[IV-23]

Pt/MgO(100) 기판상에 In-situ성장된 $(Pb,La)TiO_3$ 박막의 전기적 특성

(Electrical Properties of the In-situ Grown $(Pb,La)TiO_3$ Films on the Pt/MgO(100))

이상열,김민영,장호정,장지근
단국대학교 전자공학과

요약

적외선 센서의 재료로 활용되고 있는 PLT박막(두께 : 8000~9000Å)을 Pt/MgO(100)의 하부 구조상에 500℃, 550℃ 및 600℃에서 스퍼터링 증착하여 결정성 및 전기적 특성을 조사하였다. 600℃로 in-situ 성장된 PLT 박막은 c-축(00*l*) 방향으로 배향 성장되었고, 비유전상수(ε_r)와 유전정접($\tan\delta$)의 값이 10㎑~100㎑의 주파수에서 ε_r≒35와 $\tan\delta$≒0.01로 나타났다. 잔류분극량(2Pr)과 초전계수(γ)는 상온부근에서 2Pr≒5μC/cm^2, γ≒4×10^{-8} C/cm^2·℃로 비교적 양호한 초전박막의 전기적 특성을 나타내었다.

실험방법

MgO(100) 단결정 기판위에 DC 스퍼터링방식[Ar+O_2(10%) : 3×10^{-2} Torr]으로 약 1600Å 두께의 Pt박막을 증착하고 하부전극의 결정성개선을 위해 650℃의 온도에서 1분간 RTA 방식으로 후속열처리를 실시하였다. 초전박막의 제작과정에서는 $(Pb_{0.9}La_{0.1})Ti_{0.98}O_3$+PbO(20mole%)의 조성을 갖는 스퍼터링 타겟을 사용하여 RF magnetron sputtering 방식[Ar+O_2(10%):6×10^{-2} Torr]으로 500℃, 550℃ 및 600℃의 온도에서 약 8000Å~9000Å두께의 PLT 박막을 증착하였다. In-situ 성장 방법으로 얻어진 PLT초전박막에 대해 결정상의 변화과정을 조사하기 위해 X선 회절분석을 하였으며, SEM/TEM을 이용하여 표면및 단면형상을 관찰하였다. 이후, 전기적 특성을 측정하기 위해 열진공 증착법 (진공도 : 약 1×10^{-6} Torr)으로 PLT 박막위에 직경 0.2㎜ 크기의 Al-상부전극을 형성하고 HP-4145B, HP-4192A, 및 RT 66A 장비를 이용하여 상온에서 전류-전압 특성, 주파수에 따른 비유전상수(ε_r)및 유전정합($\tan\delta$), P-E 이력특성(P-E hysteresis loops)을 측정하였으며 20℃/min의 온도변화에서 Byer-Roundy법으로 초전계수 (γ)를 측정하였다.

결론

(1) 550℃이하에서 in-situ 성장된 PLT 박막의 경우 randomly oriented perovskite 결정구조를 나타내었으며 600℃로 in-situ 성장된 PLT 박막은 분극축인 c축<(001)>방향으로 배향성장된 결정구조를 나타내었다.

(2) 600℃에서 in-situ 성장된 PLT 박막의 경우 10㎑~100㎑ 주파수에서 비유전상수(ε_r)와 $\tan\delta$는 약 35와 0.01로 각각 나타났다. 또한 잔류분극(2Pr)의 값과 초전계수(γ)는 상온부근에서 약5μC/cm^{2}와 4×10^{-8}C/cm^2·℃로 비교적 양호한 초전박막의 전기적특성을 나타내었다.
Pt/MgO(100) 기판위에 600℃로 in-situ 성장된 PLT 박막이 높은 초전계수를 갖는 것은 분극축인 c축으로 배향 성장된 결정구조를 갖기 때문이다.

(3) SEM사진을 통해 표면 형상을 관찰해본 결과 증착온도가 증가함에 따라 결정립의 크기가 커지고 표면상태가 치밀하게 구성되지 못함을 살펴볼 수 있었다. 600℃에서 in-situ성장된 시료의 PLT박막 표면에는 0.5㎛~1.0㎛크기의 cluster가 발견되었다. cluster가 박막표면에 존재하는 것은 박막증착시 높은 증착압력에 의해 target내 원소성분의 증발이 불안정하게 되고 고온에서 thermal stress가 발생하여 균일한 막이 형성되지 못한 것으로 생각된다.

(4) TEM 및 SNMS profile을 분석한 결과 하부전극과 PLT간의 계면형상이 매우 평활하게 나타나고 있음을 볼수 있었으며 PLT 박막내의 조성이 깊이에 따라 비교적 균일하게 분포되어 있고, Pt층과 PLT층은 상호 반응없이 비교적 안정된 막을 형성하고 있음을 볼수 있었다.

