

# 차단층에 따른 염료감응형 태양전지의 특성

송 양 기\*, 황 문 식, 공 대 영, 마 재 평  
 호남대학교 전자공학과  
 e-mail : thddidrl@hanmail.net

## Characteristics of dye-sensitized solar cell by blocking layers

Yang-Ki Song\*, Moon-Sick Hwang, Dae-Yeong Gong, Jae-Pyung Mah

Dept. of Electronic Engineering, Honam University  
 Seobong-dong, Gwangsan-gu, Gwangju 506-090, South Korea

### Abstract

We investigated the properties of DSSC by TiO<sub>2</sub>-blocking layer formed at several annealing temperatures. At 300°C and 600°C anatase and rutile phase of TiO<sub>2</sub> were formed, respectively. The characteristics of DSSC was improved by blocking layer annealed at 600°C.

### I. 서론

염료감응형 태양전지의 성능을 향상시키기 위해서는 염료에서 여기된 전자가 TiO<sub>2</sub> 계면을 따라 TCO (Transparent Conductive Oxide)로 이동하지 않고 산화된 염료나 전해질과 재결합하는 것을 차단하는 것, 그리고 염료에 TCO의 전기적 접촉을 차단하는 것 등이 필요하다. 이를 위해, TCO와 TiO<sub>2</sub> 나노 입자 박막, 또는 TiO<sub>2</sub> 나노 입자 박막과 전해질의 계면에 차단층을 형성함으로써, 재결합 문제 및 전기적 접촉을 해결하고자 하는 시도가 있었다.[1,2] 차단층을 형성 하는 재료로는 TiO<sub>2</sub>, ZnO, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 등과 같은 물질이 주로 연구 되고 있으며[3], 그 층의 형성방법으로 Spray pyrolysis deposition (SPD), One-step cathodic electrodeposition, rf-magnetron sputtering, Chemical vapor deposition 등이 있다[4].

본 연구에서는 Rf-magnetron sputtering 방법으로 TCO층인 FTO(F-doped SnO<sub>2</sub>) 위에 TiO<sub>2</sub> 차단층을 형성시키고, TiO<sub>2</sub> 박막의 상(phase) 형성 온도에 따른 염료감응형 태양전지의 특성을 알아보았다.

### II. 실험 방법

염료감응형 태양전지의 차단층을 형성하기 위해, TiO<sub>2</sub> 박막을 FTO glass 위에 상온에서 rf-magnetron sputtering 방법으로 증착했다. 증착 조건은 Table 1과 같다. 온도에 따른 TiO<sub>2</sub> 박막의 상(phase) 변화를 확인하기 위한 post-annealing은 범용 furnace를 이용해 300°C, 600°C에서 진행했다. 그리고 염료감응형 태양전지를 만드는 일반적인 방법인 Dr. Blade 방법으로 열처리된 TiO<sub>2</sub>박막이 증착된 FTO glass 위에 Solaronix사의 Tatania paste를 이용하여 TiO<sub>2</sub> 나노 입자 박막을 형성하고, 500°C에서 1시간동안 소결시켰다. Ethanol에 희석된 Eosin-Y 염료에 TiO<sub>2</sub> 나노 입자

Table 1 Experimental condition on the formation of TiO<sub>2</sub> thin film

Target	Bulk-TiO <sub>2</sub> target
Substrate	FTO
Target-substrate distance	50(mm)
Base pressure	6.0×10 <sup>-6</sup> torr.
Working pressure	4.0×10 <sup>-2</sup> torr.
Process gas	Ar
Temperature	room temp.
rf power	120 watt
film thickness	170 nm

박막이 형성된 FTO glass를 24시간 동안 흡착시켰다. 그 후, 상대 진극으로 쓰일 Pt에 염료가 흡착된 TiO<sub>2</sub> 나노 입자 박막을 덧대고 hot melt sealing material을 이용하여 hot plate상에서 두 FTO glass를 접착시켰다. 그 후 미리 뚫어 놓은 구멍으로 전해

질(Iodide based Iodolyte AN-50)을 주입하고 그 구멍을 메움으로써 완전한 염료감응형 태양전지를 제작했다. 열처리에 따른 TiO<sub>2</sub> 박막의 상(phase) 변화를 확인하기 위해 PANalitical사 (Xpert PRO)의 XRD(X-ray diffractometer)를 이용했다. 마지막으로 AM1.5 조건에서 Xenon lamp를 이용해 염료감응형 태양전지에 2.13W/cm<sup>2</sup>의 광 에너지를 조사하여, 이때 생성되는 V<sub>oc</sub>, J<sub>sc</sub> 를 측정했다.

### III. 결과 및 고찰

차단층인 TiO<sub>2</sub> 박막의 어닐링 온도에 따른 상 형성을 XRD로 분석한 결과 Fig. 1과 같았다. 600°C에서 rutile 상의 peak값이, 300°C에서 anatase 상의 peak값이 크게 나타남을 확인할 수 있었다.

