

論文96-33A-6-14

조성변화에 따른 BST 박막의 특성에 관한 연구

(A Study on the Characteristics of BST Thin Films with various Ba/Sr Ratio)

柳程善*, 姜聲俊**, 尹英燮**

(Jeong Seon Ryoo, Seong Jun Kang, and Yung Sup Yoon)

요 약

본 연구에서는 화학양론적 제어가 쉽고 경제적으로 우수한 sol-gel 법을 이용하여, BST 박막의 Ba/Sr 조성비를 변화시켜가며 그 특성변화에 대해 연구하였다. Sol-gel 법으로 BST 박막을 제작하기 위한 출발물질로 barium-acetate, strontium-acetate 그리고 titanium isopropoxide 을 선택하여 TG-DT 분석과 XRD 측정을 통하여 sol-gel 법을 이용한 BST 박막의 공정조건을 확립한 후 확립된 sol-gel 공정을 이용하여, Ba/Sr 조성비가 각각 90/10, 70/30, 50/50, 30/70 인 BST 박막을 Pt-Ta/SiO₂/Si 기판 위에 증착, planar type 의 capacitor 를 제작하여 그 특성을 비교하였다. Ba/Sr 조성비에 따라 비유전률은 287 에서 395 까지의 값을 가지며 5V 에서 누설전류 밀도는 2.3 에서 220 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 의 값을 가진다. 이들 결과에 의하면 Ba/Sr 조성비가 70/30 인 BST(70/30) 박막이 상온에서 capacitor 절연막에 적용하기에는 가장 우수한 전기적 특성을 가졌다. BST(70/30) 박막의 1kHz 에서 비유전률과 유전손실은 각각 395 와 0.045 이었고 5V 에서 누설 전류밀도는 2.3 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 이었다.

Abstract

In the present study, we have studied on the characteristics of BST thin films with various Ba/Sr ratios by using sol-gel method. Barium-acetate, strontium-acetate and titanium isopropoxide are used as starting materials to fabricate BST thin films by sol-gel method. The fabrication conditions are established through the TG-DT analyses and XRD measurements. BST thin films with the Ba/Sr ratios of 90/10, 70/30, 50/50 and 30/70 were deposited on the Pt-Ta/SiO₂/Si substrate with the established sol-gel process, and their characteristics were examined. The relative permittivity and the leakage current density at 5V vary from 287 to 395 and from 2.3 to 220 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$, respectively, with various Ba/Sr ratio. Among the films investigated in this research, BST(70/30) thin film shows the best electrical properties for the capacitor dielectrics at room temperature. At the frequency of 1kHz the relative permittivity and dielectric loss of BST(70/30) thin film are 395 and 0.045, respectively and the leakage current density at 5V is 2.3 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$.

I. 서론

* 正會員, 現代電子 QE/A室

(Hyundai)

** 正會員, 仁河大學校 電子材料工學科

(Dept. of Electronic Materials & Device Engineering, Inha Univ.)

接受日字:1995年3月20日, 수정완료일:1996年3月20日

최근 우리나라에서 반도체 산업의 비중은 계속 커져 가고 있으며, 그 중에서도 반도체 메모리, 특히 DRAM 은 가장 큰 부분을 차지하고 있다. 현재 4Mb 와 16Mb DRAM이 주력 생산품이나, 이미 64Mb DRAM 의 양산도 시작되었고 256Mb 과 1Gb

DRAM의 개발도 이루어질 정도로 급격한 집적도의 증가가 이루어지고 있다. 평균 약 3년마다 새로운 세대의 고집적된 DRAM이 발표됨에 따라 셀밀도가 증가하기 때문에, 메모리셀 당 사용가능한 면적은 적당한 die 크기를 유지하기 위하여 계속해서 작아져야 한다.¹⁾

¹⁾ Cell 면적의 감소는 저장 캐패시터의 면적 감소를 가져온다. 따라서 캐패시터에 저장된 전하밀도를 유지하기 위하여, 큰 전하 축적 밀도를 가지는 캐패시터 절연막을 필요로 하게 되었다. 현재 유일한 해결책으로 제시되고 있는 것이 비유전률이 높은 새로운 물질을 절연막으로 사용하는 방안이다.¹²⁾ DRAM에 적용할 수 있는 비유전률이 높은 물질로는 perovskite 구조를 가지는 강유전체 계열의 물질을 들 수 있다.

