

# Al 하부전극을 이용한 AlN 박막의 제작

김건희, 금민종, 김현웅, 김경환\*

경원대학교 전기정보공학과\*

## Preparation the AlN thin films with the Al bottom electrode

Geon-hi Kim, Min-jong Keum, Hyun-woong Kim, Kyung-hwan Kim\*\*

Dept. of Electrical & Information Engineering Kyungwon Uni.\*\*

### Abstract

In this study AlN/Al thin films were prepared at various conditions, such as N<sub>2</sub> gas flow rate [N<sub>2</sub>/(N<sub>2</sub>+Ar)] from 0.6 to 0.9, a substrate temperature ranging from room temperature to 300°C and working pressure 1mTorr. We estimated crystallographic characteristics and c-axis preferred orientations of AlN/Al thin films as function of Al electrode surface roughness. The optimal processing conditions for Al electrode were found at substrate temperature of 300°C, sputtering power of 100W and a working pressure of 2mTorr. In these conditions, we obtained the c-axis preferred orientation of AlN/Al/SiO<sub>2</sub>/Si thin film about 4 degree.

### Key Words :

## 1. 서론

AlN은 III-V족 화합물의 반도체로서 화학적으로 안정되어 있으며 높은 용융점과 열전도율 때문에 최근 많은 관심을 보이고 있는 기능성 재료중의 하나이다. AlN 박막은 Wurtzite hexagonal 형태의 기본 구조를 가지고 있고 비교적 빠른 음향속도(10400m/s), 뛰어난 열전도성(3.2 W/mK), 큰 전기 기계적 결합계수와 에너지 밴드갭등의 이유로 음향파 필터 소자(SAW, FBAR)등의 응용에 적

합하다[1,2,3].

본 실험에서는 Al 금속 전극위에 AlN 압전박막을 FTS장치를 이용하여 증착하였다. Al 금속 하부전극의 표면 거칠기는 AFM을 사용하여 측정하였고, AlN 압전 물질의 질소 유량비 및 기판 온도에 따른 c-axis 우선 배향성의 변화는 XRD를 사용하여 살펴 보았다.

## 2. 실험

본 실험에서는 그림 1과 같은 FTS 장치를 사용하여. 대향 타겟식 스퍼터링 장치는 타겟을 음극

으로, 쉴드링과 챔버는 양극으로 하고 타겟의 뒷면에는 영구자석을 장착하여 타겟으로부터 생성되어지는 2차 전자를 플라즈마 내에 구속하며, 기판은 plasma-free 위치인 타겟간 중간에 위치시키게 된다. 따라서 스퍼터링이 일어날 때 생기는 2차 전자에 의한 기판의 손상을 최소화 시킬수 있으며, 2차 전자의 왕복 운동으로 인해 가스의 이온화가 촉진되어 낮은 가스압에서도 압전막의 증착이 가능한 장점을 가지고 있다[4].

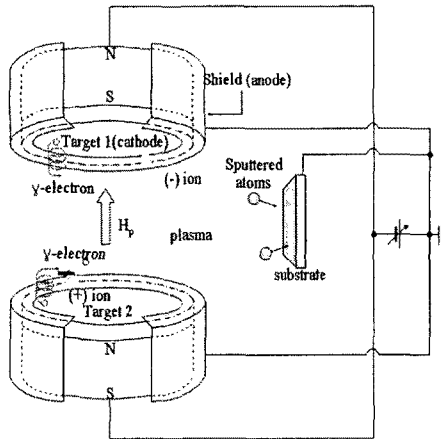


그림 1 대향타겟식 스퍼터 개략도

본 실험에서의 AlN/Al 박막의 증착조건은 다음 표1에 나타내었다.

표1. 스퍼터링 조건

Deposition Parameters		Conditions
Targets		Al(99.99%)
Substrate		SiO <sub>2</sub> (1μm)/Si(100)
target-target distance		100[mm]
target-substrate distance		100[mm]
background pressure		3.0×10 <sup>-6</sup> mTorr
working pressure		1,2 [mTorr]
sputtering power		100, 200[Watt]
Thickness	AlN	800[nm]
	Al	200[nm]

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 AlN/SiO<sub>2</sub>/Si 압전막의 X-ray 회절 패턴을 나타내었다. 질소 가스 유량비 0.7 과 0.6에서 (002) 방향으로 강한 회절이 나타나는 것을 볼수 있다. 이는 질소 가스 유량비가 감소 함에 따라 증가하는 Ar 가스의 증가로 스퍼터 되어지는 입자의 에너지가 증가하여 나타나는 현상으로 이해 할수 있다. 질소가스 유량비 0.5이하에서는 압전막으로서는 적합치 않은 비저항 10<sup>5</sup>Ω·cm미만의 값이 나왔으며, 0.6이상에서는 10<sup>6</sup>Ω·cm이상의 값이 나왔다.

