

용량 결합형 마그네트론 스퍼터링 장치의 방전 특성

박명하 · 곽동주

* 경성대학교 전기전자·컴퓨터 공학부

Discharge Characteristics in Capacitively-Coupled Magnetron Sputtering System

M. H. Park and D. J. Kwak

* Dept. of Electrical and Computer Engineering

Abstract - In order to study the fabricating condition of phosphor layers of thin film EL devices, some discharge characteristics with several targets in the parallel-plate magnetron sputtering system will be studied. Plasma parameters, such as electron density and temperature, are also studied since they may be considered as one of the very important factors of fabricating condition of thin film EL device.

한다. 이에 본 보고에서는 복잡한 화학적 성분을 갖는 EL용 타겟에 의한 플라즈마의 형성 이전에 마그네트론 스퍼터링 장치의 기본적인 방전특성을 명확히 하고자 우선 Cu 및 Ti 그리고 SUS 타겟을 중심으로 직류, 교류 및 RF 방전특성을 광범위한 압력 하에서 조사하였다.

1. 서론

일렉트로루미네스(Electroluminescence : EL) 표시장치는 빠른 응답 특성, 넓은 시야 각 및 동작 온도, 그리고 높은 회상도등의 장점으로 인하여 컴퓨터의 표시장치로의 응용이 기대되고 있다. EL 디바이스에는 박막형과 파우더형이 있으며 박막형 EL 디바이스의 제조방법으로는 전자빔 증착법(Electron-beam Evaporation : EBE), 열 증착법(Thermal Deposition) 및 스퍼터링법 등의 Physical Vapor Deposition법과 Chemical Vapor Deposition법이 있다[1~3].

한편, 플라즈마 프로세서에 의한 스퍼터링법의 경우, 막의 성장 및 형성된 막의 부착력 및 강도 특성은 성장시 형성된 방전 플라즈마중의 전자밀도 및 온도의 상태에 크게 의존하는 등 박막특성의 제어를 위해서는 방전 플라즈마의 물성과 제작된 박막 특성과의 상관관계에 대한 연구가 매우 중요할 것으로 생각된다. 특히, EL 디바이스 제작을 위한 연속 프로세서에 스퍼터링법이 매우 적합한 것으로 보고되고 있으나, ZnS:Mn 및 ZnS:Tb등의 화합물의 경우 황 원자의 반응성이 매우 약해 동작 가스로서 Ar에 H₂S의 분압을 이용하는 등 막의 형성시 발생하는 플라즈마의 물성에 관한 연구가 반드시 필요하다.

본 연구에서는 양질의 박막제조 및 박막특성 제어의 관점에서 글로우 방전 특성연구를 실행하고, double probe법에 의하여 전자온도 및 밀도를 구하여, 플라즈마 파라미터의 변화에 따른 막의 제 특성의 변화를 고찰함으로써 방전 플라즈마의 물성 및 박막특성의 상관관계를 확립하는데 기여코저

2. 실험장치 및 방법

그림 1에 실험장치의 개략도를 나타내고 있다.

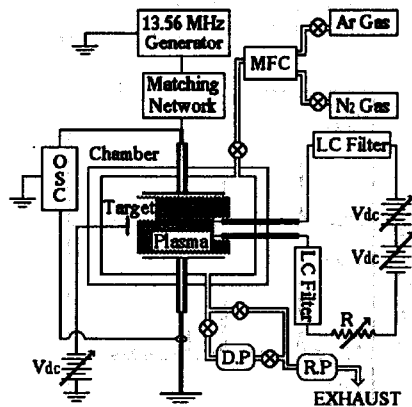


그림 1. 실험 장치의 개략도

진공조는 SUS304로 직경 270mm, 높이 450mm의 직원통의 형태로 진공조의 외벽에는 자계를 발생하기 위한 전자석 코일을 설치하여, 진공조의 중심 자계가 최대 1000Gauss 까지 가변되도록 할 수 있으나, 본 연구의 경우 음극에 부착된 영구 자석에 의한 마그네트론 모드의 동작을 하였다. 또한, 방전중 진공조내의 온도 상승의 억제 및 코일의 냉각을 위하여 진공조를 수냉벽으로 하였다. 진공조는 10⁻⁶Torr 까지 배기한 후 MFC로 Ar을 주입하여 원하는 진공도를 조절하였다. 전극은 직경 70mm의 용량성 평행 평판 전극계로 전극 간격은 80mm로 하였다. 전극계에는 이온 충격에 의한 음극의 온도 상승을 억

제하기 위하여 냉각수를 공급하였다.