특히 DRAM의 capacitor 절연막은 높은 유전률과 낮은 누설 전류를 필요로 하므로 그 응용을 위하여 여러가지 강유전체들이 연구되어 왔다.³⁾ 이중 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ (barium strontium titanate, BST)가 DRAM 응용에 가장 주목받고 있는 캐패시터 물질이다. BaTiO_3 에 Sr (strontium)을 혼합하면 Curie 온도 (BaTiO_3 의 경우 120°C)의 선형적이고 완만한 감소가 나타난다. 그러므로 BST는 Ba/Sr의 조성비에 따라 강유전상에서 상유전상으로 변화가 가능하며, 이에 따라 캐패시터, 압전 변환기, 광 신호 처리 등 다양한 분야의 응용에 사용되어 질 수 있다.¹⁴⁾ 특히 BST는 Pb 계열 강유전체와 비교하여 상유전상을 만들기 쉽고 중금속이기 때문에 기피되는 Pb를 사용하지 않으므로, 최근에 그 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나, Ba/Sr 비에 따른 BST 박막의 다양한 특성에 대한 연구는 거의 수행되어 있지 않아 BST 박막의 실용화에 걸림돌이 되고 있다.

그동안 BST 박막은 보통 sputtering¹⁵⁻⁷⁾, laser ablation¹⁸⁻¹⁰⁾ 방법으로 제작되어 왔으며 sol-gel 방법을 사용한 연구는 매우 적었다. 이는 sol-gel 법의 경우 출발물질의 종류, 첨가물의 종류와 양 등 용액을 제작하는 방법의 최적화가 어렵기 때문이다. 그러나 sol-gel 법은 precursor가 분자수준에서 혼합되기 때문에 막의 조성을 변경시키기가 용이하므로 조성에 따른 BST 박막의 특성 조사를 하는데 매우 유용한 방법이다.¹¹⁾ 따라서 본 연구에서는 본 연구실에서 확립한 sol-gel 법¹²⁾을 이용하여 Ba/Sr 조성비를 변화시키면서 조성비에 따른 박막특성의 변화에 대해 연구하였다.

II. 실험방법

BST 박막을 sol-gel 법으로 제작하기 위한 용액 제조법의 개략도를 그림 1에 나타내었다.

Barium과 strontium의 출발물질로는 가격이 저렴하고 구입하기에 손쉬운 barium-acetate ($\text{Ba}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$, Aldrich)와 strontium-acetate ($\text{Sr}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$, Aldrich)를 각각 사용하였다.

