

GaAs 집적소자용 $(\text{Ba}_{0.5}, \text{Sr}_{0.5})\text{TiO}_3$ MIM capacitor 연구

(Preparation and Electrical Properties of $(\text{Ba}_{0.5}, \text{Sr}_{0.5})\text{TiO}_3$ MIM capacitor for GaAs MMICs)

울산대학교 재료공학과 고정덕, 김동식, 정우철, 이재신

1. 서 론

GaAs 집적소자를 고속화, 소형화, 고신뢰성화 하기위한 연구가 국내외적으로 활발하다. 수동소자와 능동소자를 일체형으로 집적화한 GaAs MMIC의 경우 capacitor는 넓은 소자면적을 차지하는 한편 절연막으로 이용되는 질화실리콘 막의 failure는 MMIC의 고신뢰성화에 가장 큰 장애 요소 중의 하나이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 유전율이 높고 박막의 성질이 양호한 고신뢰성, 고유전율 박막의 개발이 필요하다.

최근 $(\text{Ba}_{1-x}, \text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ 박막은 DRAM capacitor, IR sensor, phase shifter, 이동통신용 chip-set 등의 응용에 유망한 재료로 부각되면서 활발한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 RF magnetron sputtering 방법에 의해 $(\text{Ba}_{0.5}, \text{Sr}_{0.5})\text{TiO}_3$ 박막을 저온증착 ($T_s < 300^\circ\text{C}$)한 다음, XRD, SEM, EPMA 등을 통해 미세구조 및 조성분석을 하고, MIM capacitor 구조를 만들어 C-V, I-V 등의 전기적 특성을 측정하였다.

2. 실험방법

본 실험에서 사용된 타겟은 CERAC 사의 직경이 3inch인 $(\text{Ba}_{0.5}, \text{Sr}_{0.5})\text{TiO}_3$ 타겟을 장착하여 RF magnetron 스퍼터링을 하였다. 기판과 전극간 거리는 5cm, carrier gas는 Ar과 O₂가 사용되었고, RF power는 100W, 기판온도는 R.T.~300°C, 그리고 DC bias는 30V인 범위에서 증착하였다. BST 박막은 Pt/Ti 전극 위에 증착하였고, 상부 dot 전극은 Al shadow mask를 이용하여 증착하였다.

3. 실험결과 및 고찰

증착중 기판의 온도를 상온에서 300°C까지 변화시켜 유전특성을 살펴본결과 (Ba_{0.5}Sr_{0.5})TiO₃ 박막은 온도가 증가할수록 모두 유전율이 향상되었다. 현재까지 얻은 가장 좋은 결과는 유전율이 90~150정도이다.

증착된 박막의 stoichiometry는 증착조건에 따라 변화되며 전반적으로 Ba, Sr의 양이 타겟보다 결핍된 것으로 분석되었다.

증착된 박막의 누설전류는 증착온도와 기판의 bias 인가에 따라 다양하게 나타났으며 유전율이 증가할수록 누설전류가 큰 경향을 나타내었다. 현재 MMIC의 요구조건인 3V 동작전압에서 1 mA/cm²보다 낮은 0.1-1 mA/cm²의 범위에 대부분 들어갔으나, 유전율이 80이상인 경우에는 동작전압에서의 누설전류가 1 mA/cm² 보다 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 증착된 박막의 경우 stoichiometric 조성에서 벗어나 반도체성을 나타낸 결과로 보인다.

4. 향후 계획

- 1) 유전특성 및 누설전류 특성 향상을 위한 BST 박막 형성조건 개선 방법으로 target의 조성변화를 통한 박막의 stoichiometry를 개선시킬려고 한다.
- 2) MIM capacitor 시제품 제작 및 microwave 특성을 평가할려고 한다.

5. 참고문헌

- 1) T. Eimori, "A newly designed planar stacked capacitor cell with high dielectric constant film for 256Mbit DRAM", IEDM, pp. 631-634, 1993.
- 2) Won-Jae Lee, Ho-Gi Kim, "Electrical properties of BST thin film deposited on various Pt - base electronics"
- 3) Noboru Ichinose and Takashi Ogiwara, "Preparation and properties of (BaSr)TiO₃ thin films by RF magnetron sputtering", Jpn. J. Appl. Phys., pp. 4115-4117, 1993.
- 4) Tsuyoshi Horikawa, "Dielectric properties of (BaSr)TiO₃ thin films deposited by RF sputtering", Jpn. J. Appl. Phys., pp.4126-4130, 1993.
- 5) Shunsuke Nagata, "A GaAs MMIC chip-set for mobile communications using on-chip ferroelectric capacitors", 1993 IEEE intertional solid-state circuit conference, pp. 172-173, 1993.