

저온소결법에 의한 플렉시블 염료감응 태양전지

백 지혜¹⁾, 김 주용²⁾, 강 위경³⁾

Flexible Dye-sensitized Solar Cells by a Low-temperature Sintering Method

Jihye Baek, Jooyong Kim, Weekyung Kang

Key words : Dye-sensitized Solar Cells(염료감응 태양전지), Aniline(아닐린), Low-temperature Sintering Method(저온소결법)

Abstract : A new binder-free TiO₂ paste was prepared by common ion applying effect, enabling low temperature fabrication required for flexible solar cells. The binder-free and high viscosity TiO₂ coating solution was produced by adding 7.5% aniline in TiO₂ colloid solution obtained from the high pressure water-heat response method. The resulting pastes had high level of viscosities proper for optimal coating and thus revealed excellent performances in terms of thickness uniformity and I-V characteristics.

subscrip

TiO₂ : titanium dioxide
DSSCs : dye-sensitized solar cells
SEM : scanning electron microscope
ITO : indium tin oxide

1. 서론

염료감응 태양전지는 나노입자들 간의 전기적 접촉과 나노입자 박막과 기판과의 부착력을 향상시키기 위하여 전도성 유리 기판을 사용하여 500°C 내외의 가열과정으로 산화물 반도체 박막과 백금박막을 형성한다. 그러나 웨어러블 컴퓨터(Wearable PC)와 같이 휴대하거나 인체에 내장하는데 플렉시블 태양전지를 구현하기 위하여는 구부림이 가능한 전도성 고분자 기판에 나노입자 반도체 박막이 필요하다. 현재의 고온소결방법으로는 300°C 이상의 온도에서는 플렉시블 전도성 고분자 기판이 변형되어 기존의 나노입자 제조에 필요한 가열과정이 불가능하다. 따라서 전도성 고분자 기판을 사용한 플렉시블 염료감응 태양전지 개발을 위하여 저온과정으로 ~2 μm 두께의 나노입자 박막을 형성하는 연구를 진행하였다.

2. 실험

2.1 무바인더 아나타제 TiO₂ 페이스트 제조

12.5 wt.-%의 나노결정 아나타제 TiO₂ 콜로이드 용액은 증류된 acetic acid에 titanium tetraisopropoxide의 가수분해에 의해 생성되었다. 230°C의 오토클래브에서 12시간 동안 건조한 후 희석한 10M의 아닐린 용액의 첨가에 의해 무바인더 TiO₂ 페이스트가 제조되었다.

2.2 표면분석(Morphology Analysis)

10M의 아닐린에 농도에 따른 ITO glass에 무바인더 아나타제 TiO₂ paste의 부착상태를 확인하기 위해 SEM(JSM6360, JEOL, Japan)를 사용하여 전극 표면을 관찰하였다.

- 1) 송실대학교 공과대학 섬유공학과
E-mail : whitecha@ssu.ac.kr
Tel : (02)820-0620 Fax : (02)817-8346
- 2) 송실대학교 공과대학 섬유공학과
E-mail : jykim@ssu.ac.kr
Tel : (02)820-0631 Fax : (02)820-0439
- 3) 송실대학교 자연과학대학 화학과
E-mail : wkang@ssu.ac.kr
Tel : (02)820-0438 Fax : (02)820-0439

2.3 코팅두께 측정 (Coating Thickness Measurement)

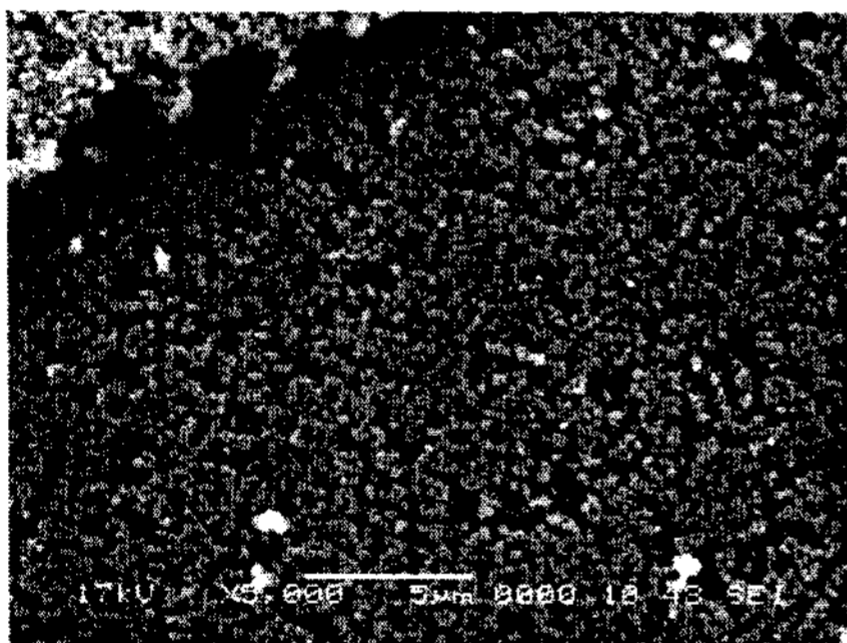
무바인더 아나타제 TiO_2 페이스트를 ITO 글라스에 코팅된 두께를 측정하기 위해 Alpha Step IQ Surface Measurement (Tencor사)를 사용하였다.

