

다이아몬드 기판상에 증착된 ZnO 압전박막의 탄성표면파 특성
(Surface acoustic wave properties of ZnO thin films deposited on diamond substrates)

김영진, 정영호, 박종철*, 양형국*, 김진용**, 이용의**, 김형준**
경기대학교 재료공학과, *전자부품종합기술연구소, **서울대학교 무기재료공학과

1. 서 론

SAW 필터에 있어서 사용 중심주파수, $f_0 = V_p/\lambda$ 에 의해서 결정된다. (여기서 f_0 는 중심주파수, V_p 는 속도, λ 는 파장) 따라서 f_0 가 커짐에 따라서 Inter digital transducer (IDT)의 폭이 $1\mu\text{m}$ 이하로 작아져야 한다. 따라서 일부에서는 전단속도 (V_p)를 증가 시키는 목적으로 새로운 재료의 개발을 시행하고 있다. 그 중의 하나가 ZnO/diamond의 2층 구조를 갖고 있는 것이다. 다이아몬드와 압전재료인 ZnO의 층상 구조에서 SAW 특성의 이론적 계산들의 보고가 있고, 그것은 10000 m/s 속도까지의 SAW 속도가 이 구조에서 기대될 수 있다고 한다. 이 값은 LiTaO_3 , LiNbO_3 와 quartz와 같은 전통적인 재료를 사용하여 얻은 결과 보다 2배보다 더 큰 값이다. 즉, 이 속도는 현재 가장빠른 $36^\circ\text{Y-X LiTaO}_3$ (LT) 압전단결정의 속도인 4,178m/s보다도 2배 가량 빠른 것이다. 이러한 V_p 를 사용하면 2.5GHz의 경우에 LT를 사용한 SAW필터의 경우 IDT 폭이 $0.35\mu\text{m}$ 이어야 하지만, ZnO/diamond는 $1\mu\text{m}$ 로도 실현할 수 있다.

2. 실험방법

증착된 박막의 물성은 타겟의 조성, 방전가스의 종류와 압력, 인가한 RF의 전력, 기판의 종류, 기판과 전극사이의 거리, 증착속도, 기판온도와 챔버 형태에 따라서 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 Corning 7059 기판과 diamond/Si 기판 위에 박막을 제조하였다. SAW 특성을 분석하기 위하여 ZnO($2\mu\text{m}$)/Al(IDT)/diamond($5.7\mu\text{m}$)/Si 구조를 만들었으며, IDT의 제작은 스퍼터링 법에 의하여 Al 박막을 약 1200Å 정도 증착을 하고, dry etching으로 ZnO 박막에 손상을 주지 않고, 패턴 제작을 할 수 있었다.

3. 결과 및 고찰

Ar/O₂ 비에 따라서 성장 구조의 변화가 관찰되어지고 있다. 특히 산소를 주입 시키지 않은 경우에는 기판온도를 300℃까지 증가 시키더라도 양질의 ZnO 박막이 성장되고 있지 못함을 관찰할 수 있었다. 이는 산소가 주입되지 않으면 기판위에 증착된 ZnO 박막이 산소의 부족으로 양질의 박막이 형성되지 못하기 때문이다. 한편, 그 밖의 Ar/O₂ 비에서는 XRD의 결과상으로는 거의 모두 (002)로 배향성을 갖는 박막으로 성장되었으나 결정질 측면에서 보면 다른것이 관찰되고 있다. 이것은 X-ray rocking curve의 σ 값으로 부터 확인할수 있었다. 결과에서 보면 Ar/O₂ 비가 증가할 수록 σ 값이 감소하다가 가스비 50/50 부터는 일정하여 지는 것을 알 수 있다. 이상의 결과로 부터 최적의 ZnO 박막의 증착 조건을 rf 전력 300W, 기판온도 300℃, Ar/O₂=50/50로 결정하였다. 다음에 이 조건에서 증착된 ZnO 박막을 이용하여 ZnO/Al/Diamond/Si 구조의 SAW 소자를 제작하였다. 보고된 바에 의하면 Al IDT의 위치에 따라서 SAW 전단 특성이 많이 다른데, 본 실험에서는 diamond 기판의 효과를 최대화 하기위하여 ZnO 박막과 다이아몬드 박막 사이에 IDT가 위치하도록 하였다. 이렇게 함으로써 높은 Young's modulus를 갖는 다이아몬드 기판위에서 탄성파가 높은 전단속도를 갖을 수 있도록 유도하였다. 측정 결과에 의하면 simulation 결과와 측정치를 비교한 것으로 매우 잘 일치하고 있다. 측정된 중심주파수는 250MHz이고, 이로 부터 계산한 ZnO/diamond 구조의 전단 속도는 약 6000m/s의 값을 나타냈으며, 이 값은 실제 이론치와 거의 일치하고 있었다.