

Al 박막의 Ar 플라즈마 표면처리에 따른 특성

박성현, 지승한, 전석환, 추순남, 이상훈, 이능현
 강원대학교 전기전자공학과

The Characteristics of Al Thin Films on Ar Plasma Surface Treatment

Sung-Hyun Park, Seung-Han Ji, Seok-Hwan Jeon, Soon-Nam Chu, Sang-Hoon Lee, Neung-Hun Lee
 Depart. of Electric & Electronics Engineering in Kyungwon Univ.

Abstract - Al thin film was the most popular electrode in semiconductor and flat panel display world, because of its electrical conductivity, selectivity and easy to apply to thin film. However, Al thin films were not good to use on the bottom electrode about the crystalline growth of inorganic compound materials such as ZnO, AlN and GaN, because of its surface roughness and melting points. In this paper, we investigated Ar plasma surface treatment of Al thin film to enhance the surface roughness and electrical conductivity using the reactive ion etching system. Several process conditions such as RF power, working pressure and process time were controlled. In results, the surface roughness showed 15.53 Å when RF power was 100 W, working pressure was 50 mTorr and process time was 10 min. Also, we tried to deposit ZnO thin films on the each Al thin films, the upper conditions showed the best crystalline characteristics by x-ray diffraction.

1. 서 론

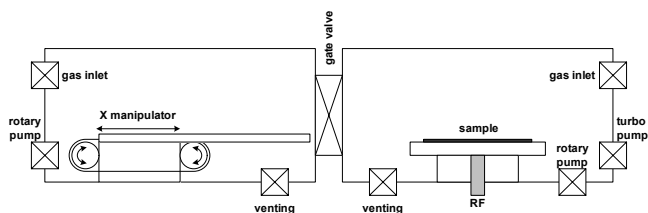
반도체 및 디스플레이, 광을 이용한 산업 등의 급속한 성장으로 ZnO 와 AlN, GaN, CdS와 같은 다양한 화합물의 증착 및 결정성장에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 이러한 소자의 전극으로 쓰이는 금속 중 Al은 뛰어난 전기전도성과 높은 화학적 선택성, 박막 증착의 용이성 등을 가지고 있어서 상·하부전극으로 널리 사용되고 있다. 하지만 Al을 박막으로 증착할 경우 높은 표면거칠기와 낮은 녹는점으로 인해서 화합물 박막 형성 시 결정성이 현저히 낮아지는 문제가 있어서 결정성장을 이용한 소자에 적용되기 어려움이 많다.[1-2]

본 논문에서는 Al 박막의 표면거칠기와 더불어 전기전도성을 향상시키기 위해서 반응성이온식각장비를 이용하여 RF 인가전력, 플라즈마 가스압력, 표면처리시간을 조절하여 Ar 플라즈마 표면처리를 진행하였고, AFM(atomic force measurement)과 홀효과 측정장비를 이용하여 표면처리 된 시편의 전기전도도와 표면거칠기를 측정하였다. 또한 각각의 조건으로 표면처리 된 시편에 ZnO 박막을 증착하여 결정성을 XRD(x-ray diffraction)를 통하여 측정하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

본 논문에서는 그림 1과 같은 반응성이온식각장비를 이용하여 표 1과 같이 RF 인가전력과 플라즈마 가스압력, 표면처리시간을 변화시키면서 Al 박막의 Ar 플라즈마 표면처리를 진행하였다. 또한 ZnO 박막을 표면처리 안한 시편과 각각의 조건으로 표면처리 된 시편에 RF 마그네트론 스퍼터링 법으로 일정한 조건으로 증착한 뒤, ZnO 박막의 결정성 변화를 XRD(Rigaku사, D-MAX2200)로 관측하였다. 표면처리 안한 샘플과 각각의 조건으로 표면처리 된 샘플의 표면거칠기와 전기전도도는 AFM(PSIA사, XE-150)과 홀효과(hall effect) 측정장비(Ecopia사, HMS-3000)를 이용하였다.



