

## Structural and Optical Properties of Sol-gel Derived ZnO:Cu Films

배지환, 박준수, 조신희

신라대학교

최근 단파장 광전 소자와 고출력 고주파 전자 소자에 대한 수요 때문에 넓은 밴드갭 에너지를 갖는 반도체에 관심이 많다. 이 중에서, ZnO는 우수한 화학 및 역학적 안정성, 수소 플라즈마 내구성과 저가 제조의 장점 때문에 광전자 소자 개발 분야에 적합한 산화물 투명 전극으로 관심을 끌고 있다. 불순물이 도핑되지 않은 ZnO는 본질적으로 산소 빈자리 (vacancy)와 아연 격자틈새 (interstitial)와 같은 자체의 결함으로 말미암아 n형의 극성을 갖기 때문에, 반도체 소자로 응용하기 위해서는 도핑 운반자의 농도와 전도성을 제어하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 박막 제조시 제어성, 안정성과 용이하게 성장이 가능한 졸겔 (sol-gel) 방법을 사용하여 사파이어와 석영 기판 위에 Cu가 도핑된 ZnO 박막을 성장시켰으며, 그것의 구조, 표면 형상, 평균 투과율, 광학 밴드갭 에너지를 계산하였다. 특히, Cu의 몰 비를 0, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07, 0.1 mol로 변화시키면서 ZnO:Cu 박막을 성장시켰다. ZnO:Cu 졸은 zinc acetate dihydrate, 2-methoxyethanol (용매), momoethanolamine (MEA, 안정제)을 사용하여 제조하였다. 상온에서 2-methoxyethanol과 MEA가 혼합된 용액에 zinc acetate dihydrate (Zn)을 용해시켰다. 이때 MEA와 Zn의 몰 비는 1로 유지하였다. 이 용액을 60°C 가열판 (hot plate)에서 24 h 동안 자석으로 휘젓으며 혼합하여 맑고 균일한 용액을 얻었다. 이 용액을 3000 rpm 속도로 회전하는 스피ن 코터기의 상부에 장착된 사파이어와 석영 기판 위에 주사기 (syringe)를 사용하여 한 방울 떨어뜨려 30 s 동안 스피닝 한 다음, 용매를 증발시키고 유기물 찌꺼기를 제거하기 위하여 300°C에서 10분 동안 건조시킨다. 기판 위에 코팅하는 작업에서 부터 건조 작업까지를 10회 반복한 다음에, 1 h 동안 전기로에 장입하여 석영 기판 위에 증착된 시료는 550°C에서, 사파이어 기판은 700°C에서 열처리를 수행하였다. Cu의 몰 비 0, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07, 1로 성장된 ZnO:Cu 박막에 대한 x선 회절 분석의 결과에 의하면, 모든 ZnO:Cu 박막의 경우에 관측된 34.3°의 피크는 ZnO (002) 면에서 발생된 회절 패턴을 나타낸다. 이것은 JCPDS #80-0075에 제시된 회절상과 일치하였으며, ZnO:Cu 박막이 기판에 수직인 c-축을 따라 우선 배향됨을 나타낸다. 사파이어 기판 위에 증착된 박막의 경우에, Cu의 몰 비가 점점 증가함에 따라 (002)면 회절 피크의 세기는 전반적으로 증가하여 0.07 mol에서 최대를 나타내었으나, 석영 기판 위에 증착된 박막의 경우에는 0.05 mol에서 최대를 보였다. 외선-가시광 분광계를 사용하여 서로 다른 Cu의 몰 비로 성장된 ZnO:Cu 박막에서 광학 흡수율 (absorbance) 스펙트럼을 측정하였으며, 이 데이터를 사용하여 평균 투과율을 계산한 결과, 투과율은 Cu의 몰 비에 따라 현저한 차이를 나타내었다. Cu의 몰 비가 0.07 mol일 때 평균 투과율은 80%로 가장 높았으며, 0.03 mol에서는 30%로 최소이었다. 광학 밴드갭 에너지는 Tauc 모델을 사용하여 계산하였고, 결정 입자의 형상과 크기와의 상관 관계를 조사하였다.

Keywords: Sol-gel, 박막

