

Electrospun MWCNT/PAN-based Carbon 나노섬유의 PEMFC 특성박재현^{1,2}, 최경린^{1,2}, 주용완¹, 정홍련¹, 이완진^{1,2*}¹ 전남대학교 공과대학 응용화학공학부² 전남대학교 공과대학 기능성 나노신화학소재센터

(wjlee@chonnam.ac.kr*)

Characteristics of PEMFC of Electrospun MWCNT/PAN-based Carbon NanofibersJae-Hyun Park^{1,2}, Gyung-Rin Choi^{1,2}, Young-Wan Ju¹, Hong-Ryun Jung¹, Wan - Jin Lee^{1,2*}¹ Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University² Center for Functional Nano Fine chemicals, Chonnam National University

(wjlee@chonnam.ac.kr*)

1. 서론

고분자 전해질 연료 전지 (PEMFC)는 화학적 에너지를 전기적 에너지로 전환하는 친환경 장치로서, 현재 자동차 전력, stationary power systems, 보조 전력 장치와 같은 여러 분야에 응용되도록 시도되고 있다. 그러나 PEMFC에 사용되는 귀금속 촉매와 전해질 등 재료들의 가격이 고가이므로, 상용화되기에는 많은 어려움이 있다. 현재 이런 문제점을 해결하기 위해 다양한 방법이 모색되고 있다. 그 중에서 귀금속 촉매를 비표면적이 넓고 전기 전도도가 우수하며 열적, 화학적 안정성을 갖는 탄소물질들에 담지하여 촉매의 활성을 향상시키는 방법이 활발히 연구되고 있다. 담지체로 연구되는 물질 가운데 CNT는 높은 비표면적과 전기적 특성이 우수하여 최근 주목을 받고 있다.

본 연구에서는 MWCNT가 함유된 탄소섬유를 PAN-MWCNT 혼합 용액을 전기방사하여 제조하고 MWCNT의 함량에 따른 탄소섬유의 특성을 살펴보고 이를 촉매 담지체로 사용하여 단위전지의 성능을 측정하였다.

2. 실험**2-1. 재료**

본 실험에서 MWCNT(Iljin nanotech Co.)와 PAN(Aldrich Co.)을 이용하여 만든 복합 탄소섬유를 제조하여 Pt의 담지체로 사용하였다. Hydrogen hexachloroplatinate (IV) hexahydrate

(Aldrich Co.)를 Pt 전구체로, NaBH_4 를 환원제로 사용하였다. Carbon paper는 지지전극으로, Nafion117 (Aldrich Co.)을 전해질막으로 사용하였다. DMF를 용매로 사용하였다.

2-2. Pt/C 의 제조

PAN과 PAN - MWCNT의 혼합용액을 각각 전기방사하여 안정화, 탄화과정을 탄소섬유를 제조하였다. 제조된 탄소섬유를 글라인딩하여 증류수에 충분히 분산시키고 여기에 증류수에 용해된 Pt 전구체를 한 방울씩 떨어뜨려 반응시켰다. 혼합한 용액을 6 h동안 교반하고 0.5M NaBH_4 수용액으로 환원 처리하였으며 과량의 증류수를 넣어 반응을 종결시켰다. 제조된 Pt/C를 여과와 건조 후 수소가스를 이용하여 2차 환원 처리하였다.

2-3. 전극 성능 측정

PTFE로 소수성 처리한 carbon paper 에 각각의 Pt/C를 $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ loading한 후, Nafion 전해질막과 함께 140°C 에서 1500 psi, 100초 동안 hot - pressing하여 MEA를 만들어 성능 실험을 실시하였다. 산소 및 수소의 유량을 $200\text{cc}/\text{min}$ 로 하였으며 구동 온도는 80°C , 수소와 산소의 가습 온도는 각각 80°C 와 85°C 에서 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1 은 carbon nanofibers의 SEM 사진이다. (a)는 PAN 탄소섬유의 SEM 사진이고, (b)~(d)는 각각 1, 3, 5 wt.%의 MWCNT가 함유된 탄소섬유의 SEM 사진이다. MWCNT의 첨가에 따라 섬유 표면에 MWCNT가 돌출되고 5 wt% MWCNT를 첨가한 탄소섬유의 경우에는 섬유의 직경이 크게 증가하고 MWCNT가 뭉쳐져 있음을 확인할 수 있었다. Table 1의 BET 결과를 통해서도 이러한 결과를 확인할 수 있었는데 MWCNT의 함량이 증가함에 따라 탄소섬유의 비표면적이 증가지만 5 wt.% MWCNT가 함유된 탄소섬유의 비표면적은 오히려 크게 감소함을 확인할 수 있었다. 이는 첨가된 MWCNT가 탄소섬유 표면에 돌출되어 비표면적을 향상시키지만 5 wt.% MWCNT가 첨가된 경우 방사 용액의 점도가 커 전기방사 과정에서 섬유가 제대로 갈라지지 못하였으며 MWCNT가 뭉쳐 발생한 결과라 생각된다. 또한, BET 결과를 통해 3 wt.% MWCNT가 함유된 탄소섬유의 비표면적이 Vulcan-XC에 비해 약 3배정도 크다는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 2 는 Pt/C의 TEM 사진을 보여주고 있다. (a)는 Vulcan-XC, (b)는 순수 PAN carbon의 Pt/C TEM images이고, (c)~(e)는 각각 1, 3, 5 wt.% MWCNT를 함유한 Pt/C의 TEM 사진이다. Pt 입자들이 비교적 고르게 분산되어 있음을 확인할 수 있었다. Fig. 3은 XRD 측정 결과로 이를 통해 39.8° , 46.3° , 67.5° 에서 Pt의 회절피크를 볼 수 있다. 또한 Vulcan-XC를 제외한 모든 Pt/C의 intensity가 비슷한 것으로 보아 Pt입자의 결정크기가 비슷함을 알 수 있었다. Fig. 4와 Fig. 5는 단위 전지 성능 실험의 결과를 나타낸 것이다. 두 그림을 보면 3 wt.% MWCNT를 함유한 Pt/C를 사용한 전극의 Power density는 $1000\text{ mW}/\text{cm}^2$ 로서, Vulcan-XC의 $400\text{ mW}/\text{cm}^2$ 에 비해 2.5배 정도 성능이 좋다는 것을 알 수 있다. 그리고 5 wt.%의 MWCNT를 함유된 전극은 3 wt.% MWCNT를 함유한 전극보다 오히려 성능이 떨어지는 것을 알 수 있다. 이는 MWCNT 함유량이

