

IrO₂를 하부전극으로 사용한 Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ 박막의 유전 및 전기적 특성

박보민 · 송석표 · 정병직 · 김병호

고려대학교 재료공학과
(1999년 12월 20일 접수)

Dielectric and Electrical Properties of Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ Thin Films on IrO₂ Electrode

Bo-Min Park, Seok-Pyo Song, Byong-Jik Jeong and Byong-Ho Kim

Department of Materials Science and Engineering, Korea University, Seoul 136-701, Korea

(Received December 20, 1999)

초 록

Metalorganic decomposition(MOD)법으로 합성한 Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ (x=0, 0.1, 0.2, 0.3) stock solution을 사용하여 IrO₂/SiO₂/Si 또는 Pt/Ti/SiO₂/Si 기판위에 SBT 박막을 제조하였다. IrO₂를 하부전극으로 사용한 경우 700°C에서 layered perovskite 단일상이 얻어졌으나, porous한 미세구조로 인해 낮은 전압에서 절연파괴가 일어났다. Sr_{0.9}Bi_{2.1}Ta₂O₉ 조성에서 가장 좋은 유전 및 전기적 특성을 나타내었으며, 열처리온도를 800°C로 증가시켰을 때 결정성장과 박막의 치밀화에 의해 유전 및 전기적 특성이 약간 향상되는 것을 확인하였다. 800°C에서 열처리한 Sr_{0.9}Bi_{2.1}Ta₂O₉ 박막의 잔류분극값(2P_r)은 IrO₂와 Pt 전극에 대하여 ±3 V에서 각각 10.5 및 7.15 μC/cm²이었고 IrO₂ 전극에서 더 낮은 항전계 값을 보였다. 누설전류밀도는 IrO₂ 전극을 사용하였을 때 Pt 전극에 비해 약간 높은 값을 보였고 낮은 절연파괴전압을 나타내었다.

ABSTRACT

Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ (x=0, 0.1, 0.2, 0.3) thin films on IrO₂/SiO₂/Si or Pt/Ti/SiO₂/Si substrate were prepared by spin coating method using SBT stock solutions synthesized by MOD process. SBT thin films on IrO₂ transformed to layered perovskite phase at 700°C, but showed low breakdown voltage due to their porous microstructure. The sample of Sr_{0.9}Bi_{2.1}Ta₂O₉ composition showed the best dielectric and electrical properties. When the sample of the same composition was annealed at 800°C, the dielectric and electric properties were improved due to the grain growth and dense surface. The remanent polarization values (2P_r) at ±3 V for IrO₂ and Pt electrodes were 10.5, 7.15 μC/cm², respectively. The SBT thin film with IrO₂ electrode showed the lower coercive field. The leakage current density and breakdown voltage of SBT thin films on IrO₂ were higher than those on Pt.

Key words : MOD, SBT thin film, IrO₂ electrode, Layered perovskite

1. 서 론

강유전체 박막의 분극반전과 히스테리시스 특성을 이용한 ferroelectric random access memory(FRAM)은 고집적도, 고속구동, 고내구성, 저소비전력화를 실현할 수 있는 이상적인 메모리로 기대되어 많은 연구가 이루어지고 있다.^{1,2)}

FRAM은 기존 dynamic random access memory(DRAM)에서의 단위기억소자에 쓰이는 캐패시터용 재료로 실리콘 산화막이 아닌 강유전체 산화물 박막을 사용한 것이다.³⁾ 강유전체 산화물 박막은 전기장을 가했다가 전기장을 제거해도 잔류분극이 계속 남아있는 성질을 가진다. 이를 비휘발성 기억소자에 응용시킨 FRAM은 빠른 동작속도와 저전압 동작 등의 DRAM이 지니고 있는 장점을 갖고 있을 뿐만 아니라 전원을 끊은 후에도 정보를 기억할 수 있는 비휘발성 메모리로서의 장점 또한 가지고 있다.⁴⁾

FRAM의 캐패시터에 사용되는 물질로 높은 큐리온도, 낮

은 공정온도 그리고 높은 잔류분극값을 갖는 PZT (Pb(Zr, Ti)O₃)가 가장 널리 연구되고 있으나 높은 누설전류와 피로 현상의 문제가 있다.⁵⁾ 이에 비해 bismuth oxide 층이 pseudo-perovskite 층 사이에 교대로 존재하는 strontium bismuth tantalate(SBT)는 bismuth oxide 층이 전자와 산소공공의 sink 역할을 하여 피로특성이 우수하며⁶⁾ 막 두께에 따른 잔류분극값의 변화가 작고 항전계값 또한 낮기 때문에 고집적화에 유리하다는 장점을 지니고 있다. 그러나 SBT는 결정화 온도가 약 800°C 정도로 반도체 공정에는 너무 높고 PZT에 비해 잔류분극값이 비교적 작다는 단점을 가지고 있기 때문에⁷⁾ 최근에 이에 대한 연구가 진행중이다.

고집적 FRAM을 제조하기 위해서는 capacitor on bit line (COB) 구조가 필수적이다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 Pt 전극은 TiN과 같은 확산방지층을 필요로 하기 때문에 구조가 복잡해지고 고온에서 확산방지막이 산화된다는 단점이 있으므로 새로운 전극재료에 대한 관심이 증대되고 있다.

