TM-P014

ZnO 나노 입자가 분산 된 Resin을 이용한 굴절률 조절 및 광 산란 패턴 형성을 통한 비정질 실리콘 박막태양전지의 효율 향상

고빛나, 김재현, 김규태, 신주현, 정필훈, 추소영, 최학종, 현 석, 이 헌*

고려대학교 공과대학 신소재공학과

일반적으로 박막 태양전지의 효율은 박막 종류에 따른 광 흡수율에 의해 결정되며, 이는 증착한 박막의 두께에 의해 결정된다. 증착한 박막의 두께가 두꺼워질수록 광 흡수율은 증가하지만, 박막 두께가 지나치게 두꺼워지면 열화 현상으로 인한 모듈의 효율 감소가 생기므로 적절한 박막의 두께가 요구된다. 특히 a-Si:H의 경우 가시광 영역에서 높은 흡수계수를 가지고 있어서 얇은 박막 두께로도 태양전지의 제작이 가능하지만, 동일한 박막 두께에서 효율을 더욱 향상시키기 위한 다양한 광 포획 기술에 대한 연구가 많이 진행 되고 있다. 본 연구에서는 자외선을 이용한 nano-imprint lithography 기술을 이용하여 a-Si:H 태양전지의 유리기판 위에 pattern을 삽입하여 광 산란 효과를 향상 시키고자 하였다. 또한 유리기판의 굴절률 (n=1.5)과 투명전극의 굴절률 (n=1.9)의 중간 값을 갖는 ZnO nanoparticles (n=1.7)이 분산 된 imprinting resin을 사용함으로써 점진적으로 굴절률을 변화시켜, 최종적으로 a-Si:H 층까지의 광 투과율을 높이고자 하였다. 제작한 기판의 종류는 다음과 같다. 첫 번째 기판으로는 유리기판 위에 ZnO nanoparticles이 분산 된 imprinting resin을 spin-coating 하여 점진적인 굴절률의 변화에 의한 투과도 향상을 확인하고자 하였다. 두 번째 기판으로는 규칙적인 배열을 갖는 micro 크기의 패턴을 형성하였다. 마지막으로는 불규칙한 배열을 갖는 nano 크기와 micro 크기가 혼재 된 패턴을 형성하여 투과도 향상과 동시에 빛의 산란을 증가시키고자 하였다. 후에 이 세가지 종류를 기판으로 사용하여 a-Si:H 기반의 박막 태양전지를 제작하였다. 먼저 제작한 박막 태양전지용 기판의 광학적·전기적 특성을 분석하였다. 유리 기판 위에 형성한 패턴에 의한 roughness 변화를 확인하기 위해 atomic force microscopy (AFM)를 이용하여 시편의 표면을 측정하였다. 또한 제작한 유리 기판 위에 투명 전극층을 형성 후, 이로 인한 전기적 특성의 변화를 확인하기 위해 hall measurement system을 이용하여 sheet resistance, carrier mobility, carrier concentration 등의 특성을 측정하였다. 또한, UV-visible photospectrometer 장비를 이용하여 각 공정마다 시편의 광학적 특성(투과도, 반사도, 산란도, 흡수도 등)을 측정하였고, 최종적으로 제작한 박막 태양전지의 I-V 특성과 외부양자효율을 측정하여 태양전지의 효율 변화를 확인하였다. 그 결과 일반적인 유리에 기판에 제작된 a-Si:H 기반의 박막 태양전지에 비해, ZnO nanoparticles이 분산 된 imprinting resin을 spin-coating 하여 점진적인 굴절률 변화를 준 것만으로도 약 12%의 태양전지 효율이 증가하였다. 또한, micro 크기의 패턴과 nano-micro 크기가 혼재 된 패턴을 형성한 경우 일반적인 유리를 사용한 경우에 비해 각각 27%, 36%까지 효율이 증가함을 확인하였다.

Keywords: 비정질 태양전지, ZnO 나노입자, 굴절률, nano-imprint lithography