

## DC sputter로 증착한 ZnO 박막의 결정성 향상에 관한 연구

이규일, 김응권, 이태용, 황현석, 송준태  
성균관대학교 전자전기공학과

### The study of ZnO crystalline improvement of FBAR

Kyu Il Lee, Eung Kwon Kim, Tae Yong Lee, Hyun Suk HWang, Joon-Tae Song  
Sung Kyun Kwan Univ.

**Abstract** : We deposited Zinc oxide (ZnO) thin films on Ru buffer layer in order to protect the amorphous layer between ZnO and Al interface. In X-ray diffraction (XRD) pattern, it was observed that increase of (002)-orientation by the variation of annealing treatment temperature. Also, surface roughness and specific resistance were increased by annealing treatment but full width at half maximum (FWHM) was decreased. In film bulk acoustic resonators (FBARs) fabricated from these results, we finally confirmed that the resonant frequency of 0.89 GHz without its shift was measured.

**Key Words** : ZnO, Ru buffer, FBAR, thin film

### 1. 서론

정보통신의 발달로 인해 많은 양의 정보전달의 필요에 따른 주파수 상승이 필요하게 되었다. 위와 같은 요소들을 해결하기 위해서는 사용 부품들의 MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)화가 필연적이다. 유전체 세라믹스 소자는 삽입손실, 내전력성, 온도특성에 있어서 우수하지만 소형화 및 MMIC화에 부적합하다. SAW 필터의 경우 단결정 기판 사용으로 인한 가격 상승과 MMIC 구조에 대한 적용이 불가하다. FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator)의 경우 0.5~10GHz범위에서 역할을 수행할 수 있고, 유전체 소자와 유사하게 저삽입손실 특성을 보이고 있다. 본 연구에서는 하부 구조에 변화를 주며 DC sputtering법으로 증착한 ZnO 박막의 구조 및 전기적 특성분석을 실시한 후 최적화된 박막 조건을 이용하여 FBAR을 제작, 공진 특성을 확인하였다.

### 2. 실험

ZnO는 Ru/Al/SiO<sub>2</sub>/Si 기판 위에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해서 준비하였다. 증착 시 rotary와 diffusion pump를 이용하여 초기진공을 2×10<sup>-6</sup> torr, 작동간 진공을 99.999%의 고순도 Ar 가스 20 sccm을 주입하며 5×10<sup>-3</sup> torr 이상을 유지했다. ZnO 박막들의 초소형 구조와 격자 방향은 X-ray diffraction(XRD)(Mac science M18XHF - SRA), field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) 사용하여 해석하였다.

FBAR은 기판을 습식 식각하여 에어갭층을 형성한 다음 포토레지스트를 희생층으로 증착, 평탄화 작업 후, 지지층으로 Diamond like carbon(DLC)을 형성하였다. 지지층 형성 후 상·하부 전극은 acoustic mass loading 효과가 작은 Si를 증착하였다. 이때 하부 전극

위에 Ru를 버퍼로 50 nm 증착한 다음 ZnO를 증착 후, 희생층을 제거하여 에어갭을 형성하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 Al/SiO<sub>2</sub>/Si기판 위에 성장한 ZnO 박막의 결정성 변화를 규명하기 XRD로 분석하였다. Ru 버퍼층 위에 증착된 ZnO 박막을 RTA를 이용하여 300, 400, 500℃에서 5분간 열처리하였다. 이때의 각각의 XRD 결과를 그림 1에 나타내었다. 모든 샘플에서 (002)peak 만이 나타났고 온도가 증가할수록 결정방향이 향상되는 것을 볼 수 있다. 이것은 ZnO 박막이 열처리 온도가 증가함에 따라 압전박막과 같은 육방밀집구조를 갖는 Ru 버퍼층에 의하여 영향을 받는 것으로 사료된다.

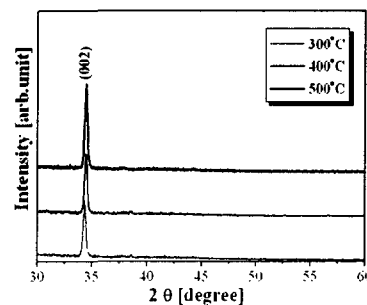


Fig 1. 온도 증가에 따른 ZnO 박막의 XRD 결과

Fig 1. XRD patterns of ZnO thin film as temperature increase

그림2에서는 Ru 버퍼위에 증착된 ZnO 박막의 SEM 이미지를 보여주고 있다. 열처리 온도가 증가할수록 결정들이 균일한 크기를 보이고 있으며 커지고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 XRD

와 일치되고 있음을 알 수 있다. 단면의 경우에도 열처리 온도가 증가할수록 향상되고 있는 것을 SEM 이미지를 통해서 알 수 있다. 그림3에서는 열처리 온도와 누설전류 그리고 표면의 거칠기에 관한 상관관계에 대하여 보여주고 있다. 최적의 박막 조건에 대하여 단일 FBAR을 제작하여 주파수 응답을 측정하였다. FBAR의 크기는  $200 \text{ mm}^2$ 이었고 중심 주파수는 0.89 GHz였으며 return loss는 17에서 25 dB가 측정되었다. 이 측정 결과를 통하여 우리는 중심 주파수는 변하지 않으면서 주파수 크기가 향상됨을 알 수 있었다.

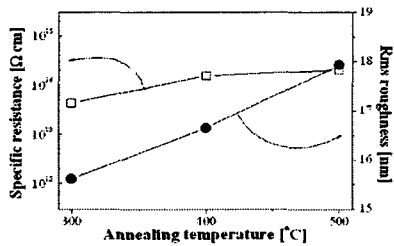


Fig 3. 열처리 온도에 따른 ZnO 박막의 I-V 및 rms  
Fig 3 I-V and rms of ZnO thin films as annealing temperature

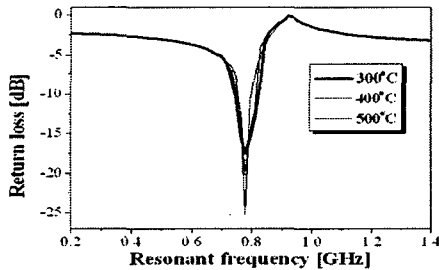


Fig 4. ZnO 박막의 열처리 온도에 따른 공진특성  
Fig 4. Property resonance of FBAR as annealing temperature of ZnO thin films

#### 4. 결론

Ru/Al/SiO<sub>2</sub>/Si 기판 위에 ZnO 박막을 DC sputtering으로 증착하였다. Ru 버퍼층에 증착된 박막은 높은 결정성과 전기적인 특성을 보였고 FBAR로 제작된 후에는 공진기의 특성을 향상시키는 것을 측정함으로써 Ru 버퍼층이 결정성에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] Wei Gao, Zhengwei Li, Ceramics International 30, p.1155, 2004
- [2] Kyu-Hyun Bang, Deuk-Kyu Hwang, Jae-Min

Myoung, Applied Surface Science 207, p.359, 2003

[3] Su-Shia Lin, Jow-Lay Huang, King-Fwu Lii, Surface and Coatings Technology 176, p.173, 2004

[4] Ruijin Hong, Jianbing Huang, Hongbo He, Zhengxiu Fan, Jianda Shao, Thin Solid Films 473, p.58, 2005