

대향타겟식 스퍼터법으로 제작된 AlN 박막의 결정학적 특성

Crystallographic properties of AlN thin film prepared by facing targets sputtering method

양진석*, 금민중*, 손인환**, 최형욱*, 김경환*
(J.S.Yang*, M.J.Keum*, I.H.Son**, C.H.Choi*, K.H.Kim*)

Abstract

AlN thin films have been prepared by reactive sputtering method, using facing targets sputtering system with a DC power supply which can deposit a high quality thin film and control deposition condition in all range of nitrogen. The crystallographic characteristics of AlN thin films on N₂/Ar ratio was investigated by alpha-step and X-ray diffraction. As a result, the AlN film deposited at the pressure ratio of the nitrogen of 30% revealed strong X-ray diffraction intensity under substrate temperature 25°C and applied current 0.4A

Key Words(중요용어) : Facing Targets Sputtering, AlN, crystal orientation

1. 서 론

AlN박막은 würtzite 구조를 지닌 III-V족 질화물로 실온에서 6.2eV의 에너지 갭을 갖는 반도체이며 전기적으로 15kV/mm의 고유전 강도와 6×10^5 cm/s의 높은 탄성파 속도를 갖는다. 고온에서 화학적 안정성, 열전도성, 무독성의 특징을 지니고 있어 여러 응용분야에서 각광을 받고 있는 재료중의 하나이다.^[1-2]

표면탄성과 소자로 이용되는 AlN박막은 ZnO박막에 비해 탄성파 속도가 크고 온도안정성이 우수하며 고주파 대역에서 전파 손실이 작은 장점으로 인해 GHz 대역용 SAW 필터로 응용하기 위해 많은 연구가 진행되고 있으나 ZnO박막에 비해 단결정 박막 혹은 우수한 배향성을 갖는 양질의 박막을 얻기 어려운 단점이 있다^[3]. AlN박막은 현재 CVD법^[4], 스퍼터법등을 이용하여 제작되고 있으나 CVD법의 경우

고온이 필요하고 3차원 성장에 의한 불균일한 표면층의 발생 등으로 인해 양질의 박막을 얻기 힘들기 때문에 낮은 온도에서 AlN박막을 제조할 수 있는 스퍼터법이 널리 쓰이고 있다^[5].

스퍼터법으로 AlN박막을 제작하는 경우 투입전력, 기판온도, 분위기 가스압력, 질소 가스 분압비, 타겟간 거리등의 증착조건에 의해 결정학적, 전기적 특성이 영향을 받게 된다. 그러므로 결정학적으로 양호하며 고품위의 특성을 갖는 AlN박막을 제작하기 위해서는 최적의 증착조건을 확립하여 AlN박막을 제작할 필요가 있다^[6].

따라서 본 연구에서는 낮은 온도와 스퍼터 가스압에서도 방전이 가능한 대향타겟식스퍼터법^[7]을 이용하여 질소 가스 분압비 조건이 AlN박막의 결정학적 특성에 주는 영향을 연구하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 그림 1과 같은 대향타겟식스퍼터장치를 사용하여 Al박막을 제작하였다. 대향타겟식 스퍼터장치는 타겟을 음극으로 설드림과 챔버는 양

* : 경원대학교 공대 전기전자공학부
(성남시 수정구 북정동 산 65, Fax: 0342-750-5491
E-mail : khkim@mail.kyungwon.ac.kr)
** : 신성대학 전기과

극으로 한다. 타겟 뒷면에는 AlNiCo계 영구 자석을 배치하여 타겟간에 형성되는 플라즈마내의 2차 전자를 구속하며 기판은 plasma-free 위치인 타겟간 중심점에 대향한 위치에 배치한다. 따라서 스퍼터링 현상이 일어날 때 2차 전자에 의한 기판손상을 최소로 줄일 수가 있으며 또한 2차 전자의 왕복운동에 의해 가스 이온화가 촉진되어 1^{-5} Torr의 가스압력에서도 AlN박막을 증착할 수 있는 장점을 가지고 있다.

