

TiO₂ 유전체 박막의 마이크로파 유전특성 Microwave Dielectric Properties of Anatase and Rutile TiO₂ Thin Films

오정민, 김태석, 박병우, 홍국선, 이상영 *
서울대학교 재료공학부, * 건국대학교 물리학과

현재 급격히 발전하는 이동통신기술로 미루어보아 앞으로는 모든 정보통신이 무선통신으로 이루어질 것이다. 그런데 무선통신은 이동성과 대용량의 정보전송에 초점을 맞추어 발전하고 있다. 많은 정보량을 전달하기 위해서 현재 사용되는 주파수 대역보다 고주파의 전파가 사용되어야 한다. 또한 이동성을 향상시키기 위해서는 통신기기의 소형화를 이루어야 하고 그러기 위해서 궁극적으로 모든 소자를 하나의 칩(chip)으로 집적화하는 것이 필요하다. 따라서 현재 벌크상태로 사용되고 있는 유전체 공진기를 소형화, 즉 박막화해야만 한다. 결국 유전체 박막의 마이크로파 대역에서의 유전특성을 연구하고 그 특성을 향상시켜야만 한다.

통신기지에서 사용되는 유전체 공진기는 소형화를 위해 높은 유전율과 낮은 유전손실 ($\tan \delta$), 즉 높은 품질계수 (Q)를 가져야 한다. 마이크로파 대역에서 사용되고 있는 유전체 중에서 TiO₂는 벌크 상태의 rutile 상에서 100 정도의 높은 유전율과, 4 GHz 에서 10,000 정도의 높은 품질계수를 나타낸다고 보고되어 있다.⁽¹⁾ 따라서 본 연구에서는 TiO₂ 박막의 마이크로파 유전특성을 연구하였고 anatase 박막의 유전특성도 측정하였다.

TiO₂ 박막을 RF magnetron reactive sputtering 방법으로 Ar (15 sccm)과 O₂ (1.5 sccm) 기체를 사용하여 상온에서 증착하였다. 4 mTorr 의 증착압력에서 안정적인 rutile 박막을 얻었고, 15 mTorr 에서 준안정한 anatase 박막을 얻을 수 있었다. 그리고 그 중간의 압력에서 두 상이 혼합된 박막이 증착되었다. 위와 같은 방법으로 형성한 TiO₂ 박막의 마이크로파 유전특성을 측정하기 위해 마이크로스트립 링 공진기 (microstrip ring resonator)를 제작하였다. 마이크로스트립 링 공진기는 링의 원주길이가 전자기파 파장길이의 정수배가 되면 공진이 일어나는 구조이다. Fused quartz 를 기판으로 하여 증착압력을 변수로 하여 TiO₂ 박막을 증착하였다. 그리고 그 위에 은 (silver)을 사용하여 링 패턴을 형성하였다. 이와 같이 공진기를 제작하여 network analyzer (HP 8510C)로 마이크로파 대역에서의 공진특성을 측정하였다. 공진특성으로부터 전체 품질계수와 유효유전율, 그리고 TiO₂ 박막의 품질계수를 얻어내었다. 측정결과 rutile 에서 anatase 로 박막의 상이 변할수록 유전율은 감소하고 유전손실은 증가하는 결과를 나타내었다.

[참고문헌]

1. S. B. Cohn, "Microwave Bandpass Filters Containing High-Q Dielectric Resonator," IEEE Trans. Microwave Theory Tech. **16**, 218 (1968). - 105 -