

[I-1]

RF 마그네트론 스퍼터링법에 의하여 증착한 AlN와 ZnO
박막의 성장기구에 관한 투과전자현미경 연구
(A TEM Study on the Growth Mechanisms of AlN and
ZnO Thin Films by RF Magnetron Sputtering)

최재형 · 이정용

한국과학기술원 전자재료공학과

최근에 AlN와 ZnO 압전박막은 표면탄성과 소자 재료로 응용이 기대되고 있다. 기존의 공진형 대역 필터로 사용중인 LiTaO₃나 LiNbO₃ 단결정 기판은 특성상 단가가 비싸고 MHz 대역에 이용될 수 있을 뿐 앞으로의 전자통신기기에서 요구되는 GHz 대역의 필터 재료로는 부적합한 실정이다. 이에 반하여 ZnO와 AlN 압전박막은 기존의 LiTaO₃와 LiNbO₃ 단결정 기판에 비해 거의 2배에 가까운 표면탄성과 속도와 적당한 압전성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 하지만 지금까지의 RF 마그네트론 스퍼터링법에 의한 ZnO나 AlN 박막 증착에 관한 경우, c 축 배향성을 얻기 위한 적정조건을 중심으로 한 연구와 이러한 조건에서 제조한 박막을 이용한 표면탄성과 소자의 특성 분석만 주로 이루어져 왔을 뿐, 초기 상태의 계면에서 핵생성과 성장에 따른 배향성과의 관계에 대해서는 거의 보고된 것이 없다. 특히 초기에 계면에서 핵생성 되어 성장하는 단계에서부터 c 축 배향성이 결정되는 지에 대해서는 아직 명확한 규명이 이루어 지지 못한 상태이다.

본 연구에서는 RF 마그네트론 스퍼터링 장치로 Si(100) 기판 위에 AlN와 ZnO 박막을 증착하여 기판온도를 상온에서 250 °C로, RF 전력을 100 W에서 200 W로 변화시키에 따라 c 축 배향성의 변화를 X 선 회절법을 이용하여 관찰하였다. 또 c 축 배향성이 가장 우수하게 나타난 조건에서 시간을 변화시키며 초기상태부터 AlN와 ZnO 박막의 핵생성과

성장, c 축 배향성, 미세구조 등을 투과전자현미경법 및 고분해능 투과전자현미경법을 이용하여 관찰하였다.

기판온도를 250 °C의 기판온도와 200 W의 RF 전력에서 AlN 박막을 1분 동안 증착시켰을 경우, 비정질 층으로 AlN 박막이 증착되었고 그 위에 결정핵이 형성되어 있었다. 또한, 증착시간을 2분으로 증가시켰을 때 비정질 층의 두께가 2배 이상 감소함을 볼 수 있었다. 기판온도를 250 °C에서 150 °C로 감소하고 AlN 박막을 1분간 증착시켰을 때, 비정질 층의 두께는 3.3 nm에서 4.4 nm로 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 150 °C에서 증착시간을 5분으로 증가시켰을 때에도 250 °C의 기판온도와 마찬가지로 비정질 층의 두께가 현저히 감소함을 볼 수 있었다. ZnO 박막의 증착의 경우, AlN 박막의 증착과 같은 온도와 같은 RF 전력에서 배향성 정도가 더 우수하였다.

AlN 박막의 경우, 증착시간이 증가함에 따라, 비정질로 증착된 AlN 박막이 결정화되어 박막의 치밀화에 기여하였다. 기판온도가 감소할 때, 초기 1분동안에 증착된 비정질 층의 두께가 증가하였는데 이는 기판온도가 감소할 때 기판에서 흡착원자의 이동도가 작아지는 것으로 설명할 수 있다.