

## MIM 세라믹 박막 구조의 특성 분석

김진사, 조춘남\*, 최운식\*\*, 송민중\*\*\*, 소병문\*\*\*\*, 김충혁\*  
 조선이공대학, \*광운대학교, \*\*대불대학교, \*\*\*광주보건대학, \*\*\*\*전북대학교

### Properties of MIM Ceramic Thin Film Structure

Jin-sa Kim, \*Choon-nam Cho, \*\*Woon-shick Choi, \*\*\*Min-jong Song, \*\*\*\*Byeong-mun So, \*Chung-hyeok Kim  
 Chosun College of Science & Technology, Kwangwoon Univ., \*\*Daibul Univ., \*\*\*Kwangju Health Col., \*\*\*\*Chonbuk Univ.

**Abstract :** The SCT thin films were deposited on Pt-coated electrode using RF sputtering method according to the deposition condition. The crystallinity of SCT thin films were increased with increase of deposition temperature in the temperature range of 100~500[°C]. The optimum conditions of RF power and Ar/O<sub>2</sub> ratio were 140[W] and 80/20, respectively. Deposition rate of SCT thin films was about 18.75[Å/min] at the optimum condition. The maximum dielectric constant of SCT thin film was obtained by annealing at 600°C.

**Key Words :** Thin Film, Annealing, Deposition Temperature, Dielectric Constant

### 1. 서 론

반도체 산업의 급속한 발전에 따라 전기·전자화로 소자의 소형화가 빠르게 진행되고 있다. 이러한 과정에서 박막 기술은 전기전자재료 뿐만 아니라 새로운 비정질재료, 유전재료, 센서재료, 복합재료 등의 기계, 항공 및 통신 등 광범위한 분야의 응용이 모색되고 있다. 이 중에서도 특히 세라믹 박막은 경박 단소화의 요구에 부응할 뿐만 아니라 세라믹 벌크(bulk)에서는 가질 수 없는 독특한 열적, 전기적, 자기적 및 광학적인 우수한 특성을 나타낸다. [1] 근래에는 반도체 기술의 향상으로 소자의 고집적화가 이루어지고 있으며 반도체 기술을 대표하는 DRAM 소자에 있어서도 미세화에 의한 고집적화가 촉진되고 있다. 또한 DRAM을 구성하는 캐패시터의 충전용량을 증가시키기 위해서는 유전박막의 두께 감소, 캐패시터 면적의 증가 그리고 고유전율 재료의 도입이 이루어져야 한다. 이런 고유전율 절연막으로 사용될 수 있는 고유전체 재료로는 TiO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, BST (Ba<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>TiO<sub>3</sub>), PbTiO<sub>3</sub> 등이 있다. 이 중에서도 SrTiO<sub>3</sub>는 상온에서 입방정 페로브스카이트 구조로 매우 높은 유전율( $\epsilon_r=320$ )을 가진다. 그리고 낮은 유전체 전이온도( $T_c=108$ [K])를 갖기 때문에 정전용량의 온도에 따른 변화가 적다. [2] 또한 안정된 조성의 박막을 제조하기가 비교적 용이하므로 차세대 유전 박막 재료로 많은 관심이 모아지고 있다. 따라서 본 연구에서는 RF 스퍼터링법을 이용하여 Pt/TiN/SiO<sub>2</sub>/Si(100) 웨이퍼 위에 SCT 박막을 증착하여 구조적 특성을 고찰하고자 한다.

### 2. 실험

본 연구에서는 RF 스퍼터링법을 이용하여 증착온도에 따라 SCT 박막으로 제조하였다. 박막 제조시 Ar/O<sub>2</sub> 혼합

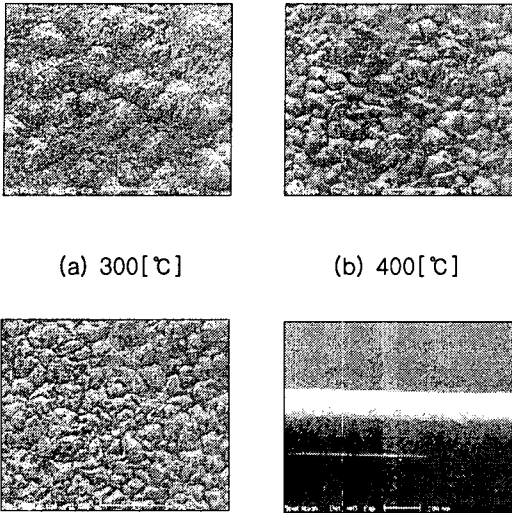
비와 RF power 등의 조건을 변화시켜 최적 증착조건을 조사하였고, 제조된 박막은 전기로(furnace)에서 300~800[°C]로 30분 동안 열처리(annealing)하였다. 표 1에 증착시 SCT 박막에 대한 스퍼터링 조건을 나타내었다. 상부전극(top electrode)은 스퍼터링법을 이용하여 직경 1 [mm]로 백금(Pt)을 2000[Å]의 두께로 증착하여 사용하였다. 증착하여 얻은 SCT 박막에 대한 결정립의 크기 및 표면상태 등을 관찰하기 위하여 주사 전자 현미경을 이용하여 관찰하였다. 또한 결정구조의 변화를 관찰하기 위하여 X-선 회절분석법을 이용하여 분석하였다. 시편의 두께는 ellipsometer를 사용하여 측정하였으며, 대략 1500 [Å] 이었다. 열처리된 시편의 유전상수는 Video Bridge 2150를 이용하여 측정하였다.

