

## ST 세라믹 박막의 Ca 치환량에 따른 특성

오용철, 김진사, 조춘남, 신철기, 송민중\*, 최운식\*\*, 소병문\*\*\*, 김충혁  
 광운대학교, 광주보건대학\*, 대불대학교\*\*, 익산대학\*\*\*

### Properties with Ca Substitutional Contents of ST Ceramic Thin Film

Y.C.Oh, J.S.Kim, C.N.Cho, C.G.Shin, M.J.Song\*, W.S.Choi\*\*, B.M.So\*\*\*, C.H.Kim  
 Kwangwoon Uni., Kwangju Heath Col.\*, Daebul Uni.\*\* , Iksan Col.\*\*\*

**Abstract :** The  $(Sr_{1-x}Ca_x)TiO_3$ (SCT) thin films are deposited on Pt-coated electrode (Pt/TiN/SiO<sub>2</sub>/Si) using RF sputtering method with substitutional contents of Ca. 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 film was about 18.75[Å/min]. The dielectric constant was increased with increasing the substitutional contents of Ca, while it was decreased if the substitutional contents of Ca exceeded over 15[mol%]. All SCT thin films used in this study show the phenomena of dielectric relaxation with the increase of frequency, and the relaxation frequency is observed above 200[kHz].

**Key Words :** Substitutional contents, Deposition rate, Dielectric constant, Dielectric relaxation

### 1. 서 론

반도체 산업의 급속한 발전에 따라 전기·전자화로 소자의 소형화가 빠르게 진행되고 있으며, 이 과정에서 박막 기술은 전기전자재료 뿐만 아니라 새로운 비정질재료, 유전재료, 센서재료, 복합재료 등의 기계, 항공, 광학 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. 반도체 산업은 1940년대 미국에서 시작하여 오늘날까지 눈부신 발전을 해오고 있다. 근래에는 반도체 기술의 향상으로 소자의 고집적화가 이루어지고 있으며 반도체 기술을 대표하는 DRAM (Dynamic Random Access Memory) 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.[1]

따라서 본 연구에서는 ST계 박막의 Sr의 일부를 정전용량의 온도 특성면에서 우수한 Ca로 치환시켜 치환량에 따른 특성을 고찰하고자 한다.

### 2. 실험

#### 2.1 $(Sr_{1-x}Ca_x)TiO_3$ 박막 제조

표 1. 박막의 종류.

A : B		1 : 1
Sr : Ca		
0.9	0.1	SCT10
0.85	0.15	SCT15
0.8	0.2	SCT20

$(Sr_{1-x}Ca_x)TiO_3$ ( $0.1 \leq x \leq 0.2$ )으로 조성된 타겟을 제조하였으며, RF 스퍼터링법을 이용하여 박막을 증착하였고, 표 1은 본 실험에 사용된 박막의 종류를 나타내었다.

#### 2.2 측 정

증착하여 얻은 SCT 박막에 대한 결정립 크기와 표면상을 관찰하기 위하여 주사 전자 현미경(SEM)을 이용하여 관찰하였다. 또한 증착된 박막의 Ca의 치환량에 따른 결정구조의 변화를 관찰하기 위하여 X-선 회절분석법(XRD)을 이용하여 분석하였다. 정전용량의 주파수 특성은 LF Impedance Analyzer(HP 4192A)를 이용하여  $1[V_{rms}]$ ,  $0.1 \sim 1000[kHz]$ 의 주파수 범위에서 유전상수 및 유전손실을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 Ar/O<sub>2</sub>비가 80/20, RF power 140[W], 기판온도(200~500[°C])에서 증착된 SCT15 박막의 미세구조를 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 모든 시편이 매우 미세하고 치밀한 결정립(grain)을 이루고 있고, 기판온도가 증가되면서 결정립의 크기가 조금씩 증가됨을 알 수 있었으며, 기판온도 400[°C]이상에서 결정립이 크게 성장되고 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었다. 이것으로부터 기판온도 400[°C]가 SCT 시편의 결정립 성장이 활성화되는 온도임을 알 수 있다.[2]

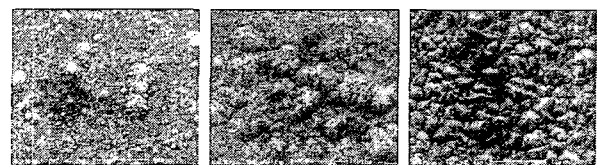


그림 1. SCT15 박막의 전자현미경 사진.

본 연구에서는 ST계 세라믹 박막을 제조하기 위하여

그림 2에서는 RF power 140[W], 기판온도 400[°C]에서

증착된 SCT15 박막의 Ar/O<sub>2</sub>비에 따른 두께 변화를 나타내었다. Ar 가스의 분압비가 증가함에 따라 SCT15 박막의 두께는 증가되었다. 이것은 스퍼터링 가스인 Ar의 양이 증가함에 따라 스퍼터링되는 분자의 수가 증가되기 때문이라 생각된다.[3]

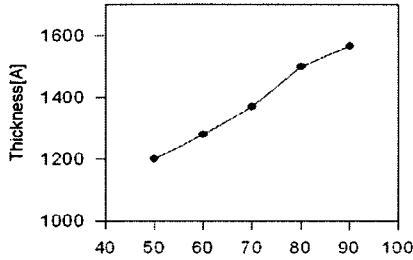


그림 2. Ar/O<sub>2</sub>비에 따른 SCT15 박막의 두께.

