

p-형 산화물 반도체 Cu₂O 박막의 전기화학증착 및 도핑 연구Electrodeposition of p-type oxide Cu₂O thin films and their doping properties

백승기, 조형균^{a*}
^{a*}성균관대학교 신소재공학부

초 록: p형 자원 친화형 산화물 기반 능동형 층 성장에 대한 연구는 아직 개발 초기 단계이다. Cu₂O는 이러한 자원 친화형 저가 p형 산화물 중 하나로서 다양한 광학 응용분야에 있어 적용되고 있으며 특히 저가형 증착법인 전기증착법을 통해 형성시킨다면 가격 절감을 극대화시킬 수 있다. 하지만 낮은 전도성으로 인해 전자소자에는 적용시키기 어렵다는 단점이 있기 때문에 본 연구팀은 5족 물질인 Antimony 를 Cu₂O의 p형 도펀트로 적용시켜 전기적 구조적 특성을 개선시키고자 하였다. 결과적으로 [111] 방향으로 높은 우선배향성을 갖고 전도성이 향상된 Sb-Cu₂O 박막을 확인하였다.

1. 서론

Cu₂O는 비화학양론적으로 p형 물질¹로서 전기적 특성이 구리 공공과 산소 침입형 원자와 관련이 있으며 자원이 풍부하며 흡수 계수가 높기 때문에 태양전지, 물분해 광양극 소재 등 다양한 광전자 소자에 응용이 된다.^{2,3} Cu₂O 박막의 가격 절감을 극대화시키기 위해서 대면적 증착이 가능한 저가 공정의 전기 증착법을 활용할 수 있어 많은 연구 기관에서 전기증착법으로 성장된 Cu₂O 기반 태양전지 연구를 진행하고 있다. 그러나 이러한 Cu₂O 박막은 용액 기반의 비진공 공정으로 인해 비저항이 10⁶ Ω-cm으로 매우 높고 캐리어 농도가 낮다. 이러한 전기적 특성을 개선시키기 위해 본 연구팀은 최초로 용액 기반 공정 내에서 5족 물질인 Sb를 첨가하여 Cu₂O 박막을 성장하였다.

2. 본론

본 연구에서는 전기 증착법으로 Cu₂O를 pH 11, -0.4V, 60°C 조건에서 성장하였으며 추가적으로 Sb를 1at% 첨가하였을 때 박막의 특성을 분석하고 광센서 소자를 제작하여 특성을 평가하였다. 전기 증착법으로 성장 될 때 Sb의 유무에 따른 정전압법 전류-시간 그래프와 선형주사전위 그래프를 통해 박막 성장 메커니즘을 확인하였고 Sb에 의해 반응의 전류밀도 및 전위값이 변화하여 Sb-Cu₂O는 기존 Cu₂O와 다르게 수직으로 정렬된 형태의 구조를 보임을 투과전자현미경 (TEM)을 통해 확인하였다.

3. 결론

본 연구에서는 기존 Cu₂O 박막의 전기적 구조적 특성의 한계를 개선시키기 위한 Sb 첨가에 관한 실험을 진행하였고 그 결과 수직 정렬된 Sb-Cu₂O 박막을 구현하였다. Sb-Cu₂O 박막은 TEM, X선 회절 분석기로 특성 분석 결과 결정성이 Cu₂O 대비 수십배가 증가하였고 홀 측정을 통한 전기적 특성 평가에서도 개선된 전기적 특성 결과가 확인되었다. 또한 적외선-가시광선 분광분석기로 투과도 측정을 한 결과 가시광선 영역에서 70% 이상의 높은 투과율을 보였다. 이러한 특성을 갖는 Sb-Cu₂O 박막을 광센서 소자로 적용해본 결과 기존 Cu₂O에서는 보이지 않았던 가시광선 영역에서의 빛에 대한 반응이 확인되었다.

참고문헌

1. E. Fortunato, V. Figueiredo, P. Barquinha, E. Elamurugu, R. Barros, G. Gonçalves, S. K. Park, C. S. Hwang, and R. Martins, *App. Phys. Lett.* Vol. 96, No. 19, p. 192102 (2010)
2. Y. S. Lee, D. Chua, R. E. Brandt, S. C. Siah, J. V. Li, J. P. Mailoa, S. W. Lee, R. G. Gordon, and T. Buonassisi. *Adv. Mater.* Vol. 26, p. 4704 (2014)
3. A. Paracchino, V. Laporte, K. Sivula, M. Grätzel and E. Thimsen. *Nat. Mater.* Vol. 10, 456 (2011)