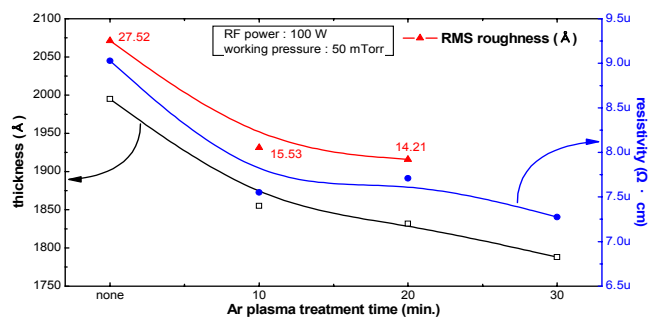
〈그림 1〉 반응성 이온 식각 장비의 개략도.

〈표 1〉 Ar 플라즈마 표면처리 공정조건.

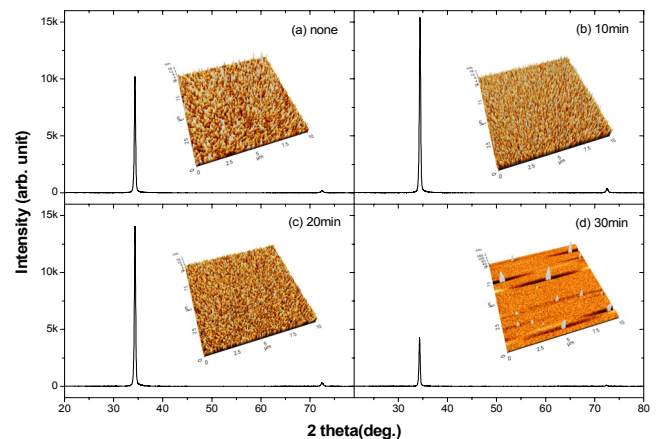
	processing time (min.)	RF power (W)	pressure (mTorr)
sample #1	none	none	none
sample #2, #3, #4	10, 20, 30	fixed at 100	fixed at 50
sample #5, #2, #6	fixed at 10	50, 100, 200	fixed at 50
sample #7, #2, #8	fixed at 10	fixed at 100	10, 50, 100

2.2 결과 및 고찰

본 논문에서는 Al 박막의 표면거칠기와 전기전도도를 향상시키기 위해서 Ar 플라즈마 표면처리를 진행하였다. 첫 번째로 RF 인가전력과 플라즈마 가스압력을 고정하고 표면처리 시간에 따른 Al 박막의 두께 및 비저항, 표면거칠기의 변화를 그림 2에 나타내었다. 그림 3에는 표면처리 시간에 따른 Al 박막의 AFM 형상과 각각의 Al 박막에 증착된 ZnO 박막의 XRD 측정결과를 나타내었다.



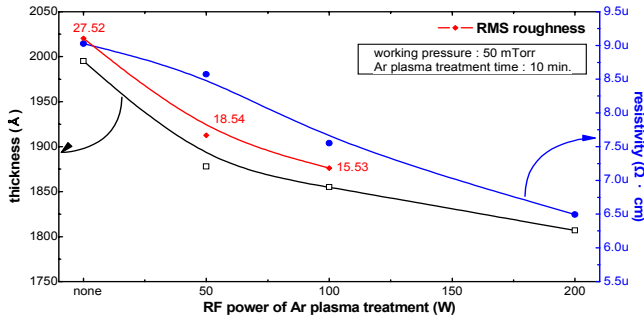
〈그림 2〉 표면처리 시간에 따른 Al 박막의 두께, 비저항, 표면거칠기 변화.



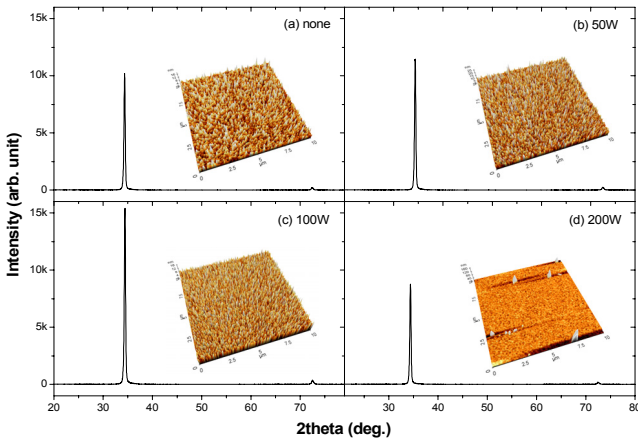
〈그림 3〉 표면처리 시간에 따른 Al 박막의 AFM 형상과 ZnO 박막의 XRD 측정 결과.

