

열적 유기금속 화학증착법을 이용한 불소 혼입된 산화주석 박막 제조

이상운, 배정운*, 송국현**, 박정일**, 박광자**, 윤천호
명지대학교, *성균관대학교, **국립기술품질원

1. 서론

투명전도성 물질은 가시선 영역에서 높은 광학적 투과도와 높은 전기적 전도도란 두 가지 특성을 동시에 지니고 있다. 전자기 이론에 의하면 광자는 높은 밀도의 전하운 반자에 의해 강하게 흡수되기 때문에 높은 전기적 전도도와 광학적 투과도는 상호 배타적인 성질을 보여준다. 이들 각각의 특성이 양호한 물질은 다양하나 두가지 특성을 동시에 지닌 물질은 희귀하며, 지금까지 연구개발된 투명전도막은 이 두가지 성질이 잘 절충된 것으로 알려져 왔다. 이러한 물질 중 Zn, Cd, In 및 Sn의 산화물과 불순물이 혼입된 산화물 등이 투명전도성 박막으로 주로 이용되어 왔다. 이들은 가시선 및 근적외선 영역에서 높은 광투과도와 적외선 영역에서의 높은 반사도를 보여주며 비교적 높은 전기적 전도도를 나타내는 반도체 산화물이다. 투명전도성 박막으로 가장 많이 사용되는 물질은 zinc oxide, indium tin oxide 그리고 tin oxide 등이 있다. indium tin oxide는 tin oxide와 zinc oxide에 비해 높은 전기전도성과 투과도를 가지고 있으나 높은 생산비용으로 인해 디스플레이 소자와 같은 고부가가치 장치에만 이용되고 있다. 또한 ITO는 수소 플라즈마 환경에서 수소와의 환원반응이 저온에서도 쉽게 일어나 광학적 투과율이 급격히 떨어지는 단점이 있다. 본 연구가 a-Si 태양전지에 쓰이는 투명전극을 목적으로하고 있으며, 실리콘을 증착하는 방법으로 가장 널리 쓰이는 증착법이 silnae을 사용한 PECVD법임을 고려할 때 ITO는 적합하지 못하다. 반면 산화주석막은 플라즈마에 대한 내성이 우수할 뿐 아니라 전기전도성과 광학적 투과도 또한 ITO에 비교될 만한 성질을 가지고 있어 태양전지에의 적용 뿐 아니라 다른 소자에의 사용 가능성이 매우 높다.

2. 실험 방법

여러 투명 전도막 중 산화주석 박막은 전기적인 성질과 광투과성이 우수하며 화학적으로 안정하여 투명 전도막 재료로의 이용 가능성이 높다. 산화 주석막의 높은 전

도성은 산소공극과 불순물의 혼입에 기인된다고 알려져 있다. 이에 이번 실험에서는 산화 주석박막을 산소 분위기 하에서 사메틸주석($(\text{CH}_3)_4\text{Sn}$)을 사용하여 유리 기판위에 얻었다. 산화 주석 박막을 기판온도, 각 기체의 분압 등을 변화 시켜 얻었고, 이 비화학적당량비를 가지는 박막에 불소를 혼입시키기 위하여 전구 물질로는 HFC 가스를 사용하였고 HFC 가스분압 변화에 따른 전기적 성질의 변화를 관찰하였다.

증착된 박막의 특성을 측정하기 위하여 박막의 두께는 측정식법, 저항은 사점탐침법, 투과도와 반사도는 UV-VIS-NIR 분광법, 결정성은 XRD 등을 이용하였다. 불소 혼입된 산화주석 박막의 비저항과 이동도 그리고 전하운반자 농도등 전기적 성질을 측정하기 위하여 Hall 측정 장비를 사용하였다.

3. 결과 요약

열화학증착법(thermal-CVD)을 이용하여 투명전도성 산화주석 박막을 유리 기판상에 제조하였다. 증착온도에 따른 증착속도를 이용하여 활성화 에너지를 구하였다. 얻어진 활성화 에너지는 112.04 kJ/mol 이었다. CVD공정의 주요한 조절변수인 증착온도, 증착시간, 증착압력과 반응기체인 사메틸주석과 산소의 유속을 변화시키며 각 변수들에 의한 증착속도, 광학적 투과도 및 결정구조, 전하 운반자 농도, 이동도를 포함하는 전기적 성질의 상관관계를 살펴보았다. 실험을 통해 박막성장의 제일 중요한 조절인자는 증착온도인 것으로 나타났으며, 두 반응 기체 중 반응속도 및 전기적 성질에 영향을 미치는 것은 TMT의 부분압력임이 드러났다. 최적화된 증착조건은 증착온도 $460 \text{ }^\circ\text{C}$ 산소 분압, 3.0 torr TMT의 분압, 2.7 torr 이었다. 최적조건에서 제조된 산화주석 박막은 $2 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 비저항과 80%의 가시선 투과도를 나타냈으며, 불소를 혼입할 경우 산화주석 박막은 $6 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 비저항을 나타내었다.

참고 문헌

1. Z. M. Jazebnski : Phys. Stat. Sol., A71 (1982) 13
2. K. L. Chapra, S. Major and D.K. Pandya : Thin Solid Films 102 (1983) 1
3. H. Prakash : Prog. Cryst. Growth Charact., 371 (1983)
4. Belanger D, Dodelet JP, Lombos BA and dickson JI : J. Electrochem. Soc., 13 (1985) 1398
5. S. G. Sanon, R. Rup and A. Mansigh : Thin Solid Films 190 (1990) 287
6. T. P. Chow, M. Ghezso and B. J. Baliga, J. Electrochem. Soc. 129 (1982) 1041