

## 저온공정을 이용한 AlN 박막의 우선배향성과 모폴로지에 관한 연구

오수영, 이태용, 김응권, 강현일, 송준태\*  
성균관대학교 정보통신공학과

### The preferred orientation and morphology characteristics of AlN thin films prepared by RF power under Room Temperature process

Su-Young Oh, Tae-Yong Lee, Hyun-Il Kang, Eung-Kwon Kim, Joon-Tae Song\*  
Department of Information and Communication, sungkyunkwan University

**Abstract** : AlN is used a wide variety of applications such as electroacoustic devices, blue diode and metal-insulator-semiconductor structures. AlN thin films were deposited on Si substrates by rf sputter technique with low temperature process. The orientation and morphology of AlN thin films at various power in the range from 150 to 300 w was studied. X-ray diffraction (XRD), full width at half-maximum (FWHM) and field emission scanning electron microscopy were employed to characterize the deposited films. The c-axis orientation along (002) plane at experimental results was enhanced with the increasing of the rf power from 150 to 300 w and the surface morphology of the films showed a homogeneous and nano-sized microstructure.

**Key words** : AlN, low temperature, rf Sputtering

### 1. 서 론

AlN 박막의 우수한 물성을 이용하여 다양한 소자에 적용되어지고 있다 예를 들어 우수한 물리적 강도를 이용하여 고온, 고전력 전자 소자로서 응용 되고 있으며, 최근에는 음성전자 친화도 특성을 갖는 AlN 의 특성을 응용하여 전계 방출 분야에서도 연구가 되고 있다. 또한 3.4eV의 밴드 갭을 갖는 GaN 과 합성시켜 UV 영역에서 작동하는 광학 소자로서의 응용되고 있으며 무엇보다도 LN 이나 LT 등의 기존의 압전 단결정에 비하여 표면 탄성이나 체적 탄성 속도가 월등이 높기 때문에 공진기 필터 및 듀플렉서 등의 통신 소자에 많은 연구가 진행되어지고 있다.[1] 하지만 AlN 의 이러한 장점에도 불구하고 CVD 이나 MBE 방법에 의한 epitaxial 성장에는 AlN 의 높은 녹는점(2200°C)과 저온에서 형성이 용이한 전구체의 부재로 인해 1000°C 이상의 고온공정이 필요하다.[2] 따라서 본 논문에서는 고온 성장에 따른 AlN 박막의 문제점을 해결하기 위해 반응성 스퍼터링에 의한 저온에서 높은 (002) 방향성을 갖는 AlN 박막의 우선배향성 과 모폴로지에 대하여 연구 하였다.

### 2. 실험

AlN 박막의 특성을 조사하기 위해 AlN 타겟을 Si 위에 RF 마그네트론 스퍼터링 장비를 사용해 150~300 W 증착시켰다. 박막증착 전 기판을 DI water, acetone, isopropyl alcohol, DI water 순서로 각각 10분간 초음파 세척 후 질소 가스로 건조시켰고 증착에 따른 기판 온도는 Room temperature 로 유지시켰다. AlN 박막의 증착을 위해서 99.999%의 Al (고순도 사) 타겟을 이용하여 Ar:N<sub>2</sub> 가스를 혼합하는 반응성 스퍼터링 방식을 사용하여 10:10 주입하

였고, 박막 증착시 초기 진공은 5x10<sup>-6</sup> torr 로 유지 하였다. 증착된 AlN 박막 결정성 과 FWHM 을 분석하기 위해 X-선 회절기 Rigaku Rotaflex D/Max system)를 이용하였으

며, Environment Secondary Electron Microscopy (ESEM) 박막의 결정 구조를 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

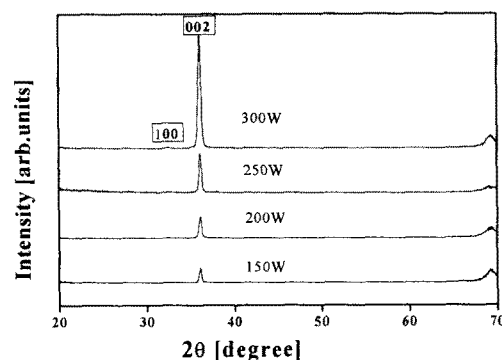


그림 1. RF 전력에 따른 AlN 박막의 XRD 패턴

그림 1 은 AlN 박막 증착시 인가된 RF 전력에 따른 AlN 박막의 (002) 배향특성 변화를 확인하기 위한 XRD 측정값을 나타낸 것이다. 그림에서 나타난 바와 같이, 150W 의 낮은 전력에서도 (002) peak 가 관찰 되었으며 RF 전력을 증가함에 따라서 (002) 배향성이 향상되는 경향을 나타내었다 AlN 구조에서 (002) 방향을 이루는 Al-N 결합은 그이

외의 방향성을 가지는 결함과는 달리 그 임계 결합 에너지가 작아 결합이 이루어진 이후에도 외부의 작은 에너지에 의해 결합이 쉽게 깨어질 수 있다.[3] 따라서 이러한 결합이 지속적으로 유지시키기 위해서는 가능한 큰 에너지로 결합 되는 것이 필요하다.[4] 따라서 본 연구에서는 RF 전력을 증가시킴에 따라 증착시 기판에 도달하는 입자 에너지를 증가시켰으며 그에 따라서 (002) 배향성도 향상되어짐을 알 수 있었다. 그러나 300W에서 알 수 있듯이 과도한 RF 전력을 가했을 경우 큰 입자 에너지로 인해 re-sputtering 발생 할 수 있으며 결과로 인해 250 W 까지 볼 수 없었던 100 배향성이 나타남을 확인할 수 있었다.

