

## 스핀 코팅법으로 제작된 유기태양전지의 특성에 관한 연구

하재영, 류성원, 권오정, 조도현, 김화민, 박승환, 이병로, 김종재  
 대구가톨릭대학교 전자디스플레이공학

### A Study on the Characteristics of Organic Solar Cell

Jae-Young Ha, Sung-Won Ryu, Oh-jung Kwon, Do-hyun Cho  
 Hwa-min Kim, Seung-Hwan Park, Byung-Rho Rhee, Jong-Jae Kim

**Abstract :** 본 연구에서는 PCBM([6,6]-Phenyl C<sub>61</sub> butric acid methyl ester)과 P3HT(Poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl (regiorandom)))의 Donor, Acceptor 물질을 이용하여 스핀코팅법을 사용하여 PEDOT가 코팅된 ITO 유리기판에 스핀 코팅법을 사용하여 광활성층을 증착하였다. 이렇게 코팅된 유리기판에 열 증착법 사용하여 Al(cathode층)전극을 증착하여 유기태양전지를 제작하였다. 각각의 층에 대해서 SEM(전자주사현미경)을 이용하여 두께를 측정하였고 UV-분광계를 이용하여 투과도를 측정하고 투과도를 이용하여 광학적 밴드갭을 계산하였다. ITO/PEDOT/ACTIVE AREA/Al 구조의 태양전지를 제작하여 광활성층의 두께와 Al의 두께에 따른 효율성을 측정하여 1% 이내의 효율을 보이는 태양전지를 제작하였다. PEDOT는 OLED에서 HTL층으로 사용되며 홀의 이동을 원활하게 해주는 역할을 한다.

※본 연구는 NCNT 나노기술인력양성 특별 프로그램의 지원을 받음.

**Key Words :** PCBM, P3HT, solar cell, 유기태양전지, 태양전지

## 1. 서 론

유기 분자형 태양전지는 반도체성 고분자(semiconducting polymer : PPV, PT등)나 감광성 단분자 (프탈로시아닌, 페릴린, pentacene 등)등 유기 반도체 재료를 전부 또는 부분적으로 활용하는 donor-acceptor 접합형 태양전지로서 최근 몇 년 사이에 그 기술적 가능성이 급격히 향상된 신형 태양전지이다. 본 유기계 태양전지 기술은 유기물의 가장 큰 장점인 저렴한 비용과 물질의 다양성, 제조공정 상의 용이성을 바탕으로, 박막형 소자, 대면적 소자, roll to roll 방법이 가능한 flexible 소자 등 초저가의 대량 생산형 태양전지 개발을 특징으로 하고 있다.

태양전지의 기본적인 동작 원리는 donor와 acceptor 사이의 PICT 현상이다. PICT 현상을 효율적으로 이용하여 태양전지를 제작하려면 PICT 면적이 크면서, 분리된 두 전하가 trap이 없이 전극으로 갈 수 있어야 한다. Bulk heterojunction 구조는 이러한 목적을 만족시키기 위하여 고안된 구조이다.

본 연구에서는 태양전지에서 유기물을 이용하여 태양전지를 제작하려 한다. 유기물중에서 PCBM ([6,6]-Phenyl C<sub>61</sub> butric acid methyl ester)과 P3HT(Poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl (regiorandom)))의 Donor, Acceptor 물질을 이용하여 Bulk heterojunction 구조의 유기태양전지를 제작하고 그 특성을 조사한 것이다.

## 2. 실험

### 2.1 실험장치 및 재료

본 연구에서는 두께가 1200 Å, 면저항 11Ω/□인 ITO-glass와 홀의 이동을 향상시키기 위하여 HTL층으로 PEDOT, 광활성층의 재료로는 PCBM ([6,6]-Phenyl C<sub>61</sub> butric acid methyl ester)과 P3HT (Poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl (regiorandom)))의 Donor, Acceptor 물질 그리고 cathode으로 Al(4N)을 사용하였고, 실험장비로는 won corporation의 spinner와 건조를 위한 hot plate, cathode 층인 Al의 증착을 위하여 thermal evaporator를 사용하였다.

### 2.2 실험방법

먼저, ITO-glass를 2cm×2cm로 절단하여 아세톤과 메탄올에서 각각 10분간 초음파 세척을 실시하고 남은 아세톤과 메탄올을 고순도 질소가스를 이용하여 제거 하였다. ITO-glass상에 PEDOT를 60nm두께로 스핀코팅을 하였고 120℃로 가열된 hot plate에서 10분간 건조를 하였다. 광활성층은 Chlorobenzene(19.8g)에 PCBM(0.1g)과 P3HT (0.1g)을 넣은 후 자석교반기를 이용하여 24시간 교반한 후 스핀코팅법으로 제작하였으며, cathode 층으로는 Al을 열 증착 방법으로 표1.의 조건으로 태양전지를 제작하였다.

