

## ZrTiO<sub>4</sub> 상유전 박막의 Strain 과 유전특성 상관성 고찰 Correlation between Strain and Dielectric Properties in Paraelectric ZrTiO<sub>4</sub> Thin Films

김태석, 오정민, 김용조, 박병우, 홍국선  
서울대학교 재료공학부

급증하는 무선통신 정보수요는 특히, 고주파대역 (300 MHz - 300 GHz)에서 사용되는 공진기, 필터, 발진기 등과 같은 소자의 품질향상을 요구하고 있다. 고주파용 유전체 중 ZrTiO<sub>4</sub>는  $\alpha$ -PbO<sub>2</sub> 계열의 사방정구조를 갖고 있는 유전체로서 높은 유전율 ( $\epsilon=40$ ) 과 높은 품질계수 ( $Q=1/\tan\delta=4700$  at 7 GHz)를 갖고 있고, Sn 첨가시 0 ppm/°C 의 공진주파수 온도계수를 얻을 수 있다고 보고되어 있다.<sup>(1)</sup> 본 연구에서는 약 1100°C 이상에서 안정한 상으로 존재하는 ZrTiO<sub>4</sub>를 저온에서 증착하여 준안정한 상태로 결정화되게 한 후, 유전손실 ( $\tan\delta$ )과 유전율 ( $\epsilon$ )을 측정하였다. 또한 증착온도와 열처리과정에 따른 박막의 변형 (Strain) 정도의 변화를 X-선 회절결과로부터 분석하였으며 이를 측정된 유전특성 값과 비교하였다.

ZrTiO<sub>4</sub> 박막은 DC magnetron reactive sputter로 Zr 과 Ti 타겟으로부터 high phosphorous doped Si (100) 기판 위에 증착하였다. 압력은 4 mTorr 로 유지하고 박막의 화학양론적 조성비를 맞추기 위해 각 타겟에 가해지는 power는 Zr/Ti = 500W/650W로 고정하고, 반응가스의 비율을 Ar/O<sub>2</sub> = 17 sccm/3.5 sccm 으로 유지하여 박막내에 인입되는 산소량을 제어하였다. 증착 직후와 열처리 후의 박막특성을 비교하기 위해 증착온도를 상온에서부터 600°C까지 변화시키고 증착 후, 각각의 시편을 800°C 산소분위기에서 2시간동안 열처리하여 시편을 준비하였다. 박막의 상형성 여부와 결정성변화는  $\theta-2\theta$  X-선 회절법을 사용하여 조사하였고, EPMA를 이용하여 박막의 조성을 확인하였다. 유전특성의 측정을 위해 백금 상부전극을 증착한 후, impedance analyzer를 이용하여 100 kHz 영역에서의 유전손실을 측정하고, 측정된 정전용량과 박막의 두께로부터 유전율을 계산하였다.

ZrTiO<sub>4</sub> 박막은 증착온도 200°C 이상에서 결정성을 보이기 시작했으며, 열처리 이후에는 상온에서 비정질이었던 시편이 650°C 이상의 온도에서 결정화되기 시작하였다. 증착온도에 따라 유전손실은 0.038에서 0.017 정도로 감소하는 경향을 나타냈으며, 각각 열처리에 의해서 0.034, 0.005 정도로 다시 감소하였다. 박막의 유전율은 약 35 정도의 값을 나타내었으며 X-선 회절 data로부터 분석한 박막의 변형은 증착온도에 따라 7.2% 에서 0.04% 로 감소하였고 이 이 경향은 유전손실의 감소경향과 일치하였다.

### [참고문헌]

1. F. Azough, R. Freer, C. L. Wang, and G. W. Lorimer, "The Relationship between the Microstructure and Microwave Dielectric Properties of Zirconium Titanate Ceramics," J. Mater. Sci. **31**, 2539 (1996).