PZT에서 피로특성을 개선하기 위해 Pt 전극을 대체할 수 있는 재료로 연구되어온 산화물 전극의 일종인 IrO_2 전극은 확산방지층이 필요하지 않으며 산화물이면서도 $30 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 정도의 비교적 낮은 비저항 값을 보이고 고온의 산소분위기에서 안정하며 poly-Si와도 좋은 접합성을 보인다고 알려져 있다.⁸⁾ 특히 IrO_2 를 하부전극으로 사용할 경우 SBT의 상전이 온도가 낮아진다고 알려져 있기 때문에⁹⁾ SBT 박막의 전극재료로서 적합할 것이라고 생각된다. IrO_2 의 (220)과 SBT의 주피크인 (105)는 면간거리가 유사하여 seed layer로서의 역할을 할 것으로 기대된다. 그러나 IrO_2 를 하부전극으로 사용하는 경우에는 누설전류 밀도와 항복전압이 낮아지기 때문에 이를 극복하는 연구가 필수적이라고 생각된다.

본 연구에서는 조성조절이 용이한 MOD법을 이용하여 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2+x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막을 제조하였다. Pt 전극 대신 IrO_2 를 하부전극으로 사용하여 SBT 박막의 저온공정화를 시도하였고 bismuth의 함량을 변화시켜 유전 및 전기적 특성의 최적 조성을 찾고자 하였다.

2. 실험방법

2.1. 코팅 용액의 합성 및 SBT 박막의 제조

Fig. 1에 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2+x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ ($x=0, 0.1, 0.2, 0.3$) 박막의 제조를 위한 전체 공정을 나타내었다.

SBT용액 합성을 위한 출발물질로 strontium과 bismuth의

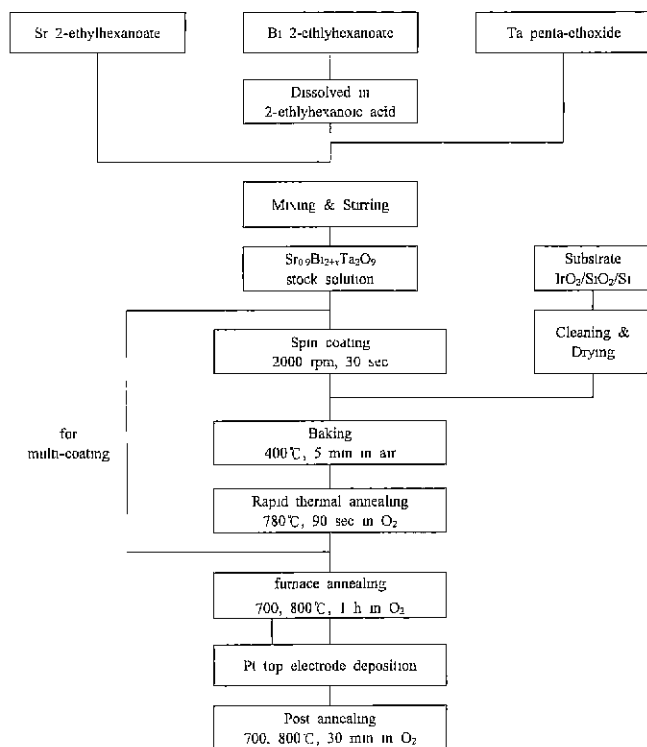


Fig. 1. Experimental procedure for preparation of SBT thin films.

경우 carboxylate계열의 화합물인 strontium 2-ethylhexanoate ($\text{Sr}[\text{OOCCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_4\text{H}_9]_2$)와 bismuth 2-ethylhexanoate ($\text{Bi}[\text{OOCCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_4\text{H}_9]_3$)를 사용하였으며 tantalum의 경우 tantalum ethoxide ($\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$)를 사용하였다. 용매로는 strontium과 bismuth의 출발물질과 같은 side group을 가지며 수분에 민감한 tantalum ethoxide를 안정화시키기 위하여 2-ethylhexanoic acid를 사용하였다. 이 때 Sr의 조성은 0.9로 고정시키고 Bi의 조성을 2.0, 2.1, 2.2, 2.3으로 변화시켰다. 합성된 코팅용액은 0.1 M의 농도로 코팅에 적합한 성질을 가졌다.

합성된 용액을 사용하여 $\text{IrO}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 또는 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 기판 위에 스펀코팅법으로 2000 rpm에서 30초 동안 코팅한 후 유기물의 탈리를 위해 400°C 에서 baking하였다. 박막의 치밀화와 상전이를 촉진시키기 위해 780°C 의 산소분위기에서 90초 동안 급속열처리를 하였다. 이러한 과정을 세 번 반복하여 약 2000 Å의 두께를 가지는 SBT 박막을 제조하였다. 이후 700°C 또는 800°C 의 산소 분위기에서 한 시간 동안 로열처리를 하였고 스퍼터링법으로 Pt 상부전극을 증착한 후에 전기적 성질을 향상시키기 위해 700°C 또는 800°C 의 산소분위기에서 후열처리를 하였다.

