

# 염료감응형 태양전지의 탄소대향전극 제조시 바인더에 따른 영향

김성준, 권정열, 이현석, 박정철\*, 이현용  
명지대학교, \*경원전문대학

## Effects by Changing Binder Contents in The Carbon Counter Electrode for Dye-sensitized Solar Cells

Seong-jun Kim, Jung-youll Kwon, hyeon-seok Lee, Jung-cheul Park\*, Heon-yong Lee  
Myongji Univ. \*Kyungwon College.

**Abstract :** In the present study we investigated effects by changing binder contents in the carbon counter electrode for dye-sensitized solar cells. Binder contents changed for 6 wt%, 7 wt%, 8 wt% before making carbon electrode. In the result of the measurement the specific resistance for 6 wt% was lowest among others. And the surface of the carbon electrode which was measured by SEM was best in the 6 wt%. The electrode properties be showing in an experiment were due to increment of surface roughness that appeared the carbon electrode, which decreased internal surface area.

**Key Words :** Carbon Electrode, Counter Electrode, Dye-sensitized Solar Cells

### 1. 서 론

최근 직면하는 에너지 문제를 해결하기 위하여 기존의 화석 연료를 대체할 수 있는 다양한 연구가 진행되고 있다. 그중 태양전지를 이용한 태양광 발전은 환경 친화적으로 대기오염이나 소음의 발생이 없고, 에너지원이 무한하여 고갈의 염려가 없다는 장점을 가지고 있다. 다양한 태양전지 중 나노 결정의 다공성 TiO<sub>2</sub>를 기초로 하는 염료감응형 태양전지는 높은 에너지 변환효율과 낮은 제조비용으로 인해 많은 관심과 연구가 진행되어왔다[1].

염료감응형 태양전지의 원리는 태양광이 전지에 조사되면, 다공질 TiO<sub>2</sub> 전극막에 흡착된 염료가 빛을 흡수하여 여기된 전자를 방출하고 여기된 전자는 TiO<sub>2</sub> 전도대로 이동하여 외부회로를 통해 대향전극에 전달된다. 염료에서 빠져나간 전자들은 전해질을 통해서 채워지게 되고 대향전극에서는 외부회로에서 전자를 받아 전해질 속의 산화종을 환원시킴으로서 전지를 재생 시킬 수 있다.

대향전극으로 쓰이는 소재로는 백금과 탄소가 대표적이며 일반적으로 백금전극이 많이 쓰이고 있다. 그러나 백금전극은 장시간 요오드 전해액에 접촉하는 경우 소량의 백금이 산화-용출되어 요오드와 착제를 이루는 것으로 알려져 있으며 또한 광전극으로부터 탈착된 염료분자가 백금표면에 흡착하여 산화- 환원쌍의 재생을 방해하는 단점을 가지고 있다[2]. 따라서 고가의 백금전극을 대체할 수 있는 소재로 탄소전극이 부각되고 있으며 탄소는 높은 전기전도성과 산 및 염기 등의 전해질에서 높은 내식성을 가지며 우수한 촉매특성 및 가격도 저렴하다는 장점을 지니고 있으나 탄소전극의 전기적 특성에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구에서는 활성탄소에 바인더(CMC)의 함량을 변화시켜 제작한 대향전극에서 바인더의 함량에 따른 전기적 특성을 살펴보았다.

### 2. 실험

#### 2.1 실험방법

대향전극의 구성 성분 중 활물질은 활성탄(비표면적: 100 ~ 400 mesh, Sigma-Aldrich)을 사용하고 전기전도도를 높이기 위하여 도전제인 카본블랙(Cavot, Vulcan XC72R),을 사용하였고, 바인더로 carboxymethylcellulose (Sigma-Aldrich, CMC)를 사용하였다. 활물질과 도전제의 비율을 5:1로 하고 탄소전극에 들어가는 바인더의 함량을 각각 6 wt%, 7 wt%, 8 wt%로 변화시켜 대향전극을 제작하였다. 활성탄에 증류수를 넣고 CMC를 용해시킨 후 도전제인 카본블랙과 에탄올 4ml를 넣고 교반기에서 6시간동안 혼합하였다. 이렇게 만들어진 PASTE를 ITO 전도성 유리 기판에 닥터 블레이드 법으로 2×2cm 크기의 전극을 제조하여 150℃에서 1시간동안 진공 건조하여 카본대향전극을 제작하였다.

전기전도특성을 알아보기 위해서 4 point probe를 이용하여 면저항을 측정하였고, 전자현미경(SEM)을 이용하여 ITO에 입혀진 카본의 두께를 측정하였다. 위 두 가지 측정값을 이용하여 저항률을 구하였다. 또한 전자현미경(SEM)과 고배율 현미경을 이용하여 제조된 탄소전극의 표면을 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 바인더(CMC)의 양의 변화에 따른 저항률의 값을 그래프로 나타내었다. 바인더의 함량이 6 wt%일 때 가장 낮은 저항률 값을 나타내고 양이 증가함에 따라서 저항률도 증가하는 경향을 알 수 있다. 이는 바인더의 함량이 6 wt% 일 때가 비표면적이 가장 크게 나타나고 양이 증가함에 따라 비표면적이 점점 줄어들게 되어서 저항률이 증가하는 것으로 추정할 수 있다.