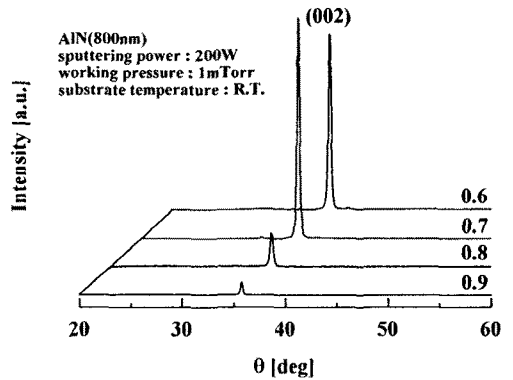


그림 2. SiO<sub>2</sub>/Si 기판위에 증착되어진 AlN의 X-ray 회절 패턴

그림 3은 기판온도, 작업 압력 스퍼터링 전력등을 변화 시켜 증착되어진 Al 금속 하부 전극의 표면 거칠기의 변화를 나타낸 것이다. 그림 4는 기판온도 300℃에서 압력과 투입전력을 변화하여 증착한 Al 금속 전극의 AFM images를 나타낸 것이다.

그림 3과 4에서 알수 있듯이 가장 부드러운 표면 거칠기를 나타낸 Al 하부 전극의 증착 조건은 기판 온도 100℃, 투입 전력 100W, 작업 압력 2mTorr에서 제작되어진 것이다. 그러나 기판온도 100℃ 혹은 200℃에서 증착되어진 Al 금속을 하부 전극으로 사용할 경우 AlN 압전막에 심각한 tensile stress가 발생하여 박막과 기판 사이의 adhesion에 문제가 생기는 것을 발견할수 있었다.

따라서 우리는 기판온도 300℃의 조건에서 제작한 Al 하부전극위에 AlN 압전막을 증착하였다.

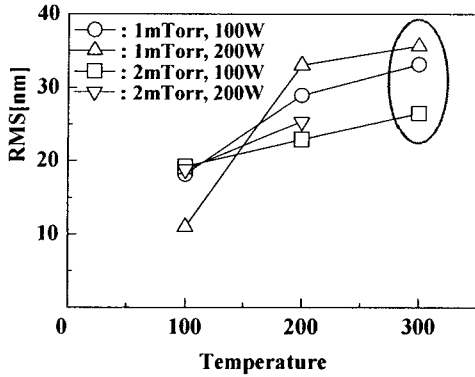


그림 3. Al 하부전극의 표면 거칠기의 변화

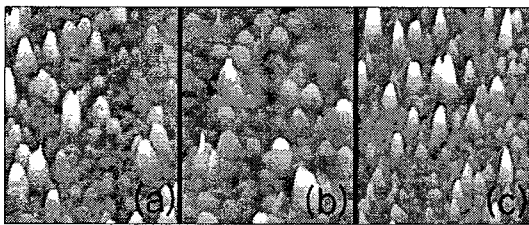


그림 4. 기판온도 300℃에서 Al/SiO<sub>2</sub>/Si의

AFM images

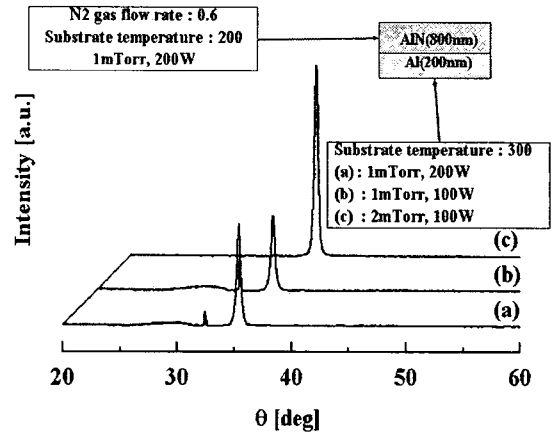
(a)1mTorr, 100W (b)1mTorr, 200W (c)2mTorr, 100W

그림 5는 기판온도 300℃에서 몇가지 조건하에서 제작한 Al 금속전극위에 질소가스 유량비 0.6으로 증착한 AlN 압전막의 전극의 몇가지 증착조건에 따른 X-ray 회절 패턴을 나타내었다.