2.2. 박막의 특성 분석

IrO_2 전극을 하부전극으로 사용한 SBT 박막의 열처리 온도에 따른 상전이 특성 및 각 Bi 조성에서의 상전이 특성을 관찰하기 위하여 X-ray Diffraction(XRD, PW1825, Philips) 분석을 하였으며, 박막의 미세구조를 Scanning Electron Microscopy(SEM, JSM-5310LV, JEOL)을 이용하여 관찰하였다. Bi 조성 변화에 따른 박막 표면에서 Bi의 결합형태를 알아보기 위하여 X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS, Phi 5700 ESCA, Physical Electronics)를 이용하여 관찰하였다.

박막의 유전특성을 분석하기 위해서 각 조성의 시편에 대해 standard ferroelectric tester (RT66A, Radiant Technologies)를 사용하여 P-V 이력곡선을 측정하였다. 박막의 전기적 특성 분석을 위해 high voltage source measurement unit (Keithley237, Keithley)를 사용하여 0~8 V의 인가전압 범위에서 누설 전류밀도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 박막의 상전이 특성 및 미세구조 분석

Pt를 하부전극으로 사용하였을 때 SBT 박막은 일반적으로 800°C 에 가까운 온도에서 결정화가 이루어지는데 비해 IrO_2 를 하부전극으로 사용할 경우 SBT의 결정화 온도가 낮아진다고 알려져 있다.⁹⁾ 따라서 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2+x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막의 열처리 온도를 결정하기 위하여 우선 화학양론적인 조성을 갖는 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막에 대하여 로열처리 온도에 따른 XRD

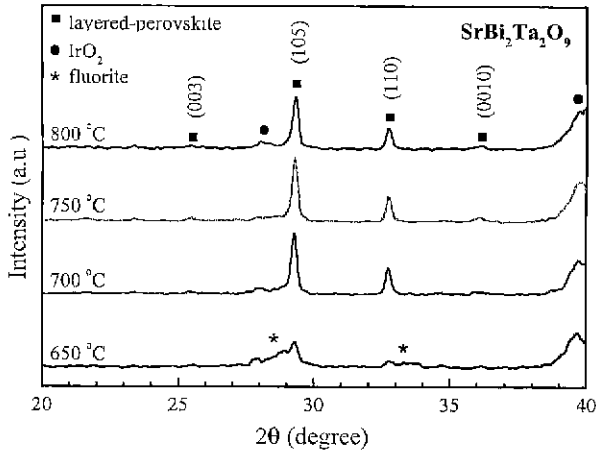


Fig. 2. XRD patterns of SrBi₂Ta₂O₉ thin films using IrO₂ bottom electrode with different furnace annealing temperature.

pattern을 분석하였다. 그 분석 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 650°C에서 대부분 fluorite상으로 존재하다가 이 700°C에서 대부분 layered-perovskite상으로 전이되는 것을 알 수 있으며 이후 열처리 온도가 증가하더라도 SBT 박막의 주피크인 (105) 피크와 (110) 피크의 강도면에 큰 변화가 없는 것을 관찰할 수 있었다.

2θ=29° 근처에서 SBT 박막은 fluorite, layered-perovskite 그리고 Bi₂Pt 등의 많은 피크들이 존재한다. 이러한 상들을 보다 정확하게 관찰하기 위하여 0.02°당 간격으로 5초간 유지시켜 XRD 분석 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 780°C의 급속열처리와 700°C의 로열처리로 거의 단일상의 layered-perovskite상을 얻을 수 있었으며, Bi₂Pt 및 fluorite 피크는 거의 발견되지 않았다.

Fig. 4는 하부전극 및 로열처리 온도에 따른 Sr_{0.9}Bi_{2.1}Ta₂O₉ 박막의 SEM 분석 결과이다. Pt를 하부전극으로 사용한 경우 700°C에서는 결정성장이 거의 이루어지지 않았으나 IrO₂를 하부전극으로 사용한 경우 700°C에서도 결정성장이 잘 일어난 것을 관찰할 수 있다. IrO₂를 하부전극으로 사용할 경우 800°C로 열처리 온도를 높이면 700°C에서 열처리한 경우에 비해 박막의 porosity가 감소하여 박막의 치밀화가 일어나는 것을 알 수 있다.

Fig. 5는 700°C에서 로열처리한 박막의 Bi 조성에 따른 SEM 분석결과이다. Bi 조성에 관계없이 결정립의 크기는 거의 일정하다는 것을 관찰할 수 있다. 한편 모든 조성에서 결정립의 모양이 대부분 길쭉한 형태로 성장해 있는 것을 확인할 수 있는데 이는 결정성장이 주로 a, b축 방향으로 이루어졌다는 것을 의미하며¹⁰⁾ c축 성장을 의미하는 둥글고 넓은 모양의 결정립은 보이지 않는다. 이는 Fig. 3에서 보여진 XRD 분석 결과와 잘 일치한다.