전원 장치로는 DC, AC 및 RF(13.56MHz, 600W) 전력 발생 장치를 사용하였으며, RF의 경우 전압 및 전류는 1000:1의 고압 프루브 및 전류 프루브 시스템을 이용하여 디지털 오실로스코프(TDS 460AS)상의 오실로그램으로 확인하였다.

한편, 형성된 플라즈마 밀도 및 전자온도의 측정에는 자체의 영향을 거의 받지 않는 double probe법을 이용하였다. 즉, 직경 0.25mm, 길이 2mm의 원통형 텅스텐 probe 2개를 플라즈마내에 삽입하여, 외부전원에 의해 전압을 인가할 때 얻어지는 플라즈마와 probe간의 이온 전류-전압 특성 곡선으로부터 전자밀도 및 온도를 산정하였다.

3. 실험 결과

그림 2는 Cu 타겟의 경우 직류 방전 특성을 Ar 가스 압력을 매개변수로 나타내고 있다.

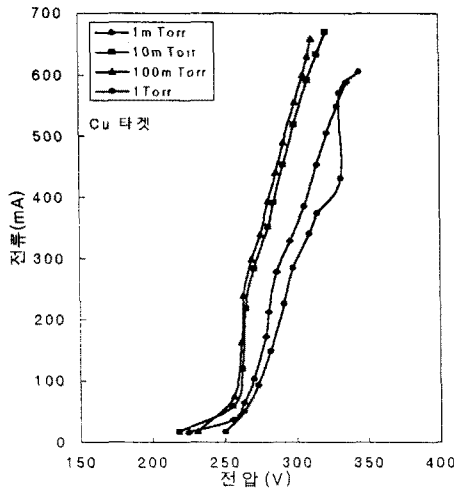


그림 2. Cu 타겟의 순수 Ar 가스의 DC 방전 특성

그림으로부터 알 수 있는 바와 같이 방전전압의 증가에 따라 전류는 증가하며, 압력이 증가할수록 일정 방전전압하의 전류는 상승하고 있다. 그러나 압력이 1Torr의 경우 방전전류는 가장 낮아, 이 이상의 가스압하에서의 효과적인 충돌 전리는 기대할 수 없음을 알 수 있다. 그림 3은 Ti 타겟의 경우 교류 방전 특성에 미치는 질소가스의 분압효과를 나타내고 있다. 그림에서 순수 Ar이 질소와의 혼합 가스에 비해 일정 전압하의 방전전류가 가장 많이 형성되어, 질소가 혼합될 경우 방전전류의 형성이 어려워짐을 알 수 있다. 이는 질소의 혼입으로 인하여 타겟 표면에 질화막이 형성되어 음극으로부터의 활발한 2차 전자의 방출이 어려워지기 때문으로 생각된다. 한편 그림은 혼합가스의 경우, 질소의 분압비가 높을수록 방전전류가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 질화막 형성에 참여하지 못한 여분의 질소가스의 Ar방전에의 기여로 추측