표면처리 시간이 증가함에 따라 박막의 두께는 선형적으로 감소하였고, 박막의 비저항과 표면거칠기는 지수함수적인 감소를 보였다. 이는 RF 인가전력과 플라즈마가스압력이 일정할 때, 이온과 박막표면과의 충돌빈도수가 시간에 따라 누적되면서 박막의 표면이 일정하게 변화함을 알 수 있다. 하지만 그림 3(d)의 AFM 형상을 보면 표면처리 시간이 장기간이 되면서 플라즈마 내에서 박막의 표면과 이온의 충돌빈도수가 과도하게 누적되면서 박막 표면에 스트레스가 발생한 것으로 생각되어진다. 표면처리 된 Al 박막 위에 증착된 ZnO 결정성은 표면처리 시간이 10분일 때 표면처리 안한 샘플에 비해 높게 나타났고, 스트레스가 발생한 샘플에 증착된 ZnO 박막의 결정성은 매우 낮게 나타났다.

다음은 표면처리 시간과 플라즈마 가스압력을 고정하고 RF 인가전력에 따른 Al 박막의 두께 및 비저항, 표면거칠기를 그림 4에 나타내었다. 그림 5에는 RF 인가전력에 따른 Al 박막의 AFM 형상과 각각의 Al 박막에 증착된 ZnO 박막의 XRD 측정결과를 나타내었다.



〈그림 4〉 RF 인가전력에 따른 Al 박막의 두께 및 비저항, 표면거칠기 변화



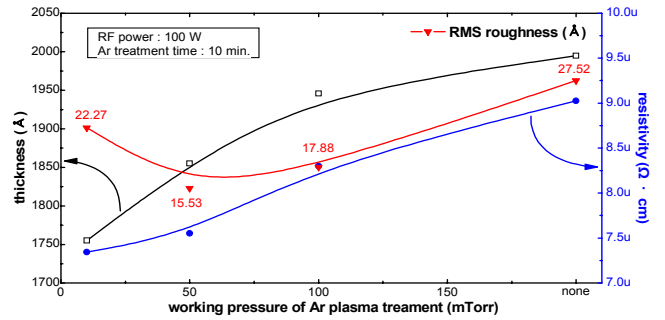
〈그림 5〉 RF 인가전력에 따른 Al 박막의 AFM 형상과 ZnO 박막의 XRD 측정 결과.

RF 인가전력이 증가함에 따라 박막의 두께 및 비저항은 선형적으로 감소하였고, 표면거칠기는 지수함수적으로 감소하였다. 플라즈마 가스압력과 표면처리 시간이 일정할 때, RF 인가전력이 증가하면서 플라즈마 내의 이온의 운동에너지가 증가하게 되고, 박막과의 충돌에너지 또한 증가하게 되어 박막의 표면이 일정하게 변화한다. 하지만 그림 5(d)의 AFM 형상을 보면 RF 인가전력이 일정 이상으로 증가하면 플라즈마 내에서 이온의 운동에너지가 과도하게 증가하고 박막표면과의 강한 충돌로 인해 스트레스가 발생하는 것으로 생각된다. RF 인가전력에 따라 표면처리 된 Al 박막 위에 증착된 ZnO 결정성은 RF 인가전력이 100 W 일 때 표면처리 안한 샘플에 비해 높게 나타났고, 스트레스가 발생한 샘플에 증착된 ZnO 박막의 결정성은 매우 낮게 나타났다.