Titanium의 출발 물질로는 구입이 손쉽고 액체 상태인 titanium isopropoxide ($\text{Ti}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_4$, Aldrich)를 사용하였다. 용매로는 acetic acid (CH_3COOH , Junsei)를 사용하였다. 2-methoxyethanol 등의 알콜 계열은 lead acetate, lanthanum acetate 등 acetate 기의 용매로는 사용할 수 있다고 알려져 있으나¹³⁾, barium acetate와 strontium acetate의 용매로는 부적합하다. 또한 acetic acid만을 사용한 경우에는 막의 안정성이 떨어지는 것으로 보이므로, 안정한 용액을 만들기 위하여 ethylene glycol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$, Acros)을 첨가물로 사용하였다. 출발물질로 채택된 시약들은 대부분 공기 중의 수분에 매우 민감하기 때문에, 수분의 차단을 위하여 질소 분위기의 glove box 내에서 제조 과정이 진행되었다. 먼저 분말 상태의 barium acetate와 strontium acetate에 적당량의 acetic acid를 섞은 다음, 90°C 에서 약 30분간 가열하여 분말이 없는 맑은 용액 상태가 되도록 한 후 약 70°C 까지 자연 냉각시킨다. 이때, barium과 strontium의 mole 비가 각각 90/10, 70/30, 50/50, 30/70이 되도록 barium acetate와 strontium acetate의 양을 조절하여, BST(90/10), BST(70/30), BST(50/50), BST(30/70) 용액이 제조되도록 하였다. 그 후 titanium isopropoxide를 앞 단계에서 제작된 용액에 혼합한 후, 상온에서 30분간 섞어준다. 이와 같은 과정을 통해서 제작된 용액에 ethylene glycol을 첨가한다. Ethylene glycol은 점도가 매우 높기 때문에 너무 과량을 첨가할 경우, spin coating 하기가 어렵게 된다. 따라서 전체 과정에 걸쳐 사용된 acetic acid와 ethylene glycol의 비가 3 : 1인 0.5M 용액이 되도록 acetic acid를 추가로 첨가하였다. 그 다음 90°C 에서 1시간 동안 가열하여 acetic acid와 ethylene glycol 간의 반응이 일어나도록 하였다. 박막은 제조된 용액을 spin-coating 하여 제작되었다. 하부 기판으로는 $\text{Si}(100)/\text{SiO}_2(1000 \text{ \AA})/\text{Ta}$

(200 Å) /Pt(1000 Å) 구조를 가진 기판을 사용하였다.

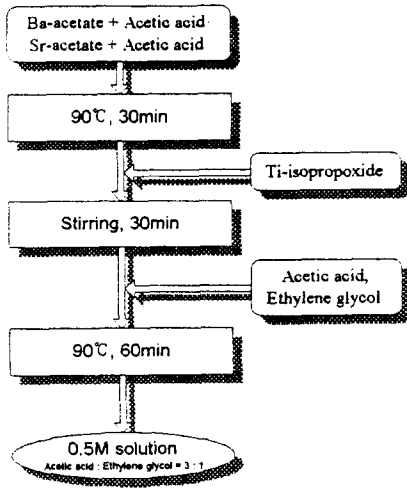


그림 1. BST 용액 제조 개략도

Fig. 1. Experimental procedure of making BST solution.

먼지 및 불순물의 영향을 줄이기 위하여 coating 작업은 clean bench 내에서 실시하였다.

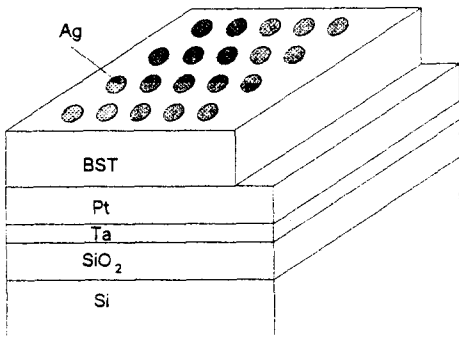


그림 2. BST 캐패시터 구조 개략도

Fig. 2. Schematic diagram of BST capacitor structure.

Coating 직전에 0.2 μ m filter (Gelman Science) 를 이용하여 용액에 남아 있는 불순물과 부유물을 제거한 다음, spin coater 를 이용하여 박막을 형성하였다. 형성된 박막은 hot-plate 를 사용하여 300°C에서 10분간 drying 되었고, coating 과 drying 작업을 반복하였다. 그 후 tube furnace에서 승온속도 5°C/min 으로 750°C에서 30분간 최종 annealing 을 실시하여 박막의 제작을 완성하였다. 이와 같이 제작된 BST 박막

위에 직경 0.4mm의 silver dot 를 thermal evaporator 를 이용하여 증착시켜 planar type 의 캐패시터를 제작하였다. 제작된 박막의 개략도를 그림 2에 나타내었다.