3.2. 박막 표면의 XPS 분석

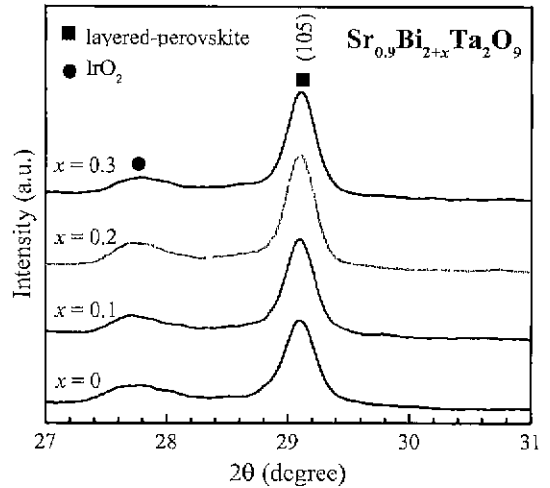


Fig. 3. XRD patterns of Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ thin films using IrO₂ bottom electrode with various Bi composition, furnace-annealed at 700°C for 1 h(step mode).

Fig. 6은 IrO₂ 전극 위에 제조된 Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ 박막을 700°C에서 로열처리한 후 박막표면의 Bi 결합형태를 관찰하기 위한 XPS 분석결과이다. x=0, 0.1인 경우 박막의 표면에서 Bi는 Bi₂O₂ 및 Bi₂O₃의 산화물 상태로만 존재하지만 x=0.2, 0.3으로 Bi 함량이 많은 경우에는 Bi₂O₂ 및 Bi₂O₃의 산화물 외에 Bi 금속이 함께 존재하고 있는 것을 알 수 있다. 이와 같은 Bi 금속은 박막 내부의 결정립 계면이나 결합 근처에도 축적될 수 있으며¹¹⁾ 이로 인해 박막의 전기적 특성에 나쁜 영향을 미칠 것이라고 생각된다.

3.3. 박막의 유전 및 전기적 특성

SBT 박막의 유전 및 전기적 특성을 측정하기 위하여 로열처리 후 상부전극으로 Pt를 증착시키고 전기적 특성을 향상시키기 위하여 로열처리 온도와 동일한 온도에서 후열처리 하였다. Fig. 7은 IrO₂ 하부전극 위에 제조한 Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ 박막의 P-V 이력곡선 결과이다. 700°C의 비교적 낮은 온도에서 열처리하여도 모든 조성에서 양호한 이력특성을 보였다. 이 때 3 V의 인가전압하에서 Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ 박막의 잔류분극값(2P_r)은 x=0, 0.1, 0.2, 0.3인 조성에서 각각 7.80, 9.16, 7.83, 7.91 μC/cm²로, x=0.1인 Sr_{0.9}Bi_{2.1}Ta₂O₉ 박막에서 가장 큰 값을 나타내었다. 이는 x=0.1에서 Sr의 빈자리를 Bi가 가장 효과적으로 치환되었기 때문이라고 생각된다. 한편 각 조성의 박막에 대하여 이력곡선이 약간의 비대칭적인 모양을 나타냈는데 이는 하부전극으로 IrO₂ 전극을 사용하고 상부전극으로 Pt 전극을 사용함으로써 SBT 박막과 하부전극간의 계면특성과 SBT 박막과 상부전극간의 계면 특성이 달라졌기 때문인 것으로 생각된다.¹²⁾

Fig. 8은 Bi 조성에 따른 Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ (x=0, 0.1, 0.2, 0.3) 박막의 누설전류밀도 측정 결과이다. 모든 조성의 박막에 대하여 10⁻⁷~10⁻⁶ A/cm² 정도의 비슷한 값을 보이며 x=

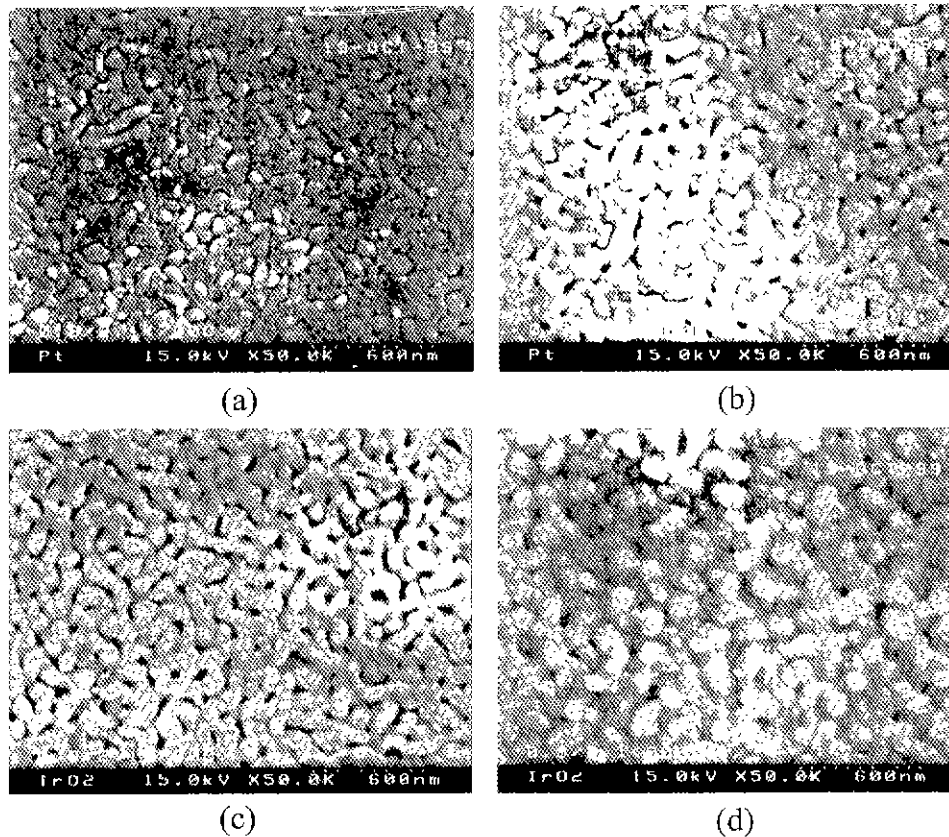


Fig. 4. SEM images of $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ thin films with different bottom electrode and furnace annealing temperature ; (a) Pt 700°C, (b) Pt 800°C, (c) IrO_2 700°C and (d) IrO_2 800°C.

