

Al 도핑 농도에 따른 Al-doped Cd_{0.5}Zn_{0.5}O 박막의 광학적·구조적 특성

Optical and structural properties of Al-doped CdZnO thin films with different Al concentrations

박형길^{a*}, 남기웅^a, 윤현식^a, 김소아람^b, 김민수^b, 임재영^{ab}

^a인제대학교 나노공학부(zonek7@hanmail.net), ^b인제대학교 나노메뉴팩처링연구소 나노시스템공학과

초 록

Al 농도를 0 부터 2 at.% 까지 조절하여 도핑된 Cd_{0.5}Zn_{0.5}O 박막을 석영 기판 위에 성장하였다. Al 도핑된 Cd_{0.5}Zn_{0.5}O 박막의 구조적, 광학적 특성을 조사하기 위해 field-emission scanning electron microscopy, X-ray diffraction (XRD), photoluminescence (PL), 그리고 ultraviolet-visible (UV) spectroscopy를 사용하였다. 광학적 밴드갭은 Al 도핑 농도가 증가함에 따라 2.874 (0 at.%), 2.874 (0.5 at.%), 3.029 (1.0 at.%), 3.038 (1.5 at.%), 3.081 eV (2.0 at.%)로 증가하였다. Urbach energy는 도핑 농도에 따라 각각 464 (0 at.%), 585 (0.5 at.%), 571 (1.0 at.%), 600 (1.5 at.%), 470 meV (2.0 at.%)이었다. 또한, Al 농도가 증가함에 따라 Cd_{0.5}Zn_{0.5}O 박막의 표면, 구조적 및 광학적 특성이 크게 변화되었다.

1. 서론

투명전도성 산화물 박막인 ZnO와 CdO의 밴드갭 에너지는 각각 3.37 eV, 2.3 eV이며 태양전지와 광전소자 등의 응용분야에서 특히 각광을 받고 있다. 일반적으로 태양전지와 광전소자에 응용하기 위해서는 양자 우물과 같은 에너지 밴드갭 조절 기술이 중요하다. 이러한 관점에서 ZnO에 Cd를 합성함으로써 밴드갭을 조절이 가능하다. 최근 순수한 산화물 박막보다는 Al, Ga, In 과 같은 불순물을 도핑하여 산화물 박막의 구조적, 광학적 특성을 향상시키는 많은 연구가 이루어지고 있다. 이러한 여러 가지 n형 불순물 중에서 Al이 비교적 가격이 저렴하고 투명도와 전도성이 뛰어나기 때문에 많은 장점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 Cd_{0.5}Zn_{0.5}O 박막에 Al 농도를 변화시켜 도핑하였고, Al 농도에 따른 Al-doped Cd_{0.5}Zn_{0.5}O 박막의 표면, 구조적 및 광학적 특성에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

2. 본론

UV spectroscopy를 이용하여 광투과도를 측정된 결과, 가시광 영역에서 Al 농도가 1.5 at.%일 때까지 증가함에 따라 광투과도가 감소하는 반면, 2 at.%로 도핑했을 시 광투과도는 증가하는 것을 관찰하였다. 자외선 영역에서 나타나는 광흡수대는 Al 도핑에 의해 청색편이 하였다. 게다가 Al 도핑 농도가 증가함에 따라 광학적 밴드갭은 2.874 (0 at.%), 2.874 (0.5 at.%), 3.029 (1.0 at.%), 3.038 (1.5 at.%), 3.081 eV (2.0 at.%)로 증가하였다. 이는 Burstein-Moss theory에 따르면 Al 도핑이 자유 캐리어의 수를 증가 시켜 페르미 레벨이 전도대로 이동되며 밴드갭을 확장시키는 것을 의미한다. 도핑 농도에 따른 Urbach energy는 464 (0 at.%), 585 (0.5 at.%), 571 (1.0 at.%), 600 (1.5 at.%), 470 meV (2.0 at.%)로 CdZnO에 Al이 도핑 되면서 증가하였다. 뿐만 아니라, Al 농도가 증가함에 따라 Cd_{0.5}Zn_{0.5}O 박막의 표면, 구조적 및 광학적 특성이 크게 변화되었다.

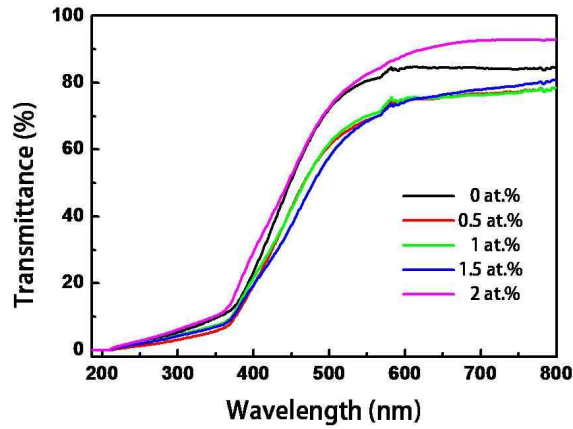


Fig. 1. Transmittance of the Al-doped CdZnO thin films with different Al contents.

3. 결론

Al-doped $\text{Cd}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{O}$ 박막의 Al 도핑 농도가 증가함에 따라, $\text{Cd}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{O}$ 박막의 광학적 밴드갭이 점차적으로 증가하였다. 이것은 Burstein-Moss theory에 근거하여¹⁾, Al 도핑에 따른 캐리어 농도의 증가에 의한 것이다. 또한 Al-doped $\text{Cd}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{O}$ 박막의 Al 도핑 농도가 2 at.% 일 때, 약 94%의 높은 광투과도를 나타냈다. 뿐만 아니라, Al 농도가 증가함에 따라 $\text{Cd}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{O}$ 박막의 표면, 구조적 및 광학적 특성이 크게 변화되었다.

참고문헌

1. T. S. Moss, Proc. Phys. Soc. B **67** (1954) 775.