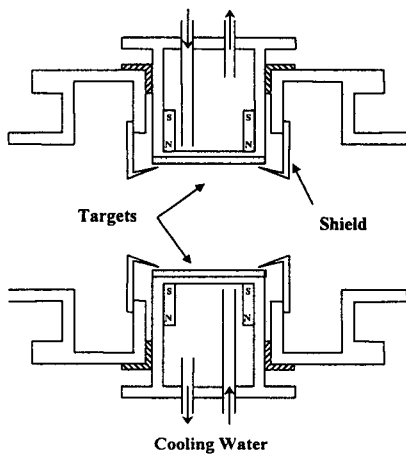


그림 1. 대향타겟식스퍼터 개략도.
Fig. 1. Schematic diagram of Facing targets sputtering apparatus.

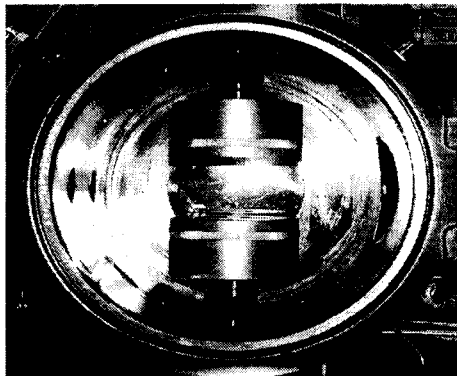


그림 2. 대향타겟식스퍼터 장치도.
Fig. 2. Facing targets sputtering apparatus.

본 실험에서는 직경 100mm의 Al(99.99%)을 디스크형 타겟으로 사용하여 25×75×1mm 크기의 비정질

slide glass를 기판위에 AlN박막을 제작하였다. background 압력은 2×10^{-6} mTorr로 배기하였고 분위기 가스로는 질소와 아르곤의 혼합가스를 사용하였다. 전체가스압 1mTorr, 투입전류 0.4A, 기판온도 25℃, 시간 1hour로 고정하였고 질소분압비 변화에 따라 증착되는 박막의 두께와 결정학적 특성을 고찰하기 위해서 질소분압비 0, 10%, 30%, 50%, 90%, 100%로 각각 변화시켜 AlN박막을 제작하였다.

표 1. 스퍼터링 조건

Table 1. Sputtering conditions

Deposition parameter	condition
Targets	Al(4N, 100mm)
Substrate	slide glass
target-target distance	100mm
target-substrate distance	100mm
Base pressure	2×10^{-6} Torr
Working gas pressure	1 mTorr
N ₂ /Ar	0%~100%
Substrate temperature	25℃
Applied current	0.4A
Sputtering Time	1 hour

3. 결과 및 검토

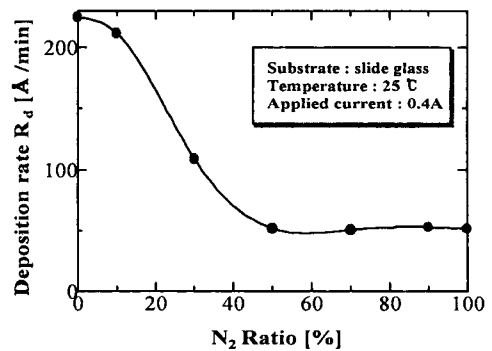


그림 3. 질소 분압비에 따른 증착율의 변화
Fig. 3. Variation of the deposition rate on N₂%

그림 3은 질소 분압비에 따른 증착율 R_d이다. 질

소 분압비가 증가함에 따라 증착율 R_d 는 감소하고 20%~40%의 구간에서 급격한 감소를 나타냈다. 20%이하의 질소 분압비에서는 플라즈마 상태에서 활성화된 질소의 비율이 낮고 스퍼터율이 큰 아르곤의 비율이 높으므로 기판에 형성되는 박막은 주로 Al과 AlN의 금속성 박막이 형성됐다. 20%이상의 영역에서는 질소 분압비가 높아지면서 타겟에 완전한 질화막층을 형성하게 되어 기판 위에 투명 전도막이 증착되며 스퍼터율이 낮은 질소에 의한 스퍼터링이 지배적이므로 스퍼터율은 급격히 감소하였다.