2.4 광전지적 특성 측정 (Photovoltaic Characteristic Measurement)

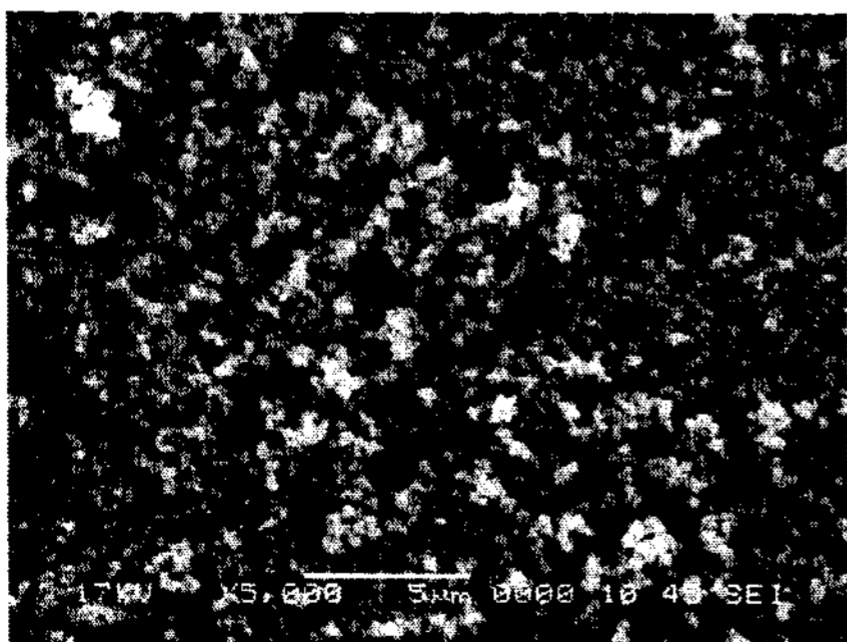
아닐린의 농도에 따른 전극의 전류-전압 특성을 Autolab[®] (Potentiostat/Galvanostat)를 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

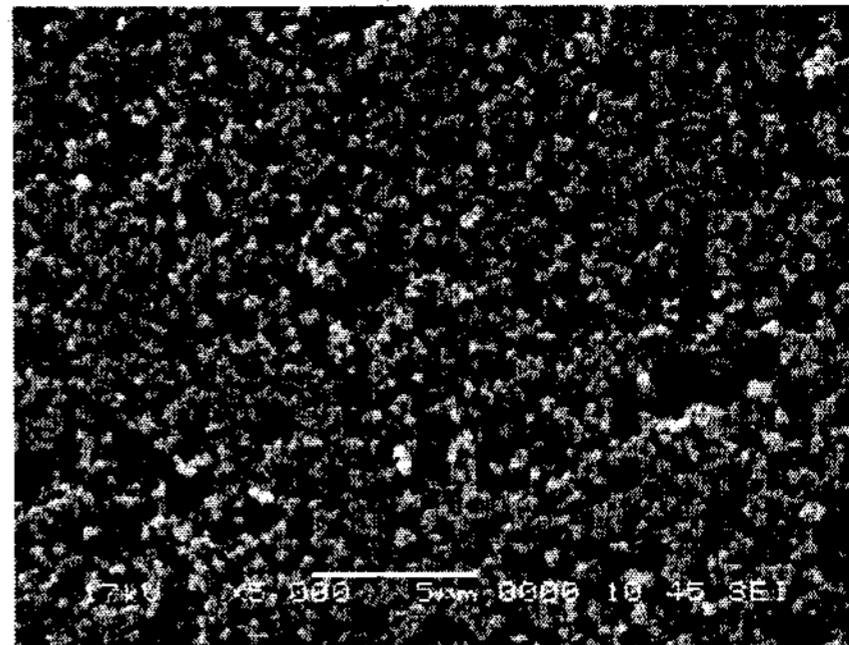
Fig. 1에서 무바인더 아나타제 TiO_2 페이스트로 코팅된 전극의 표면 중 7.5%의 아닐린에서 공통이온효과의 극대화에 따른 분산성 향상이 현저하게 나타난다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 1 SEM photographs of TiO_2 added (a) 5%, (b) 7.5%, (c) 10% Aniline

