

PEMFC 용 Pt 담지 촉매의 Pt 담지비에 따른 성능변화

조용훈*(서울대 화학생명공학부), 조윤환(서울대 화학생명공학부), 박현서(서울대 화학생명공학부),
성영은(서울대 화학생명공학부)

Optimization of Platinum amount in Pt/C for PEMFC

Y. H. Cho(Chem. and Bio. Eng. Dept., SNU), Y. H. Cho(Chem. and Bio. Eng. Dept., SNU),
H. S. Park(Chem. and Bio. Eng. Dept., SNU), Y. E. Sung(Chem. and Bio. Eng. Dept., SNU)

ABSTRACT

This study focuses on a determination of amount of Pt in the Pt/C for catalysts of polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFC). PEMFC offer low weight and high power density and being considered for automotive and stationary power applications. The PEMFC behavior is quite complex is influenced by several factors, including catalysts and structure of electrode and membrane type. Catalyst of electrode is important factor for PEMFC.

One of the obstacles preventing polymer electrolyte membrane fuel cells from commercialization is the high cost of noble metals to be used as catalyst, such as platinum. To effectively use these metals, they have to be will dispersed to small particles on conductive carbon supports. The optimal amount of Pt in Pt/C was investigated by using polarization curves in single cell with H₂/O₂ operation.

Key Words: PEMFC (고분자전해질 연료전지), Electrode (전극), Catalyst (촉매), Power density (전력밀도), Carbon support (탄소 지지체)

1. 서론

고분자전해질 연료전지는 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 장치로써 기존의 에너지 변환장치보다 1.5 배 이상의 에너지 효율을 갖는 것은 물론이고 에너지 변환 시에 물과 전기, 열 이외의 어떠한 환경오염 물질도 배출하지 않기 때문에 차세대 에너지원으로 주목 받고 있으며, 상용화를 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다[1].

고분자전해질 연료전지의 기본구조는 Fig. 1 과 같이 중앙에 고분자전해질 막을 중심으로 양 옆에 탄소 천 또는 탄소 종이 같은 지지체가 있고 지지체와 고분자전해질 막 사이에 수소산화와 산소환원 반응을 위한 귀금속 촉매가 위치하게 된다. 고분자전해질 연료전지의 기본원리는 산화전극으로 수소가 유입되어 귀금속 촉매에 의하여 수소가 산화되어 수소양이온과 전자가 발생하게 되며 발생한 수소양이온은 고분자전해질을 통하여 환원전극으로 이동하게 되고, 전자는 외부 회로를 통하여 환원전극으로 이동하여 산소환원반응에 참여하고 그 결과로 물이 생성된다[2].

고분자전해질 연료전지는 촉매로 백금을 가장 많이 사용한다. 과거에는 4 mg/cm² 이상의 촉매를 사용하였지만 탄소지지체위에 백금을 담지하여 사용 함으로써 백금의 사용량을 10% 이하로 줄일 수 있었다. 따라서 현재에는 담지촉매를 주로 사용하고 있으며 담지체 위에 다양한 비율로 촉매를 담지

하여 사용하고 있다. 촉매의 담지비율이 달라지게 되면 촉매를 연료전지 전극 촉매층 적용 시에 촉매층 내의 기공 크기가 바뀌게 되어 저항 과전압 및 물질전달 과전압 영역의 성능에 변화가 생기게 된다. 그러므로 다양한 촉매 담지비에 따른 고분자전해질 연료전지 성능의 I-V 거동분석을 수행하게 되면 특정 전압에서의 전류량의 변화를 확인 할 수 있게 된다. 본 연구에서는 백금 담지촉매의 담지비를 20, 40, 60, 80 wt. %로 변화시켜 연료전지의 각 전극에 적용하고 단위전지 평가를 통하여 I-V 거동분석을 수행하였다.

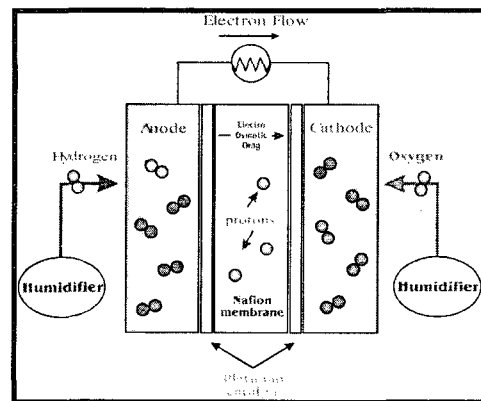


Fig. 1 Schematic diagram of PEMFC structure

2. 실험

2.1 촉매 슬러리제조

촉매는 미세 탄소입자(Vulcan XC)에 백금이 각각 20, 40, 60, 80 wt.% 담지된 Pt/C(Johnson Matthey)를 사용하였으며, Ionomer 로는 5 % Nafion solution(Dupont), 분사제로는 IPA(Isopropyl alcohol)와 3 차 증류수를 사용하였다.

