

# 염료감응태양전지의 분광분석을 통한 건축창호 성능 분석연구

## An Evaluation of Property of Window System in the Building based on Spectrometer Analysis of DSSC

강준구\*, 김진희\*\*, 김준태\*\*\*  
 공주대학교 건축학과 대학원\*  
 공주대학교 그린홈에너지기술연구소 연구교수\*\*  
 공주대학교 건축학부 교수\*\*\*

**Key words:** *Building Integrated photovoltaic, dye sensitized solar cell, Optical characteristic, Spectroscopic analysis*

### 1. 연구배경 및 목적

태양광 발전은 다양한 응용분야가 있지만 그 중에서도 태양전지(PV)를 건축물의 외피 마감재로 사용하는 건물 일체형 태양광발전(BIPV : Building Integrated Photovoltaic)기술은 건축물 외피를 단순히 외부로부터 보호의 관점에서 탈피하여 에너지를 생산하는 제로에너지 건축기술로 주목받고 있다. 염료감응 태양전지(dye sensitized solar cell: DSC)는 유연하게 제작 가능하여 다양한 응용제품에 적용할 수 있고, 염료를 종류에 따라 다양한 색상 구현이 가능하며 생산비용이 저렴하기 때문에 BIPV 적용에 높은 잠재성을 갖고 있다. 특히 실리콘태양전지에 비해 투과성이 있어 건물에서 창호적용이 유리한 장점을 갖고 있다. 창호에서 광학적 성능은 실내 시뮬레이션과 일사획득에 의한 냉난방 부하에 중요한 요소로 작용한다. DSC 모듈은 염료의 종류 및 두께 등에 따라 광학적, 전기적 특성이 다르다. 따라서 DSC 를 창호로 적용하는 경우 창호의 광학적 성능은 기존 건물창호와 달라지게 된다. 이와 같이 DSC 창호를 건물에 적용하기 위해서는 종합적인 성능분석 연구가 필요하다. 그러나 DSC 모듈의 창호적용 성능연구는 국제적으로도 연구가 미진한 상황이고, 건물 적용을 위한 연구도 몇몇 연구소에 시범 적용한 사례에 불과하며 정확한 성능평가에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 염료 종류 및 두께에 따라 DSC Cell 의 스펙트럼 영역대별 광학특성 및 전기적 성능을 분석하였다.

### 2. 실험

DSC모듈의 광학적 성능측정에 사용된 시편은 표 1 과 같이 염료종류 및 두께에 따라 6개의 시편을 제작

하였다. 시편에 사용된 염료는 일반적으로 사용되는 레드계열 N719 염료와 그린계열 N749 염료를 사용하였으며, 염료흡착두께를 1T(2 $\mu$ m), 2T(4 $\mu$ m), 3T(6 $\mu$ m)로 증가시켜 제작하였다. 제작된 시편의 크기는 10mm  $\times$  10mm  $\times$  4.5mm, TiO<sub>2</sub> 5 $\mu$ m, 전해액 MPN 을 사용하였다. 측정방법은 SHIMADZU사 UV-3600 분광분석기를 사용하였으며 0.3 $\mu$ m~2.4 $\mu$ m 파장 영역의 투과율 및 반사율을 0.001 $\mu$ m 간격으로 측정하였다. 흡수율은 투과율과 반사율의 상관관계에 의해 도출된다. 또한 DSC시편 종류에 따른 전기적 출력 특성을 측정하기 위하여 Solar Simulator를 사용하여 전기성능을 측정하였다. Solar Simulator는 할로겐 램프를 사용하여 인공 태양광으로 태양전지의 전기성능을 측정하는 장치이다.

표 1 DSC 실험시편종류

시편종류	염료색상	염료두께	시편모습
N719 1T	적색계열	2 $\mu$ m	
N719 2T	적색계열	4 $\mu$ m	
N719 3T	적색계열	6 $\mu$ m	
N749 1T	녹색계열	2 $\mu$ m	
749 2T	녹색계열	4 $\mu$ m	
N749 3T	녹색계열	6 $\mu$ m	

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 광학적 실험결과

그림 1 은 DSC 시편 종류에 따른 광학적 성능을 파장영역별 투과율, 반사율 및 흡수율로 나타낸 것이다. 파장이 짧은 자외선영역(UV, ~0.38  $\mu$ m)에서는 빛이 대부분 투과되지 못하고 흡수되는 것으로 나타났으며, 가시광선영역(Tvis, 0.38~0.78  $\mu$ m)에서는 염료 종류

