

상변화에 따른 TiO₂ 박막의 마이크로웨이브 유전특성 Microwave Properties of Anatase and Rutile TiO₂ Thin Films

서울대학교 재료공학부 오정민, ¹⁾하승철, 박병우, 홍국선

건국대학교 물리학과 이상영

²⁾ 현주소 : 현대전자

정보통신의 수요 증가와 정보통신 기술 발전에 따라 현재 마이크로웨이브 대역에서 통신 시스템이 널리 사용되고 있고, 앞으로 더욱 그 사용이 증대될 것으로 기대되고 있다. 따라서 이러한 통신기기에서 사용되고 있는 벌크 유전체 공진기를 박막화하여 기기를 소형화해야 하는 필요성이 점점 커지고 있다.

통신기기에서 사용되는 유전체 공진기는 높은 유전율과 낮은 유전손실, 그리고 낮은 온도계수를 가져야 한다. 유전율이 크면 전자기파의 파장이 짧아지므로 공진기의 소형화가 가능하고, 유전손실 ($\tan \delta$)이 낮을수록 즉, 품질계수 (Q)가 높을수록 공진기의 주파수 선택도가 좋아진다. 그리고 온도계수가 낮아서 온도에 따른 공진주파수의 변화가 작아야 한다.

현재 주로 사용되는 유전체 중에서 TiO₂는 안정한 rutile 상이 벌크상태에서 유전율이 100이고, 품질계수가 4 GHz에서 10,000 정도로 알려져 있다. 따라서 벌크 TiO₂를 박막화했을 때 나타나는 TiO₂ 박막의 마이크로웨이브 유전특성을 연구하였다.

TiO₂ 박막은 Ar (15 sccm)과 O₂ (1.5 sccm) 기체를 사용하여 상온에서 rf magnetron reactive sputtering을 사용해 증착하였다. 증착압력이 15 mTorr에서 준안정한 anatase TiO₂ 박막을 얻었고, 그보다 낮은 4 mTorr에서 안정상인 rutile TiO₂ 박막이 형성되었다. 이와 같은 방법으로 형성한 TiO₂ 박막의 마이크로웨이브 유전특성을 측정하기 위해 microstrip ring resonator를 제작하였다. Microstrip ring resonator는 ring의 원주길이가 전자기파의 파장길이의 정수배가 되면 공진이 일어나는 공진기이고, 가장 낮은 공진주파수를 갖는 공진모드는 TM₁₁₀ mode이다.

Fused quartz를 기판으로 하여 증착압력을 변화시키면서 각각 anatase와 rutile의 TiO₂ 박막을 증착하였다. 그리고 그 위에 silver를 사용하여 microstrip ring pattern을 형성하였다. 이와 같은 resonator 구조에서는 fused quartz의 유전체 품질계수 (Q_d)와 도체의 품질계수 (Q_c)가 TiO₂ 박막의 품질계수 (Q_f)보다 크기 때문에 박막만의 품질계수를 분리하는 것이 가능하다. 따라서 microstrip ring resonator를 사용하여 마이크로웨이브 대역에서 TiO₂ 박막의 상변화에 따른 박막의 품질계수와 유전율을 측정하였다. 측정결과 안정한 rutile에서 준안정한 anatase로 상변화가 일어날수록 유전율은 감소하고 유전손실은 증가하는 경향을 나타내었다.

참고문헌

S.-C. Ha, T. Kim, J. Oh, and B. Park, "The Effect of Dielectric Thickness on the Quality Factor of Microstrip Ring Resonators," submitted to *Thin Solid Films* (1999).