

## ZnO 박막을 이용한 Solidly Mounted Resonator의 제조 Fabrication of Solidly Mounted Resonators using ZnO films

이재빈, 곽상현, 김형준, 박희대\*, 김영식\*

서울대학교 공과대학 재료공학부

\* 한국 쌍신전기 주식회사 기술연구소

현재 정보화시대를 맞이하여 정보 통신 산업이 비약적으로 발전하고 있다. 민생용 정보 통신 산업의 비약적인 발전에 힘입어 통신용 기기의 소형화, 경량화, 고품질화가 더욱 절실해지고 있다. 이러한 추이는 통신용 기기의 각 부품, 특히 고주파 부품의 소형화, 경량화, 고품질화를 필수적으로 요구하고 있다.

FBAR(Film Bulk Acoustic Resonator)란 박막의 벌크파를 이용한 공진기를 뜻한다. FBAR의 기본구조는 압전 박막층, 상하부 전극층, 그리고 공진 영역과 기판과의 격리층으로 구성된다. 여기에서 격리층의 역할이 매우 중요한데, FBAR 제조시 상하부 전극을 통해 전계가 인가될 때, 압전 박막층에서 생겨나는 음향파가 기판의 영향을 받지 않아야 고품질계수(high Q)를 가지는 공진기를 만들 수 있기 때문이다. 격리층의 관점에서, 초기에 주된 FBAR의 제조는 식각 공동(etching cavity)을 형성한 에어갭(air gap) 형태의 공진기였다. 이러한 에어갭 형태의 공진기 제작 방법은 복잡하고 위험하며 낮은 내충격성으로 인한 소자 응용이 어렵고, 대량 생산시 수율이 낮다. 따라서 에어갭 역할을 대신하는 구조로서 반사층(reflector)을 도입하여 이전의 문제점들을 해결할 수 있다. 반사층(reflector)을 격리층으로 이용한 FBAR을 'SMR(Solidly Mounted Resonator)'이라 한다.

본 실험에서는 SMR 제조에 필요한 재료들의 최적 증착 조건을 설정하여, 이를 바탕으로 제조한 SMR의 특성을 보여주었다. SMR은 상하부 전극층, 압전 박막층, 반사층, 기판으로 구성된다. 상하부 전극으로 알루미늄(Al) 금속 박막을 사용하였고 압전 박막층으로 산화아연(ZnO) 박막을 사용하였다. 실리콘(Si) 기판과 하부 전극 사이에 위치하는 반사층은 5층의 이산화규소(SiO<sub>2</sub>)와 텅스텐(W) 박막으로 구성된다. 상하부 전극은 dc 스퍼터링 방법으로 증착하였으며 반사층과 압전 박막층은 rf 스퍼터링 방법으로 증착하였다. 최적 증착 조건에서 증착된 산화아연(ZnO) 박막은 우수한 c-축 우선배향성, 높은 비저항, 낮은 막 표면 거칠기(rms roughness)를 가지며 최적 증착조건에서 증착된 텅스텐(W)과 이산화규소(SiO<sub>2</sub>) 박막 또한 낮은 표면 거칠기(rms roughness)를 나타내었다. 증착된 알루미늄 금속 박막의 비저항은  $5.1 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ 이었다. 반도체 기본 공정을 이용하여 면적  $250 \times 250 \mu\text{m}^2$ 의 SMR 소자를 만들고, 네트워 분석기로 SMR 소자의 공진 특성을 분석하였다. 공진특성은 1.244 GHz에서 직렬 공진, 1.251 GHz에서 병렬공진을 나타내었다. SMR 소자의 공진특성에서 공진기의 Q값은 178이었다.

우수한 FBAR제작이 가져올 파급효과는 이동 통신 분야에 있어 매우 클 것으로 기대된다. 즉, 우수한 FBAR을 이용하여 VCO, Filter, Duplexer등을 만들 수 있다. 특히 'SMR은 MMIC화가 가능하다'는 큰 장점이 있다.