타겟 종류에 따른 대향타겟 스퍼터링 장치의 방전 특성

금민종*, 손인환**, 신성권***, 가출현**, 박용서*, 김경환*
경원대학교*, 신성대학**, 동해대학교***,

Discharge Characteristics of Facing Targets Sputtering Apparatus with Targets Species

Min-Jong Keum, In-Hwan Son, Sung-Kwan Shin, Ch -Hyun Ga, Yong-Seo Park and Kyung-Hwan Kim*
KyungWong Uni.*, ShinSung college**, DongHea Univ.***

Abstract

In this study, the discharge characteristic of FTS (Facing Targets Sputtering) apparatus was investigated using metal target paramagnetic and ceramic targets such as Zn, Al, ZnO:Al(Al_2O_3), ITO. Threshold voltage and stable stage of discharge show different with target species. Compare with commercial sputtering apparatus, the FTS apparatus is a high-speed sputter method that promotes ionization of sputter gas by screw and reciprocate moving high-speed γelectrons which arrays two targets facing each other, inserts plasma arresting magnetic field to the parallel direction of the center axis of both targets, discharged from targets and accelerated at the cathode falling area. Especially, we notice that the FTS method using ceramic target has stable discharge characteristic even by DC power source.

Key Words : FTS, γelectron

1. 서 론

전자 소자 및 부품의 고집적화, 고기능화가 진행되고 복잡한 조성을 갖는 박막 제조가 요구되어짐에 따라 다양한 특성에 부합되는 박막을 제어할 수 있는 박막 제작 기술이 필요하다. 진공증착법[1], 화학증착법[2], 스퍼터링법[3]등의 박막 증착법이 사용되고는 있지만 박막의 두께, 균일도 및 적용 분야에 따른 특성을 만족시키면서 생산성이 있는 박막을 증착할 수 있는 기술로는 스퍼터링법이 가장 대표적이다. 스퍼터링법은 박막 제작 조건에 따라 박막의 특성을 제어 할 수 있지만 제작하고자 하는 박막의 공정이 복합적으로 이루어지는 경우에는 하부층의 손상이나 영향을 미치지 않는 조건에서 박막을 제작하여한다. 또한 스퍼터링법의 경우에는 증착에 관여하는 스퍼터된 입자들은 인가된 전압에 상응하는 에너지를 갖기 때문에 증착 입자들의 에너지를 적절하게 제어함으로서 하부 박막층의 영향을 줄일 수 있다. 그러나 하부층의 두께가 수 nm 미만의 경우에는 기판에 도달하는 입자들의 에너지가 높아 수 nm 미만의 하부층을 통과하는 channeling effect가 발생할 수 있는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 스퍼터링법과는 다른 대향타겟식 스퍼터링 장치에 Al, ITO, Zn 등의 타겟을 이용하여 방전 특성을 조사하였다.

2. 실 험

2.1 실험장치

그림 1은 본 연구에서 사용된 대향타겟식 스퍼터링 장치의[4~6] 타겟 배치 개략도이다. 그림에 나타난 바와 같이 두 개의 타겟이 서로 마주 보고

있으며 타겟 뒷면에 영구 자석이 장착되어있어 타겟 표면에 수직한 방향으로 자계를 인가하게 되어 있다. 또한 타겟 표면 근방에서는 자계의 분포가 타겟 표면과 수직이지 않고 부분적으로 평행한 영역이 존재한다. 또한 서로 마주 보고 있는 양 타겟에 인가된 전압에 상응하는 에너지를 갖는 γ-전자는 두 타겟 중심의 플라즈마를 통과하여 맞은편 타겟으로 이동하게 된다. 그러나 맞은편 타겟에 인가된 동일 전압에 의해 타겟은 반사 전극 역할을 동시에 하게 되어 γ-전자는 두 타겟 사이를 왕복 운동하게 된다. 때문에 γ-전자는 두 타겟 사이의 구속자계와 인가 전계에 의해 왕복 나선 운동을 하게된다. 이는 γ-전자가 플라즈마내의 중성 입자나 이온등과 충돌할 확률이 더욱 높아지는 것을 의미하며 이로 인해 기존의 스퍼터링법 보다 높은 증착 속도를 나타낼 수 있다.

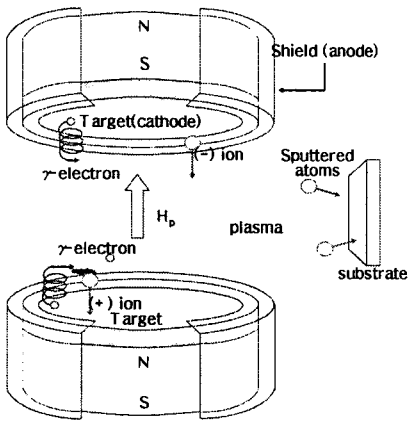

그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 장치 타겟 배치 개략도.