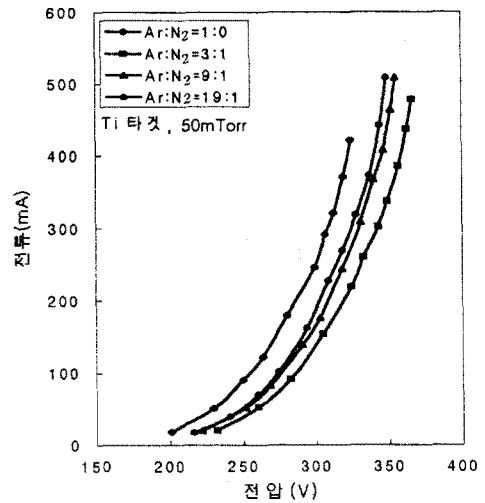


그림 3. Ti 타겟의 AC 방전 특성에 미치는 질소 가스의 분압의 효과

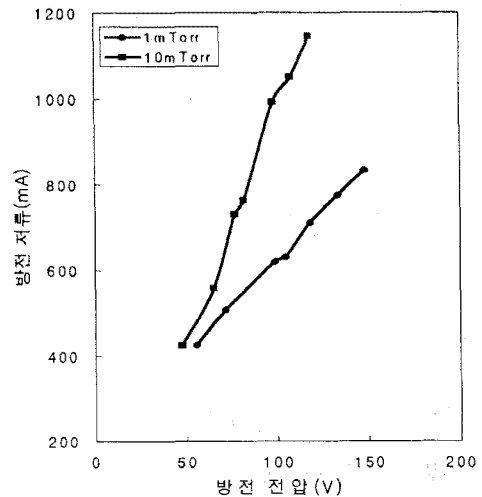


그림 4. RF 방전 전압-방전 전류 특성

된다.

한편, 압력이 0.01Torr 및 0.001Torr일 때의 RF방전 특성을 조사하여 그림 4에 나타내고 있다. 그림으로부터 알 수 있는 바와 같이, 일정 압력하에서 방전전류는 전압이 증가함에 따라 거의 선형적인 증가 추세를 보이고 있으며, 압력이 높을수록 일정 전압하의 방전전류는 증가하고 있다. 또한, 그림 5의 RF 전력-방전전류 특성도 이와 거의 유사한 경향을 나타내고 있다.

그림 6은 RF 전력의 변화에 대한 전자밀도의 변화를 나타내고 있다. 일정 압력하의 전자밀도는 RF 전력의 증가와 함께 증가하였으며, 0.01Torr에서의 방전시의 전자 밀도는 약 $0.95 \sim 1.5 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ 정도였다. 한편 전자 온도는 약 3.7~5(eV) 정도였다.

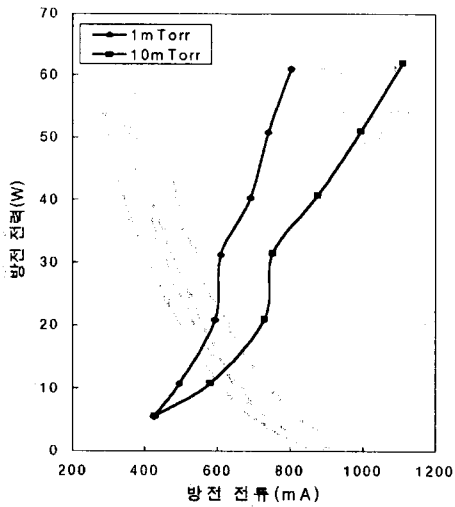


그림 5. RF 방전 전류-방전 전력 특성

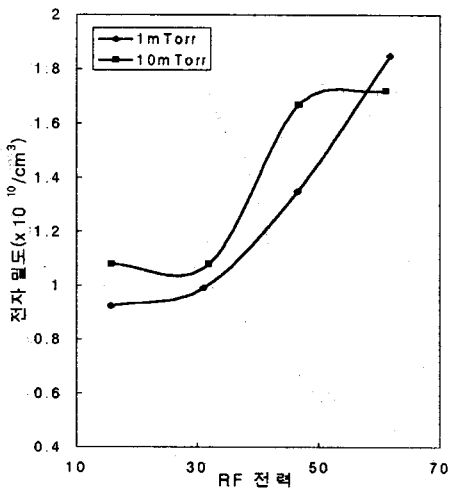


그림 6. RF 전력-전자 밀도 특성

4. 결론

본 보고에서는 마그네트론 스퍼터링 장치의 기본적인 방전 특성을 명확히 하고자 우선 Cu 및 Ti 그리고 SUS 타겟을 중심으로 직류, 교류 및 RF 방전특성을 광범위한 압력하에서 조사하였다. 이후 복잡한 화학적 성분을 갖는 EL용 타겟에 의한 방전 특성 및 플라즈마 물성을 명확히 할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] S. Miura et. al., Japan Display, 83, pp84, 1983
- [2] Y. A. Ono, et. al., JJAP vol.26, , pp.1482, 1987
- [3] T. Ogura, et. al., Appl. Phys. Lett., vol. 48, pp.1570, 1986