2.2 MEA 제조

직접코팅법을 이용하여 MEA 를 제조하기 위해 제조된 촉매슬러리를 전처리 과정을 한 Nafion 112 양쪽 면에 스프레이를 이용하여 직접 도포하였다. 촉매슬러리를 효과적으로 고분자막에 도포하기 위하여 50 ℃의 핫플레이트 위에서 분사했다. 양면에 촉매가 도포된 고분자막을 두 개의 기체확산층 사이에 넣고 MEA를 만들었다.

2.3 단위전지 성능평가

제조된 MEA 의 성능을 비교하기 위해서 MEA 를 단위전지에 장착하고 동일한 압력으로 체결 하였다. 단위전지의 유로 면적은 전극의 면적과 동일한 5 cm² 이며 성능 측정을 위하여 전류 부하기를 이용하여 전지의 전압과 전류를 측정하였다. 전지의 운전조건은 산화극과 환원극 각각 수소와 산소를 양론비 1.5/2.0 으로 공급하였으며, 단위전지 온도는 65 ℃로 유지 산화극과 환원극은 각각 70 ℃와 75 ℃의 온도 가습을 유지하고, 작동 압력은 상압으로 하였다[3].

3. 결과 및 고찰

촉매의 담지 비율을 20, 40, 60, 80 wt.%로 다르게 하여 MEA 제조 후 단위전지 성능을 평가하여 Fig. 2 와 Fig. 3 에 나타내었다. 40 wt.%의 촉매를 사용한 MEA 가 가장 좋은 성능을 나타냈지만, 0.6 V 에서의 전류밀도를 살펴보면 20 wt.%의 촉매를 사용한 MEA 의 성능만 현저히 낮고 나머지 MEA 의 성능은 거의 비슷한 수준으로 나타났다. 하지만 0.7 V 에서의 전류 밀도를 보면 80 wt.%의 촉매를 사용한 MEA 성능이 40, 60 wt.%의 촉매를 사용한 MEA 의 성능보다 200 mA/cm² 이상 좋은 성능을 보였다. 이러한 결과에서 확인 할 수 있듯이 같은 양의 백금 양을 사용해도 담지비를 다르게 적용하면 특정 전압에서 더 많은 전류밀도를 얻을 수 있음을 확인 할 수 있었다.

4. 결론

촉매의 담지 비율을 20, 40, 60, 80 wt.%로 다르게 하여 MEA 제조 후 단위전지 성능을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 40 wt.%의 촉매를 사용하여 MEA 를 제조하는 것이 가장 높은 전류밀도를 얻을 수 있다.
- (2) 0.7 V 이상의 전압에서는 80 wt.%의 촉매를 사용하여 제조한 MEA 에서 가장 높은

전류밀도를 얻을 수 있다.

- (3) 담지비가 다른 담지촉매를 사용하면 I-V 거동의 차이가 생긴다.

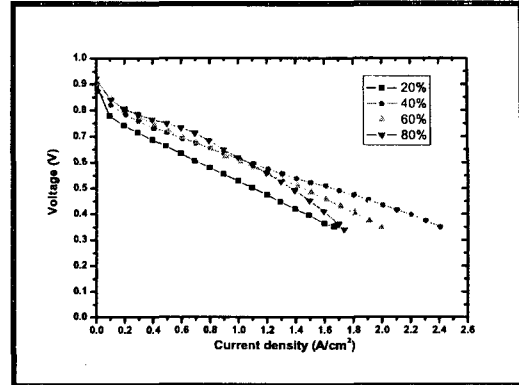


Fig. 2 Effect of platinum amount in Pt/C on the current density of a PEMFC

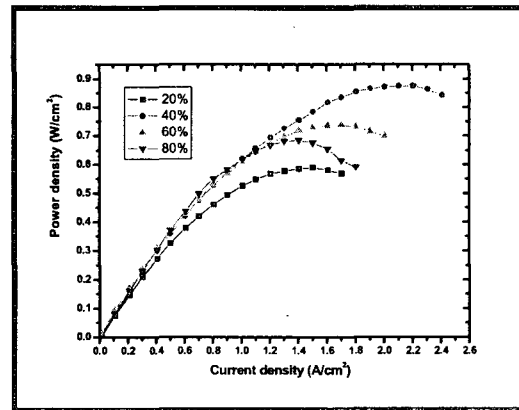


Fig. 3 Effect of platinum amount in Pt/C on the power density of a PEMFC

후기

본 연구는 산업자원부의 차세대 신기술 개발사업 연구과제(과제번호 : 100117159) 연구비에 의하여 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이정규, 하응용, 홍성안, 전해수, 임태원, 오인환, "촉매층의 제조 방법이 고분자 전해질 연료전지의 성능에 미치는 영향", Journal of the Korean Institute of Chemical Engineering, Vol. 39, pp 109-115
2. Ciureanu, M., Mikhailenko, D., Kaliaguine, "PEM fuel cells as membrane reactors: kinetic analysis by impedance spectroscopy", Catalysis Today, Vol. 82, pp. 195-206, 2003
3. Larminie, J., Dicks, A., "Fuel cell Systems Explained", John Wiley and Sons, LTD, England, 2000