표 1은 본 연구에서 사용된 타겟 및 방전 특성을 조사하기 위해 실험한 조건을 나타낸 것이다.
타겟으로는 Zn(5N), Zn:Al(Al_2O_3:2wt %) 타겟, 그리고 ITO(In_2O_3(90%):SnO_2(10%)) 세라믹 타겟을 이용하였으며, 이때 타겟간 거리는 100㎜, 타겟간 중심축과 기판의 이격거리 100㎜로 고정하였다. 기판 온도는 실온으로 하였으며 스퍼터링 가스로는 Ar 및 Ar+O_2의 혼합 가스를 사용하였으며 산소가스 유량비(O_2/O_2+Ar)는 0.1, 0.2, 0.5 범위로 변화시켜 방전 특성 변화를 살펴보았다.

표 1. 스퍼터링 조건.

Sputtering parameter	Conditions
Targets	Al-Al(5N) , ITO-ITO Zn-ZnO:Al(Al_2O_3:2wt%)
target-target distance	100㎜
Base pressure	2×10^{-3}mTorr
Confining Flux	270 [G]
Working gas pressure	1~6 mTorr
Working gas	Ar, Oxygen

3. 결과 및 고찰

그림 2와 3은 Al-Al, ITO-ITO 타겟을 이용한 대향타겟식 스퍼터링 장치의 방전 특성을 나타낸 것이다.

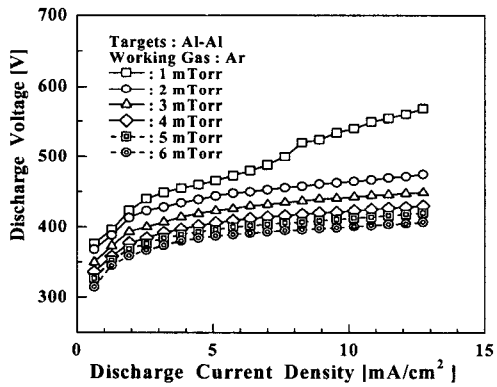

그림 2. Al-Al 타겟을 이용한 방전 전류 밀도 방전 전압 특성

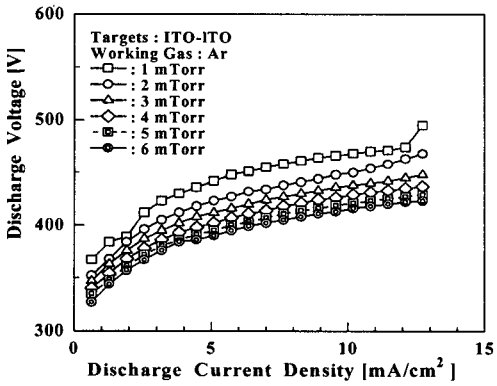

그림 3. ITO-ITO 타겟을 이용한 방전 전류 밀도, 방전 전압 특성

그림에 나타난 바와 같이 Al 금속 타겟의 방전 특성과 ITO 세라믹 타겟을 이용한 경우의 방전 특성을 비교해 볼 때 큰 차이를 보이고 있지 않다. 직류 전원을 이용한 세라믹 타겟의 스퍼터링시 발생되는 타겟 표면의 양이온들의 축적되어 방전 전압 증가와 함께 스퍼터율의 감소로 인해 증착의 어려움이 있지만 본 연구에 사용된 대향타게싯 스퍼터링 장치의 경우에는 그러한 문제점은 발생되지 않았음을 확인 할 수 있었다. 그림 4, 5, 6은 Zn-ZnO:Al(Al_2O_3:2wt%) 타겟을 이용, 산소가스 유량비를 변화시킨 경우의 방전 특성을 나타낸 것이다.

