

ECR 플라즈마를 이용한 Cu 박막의 건식 식각특성에 관한 연구
(A Study on the Characteristic of Copper etching by ECR plasma)

이성권, 이원종, 천성순
한국과학기술원 재료공학과

고집적 반도체 소자 금속배선막 형성 재료로 사용되고 있는 Al base 합금은 차세대 초 고집적 소자에 적용할 경우에 금속배선에 의한 RC time delay 문제를 심화시키는 잠재적 요인과 낮은 EM(Electromigration)저항성을 갖는 문제점으로 인해 현재 대체 재료로써 Cu 박막에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. Cu 박막은 낮은 비 저항치 및 EM 저항성이 Al base 합금에 비해 우수하여, 두께를 얇게 배선하더라도 소자의 동작 속도 저하 없이도 신뢰성도 동시에 유지할 수 있다. 하지만 실제 공정에 적용하기 위해서는 공정기술(화학증착, 식각, 확산방지 등)에 관한 제반 문제해결이 선결과제이다.

본 연구내용은 Cu 금속화 공정중 가장 어려운 문제중의 하나인 식각특성에 관한 연구결과이다. 본 실험에서는 반응성이 우수하고 이온 에너지 조절이 용이하며 directionality가 우수한 특성을 갖는 ECR(Electron Cyclotron Resonance) plasma 식각장치를 이용하여 할로겐 기체(CCl_4 based)하에서 Cu 박막의 플라즈마 건식 식각특성에 관한 연구를 수행하였다. 공정변수(기판 온도, 가스종류 및 유량, 공정압력, μ wave power, substrate bias)변화가 Cu 박막의 식각특성에 미치는 영향(식각속도, 선택비, 조성, 단면, 평면 형상제어) 및 etch products의 특성(조성, 결정구조, 표면형상, 표면층 변화등) 분석을 실시하였다. 이때 식각층의 단면과 표면형상은 SEM으로 관찰하였으며, 식각층의 조성변화 및 phase 변화는 AES, XRD 이용하여 분석하였다. Cu-Cl 간 반응은 매우 빠르게 진행되기 때문에 Cu 표면에 흡착되는 Cl radical 양은 식각속도에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 식각속도는 etch products의 낮은 증기압을 보상할 수 있는 인자효과에 크게 의존하였는데 본 실험의 최적조건하에 Cu 박막의 최고 식각속도는 6000 Å/min 이상 였다.