

## PtCl<sub>4</sub> 농도에 따른 염료감응형 태양전지의 효율 변화

서현승, 박미주, 최은창, 이성욱, 김형진, 홍병유\*

성균관대학교 정보통신공학부

### The Effect of PtCl<sub>4</sub> Concentration on Dye-Sensitized Solar Cell Efficiency

Hyun Seung SCh, Mi Ju Park, Eun Chanf Choi, Sung Uk Lee, Hyung Jin Kim and Byungyou Hong\*

Sungkyungkwan Univ.

**Abstract :** Dye-sensitized Solar Cells(DSSCs) which convert incident sun light into electricity were expected to overcome global warming and depletion of fossil fuels. And it is one of study that is lately getting into the spotlight because manufacturing method is more simple and inexpensive than existing silicon solar cells. In this respect, DSSCs are in the limelight as the next generation solar cells. DSSCs are generally composed of a dye-modified TiO<sub>2</sub> photoelectrode, a Pt counter electrode, and an electrolytes containing a redox couple(I<sup>-</sup>/I<sub>3</sub><sup>-</sup>). Among these elements, Pt electrode were prepared by applying electric potential to FTO substrate in the H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> solution. In this study, we report the solar cell efficiency depending on PtCl<sub>4</sub> concentration change. PtCl<sub>4</sub> concentration was 1mM, 5mM, 10mM, and 20mM, and adhered on FTO glass substrate by sintering process. When applied each PtCl<sub>4</sub> counter electrode on DSSC, the best efficiency was found at 10mM of PtCl<sub>4</sub> concentration. The catalyst promotes the movement of electron from the counter electrode to the electrolyte the higher the molarity, the better the efficiency. However, in case of 20mM, it is estimated that over-deposited PtCl<sub>4</sub> tends to restrict the movement of electron due to its bundle formation.

**Key Words :** PtCl<sub>4</sub>, dye-sensitized solar cell, DSSC efficiency, catalyst

### 1. 서론

태양빛에너지를 전기 에너지로 바꾸는 태양전지는 차세대 대체 에너지원으로서 가장 주목을 받고 있는 소자이다. 구성 물질에 따라 유기 태양전지, 셀 구조에 따라 반도체/액체 광전기화학형에 속하는 염료감응형 태양전지(Dye-sensitized Solar Cell)는 기존에 사용되어오던 실리콘 태양전지에 비해 제조방법이 간단하고 제조 단가가 낮아 최근에 많은 연구가 이루어지고 있다.[1] 염료감응형 태양전지는 크게 세부분으로 구성되는데 FTO 전극, TiO<sub>2</sub>, 염료로 이루어진 상부전극, PtCl<sub>4</sub>가 흡착된 하부전극, 그리고 그 사이의 전해질이다. 태양광이 전지에 조사되면, 산화물 반도체의 다공질 전극막에 흡착되어 있는 광감응형 염료분자는 전자-출 쌍을 생성하며, 전자는 반도체 산화물의 전도띠로 주입된다. 반도체 산화물 전극으로 주입된 전자는 나노 입자간 계면을 통하여 투명전도성막으로 전달되어 전류를 발생시키게 된다. 염료분자에 의해 생성된 출을 산화-환원 전해질에 의해 전자를 받아 다시 환원되어 염료감응 태양전지 작동 과정이 완성된다.[2]

여기에서 PtCl<sub>4</sub>의 역할은 태양광이 전지에 조사되었을 때 빛을 반사하여 좀 더 많은 태양광이 염료에 반응하도록 도와주고 촉매전극으로서 하부전극에서 전해질로 이동하는 전자의 이동을 돕는다. 촉매전극으로는 PtCl<sub>4</sub>외에도 Pt, Ag 등 다양하지만 PtCl<sub>4</sub>가 상대적으로 가격이 저렴하고 효율이 높아 주로 사용된다.[3] 본 연구에서는 하부기판에 촉매전극으로 사용되는 PtCl<sub>4</sub>의 농도가 효율에 미치는 영향에 대해 살펴보았으며, 가장 높은 효율을 얻을 수 있는 조건

에 대해 연구하였다.

### 2. 실험

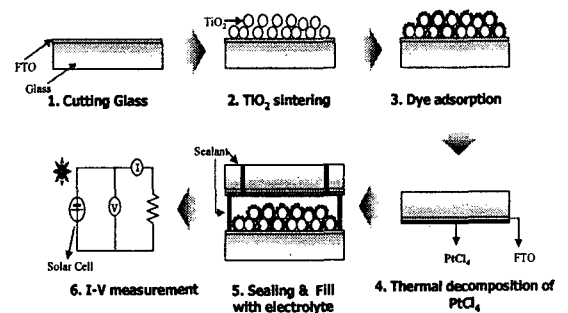


그림 1. Fabrication process of DSSC

실험은 그림1과 같은 순서로 진행하였다. 실험에 사용할 PtCl<sub>4</sub>를 만들기 위해 H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>를 Isopropyl alcohol용액과 섞어 1 mM, 5 mM, 10 mM, 20 mM의 PtCl<sub>4</sub>용액을 만들어 하부전극을 만들 때 사용하였다. 세척된 FTO Glass(FTO, Pilkington TEC Glass™, sheet resistance 8Ω/square, transmittance 77% in the visible range) 기판 위에 nanocrystalline TiO<sub>2</sub> paste를 떨어뜨린 후 doctor blade법을