많아 섬유 내에 고루 분산되지 못하여 섬유의 직경이 증가되고 MWCNT가 뭉쳐 비표면적이 감소하고 이에 따라 Pt의 분산도가 3 wt.%의 MWCNT가 함유되었을 때보다 낮기 때문에 발생한 것으로 보인다.

4. 결론

MWCNT가 분산된 PAN 방사용액을 전기방사한 후, 1000°C에서 수증기 활성화를 하여 MWCNT/PAN-based 탄소 섬유를 제조하였다. 제조된 탄소섬유에 Pt를 담지하여 MWCNT 양에 따른 연료전지 성능 실험을 하였다. 3 wt.% MWCNT/탄소섬유의 비표면적은 Vulcan-XC에 비해 3배정도 컸다. 단위 전지 성능 실험은 3 wt.% MWCNT/탄소섬유 전극의 성능은 Vulcan-XC 전극에 비해 2.5배 정도 향상되었다.

감사

Support for this work was provided by KOSEF under Grant number R01-2003-000-10100-0

5. 참고문헌

- [1] Yuyan Shao, Geping Yin, Jiajun Wang, Yunzhi Gao, Pengfei Shi, Journal of Power Sources (2006)
- [2] Minsuk Kim, Jin-Nam Park, Hyuk Kim, Seongmin Song and Won-Ho Lee, Journal of Power Sources (2006)

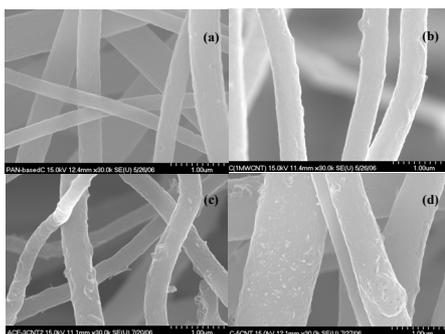


Fig. 1. SEM images of carbon

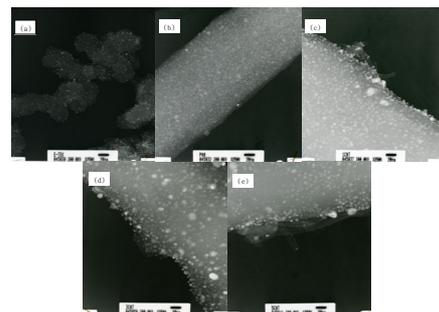


Fig. 2. TEM images of Pt/C.

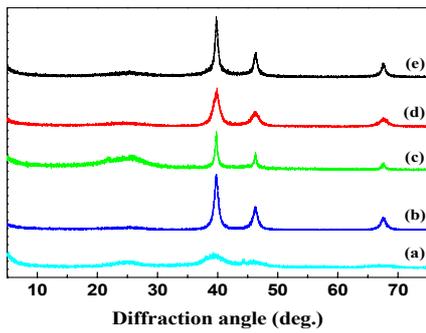


Fig. 3. XRD patterns of

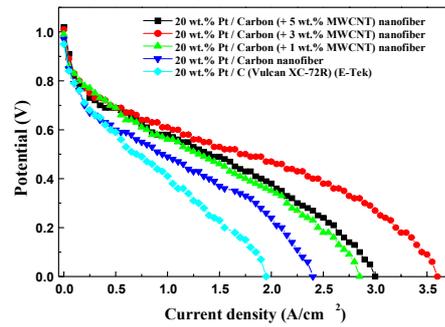


Fig. 4. Polarization curves of

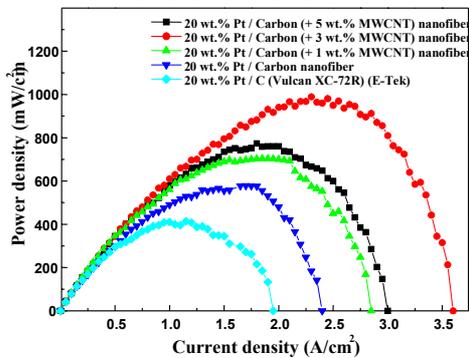


Fig. 5. Power density curves of

Table 1. BET of carbon nanofibers.

	Vulcan XC-72R	PAN based carbon (+ 0 wt.% MWCNT)	PAN based carbon (+1 wt.% MWCNT)	PAN based carbon (+ 3 wt.%MWCNT)	PAN based carbon (+ 5 t.%MWCNT)
BET	248	427	486	846	290