

**ZrTiO<sub>4</sub> 유전체의 박막 형성 및 유전특성 고찰**  
**(Dielectric Properties of ZrTiO<sub>4</sub> Thin Films**  
**deposited by DC Magnetron Reactive Sputtering)**

서울대학교 재료공학부 김태석, 김경해, 박병우, 홍국선

### 1. 서론

최근 급증하는 무선통신 정보수요는 특히, 고주파대역 (300MHz~300GHz)에서 사용되는 공진기, 필터, 발진기등과 같은 소자의 품질향상을 요구하고 있다. 고주파용 유전체 중 ZrTiO<sub>4</sub>는  $\alpha$ -PbO<sub>2</sub> 계열의 사방정구조를 갖고 있는 유전체로서 적절히 높은 유전율 ( $\epsilon=40$ )과 높은 품질계수 ( $Q=4700$  at 7GHz)를 갖고 있고, Sn 첨가시 0 ppm/°C 의 공진주파수 온도계수를 얻을 수 있다고 보고되어 있다. 본 연구에서는 약 1100°C 이상에서 안정한 상으로 존재하는 ZrTiO<sub>4</sub>를 저온에서 증착하여 준안정한 상태로 결정화되게 한 후, 우선적으로 저주파 대역에서의 유전손실 ( $\tan \delta$ )과 유전율 ( $\epsilon$ )을 측정하였다. 또한 증착온도와 열처리과정에 따른 박막의 미세구조 변화와 유전특성과의 관계를 알아 보았다.

### 2. 실험방법

ZrTiO<sub>4</sub> 박막을 DC magnetron reactive sputter로 Zr 과 Ti 타겟으로부터 high n-doped Si(100) 기판위에 증착하였다. 압력은 4 - 15 mTorr로 변화시켰으며 박막의 화학양론적 조성비를 맞추기 위해 각 타겟에 가해지는 power는 Zr/Ti = 500W / 700W로 고정하고, 반응가스의 비율을 Ar/O<sub>2</sub> = 17/3.5 - 4.0/4.0 영역에서 변화시켜 산소의 함량을 변화시켰다. 증착 직후와 열처리 후의 박막특성을 비교하기 위해, 상온부터 600°C까지 증착된 시편과, 산소분위기 하에서 열처리된 시편의 결정성과 유전특성을 조사하였다. 박막의 결정성은 x-ray diffraction을 통해 조사하였고, EPMA를 이용하여 박막의 조성을 확인하였다. 유전특성의 측정을 위해 백금 상부 전극을 증착한 후, impedance analyzer를 이용하여 1MHz 영역에서의 유전손실을 측정하고, 측정된 정전용량 (C)을 통해 유전율을 계산하였다.

### 3. 실험결과

ZrTiO<sub>4</sub> 박막은 증착온도 200°C 이상에서 결정성을 보이기 시작했으며 400°C 이상에서는 (020)방향의 우선배향특성을 보였다. 또한 상온에서 비정질이었던 시편이 800°C 산소분위기 하의 열처리 후 결정화 됨을 관찰하였다. 증착온도에 따라 유전손실은 0.06에서 0.024정도로 감소하는 경향을 나타냈으며, 각각 열처리에 의해서 0.04, 0.02 정도로 다시 감소하였다. 박막의 유전율은 증착온도에 따라 약간 증가하며 약 30 정도의 값을 나타내었다. 박막 내의 산소분율이 화학양론적 비율보다 커짐에 따라 유전율이 감소함을 볼 수 있었다.

### 4. 참고문헌

- 1) O. Nakagawara, *et al.*, J. Appl. Phys. **80**, 388 (1996)
- 2) D. A. Chang, *et al.*, J. Appl. Phys. **78**, 7103 (1995)