

Cl₂/Ar ICP 플라즈마를 이용한 BTO박막의 식각 특성 연구

김만수, 민남기, 이현우*, 최복길**, 권광호

고려대학교 제어계측공학과, 한서대학교 컴퓨터응용물리학과*, 공주대학교 전기전자제어공학부**

Study on Etch Characteristics of BTO Thin Film by using Cl₂/Ar Inductively Coupled Plasma

Mansu Kim, Nam-Ki Min, Hyun Woo Lee*, Bok-Gil Choi** and Kwang-Ho Kwon

Dept. of Control and Instrumentation Engineering, Korea University, Jochiwon, Chungnam, 339-700, South Korea, Dept. of Computer and Applied Physics, Hanseo University, Haemi-myun, Seosan-City, Chungnam, 356-706, South Korea*, Div. of Electrical & Electronic Engineering, Kongju National University, 180 Sinkwan-dong, Kongju, Chungnam, South Korea**

Abstract : 본 연구에서는 MIM (Metal-Insulator-Metal) capacitor의 유전 물질로 사용 되는 Ba_xTi_yO_z (BTO) 박막의 식각 특성을 고찰하였다. Cl₂/Ar 혼합가스를 이용하여 Inductively Coupled Plasma(ICP)에서 BTO 박막을 식각하였고, 식각된 BTO박막의 표면을 X-ray photoelectron spectroscopy(XPS) 분석하였다. BTO박막의 식각 속도는 Ar이 80%인 식각 조건에서 31.7nm/min의 식각 속도를 추출하였고, 동시에 Pt박막에 대한 높은 선택비를 얻었다. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) 분석 결과로부터 표면 반응을 조사하여, 식각 기구를 고찰하였다..

Key Words : BTO, Dielectric, MIM capacitor, ICP, Etch rate

1. 서 론

기존 MIM (Metal Insulator Metal) capacitor의 유전 물질로는 SiO₂, Si₃N₄가 많이 사용되어 왔는데 이것들은 낮은 유전 상수로 인하여 정전용량이 너무 작다[1,2]. 이에 따라 최근 MIM capacitor 개발에 있어 높은 정전용량을 얻기 위해 높은 유전율을 갖는 박막 재료에 대한 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 다양한 유전 재료 중에서 Ba₂Ti₉O₂₀는 39.8의 높은 유전 상수(*k*)와 좋은 열적 안정성을 가지고 있는 것으로 알려져 있어, 이를 MIM capacitor 제작에 적용하고자 하는 많은 연구가 진행되고 있다[3,4]. 하지만 이러한 박막을 적용하여 MIM capacitor를 제작하기 위해서는 박막 형성뿐만 아니라, 박막의 식각에 관한 연구도 병행되어야 한다. 그러나 아직 BTO박막의 식각에 관한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 BTO박막의 건식 식각 기술을 확보하기 위하여, BTO 박막의 식각 특성을 추출하고, XPS 분석을 통해 식각 표면 반응을 조사하여 식각 기구를 고찰하였다.

2. 실험

본 연구에서는 BTO 박막을 식각하기 위해 고진공 하에서 고밀도 플라즈마를 형성하는 ICP 식각 장비를 사용하였다. 그림 1에 본 실험에 사용된 ICP 식각 장비의 개략도를 나타내었다[5].

본 실험에 사용된 BTO 박막은 Pt/Ti/SiO₂/Si(100) 위에 RF 스퍼터를 이용하여 BTO 박막을 형성하였다. 이 때 RF power는 180W, 챔버 압력은 8.5mTorr, 증착온도는 700℃로 유지하면서 6시간동안 증착하였다. 증착 후 유전체 박막의 두께는 약 3000 Å 이었고 유전체 박막의 결정화를 높이기 위해 900℃에서 3분 동안 열처리를 하였다. ICP장비의 유도코일에 인가되는 source power는 700W, 하부 전극에 인가되는 bias power는 200W, 챔버 압력은 5mTorr로 유지하였다. 식각 가스로는 Cl₂와 Ar의 혼합가스를 이용하였으며, Cl₂와 Ar 가스의 총 유량을 50sccm로 고정하고, Ar 가스의 혼합비는 20%에서 80%까지 변화 시켰다.

MIM capacitor의 구조에서 Pt 층은 BTO 박막의 하부 전극 물질 사용되므로, BTO 박막과의 식각 선택비를 추출하기 위하여, 이들의 식각 특성을 추출하였다. 식각된 BTO 박막과 Pt의 두께를 측정하기 위해서 α -step (Alpha-step 300 profiler of Tencor Instruments)을 이용하였고, BTO 박막의 표면 반응을 고찰하기 위하여 X-ray photoelectron spectroscopy (VG Scientific ESCALAB 200R) 분석을 실시하였다.

