

## Photovoltaic Characteristic of Thin Films Based on MEH-PPV/DFPP Blends

문지선, 김수현, 이재우, 이석, 김선호, 김동영, 최혜영\*, 윤성철\*, 이창진\*, 김유진\*\*,  
이궁원\*\*\*, 변영태  
KIST, \*한국화학연구원, \*\*홍익대학교 \*\*\*고려대학교  
jisunmoon@kist.re.kr

### 1. 서론

최근에는 많은 그룹들이 과거의 실리콘, 카드뮴과 같은 무기물 반도체들의 높은 제조 단가를 해결하기 위해 유기물 반도체 재료의 광기전력 효과(photovoltaic effect)에 기반을 둔 태양 전지의 개발에 참여하고 있다. 유기물을 기반으로 한 태양 전지는 저비용으로 대면적의 제작이 가능하고, 유연한(flexible) 소자를 만들 수 있는 장점을 지니고 있다<sup>(1)</sup>. 그러나 유기 태양 전지는 아직까지 무기물 태양전지에 비해 낮은 효율을 보이고 있으며, 특히, 단일 폴리머로 제작된 photovoltaic cell은 전자와 홀의 분리가 잘 일어나지 않아 효율이 낮은 단점을 가지고 있다. 이런 단점을 극복하기 위해서 electron acceptor가 되는 폴리머와 hole acceptor가 되는 폴리머가 혼합된 폴리머들이 photovoltaic cell 제작에 이용되면 효율이 증가될 수 있을 것으로 기대된다<sup>(1)</sup>. 그동안 electron acceptor로 많이 이용되어 온 perylene diimides 는 빛과 수분이 있을 때에도 안정적이어서 소자 제작이 용이하다는 장점을 가지고 있지만<sup>(1)</sup> 일반적인 용매에 잘 녹지 않는다는 단점을 가지고 있다<sup>(2)</sup>.

본 논문에서는 위의 단점이 보완된 N,N'-diperfluoro'phenyl-3,4,9,10-perylenetetra-carboxylic diimide (DFPP)가 electron acceptor로 이용되었으며, hole acceptor로는 MEH-PPV가 사용되었다. 이 두 가지 물질이 혼합되어 제작된 photovoltaic cell의 효율은 DFPP의 혼합 비율이 높아짐에 따라 향상됨이 확인되었다.

### 2. 요약

본 논문에서는 MEH-PPV와 DFPP의 폴리머 물질을 이용하여 photovoltaic device가 제작되었고, 그림 1에 두 물질의 분자 구조가 보여진다. Photovoltaic cell의 전기-광학적 특성은 활성층의 폴리머 물질에 의해 결정된다. 이러한 특성을 알아보기 위해서 흡수 스펙트럼이 측정되었다. DFPP는 chloroform, chlorobenzene, THF, acetone에 잘 녹았으며, 본 논문에서는 chloroform이 용매로 사용되었다. 제작 공정은 다음과 같다. 인듐 주석 산화물 (ITO)이 증착된 유리기판은 photolithography 공정을 거친 후, 왕수(HNO<sub>3</sub> + HCl)로 식각됨으로서 전극의 패턴이 제작되었다. 그리고 ITO 전극 패턴 된 유리기판 위에 PEDOT (CH8000, Baytron)이 코팅된 후 Ar이 주입되는 Convection Oven을 이용하여 120 °C에서 2시간 동안 열처리되어 수분이 제거되었다. 활성층에는 MEH-PPV와 DFPP가 9:1과 2.33:1로 혼합된 폴리머가 사용되었고, 이것은 0.3 %w.t.가 되도록 chloroform에 넣어 5시간 동안 스펀바를 돌려서 용해되었다. 이 용액은 ITO 전극 패턴이 형성된 글라스 위에 3000 rpm으로 45 초간 스펀코팅 되었다. 이 때 얻어진 유기물 박막층은 80 °C의 Ar이 주입되는 convection oven에서 3시간 동안 경화되었다. 경화된 단층 유기물 박막층 위에 Li-Al이 1000 Å의 두께로 증착되어 전극이 형성되었고, 이후 질소가 채워진

globe box에서 소자는 encapsulation되어 외부 산소와 수분에 대한 영향으로부터 차단되었다.