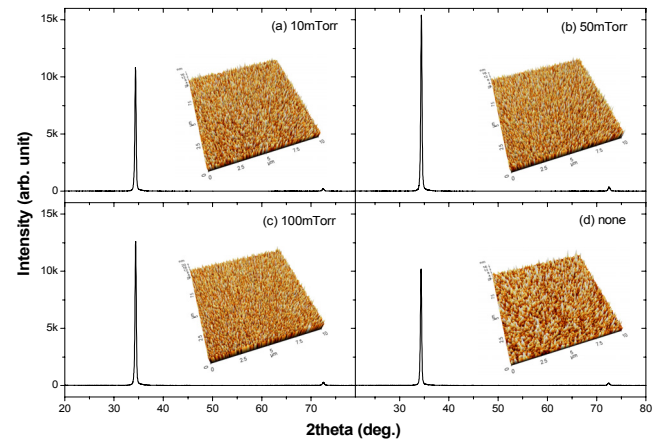
다음은 RF 인가전력과 표면처리 시간을 고정하고 플라즈마 가스압력에 따른 Al 박막의 두께 및 비저항, 표면거칠기를 그림 6에 나타내었다. 그림 7에는 플라즈마 가스압력에 따른 Al 박막의 AFM 형상과 각각의 Al 박막에 증착된 ZnO 박막의 XRD 측정결과를 나타내었다.

플라즈마 가스압력이 증가함에 따라 박막의 두께 및 비저항은 선형적으로 감소하였다. 하지만 박막의 표면거칠기는 플라즈마 가스압력이 50 mTorr 일 때 가장 낮은 값을 나타냈다. 이는 RF 인가전력과 표면처리 시간이 일정할 때, 플라즈마 가스압력이 증가하면서 플라즈마 내의 이온의 개체수가 증가하게 되고, 이온 간의 충돌빈도수도 증가하여 이온의 운동에너지 또한 감소하게 되고, 박막표면과의 충돌에너지가 감소하여

위와 같은 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 따라서 일정한 플라즈마 가스압력에서 가장 우수한 박막의 표면거칠기를 얻을 수 있다. 플라즈마 가스압력에 따라 표면처리 된 Al 박막 위에 증착된 ZnO 결정성은 플라즈마가스압력이 50 mTorr일 때 표면처리 안한 샘플에 비해 높게 나타났다.



〈그림 6〉 플라즈마 가스압력에 따른 Al 박막의 두께 및 비저항, 표면거칠기 변화



〈그림 7〉 플라즈마 가스압력에 따른 Al 박막의 AFM 형상과 ZnO 박막의 XRD 측정 결과.

3. 결 론

본 논문에서는 무기화합물의 결정성을 향상시키기 위해서 반도체 및 디스플레이, 광소자 분야에 가장 널리 이용되는 Al 박막의 표면거칠기를 낮추기 위해 Ar 플라즈마 표면처리법을 이용한 연구를 진행하였다. Ar 플라즈마 표면처리는 반응성이온식각장비를 이용하였고, 표면처리 시간과 RF 인가전력, 플라즈마 가스압력과 같은 조건을 조절하였다. 또한 ZnO 박막을 각각의 표면처리 된 샘플에 증착하여 결정성 변화와 고전기전도도는 향상되었다. 하지만 과도한 표면처리 시간은 박막에 스트레스를 발생시켰다. RF 인가전력이 증가함에 따라 Al 박막의 표면거칠기와 전기전도도는 향상되었다. 하지만 과도한 RF 인가전력은 박막에 스트레스를 발생시켰다. 플라즈마 가스압력을 변화하였을 때는 일정조건에서 가장 낮은 표면거칠기를 나타내었고, 전기전도도는 떨어졌다. 본 연구에서 가장 우수한 Al 박막의 표면처리 조건은 RF 인가전력이 100 W, 플라즈마 가스압력이 50 mTorr, 표면처리 시간이 10 분 일 때이다. Ar 을 이용한 플라즈마 표면 처리는 다른 종의 박막에도 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] C. C. Surdu-Bob, J. L. Sullivan, S. O. Saied, R. Layberry and M. Aflori, "Surface compositional changes in GaAs subjected to argon plasma treatment", Applied Surface Science, Vol. 202, Issues 3-4, pp. 183-198, Dec. 2002.
- [2] M. Pascu, C. Vasile and M. Gheorghiu, "Modification of polymer blend properties by argon plasma/electron beam treatment: surface properties", Mater. Chem. & Phys., Vol. 80, Issue 2, pp. 548-554, May 2003.