0.1인 박막에서 가장 큰 절연 파괴전압을 나타냈다. $x=0$ 인 경우 Bi의 양이 부족하여 박막내에 결함농도가 증가하여 누설 전류를 효과적으로 차단하지 못한 것으로 생각되며 $x=0.2$ 이상에서는 Fig. 7에서 보여지는 것처럼 과잉의 Bi가 박막의 표면에 금속 상태로 존재하여 더 낮은 전압에서 절연 파괴현상을 일으키는 것으로 보인다. 또한 Fig. 5의 미세구조 사진에서와 같이 700°C에서 열처리한 경우 porous한 미세구조를 가져 pore속으로 Pt가 침투하여 유효절연두께를 감소시켰기 때문이라고 생각된다.¹⁴⁾ 따라서 $x=0.1$ 인 조성에서 가장 좋은 누설전류특성을 나타낸 것으로 생각된다.

위와 같은 결과로부터 $x=0.1$ 인 조성에서 가장 좋은 유전 특성을 보였으나 전기적 특성이 좋지 않았다. 그 원인을 조사하기 위하여 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 조성의 박막에 대하여 800°C에서 열처리한 경우와 700°C에서 열처리한 경우를 비교해 보았다. Fig. 9 (a)는 IrO_2 하부전극 위에 제조한 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막을, 700°C와 800°C에서 각각 로열처리 및 후열처리를 한 후 이력곡선을 측정하여 비교한 그림이다. 800°C에서 열처리한 박막은 더 우수한 이력곡선을 보이며 이 때 잔류분극값 ($2P_1$)은 3 V의 인가전압하에서 700°C일 때 $9.16 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 이던 것이 800°C일 때는 $10.5 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 로 증가하였다. 이는 Fig. 4의 미세구조 사진에서 예상된 것과 같이 열

처리 온도가 800°C로 증가하였을 때 결정립의 크기가 증가하였기 때문이라고 생각된다.

Fig. 10 (b)는 IrO_2 하부전극위에 제조한 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막의 누설전류밀도를 측정한 결과이다. 800°C에서 열처리한 시편의 경우 약 $10^{-7} \text{ A}/\text{cm}^2$ 의 차수를 유지하였으며 700°C에서 열처리한 시편에 비해 절연파괴전압이 약 1 V 정도 더 높아졌다. 이처럼 800°C에서 열처리한 박막에서 더 좋은 누설전류특성을 보이는 이유는 800°C의 열처리 과정에서 박막의 기공율이 감소하여 Pt 상부전극 증착시 Pt 입자가 porous한 박막의 표면으로 침투해 들어가는 효과가 적어졌기 때문이며 이 때 침투해 들어간 Pt 입자 또한 더 높은 온도의 후열처리를 통하여 재결정화가 되면서 상부전극과 박막 사이의 계면특성을 향상시켰기 때문인 것으로 생각된다.¹⁵⁾

IrO_2 와 Pt를 하부전극으로 사용하였을 때 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막의 유전 및 전기적 특성을 Fig. 10에 비교하였다. Fig. 10 (a)는 두 종류의 시편에서 모두 잘 포화된 이력곡선을 보여준다. 그러나 3 V의 인가전압하에서 잔류분극값 ($2P_1$)을 비교해 보면 IrO_2 하부전극을 사용한 경우 $10.5 \mu\text{C}/\text{cm}^2$, Pt 하부전극의 경우 $6.77 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 로 IrO_2 하부전극을 사용하였을 때 더 큰 값을 갖는 것을 알 수 있다. 한편 항전계값은 IrO_2 하부전극을 사용한 시편에서 작은 값을 보이는 것을

