

## PRAM용 GST계 박막의 조성에 따른 특성

정명훈, 장낙원, 김홍승, 류상욱\*, 이남열\*, 윤성민\*, 박영삼\*, 이승윤\*, 유병곤\*

한국해양대학교, 한국전자통신연구원\*

### Properties of GST Thin Films for PRAM with Composition

Myung-Hun Jung, Nak-won Jang, Hong-seung Kim, Sang-Ouk Ryu\*, Nam-Teal Lee\*,

Young-sam Park\*, Sung-Min Yoon\*, Seung-Yun Lee\*, Byoung-Gon Yu\*

Korea Maritime Univ., ETRI\*

**Abstract :** PRAM (Phase change Random Access Memory) is one of the most promising candidates for next generation Non-volatile Memories. The Phase change material has been researched in the field of optical data storage media. Among the phase change materials  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST) is very well known for its high optical contrast in the state of amorphous and crystalline. However, the characteristics required in solid state memory are quite different from optical ones. In this study, the structural properties of GST thin films with composition were investigated for PRAM. The 100-nm thick GeTe and  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  films were deposited on  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  substrates by RF sputtering system. In order to characterize the crystal structure and morphology of these films, we performed x-ray diffraction (XRD) and atomic force microscopy (AFM).

**Key Words :**  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ , GeTe,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ , PRAM, Phase change material, AFM , XRD

### 1. 서 론

최근 PDA, 휴대전화, MP3, 디지털 카메라 등 휴대형 저장매체 시장의 급속한 발전으로 배터리 없이도 데이터를 저장할 수 있는 초고속, 대용량, 저전력 비휘발성 메모리에 대한 요구가 강해지고 있다. 현재 비휘발성 메모리 시장의 75% 이상을 플래시메모리가 사용되고 있으나 동작 속도가 느린 단점이 있어 차세대 메모리로는 부족한 면이 있다. 플래시메모리의 대안으로 FRAM (Ferroelectric RAM), MRAM (Magnetic random access memory), PRAM (Phase Change RAM) 등의 새로운 메모리소자에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 그중에서 상변화 메모리 PRAM은 기존의 전하 축적 개념의 메모리가 아닌 저항 변화에 따라 데이터의 '0'과 '1'을 구분하여 정보를 저장하는 비휘발성 메모리로 트랜지스터와 상변화 소재로 구성된다. 상변화 소재는 일정한 전기저항을 갖는 발열체로서 인가되는 전류에 따라 결정립 혹은 비정질로 변화되어 기록과 재생에 필요한 저항의 차이를 유발하여 메모리 소자로 동작이 가능하다.

PRAM에 이용되는 상변화 재료의 경우, 광 메모리 소자에 응용되면서 구조 및 결정 특성에 대한 연구는 꾸준히 이어지고 있으나, 상변화 재료의 반도체 메모리 소자로의 응용에 대한 연구는 그 기간이 얼마 되지 않아 소자에 따른 전기적 성질 변화, 집적공정 진행에 따른 열화의 원인 등에 대한 연구는 아주 미미한 실정이다. 특히, 기존의 광 메모리의 레이저 열에 의해 상전이가 일어나는 경우와 주울 열에 의한 상전이가 이루어지는 반도체 메모리 소자의 경우가 서로 차이가 있으므로 광 메모리 소자의

상변화 재료로 주로 이용되고 있는  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  조성이 메모리 소자에서도 다른 조성과 비교하여 비휘발성을 더 잘 나타내는지에 대한 연구가 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 PRAM 용 GST 계 박막의 조성에 따른 특성을 알아 보기위해 GeTe,  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ ,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  조성의 박막을 DC sputtering 시스템을 이용하여 제작하였으며, 그중  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  박막의 증착온도에 따른 구조적 특성을 알아보았다.

### 2. 실험

본 연구에서는 조성에 따른 상변화 물질의 특성을 알아 보기위해 GeTe,  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ ,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  조성의 상변화 박막을 DC sputtering 법으로 제작하였다.

상변화 박막은  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  기판위에 제작되었다. Target과 장착된 기판 사이의 거리는 10cm 이었으며, rotary pump 와 diffusion pump 를 이용하여 챔버 내의 초기 진공도를  $2\times 10^{-6}$  Torr 를 유지하였다. 박막 증착시  $\text{N}_2/\text{Ar}$  혼합 가스 5 mtorr 분위기에서, 기판온도를 상온, 150, 300 °C 로 변화시키며 실현하였다. 상변화 박막은 350 V (0.01 A)의 전압으로 성장하였다. 성장률은 약  $90 \pm 5.4$  Å/min ( $1.5 \pm 0.09$  Å/sec)를 보였다.

제작된 상변화 박막 중  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  조성의 상변화 박막을 AFM (atomic force microscope), XRD (X-ray diffraction) 등의 관찰을 통하여 증착온도에 따른 구조적 특성을 분석하였다.

