

SAW Filter용 ZnO 박막의 제작

성 하윤*, 양 진석*, 금 민중*, 손 인환**, 김 경환*
 * 경원대학교 전기전자공학부, **신성대학 전기과

Preparation of ZnO thin film for SAW filter

H.Y. Seong*, J.S. Yang*, M.J. Keum*, I.H. Son**, K.H. Kim*
 *Kyungwon Univ. **Shinsung college

Abstract - Piezoelectric ZnO thin films were deposited on slide glass by Facing Targets Sputtering(FTS). The Facing Targets Sputtering system can deposit thin film in plasma-free situation and change the deposition condition in wide range. The characteristics of zinc oxide thin films on power, working pressure, and substrate temperature were investigated by XRD(x-ray diffractometer), alpha-step (Tencor) and SEM(Scanning Electron Microscopy) analyses. In the results, we suggest that FTS system is very suitable to preparing high quality ZnO thin films with good c-axis orientation.

이온화율이 촉진되어, 다양한 범위의 가스압력에서도 막을 증착 할 수 있는 특성을 가지고 있다[3]. 표 1은 ZnO 박막의 증착 조건을 나타낸 것이다.

표 1. ZnO 박막의 증착 조건

Deposition parameter	condition
Targets	Zn(4N, 100mm)
Sputtering gas	O ₂ (5N)
Substrate	slide glass
Working pressure	0.5~2(mTorr)
Substrate temperature	R.T.~200(°C)
Confining flux	200(Oe)
Power	100~200(W)

1. 서 론

ZnO 박막은 대칭육방정계 wurtzite-type crystal로써 결정구조에서의 이방성, 비화학양론적 결합구조, 높은 굴절률과 압전 결합계수, 다양한 전기적 광학적 그리고 탄성과적 성질 때문에 현재 여러 응용 분야에서 각광을 받고 있는 재료중의 하나이다[1]. 특히 이러한 특성을 갖는 ZnO 박막을 이용하여 광전소자나 평판표시 소자에 대한 투명 전도성 박막, 계기용 패널에 대한 정전 방지코팅, 압전 특성을 이용한 광학소자, 표면 탄성과 (SAW : Surface Acoustic Wave) 필터 등의 소자에 사용되고 있다[2]. 더욱이 비압전기판 위에 압전박막의 구조를 이용한 SAW 필터의 응용 가능성에 대한 G. S. Kino[3]의 이론적인 발표이후에 기존의 단결정을 이용한 SAW 필터를 대체할 ZnO 박막을 이용한 대역통과 SAW 필터의 연구가 가장 널리 진행되고 있다.

ZnO 박막을 SAW 필터의 탄생과 발생, 전달 및 검출에 사용되기 위해서는 박막의 표면이 거칠면 국부적인 속도변화에 따른 주파수 변화가 심하게 되므로 평활한 표면의 박막이 필요하다. 또한 높은 기계결합계수를 갖기 위해서는 우수한 c-축 배향성이, 외부의 전기신호의 왜곡을 막기 위해서는 충분히 높은 비저항 값을 가져야 한다. 따라서, 본 연구에서는 박막 증착시 발생하는 높은 에너지를 갖는 입자들의 기관충돌을 최대한 억제할 수 있는 대향 타겟 스퍼터링(FTS)장치를 사용하여 제작한 ZnO 박막의 결정성에 미치는 증착조건의 영향을 조사하였다.

