

염료감응형 태양전지의 TiO₂ 박막에 바인더에 의한 투과율 특성

박정철^{a1}, 추순남¹, 이우식¹, 전용우², 이성준³, 홍상진³

^{a1}경원대학교, ²성덕대학, ³영지대학교

Transmissivity Characteristics by Binder Contents in the TiO₂ for Dye-sensitized Solar Cells

Jung-Cheul Park^{a1}, Soon-Nam Chu¹, Woo-Sik Lee¹, Yong-Woo Jeon², Sung-Joon Lee³, Sang Jeen Hong³

^{a1}Kyungwon Univ. ¹, Sungduk Coll², Myoengji Univ. ³

Abstract : In this paper, we have studied the optical properties of TiO₂ thin film by adding the additives of PEG, PEO and both of them. As a variable amount of additives was added into TiO₂, the transmittance of TiO₂ thin film was decreased. When the 20 wt% of additives mixed with PEG and PEO was added into TiO₂, the transmittance of TiO₂ thin film showed higher than that of 10 wt% of additives mixed with PEG and PEO. As a results, we could conclude that the additives makes pore in TiO₂ thin film and it improves the transmittance of TiO₂ thin film.

Key Words : transmittance, PEG, PEO, TiO₂,

1. 서 론

최근 제조비가 싸면서 고효율의 태양전지의 개발이 요구되고 있다. 많은 연구가 진행되고 있는 것이 나노크기의 반도체 금속산화물 입자와 광반응하는 염료를 활용한 광화학태양전지의 제조이다. 이를 이용한 대표적인 것이 염료감응형 태양전지(Dye-sensitized solar cell, DSSC)이다. DSSC의 광전극으로 가장 널리 사용되는 물질은 이산화티타늄으로, 비교적 용이하게 제작될 수 있고 가격이 저렴하며 광 에너지에 안정하며 유독하지 않다는 장점을 지니고 있어 광촉매로서도 각광받고 있다. TiO₂막의 구조는 전체 태양 전지의 효율과 밀접한 관련이 있으므로 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. TiO₂막은 비표면적을 높이기 위해 다수의 기공을 가진 구조로 제작되는데 보통 10μm 내외의 두께에 약 20nm 크기의 입자로 구성되고 이렇게 형성된 막은 기공구조 때문에 평면구조에 비해 천배이상의 비표면적을 가진다.[1][2] 이렇게 큰 비표면적을 갖고 궁극적으로 셀의 효율을 높이기 위해 기공의 크기와 기공률 제어가 중요한데, 기공의 크기와 기공률이 작으면 전해질의 침투와 염료의 흡착이 힘들며 반대로 크면 비표면적이 감소하고 염료의 흡착량이 감소한다. 따라서 전체 전지의 고효율을 위해서는 최적의 기공 크기와 기공률을 찾는 것이 상당히 중요한데, 이는 TiO₂ 콜로이드 용액에 바인더의 첨가량을 조절함으로써 TiO₂ 막의 형상을 제어할 수 있다고 보고되어지고 있다.[3]

또한 자외선을 흡수하는 TiO₂ 막은 염료가 광반응을 잘 일으킬 수 있게 가시광선영역에서 높은 투과율을 가져야 하는데 이것이 막의 구조와 밀접한 관련이 있다.

이에 본 논문에서는 첨가되는 바인더의 양에 따른 TiO₂ 막을 제작하여 TiO₂막의 기공의 크기와 기공률의 변화에 따른 미세구조를 살펴보고 투과율을 측정함으로써 막의

특성 변화에 관하여 고찰하였다.

2. 실험

TiO₂막을 제조하기 위해 P25 (Degussa, 평균입자크기: 21nm), DI water를 사용하였고 응집되어 있는 TiO₂ 나노입자를 분산하기 위해 계면활성제인 Triton X-100(동양)을 사용하였고 안정제로 Acetyl acetone(Aldrich)를 사용하였다. 그리고 점성을 높이고 작업성을 좋게 하기 위해 또 막의 구조를 변화시키기 위해 바인더로 PEG와 PEO를 첨가하여 막자사발에 갈았다. 이 때 PEG와 PEO는 TiO₂에 대해 각각 10wt%, 20wt%, 30wt%, 40wt%의 양을 첨가했다. 또한 막자사발에 갈아진 용액은 48시간 동안 마그네틱 바를 이용해 교반해서 TiO₂ 콜로이드용액을 제조하였다.