표 1. SCT 박막의 스퍼터링 조건

Target	SCT
Substrate	P-type Pt/TiN/SiO <sub>2</sub> /Si(100)
Base pressure	$5 \times 10^{-6}$ [Torr]
Working pressure	$2 \times 10^{-2}$ [Torr]
RF power	100 ~ 160 [W]
Substrate temperature	100 ~ 500 [°C]
Ar/O <sub>2</sub>	50/50 ~ 90/10
Deposition time	80 [min]

### 3. 결과 및 검토

그림 1은 RF power 140[W], Ar/O<sub>2</sub>비가 80/20 및 기판온도에 따른 SCT 박막의 미세구조를 나타내었다. 기판온도가 증가되면서 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었으며, 기판온도 400[°C] 이상에서 결정립이 크게 성장되고 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다. 그림 1(d)은 400[°C]에서 증착된 시편의 단면을 보여주고 있다.



(a) 300[°C] (b) 400[°C]

(c) 500[°C] (d) 400[°C], 단면

그림 1. 기판온도에 따른 SCT 박막의 전자 현미경 사진

그림 2에 기판온도를 변화시키면서 제조한 SCT 박막의 XRD 형태를 나타내었다. 기판온도에 따라 XRD 피크의 커다란 변화는 관찰할 수 없었으며, XRD 피크의 상대적 세기를 볼 때 박막의 결정성은 기판온도가 증가함에 따라 배향성이 같은 방향으로 향상되었음을 확인할 수 있었다. 이러한 원인은 증착온도가 증가할수록 증착되는 원자가 안정한 위치로 이동하기 위한 활성화 에너지가 증가되어 결정화가 증가되기 때문이다.

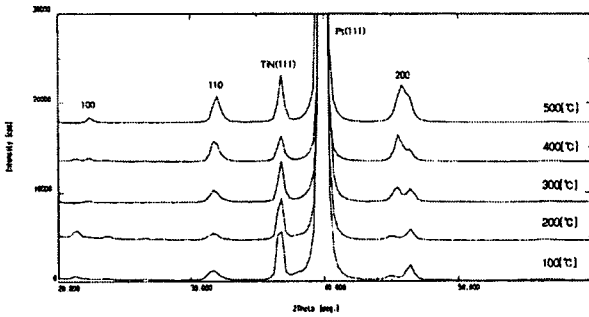


그림 2. 기판온도에 따른 SCT 박막의 XRD

그림 3은 SCT 박막의 Ar/O<sub>2</sub>비에 따른 두께 변화를 나타내었다. Ar 가스의 분압비가 증가함에 따라 SCT 박막의 두께는 증가되었으며, 이것은 스퍼터링 가스인 Ar의 양이 증가함에 따라 스퍼터링되는 분자의 수가 증가되기 때문이라 생각된다.

그림 4는 RF power에 따른 증착률의 변화를 나타내었다. RF power가 증가함에 따라 증착률은 증가됨을 알 수 있었으며, RF power가 140[W]에서 가장 큰 증가폭을 나타내었다. 이것은 SCT 박막에 있어 140[W]가 가장 안정된 PF power라 사료된다. 이 때 SCT 박막의 증착률은 18.75[Å/min]를 나타내었고, 80분 동안 증착된 SCT 박막의 두께는 약 1500[Å]이었다.

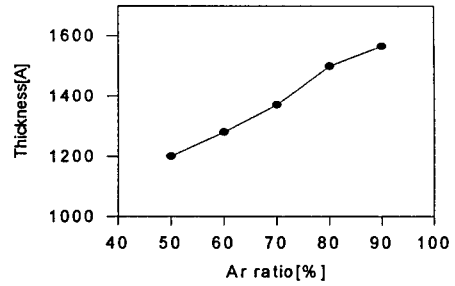


그림 3. Ar/O<sub>2</sub>비에 따른 SCT 박막의 두께

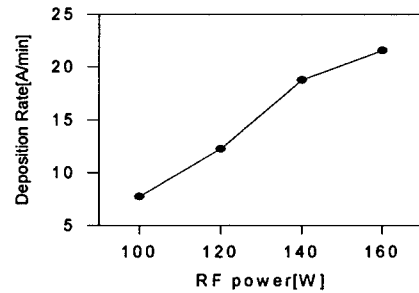


그림 4. RF power에 따른 SCT 박막의 증착률

#### 4. 결론

기판온도가 증가되면서 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었으며, 기판온도 400[°C]이상에서 결정립이 크게 성장되고 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다. XRD 분석으로부터 피크의 상대적 세기를 볼 때 박막의 결정성은 기판온도가 증가함에 따라 배향성이 같은 방향으로 향상되었음을 확인할 수 있었다. SCT 박막의 최적 증착조건은 RF power 140[W], Ar /O<sub>2</sub>비가 80/20임을 확인할 수 있었다. 이 경우 증착률은 18.75[Å/min]이었으며, 80분 동안 증착한 박막의 두께는 약 1500[Å]이었다.

#### 참고 문헌

- [1] SUSUMU NISHIGAKI, KANJI MURANO, and AKIO OHKOSHI, "Dielectric Properties of Ceramics in the system (Sr<sub>0.5</sub>Pb<sub>0.25</sub>Ca<sub>0.25</sub>)TiO<sub>3</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: TiO<sub>2</sub> and Their Applications in a High-Voltage Capacitor", J. Am. Ceram. Soc., Vol. 65(11), pp. 554 ~ 560, 1982.
- [2] Mustafa A. Mohammed, D. Vernon Morgan, "Tantalum Oxide Films for Monolithic capacitor Application", Thin Solid Films, Vol.176, pp.45 ~ 53, 1989.