Fig. 2를 통해 아닐린의 농도에 따른 코팅 두께의 평균은 5%, 7.5%, 10%에 각각 $2.1 \mu m$, $0.23 \mu m$, $0.54 \mu m$ 로 측정되었다.

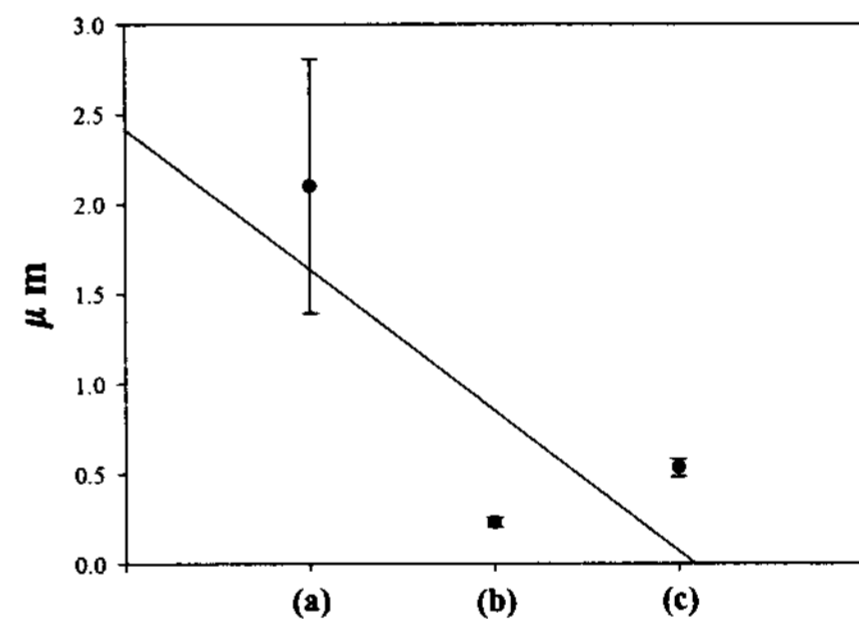


Fig. 2 Coating thicknesses of TiO_2 added (a) 5%, (b) 7.5%, (c) 10% Aniline

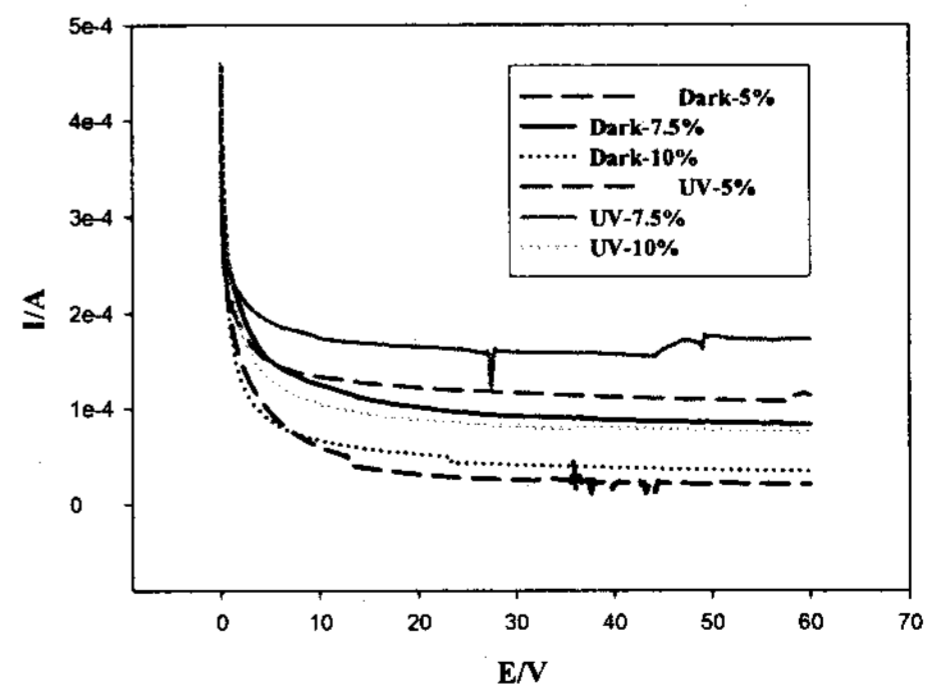


Fig. 3 I-V curves according to light types and concentrations

Fig.3은 UV 조사 유무에 따른 전류-전압특성의 차이를 나타내며, 아닐린의 농도에 따른 전극의 전류-전압 특성은 7.5%, 5%, 10%의 순으로 높은 전류가 발생한다.