그림 5에서 보듯이 2mTorr, 100W에서 제작되어진 Al 금속 전극위에 증착한 AlN의 회절 피크가 가장 강하게 나오는 것을 알수 있다. 이는 Al 금속 전극의 표면 거칠기가 상부 AlN 압전막의 우선 배향성에 영향을 미치는 것을 알수 있게 해준다.

그림 6과 7은 기판온도 300℃, 2mTorr, 100W의 조건에서 제작되어진 Al 금속 전극위에 AlN 증착시 질소가스 유량비와 기판온도에 따른 X-ray 회절 패턴을 나타내고 있다.

그림 5. Al 전극의 증착 조건변화에 따른 X-ray



회절 패턴

그림 6과 7에서 알수 있듯이 강한 (002)면으로의 우선 배향성을 가진 AlN/Al/SiO<sub>2</sub>/Si 박막은 각각 질소 가스 유량비 0.6, 기판온도 200℃에서 제작할 수 있었으며 그 값은 약 4°의 값을 가졌다

우리는 AlN 압전박막의 결정성에 기판의 온도보다는 질소 가스 유량비의 의존성이 더욱 크며, 또한 하부전극의 표면 거칠기에 결정적인 영향을 받는 것을 알수 있었다. 이는 타겟으로부터 스퍼터되어진 원자들의 에너지와 하부층의 표면 거칠기가 AlN 압전박막의 c-axis 우선 배향성에 결정적 역할을 한다는 것을 보다 명확하게 해준다.

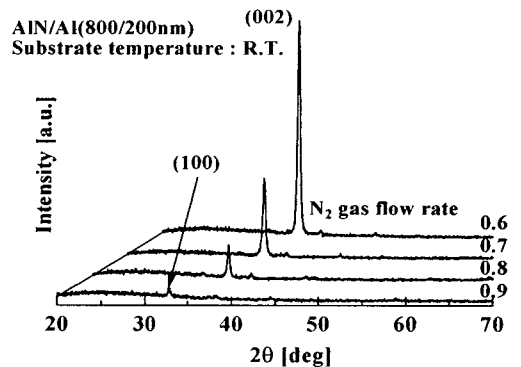


그림 6. 기판온도 실온에서의 질소가스 유량비에 따른 AlN/Al/SiO<sub>2</sub>/Si막의 XRD 패턴

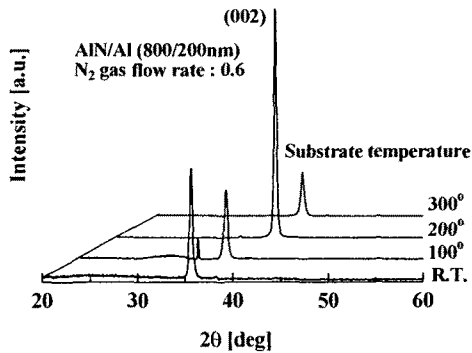


그림 7. 질소 가스 유량비 0.6에서 기판온도에 따른 AlN/Al/SiO<sub>2</sub>/Si막의 XRD 패턴

#### 4. 결론

질소 가스 유량비, 기판온도, 하부 전극의 표면 거칠기가 막의 c-axis 우선 배향성에 기여하는 것을 알아보았으며, AlN 막의 품질을 개선하였다. 가장 이상적인 증착 조건으로는 기판온도 300°C, 작업압력 2mTorr, 투입전력 100Watt에서 제작되어진 Al 하부 전극위에 질소 가스 유량비 0.6, 기판온도 200°C에서 제작되어진 AlN 막의 c-axis 우선 배향성이 약 4°의 값으로 가장 우수한 값을 얻을 수 있었다. 따라서 우리는 DC 전원을 사용한 FTS 장치가 AlN/Al/SiO<sub>2</sub>/Si 박막의 증착에 적합하다는 것을 알 수 있었다

#### 참고 문헌

- [1] Krishnaswamy. S.V., Film bulk acoustic wave resonator technology , Ultrasonic Symposium, p.529, 1990
- [2] Ruby. R., Micromachined cellular filters IEEE MTT-S International, p.1149, (1996)
- [3] S. Strite and H. Morkoc. Gan, AlN and InN A Review . J. Vac. Sci. Technol. B. Vol.10 10(4) pp1237, Jul/Aug 1992
- [4] K.H. Kim Thin film properties by facing targets sputtering system Applied Surface Science 169-170 (2001) 410-414