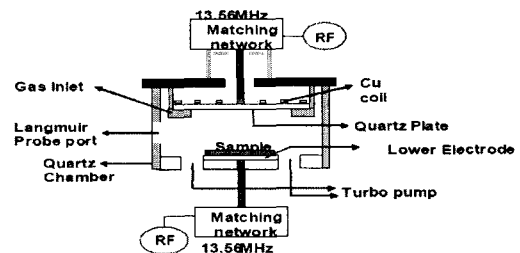


그림 1. ICP etcher의 개략도

3. 결과 및 고찰

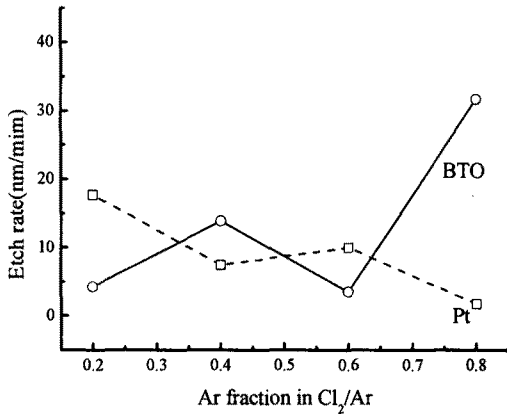


그림 2. Ar 가스 혼합비에 따른 BTO박막과 Pt의 식각 속도

그림 2는 Cl₂/Ar 가스 혼합비에 따른 BTO 박막, Pt의 식각 속도를 나타내었다. Ar 가스의 양이 적은 경우에는 BTO 박막의 식각 속도가 완만하게 증가하였으나, Cl₂ 혼합비가 약 60%이상에서는 식각 속도가 크게 증가됨을 확인할 수 있다. 그 결과 Ar 가스의 혼합비가 80%인 조건에서, 31.7nm/min의 식각 속도를 얻었다. 한편 Pt의 경우에는 Cl₂ 가스의 혼합비가 증가함에 따라 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 그 결과 Ar 혼합비가 증가함에 따라 Pt의 식각 선택비가 증가함을 보였다.

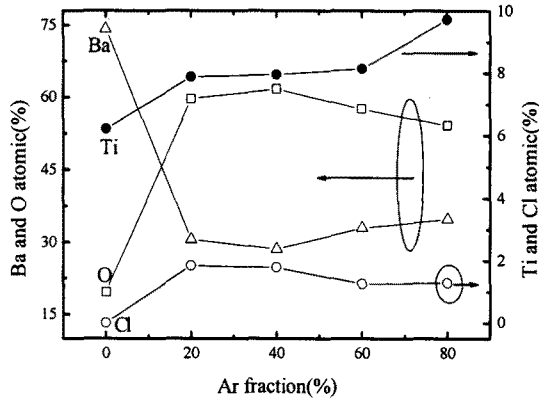


그림 3 Cl₂ fraction에 따른 atomic % 변화

그림 3은 Ar fraction에 따른 atomic % 변화를 나타낸 것이다. 그림을 살펴보면, Ar fraction이 증가함에 따라, Ti 및 Ba원소의 조성비는 증가하고, O원소의 조성비는 감소함을 보인다. 이는 O원소에 비하여 상대적으로 Ti 및 Ba 원소가 쉽게 제거됨을 보여 준다. 한편 Ar fraction이 증가함에 따라 dc-self bias는 감소하였으나, positive ion density는 증가함을 확인하였다. 따라서 Ar fraction이 증가함에

따라 식각 속도가 증가하는 것은 positive ion density의 변화와 밀접한 관련이 있음을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서, ICP 식각 장치를 이용하여 Ba₂Ti₉O₂₀ 박막을 Cl₂/Ar 가스 플라즈마로 식각하였으며, XPS 분석장치를 이용하여 식각 특성을 연구 하였다.

BTO 박막의 식각 속도는 Ar 가스의 혼합비가 증가함에 따라 증가하였으며, Ar 가스의 혼합비가 80%인 조건에서 31.7 nm/min의 식각 속도를 얻었다. 또한 Pt의 식각 선택비는 동일 식각 조건에서 가장 높은 결과를 얻었다. 한편 XPS 분석 결과로부터 O원소에 비하여 Ti 및 Ba 원소가 쉽게 제거됨을 의미한다. 한편 Ar fraction이 증가함에 따라 positive ion density는 증가함을 확인하였다. 따라서 Ar fraction이 증가함에 따라 식각 속도가 증가하는 것은 positive ion density의 변화와 밀접한 관련이 있음을 확인할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Babcock, J. A., Blaster, S. G., Pinto, A., Dimecker, C., Steinmann, P., Jumpertz, R. and El-Kareh, B., *IEEE Electron Device Lett.*, 2001, 22, 230-232.
- [2] Farcy, A., Torres, J., Arnal, V., Fayolle, M., Feldis, H., Jourdan, F., Assous, M., Di Maria, J. L. and Vidal, V., *Microelectron. Eng.*, 2003, 70, 368-372.
- [3] Jonker, G. H. and Kwestroo, W., *J. Am. Ceram. Soc.*, 1958, 41, 390-394
- [4] O'Bryan, H. M., Thomson, J. And Plourde, J. K., *J. Am. Ceram. Soc.*, 1974, 57, 450-453.
- [5] Mansu Kim, Nam-Ki Min, Sun Jin Yun, Hyun Woo Lee, Alexander Efremov, and Kwang-Ho Kwon, *Microelectronics Engineering*, in press (2007).