상기의 공정으로 제작된 소자의 박막구조는 그림 2에서 보여진다. 그림 3은 MEH-PPV와 DFPP를 혼합했을 때의 흡수 스펙트럼이다. 최대 흡수 파장은 511 nm였다. 그리고 photovoltaic cell의 V-I 특성 결과가 그림 4와 같이 측정되었다. 측정에는 300~700 nm의 파장대를 갖는 태양광 모사계가 사용되었고, 셀의 면적은 10 mm<sup>2</sup> 였다. 그림 5의 I-V 특성으로부터 MEH-PPV와 DFPP가 9:1로 혼합했을 때보다 2.33:1로 혼합했을 때, photovoltaic device의 효율이 향상됨을 확인할 수 있다. 빛이 75 mW/cm<sup>2</sup>의 세기로 조사될 때 9:1과 2.33:1로 혼합된 소자의 open circuit voltage (V<sub>oc</sub>)는 비슷하지만, short circuit current Density (J<sub>sc</sub>)는 각각 -1.39 μA/cm<sup>2</sup>와 -3.72 μA/cm<sup>2</sup>로 약 2.7배 정도 증가되었음을 볼 수 있다. 이러한 결과를 통해 electron acceptor인 DFPP의 비율이 높아질수록 photovoltaic cell의 conversion efficiency가 더 크게 됨을 확인할 수 있다. 그러므로 효율이 최대가 되는 두 폴리머의 혼합 비율이 최적화되는 조건을 찾는 것은 매우 중요한 연구가 될 것이다.

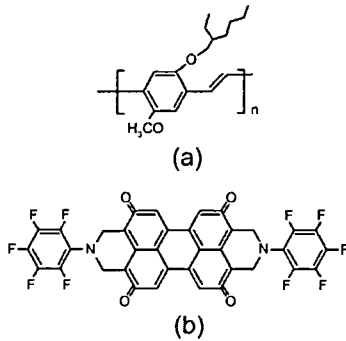


그림 1. (a) MEH-PPV의 분자구조  
(b) DFPP의 분자구조

Al-Li (0.1% W.T.)(100 nm)	
Bioplasts	(50nm)
ITO	(170 nm)
Glass	(0.7 mm)

그림 2. 제작된 소자의 박막구조

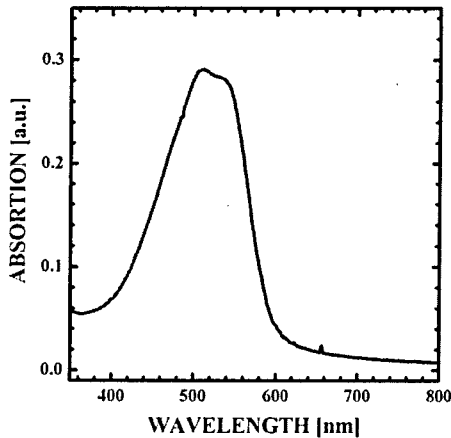


그림 3. 흡수 스펙트럼

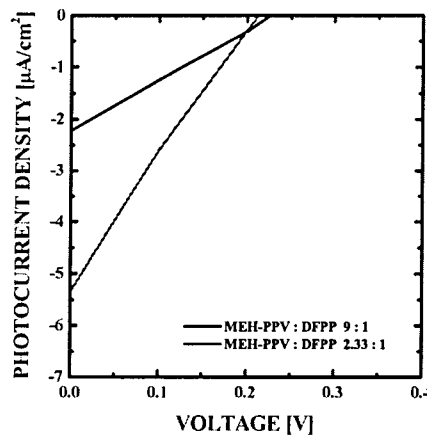


그림 4. 광량이 75mW/cm<sup>2</sup> 일 때 V-I 특성

참고문헌

[1] J. J. Dittmer, K. Petritsch, E. A. Marseglia, R. H. Friend, H.Rost, A.B. Holmes, Synthetic Metals 102 (1999) 879-880  
 [2] M. M. Shi, H. Z. Chen, M. Wang, J. Ye, Synthetic Metals 137 (2003) 1537-1538