

유도결합형 플라즈마를 이용한 백금 박막 식각 특성에 관한 연구
A Study on the Etch Characteristics of Pt Thin Film using Inductively Coupled Plasmas

김 현 수*, 장 제 욱, 염 근 영

성균관 대학교 재료공학과 반도체 공정 연구실

1. 서론

최근 고유전율 박막으로 각광을 받고 있는 PZT($\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_3$), BST($\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$), STO(SrTiO_3) 등과 같은 재료는 반도체 및 여러 가지 MEMS 소자 제조에 이용되기 위해서는 안정적인 전극형성이 요구된다. 이 가운데 백금은 화학적으로 안정하고 고유전율 박막의 계면에 저유전율 산화층을 형성하지 않고 동시에 우수한 결정성을 지니므로 각광을 받고 있으나 이의 가공성, 즉 고유전율 박막/백금(예: PZT/Pt)의 식각 공정은 아직도 많은 문제점을 보이고 있으며 식각시 기판온도를 200°C 이상의 고온을 사용하거나 고밀도 플라즈마원을 이용한 연구가 최근 보고되고 있다[1-3]. 현재까지의 식각 연구결과 문제점으로는 Pt 식각 부산물(fence 물질)의 잔류, PZT와 같은 유전체물질의 화학적 성분비 변화 등이 보고되고 있다.[2] 본 연구에서는 고밀도 플라즈마원인 유도결합형 플라즈마를 사용하여 백금박막의 건식식각공정을 수행하였으며 Ar 플라즈마만을 이용한 물리적인 식각과 화학적 식각효과가 기대되는 Cl_2 , HBr 등과 같은 식각가스를 첨가한 식각 결과를 비교하였으며 식각 후 fence 물질이 형성되지 않으면서 동시에 profile angle이 증가된 식각 형상을 얻고자 하였다.

2. 실험 방법

TiW/SiO₂ 층위에 2000 Å 두께의 백금을 스퍼터링법으로 제조하였으며 식각 마스크 층으로는 4000 Å의 SiO₂를 이용하였다. 백금 식각시 Ar을 주식각 가스로 기판 온도 40°C에서 inductive source power는 400 Watts에서 800 Watts로, bias voltage는 -50에서 -400 volt까지 각각 변화를 주었으며 압력은 5 mTorr에서 30 mTorr로 변화를 주었다. 또한 백금 식각시 화학적 식각을 유도해 내기 위하여 플라즈마 형성을 위한

power조건 등은 600Watts/-120volts, 500Watts/-300volts로 일정하게 유지시킨 상태에서 Cl_2 , HBr , O_2 를 Ar 에 첨가한 가스조합을 이용하였으며 이때 기판온도도 25°C 에서 70°C 로 변화를 주었다. 식각된 백금 박막 표면의 XPS 분석을 통해 표면 조성 및 화학적 결합상태를 관찰하였고 식각 단면은 SEM(Scanning Electron Microscopy)을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 요약

10mTorr의 Ar 플라즈마를 이용하여 백금 전극을 식각시 식각 속도는 inductive power와 bias voltage 증가시킴에 따라 최고 $2400\text{ \AA}/\text{min}$ 까지 증가하였으며 동일 power조건에서 압력을 30mTorr까지 증가시킴에 따라 2-3배로 식각속도는 감소하였다. 이러한 결과는 백금의 식각이 물리적인 sputter 식각에 의해 진행됨을 확인시켜 주는 결과이며 압력에 따른 식각 속도의 감소는 식각 부산물이 표면에 잔류함에 따른 결과로 판단되었다. 그러나 SEM에 의해 식각 형상을 관찰한 결과 Ar 만을 이용한 경우 측면에 fence 물질의 형성이 관찰되었고 bias voltage를 증가시킴에 따라 감소하나 완전히 제거는 어려웠으며 30° 이하의 profile angle을 보이고 있다. 이에 비해 10mTorr의 500Watts/-300volts 동일 조건에서 Cl_2 와 HBr 을 10%이상 첨가시킬 경우 식각 속도는 첨가량에 따라 감소하였으나 fence 물질은 현저하게 감소하였으며 45° 정도의 profile angle을 보이고 있다. 한편, 백금식각에의 화학적 식각효과는 XPS 분석과 기판온도 변화에 따른 식각속도로 예측할 수 있었다.

Ar 가스에 20% 정도의 Cl_2 가스를 첨가한 상태에서 식각 마스크 층과의 식각 선택비를 높이기 위해 O_2 가스를 5%에서 30%까지 첨가하였으며 결과적으로 profile angle을 증가시킬 수 있었다.

참고문헌

1. S. Yokoyama, Y. Ito, K. Ishihara, K. Hamada, S. Onish, J. Kudo, and K. Sakiyama, *J. J. Appl. Phys.* **34**, 767 (1995).
2. N. Ikegami, T. Matsui, and J. Kanamori, *J. J. Appl. Phys.* **35**, 2505 (1995).
3. W. J. Yoo, J. H. Hahm, H. W. Kim, C. O. Jung, Y. B. Koh, and M. Y. Lee, *J. Appl. Phys.* **35**, 2501 (1995).