

나노입자 적층 시스템을 사용한 다층 구조 염료 감응형 태양전지의 제작 및 효율에 대한 연구

A Study of Multiple Layer Dye-Sensitized Solar Cell(DSSC) using Nano Particle Deposition System(NPDS)

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

*J. O. Choi¹, #S. H. Ahn(ahnsh@snu.ac.kr)¹, C. S. Kim¹, G. Y. Lee¹,
H. T. Lee¹, J. I. Park¹, C. S. Lee²

¹서울대학교 기계항공공학부, ²한양대학교 재료공학과

Key words : Nano Particle Deposition System, Multi layer, Dye sensitized solar cell

1. 서론

염료 감응형 태양전지는 1991년 Gratzel 연구단에 의하여 처음 소개된 이후 지속적으로 관심을 받고 있는 연구분야이다. 기존의 태양전지보다 제작 단가가 저렴하고 비교적 높은 효율의 가능성을 가지고 있지만 사용화를 위하여 효율 높이고자 하는 연구들이 이루어지고 있다.

이번 연구에서는 기존에 단일 층으로 제작되어 사용되던 염료감응형 태양전지를 두 층 이상의 구조로 제작하여 기존의 태양전지보다 효율을 향상 시키고자 하였다. 그림 1. 에서와 같이 태양전지를 두 층으로 제작하면 상층부를 통과하고 나온 빛이 아래 층에서 흡수되어 에너지 효율을 높일 수 있으며, 사용되는 염료의 종류를 서로 다르게 하여 흡수하는 빛의 파장대역을 넓힐 수 있다.

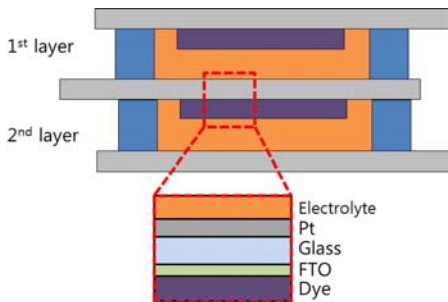


그림 1. 다층구조 태양전지의 구조

2. 태양전지 제작

태양전지의 각 층에서 작동전극 부분의 제작은 나노 입자 적층 장치를 사용하여 진행하였다. 그림 2의 나노 입자 적층 장치의 경우 압축공기를 사용하여 나노크기의 TiO₂ 분말을 첨가물질이나 전처리 없이 기판에 적층한다. 이 같은 방법으로 상온에서 세라믹 분말의 적층을 진행하며 챔버안의 압력은 표 1에서 서술된 바와 같이 저진공의 조건을 사용한다.

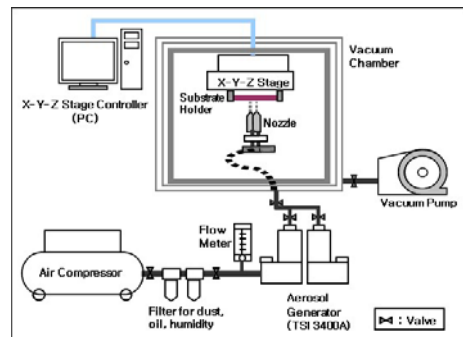


그림 2. 나노 입자 적층 장치 개략도

Table 1. 실험조건

TiO ₂ 적층 조건	
Chamber pressure (MPa)	0.015
Compressor pressure (MPa)	0.3
Distance between nozzle and substrate (mm)	3
Scan speed (mm/sec)	0.025

3. 실험결과

이번 연구에서 태양전지는 다층구조를 이루고 있기 때문에 태양광원의 투과도가 중요한 변수이다. 때문에 그림 3 과 같이 작동전극과 상대전극의 투과도를 측정하여 보았다. 상대 전극층의 Pt 의 코팅 정도에 따라 투과도가 달라지는 결과를 보이며 코팅시간을 1 분으로 한 경우 70% 정도의 투과율을 나타내었으며 2 분간 코팅한 경우 50% 의 빛 투과율을 나타내었다.

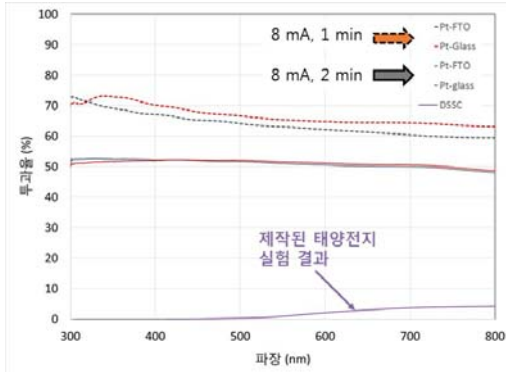


그림 3. UV-vis 장치를 사용한 빛 투과도

효율의 경우 단일 구조를 가진 태양전지와 비교하여 두 층의 구조를 가진 경우 보다 높은 효율을 얻을 수 있었다. 두 층의 태양전지는 전극을 병렬로 연결하였으며 빛을 받는 면적은 단일 구조와 동일하게 유지하였다.

표 2 는 각 조건의 태양전지를 동일한 조건으로 3 개의 시편을 제작하여 측정한 평균값이다. 단일구조의 태양전지의 결과와 비교하여 다층 구조의 경우 전류밀도가 증가하며 전지의 직렬저항이 감소하는 경향을 확인하였다.

Table 2. 태양전지 효율 결과

		Single layer	Double layer
Voc	(V)	0.66	0.516
Jsc	(mA/cm ²)	2.62	3.566
F.F	(%)	52.42	50.554
Efficiency	(%)	0.89	0.93
Rseries	(Ω)	170.19	98.37

4. 결론

이번 연구에서는 나노 입자 적층 시스템을 사용하여 첨가물과 추가적인 공정 없이 FTO-glass 기판에 TiO₂ 를 적층하여 염료 감응형 태양전지를 제작하였으며 단일 구조와 다층구조로 태양전지를 제작하였다. 다층구조의 경우 상층부에서 염료와 반응 후 투과되는 빛을 이용하여 태양전지에서 발생하는 단위 면적당 전류량을 상승시키는 작용을 하여 전체 효율을 증가시켰다.

다중으로 제작하는 방법을 응용하여 상층부와 하층부를 서로 다른 염료를 사용할 수 있으며 기판의 투과도를 개선하여 보다 향상된 효율을 얻을 수 있다.

후기

이 논문은 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 No. 2012-0008727.

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. 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.
3. 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.
4. Ahn, S. H., Choi, J. O., Kim, C. S., Lee, G. Y., Lee, H. T., Cho, K. J., Chun, D. M., C. S. Lee, "Laser-assisted nano prticle depoiion systemand its application for dye sensitized solar cell fabrication," CIRP Annals - Manufacturing Technology, Elsevier, 61, 1, 575-578, 2012.