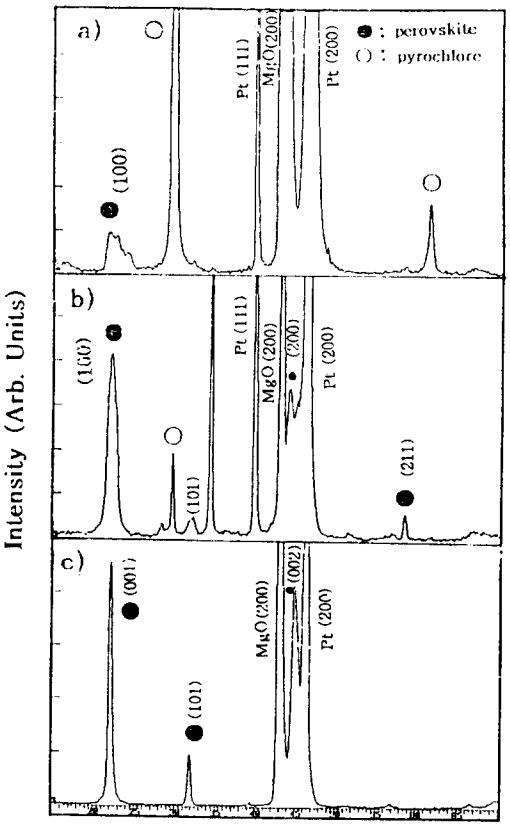

Fig.1. XRD patterns of the PLT films deposited at a) 500℃ b) 550℃ and c) 600℃.

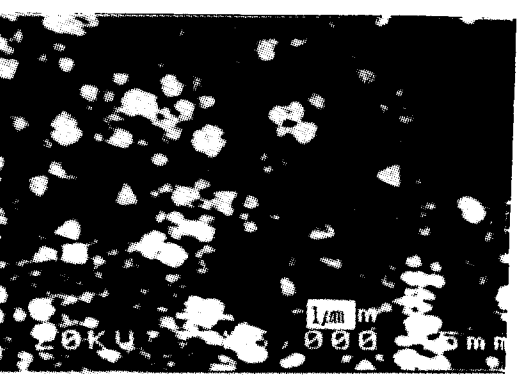

Fig. 2. SEM surfacial micrograph of the PLT film deposited at 600℃.

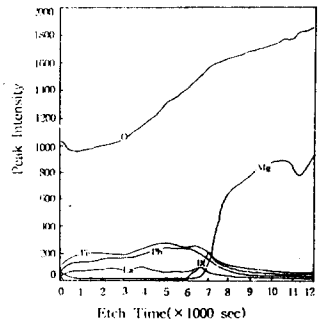

Fig. 3. SNMS depth profile of the PLT film deposited at 600℃.

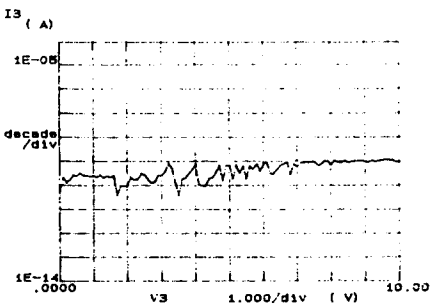

Fig. 4. I-V characteristics of the PLT film deposited at 600℃.

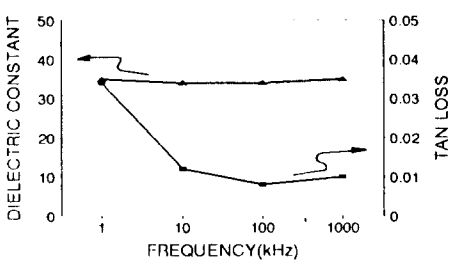

Fig. 5. Dielectric constant(ε_r) and tan δ of the PLT film deposited at 600℃.

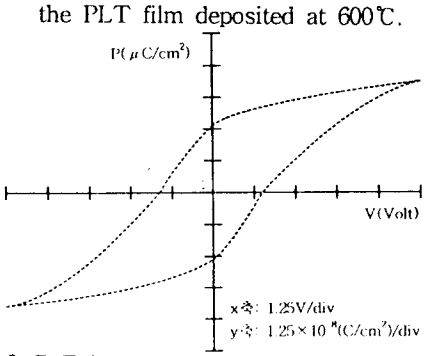

Fig. 6. P-E hysteresis loop of the PLT film deposited at 600℃.