

ALD를 이용한 ZnO 기반 박막물질의 광전소자로의 응용

Application of ZnO-based ALD processes for photovoltaic devices

이우재^a, 윤은영^a, 권정대^b, 권세훈^{a,*}

^a부산대학교 재료공학부(E-mail : sehun@pusan.ac.kr), ^b재료연구소 표면기술연구본부

초 록: Atomic layer deposition (ALD) 방법으로 증착시킨 ZnO 기반의 박막물질들을 다양한 종류의 태양전지에서 TCO, Buffer Layer 등으로 활용하기 위한 노력이 최근 이루어지고 있다. 본 발표에서는 ALD를 이용한 ZnO 기반 박막물질들의 광전소자로의 적용을 위한 요구물성을 맞추기 위한 precursor/reactant의 selection을 포함한 공정 parameter가 박막의 물성에 미치는 영향 및 생산성 향상을 위한 ALD 공정장치 개발 예를 소개하고, 광전소자 특성에 미치는 영향을 살펴보았다.

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 ALD 공정은 대면적의 기관에서 정밀한 두께제어와 함께 높은 균일도 구현이 가능한 장점과 함께, 최근 ALD 공정의 낮은 생산성 문제를 해결하기 위한 다양한 공정장비 및 공정기술 개발로 인해 산업적 응용가능성이 날로 높아지고 있으며, 다양한 광전소자에 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.

2. 본론

최근까지 대부분의 ALD를 이용한 ZnO 박막에 대한 연구는 Al, Ti등의 여러 물질을 doping시킴으로서 낮은 저항을 갖도록 하는 연구에 치중되어져 왔으나, ALD-ZnO의 응용분야의 요구조건에 맞도록 이들의 전기/광학적 특성을 변화시키기 위한 연구는 현재까지 많이 이루어지지 못하고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 ZnO 박막을 DEZ 및 DEZDMEA 전구체와 다양한 oxidant(H₂O₂, H₂O 등)를 이용하여 증착하였다. 광전소자에 활용가능한 ZnO 기반 박막물질들의 상이한 요구 특성을 만족시키기 위하여, 이러한 precursor/reactant의 조절과 함께 pulsing time/pressure를 포함한 증착 parameter들과 함께, ALD directed doping과 후속 열처리등에 의하여 ZnO 기반 물질들의 전기/광학적 특성들을 조절하였다. 이와 더불어, 기존 ALD 공정의 낮은 생산성 문제를 해결하기 위한 대면적/대용량 공정 장비 기술 발전에 따른 산업적 응용분야에 대해 알아보았다.

3. 결론

ALD를 통해 증착한 ZnO 박막은 precursor/reactant의 조합, 증착온도, doping 및 plasma를 통한 후처리 등을 통해 전기적 저항을 조절할 수 있었다. 응용분야 및 기관 특성에 따라 ALD-ZnO 공정은 다르게 적용될 필요가 있었으며, 산업적 응용을 위해 적용 분야에 따른 상이한 요구특성을 만족시키기 위한 체계적인 공정기술 및 장비 기술 개발이 필요함을 알 수 있었다.

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.