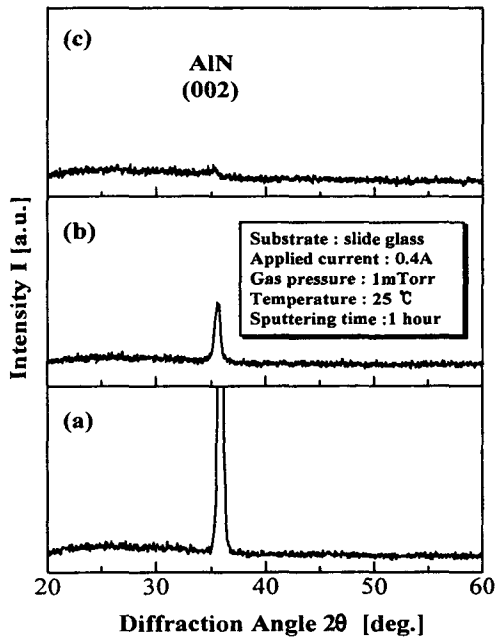


그림 4. 질소 분압비에 따른 X선 회절패턴의 변화
Fig. 4. Variation of X-ray diffraction patterns on the N_2 ratio : (a) 30% (b) 50% (c) 70%

그림 4는 총가스압 1mTorr, 방전전류 0.4A, 기판 온도 25°C, 방전시간 1hour, 질소 분압비 30%, 50%, 70%에서 제작된 박막의 X-선 회절분석의 결과이다. 질소 분압비 30%에서 증착된 AlN박막의 (002) peak가 가장 우세하게 나타났다. 질소 분압비가 70%이상일 경우, 제작된 박막의 결정성은 급격히 감소하였는데 이것은 질소가 증가함에 따라 박막의 증착율의 급격한 감소로 인해 증착된 박막의 두께가 감소함으로 화학양론적 변화와 입자 배향성 변화에 따른 결

정성 저하가 발생하는 것으로 사료된다.

5. 결론

낮은 가스압력에서 안정한 방전을 유지할 수 있으며 plasma-free 상태로 2차전자 등에 의한 기판으로의 손상이 없어 고품위 박막을 제작할 수 있는 대향 타겟식 스퍼터링 법을 이용하여 slide glass 기판위에 박막을 제작하였다. 기판 온도 25°C, 투입전류 0.4A, 증착시간 1 hour의 조건으로 20%~100%의 분압비에서 투명 AlN박막을 제작할 수 있었으며 질소 분압비에 따른 결정학적 특성을 검토한 결과 질소 분압비 30%에서 제작된 AlN박막은 우수한 결정학적 특성을 나타냈다. AlN의 증착율은 반응성 스퍼터링의 이유로 순수 Al막의 22%~94% 수준으로 감소하였다.

참고 문헌

- [1] S. Strite and H. Morkoc, "GaN, AlN and InN : A Review", J. Vac. Sci. Technol. B, Vol. 10(4), pp1237, Jul/Aug 1992
- [2] S.H. Chung, Y.H. Kim, D.C. Moon and S.T. Kim, "Preparation and Characterization of AlN Thin Films by RF sputtering method", KIEEME, Vol. 10 No. 7, pp706-712, 1997, 8
- [3] J.W. Soh and W.J. Lee, "SAW Characteristics of AlN Thin Films Using ECR PECVD", Jpn. J. Appl. Phys. Lett., 35, pp1518-1520, 1996
- [4] B. Armas, M. de Icaza Herrera and F. Sibieude, "Deposition of alumina nitride coating using a cold wall CVD reactor", Surf. Coat. Technol. 123, pp199-203, 1999, Aug
- [5] Hiroshi Okano, Naoki Tanaka, Yasuhiro Hirao, Yasumi Kobayashi, Kenichi Sshibata and Shoichi Nakano, "Preparation of c-Axis Oriented AlN Thin Films by Low Temperature Reactive Sputtering", Jpn. J. Appl. Phys, Vol. 33, pp7018, 1986
- [6] K.B. Song and M. Naoe, "Dielectrical AlN Thin Films with High Refractive Index Prepared by Plasma Free DC Sputtering, J. Magn. Soc. Jpn., Vol. 19, pp315-318, 1994
- [7] 綜合技術資料集, パッタ法にする薄膜技術, 經營開發センター出版部, pp82-91, 1985