	PEDOT	광활성층	cathode
시료1	5000rpm	700rpm	150nm
시료2	5000rpm	900rpm	150nm
시료3	6000rpm	700rpm	150nm
시료4	6000rpm	900rpm	150nm
시료5	6000rpm	1100rpm	150nm

표 1.

### 3. 결과 및 논의

RPM 변화에 따른 PEDOT, 광활성층의 두께 변화

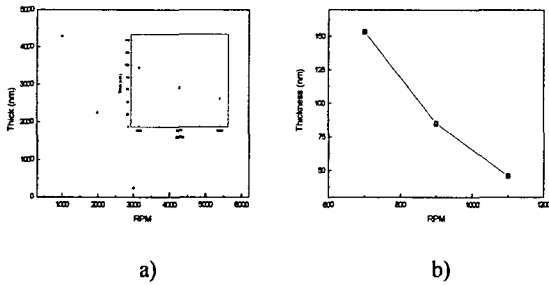


그림 1. rpm 변화에 따른 두께의 변화

그림 1 스프인코터를 사용해서 rpm의 함수로 나타낸 PEDOT (a), 광활성층(b)의 두께 변화를 나타낸 것이다. PEDOT(a)의 경우 rpm이 4000이상에서는 두께가 상대적으로 크게 감소하여 (a)그림의 inset에 두께 변화를 나타내었다.

시료5의 조건으로 제작한 태양전지의 표 2 효율값을 얻을 수 있었다.

Voc(V)	0.247701	Eff (%)	0.011653
Isc (mA)	0.028497	Vmax (V)	0.131400
Jsc	0.178107	Jmax	0.088681
FF	0.264130	Pmax	0.011653

표 2.

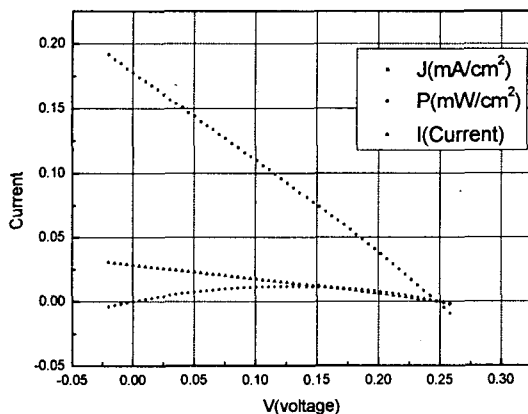


그림 2. No.5의 I-V, J-V특성 곡선(Am1.5 spectrum)

특성 곡선이 상당히 불안하게 나왔으며, 다이오드 특성이 아니라 저항성을 띤 물질의 특성에 가까운 그래프가 나오게 되었다. 또한 효율 부분이 상당히 낮게 측정이 되었다.

### 4. 결론

PCBM과 P3HT를 이용하여 태양전지를 제작할 경우 개방 전압이 일반적으로 0.247707V의 개방전압을 보이며 Jsc는 0.028497mA/cm<sup>2</sup>로 효율이 낮게 측정 되었다.

효율이 낮게 측정이 되었는데 광활성층과 PEDOT의 두께와 밀접한 관계가 있으며, 두껍게 성막 된 샘플에서는 전류와 전압이 나오지 않아 측정 자체가 불가능하였으며 또한 PCBM은 C<sub>60</sub>에 side chain을 붙인 구조인데 이 구조가 열에 의해서 결합이 변화 된다는 보고가 있어서 차후에 열처리와 두께에 대한 실험을 실시 할 계획이다.

또한 광활성층을 표면 처리하여 roughness가 거칠게 제작된 태양전지가 효율이 높다는 보고가 있어서, ICP/CVD를 이용하여 표면 처리를 실시할 계획이다.

### 감사의 글

본 연구는 NCNT 나노기술인력양성 특별 프로그램의 지원을 받음.

### 참고 문헌

1. C. J Brabec, N. S. Sariciftci, J. C. Hummelen, Adv. Funct. Mater. 11.15(2001)
2. H. Arakawa (eds.), 2001, "Recent Advances in Research and Development for Dye-Sensitized Solar Cell" CMC Tokyo
3. K. Lee, Y. Chang, J. Y. Kim, ThinSolidFilm 423, 131 (2003)