

## AAO와 Nano-Imprint Lithography를 이용한 sapphire 기판상의 나노 패턴 형성에 관한 연구

황재연, 변경재, 이현†

고려대학교 신소재공학과  
(heonlee@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

LED(light emitting diode)는 반도체의 p-n 접합구조를 이용하여 주입된 소수캐리어들의 재결합에 의하여 발광이 일어나는 소자로, 에너지 변환 효율이 높고 수명이 길며 친환경적이어서 기존의 대체할 수 있는 고효율 조명 광원으로 각광받고 있다. 이러한 LED의 효율을 더욱 증가시키기 위해서는 광자가 내부에서 형성되는 효율과 더불어, 형성된 광자가 외부로 방출되는 효율을 증가시킬 필요가 있다. 이를 위해서는 기본적으로 LED 소자 내에 미세한 요철을 형성하여 난반사를 증가시켜 전반사 효과를 줄이는 방법을 사용하는데, 최근에는 이미 요철이 형성된 사파이어 기판위에 LED 소자를 형성하는 이른바 PSS(patterned sapphire substrate)를 이용하는 방법이 다양하게 연구되고 있다.

본 연구에서는 LED의 광 외부 방출 효율을 증가시키는 방법으로 sapphire 기판 상에 AAO(anodic aluminum oxide)를 스탬프로 하여 nano-imprint lithography 및 dry etch를 이용해 규칙적인 나노 크기의 패턴을 형성하였다. 먼저 hot-embossing 공정을 통해서 나노 크기의 패턴이 존재하는 AAO의 역상을 가지는 고분자 스탬프를 작성하였다. 그 후 고분자 스탬프 표면에 자가조립단 분자막을 이용한 이형처리를 한 뒤 이를 스탬프로 하여 sapphire 기판 위에 UV nano-imprint lithography 공정을 통해 나노 크기의 고분자 패턴을 형성하고 이를 마스크로 하여 sapphire를 plasma를 이용한 dry etch 공정으로 식각하여 최종적으로 AAO와 같은 규칙적인 나노 크기의 패턴을 가진 sapphire 기판을 형성하였고 이를 통하여 나노 크기의 패턴이 가지는 난반사효과를 확인하였다.

**Keywords:** LED, AAO, Nano-Imprint Lithography, Sapphire

## Room-Temperature Ferromagnetism of Undoped- and Doped-TiO<sub>2-δ</sub> Nanobelts Grown by Metallorganic Chemical Vapor Deposition

Nguyen Thi Quynh Hoa, Zonghoon Lee\*, Velimir Radmilovic\*, Eui-Tae Kim†

Departement of Materials Engineering, Chungnam National University, Daeduk Science Town, Daejeon 305-764, Korea; \*National Center for Electron Microscopy, Lawrence Berkeley National Laboratory, 1 Cyclotron Road, MS 72-150, Berkeley, California 94720  
(etkim@cnu.ac.kr<sup>†</sup>)

One dimensional (1-D) TiO<sub>2</sub> diluted magnetic semiconductor (DMS) nanostructures are one of intense interest for fundamental research and promising spintronic device applications. Among potential DMS materials, transition metal-doped TiO<sub>2</sub> has been extensively studied as one of the most promising candidates since cobalt (Co)-doped TiO<sub>2</sub> (Ti<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>2</sub>) was shown to be ferromagnetic with T<sub>C</sub> up to 400 K. Moreover, the origin of the room-temperature ferromagnetism (RTFM) of Ti<sub>1-x</sub>M<sub>x</sub>O<sub>2</sub> DMS is the most important issue, but, whether it is due to an intrinsic or an extrinsic effect (transition-metal clusters) remains controversial. Recently, the room-temperature ferromagnetism was observed in un doped TiO<sub>2</sub> thin film by utilizing defect states. However, litter information is available on the synthesis and characteristics of 1-D TiO<sub>2</sub> and Ti<sub>x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>2</sub> nanostructures. In this study, we mainly focus on the ferromagnetic properties of un doped TiO<sub>2-δ</sub> and lightly Co-doped Ti<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>2-δ</sub> nanobelts (x = 1 and 2 at. %). The nanobelts were synthesized without using any metal catalysts by metallorganic chemical vapor deposition. The nanobelts consisted of ~10-20 nm size nanocrystallites, which were dominantly rutile structure. The un doped and Co-doped TiO<sub>2-δ</sub> nanobelts showed ferromagnetic behaviour at room temperature. We will further discuss the growth mechanism and the origin of the room-temperature ferromagnetism of un doped and Co-doped TiO<sub>2-δ</sub> nanobelts.

**Keywords:** Ferromagnetism, TiO<sub>2-δ</sub> Nanobelts, Metallorganic Chemical Vapor