

비정질실리콘 박막위에서 ITO박막의 스퍼터링 진공 증착

허창우*

*목원대학교 전자.공학과

The sputtering vacuum deposition of indium tin oxide thin film on a-Si:H thin film

Chang-wu Hur*

* Dept. of Electronic Engineering, Mokwon Univ.

E-mail : chang@mokwon.ac.kr

요약

투명전극은 비저항이 $1 \times 10^{-3} \Omega/\text{cm}$ 이하, 면저항이 $10^3 \Omega/\text{sq}$ 이하로 전기전도성이 우수하고 380에서 780nm의 가시광선 영역에서의 투과율이 80% 이상이라는 두 가지 성질을 만족시키는 박막이다. 기존의 평판디스플레이의 경우, 금속 산화물 투명전극이 진공 증착 공정을 통해 도포된 유리기판상의 각 화소를 포토리소그래피 공정으로 제조된 박막트랜지스터(TFT : Thin Film Transistor)로 제어함으로써 화상을 구현한다. 본 연구에서는 스퍼터링 진공 증착 장치를 이용하여 투명 도전막(ITO: Indium Tin Oxide)을 제작하고 제작된 ITO 박막의 광 및 전기 그리고 물리적 특성을 조사하여 최상의 공정 조건을 확립하였다. a-Si:H 박막위에 형성되는 ITO 박막은 a-Si:H 박막의 특성상 온도 및 스퍼터링 전력에 대한 연구가 주요 문제이다. 본 실험에서는 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$ 의 조성비는 90:10 wt% 인 타겟의 특성이 우수하였고, Ar: O_2 의 분압비는 100:1 및 42:8 의 조건이 적당하였으며, 온도는 200°C 가장 우수한 특성을 얻을 수 있었다. 200°C 는 비정질 실리콘의 성능에 좋은 영향을 미치는 온도이며, 알려진 것과 같이 23°C 즉 실온의 경우에 비해 막의 균질성 및 특성이 우수한 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 제작한 박막은 광 투과도가 90% 이상, 비저항이 $300 \mu\Omega\text{cm}$ 이하의 특성을 갖게되어 이미지센서, 태양전지, 액정 텔레비전등 빛의 통과와 전도성등 두가지 특성에 동시에 만족 될만한 성능을 가질 수 있음을 확인하였다.

키워드

스퍼터링 진공 증착 장치, 투명 도전막, 광투과도, 조성비, 비저항이

1. 서론

ITO(indium tin oxide)박막은 면저항(sheet resistance)이 10~1K Ω/sq 의 값으로 조건에 따라 다르며, 광투과도(transmittance)가 90% 이상의 값이 요구된다. 일반적으로 박막의 제작에는 저항 가열법(thermal evaporation) 과 전자선 가열법(electron beam evaporation) 그리고 스퍼터링(sputtering) 법의 물리적 증착(physical evaporation) 과 화학적 증착(chemical deposition)으로 나뉜다. 스퍼터링(sputtering)이란 힘이 있는 즉, 에너지틱(energetic)한 입자를 고체물질의 표면에 충돌시켜 표면으로부터 원자(Atom)나 분자(Molecule)를 여기 시킨 것으

로 제 4의 불이라고 하는 플라즈마(Plasma)를 이용한다.

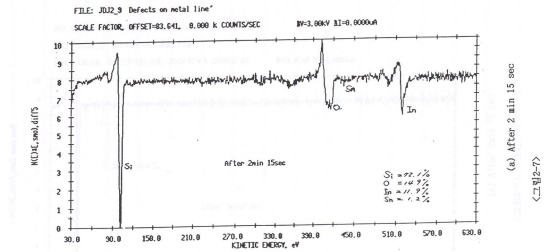
이 플라즈마는 양성이온(Ion)과 전자(Electron)가 같은 수로 중성원자 또는 분자와 혼합되어 있는 상태이고, 이 플라즈마를 얻기 위해 그로우 방전(Glow discharge)에서 Ar 가스와 반응가스(reactive gas)를 이용하여 단일불질과 화합물 등의 박막을 제작하는 방법이다. 이 경우 스퍼터링 수율(sputtering yield)을 고려하면 타겟(Target)의 species와 bombarding species 그리고 에너지와 입사각(incident angle)에 의존한다. 이 일들은 bombarding 입자의 질량이 타겟 원자 또는 분자의 질량 보다 크거나 같을 때 최대가 된다.

본 연구에서는 투명 도전막인 ITO(indium tin

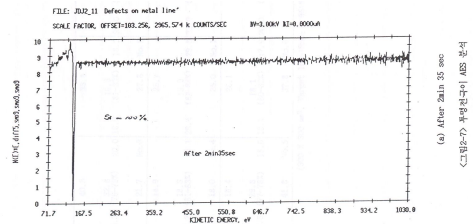
oxide)박막을 형성하기 위하여 DC magnetron sputtering 진공증착장비를 사용하였다. 우수한 투명 도전 박막을 형성하기 위하여 DC magnetron sputtering 진공증착장비의 최적 증착조건을 구하고자 한다. 이를 위하여 여러 실험조건(증착온도와 가스유량의 변화 그리고 증착 rf power density, chamber pressure 등)에서 행한 실험을 여러 분석 장비를 통하여 가장 우수한 특성을 갖게 되는 증착조건을 확립하였다.

