

나노 입자 적층 시스템과 UV 레이저를 이용한 유연기판 염료감응형 태양전지의 제작과 효율 향상에 대한 연구

A study on the fabrication and efficiency enhancement of flexible Dye-Sensitized Solar Cell(DSSC) using Nano Particle Deposition System(NPDS) and UV laser treatment

*최정오¹, #안성훈¹, 이길용¹, 김충수¹, 김동현¹, 이현택¹, 박재일¹, 이선영²

*J. O. Choi¹, #S. H. Ahn(ahnsh@snu.ac.kr)¹, G. Y. Lee¹,

C. S. Kim¹, D. H. Kim¹, H. T. Lee¹, J. I. Park¹, C. S. Lee²

¹서울대학교 기계항공공학부, ²한양대학교 재료공학과

Key words : Nano particle deposition system, UV laser, TiO₂, Dye sensitized solar cell

1. 서론 INTRODUCTION

친환경 에너지에 대한 관심과 함께 태양전지에 대한 연구와 개발이 빠른 속도로 진행되고 있다. 염료감응형 태양전지는 저렴한 제작비용과 높은 효율로 인하여 주목받고 있는 연구 분야이다[1].

염료감응형 태양전지는 유연기판을 사용한 경우와 그렇지 않은 경우로 나뉠 수 있으며, 구부러질 수 있는 기판을 사용한 경우 그 사용에 있어 다양한 적용분야에 대한 기대 효과를 가지고 있어 보다 활발히 연구되고 있다.

Fig. 1 에서는 염료감응형 태양전지의 구조를 보이고 있다. 이번 연구에서는 나노 입자 적층 시스템을 사용하여 TiO₂ 분말을 유연한 폴리머 재질의 ITO-PET 기판에 적층하였으며 [2,3], 적층된 TiO₂ 표면에 355nm 파장의 UV 레이저를 처리하여 효율 및 특성을 비교하는 연구를 수행 하였다[4].

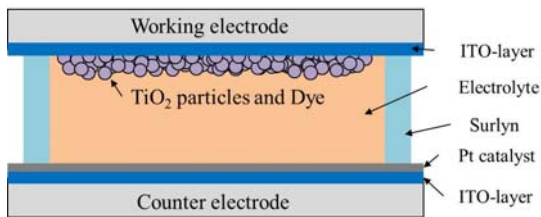


Fig. 1 염료감응형 태양전지의 구조

2. 염료감응형 태양전지 제작

이번 연구에서는 염료감응형 태양전지의 제작에 일반적으로 사용되는 닥터 블레이드나 스크린 프린팅 공법을 사용하지 않고 fig. 2 의 개략도에 나타나 있는 나노 입자 적층 시스템을 사용하였다.

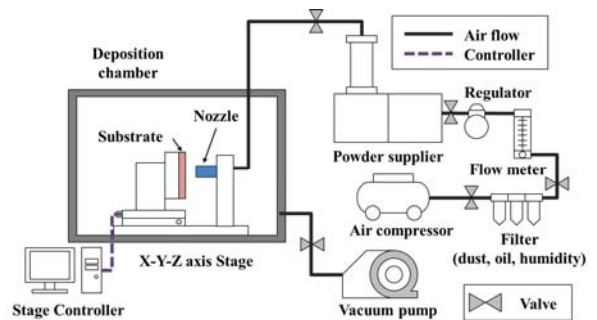


Fig. 2 나노입자 적층 시스템 개략도

나노 입자 적층 시스템은 압축공기를 사용하여 TiO₂ 분말을 가속하고 노즐을 통하여 기판에 직접 적층하기 때문에 재료에 화학적인 영향이나 고온에 의한 영향을 주지 않고 Anatase 상의 TiO₂를 적층할 수 있으며 상온에서 적층이 가능하기 때문에 폴리머 재질의 ITO-PET 기판의 사용이 가능하다[5,6]. 압력 조건은 대기압 혹은 저진공 조건에서 적층 할 수 있으며 실험에 사용된 조건들은 table 1 에 자세히 표기하였다.

적층된 TiO₂ 층의 표면에 355 nm 파장을 가지는 UV 레이저를 조사하였다. 레이저는 TiO₂ 분말에 굉장히 짧은 시간동안 작은 영역안에서 에너지를 전달하고 온도를 증가시켜 기판 손상 없이 분말들 사이의 결합을 향상시키는 소결 현상을 일으킨다.

3. 실험결과

양 극의 재료로는 15 ohm/□의 면 저항을 가지는 ITO-PET 기판을 사용하였으며 TiO₂는 Nanoamor 사의 15nm Anatase 상을 사용하였다.