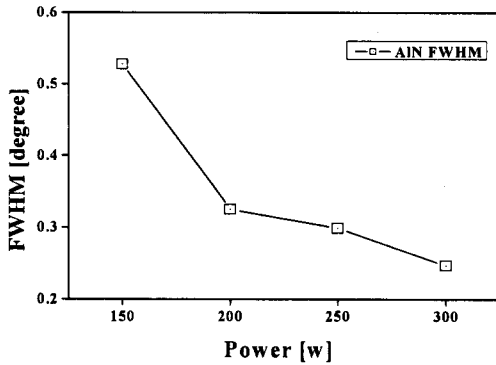


그림 2. RF 전력에 따른 AlN 박막의 FWHM 결과.

그림 2 AlN 박막의 전력에 따른 FWHM 값을 나타내었다. 반칙폭 결과에서 확인할 수 있듯이 전력이 증가함에 따라 FWHM 값이 작아지며 c축 우선 배향성이 증가됨을 확인하였다. 샘플 중 300 W 에서 AlN 박막의 FWHM 값이 2.5° 을 보여 양호한 c축 배향성을 확인하였고, 이는 Al 원자가 전력이 증가할수록 표면 이동도가 향상되어 졌으며 이로 인한 기판 표면 밀도의 향상으로 인하여 AlN 박막의 (002) 배향성의 증가와 함께 향상된 반가폭 값을 가진 것으로 판단되어진다.[5]

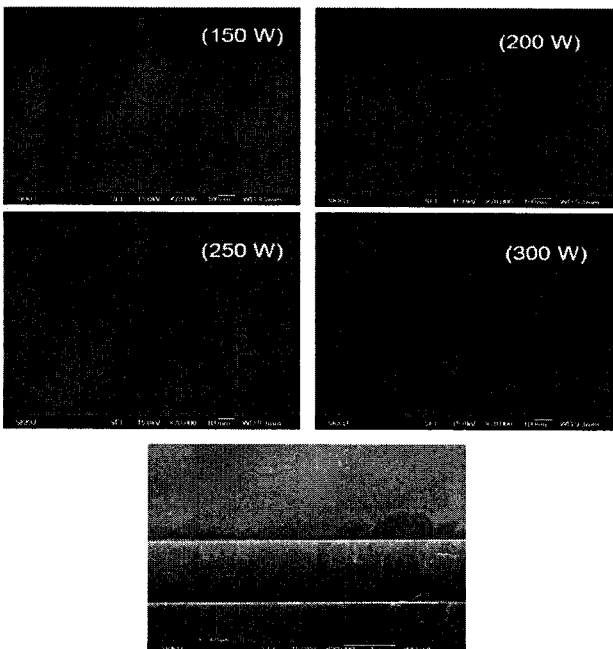


그림 3. RF 전력에 따른 AlN 박막의 SEM 결과.

그림 3 RF 전력에 따른 AlN 박막의 SEM 표면을 나타낸 것이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 150 W 에서 가장 작은 그레인 사이즈와 평탄한 표면을 관찰하였으며 RF 전력이 150 W ~ 300 W 로 증가 할수록 결정립의 크기가 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 낮은 파워에서는 shadowing effect로 인해 표면 확산이 억제되므로 결정립이 성장되지 않은 미세 구조를 가지다가 파워가 300 W 로 증가함에 따라 증착되는 입자 에너지가 커지고 원자의 이동성이 증가하게 된다.[6] 본 논문 에서도 300 W에서 입자 크기가 가장 크고 균일한 미세구조 확인할 수 있었다. 이는 앞서 언급한 XRD 성장결과와 일치함을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 RF magnetron sputtering을 이용하여 Si위에 반응성 스퍼터링을 이용해 AlN 박막을 저온공정에서 전력에 따른 (002) 배향성을 확인하기 위하여 실온에서 150 W, 200W, 250 W, 300 W 로 실험하였다. XRD 실험 결과 300W 에서 (002) peak이 가장 크게 관찰 되었으며 FWHM 값 역시 300 W 에서 가장 좋은 값을 확인할 수 있었다. 또한 SEM 을 통해 표면 모폴로지를 확인하였으며 XRD 결과와 일치함을 확인할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] MacMillan, M.F, Devaty, R.P. Choyke, W.J., Infrared reflectance of thin aluminum nitride films on various substrates. Appl. Phys. Lett. 62, 7 (1993), 750-752.
- [2] Goldberg Yu. in Properties of Advanced Semiconductor Materials GaN, AlN, InN, BN, SiC, SiGe. Eds. Levinshtein M.E., Rumyantsev S.L., Shur M.S., John Wiley & Sons, Inc., New York, 2001, 31-47.
- [3] X. H. Xu, H. S. Wu, C. J. Zhang, and Z. H. Jin, "Morphological properties of AlN piezoelectric thin film deposited by DC reactive magnetron sputtering", Thin solid film, pp.62-67, 2001
- [4] L. Wu, P.C. Chen, S. Wu, H.T. Song and M.C. Chure., "Sputtering Highly C-Axis-Oriented AlN Films on Y-128° LiNbO3", Jpn. J. Appl.Phys., pp. 545-547, 2000
- [5] A. K. Chu, C. H. Chao, F. Z. Lee, and H. L. Huang, "Influences of bias voltage on the crystallographic orientation of AlN thin films prepared by long-distance magnetron sputtering", Solids Films, pp.1-4, 2003
- [6] Zhengwei Li and W. Gao, "ZnO thin films with DC and RF reactive sputtering", Material letters, pp.1-8, 2003