

Atomic Layer Deposition을 이용한 ZnO 박막공정 및 응용

Atomic Layer Deposition of ZnO Thin Films and its Application to Photovoltaic Devices

윤은영^a, 이우재^b, 광원섭^b, 이영주^c, 권정대^c, 권세훈^{a,b,*}^a부산대학교 재료공학과(E-mail : sehun@pusan.ac.kr), ^b부산대학교 융합학부, ^c재료연구소 표면기술연구본부

초 록: Atomic layer deposition 방법으로 증착시킨 ZnO 박막은 다양한 종류의 태양전지에서 TCO, Buffer Layer 등 다양한 층에 활용될 수 있어 최근 많은 주목을 받고 있다. 각 적용분야에 필요한 요구조건에 따라 ZnO의 다양한 물리/화학적 특성은 이에 맞도록 조절될 필요가 있으며, 이는 ALD 공정을 통해 ZnO를 증착할 때도 마찬가지이다. 본 발표에서는 ALD를 이용한 ZnO 공정에서 이러한 물리/화학적 특성을 조절하기 위하여 시도되고 있는 precursor/reactant의 선정, 공정조건의 조절, 새로운 precursor의 적용 예를 들고, 특히 전기적 특성에 초점을 맞추어 이들이 증착된 ZnO 박막 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

1. 서론

ZnO는 II-VI족 화합물 반도체의 대표적인 물질로서 여러 가지 우수한 성질을 가지고 있다. 따라서, ZnO는 가스 센서, 변환기, 태양전지, 광전자 소자, LED, 표면 탄성과 소자 및 투명 전극에 응용되고 있다. 특히 최근 대면적 균일성과 정밀한 두께 조절 용이성 및 우수한 박막특성 등으로 인하여 태양전지에 ALD-ZnO 공정을 적용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 ALD-ZnO의 응용은 값비싼 In 기반의 ITO 계 투명산화물전극의 대체, 독성이 높은 Cd-free 공정을 위한 buffer layer 적용, 나노구조의 photoanode 층 등 다양한 종류의 태양전지와 층에 대해 이루어지고 있다. 최근까지 대부분의 경우 Al, Ti등의 여러 물질을 doping시킴으로써 낮은 저항을 갖도록 하는 연구에 치중되어져 왔으나, ALD-ZnO의 응용분야의 요구조건에 맞도록 이들의 물리/화학적 특성을 변화시키기 위한 연구는 현재까지 많이 이루어지지 못하고 있다.

2. 본론

본 연구에서는 DEZ 및 DEZDMEA 전구체와 다양한 reactant(H₂O₂, H₂O 등)를 이용하여 기판온도를 100도에서 200까지 변화시키면서 ZnO를 증착하였다. 모든 반응물(H₂O, H₂O₂)는 10도로 유지하였으며 공정 압력은 0.1torr에서 증착이 진행되었고, 공정동안 연속적으로 챔버내로 50sccm의 질소(N₂)를 주입하였다. 또한, precursor와 oxidant의 주입량을 변화시키기 위해 일부 실험에서는 이들의 온도를 가열을 통해 증가시켰다. ZnO 박막을 형성시키기 위한 한 사이클은 DEZ 주입-purge-reactant(H₂O, H₂O₂)주입-purge 단계로 이루어져 있고 각각 1초-10초-2초-10초로 실험을 진행하였다. 전기적 저항의 측정은 4 point-probe와 hall measurement를 통해 5회 이상 측정하여 신뢰도를 높였으며, XRD와 HRTEM을 통한 박막의 결정구조 분석과 PL 특성 분석을 통해 defect 분석을 진행하여 전기적 저항과의 연관관계를 밝혀내었으며, 증착 parameter와 전기적 저항간 mapping을 통해 나타내었다.

3. 결론

ALD를 통해 증착한 ZnO 박막은 precursor/reactant의 조합, 증착온도, doping 및 plasma를 통한 후처리 등을 통해 전기적 저항을 조절할 수 있었다. 그러나, 응용분야 및 기판 특성에 따라 ALD-ZnO 공정은 다르게 적용될 필요가 있었으며, 응용분야에 따른 요구조건에 따라 낮은 저항 또는 높은 저항을 가지더라도 ZnO 박막내 결함 특성에 따라 태양전지에서 효율을 낮게 낮출 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

1. Ümit. Özgür, Daniel. Hofstetter, and Hadis. Morkoc, "ZnO devices and applications: a review of current status and future prospects" Proceedings of the IEEE, vol. 98, No. 7, pp. 1255-1268, 2010.
2. Yo-Sep Min, Cheng Jin An, Seong Keun Kim, Jaewon Song, and Cheol Seong Hwang "Growth and Characterization of Conducting ZnO Thin Films by Atomic Layer Deposition" Bull. Korean Chem. Soc. 2010, Vol. 31, No. 9 2503.
3. D. Kim, H. Kang, J.-M. Kim, and H. Kim, "The properties of plasma-enhanced atomic layer deposition (ALD) ZnO thin films and comparison with thermal ALD" Appl. Surf. Sci. 257, 3776-3779, February 2011.
4. A Shimizu, S Chaisitsak, T Sugiyama, A Yamada, M Konagai, "Zinc-based buffer layer in the Cu(InGa)Se₂ thin film solar cells" Thin Solid Films 361-362 (2000) 193-197.