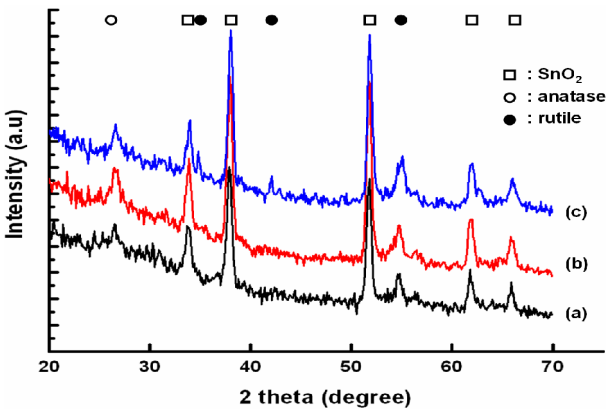


Fig. 1 XRD patterns of the sputtered TiO<sub>2</sub>-blocking layers prepared at different substrate temperatures. (a) room temp. (b) 300°C, (c) 600°C.

차단층으로 TiO<sub>2</sub> 박막을 형성한 염료감응형 태양전지와 차단층을 형성하지 않은 염료감응형 태양전지를 제작하여 Xenon lamp를 태양광원으로 사용하여 측정한 결과 Table 2와 같았다. 600°C에서 어닐링한 샘플이 V<sub>oc</sub>, J<sub>sc</sub>가 모두 월등히 크게 나타남을 알 수 있었다. 이는 600°C에서 어닐링한 TiO<sub>2</sub> 박막의 상이 rutile 이기 때문인 것으로 판단된다. 한편 기존 염료감응형 태양전지의 보고[2]와 달리 차단층으로 증착한 TiO<sub>2</sub>를 300°C에서 어닐링 한 경우 J<sub>sc</sub>가 감소하였는데, 이는 차단층이 저항층으로 작용한 결과인 것으로 판단된다.

Fig. 2는 Table 2의 실험결과를 전류밀도-전압 곡선으로 보여주고 있다. 600°C에서 어닐링한 샘플이 Fill Factor가 월등히 크게 나타남을 알 수 있다.

Table 2 Photovoltaic properties of DSSC with annealing temperature of the blocking layer.

Substrate temp.	V <sub>oc</sub> (mV)	J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	Efficiency (%)
bare cell	440	4.33426	0.740
300°C	470	3.52883	0.645
600°C	530	5.14615	1.657

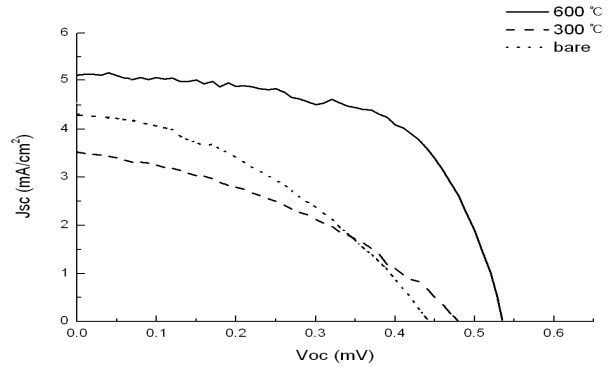


Fig. 2 I-V characteristics of DSSC with annealing temperature of the blocking layer.

### IV. 결론

차단층으로 TiO<sub>2</sub> 박막을 스퍼터링 방법으로 증착시킨 후 300°C, 600°C에서 어닐링하여 TiO<sub>2</sub> 박막의 상이 각각 anatase, rutile 상으로 변화함을 확인 하였다. 600°C에서 어닐링한 TiO<sub>2</sub> 박막을 사용하여 제작한 염료감응형 태양전지가 가장 좋은 전기적 특성을 나타냈다. 이로써 TiO<sub>2</sub> 박막을 차단층으로 사용할 시 요구되는 상은 rutile임을 알 수 있었다.

### References

- [1] Bin Peng, Gert Jungmann, Claus Jäger, Dietrich Haarer, Hans-Werner Schmidt and Mukundan Thelakkat, Coordination Chemistry Reviews, 248, 1479-1489 (2004).
- [2] Ryo Hattori and Hajime Goto, Thin Solid Films, 515, 8045-8049 (2007).
- [3] Seok-Soon Kim, Jun-Ho Yum and Yung-Eun Sung, Solar Energy Materials and Solar Cells, 79, 495-505 (2003).
- [4] B. O'Regan, M. Grätzel, Nature, 353, 737-740 (1991).
- [5] L. Miao, P. Jin, K. Kaneko, A. Terai, N. Nabatova-Gabain and S. Tanemura, Applied Surface Science, 212-213, 255-263 (2003).