2. 실험 방법

FTS 장치는 타겟을 음극으로, 쉴드링과 챔버는 양극으로 한다. 타겟 뒷면에 영구자석을 배치하여 타겟 면에 수직으로 자계를 형성시켜, 타겟 사이의 공간에 형성되는 플라즈마 내에 2차 전자를 구속하며, 기관은 플라즈마와 격리된 플라즈마-프리 상태에 배치한다. 따라서, 스퍼터링 시 발생하는 2차 전자에 의한 기관 손상을 최소화 줄일 수 있으며, 또한 2차 전자의 왕복운동에 의해

스퍼터링을 하기 전 챔버내 불순물을 제거하기 위하여 MFC와 main valve를 이용 고순도의 산소를 사용하여 가스압력을 일정하게 유지하였다. 그 후에 타겟 표면에 형성된 불순물과 초기의 불안정한 상태의 플라즈마를 안정화시키기 위하여 shutter를 닫은 상태에서 15분간 presputtering을 하고, shutter를 열어 ZnO 박막을 증착하였다. 제작된 ZnO 박막의 두께는 α -step을 이용하여 측정하였으며, 결정성과 c-축 배향성을 확인하기 위하여 XRD를 사용하여 2θ 와 rocking curve를 이용 $\Delta\theta_{50}$ 을 조사하였다.

3. 실험결과 및 검토

3.1 증착조건에 따른 ZnO 박막의 결정학적 특성

그림 1은 투입전력 200W, 가스압력 1mTorr에서 기관온도를 변화시켜 제작한 막 두께 3000Å의 ZnO 박막의 결정성을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 기관온도가 증가함에 따라 박막의 결정성이 증가하였다. 이는 기관온도가 증가함에 따라 스퍼터된 입자들이 기관 상에서 이동할 수 있는 능력이 증가하여 에너지적으로 안정한 위치를 충분히 찾아 갈 수 있기 때문이라고 사료된다. 기관온도 200°C에서 증착된 ZnO 박막의 결정성이 양호하였다.

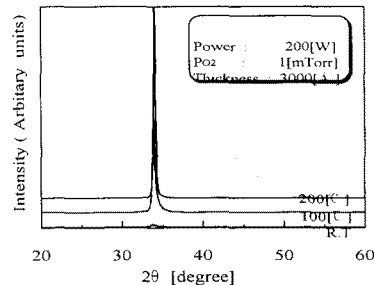


그림 1. 기관온도에 따른 ZnO 박막의 결정성

그림 2는 투입전력 200W, 기판온도 200°C에서 가스압력을 변화시켜 제작한 막 두께 3000Å의 ZnO 박막의 결정성을 나타내었다. 그림에 나타난 바와 같이 가스압력 1mTorr에서 XRD 피크가 가장 높은 값을 나타내었다. 이는 가스압력이 1mTorr 보다 낮은 경우에는 기판에 도달하는 스퍼터된 입자의 에너지가 너무 크기 때문에 막에 영향을 미치게 되며, 가스압력이 1mTorr 보다 높은 경우에는 에너지가 너무 작기 때문에 결정성장에 영향을 미치지 때문이라고 생각된다.

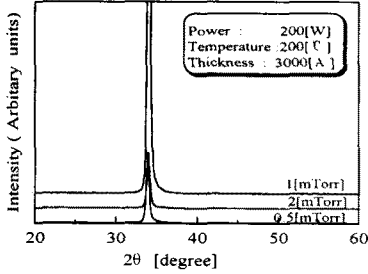


그림 2. 가스압력에 따른 ZnO 박막의 결정성

3.2 증착조건에 따른 ZnO 박막의 c-축 배향성

그림 3은 기판온도 200°C, 가스압력 1mTorr에서 투입전력을 변화시켜 증착한 ZnO 박막의 c-축 배향성을 나타내었다. 그림에 나타난 것과 같이 막 두께를 고정하고 투입전력을 증가하면 입자들의 에너지가 증가하게 되므로 막의 c-축 배향성에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 막 두께가 2μm일 때에는 투입전력 100W에서 $\Delta\theta_{50}$ 이 3.8° 로써 양호한 값을 나타내었다.

그림 4는 기판온도 200°C, 가스압력 2mTorr에서 투입전력을 150W와 200W로 변화시켜 증착한 ZnO 박막의 c-축 배향성을 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 가스압력을 변화시킴에 따라 입자들의 에너지를 독립적으로 제어 가능하다는 것을 확인 할 수 있었다. 막 두께가 2μm일 때 가스압력을 2mTorr로 조건을 바꾸어 증착해 본 결과 투입전력 150W에서 $\Delta\theta_{50}$ 이 2.6° 로써 가장 양호한 값을 나타내었다.