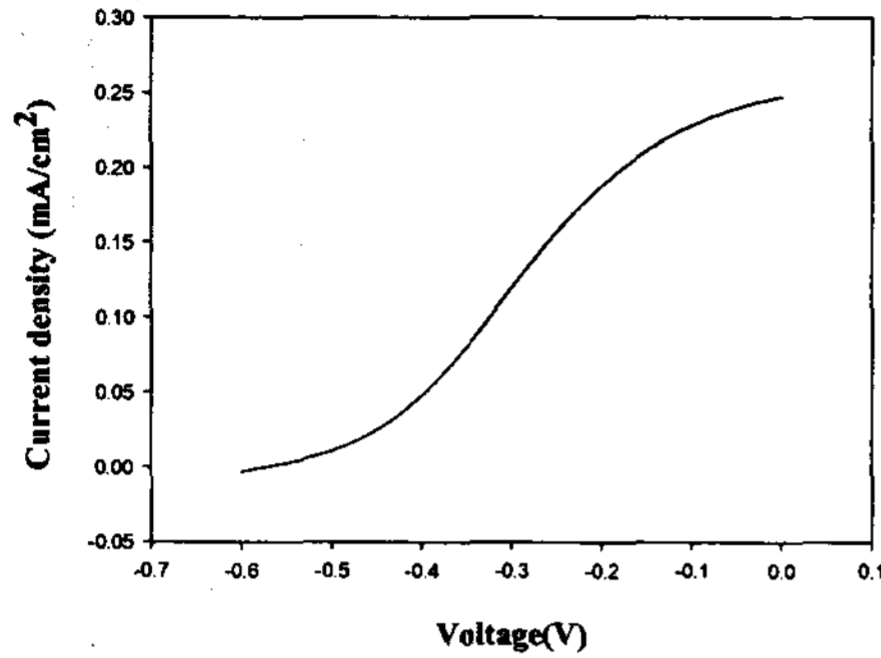


Fig. 4 I-V curve of TiO₂ paste used the 7.5% aniline

Fig.4은 아닐린을 이용한 TiO₂ 페이스트로 구성된 염료감응 태양전지의 I-V 곡선이다. 고온소결반응법을 사용한 염료감응 태양전지의 I-V 곡선은 일반적인 염료감응 태양전지와 비교하여 볼 때, 유사한 경향을 나타내고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 무바인더 고점성 TiO₂ 코팅액을 고압수열반응법에 의해 제조된 TiO₂ 콜로이드 용액에 아닐린 용액을 첨가하여 제조하였다. 아닐린 용액 농도 7.5%에서 SEM을 통해 가장 균일하게 분산됨을 알 수 있었고, Alpha Step IQ Surface Measurement를 통해 가장 얇은 코팅 두께를 가지고 있으며, Autolab[®]을 통해 전압에 따른 전류의 증가율이 가장 높았다. 개발된 페이스트는 180℃의 저온에서 만들 수 있는 전극기판으로 플렉시블 염료감응 태양전지에 효율적으로 사용될 것으로 기대된다.

References

- [1] N. G. Park, K. M. Kim, M. G. Kang, K. S. Ryu, S. H. Chang, and Y. J. Shin, "A Methodology for Low-Temperature Fabrication of Dye-Sensitized TiO₂ Films", *Adv. Mater.*, 2005;17:2349-2353
- [2] A. Zaban, S. Ferrere, J. Sprague, and B. A. Gregg, "pH-Dependent Redox Potential Induced in a Sensitizing Dye by Adsorption onto TiO₂", *J. Phys. Chem. B*, 1997;101:55-57

- [3] Markus B. Schubert and Jürgen H. Werner, "Flexible Solar cells for clothing", *Materialstoday*, 2006;9:42-50
- [4] Allen Barnett and Rhone Resch, In: *Tech. Dig. 15th Int Photovolt. Sd. Eng. Conf.*, Quinhao, Y. (ed). Shanghai Scientific & Technical Publishers, Shanghai, China, 2005;20:1-6