

유기태양전지의 효율을 향상시키기 위한 광학적 기능을 갖는 패턴형성

김양두^{a*}, 한강수^b, 신주현^b, 최학중^b, 이현^{ab†}

^{a*}고려대학교 바이오 마이크로 시스템 협동 과정(E-mail:kim.yangdoo@gmail.com), ^b고려대학교 신소재공학과

초 록: 유기태양전지의 효율을 향상시키기 위하여 광학적 기능을 갖는 패턴을 유기태양전지 상부에 다이렉트 프린팅 기술을 이용하여 형성하였다. 다이렉트 프린팅 기술은 포토리소그래피, 이빔리소그래피, 등 패턴을 형성하는 다른 기술에 비해 공정이 간단하며 가격이 저렴하다. 유기태양전지에 형성된 광학적 기능을 갖는 패턴은 투과도를 증가시키는 패턴과 광산란을 증가시키는 패턴이다. 광학적 기능을 갖는 패턴을 유기태양전지에 형성하여 최대 6.8 %의 효율이 증가하였다.

1. 서론

유기태양전지는 최근 들어 가격경쟁력, 높은 광흡수율, 유연성 등의 장점 때문에 많은 연구가 진행되었으며 발전 효율 또한 많이 향상되었다. 현재 유기태양전지 효율은 4~5%의 효율을 가지고 있으며 탠덤셀 형식으로 최대 6%의 효율을 기록하고 있다. 대체 에너지로서의 태양전지의 성공적인 경쟁력을 갖추는데 필수적인 요인들은 효율, 수명, 가격이다. 이 필수적인 요인들 중 가장 중요한 요인은 효율이며 특히 다른 태양전지와 비교하여 낮은 효율을 갖는 유기태양전지의 경쟁력을 높이기 위한 방안은 효율을 향상 시키는 것이다.

기존의 실리콘 계열 태양전지의 효율을 향상시키기 위하여 물질의 변화, 전극 구조의 변화, 나노 & 마이크로 구조물 형성, 태양전지 구조의 변화 등 여러가지 연구가 진행 되고 있다. 그 중에 나노 & 마이크로 구조물을 형성하는 실험은 태양전지 외부 및 내부에 기능성 나노 & 마이크로 크기의 구조물을 형성하여 광학적 기능 및 광흡수층의 면적 증가의 효과로 인한 효율 증가를 목표로 하는 연구이다. 위 실험은 공정이 간단하면서 높은 효율 향상을 보여주고 있기에 유기태양전지에 적용을 하였다.

유기태양전지의 효율을 향상시키기 위하여 다이렉트 프린팅 기술을 이용하여 유기태양전지 표면 상부에 기능성 나노구조물을 형성하였다.

2. 본론

본 실험에서는 다이렉트 프린팅 기술을 이용하여 유기태양전지 상부에 광학적 기능을 갖는 나노구조물을 형성하였다. 기능성 나노구조물은 Hydrogen silsesquioxane (HSQ) 물질을 이용하여 형성하였다. HSQ는 90% 이상의 우수한 투과성을 지니며 상온에서 패턴형성이 가능하다. 실험에 사용되는 몰드는 Polydimethylsiloxane (PDMS) 라는 물질이다. PDMS는 기체 투과성이 우수하며 spin-coating 공정을 이용하여 HSQ를 몰드상부에 도포하기 쉬우며, 표면에너지가 낮아 패턴 형성 후 분리가 용이하다. Figure 1은 패턴형성 공정의 전체 모식도 이다. PDMS를 이용하여 마스터 몰드의 역상을 복제한다. spin coating 공정을 통해 HSQ를 패턴이 형성된 몰드위에 도포를 한 후 유기태양전지의 상부를 HSQ가 도포된 몰드와 접촉을 시킨다. 압력과 시간을 주어 HSQ를 마스터 몰드와 같은 패턴으로 형성한 후 몰드와 기판을 분리 시킨다. UV 오존 처리를 이용하여 유기태양전지 상부에 형성된 패턴을 확실하게 경화 시킨다.