그림 5는 기판온도 200°C, 가스압력 1mTorr에서 투입전력을 변화시켜 막 두께 4μm에서 ZnO 박막의 c-축 배향성을 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 막 두께를 고정시키고서 투입전력을 증가시키게 되면 스퍼터되는 입자들의 에너지가 100W일 때에는 작은 에너지를 가지고서 막 증착에 관여하게 되고, 200W에서는 큰 에너지를 가지고서 막 증착에 관여하게 됨을 확인 할 수 있었다. 따라서 대향 타겟 스퍼터링법으로 SAW 필터에 응용하기 위한 막 두께 4μm일 경우 입자들의 에너지를 적절히 조절할 수 있는 투입전력 값이 150W임을 확인 할 수 있었다. 막 두께가 4μm일 때에는 투입전력 150W에서 $\Delta\theta_{50}$ 이 3.3° 로써 양호한 값을 나타내었다.

그림 6은 본 실험에서 가장 양호한 c-축 배향성을 갖는 막의 주사전자현미경이다.

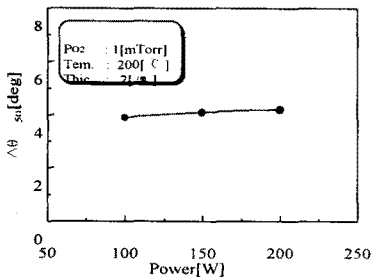


그림 3. 투입전력에 따른 c-축 배향성 [2μm]

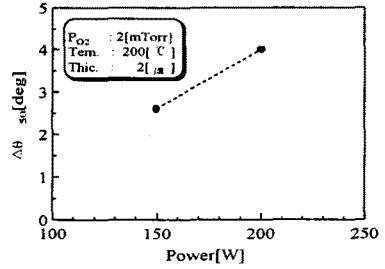


그림 4. 투입전력에 따른 c-축 배향성 [2mTorr]

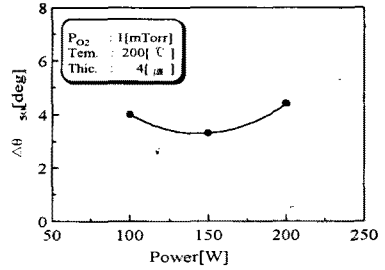


그림 5. 투입전력에 따른 c-축 배향성 [4μm]

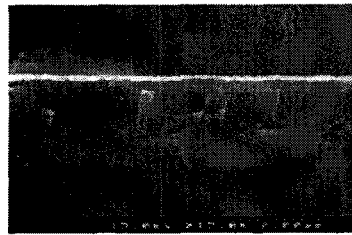


그림 6. ZnO 박막의 주사전자현미경사진

3. 결 론

대향 타겟 스퍼터링법으로 제작된 SAW 필터용 ZnO 박막의 결정성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 투입전력이 증가함에 따라 증착률은 증가하였다. 또한, 기판과 수직방향인 (002)면의 피크강도가 높아지고, c-축 배향성이 양호하였다.
2. c-축 배향성이 2.6° 인 막 두께 2μm의 ZnO 박막을 기판온도 200°C, 투입전력 150W, 가스압력 2mTorr의 증착조건에서 증착하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Y. Igasaki and H. Saito, J. Appl. Phys., 70, 3613, 1991
- [2] F. S. Hickernell, J. Appl. Phys., 44, 1061, 1973
- [3] G. S. Kino and W. S. Wagers, J. Appl. Phys., 44, 4, 1480, 1973
- [4] 김 경환 외 4인 " 직류 대향 타겟스퍼터링법으로 제작된 ZnO 박막의 c-축 배향성" Vol.33, No.1, pp.34-37, 2000.