용액의 유기물 분해 온도와 상전이 온도를 확인하고 이를 토대로 열처리 조건을 확립하기 위하여 TGA-DTA 분석을 실시하였고, 결정화 특성 분석을 위하여 박막 XRD 를 이용하였다. 또 막의 두께 및 미세 구조 관찰을 위하여 SEM 을 이용하였다. 전기적 특성 분석으로 LCR meter (Stanford Research SR 720) 를 이용하여 주파수에 따른 유전률과 손실을 측정하였고, Parameter analyzer (HP 4145B) 를 사용하여 누설 전류 측정을 하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

BST 건조 gel 의 열분해 거동을 조사하기 위하여 0.5M solution을 80°C에서 열처리하여 gel 화 시킨 후, 10°C/min 의 승온속도로 공기중에서 TGA-DTA (Thermal Gravimetric Analysis - Differential Thermal Analysis) 분석을 하였다. 그 결과를 그림 3에 나타내었다. 100°C 이하에서 DTA 곡선의 흡열 peak 와 TGA 곡선의 중량 감소는 용매의 증발에 기인한 것이며, 300°C~350°C 부근에서 DTA 곡선의 발열 peak 는 잔류 유기물의 증발과 금속 산화물의 형성에 의한 것이고, 650°C 부근에서 시작되는 발열 peak 는 perovskite 상의 형성 때문인 것으로 생각된다. 이와 같은 분석 결과는 BST 박막의 열처리 조건을 결정하는데 참고하였다.

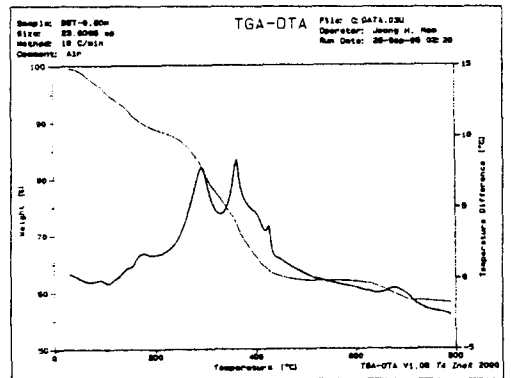


그림 3. 80°C에서 건조한 BST 용액의 TGA-DTA 곡선

Fig. 3. TGA-DTA curve of the BST solution heat-treated at 80°C.

BST 박막의 결정화를 알아보기 위하여 박막을 형성시킨 후 750°C 에서 30분간 열처리하여 박막 XRD 분석을 실시하였다. BST(90/10), BST(70/30), BST(50/50), BST(30/70) 박막의 XRD 측정 결과를 그림 4 에 나타내었다. 모두 perovskite 상을 나타내는 peak 만을 보이고 있으나, BST(30/70) 박막의 XRD 측정 결과에서는 secondary phase 인 pyrochlore phase 의 peak 가 관찰되어 결정 구조에서 차이점이 있을 것으로 생각되며, 이는 유전특성과 누설전류밀도 특성에도 차이점을 가져올 것으로 예상된다. 또한, Ba/Sr 비가 30/70 일때 perovskite 상으로의 변이온도가 가장 높음을 알 수 있다.

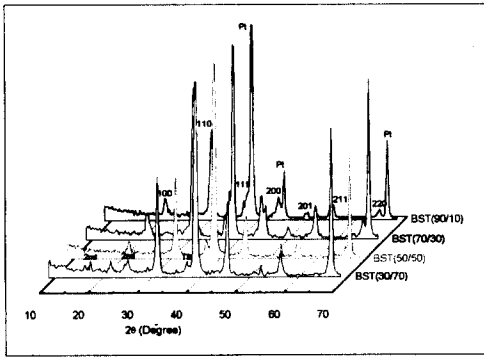


그림 4. 다양한 조성의 BST 박막의 XRD 특성
Fig. 4. X-ray diffraction patterns of the BST thin films as various compositions

Pt-Ta/SiO₂/Si 기판 위에 제작한 BST 박막의 SEM 사진을 그림 5에 나타냈다. 그림 5(a)에 나타낸 표면사진에서 보듯이 BST 박막은 균열이 없고 매우 치밀한 구조를 보이며 grain size 는 대략 0.03 μm 로 관찰되었다. 그림 5(b)에 보인 단면 사진과 Ellipsometer (PLASMOS SD2300) 를 통하여 얻은 박막의 두께는 약 4000 Å 이었다.

