

Pt/ACF를 이용한 PEMFC용 전극 개발 The development of Pt/ACF electrode for PEMFC

박종만, 안지은, 박상선, 유영우, 설용건, 한학수, 김한성
연세대학교 화학공학과

1. 서론

고온의 연료전지에서는 촉매가 특별히 필요하지 않으나, 300 °C 이하의 저온형 연료전지에서는 전극반응을 촉진시키기 위하여 촉매를 사용하는 것이 일반적이다. 연료전지 촉매는 촉매를 담지하고 있는 carbon 지지체의 종류와 그 특성에 따라 촉매의 활성과 전극 구조 및 성질이 달라진다.[1]

현재 연료전지 촉매로 사용되는 Pt의 지지체로서는 Carbon nanohorn, KETJEN Black, Carbon Black등 여러 종류의 carbon이 사용되어지고 있다. ACF는 PAFC용 촉매 담지체로 사용되어 졌으며[5] 현재는 전도성이 가장 좋은 CNT(carbon nano tube)를 지지체로 사용하려는 연구가 활발히 진행되어지고 있다.

본 연구에서는 촉매 금속의 담체로서 carbon black과 CNT대신 표면적이 가장 넓은 것으로 알려진 Activated Carbon Fiber(ACF)를 사용하여 전극을 제조하고 성능 평가를 수행하였다.[2~4]

2. 실험방법

2. 1.고분자 전해질 막의 세척

먼저 전해질 막을 초순수에 담가 80 °C에서 2시간정도 전처리를 한 다음, 초순수 80 °C에서 세척을 하였다. 그 후 과산화수소 용액에서 1시간 30분동안 처리하여 불순물을 제거하였다. 이후 다시 초순수로 처리, 보관하였다.

2. 2.다공성 기체투과층의 제조

탄소 분말(Vulcan XC-72, Cabot CO.)과 Li_2CO_3 결정(E. Merck Darmstadt)을 혼합하고 IPA(Iso propyl alcohol)를 넣은후 분산시켜 slurry를 만들었다. 결합제로서 PTFE를 첨가하고 잘 혼합한 다음 PTFE로 발수처리한 carbon cloth 지지체 위에 고르게 입히고 80 °C에서 1시간동안 건조시켰다. 황산용액에 전극을 넣고 30분간 끓여 Li_2CO_3 결정을 제거하고 나서 증류수에 넣고 끓여 황산성분을 씻어낸 다음 80 °C에서 1시간 동안 건조시켰다. 300 °C에서 열처리하여 분산제 성분을 제거하고 전극표면을 소결시켰다.

2. 3. 촉매 제조

카본 블랙의 일종인 activated carbon fiber(ACF)를 막자사발에 곱게 갈은 다음, 300 °C의 온도에서 공기분위기로 5시간동안 열처리를 하여 불순물을 제거하였다. ACF은 비표면적을 2500인 것을 사용하였으며, 이를 담체로 사용하였다.

촉매의 담지는 incipient wetness method법을 이용하였다. 1 g의 염화백금산 (H_2PtCl_6 , Kojima Chemical CO.)을 5 ml의 증류수에 녹이고, 상온에서 교반하여 준 후 담체에 넣었다. 염화백금산이 담지된 ACF을 80 °C 건조기 안에서 12시간 동안 건조시킨 후 백금이온을 환원하기 위하여 0.2 M의 $NaBH_4$ 용액 60 ml을 염화백금산이 담지된 ACF에 섞었다. 백금이 담지된 ACF를 필터링을 통하여 걸러내고 이를 다시 2시간 동안 80 °C 건조기 안에서 건조시킨 다음 수소 분위기에서 300 °C의 로 안에서 소성을 시킨다.

2. 4. 촉매 슬러리 제조

20%Pt/ACF, 20%Pt/C촉매에 Isopropyl alcohol과 증류수를 혼합하여 분산용액을 만들었다. 그 후 Nafion solution(5wt%, Aldrich, Chemical Co. Inc)을 촉매와 혼합하고, 이 혼합액을 초음파와 교반을 반복하여 촉매 슬러리로 만들었다.

