

자화 유도 결합 플라즈마를 이용한 Platinum 식각에 관한 연구

김진성, 김정훈, 김윤택, 황기용, *주정훈

서울대학교 전기공학부 플라즈마 실험실

*군산대학교 재료공학과

서론

고밀도 집적회로의 발달에 따라 커패시터 구조의 소형화와 고기능화의 요구되고 있으며, 이를 위해 커패시터의 면적효율을 높이는 것이 고집적화의 관건으로 자리하고 있다. 이러한 목적으로 고유전율 박막재료의 개발이 추진되고 있으나, 이러한 물질을 사용하는 경우 기존의 전극물질을 사용할 수 없다. 대체 전극물질로 관심을 끌고 있는 것은 Platinum이며, 이에 대한 연구가 활발히 연구가 되고 있다.[1]

그러나 Platinum은 화학적으로 안정된 물질로서 기존의 식각 방식으로는 식각이 매우 어렵다고 알려져 있다. Platinum 식각에서 가장 주된 메카니즘은 스퍼터링에 의한 물리적 식각이다. 따라서 volatile한 식각 부산물을 생성하지 못하고 식각된 Platinum이 다시 PR이나 식각된 Platinum의 측면에 재증착되어 PR로 정의된 면적보다 더 큰 형상 식각 결과를 가져오고 PR의 측면에 증착된 Platinum은 PR를 제거한 후에도 남게 되어 fence를 형성하게 된다. PR 크기보다 더 크게 남은 Pt pad는 고집적화에 불리하게 하고 fence는 유전체의 두께를 두껍게 올려야 하는 제약을 주며 breakdown 전압을 낮추어 커패시터의 성능에 치명적인 영향을 주게 된다. 본 연구에서는 fence 형성이 적고 수직 단면을 얻을 수 있는 Platinum 식각 공정 조건을 자화 유도 결합 플라즈마를 이용하여 확립하고자 하였다.

실험 방법 및 결과

자화 유도 결합 플라즈마(MICP: Magnetically Inductively Couple Plasma [2])를 이용하여 Ar 플라즈마를 발생하여 스퍼터링 식각을 하였다. 이 때, 기관을 액체 질소를 이용하여 -190°C 까지 냉각하였다. 기관의 냉각으로 기대되는 효과는 PR의 식각 속도 저하와 스퍼터링되는 입자의 각분포 변화이다. 기관의 온도는 Platinum의 식각 속도에는 거의 영향을 미치지 않았으며, 압력 5mTorr, 바이어스 전압 -100V , 주 전력 500W에서 1200A/min로 높은 값을 유지하였다. 식각된 형상은 기관 온도에 많은 영향을 받아 저온일수록 fence의 높이가 줄어들었다. 그러나 아르곤 플라즈마를 사용하고 기관의 온도만을 변화시키는 것은 fence가 없는 단면을 얻는 것은 힘들었다.

스퍼터링에 의한 식각에 화학적 식각을 첨가하기 위해서 아르곤 플라즈마에 SF_6 가스를 첨가하여 식각을 수행하였다. SF_6 가스가 첨가되면, 화학적 반응이 첨가되어 측벽(fence) 형성을 저지하리라는 기대가 된다. 그러나 PR의 선택비가 떨어지는 단점도 갖고 있으므로 적정량의 SF_6 가스를 첨가하여야 한다. 본 실험에서는 SF_6 의 비율이 5~14% 사이에서 식각 형상의 변화가 급격하였다. 즉 5%의 SF_6 가 첨가된 경우 Ar 플라즈마를 사용한 결과와 유사하였으며, 14%의 SF_6 가 첨가된 경우 fence가 전혀 없으나, 기울기가 낮은 결과를 얻었다.

결론

Ar 플라즈마를 이용한 순수 스퍼터링 식각에 의한 Platinum 식각을 수행하였다. 기관의 온도를 극저온으로 낮출 경우 fence의 높이가 낮아지지만, 완전히 제거할 수 없었다. Ar/SF₆ 플라즈마를 이용하여 Platinum 식각을 수행한 경우 SF₆ 가스의 첨가에 민감히 변화함을 관측하였으며, SF₆ 가스의 양이 과도한 경우는 fence는 없으나 기울기가 너무 낮은 결과를 얻었다. 따라서 적정량의 SF₆ 가스를 첨가하여야 한다.

본 연구는 fence가 전혀 없고 기울기도 70° 이상인 조건을 얻지는 못하였으나, 이는 fence가 낮으며 기울기가 높은 조건으로 식각한 후 후처리를 통해 fence를 제거하여 얻을 수 있으리라 사료되며, 이에 대한 연구가 필요하다.

또한 본 연구에서는 기존에 Platinum식각에서 주로 사용하는 가스인 Cl₂ 가 아닌 F 함유 가스로서도 Platinum 식각의 가능성을 보여 주었으며, 이에 대한 진단에 필요하다.

참고 문헌

[1]W.J.Yoo et al., "Control of Etch Slope during Etching of Pt in Ar/Cl₂/O₂ plasma", Jpn.J.Appl.Phys. 35 (1996) 2501-2504

[2]H.J.Lee et al., "The effects of magnetic fields on a planar inductively coupled argon plasma", Plasma Sources Sci. Technol. 5 (1996) 383-388