Table 1 실험조건

Table legend TiO ₂ 적층 조건 및 레이저 처리 조건	
Chamber pressure (MPa)	0.015
Compressor pressure (MPa)	0.3
Distance between nozzle and substrate (mm)	3
Scan speed (mm/sec)	0.025
Laser power (mW)	10
Laser scan speed (mm/sec)	100
Laser frequency (kHz)	30

상대전극에는 백금을 코팅하여 촉매로 사용하였으며, 염료 물질로는 Ruthenium N719 (Solaronix) 를 사용하였다. 전해질로는 Iodolyte AN-50 (Solaronix) 를 사용하였다.

적층된 TiO₂ 표면에 레이저를 사용하여 후처리를 하면 fig. 3 과 같이 표면의 형상에서 뚜렷한 차이를 확인 할 수 있다. fig. 3 (a)에서는 나노 입자 적층 시스템에 의하여 분말들이 적층만 되어 있을 뿐이지만, 레이저 처리를 하면 (b)와 같이 표면에서 분말들 사이에 소결현상이 발생한다.

태양전지의 효율을 측정하기 위하여 태양광 효율 측정기를 사용하였으며 광원의 출력은 100 mW/cm²으로 설정하였고 대기압 조건인 AM 1.5G 에서 효율을 측정하였다.

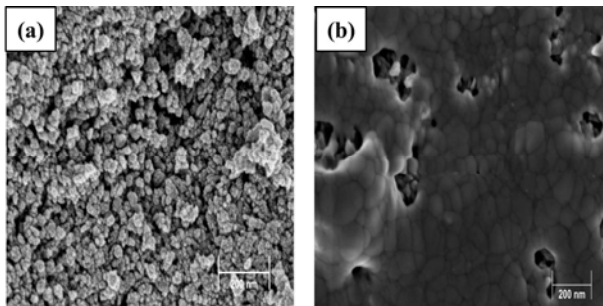


Fig. 3 레이저 처리 유무에 따른 표면 FE-SEM 결과

4. 결론

이번 연구에서는 나노 입자 적층 시스템을 사용하여 폴리머 재질의 ITO-PET 기판에 TiO₂ 를 적층하여 태양전지를 제작하였다. 적층된 TiO₂ 표면에 355 nm 파장의 UV 레이저를 사용하여 후처리해 주었다. 레이저를 통한 소결 공정을 거치면 TiO₂ 분말들이 레이저에 의하여 소결이 이루어지고 전지의 저항은 감소하고 전류밀도가 증가하여 효율이 0.93% 로 같은 1회 적층과 비교하였을 때 2배 이상 증가하는 결과를 얻었다.

Table 2 효율 측정 결과

Table legend Solar simulator 결과		
Condition	NPDS	Laser treatment
Voc (V)	0.70	0.70
Jsc(mA/cm ²)	1.14	2.80
Fill factor (%)	61.18	47.34
Efficiency (%)	0.49	0.93

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20110029862), (20110027380). 그리고 RIAM 과 NICEM 에 감사드립니다.

참고문헌

1. B. O'Regan, M. Grätzel, "A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO₂films", Nature, 353, 6346, 737-740, 1991.
2. J.S. Kim, J.H. Kim, M.K. Lee, "Laser welding of nano particulate TiO₂ and transparent conducting oxide electrodes for highly efficient dye-sensitized solar cell", Nanotechnology, 21, 34, 345203, 2010.
3. M.S. Kim, D.M. Chun, J.O. Choi, J.C. Lee, Y.H. Kim, K.S. Kim, C.S. Lee, and S.H. Ahn, "Room temperature deposition of TiO₂ using nano particle deposition system (NPDS): Application to dye-sensitized solar cell (DSSC)," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 12, 4, 749-752, 2011.
4. S.H. Ko, H. Pan, D.H. Lee, C.P. Grigoropoulos, H.K. Park, "Nanoparticle selective laser processing for a flexible display fabrication", Japanese Journal of Applied Physics, 49,05EC03, 2010.
5. D.M. Chun, M.H. Kim, J.C. Lee, and S.H. Ahn, "TiO₂ coating on metal and polymer substrates by nano particle deposition system (NPDS)", Annals of CIRP, 57, 551-554, 2008.
6. D.M. Chun, J.O. Choi, C.S. Lee, S.H. Ahn, "Effect of stand-off distance for cold gas spraying of fine ceramic particles (<5 μm) under low vacuum and room temperature using nano-particle deposition system (NPDS)", Surface & Coatings Technology, 206/8-9, 2125-2132, 2012.