그림 6에 1kHz 에서의 조성 변화에 따른 BST 박막의 유전 특성을 나타내었다. 그 결과 BST(70/30)이 395 의 가장 높은 유전률을 보였으며, BST(90/10), BST(50/50), BST(30/70) 의 유전률 값은 각각 374, 337, 287로, 최고값을 가지는 BST(70/30) 을 중심으로 조성 변화에 따라 감소하는 경향을 보였다. Sputtering 법으로 제작된 BST 박막의 경우, BST(50/50) 이 최고의 유전률을 가진다고 보고되고 있다.¹⁶¹ 그러나 본 연구에서 제작된 박막은

BST(70/30) 에서 최고의 유전률을 나타내고 있으며 이는 M. Azuma 등^[14]이 MOD 방법을 이용하여 제작한 BST 박막의 결과와는 잘 일치하는 것이며 Peng^[15]의 논문에서도 BaTiO₃ 박막에 Sr 을 첨가함에 따라 Curie 온도가 3.4°C/mol% 비율로 감소하여 Sr 이 30mol% 인 BST(70/30) 의 Curie 온도는 약 18 °C 로 보고되고 있다.

따라서, 본 연구에서 제작된 BST(70/30) 이 상온에서 상경계이거나 상경계에 가까운 조성을 가지는 박막이며 BST (90/10)은 강유전상, BST(50/50), BST(30/70) 은 상유전상임을 추정할 수 있다. 한편, BST(90/10), BST(70/30), BST (50/50), BST (30/70)의 유전손실은 각각 0.045, 0.045, 0.047, 0.048 로 조성 변화에 대한 의존성은 관찰할 수 없었다.

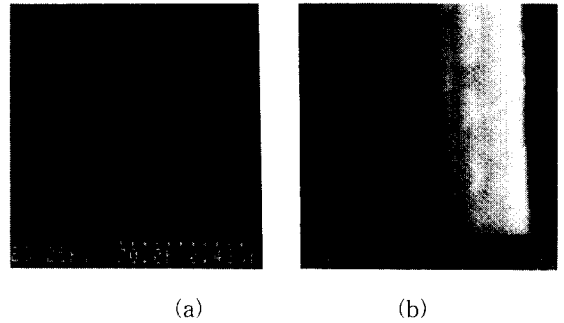


그림 5. BST(70/30) 박막의 (a) 표면과 (b) 단면 SEM 사진
Fig. 5. SEM micrograph of (a) the surface and (b) cross section of BST(70/30) thin film.

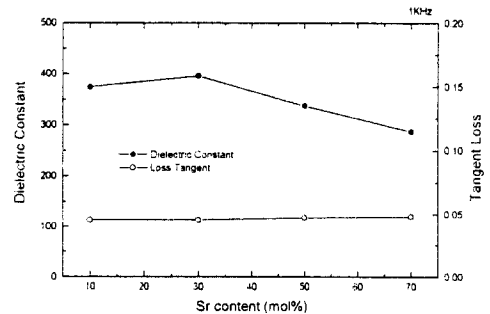


그림 6. 다양한 조성의 BST 박막의 유전 특성
Fig. 6. Dielectric properties of BST thin films as various compositions.