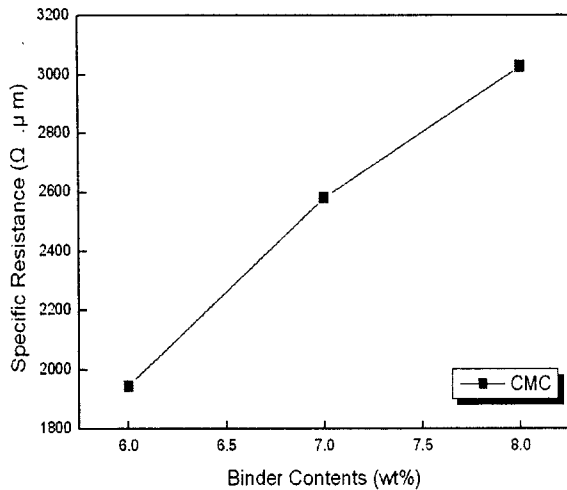


그림 1. 바인더(CMC)의 함량에 따른 저항률

그림 2의 (a), (b), (c)는 바인더의 함량을 각각 6 wt%, 7 wt%, 8 wt%로 해서 제작된 탄소전극 표면을 전자현미경(SEM)을 사용하여 5만 배의 배율로 찍은 사진이고 (d), (e), (f)는 탄소전극 표면을 고배율 현미경을 사용하여 60 배의 배율로 찍은 사진이다.

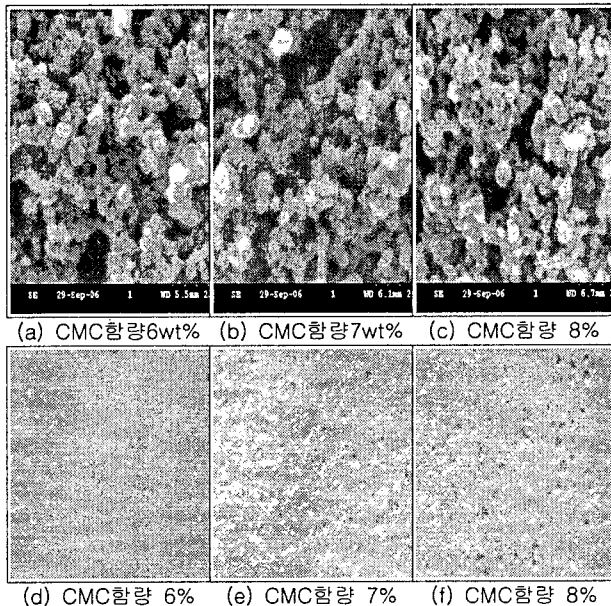


그림 2. 전자현미경(SEM)과 고배율현미경을 사용한 전극표면

그림 2에서 보면 활성탄소의 입자는 수십 나노크기의 카본 블랙과 섞여 있으며 바인더(CMC)는 입자 사이에 결합되어 있는 것을 볼 수 있다. 또한 입자 간에 연결고리가 균일하게 잘 연결되어 있는 것으로 보아 탄소입자들 간의 분산이 잘 되어 있다는 것을 알 수 있다. 하지만 표면을 고배율 현미경을 사용하여 조금 낮은 배율로 관찰해

보면 바인더의 양에 따라서 뚜렷하게 전극표면의 특징이 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. 바인더(CMC)의 함량이 6 wt%일 때가 가장 표면이 매끄러운 것을 알 수 있고 양이 늘어남에 따라서 점점 분화구처럼 표면에 거칠기가 점차 증가하여 8 wt%가 되었을 때 표면의 거칠기가 가장 심하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이러한 전극표면의 거칠기 증가는 탄소전극의 비표면적을 감소시키고 결과적으로 그림 1에서 보았던 것처럼 전극의 저항률을 증가시키는 결과를 초래한다고 볼 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 염료감응형 태양전지의 상대전극 제조시 대항전극물질로 카본을 이용하여 바인더의 함량에 따라서 전극의 전기적인 특성이 어떻게 변하는지에 대하여 살펴 보았다. 위의 그림 1 과 그림 2에서 보는 것과 같이 CMC의 함량이 6 wt%로 가장 적을 때 탄소전극의 저항률이 가장 낮게 측정되었으며, 전자현미경 관측 시에도 마찬가지로 표면이 더 매끄럽게 나타났다.

이상의 실험으로 탄소전극의 전기적특성이 바인더의 양에 따라서 어떻게 변화하는지 알 수 있었다. 위의 실험결과에 의해 제작된 탄소전극을 이용하여 백금전극을 대체할 수 있는 저가형 염료감응형 탄소 대항전극으로의 가능성을 확인할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] O'Regan B, Grätzel M. Nature. 353, 737, 1991.
- [2] Kay and M. Grätzel, Low cost photovoltaic modules based on dye sensitized nanocrystalline titanium dioxide and carbon powder, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 44, 99, 1996.
- [3] Hong-Joo Ahn, Han-Jun Oh, Choong-Soo Chi, Young-Cheul Kim, and Young-Shin Ko. Journal of the Korean Chemical Society. Vol. 45, No. 5, 2001.
- [4] Jung-Sik Kim, Whi-Young Yoon, and Kwang Soo Yoo. Journal of the Korean Ceramic Society. Vol. 38, No. 8, 755~760, 2001.
- [5] Nam-Gyu Park. J. Korean Ind. Eng. Chem. Vol. 15, No. 3, 265~277, 2004.
- [6] K. Imoto et al. Solar Energy Materials & Solar Cells 79 459-469, 2003.
- [7] Kyung-Hee Park, Tae-Young Kim, Sung-Yong Cho, and Seung-Jae Kim. Theories and Applications of Chem. Eng. Vol. 11, No. 2, 2005