

Cl₂/Ar 유도결합 플라즈마를 이용한 GST 박막의 식각 특성

김윤호, 박은진, 박형호*, 민남기, 홍석인, 권광호
고려대학교, 연세대학교*

Etching Characteristics of GST thin film using Inductively Coupled Plasma of Cl₂/Ar gas mixtures

Yun-Ho Kim, Eun-Jin Park, Hyung-Ho Park*, Nam-Ki Min, Suk-In Hong, Kwang-Ho Kwon
Korea Univ, Yonsei Univ*

Abstract : Etching characteristics of Ge₂Sb₂Te₅ (GST) films were investigated using Cl₂/Ar inductively coupled plasma. We examined the etching characteristics such as etching rate and selectivity over oxide films of GST films using inductively coupled plasma (ICP) with various etching parameters such as Cl₂/Ar gas mixing ratios, ICP source power, pressure, and bias power. The maximum etch rate of GST film was 2,815 Å/min and the selectivity higher than 12:1 over the oxide films was also obtained at the Cl₂ flow rates of 40 sccm.

Key Words : ICP, GeSbTe film

1. 서 론

칼코게나이드 화합물인 Ge₂Sb₂Te₅ (GST) 박막은 온도에 따라서 결정상태가 변화하는 상변화 특성을 가지고 있다. 최근에는 GST 박막을 광 메모리 디스크[1]뿐만 아니라 비휘발성 메모리 디바이스[2]에 응용하려는 연구가 많이 진행되고 있다. 이러한 비휘발성 메모리를 Phase change Random Access Memory(PCRAM) 또는 PRAM이라고 한다.

PRAM을 제작할 때 상변화 특성을 나타내는 GST 박막의 패터닝이 요구되는데 아직까지는 20% 농도의 질산용액을 이용한 습식식각특성만 보고되었다[3]. 습식 식각은 언더컷이 발생하여 미세패턴 형성이 어렵다.

본 연구에서는 Inductively coupled plasma (ICP) 식각 장치에 Cl₂/Ar 혼합가스를 식각가스로 하여, 식각 변수에 따른 식각 특성 즉, GST 박막의 식각율과 SiO₂에 대한 선택비를 추출하여, 식각 특성 고찰하고자 하였다.

2. 실험

4" (100) 실리콘 웨이퍼 위에 sputtering 방식을 이용하여 3000 Å 두께의 GST 박막을 형성하였으며 ICP 식각 장치에 Cl₂/Ar 혼합가스를 식각가스로 하여 GST 박막을 식각하였다. 각 실험과정에서 공정변수는 Cl₂/Ar 가스의 혼합비, 유도 코일에 인가되는 RF 소스 전력, 챔버 압력 및 기관 바이어스 전력을 선택하였다. 이때 혼합가스의 총 유량은 70 sccm으로 고정하였다. PRAM의 구조에서 SiO₂층은 GST 박막의 하부 물질로 사용되어, SiO₂층과의 선택비를 측정하기 위해 SiO₂와 GST 박막 샘플을 각각 제작하고, 이들의 식각 특성을 추출하였다. 한편 식각속도는 a-step을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Cl₂/Ar 가스 혼합비에 따른 GST 박막의 식각 속도와 SiO₂에 대한 선택비를 나타낸 것이다. 이 때 RF 소스 전력과 기관 바이어스 전력 그리고 챔버 압력은 각각 500 W, 200 W, 4 mTorr로 고정하였다.

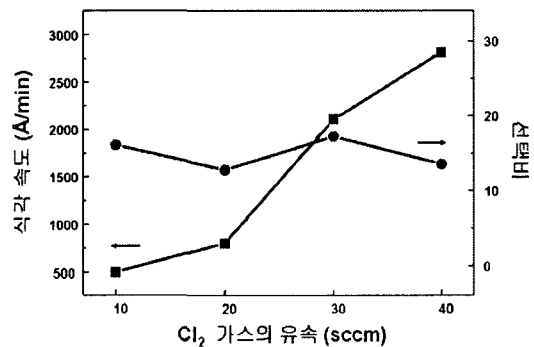


그림 1. Cl₂/Ar 가스 혼합비에 따른 GST 박막의 식각 속도와 SiO₂에 대한 선택비

GST 박막의 식각 속도는 식각 가스 중에서 Cl₂가스의 양이 늘어날수록 증가 되었으며, Cl₂ 가스의 양이 40sccm 일 때 식각 속도가 2,815 Å/min로 가장 높았다. 이는 GST 박막을 식각할 때 이온에 의한 물리적 스퍼터링에 식각뿐만 아니라 화학 반응에 의해서도 식각이 촉진되는 것으로 생각된다. 또한 SiO₂에 대한 선택비는 12:1이상이었다.

그림 2는 ICP source power변화에 따른 GST 박막의 식각 속도와 선택비를 나타낸 것이다. source power를 400 W에서 700 W까지 변화시켰다. 이때 식각 가스 혼합비는 Cl₂ /Ar = 20/50 sccm으로 고정하였고, 공정 압력과 바

이어서 파워도 각각 4 mTorr, 200 W로 고정하였다.

그림은 source power가 증가함에 따라, 식각 속도가 증가함을 보여준다. 이는 source power가 증가함에 따라 플라즈마내에서 형성되는 이온 및 라디칼의 농도가 증가하고, 그 결과 식각 속도가 증가하는 것으로 판단된다[4]. 한편 식각 선택비는 source power가 증가함에 따라 감소함을 알 수 있다.

