

NI-006

<< 분과초청 >>

Self-assembled Nanostructures for Broadband Light Absorption Enhancement in Silicon Absorber

강구민, 김경식

연세대학교 기계공학과

콜로이달 리소그래피는 나노미터 크기의 나노구를 자가조립에 의해 정렬시킴으로써, 파장이 크기의 주기 구조를 저비용으로 쉽게 구현할 수 있는 패터닝 기법이다. 콜로이달 리소그래피나 소프트 리소그래피와 같이 대면적 패터닝이 가능한 공정을 태양전지를 위한 반사방지 및 광 포획 증대 구조에 적용함으로써, 기존 성능을 크게 향상시켰다. 본 연구에서는, 유한차분 시간영역 수치해석법을 이용하여 반사 방지 및 광 포획 증대 구조에 대한 이론적 검증 및 설계를 진행하였고, 콜로이달 리소그래피 및 반도체 공정을 통해 샘플을 제작하였으며, 제작된 샘플의 성능을 적분구를 겸비한 자외선·가시광·근적외선 영역 분광기를 통해 평가하였다. 반사방지 나노섬을 겸비한 나노 원뿔대 언덕형 굴절률 소자를 구현함으로써, 300나노미터 이하의 구조체를 사용하지 않고도 근자외선 영역을 포함하는 태양광 에너지의 손실을 최소화할 수 있는 광대역 반사방지 구조체를 제시하였다. 나노 원뿔대가 격자상수 이상의 파장에 대한 언덕형 굴절률을 제공하고, 4분의 1파장 나노섬 반사방지막이 격자 상수 이하의 근자외선 태양광을 추가적으로 흡수하여, 근자외선 영역에서의 평균 반사율을 3.8% 수준으로 달성 할 수 있었다. 또한, 낮은 양호계수를 갖는 속삭임 회랑 공진기 어레이를 이용하여, 박막 태양전지에 적합한 유전체 기반 광포획 증대 나노 구조를 제시하였다. 나노반구, 나노고깔, 나노구, 함몰형 나노구 어레이 형태를 가지며, 500nm의 주기를 갖는 유전체 표면 텍스처드 구조를 초박형 비정질 실리콘 필름(100nm) 위에 제작하여 광대역 광 포획 증대 효과를 실험적으로 평가하였다. 구조들 중 함몰형 나노구 어레이가 결합된 비정질 실리콘 박막이 가장 높은 성능을 보였으며, 구조가 없는 경우 대비 약 67.6%의 가중 흡수율 증가를 나타내었다. 특히, 함몰형 나노구 어레이 구조 중 폴리메틸메타아크릴레이트로 제작된 평판형 함몰층은 나노구 비정질 박막 실리콘 사이의 접착력 및 기계적 강성을 향상시켰을 뿐 아니라, 함몰층 내부로 회절되고 산란된 빛들이 도파모드 효과에 의해 부가적인 광 포획 증대를 가져옴으로써, 가장 높은 광 포획 효과를 얻을 수 있었다. 유전체 기반 나노 구조들은 간단하고 저비용이며, 대면적으로 쉽게 제작할 수 있는 자가 조립 기반 콜로이달 리소그래피 및 소프트 리소그래피 기술을 이용하여 제작되었다.

Keywords: 반사방지막, 광 포획 증대 구조, 콜로이달 리소그래피, 실리콘 흡수체

NI-007

<< 분과초청 >>

Fabrication and Characterization of Electro-photonic Performance of Nanopatterned Organic Optoelectronics

닐리쉬, 한지영, 권현근, 이규태, 고두현

한국과학기술연구원, 광전융합시스템 연구단

Photonic crystal solar cells have the potential for addressing the disparate length scales in polymer photovoltaic materials, thereby confronting the major challenge in solar cell technology: efficiency. One must achieve simultaneously an efficient absorption of photons with effective carrier extraction. Unfortunately the two processes have opposing requirements. Efficient absorption of light calls for thicker PV active layers whereas carrier transport always benefits from thinner ones, and this dichotomy is at the heart of an efficiency/cost conundrum that has kept solar energy expensive relative to fossil fuels. This dichotomy persists over the entire solar spectrum but increasingly so near a semiconductor's band edge where absorption is weak. We report a 2-D, photonic crystal morphology that enhances the efficiency of organic photovoltaic cells relative to conventional planar cells. The morphology is developed by patterning an organic photoactive bulk heterojunction blend of Poly(3-(2-methyl-2-hexylcarboxylate) thiophene-co-thiophene) and PCBM via PRINT, a nano-embossing method that lends itself to large area fabrication of nanostructures. The photonic crystal cell morphology increases photocurrents generally, and particularly through the excitation of resonant modes near the band edge of the organic PV material. The device performance of the photonic crystal cell showed a nearly doubled increase in efficiency relative to conventional planar cell designs. Photonic crystals can also enhance performance of other optoelectronic devices including organic laser.

Keywords: Organic Optoelectronics, Nanopattern, Photonic Crystals