

BaTiO₃ 박막캐패시터의 유전특성

홍경진^o, 이정빈, 정우성, 김현중, *이진, 김태성
전남대학교, *목포대학교

The Characteristics of BaTiO₃ Thin Capacitor

K.J. Hong, J.B. Lee, W.S. Seong, H.J. Kim, *J. Lee, T.S. Kim
Chonnam National Univ., *Mokpo National Univ.

ABSTRACT

A study on BaTiO₃ cermics have been shown that dielectric properties of BaTiO₃ ceramics strongly depend on the size and ferroelectric domain density of the constituting grain.

According to rising substrate temperature from 25[°C] to 600[°C], the peak intensity and crystal plane in XRD are increased.

In this study, BaTiO₃ thin film prepared by RF sputtering from room temperature to 600 [°C] of substrate temperature.

Therefore, we tried to investigate the relation between the characteristics of ceramics structure and dielectric factor.

단축을 알아 보기위해 XRD, SEM 및 유전특성을 조사하여 박막 세라믹의 구조와 전기적인 특성을 고찰하였다.

2. 실험방법

타겟인 BaTiO₃는 알루미늄을 전극으로 하여 RF Sputtering[JEOL Model - 430]으로 기판 온도를 실온으로부터 600[°C]까지 상승시켜 제조하였다. RF의 출력은 150[W]이며 스퍼터링 가스는 아르곤 가스를 사용하였고, 가스의 압력은 1[Pa]로 하였다. 본 실험에 사용된 스퍼터링 조건은 표1과 같다.

1. 서론

최근 무기재료의 박막은 전자소자, 센서, 코팅용등으로 널리 이용되고 있으며 박막 제작시 RF Sputter법은 가장 간단한 방법으로 알려져 있다. 박막으로 제작된 전자소자 및 센서등은 표면의 밀도가 증가되고 결정화가 낮은 온도에서 가능하게 되어 경제성이 향상되고 제조공정이 간단하게 된다.

BaTiO₃는 저항성과 높은 경도성, 고유전율, 화학적 안정성 및 유리 표면에 부착성이 뛰어나고 낮은 흡수성등 우수한 특성이 알려져 있다. 이러한 재료는 절연성재료, 콘덴서, 압전소자등에 응용되고 있다.

본 연구에서는 RF Sputter법으로 기판의 온도를 실온에서 600[°C]까지 상승시켜 박막 BaTiO₃을 제조하였으며, 제조된 박막은 경제성과 제조공정 시간의

Table I. Sputtering condition of BaTiO₃ by RF sputtering.

Target	BaTiO ₃ Ceramic
Substrate	Aluminum
Target-substrate distance	30[mm]
Substrate Temp.	25 - 600 [°C]
RF power	150[W]
Sputtering gas	Ar
gas pressure	1[Pa]
Deposition Rate	3.2[Å/S]

스퍼터링 전의 가스의 압력은 3x10⁻³이며 스퍼터링 필름의 두께는 Dektak 3030으로 조정된

THICKNESS MONITER[Model TM-200R] 의하여 1[μm]로 고정하였다. 알루미늄 기판위에 증착된 박막의 결정구조 특성은 XRD와 SEM으로 분석하였으며 BaTiO₃ 박막의 유전특성은 IMPEADENCE ANALYSIS[Model HP 4192A]로 측정하였다. 커패시터의 전극은 한쪽면에 알루미늄, 다른 한쪽면은 은 전극을 이용하여 박막을 제조하였다.

Fig.1.은 본실험에 사용된 커패시터 구조를 나타낸 것이다.

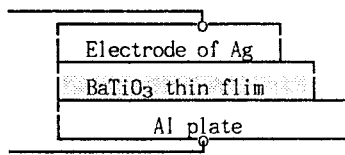


Fig.1. capacitor model of BaTiO₃ thin film.

3. 실험결과 및 고찰

페로브 스카이트 구조를 가진 BaTiO₃는 결정면 중에서 가장 많이 점유하고 있는 110면이 유전특성에 영향을 미친다.

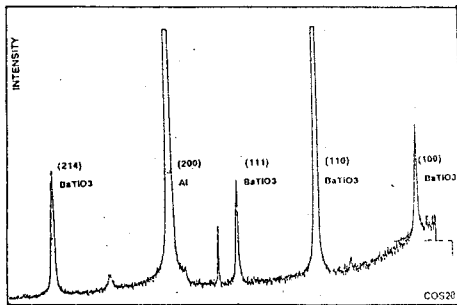


Fig.2.XRD of substrate temperature at 600[$^{\circ}\text{C}$].

Fig.2는 기판온도 600[$^{\circ}\text{C}$]에서 증착한 박막의 XRD이다. 증착된 BaTiO₃ 박막의 micro구조는 XRD조사를 한 결과, 입자가 성장되었음을 알 수 있었다.

Fig.2.에서 100면과 111면이 나타났는데, 이것은 큐리 점 부근에서 결정이 상전이가 되어 유전특성을 변화시키는 요인이라 생각된다.

기판의 온도가 올라갈수록 피크의 강도와 결정면의

성장이 증가되었는데 이는 높은 온도에서 BaTiO₃ 박막이 결정화되기 때문이다. 본 실험에서는 결정화가 일어나려면 400[$^{\circ}\text{C}$]의 온도가 필요하였다.

