

Room-temperature crystallized organic solar cells without post-treatment

유대성^{a*}, 강용진^a, 임경아^a, 정성훈^a, 김종국^a, 김도근^a, 강재욱^a, 김창수^{a*}, 김주현^b
^{a*}한국기계연구원 부설 재료연구소 기능박막연구그룹 (E-mail:comet0242@kims.re.kr)
^b부산시 남구 용당동 산100 부경대학교 고분자공학과 유기광전자재료연구실
^{*} 교신저자 : cskim1025@kims.re.kr

초 록: 유기태양전지를 제작 시에 요구되는 것 중 하나는 active layer의 thermal annealing이다. Thermal annealing 없이는 P3HT의 self-organization이 잘 이뤄지지 않아 비정질의 모습을 보인다. 또한 low band-gap이나 열에 취약한 물질을 사용 시에 태양전지 효율이 낮아지게 된다. 이 점을 착안하여 Active layer에 사용되는 유기용매의 solvent vapor pressure 차이를 이용하여 co-solvent가 되도록 mixing하여, co-solvent로 poly(3-hexylthiophene)(P3HT):[6,6] - phenyl C₆₁-butyric acid methyl ester (PCBM)를 blending 하여 active layer로 사용하였으며, 유기태양전지 디바이스 제작 결과 thermal annealing 없이 2.8%까지 도달하였다. X-Ray Diffraction(XRD)과 Atomic Force Microscopy(AFM)를 통하여 P3HT의 결정화가 이루어 졌음을 확인하고 이를 통해 active layer의 thermal annealing이 없이도 P3HT의 self-organization이 이뤄짐을 알 수 있었다.

1. 서론

최근 세계의 이슈는 화석 에너지의 고갈과 이로 인한 환경오염의 위험성이 대두되고 있다. 그래서 청정에너지의 필요성은 점점 커지게 되고, 세계 각국의 목표도 화석 에너지를 대체할 에너지원 개발에 역점을 두고 있다. 그 중에서도 태양전지는 수요가 비약적으로 증가되고 있다. 태양전지 중 90%가 차지하고 있는 것은 결정질 실리콘 태양전지인데, 이는 생산 단가도 높을 뿐만 아니라, 재료의 수급에서도 한계를 나타내고 있다. 그래서 기존의 태양전지 시장이 아닌 연료감응태양전지나 유기박막태양전지(유기태양전지)와 같은 상대적으로 저렴한 신규 태양전지 연구가 진행되고 있다. 유기태양전지는 값싼 유기물을 사용함과 동시에 용액공정을 통하여 대면적화가 가능하기에 높은 생산성을 기대할 수 있으며, 전체 소자의 두께가 수 백 nm에 불과하고 플렉시블하게 제작할 수 있어 무게와 두께, 형태에 제약이 적어 초소형 혹은 이동통신용 기기 등의 새로운 용도의 전원으로서의 응용 가능성이 기대되고 있다. 이러한 유기태양전지를 제작 시에 요구되는 것 중 하나는 thermal annealing이다. thermal annealing이 없이는 P3HT의 self-organization이 잘 이뤄지지 않아 비정질의 모습을 보인다. 또한 열에 취약한 물질을 active layer로 사용 시에는 낮은 태양전지 효율을 나타낸다. 그래서 thermal annealing이 없이도 효율이 향상될 수 있는 방법을 모색하였고, 그 결과 co-solvent를 사용하는 것이다. co-solvent를 사용하면 morphology 향상 및 P3HT의 self-organization이 잘 형성될 수 있다는 많은 연구결과가 보고되어 있다.^{1,2} 이를 바탕으로 vapor pressure가 차이나는 두 가지의 solvent ,chlorobenzene(CB)과 trichlorobenzene(TCB),를 이용한 P3HT: PCBM blend를 제조하였으며, 이를 바탕으로 실험을 하였다.

2. 본론

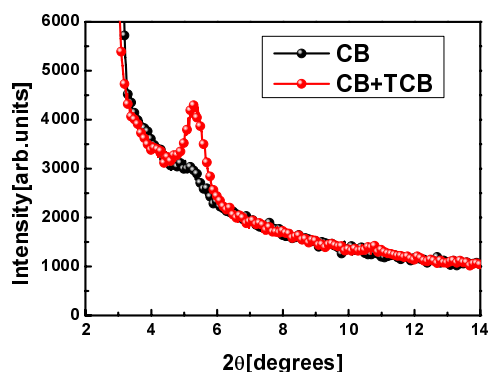


Fig. 1. X-ray diffraction intensities of P3HT:PCBM blend films cast from CB and CB/TCB

본 연구에서는 UV-vis, XRD, AFM, solar simulator를 이용하여 active layer와 유기태양전지의 특성을 평가하였다. XRD 결과(fig. 1)를 통해 pure CB의 경우엔 P3HT의 특정한 peak가 보이지 않지만 CB/TCB의 co-solvent를 사용했을 경우 5°부근에서 P3HT (100) peak이 나타남을 확인하여 이를 통해 thermal annealing이 없이도 P3HT의 self-organization이 이뤄짐을 확인 할 수 있었다. 유기태양전지 제작 후 I-V curve를 측정한 결과 (fig. 2) 또한 thermal annealing이 없는 경우의 pure CB는 0.51%의 power conversion efficiency(PCE)를 보이지만 CB/TCB의 co-solvent의 경우 2.80%의 PCE를 보여 thermal annealing이 없이도 태양전지 효율이 높아짐을 확인하였다.

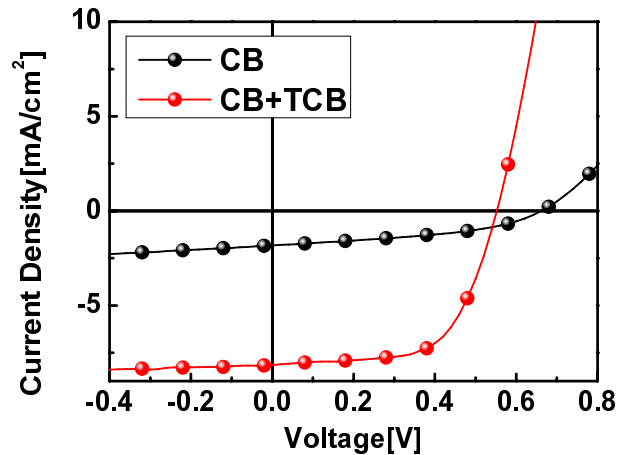


Fig. 2. Current density-voltage (J-V) curves, measured under illumination at 1000 mW/cm²

3. 결론

CB/TCB의 co-solvent를 이용하여 active layer를 형성하고 이를 바탕으로 유기태양전지를 제작 할 경우, thermal annealing이 없이도 pure CB 보다 높은 결정성과 태양전지소자의 효율을 보이는데, 이는 co-solvent 사용 시 P3HT의 self-organization이 매우 잘 이루어진 결과이며 이를 UV-vis, XRD, AFM을 통하여 확인하였다.

참고문헌

1. J-H Kim, J-H Park, J. mater. mater, 20, 7398-7405, 2010
2. Anusit Keawprajak, Phimwipha Piyakulawat, Solar Energy Materials & Solar Cells, 79, 531-536, 2010