이용하여 10 $\mu$ m 두께로 모두 코팅하였다. 소결은 100 $^{\circ}$ C에서 시작하여 10분당 100 $^{\circ}$ C 승온, 450 $^{\circ}$ C에서 55분 열처리한 후 다시 10분당 100 $^{\circ}$ C 강온 처리 하였다. 이렇게 제조된 나노다공성 TiO<sub>2</sub> 전극막을 Ru계 광감응형 염료 (2,2-bipyridine-4,4'-dicarboxylic acid: (N3), Solaronix)에 24시간 동안 침착시켜 염료를 흡착시켰다. 백금 나노입자 상대전극은 FTO Glass 전극위에 각기 다른 몰농도의 PtCl<sub>4</sub>용액을 올려 TiO<sub>2</sub> 소결과 같은 방식으로 100nm의 전극을 제조하였다. 소결 과정 후 백금 나노입자 상대전극은 FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscopy)을 이용하여 미세 구조를 관찰하였다. 이렇게 제조된 두 개의 기판을 60  $\mu$ m thick Surlyn (Solaronix, SX 1170 Hot Melt)을 이용하여 샌드위치 형태로 합착시킨 후, 두 기판 사이에 요오드 이온을 함유하는 전해질(Solaronix, AN-50)을 주입하고 hole을 막아주면 염료감응형 태양전지 unit cell 제작이 완료된다. 광 변환 효율을 측정하기 위해 solar simulator(300 W Xe lamp (ILC technology Inc.))장비를 이용하여 각각의 unit cell의 효율을 측정하였다.

### 3. 결과 및 검토

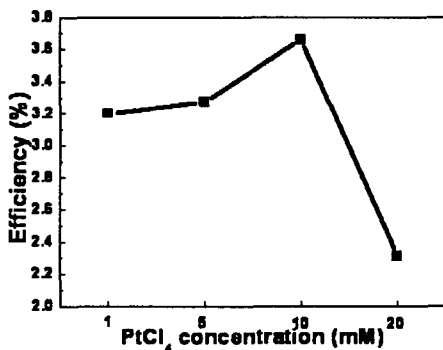


그림2. PtCl<sub>4</sub> 농도에 따른 태양전지효율

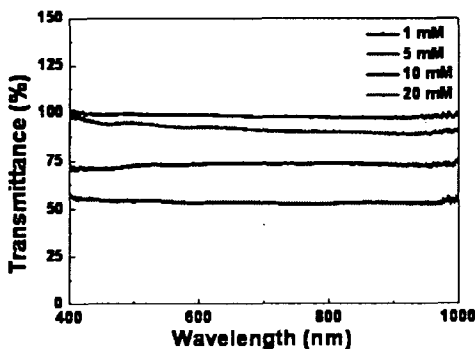


그림3. PtCl<sub>4</sub> 농도에 따른 투과율

그림 2는 PtCl<sub>4</sub> 농도 변화에 따른 태양전지효율을 나타낸 그래프이다. PtCl<sub>4</sub> 용액의 몰농도가 1 mM에서 10 mM로 증가할수록 효율이 증가하다가 20 mM에서 효율이 급격히 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 그림 3은 몰농도가

클수록 투과율이 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 몰농도가 1 mM에서 10 mM때까지는 몰농도가 커질수록 촉매로서 하부전극에서 전해질로 이동하는 전자의 흐름에 관여하는 양이 증가하여 광 변환 효율을 높이지만, 10 mM을 넘어서면 촉매로서 효율에 미치는 영향은 같지만 투과율이 떨어져서 결과적으로 광 변환 효율을 떨어지게 한다. 그림 4는 PtCl<sub>4</sub>용액을 FTO Glass에 흡착시켰을 때의 입자들의 형태를 나타낸 것인데 이를 살펴보아도 20 mM일 때는 PtCl<sub>4</sub>의 bundle formation이 전자의 흐름을 방해하여 결국 광 변환 효율을 떨어지게 한다는 것을 확인할 수 있다.

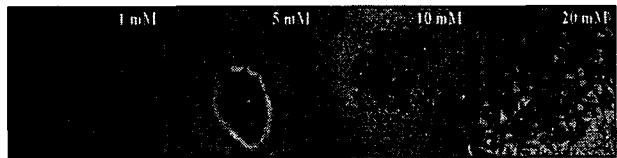


그림4. SEM으로 관찰한 PtCl<sub>4</sub>의 입자형태

### 4. 결론

본 연구에서는 PtCl<sub>4</sub>의 농도에 따른 염료감응형 태양전지 효율변화를 측정하였다. 실험 결과 그림 2에서 보이는 바와 같이 10 mM의 PtCl<sub>4</sub> 용액을 이용하여 제작한 염료감응형 태양전지가 가장 높은 광 변환 효율을 나타내었다. 1 mM와 5 mM의 PtCl<sub>4</sub> 용액을 이용한 태양전지의 경우 전자의 흐름을 돕는데 필요한 촉매의 양이 부족하여 낮은 효율이 나왔고, PtCl<sub>4</sub>의 농도에 따라 투과도가 낮아져 반사하는 빛의 양이 증가하는 것을 확인할 수 있으나 20 mM의 PtCl<sub>4</sub>용액을 이용한 태양전지의 경우 촉매의 양이 필요이상으로 많아 흡착될 때 서로 겹쳐져 번들을 형성하게 되므로 전자가 표면 상태에 트랩되거나 흐름을 방해받아 효율이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 성균관대학교 과학기술부 지정 플라즈마응용 표면기술 연구센터의 지원과 특성화대학원사업을 위한 지식경제부의 출연금으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

- [1] B. O'Regan and M. Gratzel, Nature, 1991, 353, 737.
- [2] M. K. Nazeeruddin, A. Kay, R. Humpbry-Baker, E. Miiller, P. Liska, N. Vlachopoulos, M. Gratzel, J. Am. Chem. Soc. 1993, 115, 6382.
- [3] N. Papageorgiou, W.F. Maier, M. Gratzel, J. Electrochem. Soc. 1997, 144, 876.