2. 5. 단위전지의 성능측정

MEA의 성능은 DC electronic load (6060B, Hewlett Packard)를 이용하여 전류 대 전압 특성곡선을 얻었다. 전해질막의 건조를 방지하기 위하여 반응기체가 단위전지에 공급되기 전에 외부 가습기를 통하여 가습시켰다. 가습기는 anode, cathode 모두 RH% 100%로 설정하여 운전하였다. 연료는 수소, 산화제는 산소를 사용하였다. 전지는 전류 집전체에 전기히터 장치를 장치, 가열하여 80 °C의 온도에서 운전하였다. 단위전지 운전시 외부에 가압은 하지 않았다.

3. 결과 및 고찰

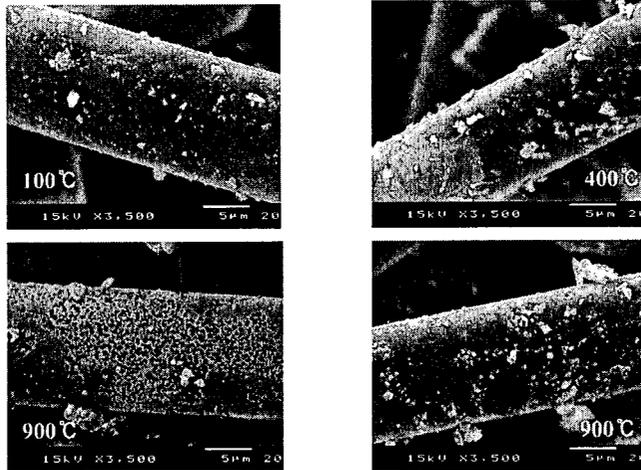


그림 1. SEM image of Pt/ACF with calcination

그림 1은 열처리 온도에 따른 ACF의 SEM(scanning electron microscope) image 이다. Pt/ACF를 400°C, 900°C로 열처리 하였을 때 연료전지의 전류밀도는 0.6V에서 각각 807mA/cm², 960mA/cm²를 나타내었다. 그림. 2.

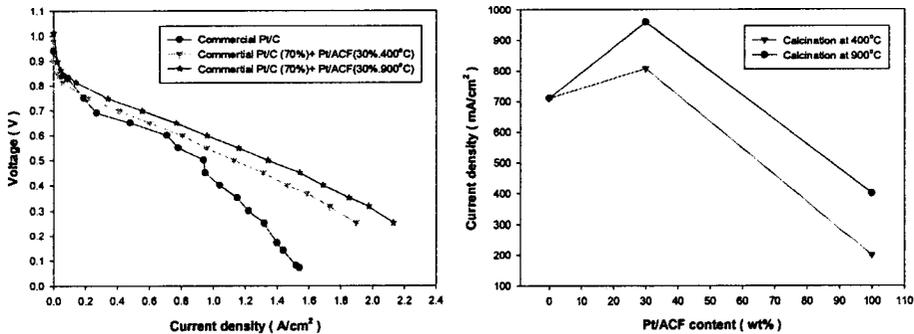


그림 2. Performance of PEMFC and effect of carbon structure

4. 결론

본 실험에서는 activated carbon fiber를 사용하여 촉매를 제조하고 전극을 만들어 PEMFC 성능 평가와 CO 피독, 그리고 내구성 실험을 실행 하였다. ACF(activated carbon fiber)는 촉매의 새로운 담지체와 전극 구조체로서 한발 앞선 MEA를 구성하였고 성능증가의 원인이 될 수 있었다. ACF의 structure design과 내구성 테스트는 앞으로 연구가 진행 되어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 전학제, “촉매 개론”, 한림원, (1992)
- [2] K. Kordesch,, “ Fuel cells and their Applications”, VCH(1996)
- [3] Leo J. M. J. Blomen and Michael N. Mugerwa, “ Fuel cell systems”, Plenum Press, (1993)
- [4] G. J. K. Acres, J. C. Frost, G. A. Hards, R. J. Potter, T. R. Ralph, D. Thompsett, G. T. Burstein and G. J. Hutchings, “Electrocatalysts for fuel cells”, Catalysis Today, 38, 393-400, (1997)
- [5] 유재현, “활성탄소 섬유를 이용한 연료전지의 전극성능 향상에 관한 연구”, 연세대학교 석사학위 논문, (1994)