이 용액을 ITO(Indium tin oxide) 글라스에 닥터블레이트를 이용하여 증착을 시킨 후, 전기로에서 450℃에서 30분 동안 소결하여 최종적으로 TiO₂ 막을 제조하였다.

TiO₂ 막의 투과도를 측정하기 위해 UV/VIS Spectrophotometer (SHIM ADZU, UV-2401 PC)를 사용하고 막의 미세구조를 살펴보는 데에는 Scanning Electron Microscope (SEM, Hitachi, S-3500N)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1,2,3은 바인더 첨가량에 따른 투과율변화를 측정된 것으로 바인더의 함량이 증가할수록 투과율은 감소하는 경향을 나타냈다. 이런 현상은 입자의 기공크기와 입자의 분산이 덜 되어 형성된 큰 입자들이 빛을 반산, 산란시키고 막의 두께가 두꺼우면 투과율을 감소시킨 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구에서는 PEG와 PEO를 이용하여 바인더의 첨가량에 따른 TiO₂ 막의 광학적 특성을 살펴보았다. PEG와 PEO를 각각 첨가량을 변화 준 결과, 일반적으로 첨가량이 증가할수록 투과율은 감소하였고 PEG와 PEO를 혼합한 경우, 20wt%의 경우에는 10wt%의 보다 더 큰 투과율을 보였는데 이는 적절한 양의 기공과 기공률이 형성되어 나타나는 현상으로 판단된다. 또한 입자들의 분산의 영향에 의해서 이런 결과가 나온 것으로 생각된다. 그러므로 고효율의 DSSC용 광전극 TiO₂막을 만들기 위해 바인더의 적절한 양 및 입자의 분산, 가시광선에서의 높은 투과율을 위한 입자의 기공 크기와 분산도 고려해야 한다는 것을 보여 준다.

참고 문헌

- [1] Michael Gratzel, "Mesoporous oxide junctions and nanostructures solar cells" Current opinion Colloid&Interface Science 4(1999) 314-321
- [2] Anders Hagfeldt and Michael Gratzel "Molecular Photovoltaics" Acc. Chem. Res. (2000), 33, 369-277
- [3] Yasuteru Saito, Shingo Kambe, Takayuki Kitamura, Yuji Wada, Shozo Yanagida, "Morphology control of mesoporous TiO₂ nanocrystalline films for performance of dye-sensitized solar cells" Solar Energy Materials& Solar Cells 83 (2004) 1-13
- [4] Michael Gratzel "Perspectives for Dye-sensitized Nanocrystalline Solar Cells" Prog. Photovolt. Res. Appl. 8, 171-185(2000)

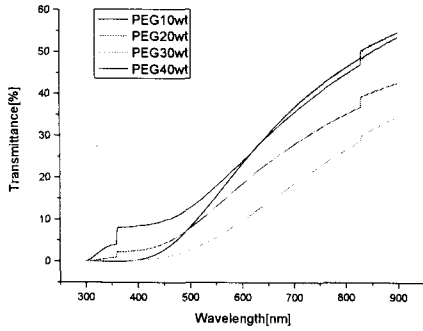


그림 1. PEG 첨가량에 따른 투과율 변화

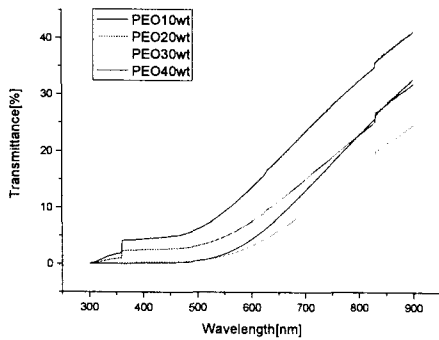


그림 2. PEO 첨가량에 따른 투과율 변화

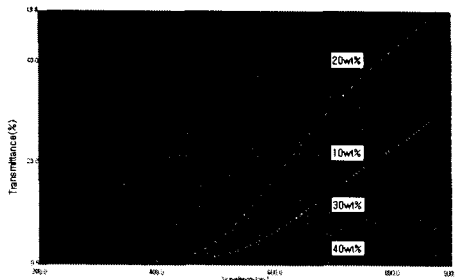


그림 3. PEG + PEO 첨가량에 따른 투과율 변화