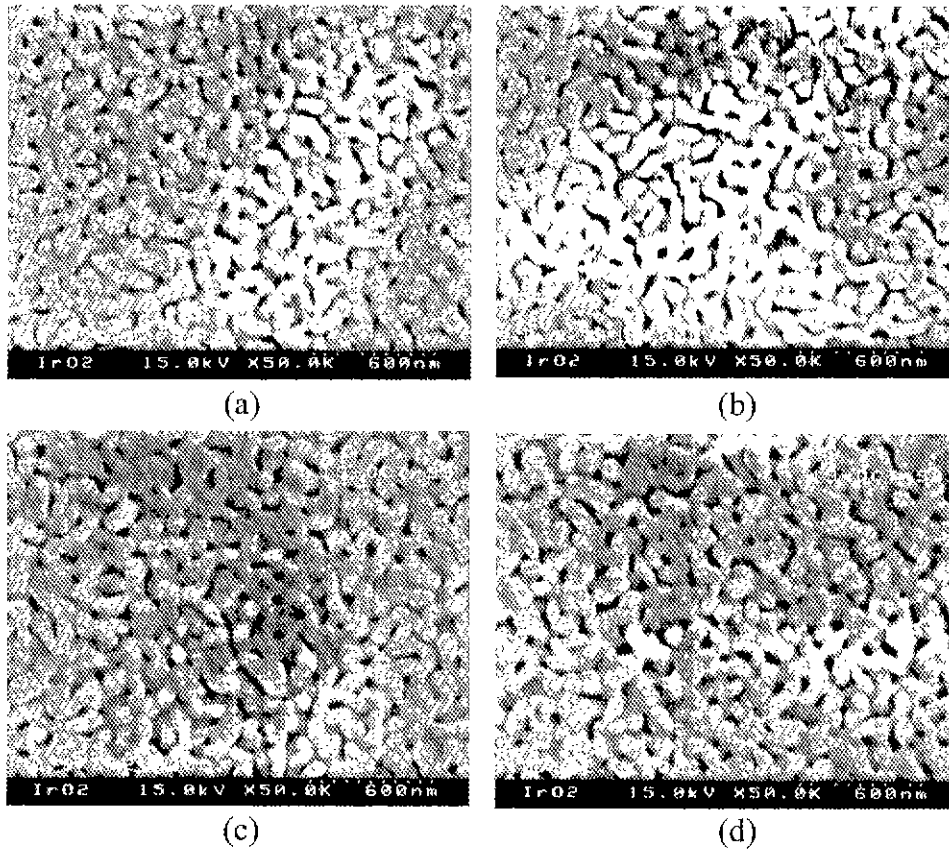


Fig. 5. SEM images of Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ thin films using IrO₂ bottom electrode with different Bi composition ; (a) x=0, (b) x=0.1, (c) x=0.2 and (d) x=0.3 (furnace-annealed at 700°C for 1 h).

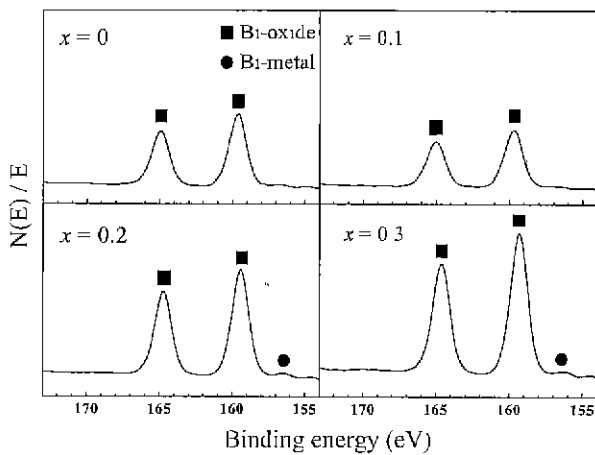


Fig. 6. XPS analysis of bismuth bonding types of the surface of Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ thin films using IrO₂ bottom electrode with different Bi composition (furnace-annealed at 700°C for 1 h).

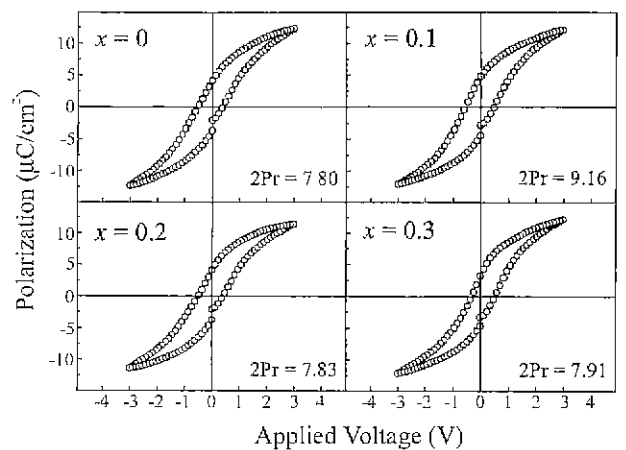


Fig. 7. P-V curves of Sr_{0.9}Bi_{2+x}Ta₂O₉ thin films using IrO₂ bottom electrode with different Bi composition (furnace-annealed at 700°C for 1 h and post-annealed at 700°C for 30 min).

알 수 있는데 이는 허부전극으로 IrO₂ 전극을 사용할 경우 Pt 전극을 사용할 때보다 저전압동작의 실현에 유리하다는 것을 보여준다.

누설전류밀도를 측정된 Fig. 10 (b)를 보면 Pt 를 허부전

극으로 사용한 경우에 약 10⁻⁸~10⁻⁷ A/cm²로 IrO₂ 전극에 비해 한 차수 정도의 낮은 값을 가지며 절연과괴전압이 1 V 정도 높다는 것을 알 수 있다. 이는 IrO₂를 허부전극으로 사용한 경우 허부전극과 SBT 박막 사이의 계면에서 ohmic

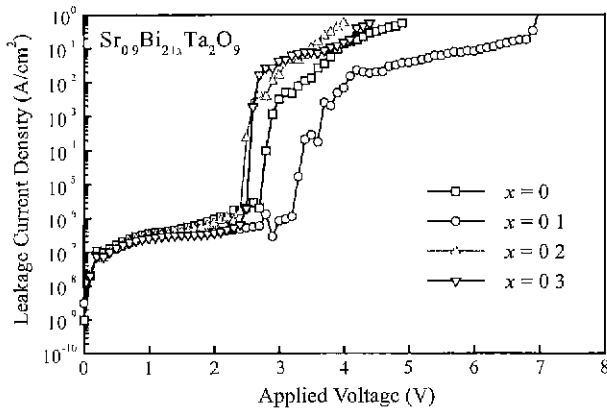


Fig. 8. I-V curves of $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2+x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ thin films using IrO_2 bottom electrode with different Bi composition (furnace-annealed at 700°C for 1 h and post-annealed at 700°C for 30 min).

