

ZnO buffer layer 제작과 c-축 배향성 향상으로 인한 FBAR 성능 개선에 관한 연구

이순범, 박성현, 권상직, 이능현, 신영화
 경원대학교 전자공학과

Performance of FBAR devices was enhanced by fabrication of ZnO buffer layer and improvement of c-axis orientation

Soon-Bum Lee, Sung-Hyun Park, Sang-Jik kwon, Neung-Heon Lee, Young-Hwa Shin
 Department of Electric and Electronics Engineering in Kyungwon Univ.

Abstract : In this study, we tried to improve c-axis orientation of ZnO thin films used in a piezoelectric layer of FBAR devices. First, ZnO deposition conditions were determined by changing various conditions of RF sputter such as RF power, pressure and O₂ contents. The Piezoelectric layer was deposited on ZnO buffer layer of dense structure which was formed by ALD equipment. The c-axis orientation of ZnO piezoelectric layer was measured by XRD and we confirmed fine grains and columnar structure by SEM, AFM.

Key Words : FBAR, SMR, ALD, ZnO

1. 서론

최근 IT산업의 급속한 발전과 함께 차세대 이동통신용 소자에 대한 관심이 높아지면서 800MHz ~ 5GHz 대역의 필터소자에 대해 소형화, 경량화, 고기능화, 고품질화, 저가격화가 요구되어지고 있다.^[1] 기존의 유전체 필터나 SAW필터보다 FBAR 필터 및 이를 이용한 듀플렉서는 크기가 수십 배 이상 작으며, 일반적인 반도체 IC 기술을 이용하므로 대량생산이 가능하여 저비용을 실현하게 된다.^[2,3] FBAR 소자 중 SMR 구조의 FBAR 소자의 경우 membrane이나 air-gap 형태의 소자에 비해 내충격성이 매우 뛰어나다. 그러나 우수한 공진특성을 가지는 소자제작을 위해서는 반사층의 두께를 음향학적 파장의 λ/4로 정확히 맞추어야 한다. 이러한 반사층 위에 압전층을 증착하게 되는데 이것은 가장 중요한 공정중의 하나이다. 우수한 공진특성을 갖는 FBAR 소자를 제조하기 위해서는 압전성이 가장 큰 c-축 우선 배향성을 갖는 ZnO 박막을 증착하는 것이 필수적이다.^[4,5]

본 연구에서는 SMR 구조의 FBAR 소자에 있어서 압전층의 c-축 우선 배향성을 향상시키기 위하여 ALD(atomic layer deposition)를 적용하였다. ALD로 buffer layer를 형성하고 RF 마그네트론 스퍼터링법의 최적조건으로 ZnO 압전층을 증착하는 2-step 증착방법을 사용하였다.

2. 실험

본 연구에서는 ZnO buffer layer를 증착하기 위해 DEZn과 H₂O를 precursor로 사용하였고, 조건변화를 통해서 가장 밀도가 높고 표면이 고른 막을 형성하였다. 또한, 최적의 ZnO 증착 조건을 도출하고자 RF power는 50~300W, working pressure는 3~18mTorr, O₂ contents는 0~55%와 같

이 변화시키면서 증착하였다. 증착된 박막의 두께와 미세 구조 및 c-축 배향성을 관찰하기 위해서 α-step(Tencor), SEM(Hitachi, S-4700)과 AFM(PSIA, XE-150), XRD(Rigaku, D-MAX2200)을 이용하였다.

3. 결과 및 검토

3.1 sputter 조건 변화에 따른 ZnO 특성 변화

본 실험에서는 RF power와 working pressure, O₂ contents의 변화에 따른 ZnO 박막의 표면 미세 구조와 증착율 그리고 XRD rocking curve의 FWHM과 2-theta peak의 크기 변화를 알아보았다. 그림 1에 나타난 RF power에 따른 ZnO 박막의 특성변화를 보면 증착율은 RF power에 따라 비례적으로 상승하였고, XRD peak와 FWHM 값은 100W에서 가장 좋은 특성을 보였다. 이것은 RF power가 너무 낮을 경우 스퍼터링된 입자들이 충분한 에너지를 가지지 못하기 때문에 표면 이동도가 떨어지게 되고, 반대의 경우 큰 에너지로 인하여 재 스퍼터링 현상을 일으키고 결정성을 저하시키는 것으로 생각된다.

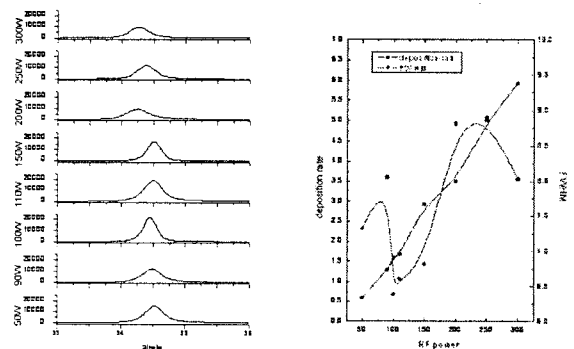


그림 1. Power에 따른 증착율과 XRD 결과

그림 2와 같이 working pressure에 따른 ZnO 박막의 특성 변화를 보면, working pressure가 높을 경우 챔버 내의 다량의 입자들로 인하여 이온의 자유 이동 거리를 감소시키게 되고 반대의 경우 입자들이 과도한 에너지를 가지고 기판표면에 도달하게 되어 결정성이 저하되기 때문에 약 15mTorr 정도의 압력에서 가장 좋은 특성을 볼 수 있다.