그림 3에서는 Ar/O<sub>2</sub>비가 80/20, 기판온도 400[°C]에서 증착된 SCT15 박막의 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 SCT15 박막에 있어 140[W]가 가장 안정된 PF power라 사료된다.

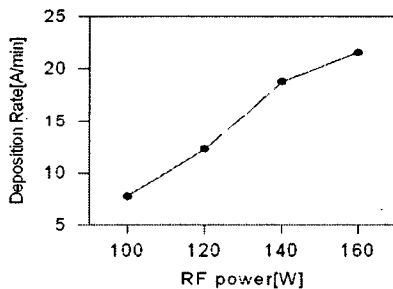


그림 3. RF power에 따른 SCT15 박막의 증착률.

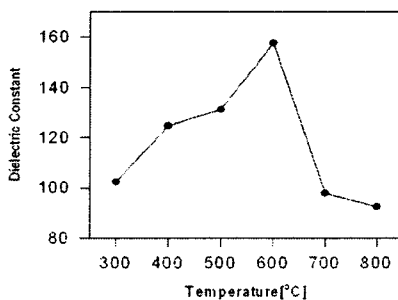


그림 4. SCT15 박막의 열처리온도에 따른 유전상수.

그림 4는 Ar/O<sub>2</sub>비가 80/20, RF power 140[W]에서 증착된 SCT15 박막을 열처리 온도 300~800[°C]에서 각각 열처리하여 유전상수의 값을 나타낸 것이다. 열처리 온도가 증가함에 따라 유전율은 600[°C]에서 최대값(약 158)을 가지며 700[°C], 800[°C]에서 갑자기 큰 폭으로 떨어짐을 알 수

있었다.

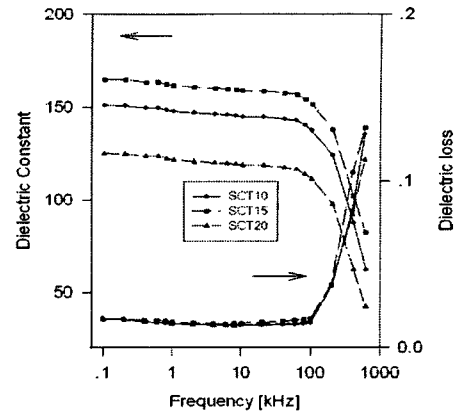


그림 5. 주파수에 따른 SCT 박막의 유전상수 및 유전손실

그림 7는 Ar/O<sub>2</sub>비가 80/20, RF power 140[W], 기판온도 400[°C]에서 증착하여 600[°C]에서 열처리한 SCT 박막의 주파수 증가에 따른 유전상수와 유전손실의 측정값들을 나타낸 것이다. Ca의 치환량이 증가함에 따라 Ca=15[mol%]까지는 약간 증가를 나타내다가 그 이상 치환되면 유전상수가 급격히 감소하는 것으로 보아 양호한 특성을 얻을 수 있는 Ca의 치환량은 15[mol%]까지라고 생각된다.

#### 4. 결 론

- (1) SCT 박막의 입자성장은 기판온도 400[°C]이상에서 결정립이 크게 성장되고 뚜렷해짐을 관찰할 수 있었고, 열처리 온도 600[°C]에서 유전상수는 최대값(약 158)을 나타내었다.
- (2) RF power가 140[W], Ar/O<sub>2</sub>비가 80/20에서 증착된 SCT 박막의 증착률은 18.75[Å/min]이었으며, 80분 동안 증착한 박막의 두께는 약 1500[Å]이었다.
- (3) Ca 치환량에 따른 유전상수는 15[mol%]에서 가장 우수한 특성을 얻을 수 있었고, 주파수에 따른 유전상수의 변화는 주파수 200[kHz] 이상에서 급격히 떨어짐을 알 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] SUSUMU NISHIGAKI, KANJI MURANO et al., "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>·3TiO<sub>2</sub> and Their Applications", J. Am. Ceram. Soc., Vol.65(11), pp.554~560, 1982.
- [2] D. W. Hoffman, and J. A. Thorton, "Internal Stresses in Cr, Mo, Ta, and Pt Films Deposited by Sputtering from a Planar Magnetron Sources", J. Vac.Sci.&Technol., Vol.20(3), pp.355~358, 1982.
- [3] S. Matsubara, S. Miura, Y. Miyasaka, and N. Shohata, "Preparation of epitaxial ABO<sub>3</sub> Perovskite-type Oxide Thin Films on a(100) MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/Si Substrate", J. Appl. Phys., Vol.66(12), pp.5826~5832, 1989.