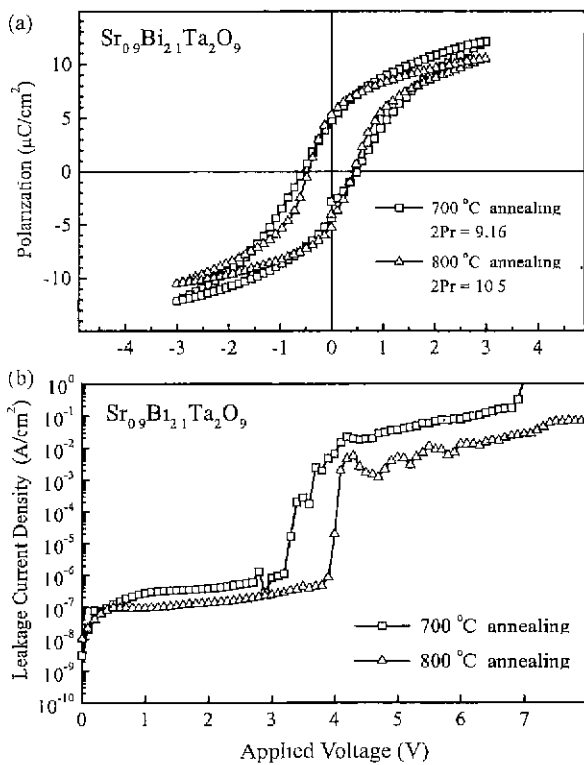


Fig. 9. P-V and I-V curves of $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ thin films with different furnace and post annealing temperature.

접촉이 형성되어 전자의 주입이 쉽게 이루어져 계면에서의 누설전류 차단 효과가 떨어지기 때문이라고 생각된다.

4. 결 론

IrO_2 와 Pt 하부전극 위에 강유전성 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2+x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ ($x=0, 0.1, 0.2, 0.3$) 박막을 MOD법을 이용하여 제조하였다. SBT 박막의 XRD, SEM, XPS 및 유전 및 전기적 특성을 측정

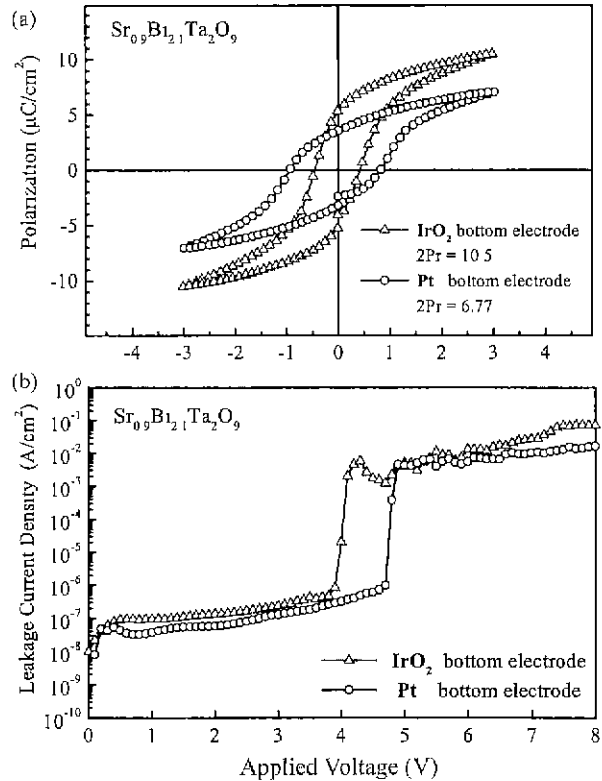


Fig. 10. P-V and I-V curves of $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ thin films with different bottom electrode (furnace-annealed at 800°C for 1 h and post-annealed at 700°C for 30 min).

