

NT-P011

### Novel Deposition Technique of ZnO:Al Transparent Conduction Oxide Layer on Chemically Etched Glass Substrates for High-haze Textured Surface

Hyeongsik Park<sup>1</sup>, Jeong-Hyeok Pak<sup>2</sup>, Myunghoon Shin<sup>2</sup>, Sungjae Bong<sup>1</sup>, Junsin Yi<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>School of Electronic Electrical Engineering, College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746, <sup>2</sup>School of Electronics Telecommunications and Computer Engineering, Korea Aerospace University, Goyang, 440-746, <sup>3</sup>Department of Energy Science, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746, Korea

For high performance thin film solar cells, texturing surface, enhancing the optical absorption path, is pretty important. Textured ZnO:Al transparent oxide layer of high haze is commonly used in Si thin film solar cells. In this paper, novel deposition method for aluminum doped zinc oxide (ZnO:Al) on glass substrates is presented to improve the haze property. The broccoli structure of ZnO:Al layer was formed on chemically etched glass substrates, which showed high haze value on a wide wavelength range. The etching condition of the glass substrates can change not only the haze values of the ZnO:Al of in-situ growth but also the electrical and optical properties of the deposited ZnO:Al films. The etching mechanism of the glass substrate affecting on the surface morphology of the glass will be discussed, which resulted in variation of texture of ZnO:Al layer. The optical properties of substrate morphology were also analyzed with EDS and FTIR results. As a result, the high haze value of 85.4% was obtained in the wavelength range of 300 nm to 1100 nm. Furthermore, low sheet resistance of about 5~18 ohm/sq was achieved for different surface morphologies of the ZnO:Al films.

**Keywords:** ZnO:Al film, high-haze textured surface, sputter

NT-P012

### High Contrast Grating 구조체를 이용한 빛의 제어

김준영<sup>1,2</sup>, 연규혁<sup>1</sup>, 김지훈<sup>1</sup>, 조운조<sup>1</sup>, 김영동<sup>2</sup>, 송진동<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연구원 광전융합센터, <sup>2</sup>경희대학교 물리학과 및 나노광물성 연구실

Wavefront control은 렌즈, 거울 등을 포함한 많은 광학소자를 대체할 수 있는 기술이며, 이는 광 직접 소자 개발에 매우 유용하다. 기존의 Distributed bragg reflector (DBR) 구조의 경우 lattice mismatch, 낮은 효율, 작은 굴절률 차이의 물질만을 사용해야 하는 문제 등으로 광 직접 소자에의 적용에는 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 한계점을 극복하고, 더 나아가 광학소자 구조 내에서의 빛의 거동을 조절하기 위해서 High-index contrast grating (HCG), 즉, 큰 굴절률 차이가 나는 물질로 이루어진 격자 구조 내의 빛이 가지는 waveguide 특성에 대한 연구가 수행되었다. 굴절률 차이가 큰 물질을 sub-wavelength의 주기적인 혹은 비주기적인 격자 구조로 만듦으로써 투과된 빛의 투과도와 위상 등을 조절할 수 있고 이를 통해 빛의 초점 거리, 휘어짐을 조절 할 수 있다. HCG 구조 내의 빛의 거동을 Rigorous coupled wave analysis (RCWA) 및 Finite element method (FEM) 계산을 이용하여 시뮬레이션 하였다. RCWA 계산을 통해 주기 격자구조의 투과도 및 반사도, 빛의 위상을 계산하여 비주기를 갖는 전체적인 HCG 구조를 결정하였고, FEM 계산을 통하여 그 구조 내에서 빛의 거동을 시뮬레이션 하였다. 1,300 nm 파장의 빛이 광원으로 사용되었고 시뮬레이션을 위해 낮은 굴절률의 물질로 ITO, 높은 굴절률의 물질로는 Si이 사용되었다. 15 μm 포커싱, 7.91°의 휘어짐을 시뮬레이션 하였고, 실제 소자 공정을 하여 제작한 후, 광 측정 결과 포커싱은 15 μm, 휘어짐은 4.5~6.5°를 확인하였다. 이러한 결과를 바탕으로 HCG 구조체를 통하여 빛의 엔지니어링이 가능함을 알 수 있었다. HCG 구조체는 빛이 투과하는 광학 소자의 전반에 적용이 가능하며 더 나아가 인위적인 빛의 엔지니어링이 가능함을 시사한다.

**Keywords:** High contrast grating, wavefront control, waveguide, RCWA, FEM