### 3. 결과 및 검토

그림 1은  $Sb_2Te_3$  박막의 증착 온도에 따른 AFM 분석 결과이다. 면적  $1\mu m \times 1\mu m$ 에서 관찰한 시편의 표면평활도 RMS 값은 상온에서 증착된 시편의 경우  $1.27\text{nm}$ ,  $150^\circ\text{C}$  시편의 경우  $6.07\text{ nm}$ ,  $300^\circ\text{C}$ 에서 증착된 시편의  $11.46\text{ nm}$ 를 나타내어 증착온도가 증가함에 따라 박막 표면의 거칠기가 증가함을 알 수 있다.

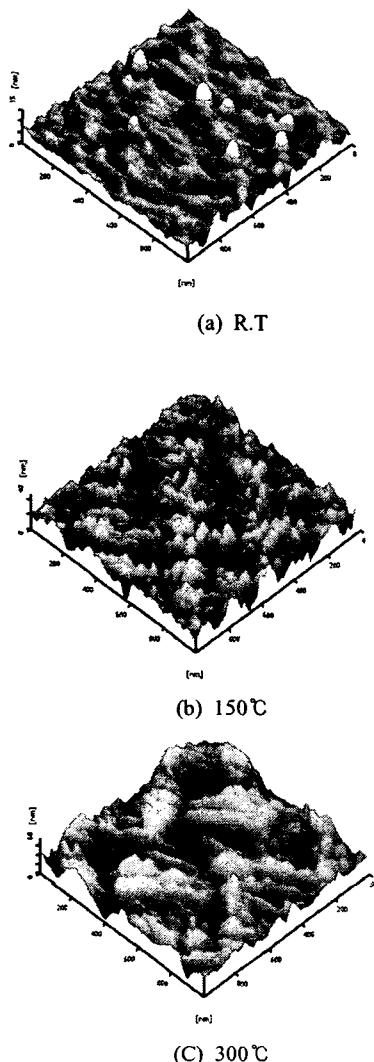


그림 1.  $Sb_2Te_3$  박막의 온도에 따른 AFM 결과

그림 2은 증착온도에 따른  $Sb_2Te_3$  박막의 XRD 결과이다. 상온에서 증착된 시편의 경우 결정화가 이루어지지 않았으며, 증착온도  $150^\circ\text{C}$ 의  $Sb_2Te_3$  박막의 경우 이미 결정화가 이루어진 것을 알 수 있는데, 이는  $Ge_2Sb_2Te_5$  조성의 박막이 보통  $160^\circ\text{C}$  정도에서 결정화 되는 것에 비해 낮은 결정화 온도를 보이는 것으로,  $Ge-Sb-Te$  계 박막의 결정화 속도는  $Sb_2Te_3$  조성에 가까울수록

빨라지게 되는것과 일치하는 결과이다.

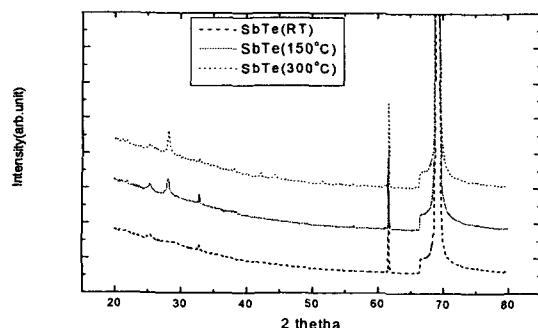


그림 2.  $Sb_2Te_3$  박막의 온도에 따른 XRD 결과

### 4. 결론

본 연구에서는 조성에 따른 상변화 물질의 특성을 알아보기위해  $GeTe$ ,  $Ge_2Sb_2Te_5$ ,  $Sb_2Te_3$  조성의 상변화 박막을 DC sputtering 법으로 제작하여,  $Sb_2Te_3$  조성의 상변화 박막을 AFM, XRD 등의 관찰을 통하여 증착온도에 따른 구조적 특성을 분석하였다.

$Sb_2Te_3$  박막의 증착 온도가 증가함에 따라 표면평활도 RMS 값이  $1.27\text{nm}$ 에서  $11.46\text{ nm}$ 로 박막 표면의 거칠기가 증가하였으며, 증착온도  $150^\circ\text{C}$ 에서 결정화가 이루어진 것을 알 수 있었다.

### 참고 문헌

- [1] M.Chen, K.Rubin, R.Barton, , Appl. Phys. Lett., Vol.49(9), p.502, 1986.
- [2] N.Yamada, E.Ohno, K.Nishiuchi, N.Akahira, M.Takao, J. Appl. Phys., Vol.69(5), p.2849, 1991.
- [3] H.Horii, J.H.Yi, J.H.Park, Y.H.Ha, I.G.Baek, S.O.Park, Y.N.Hwang, S.H.Lee, Y.T.Kim, K.H.Lee, U.I.Chung, J.T.Moon, IEEE Symposium on VLSI Tech. Dig., p.177, 2003.
- [4] T. H. Jeong, M. Y. Kim, H. S. Seo, J. W. Park and C. Yeon, ", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.39. p.2775, 2000
- [5] H.Horii, J.H.Park, J.H.Yi, B.J. Kuh, Y.H.Ha, S. L. Cho, S.O.Park, H.S.Kim, U.I.Chung, J.T.Moon, 16th Symposium on PCOS, p.27, 2004.