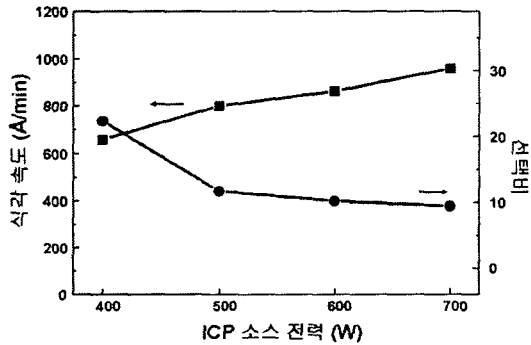


그림 2. ICP source 전력에 따른 GST 박막의 식각율과 SiO₂에 대한 선택비

그림 3은 ICP bias power 증가에 따른 GST 박막의 식각 속도와 선택비를 나타낸다. 한편 Cl₂ 가스의 유량, RF source power와 반응기 압력은 각각 20 sccm, 500 W, 4 mTorr로 고정하였다. 바이어스 파워가 증가함에 따라 GST 박막의 식각 속도는 거의 선형적으로 증가하며, 산화막과의 식각 선택비는 거의 일정함을 알 수 있다. 한편 bias power가 증가함에 따라 시료 표면에 인가되는 이온 가속 전압이 증가하는 것으로 알려져 있다[5]. 따라서 Cl₂/Ar 가스를 이용하여 식각하는 경우, GST 및 산화막 식각 속도는 시료에 인가되는 이온 가속 전압에 거의 선형적으로 비례함을 알 수 있다.

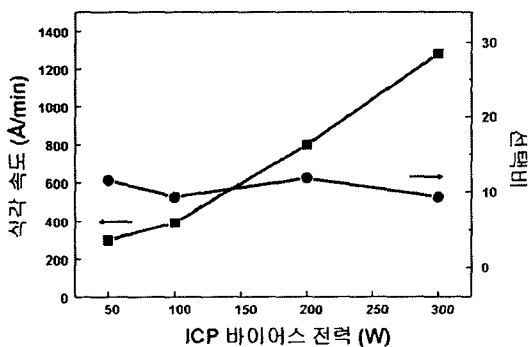


그림 3. Cl₂/Ar 가스 혼합비에 따른 GST 박막의 식각율과 SiO₂에 대한 선택비

그림 4는 ICP 식각 장치의 공정 압력 변화에 따른 식각 속도와 선택비를 나타낸 것이다. 압력이 변경된 범위 내에서 압력증가에 따라서 식각율은 증가하였으나, 식각 선택비는 약간 감소함을 알 수 있다. 압력이 증가함에 따라

Cl₂ 가스의 partial pressure가 증가하고, 그 결과 반응 챔버 내에 더 많은 Cl 라디칼이 존재하여 식각 속도가 증가하는 것으로 보인다.

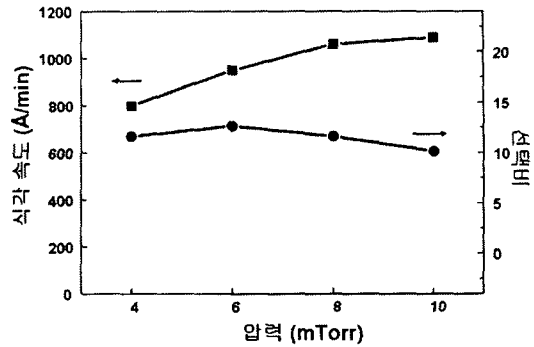


그림 4. 반응기 압력에 따른 GST 박막의 식각율과 SiO₂에 대한 선택비

4. 결론

ICP 식각 장치를 이용하여 GST 박막을 Cl₂/Ar 플라즈마로 식각하였으며, ICP source power와 bias power의 증가는 각각 플라즈마의 밀도와 이온의 에너지를 증가시킴으로서 식각 속도가 증가하였으며, 공정 압력의 증가에 따라서도 식각 속도가 증가하였는데, 실험조건에서의 압력의 증가는 전자와 식각 가스 분자와의 충돌가능성을 높게 하여 Cl 라디칼의 밀도를 높이는데 기여한 것으로 보인다. Cl₂/Ar 혼합비가 40/30 sccm인 조건에서 2815 Å/min 으로 가장 높은 식각 속도를 보였으며 bias power가 50W, 100W 인 조건에서 각각 299Å, 382Å의 식각 속도를 얻었다. 이는 이온에 의한 물리적 스퍼터링 효과가 크게 감소하면서 나타난 결과로 생각된다.

참고 문헌

- [1] D. Dimitrov and H.-P.D. Shieh, "The influence of oxygen and nitrogen doping on GeSbTe phase-change optical recording media properties", Material Science and Engineering B107, p. 107, 2004.
- [2] W. Y. Cho et al. "A 0.18-μm 3.0-V 64-Mb Nonvolatile Phase-Transition Random Access Memory (PRAM)", IEEE Journal of solid-state circuits, Vol. 40, No. 1, p. 293, 2005.
- [3] H. Y. Cheng, C. A. Jong, C. M. Lee, and T. S. Chin, "Wet-Etching Characteristics of Ge₂Sb₂Te₅ Thin Films for Phase-Change Memory". IEEE Transactions on magnetics, Vol. 41, No. 2, p. 1031, 2005
- [4] S. C. Ahn, S. Y. Han, J. L. Lee, J. H. Moon, and B. T. Lee. "A Study on the Reactive Ion Etching of SiC Single Crystals Using Inductively Coupled Plasma of SF₆-Based Gas Mixtures", Metals and Materials International, Vol. 10, No. 1, p. 103, 2004