하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. IrO_2 를 하부전극으로 사용한 경우 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2+x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막은 약 700°C 의 열처리 온도에서 Bi의 조성에 관계없이 대부분 결정화가 이루어졌으며, IrO_2 전극의 사용이 SBT 박막의 결정화 온도를 낮추는 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.
2. XPS 측정결과 $x=0, 0.1$ 인 경우 박막의 표면에는 Bi가 산화물 상태로만 존재하며 $x=0.2, 0.3$ 인 경우에는 Bi 산화물 외에도 과잉의 Bi가 박막 표면에서 금속 상태로 존재하였다.
3. 700°C 에서 열처리해준 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2+x}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막은 $x=0.1$ 일 때 가장 높은 잔류분극값 ($2P_f$)을 나타내었으며 3 V의 인가 전압하에서 $2P_f$ 값은 $9.16 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 였다. 누설전류밀도는 모든 조성에서 $10^{-7}\sim 10^{-6} \text{ A}/\text{cm}^2$ 정도의 비슷한 값을 나타냈으며 $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 조성의 박막에서 가장 높은 절연 파괴전압을 나타내었다.
4. $\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 박막을 800°C 에서 열처리한 경우 더 잘 포화된 이력곡선을 나타내었으며 $2P_f$ 값은 3 V의 인가 전압하에서 $10.5 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 였으며 누설전류밀도는 약 $10^{-7} \text{ A}/\text{cm}^2$ 였고 더 높은 절연 파괴전압을 나타내었다. 이는 800°C 열처리가 700°C 에서 보다 SBT 결정성장과 치밀화에 더 효과적이기 때문이라고 생각된다.
5. 800°C 에서 열처리한 $\text{Pt}/\text{Sr}_{0.9}\text{Bi}_{2.1}\text{Ta}_2\text{O}_9/\text{IrO}_2$ 시편과 $\text{Pt}/$

Sr_{0.9}Bi₂Ta₂O₉/Pt 시편의 2P_r 값은 3 V의 인가전압하에서 각각 10.5, 6.77 μC/cm²로 IrO₂를 하부전극으로 사용한 경우 더 높은 2P_r값을 보였고 누설전류밀도는 Pt를 하부전극으로 사용한 시편에서 약 10⁻⁸~10⁻⁷ A/cm² 정도로 IrO₂에 비해 한 차수 정도 더 낮은 값을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 1997년 한국과학재단의 학술연구 조성비(97-0300-0601-3)에 의하여 수행된 것이며, 이에 감사를 드립니다.

REFERENCES

1. D. J. Taylor, R. E. Jones, Y. T. Li, P. Zurber, P. Y. Chu and S. J. Gillespie, "Integration Aspects and Electrical Properties of SrBi₂Ta₂O₉ for Non-Volatile Memory Applications," *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.*, **433**, 97-108 (1996).
2. Yuhuan Xu. "Ferroelectric thin films," pp. 206-210 in *Ferroelectric Materials and Their Applications*. North Holland, 1991.
3. A. I. Kingon, S. K. Streiffer, C. Basceri and S. R. Summerfelt "High Permittivity Perovskite Thin Films for Dynamic Random-Access Memories," *MRS Bulletin. Electroceramic Thin Films Part II*, 46-52 (1996).
4. Masayuki Suzuki, "Review on Future Ferroelectric Non-volatile Memory · FeRAM-From the Point of View of Epitaxial Oxide Thin Films-," *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **103**, 1099-1111, (1995).
5. H. M. Duiker, P. D. Cuchiaro and L. D. McMillan, "Fatigue properties of ferroelectric PZT Thin Film and Their Characterization," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **68**, 5783-5789 (1990).
6. C. A-Paz de Araujo, J. D. Cuchiaro, L. D. McMillan, M. C. Scott and J. F. Scott, "Fatigue-Free Ferroelectric Capacitors with Platinum Electrodes," *Nature*, **374**, 627-629 (1995).
7. Orlando Auciello, "A Critical Comparative review of PZT and SBT-Based Science and Technology for Non-Volatile Ferroelectric Memories," *Intergrated Ferroelectrics*, **15**, 211-220 (1997).
8. M. Shunizu, H. Fuisawa, S. Hyodo, S. Nakashima and H. Niu, "Effects of Sputtered Ir and IrO₂ Electrodes on The Properties of PZT Thin Films Deposited by MOCVD," *Mat Res. Soc. Symp. Proc.*, **493**, 159-164 (1998).
9. Y. Okada, I. Koiwa, K. Ashikaga and K. Karfu, "SrBi₂Ta₂O₉ Thin Films Fabricated by Sol-Gel Method with IrO₂ Electrodes." *IEICE Trans. Electron.*, **E81 -C(4)**, 560-565 (1998).
10. T. Hayashi, T. Hara and H. Takahashi. "Preparation and Dielectric Properties of SrBi₂Ta₂O₉ Thin Films by Sol-Gel Method," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **36**, 5900-5903 (1997).
11. I. Koiwa, Y. Okada, J. Mita, A. Hashimoto and Y. Sawada, "Role of Excess Bi in SrBi₂Ta₂O₉ Thin Film Prepared Using Chemical Liquid Deposition and Sol-Gel Method," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **36**, 5904-5907 (1997).
12. B. H. Kim, J. K. Joo and S. P. Song, "The Preparation and Characterization of Bismuth Layered Ferroelectric Thin Films by Sol-Gel Process (I. Effects of Rapid Thermal Annealing and Post Annealing Temperatures on Dielectric and Electrical Properties of MOD Derived Sr_{0.8}Bi_{2.4}Ta₂O₉ Thin Films)," *J. Kor. Ceram. Soc.*, **35(9)**, 945-952 (1998).
13. T. Noguchi, T. Hase and Y. Miyasaka, "Analysis of the Dependence of Ferroelectric Properties of Strontium Bismuth Tantalate (SBT) Thin Films on the Composition and Process Temperature." *Jpn. J. Appl. Phys.*, **35**, 4900-4904 (1996).