

반응성 고주파 마그네트론 스퍼터링 방법에 의한 AlN 압전박막 증착 및 특성에 관한 연구

황지현, 권명희, 김형택*

인천대학교 자연과학대학 물리학과, 인천대학교 공과대학 재료공학과*

AlN 박막은 Al과 N원자의 부분적 이온결합 특성을 가진 공유결합을 한 육방정계의 wurtzite 결정구조의 화합물 반도체로서, III-V족 반도체 중 가장 큰 에너지 갭(6.2 eV), 결정 구조적 이방성, 화학 양론적 결합구조, 높은 탄성종파 전달속도(약 10×10^6 m/s)와 높은 열전도도, 고온 안정성, 가시광선·적외선 영역에서의 좋은 투과성과 높은 굴절률, 상온 대기압에서의 유일하게 안정적인 특성을 가지고 있어, 절연재료, 내열재료, 저주파 영역 센서의 압전 트랜스듀서, 광전소자, 탄성파 소자 및 내환경 소자, MIS 소자 등으로 주목받고 있다.

본 연구에서는 BAW 공진기의 활용을 목적으로 반응성 마그네트론 스퍼터링 방법으로 AlN 압전박막을 제작하여, 증착 조건-질소 농도, 고주파 출력, 전체 스퍼터링 압력, 기판 온도-에 대한 박막의 특성을 조사하였다. AlN 박막의 c축 우선 방위 결정성 및 낮은 투과성, 적당한 굴절률의 특성이 BAW 공진기의 활용을 위한 요건이므로, 각각의 증착 조건 하에 제작된 박막은 XRD의 $\theta/2\theta$ 스캔 회절상에 의한 결정성의 분석과 우선 성장 결정면의 rocking curve 및 XRD로 측정된 FWHM과 표준 편차로 결정성의 배열성과 소자 응용 가능성을 조사하였다. 박막의 표면·단면 미세구조 및 평활도는 SEM으로 관찰하였으며, Al-N 결합 상태는 XPS와 FT-IR로 분석 조사하였다.

제작된 AlN 박막의 결정성 분석 결과, c축 우선 방위성장을 위한 스퍼터링 압력에 대한 임계 질소 농도와 임계 스퍼터링 압력이 관찰되었다. 전체 스퍼터링 압력이 6~8 mTorr의 범위에서 나타난 최소 임계 질소 농도는 10 %, 최대 임계 질소 농도는 60 %이며, 4 mTorr 이하 10 mTorr 이상의 전체 스퍼터링 압력에서 박막의 우선 방위성장이 제재된다. 이는 AlN 박막의 형성에 관여하는 질소 이온 양의 충분한 형성에 필요로 하는 질소 가스의 유입량에 따른 것으로 판단된다. AlN 박막의 c축 결정면인 (002) 결정면의 성장을 유도하며 다른 방향으로의 성장을 제어하여 소자 활용에 유용한 박막을 제작하기 위한 고주파 출력은 300 W 정도가 적당하며, 기판을 가열하지 않았을 때 낮은 투과도를 나타낸다.

본 연구에 의한 BAW 공진기 활용을 위한 AlN 압전박막의 제작을 위한 최적 증착 조건은 기판의 가열 없이 6~8 mTorr의 전체 스퍼터링 압력에 20~25 %의 질소 농도, 300 W의 고주파 출력이다. 최적 조건에서의 AlN 박막은 약 0.19° 의 FWHM과 약 0.08° 의 표준 편차를 가지며, 균일하고 조밀한 표면 미세구조와 주상정 구조의 측면 구조, 파장에 대한 약 2.0의 굴절률, 낮은 투과도와 화학 양론적 구조를 가지는 우수한 박막이 형성되었다.