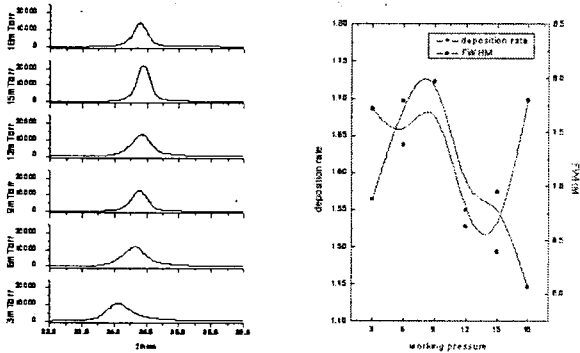


그림 2. working pressure에 따른 증착율과 XRD 결과

그림 3의 경우 O₂ contents가 증가함에 따라 스퍼터링 이온의 감소로 증착율이 감소하는 것을 볼 수 있는데 이는 산화물 타겟을 사용하기 때문이며 본 논문에서는 25%에서 가장 좋은 결정성을 보였다.

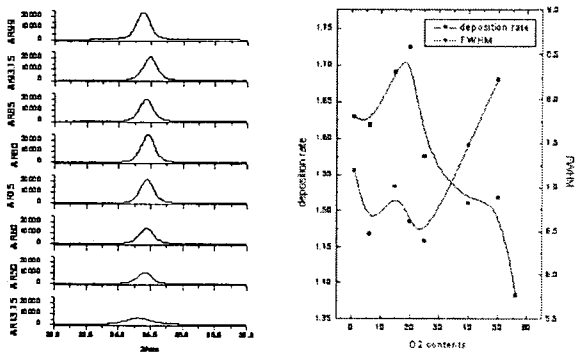


그림 3. O₂ contents에 따른 증착율과 XRD 결과

3.2 ALD로 buffer layer 형성시 ZnO 막 특성 변화

그림 4와 5는 sputter만으로 증착한 경우와 ALD로 buffer layer를 쌓아 2-step으로 형성했을 때의 XRD 측정 결과와 SEM 관측 결과를 비교한 것으로 buffer layer를 적용한 경우가 보다 우수한 c-축 배향성을 나타내었고, 또한 조밀한 막을 형성하였음을 확인할 수 있다.

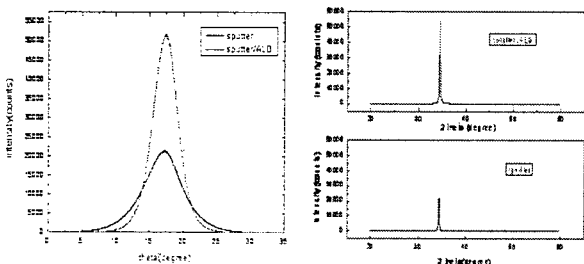
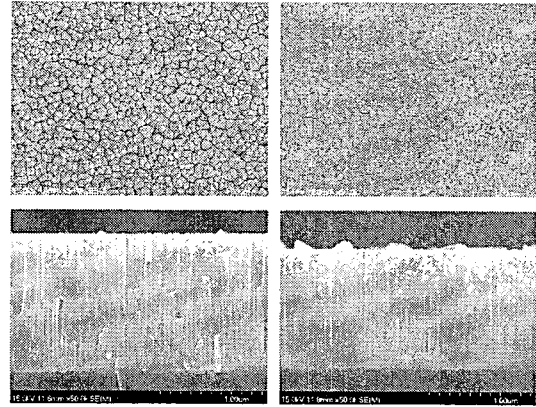


그림 4. ZnO의 XRD 결과 비교



(a)sputter (b)sputter/ALD
그림 5. ZnO의 SEM 결과 비교

4. 결론

본 연구에서는 RF sputter를 이용하여 ZnO 증착시 RF power가 100W, working pressure 15mTorr, O₂ contents 25%에서 가장 좋은 결정성을 보였으며, 이때 FWHM은 6.46°으로 나타났다. 또한, ALD를 이용하여 buffer layer를 적용하여 2-step으로 형성된 막의 FWHM 값은 4.26°으로 나타났다. ALD를 이용하여 밀도가 높고 표면이 고른 막을 buffer layer로 적용할 경우 RF sputter만으로 증착한 박막보다 상당히 우수한 c-축 배향성을 가진 ZnO 막을 형성할 수 있다. 향후 위와 같이 2-step으로 증착한 ZnO 박막을 FBAR 소자에 응용할 경우 소자의 공진 특성을 크게 향상시킬 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 두뇌 한국 21 사업에 의하여 지원되었습니다.

참고 문헌

- [1] Frans C. M. Van De Pol, Ceramic Bulletin. Vol. 69, No.12. p. 1959, 1990.
- [2] A. W. Ott, R. P. H. Chang, "Atomic layer-controlled growth of transparent conducting ZnO on plastic substrates," Materials Chemistry and Physics, Vol. 58. pp. 132-138. 1999.
- [3] J. S. Wang and K. M. Lakin, Appl, Phys. Lett. Vol. 42, No. 4. p. 353. 1983.
- [4] 이재빈, "압전박막을 이용한 박막형 공진기소자의 제조", 서울대학교 박사학위논문, 2001.
- [5] 신영화, 권상직, 윤영수, "ALD와 RF 마그네트론 스퍼터링을 이용한 FBAR 소자의 ZnO 박막증착 및 특성", 전기전자재료학회 논문지, Vol. 18, No. 2. p164, 2005.