

전해질 용매의 조성변화에 따른 염료감응태양전지의 광전환 효율특성 및 안정성 연구

윤재국, 김대원, 김상헌, 박장우, 박정호, G.G. Wallace¹, 고장면*
 한밭대학교 응용화학생명공학부,
¹University of Wollongong, Australia
 (jmko@hanbat.ac.kr*)

The Efficiency Porpertis with study of the Stability for DSSC in the different contents of electrolyte solvent

Jae Kook Yoon, Dae won Kim, Sang Hern Kim, Chang Woo Park, Jeong Ho Park,
 G.G. Wallace¹, Jang Myoun Ko*
 Division of Applied Chemistry and Biotechnology, Hanbat Nationla University,
¹University of Wollongong, Australia
 (jmko@hanbat.ac.kr*)

1. 서론

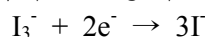
태양전지의 약 74 %를 차지하고 있는 실리콘 태양전지는 고가의 제조단가로 인하여 태양전지의 상업화에 그 한계성을 보이고 있다. 이러한 태양전지의 한계성을 극복하기 위한 차세대 태양전지로서 염료감응형 태양전지(DSSC, dye-sensitized solar cell)는 실리콘 태양전지의 20 %에 불과한 제조단가와 11%의 높은 효율과 간단한 제조공정으로 주목을 받고 있다, 그러나 효율개선 부분의 많은 문제점과 상용화의 어려움을 가지고 있어 이 부분에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. [1],[2]

본 연구에서는 DSSC에 사용되는 전해질 용매의 조성변화에 따른 효율 특성 및 시간경과에 따른 안정성을 조사하였다.

2. 실험

2.1 염료감응형 태양전지의 제작

광 전극의 재료는 투명 전도성 기관(TCO : transparent conducting oxide)으로 FTO glass(fluorine doped SnO₂: 18 Ω/cm²)를 1.5×1.5 cm의 크기로 제단하고 무수 에탄올로 깨끗이 세척한 후에 그 위에 Doctor blade를 이용하여 Ti-Nanoxide HT/SP를 약 60 μm의 두께로 코팅하고 500℃에서 1시간 동안 소성 시켰다. 소성이 끝나면 Ruthenium계 염료(N719)에 24시간동안 함침시켜 다공질의 TiO₂에 염료가 잘 흡착될 수 있도록 하였다. 24시간이 지난 후 흡착된 것을 무수 에탄올로 깨끗이 세척하고 건조하여 준비하였다. 상대전극은 외부 도선을 통과한 전자를 포집하여 레독스 전해질 (redox couple)로 이동시키는 역할을 한다. 따라서 전자전도도가 높아야 하며, 또한 redox couple의 환원 시에는 낮은 전압을 유지해야 한다. 지금까지 알려진 물질 중에는 백금이 가장 우수하며, 상대 전극에 코팅된 백금은 레독스 쌍의 I₃⁻ 를 I⁻로 환원시키는 반응의 촉매작용을 한다.



(1.5×1.5 cm)로 제단한 FTO glass를 전해질 주입을 위한 구멍을 뚫은 후 무수 에탄올로 세척하고 건조시켰다. Pt solution{2-Propanol+H₂PtCl₆(10 mM)}을 FTO glass 위에 한 두 방울 떨어뜨려 상대 전극 표면 전체 영역에 고루 퍼지게 한 후 400℃에서 30분 동안 소성시켰다. 소성이 완료되면 TiO₂의 광전극과 백금 상대전극을 고분자 접착제인 Sealant를 이용하여 접착시켰다. 만들어진 상대전극에 위치한 구멍을 통하여 전해질을 주입시킨 후 전해질 누액 방지를 위해 구멍을 커버 글라스로 막았다.

2.2 전해질 제조

전해질로 사용한 Pr₄NI(tetra propylammonium iodide)의 용매인 ACN(acetonitrile)의 함량 변화에 따라 전해질을 제조하였다. 먼저 Pr₄NI 0.5 M(1.566 g)을 기준 용매 함량인 ACN 10 ml에 넣은 후, I₂ 0.05 M(0.127 g), t-butylpyridine 0.5 M(0.676 g)을 첨가한 후 stirring하여 제조하였고, 그 다음 ACN 함량을 5 ml로 감소시켜 같은 방법으로 제조하여 완성된 전지에 투입 후 효율 특성을 비교하여 보았다. 또한 기준용매에서 제조된 Pr₄NI를 각각 0 h, 24 h, 48 h, 후에 나타나는 효율변화 및 안정성을 확인하였다. 광전환 효율 특성은 solar light source simulator를 이용하여 100 mW/cm²(1.5 AM)의 광량 조건에서 확인하였다.

3. 결과 및 토론

3.1 전해질 Pr₄NI의 용매 ACN의 함량 변화에 따른 광전환효율

Fig 1은 Pr₄NI의 용매 함량 변화에 따른 I-V Curve를 나타낸 것이고, <표 1>은 그에 따른 효율 및 특성을 나타내었다. Pr₄NI 전해질의 기준용매 함유량이 전체 전해질조성 중 76.6 wt%(10 ml)일 때 4.51 %의 광전환 효율을 보였고, 전해질 용매 함유량을 전체 전해질 조성 중 66.4 wt%(5 ml)로 감소시켰을 때 4.84 %의 광전환 효율을 나타내었다. 이는 기준으로 사용된 ACN 용매(76.6 wt%)보다 효율 특성이 10.7 % 증가했음을 의미한다.