BST(90/10), BST(70/30), BST(50/50),

BST(30/70) 박막의 누설전류밀도를 그림 7에 나타내었다. 5V에서의 BST(90/10), BST(70/30), BST(50/50), BST(30/70)의 누설전류밀도는 각각 220, 2.3, 120, $21\mu A/cm^2$ 으로 가장 높은 유전률을 나타낸 BST(70/30)이 가장 낮은 값을 나타냈으며, 이 조성을 기준으로 조성비가 변함에 따라서 증가하는 추세를 보였다. 그러나 이 중에서 BST(30/70)의 누설전류밀도 곡선은 다른 조성들과는 곡선의 변화 양상이 다르게 나타나며, 조성 변화에 따른 추세 변화에도 맞지 않는 결과값을 나타내고 있다. 이는 BST(30/70)가 다른 leakage mechanism을 가지기 때문으로 생각되는데, 그 원인은 XRD 측정 결과에서 관찰된 pyrochlore phase의 영향으로 생각된다. 이의 정확한 원인 규명을 위해서는 별도의 심도 깊은 연구가 수행되어야 할 것이다.

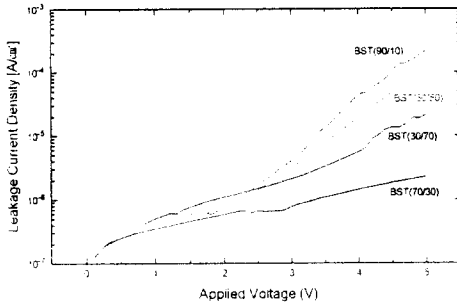


그림 7. 다양한 조성의 BST 박막의 I-V 특성
Fig. 7. I-V characteristics of BST thin films at various compositions.

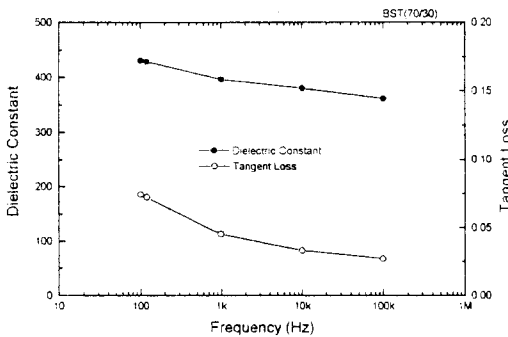


그림 8. 주파수 변화에 따른 BST(70/30) 박막의 유전률과 유전손실
Fig. 8. Dielectric constant and loss tangent as a function of frequency for BST(70/30) thin film.

이상의 결과들로부터 Ba/Sr 조성비 70/30인 BST(70/30) 박막이 상온에서 capacitor 절연막에 적용하기에 가장 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있다. BST(70/30) 박막의 주파수 변화에 따른 유전 특성을 그림 8에 나타내었다. 유전체에 교류전기장이 인가되면 전기장의 변화에 따라 유전 분극이 바뀌게 된다. 그림 8에 나타난 나타난 주파수의 증가에 따른 비유전률의 감소는, 주파수가 증가하면 유전 분극이 전기장의 변화를 따라가지 못하기 때문에 일어나는 것이다. 또한 유전 손실은 주파수에 반비례 ($\tan \delta = \sigma / \omega \epsilon'$)하므로^[16], 주파수의 증가에 따라 감소하게 된다.