2. 박막특성 및 결과

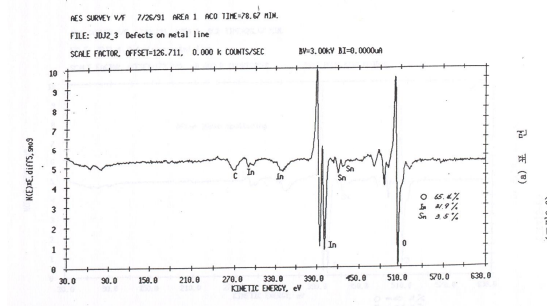
스퍼터링 장치를 이용하여 투명도전막을 제작하고 광 및 전기 그리고 물성측정을 하였다. 크게 Ar:O₂의 분압비 그리고 온도 의존성으로 나눌 수가 있는데 가장 좋은 조건에서 In₂O₃과 SnO₂의 조성비가 90:10 wt%인 것을 사용한 결과 Ar:O₂의 분압비가 100:1, 42:8 인 것 그리고 온도 의존성으로는 200℃의 값은 비정질 실리콘의 온도에 대한 성능 저하를 고려한 온도이며, 알려진 것과 같이 23℃즉, 실온의 경우에 비해 막의 균질성 및 특성이 우수한 것을 알 수 있다.



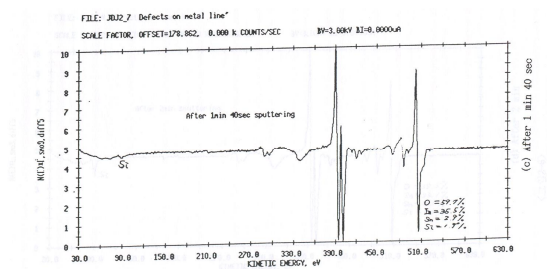
그림(4-1-c) 제조된 ITO 박막 표면의 2분 15초 스퍼터 에칭후의 AES데이터



그림(4-1-d) 제조된 ITO 박막 표면의 2분 35초 스퍼터 에칭후의 AES데이터



그림(4-1-a) 제조된 ITO 박막의 표면의 AES데이터



그림(4-1-b) 제조된 ITO 박막 표면의 1분 40초 스퍼터 에칭후의 AES데이터

AES를 통해 분석한 (그림4-1) 투명전극의 표면에서 In₂O₃는 32% SnO₂는 3.5%인 것을 확인 할 수 있었다. 각각의 그림에서 그림(4-1-a)는 표면, 그림(4-1-b)는 1분 40초 스퍼터 에칭후, 그림(4-1-c)는 2분 15초 스퍼터 에칭후, 그림(4-1-f)는 2분 35초 스퍼터 에칭후 AES 데이터를 나타낸다. 광투과도의 경우는 Ar:O₂의 분압비와 가판온도에 밀접한 관계가 있는 것을 알 수 있었다. 또한 기판온도는 450~500℃의 것이 더욱 우수하다고 보고되었으나, LCD 나 이미지센서의 투명전극으로 사용하기 위해서는 이 정도의 고온으로도 아몰퍼스 실리콘박막을 손상시킬 수 있으므로 제작 특성상 사용할 수 없다. 투명전극의 특성은 마그네트론의 영향으로 타겟의 조성비가 90:10인 경우 타겟 표면의 O₂ 분포가 좋으므로 확인 된다고 하겠다.

참고문헌

- (1) Y.Okubo, T. Nakgiri, Y. Osada, M. Sugata, N. Kitahara, and Hatanaka, " Large scale LCD's addressed by a-Si:H TFT array", SID,pp.40-41,1982
- (2) Ronald R. Troutaman, "Forecasting Array Yields for Large Area TFT LCD's" SID Vol. 21, pp. 197-200,1990
- (3) Karl Kempter, "Large Area Electronics Based on Amorphous Silicon" Festkorper problem 27, pp. 279-305, 1987
- (4) S. Kawai, N. Takagi, T. Kodama, K. Asama, and S. Yangisa, "Amorphous Silicon TFT for LCD panel", SID, pp. 42-43, 1982
- (5) Y. Hamakawa, "Amorphous semiconductor technologies and devices", OHM. North Holand, 1983
- (6) Yutaka Ishii, Yutaka Takafuki and Tomio Wada, "High Performance a-Si TFT array for LCD Device" SID International conference, pp. 295-296, 1985
- (7) 황인철, 김석범, "ITO 투명도전막의 제조 조건에 따른 특성 변화" 산업기술종합연구소 논문집 , 제 17권 , pp.395-401 , 1999
- (8) Glliott Schlam, "Status of Flat Panel Display", SID Vol. 11 May. pp. F-1-1-40, 1990
- (9) 장진, "평판 디스플레이의 현황과 전망" 기계저널, 41권 5호 , pp.30-36 , 2001