[I-3]

ECR 염소 플라즈마를 이용한 구리 박막의 식각에 관한 연구

(Study on etching mechanism of copper with ECR chlorine plasma)

박홍배 · 이정용 · 장홍영* · 이평우*
한국과학기술원 전자재료공학과
* 한국과학기술원 물리학과

소자의 고집적화, 고속화 추세에 따라 배선의 최소 선폭이 줄어들게됨에 따라 현재의 배선 재료인 알루미늄은 이동 전자의 밀도증가에 의한 electromigration, stress-migration등의 문제점을 가지게된다. 따라서, 비저항이 작고 electromigration과 stress-migration에 대한 내성이 큰 대체 금속이 요구되는데 가장 유력한 후보로 구리를 들 수 있다. 최근들어 구리를 배선 재료로 하는 배선법을 개발하기 위한 연구가 미국과 일본을 중심으로 이루어지고 있는데 크게 플라즈마 식각과 화학 증착후 화학적 · 기계적 연마를 하는 두 방법으로 연구되고 있다. 플라즈마 식각의 경우 RIE(reactive ion etching)장비와 염소 또는 염소 화합물의 플라즈마를 이용한 식각 결과들이 보고되고 있는데 공통된 결과는 염화 구리(CuCl)의 경우 상온에서의 증기압이 매우 낮아 고온(150 ℃이상)에서 어느 정도의 식각이 된다는 점이다.

본 연구에서는 염소를 식각 가스로 하고 ECR장비를 이용하여 구리의 식각에 관한 실험을 하였다. 실험용 시편은 PR /Cu /TiN /Si형태로 제작하였고 염소 가스에 의한 챔버의 압력은 3.5 mTorr로 유지하였다. 본 실험의 경우는 기판에 bias를 걸지않고 기판 온도에 따른 식각성을 알아보았고 또 상온에서 기판의 bias 크기에 따른 식각성을 살펴보았다. 기판에 bias를 가하지 않았을 경우는 기판의 온도가 205 ℃까지 올라가더라도 표면에 형성된 염화 구리가 탈착되지않았다. 하지만, 기판에 bias가 50 V이상 걸린 경우는 상온에서도 구리가 식각되었다. ECR장비를 이용한 본 실험의 경우 상온에서 구리가 식각된 것은 다음과 같이 해석할 수있다. ECR 플라즈마는 RIE 플라즈마보다 이온의 밀도가 10 - 100배 정도 높고 플라즈마 발생 압력이 10 - 100배 정도 낮기때문에 가속된 이온은 기판에 충돌하기전까지 다른 이온이나 원자, 전자등에 의한 산란도가 작다. 따라서, 단위 시간, 단위 면적당 기판에 충돌하는 염소 이온에 의한 총 에너지는 RIE 플라즈마에 비해 크다고 본다. 따라서, 시편 표면에 형성된 염화 구리는 가속된 염소 이온이 기판에 가하는 에너지에 의해 탈착되는 것이다. 아르곤 플라즈마로는 bias가 75 V까지 가해지더라도 구리가 그대로 존재하였는데 이로 볼때 염소 플라즈마에 의한 구리의 식각은 화학 반응과 물리적 반응의 상호 작용에 의한 것으로 생각된다. 본 연구의 중요성은 구리가 상온에서도 식각될 수 있다는 점이다.