

Cu CMP시 Cu와 슬러리의 반응의 기계적 화학적 특성평가 (Chemical Mechanical characterizations of surface reaction during Cu CMP)

한양대학교 류주석, 엄대홍, 홍의관, 박진구

서론

Cu는 낮은 저항과 높은 electro-migration 저항을 가지므로 차세대 배선재료로서 활발히 연구되고 있다. Interconnection 공정인 Chemical Mechanical Planarization(CMP)공정은 Cu를 적용을 위한 필수 공정이다. 하지만 고집적화를 위한 패턴의 미세화로 인해 Cu CMP 공정은 기존의 CMP 공정과는 다른 공정조건이 요구된다. 예를 들어 낮은 down force에서 높은 Removal Rate(R.R)을 요구하고 있다. 그러므로 Cu CMP 공정시 사용되어지는 Cu slurry의 특성 평가는 더욱 더 중요하게 되었다. 일반적으로 CMP시 Preston equation은 Removal rate 설명하기 위해 가장 많이 인용되어진다. Preston equation은 다음과 같다.

$$Rate = \frac{\Delta H}{\Delta t} = k_p P \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

ΔH 는 표면 높이의 변화, Δt 는 polishing한 시간, P 는 압력, $\Delta s/\Delta t$ 는 pad와 시편간의 linear velocity이고, k_p 은 Preston coefficient이다. 그러므로 압력의 감소 즉, down force의 감소는 R.R이 선형적으로 감소를 의미한다. 하지만 Cu CMP시에는 down force에 따라 슬러리의 chemical effect를 포함하는 Preston coefficient의 변함으로 슬러리에 첨가된 첨가제의 종류에 따라 낮은 down force에서도 높은 R.R을 유지할 수 있다. 이 연구는 Preston equation의 down force에 따른 R.R을 측정하여 Preston coefficient를 계산함으로써 slurry의 첨가제의 종류와 농도에 따른 down force와 R.R의 상관관계를 연구하였으며, 슬러리와 반응시킨 Cu 표면을 AFM과 LFM을 이용하여 roughness와 lateral force값을 측정하였다.

실험방법

일반적으로 slurry에는 etchant, oxidant, complexing agent, corrosion inhibitor, 완충제, 연마 입자 등으로 구성되어진다. 이 실험에서는 etchant는 organic acid(citric acid($C_6H_8O_7$), oxalic acid($C_2H_2O_4$), succinic acid($C_4H_6O_4$))를 사용되었고, oxidant로는 과산화수소(H_2O_2)를 사용되었고, 연마입자는 gamma-alumina(Al_2O_3), silica(SiO_2)를 사용되었다. pH 적정은 ammonia peroxide(NH_4OH)로, BTA는 corrosion inhibitor로 사용되었다. 각각의 organic acid의 종류와 과산화수소의 농도와 pH와 down force에 따른 etching과 polishing rate이 측정되었고, 슬러리와 반응한 Cu 표면의 roughness와 lateral force는 AFM과 LFM으로 분석되었으며, 슬러리에 따른 Cu의 corrosion current와 open circuit potential은 EG&G 장비로 측정되었다.

결과 및 고찰

Down force의 감소에 따라 RR은 감소하지만 organic acid 중 oxalic acid는 citric acid에 비해 down force을 영향을 적게 받았다. AFM과 LFM으로 roughness와 lateral force를 측정결과 oxalic acid를 첨가한 경우의 roughness와 lateral force가 citric acid를 첨가한 경우보다 상대적으로 매우 높은 값을 가짐을 알 수 있었다. 두 organic acid의 etching rate의 측정결과, oxalic acid는 citric acid보다 더욱 강한 etchant로서의 역할을 하지만 과산화수소의 농도를 증가시켜 주고 BTA를 첨가함으로써 etching rate은 감소시킬 수 있었으며 높은 R.R값을 가짐을 알 수 있다..