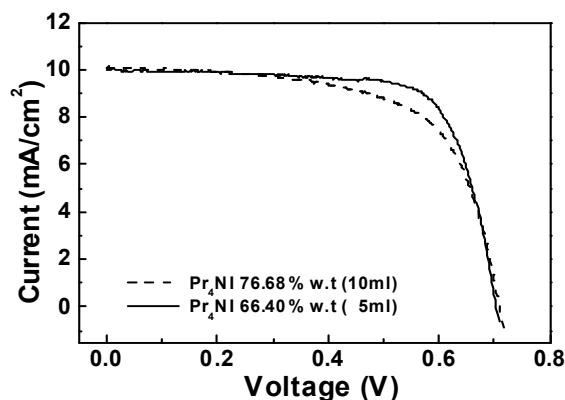


Fig 1. I-V curves of DSSC with the different ACN contents

	Pr ₄ NI	
	76.68% (ACN 10ml)	66.40% (ACN 5ml)
Jsc(mA/cm ₂)	9.5908	9.556
Area(cm ₂)	0.078	0.087
Voc(V)	0.7172	0.7042
FF(%)	66.03	72.00
Eff(%)	4.51	4.84

<표 1> Device performance parameters of DSSC with the different ACN contents.

이를 통해, 전해질 용매 ACN의 함유량은 DSSC의 광전환 효율에 영향을 끼친다는 것을 확인할 수 있다.

3.2 시간 변화에 따른 DSSC의 안정성

Fig 2는 Pr₄NI의 전해질을 첨가한 것을 각각 0h, 24h, 48h, 후에 전지의 광전환 효율을 측정하여 I-V Curve로 나타내었고, <표 2>는 그에 따른 광전환 효율 및 특성들을 나타내었다. Fig 3에서는 시간변화에 따른 광전환 효율을 측정하여 비교하였고, 시간이 경과 할 수록 효율이 감소하는 것을 확인하였다.

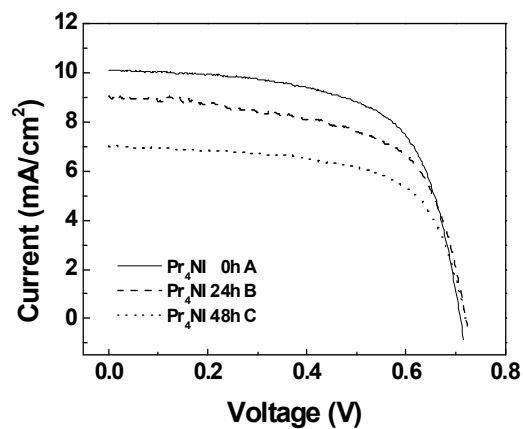


Fig 2. I-V Curve of DSSC with different time at Pr₄NI

	Pr ₄ NI				
	Jsc (mA/cm ²)	Area (cm ²)	Voc(V)	FF(%)	Eff(%)
0h	9.5908	0.078	0.7172	66.03	4.51
24h	8.434	0.078	0.7259	64.35	3.94
48h	6.616	0.078	0.7238	66.49	3.18

<표 2> Device performance parameters of DSSC with the different time

이는 액체 전해질이 시간이 경과함에 따라 누액과 증발이 일어나면서 효율감소의 원인이 된다는 것을 예측할 수 있다.

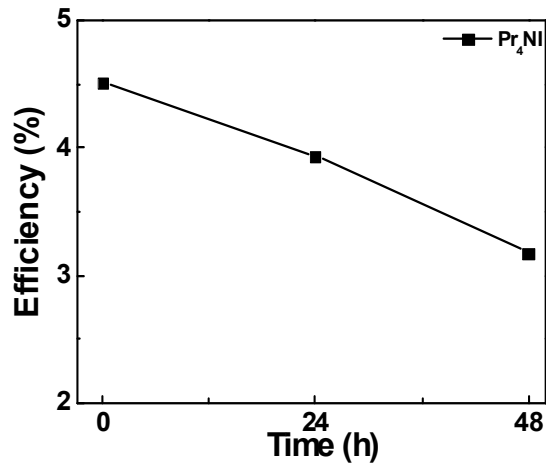


Fig 3. Comparative of DSSC efficiency with the different time

4. 결론

염료감응태양전지의 액체전해질인 Pr₄NI의 용매로 쓰이는 ACN 함량 변화에 따른 DSSC의 광전환 효율을 측정한 결과 Pr₄NI는 ACN의 함량이 전체 전해질 조성 중 66.4 wt%일 때 높은 광전환 효율을 나타냈으며 기준 ACN 함량인 76.6 wt% 일 때의 효율 보다 10.7% 더 증가된 효율 특성을 보였다. 또한 시간 경과에 따른 안정성을 측정한 결과 광전환 효율이 감소하는 것을 확인하였다.

참고 문헌

1. Regan, B.O', Gratzel, M., "Optical electrochemistry steady-state spectroscopy of conduction band electrons in a metal oxide semiconductor electrode." *Chemical physics Letters*, **353**, 737-739 (1991).
2. S. Nagmsinlapasathian, S.kulphaemaruehai, "Highly efficient dye-sensitized solar cell using nanocrystalline titania containing nanotube structure", *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **164**, 145-151 (2004).