IV. 결론

Barium acetate, strontium acetate 와 titanium isopropoxide 를 출발물질로 하여 다양한 Ba/Sr 비를 가진 BST 박막을 sol-gel 법으로 제작하였다. TGA·DTA 분석을 통하여 열처리 조건을 결정하여 매 coating 후 300°C 에서 drying 을 실시하고 750°C 에서 annealing 을 실시하였다. XRD 측정 결과 모두 perovskite 상의 형성을 확인할 수 있었으나, BST(30/70) 박막의 XRD 측정 결과에서는 secondary phase 인 pyrochlore phase 의 peak 가 관찰되었다. 이는 Ba/Sr 첨가비가 30/70 일때 perovskite 상으로의 변이온도가 가장 높음을 나타내는 것이며 또, BST(30/70) 박막이 다른 조성의 BST 박막과는 달리 상이한 누설전류밀도의 변화 양상을 나타내는 원인이라고 생각된다. 1kHz 에서의 조성 변화에 따른 BST 박막의 유전 특성은 BST(70/30)이 395의 가장 높은 유전률을 보였으며, BST(90/10), BST(50/50), BST(30/70)의 유전률 값은 각각 374, 337, 287로, BST(70/30)을 중심으로 조성 변화에 따라 점차로 감소하는 경향을 보였으며, 이로부터 BST(70/30)이 상온에서 상경계이거나 상경계에 가까운 조성을 가지는 박막이며 BST(90/10)은 강유전상, BST(50/50), BST(30/70)은 상유전상임을 추정할 수 있었다. 한편, 유전 손실은 조성 변화에 따라 큰 변화를 나타내지 않았다. 5V에서의 BST(90/10), BST(70/30), BST(50/50), BST(30/70)의 누설전류밀도는 각각 220, 2.3, 120, $21\mu A/cm^2$ 으로, 가장 높은 유전률을 나타낸 BST(70/30)이 가장 낮은 값을 나타냈다. 이상의 결과들로부터 Ba/Sr 조성비 70/30인 BST(70/30) 박

막이 상온에서 capacitor 절연막에 적용하기에 가장 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있었다. 그러나 DRAM의 capacitor 절연막에 적용하기 위한 최적 조성비를 알기 위해서는 BST 박막이 -20°C 부근까지 상유전상을 유지하여야 하므로, 추후 조성비에 따른 상경계 변화에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

※ 본 연구는 1995년도 교육부 반도체분야 학술연구조성비에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 武田英次, 鳥居和功, “強誘電體薄膜集積化技術”, Science Forum, pp. 217~229.
- [2] A.F.Tasch and L.H.Parker, “Ferroelectric Materials for 64Mb and 256Mb DRAMs”, IEEE Circuits and Devices Magazine, pp. 17~26, 1990.
- [3] Kuniaki Koyama, Toshiyuki Sakuma, Shintaro Yamamichi, Hirohito Watanabe, Hidemitsu Aoki, Shuichi Ohya, Yoichi Miyasaka and Takamaro Kikkawa, “A Stacked Capacitor with $(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$ for 256M DRAM”, International Electron Devices and Materials Symposium Technical Digest, pp. 823~826, 1991.
- [4] D. Tahan, A. Safari, and L. C. Klein, “Sol-Gel Preparation of Barium Strontium Titanate Thin Films”, Proceedings of the Ninth IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics, pp. 427-430, 1994.
- [5] T. Eimori, Y. Ohno, H. Kimura, J. Matsufusa, S. Kishimura, A. Yoshida, H. Sumitani, T. Maruyama, Y. Hayashide, K. Moriizumi, T. Katayama, M. Asakura, T. Horikawa, T. Shibano, H. Itoh, K. Sato, K. Namba, T. Nishimura, S. Satoh and H. Miyoshi, “A Newly Designed Planar Stacked Capacitor Cell with High dielectric Constant Film for 256Mbit DRAM”, International Electron Devices and Materials Symposium Technical Digest, pp. 631~634, 1993.
- [6] Takeharu Kuroiwa, Yoshikazu Tsunemine, Tsuyoshi Horiwaka, Tetsuro Makita, Junji Tanimura, Noboru Mikami and Kazunao Sato, “Dielectric Properties of $(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$ Thin Films Prepared by RF Sputtering for Dynamic Random Access Memory Application”, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 33, pp. 5187-5191, 1994.
- [7] Tsuyoshi Horikawa, Noboru Mikami, Tetsuro Makita, Junji Tanimura, Masayuki Kataoka, Kazunao Sato and Masahiro Nunoshita, “Dielectric Properties of $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ Thin Films Deposited by RF Sputtering”, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 32, pp. 4126~4130, 1993.
- [8] Pijush Bhattacharya, Kyung-ho Park, Yasuhiro Nishioka, “Control of Grain Structure of Laser-Deposited $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ Films to Reduce Leakage Current”, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 33, pp. 5231~5234, 1994.
- [9] Pijush Bhattacharya, Tadahiro Komeda, Kyung-ho Park, Yasuhiro Nishioka, “Comparative Study of Amorphous and Crystalline $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ Thin Films Deposited by Laser Ablation”, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 32, pp. 4103~4106, 1993.
- [10] Russell F. Pinizzotto, Elizabeth G. Jacobs, Hong Yang, Scott R. Summerfelt and Bruce E. Gnade, “Cross-Sectional TEM Studies of Barium Strontium Titanate Deposited on Silicon by Pulsed Laser Ablation”, Materials Research Society Symposium Proceedings, vol. 243, pp. 463~468, 1992.
- [11] C.J. Brinker and G.W. Scherer, “Sol-Gel Science”, Academic Press, pp. 1~10, 1990.
- [12] 류정선, 강성준, 윤영섭, “ULSI DRAM의 Capacitor 절연막용 BST 박막의 제작과 특성에 관한 연구”, 전기전자재료학회지 5월호 게재예정
- [13] Seong Jun Kang, Jeong Seon Ryoo and Yung Sup Yoon, “The Effects of La Concentration on the Properties of PLT Thin Films: from the Perspective of DRAM Applications”, Materials Research Society Symposium Proceedings, Vol. 361, pp. 281~286, 1995.
- [14] M. Azuma, M. Scott, E. Fujii, T. Otsuki, G. Kano and C. A. Paz De Arauzo, “Electrical