및 두께에 따라 투과율, 반사율 및 흡수율은 다르게 나타났다. 특히 투과율은 N719 1T 의 경우 33.3%로 가장 높은 투과율을 보였으며, N749 3T 의 경우 8.24%로 가장 낮은 투과율을 보였다. 또한 염료 흡착두께 증가에 따라 N719 의 경우 최대 43% 투과율이 감소하였고, N749 의 경우 최대 71% 투과율이 감소하는 것으로 분석되었다. 가시광선이나 자외선에 비해 열적인 효과를 발휘하는 근적외선영역(NIR, 780nm~2500 nm)에서는 염료두께에 따라 투과율, 반사율 및 흡수율의 변화가 거의 없었으며 1800nm 이상에서는 거의 투과시키지 못하고 흡수 또는 반사하는 것으로 나타났다. 분광분석 결과를 통해 DSC 를 적용한 BIPV 창호의 성능을 예상할 수 있으며, 낮은 투과율에 가시성은 떨어지지만 태양열 차단 효과가 우수한 창호 제작이 가능할 것으로 예측된다.

표 2 DSC 시편 유형별 가시광선 투과율

시편종류	가시광선 투과율(%)
N719 1T	33.33
N719 2T	24.80
N719 3T	19.05
N749 1T	28.53
N749 2T	14.66
N749 3T	8.24

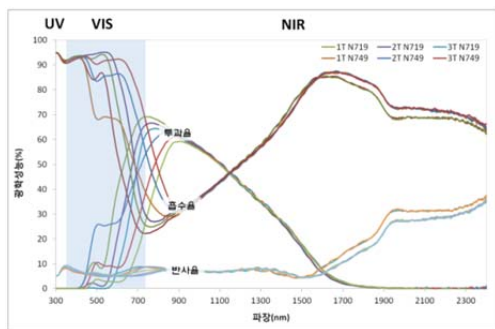


그림 1 DSC시편에 따른 파장별 투과율

### 3.2. 전기적 실험결과

제작된 시편의 전기효율은 다음 표 2 와 같이 염료두께가 증가함에 따라서  $J_{sc}$  의 값이 다른 요인들에 비해 많이 증가함을 볼 수 있다. 이와 같이 염료 층이 두꺼워지면 상대적으로 염료가 흡착할 수 있는 면적이 넓어져 흡착량이 증가하고, “photon-trapping effect” 에 의해 전류량이 증가하여 전기효율이 높아지는 것으로 분석되었다. 또한 DSC 시편종류별 전기효율은 레드계열 N719 염료의 경우 염료두께가 1T(2  $\mu m$ )씩 증가함에 따라 6.7%에서 7.9%로

18% 향상되었고, 그린계열 N749 염료의 경우 3.5%에서 5.6%로 58% 향상되는 것으로 분석되었다.

표 3 DSC 시편 유형별 전기효율

시편 종류	$J_{sc}$ [mA/cm <sup>2</sup> ]	$V_{oc}$ [V]	전기효율 [%]
N719 1T	11.25	0.80	6.75
N719 2T	13.34	0.76	7.63
N719 3T	14.74	0.74	7.97
N749 1T	7.21	0.70	3.57
N749 2T	9.92	0.68	4.92
N749 3T	11.85	0.67	5.67

## 4. 결론

본 연구는 DSC 모듈의 창호적용을 위한 광학성능 및 전기성능을 분석하였다.

측정결과 DSC 모듈의 광학성능은 전기성능과 반비례 관계로 투과율이 높아지면 전기성능은 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 염료두께 변화에 따른 광학성능은 최소 43%에서 최대 71% 감소하였고, 전기성능은 최소 18%에서 최대 58% 감소하는 것으로 나타나 염료두께가 광학성능에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 적용염료는 N719 염료의 광학성능 및 전기성능이 N749 염료에 비해 상대적으로 높았다. 이에 따라 DSC 모듈을 건축창호로 적용하기 위해서는 다소 전기성능은 떨어지더라도 투과율을 높이는 것이 적합할 것으로 판단된다. 또한 적외선영역의 투과특성을 고려하여 주택보다는 냉방부하가 큰 사무소 건물에 적용하는 것이 유리 할 것으로 판단된다.

## 후 기

본 연구는 2011 년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(20114010203040)과 2009 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022977).

## 참고문헌

김효중 (2010). 투명 박막 태양전지를 이용한 BIPV 창호의 열 및 광학특성 분석연구, *26(10), 대한건축학회*, 345-352.  
 박남규 (2006). 염료감응태양전지, *4(17), Polymer Science and Technology*, 430-435.