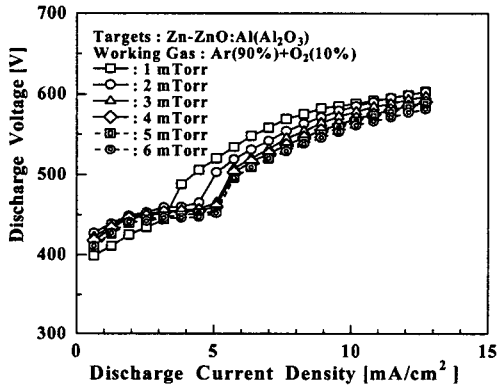

그림 4. Zn-ZnO:Al 타겟을 이용한 방전 전류 밀도 및 방전 전압 특성(산소가스 유량비 10%)

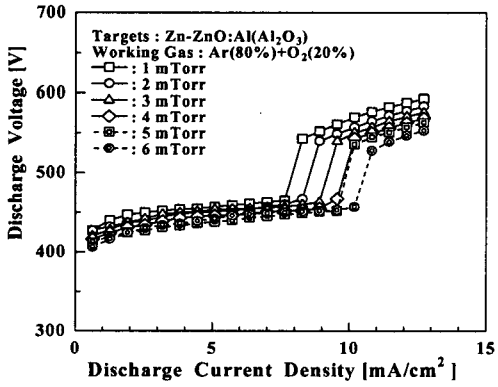

그림 5. Zn-ZnO:Al 타겟을 이용한 방전 전류 밀도 및 방전 전압 특성(산소가스 유량비 20%)

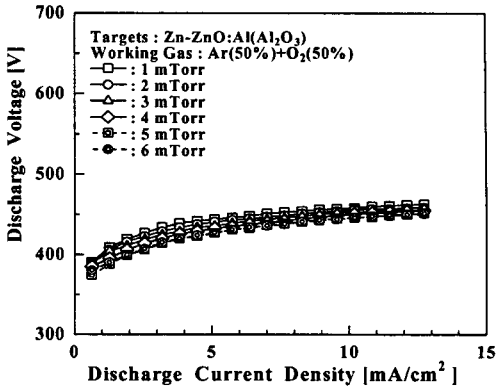

그림 6. Zn-ZnO:Al 타겟을 이용한 방전 전류 밀도 및 방전 전압 특성(산소가스 유량비 50%)

그림에 나타난 바와 같이 유입되는 산소 가스의 유량이 증가할 수록 방전 전압의 급격한 증가 영역이 방전 전류 밀도 5mA/cm^2(산소가스 10%)에서 10mA/cm^2(산소가스 20%)로 이동하는 것을 볼 수 있으며 산소가스 50% 유입된 경우에는 방전 전압의 급격한 증가 영역이 나타나지 않는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

Al-Al 금속 타겟, ITO-ITO(In_2O_3(90%):SnO_2(10%)) 세라믹 타겟 및 Zn(5N)-Zn:Al(Al_2O_3:2wt %) 금속-세라믹 타겟을 대향타겟식 스퍼터링 장치에 이용하여 방전 특성을 조사하였다. Al-Al 타겟과 ITO-ITO 타겟의 경우 방전 가스를 Ar만 사용하였으며 2mTorr 이상의 가스 압력하에서는 500[V] 미만의 전압을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 Zn-ZnO 타겟의 경우 산소 가스의 유입량이 증가할수록 방전 전압의 급격한 증가 영역이 이동하며, 산소 가스 50%에서는 모든 가스압력 영역에서 500[V] 미만의 방전 전압을 나타내었다. 상기의 타겟을 이용하여 증착한 박막은 최근 관심을 받고 있는 디스플레이 소자의 스퍼터링법을 이용한 전도막 제작법으로 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] 'Thin films of high-resistivity zinc oxide

produced by a modified CVD method', M. Lab\eau, P. Rey, J. L. Deschanvres. J.C. Joubert and G. Delabouglise, Thin Solid Films. Vol.213, p. 94-98, 1992

[2] 'Growth of ZnO films by the plasma-enhanced metalorganic chemical vapor deposition technique', Masaru Shimizu, Yoojiro Matsueda, Tadashi Shiosaki and Akira kawabata, J. of Crystal Growth, 71. 209, 1991

[3] 'Transparent and conducting ZnO(:Al) films deposited by simultaneous RF- and DC-excitation of a magnetron', K. Ellmer, R. Cebulla and R. Wendt. Thin Solid Films, Vol.317, p. 413-416, 1998

[4] 'Thin film properties by facing targets sputtering system ', K.H.Kim, M.J.Keum, Applied Surface Science 169-170, p. 410-414, 2001

[5] '대향타겟스퍼터링에 의한 Co-Cr 박막의 제작 ', 김경환, 손인환, 금민종, 전기전자재료학회 논문지, 11, 5, p. 418-422, 1998

[6] '대향타겟스퍼터링법에 의한 FBAR용 AZO(AnO:Al) 박막의 제작', 금민종, 김경환, 전기전자재료학회 논문지, 17, 4, p. 422, 2004