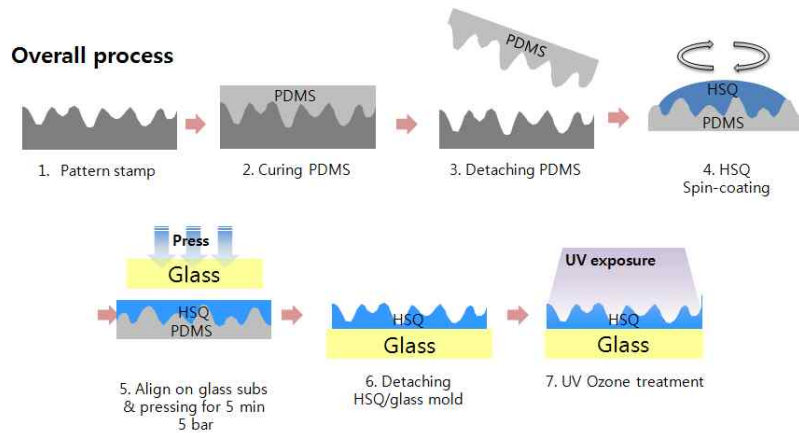


그림 1 전체 공정도

3. 결론

다이렉트 프린팅 기술로 세가지 패턴을 형성하였다. 첫 번째 패턴은 moth-eye구조를 갖는 패턴으로 나노구조물의 높이는 150 nm ~ 200 nm 이며 구조물 사이의 간격은 300 nm이다. 이 moth-eye구조의 패턴은 구조물의 모양과 크기에 따른 점진적인 굴절률변화에 의해 투과도를 증가시켜 Anti-Reflection 역할을 한다. 두 번째 패턴과 세 번째 패턴은 수백 나노에서 수 마이크로 크기까지의 다양한 크리의 구조물들이 불규칙적으로 형성되어있다. 이 패턴들은 유기태양전지 내부로 들어가는 빛의 산란도를 증가 시킨다. 이세가지 패턴들은 구조물의 크기와 배열에 따라 각각의 광학적 특성을 가지고 있으며 특성에 따라 투과도를 최대 3% 증가 시키거나 광확산 투과도를 최대 80 % 이상으로 증가시킨다.

다음 사진은 세 가지 패턴에 대한 SEM 사진이다.

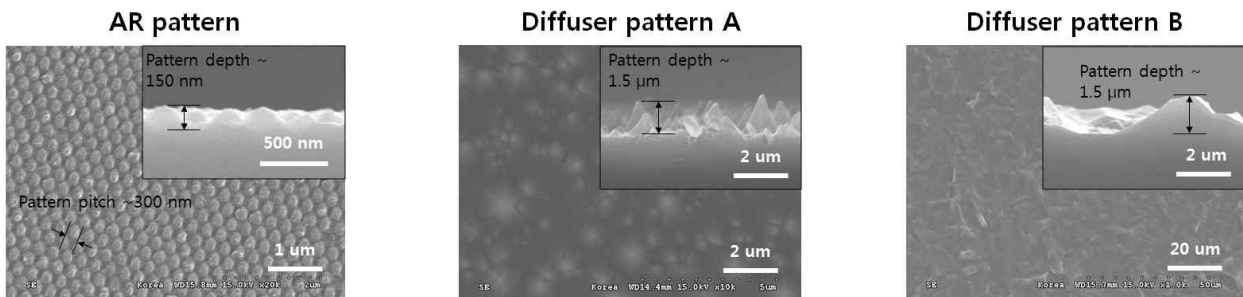


그림 2 다이렉트 프린팅 기술을 이용하여 형성된 3가지 패턴의 SEM 사진

패턴이 형성된 유기태양전지의 효율은 solar simulator를 이용하여 측정하였다.

참고문헌

1. K. Y. Yang, S. C. Oh, J. Y. Cho, K. J. Byeon, and H. Lee , J. Electrochem. Soc. 157 (2010) H1067
2. Y. Cho, K. Jae Byeon, H. Y. Park, H. S. Kim, and H. Lee , Jpn. J. Appl. Phys. 49 (2010) 102103
- 3 K. S. Han, J. H. Shin, W. Y. Yoon and H. Lee , Solar Energy Materials & Solar Cells 95 (2011) 288-291