Characteristics of High Dielectric Constant Materials for Integrated Ferroelectrics”, Proceedings of the 4th International Symposium on Integrated Ferroelectrics, pp. 109-117, 1992.

- [15] Peng, Cheng-Jien, “Processing/Structure/Property Relationships of Barium Strontium Titanate Thin Films for Dynamic

Random Access Memory Application”, Ph.D. Thesis, Pennsylvania State University, August 1994.

- [16] W. D. Kingery, H. K. Bowen, and D. R. Uhlmann, “Introduction to Ceramics”, John Wiley & Sons, Inc., pp. 937, 1976.

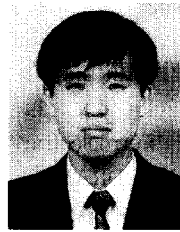
저 자 소 개



尹 英 燮(正會員)

1952년 9월 7일생. 1975년 2월 서울대학교 금속공학과 졸업(B.S.) 1977년 2월 한국과학기술원 재료공학과 졸업(M.S.) 1988년 12월 U.S.C. 전자공학과 졸업(Ph.D) 1987년 3월~1988년 5

월 Oklahoma State University 대우교수. 1988년 1월~1989년 6월 UCLA Device Research Lab. 연구원. 1989년 8월~1992년 2월 삼성전자 기흥반도체연구소 수석연구원. 1994년 4월~인하대학교 전자재료공학과 부교수. 주관심분야는 ULSI DRAM을 위한 신물질 개발, 강유전성 박막, Pyroelectric 센서, SAW Device



柳 程 善(正會員)

1971년 3월 29일생. 1994년 2월 인하대학교 전자재료공학과 졸업(B.S.) 1966년 2월 인하대학교 전자재료공학과 졸업(M.S.) 1996년 3월 현대전자 QEA실. 주관심 분야는 ULSI DRAM 응용을 위한

강유전체 박막



姜 肇 俊(正會員)

1965년 7월 10일생. 1989년 2월 인하대학교 응용물리학과 졸업(B.S.) 1994년 8월 인하대학교 전자재료공학과 졸업(M.S.) 1994년 9월~인하대학교 전자재료공학과 박사과정. 주관심분야

는 메모리응용을 위한 강유전체 박막, Pyroelectric 센서