어 있는 입자 그리고 패드 표면이 서로 상대 운동을 함으로써 발생한다. 따라서 이들의 상태가 달라지면 마찰력이 변한다

[2].

그림 4는 구연산의 농도와 슬러리의 온도를 다르게 하면서 CMP를 실시하였을 때 발생한 마찰력을 나타낸 그래프이다.

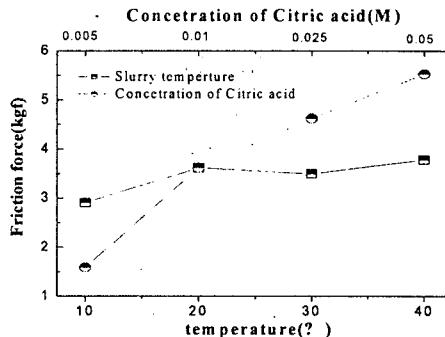


그림 4. 슬러리 온도와 농도에 따른 마찰력

구연산의 농도를 변화시키면 마찰력이 증가하지만 슬러리의 온도를 증가 시켰을 때는 마찰력은 약간은 변하지만 큰 변동은 보이지 않는다.

이것은 구연산의 농도가 증가하면 웨이퍼 표면의 특성이 바뀌지만 슬러리 온도가 증가하면 웨이퍼 표면의 특성은 크게 변하지 않는다는 것을 의미한다.

4. 결 론

구연산의 반응속도에 영향을 미치는 농도와 공정 온도를 변화 시켜가면서 Cu CMP를 실시하였다. 농도와 공정 온도가 증가함에 따라서 연마율이 동일하게 증가하였다. 그러나 CMP를 할 때 발생하는 마찰력을 측정한 결과 온도에 따라서는 마찰력이 변화가 없는 반면에 농도에 따라서는 마찰력의 크기가 달라지는 것을 관찰할 수 있었다.

농도와 온도에 의해서 구연산의 반응 속도가 증가하여 연마율이 증가하지만 제거 메카니즘은 서로 다르다는 것을 알 수 있었다. 구연산의 농도가 증가하면 Cu 표면의 변화에 의해서 입자와 패드에 의한 기계적 제거가 증가하여 연마율이 증가하고 온도가 증가하면 마찰에 의한 기계적 제거 보다는 애칭에 의한 Cu의 제거가 증가함에 따라 연마율이 증가하는 것으로 생각된다.

참고 문현

- V.R.K Gorantle, K.A. Assionbon, S.V. Babu and D. Roy, "Citric acid as a complexing agent in CMP of Copper Investigation of surface Reaction Using Impedance Spectroscopy", Journal of Electro chemical Society, vol 152, No.5, G404~G410, 2005.
- 김형재, "CMP 공정에서 재료제거 기구에 영향을 미치는 접촉 계면 특성에 관한 연구", 부산대학교 정밀기계 박사학위 논문, 2003.