BaTiO₃박막의 기판온도가 400[$^{\circ}\text{C}$] 일때 22.2' 에서 100면이 나타났으며 이것은 기판온도가 높아짐에 따라 30.9' 의 110면으로 변화된다.

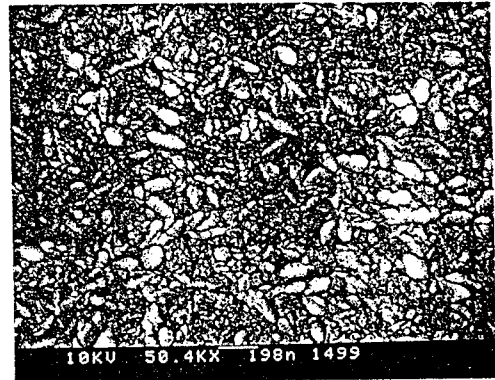


Fig.3. SEM of BaTiO₃ thin film at substrate temperature 600[$^{\circ}\text{C}$].

Fig.3.은 BaTiO₃박막의 기판온도를 600[$^{\circ}\text{C}$]로 하여 결정화된 SEM이다.

입자의 크기는 약 0.05-0.09 [μm] 정도로 불균일하게 성장됨을 알 수 있었다.

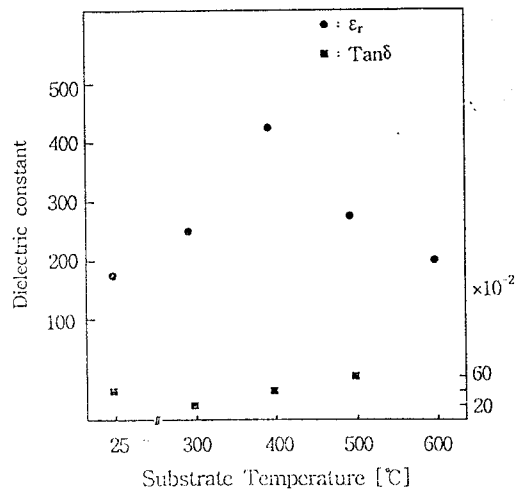


Fig.4. Dielectric constant and $\tan\delta$ according to substrate temperature at 1[KHz].

Fig.4.은 박막 BaTiO₃의 주파수를 1[KHz]에서 기판의 온도에 따른 유전특성을 나타낸 것이다.

기판온도의 상승에 따라 유전율과 유전체손은 증가하였다. 고온에서는 이온이 움직이기 쉽기 때문에 비유전율도 온도 의존성을 나타내며, 기판의 온도가 400[°C]일 때 유전율이 높았는데 이는 알루미늄 전극 표면에 BaTiO₃가 증착되었기 때문이라 생각한다.

BaTiO₃는 O-Ti-O의 상호 작용에 의해서 분극이 일어나게 된다. Ti⁴⁺는 TiO₆ 팔면체의 중심으로 변위하지 않기 때문에 분극성은 없다. BaTiO₃는 TiO₆ 팔면체 중심인 Ti⁴⁺는 주위의 O²⁻에 근접하여 위치하므로 때문에 정전하의 중심과 부전하가 이동하여 쌍극자 모멘트가 발생하고 유전성이 나타난다.

BaTiO₃ 세라믹의 유전체의 비유전율은 입자반경에 의해 변화되며 입자반경이 5~10[μm] 이하에서는 입자반경의 감소에 따라 유전율이 증가하고 입자반경이 1~0.4[μm]에서는 비유전율이 최대로 된다.

그러나 입경이 더욱더 작아지면 유전율은 급속히 감소하게 된다.

도메인 구조는 거대한 단일 쌍극자의 에너지적 불안정을 완화시키고 또한 탄성 에너지와도 관계가 있으며, 도메인의 존재는 계면 에너지를 증가시켜서 입경과 관계가 있다.

이것은 도메인의 구조와 계면에서의 쌍극자의 움직임에 따라 유전율이 변화한다.

Chodelka는 표면에 수분이 존재하면 Ba²⁺이온이 쉽게 녹아서 BaTiO₃의 표면이 변질되는 것을 발표했다. 이러한 표면층의 생성은 주로 기계적 응력에 기인하고 화학적 작용도 일부 기여하고 있다.

BaTiO₃는 화학적, 물리적으로 침투되기 쉽기 때문에 표면에 비정질을 형성하기 쉽다.

4. 결론

전극으로 알루미늄을 사용하여 박막 BaTiO₃을 제조하여 경제성과 유전특성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 알루미늄을 전극으로 하여 저온에서 유전특성이 약 450으로 나타났으며 경제적인 증착이 가능함을 하였다.
2. 기판의 온도를 400[°C]으로 하였을때 입자의 크기가 유전율에 관계되어 유전율은 최대로 되었다.
3. 비유전율은 입자반경에 의해 변화되며 입자반경작아짐에 따라 유전율은 감소하였으며 도메인 구조는 계면에너지를 증가시켜서 입경과 관계가 있음을 알았다.

5. 참고문헌

1. P.Li,J.F. Mc Donald and T.-M.Lu,J.Appl. phs.71,5596(1992).
2. Yamanashi, Tanaka, Nagatomo and Omoto, Jpn.J.Appl. phs.32,4179(1993).
3. Kyokane and Yoshino,Jpn.J.Appl.phys. 32,1303(1993).
4. Hsing-I Hsing and Fu-Su Ycn,Jpn.J.Appl. phis. 32, 5029 (1993).