

직접 메탄올 연료전지(DMFC)용 적층 구조 복합막의 연구

## LAMINATED COMPOSITE POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANE IN DIRECT METHANOL FUEL CELL APPLICATION

박종만, 김현재, 설용건\*, 한학수  
연세대학교 화학공학과

### 서론

연료전지는 지속적인 연료공급의 이점과 높은 효율 그리고 환경오염 물질을 만들어 내지 않는다는 점에서 미래의 환경과 에너지문제를 해결해 나갈 적합한 자원이 될 것이다[1]. DMFC는 다른 고분자 전해질 형 연료전지와는 다르게 Methanol을 연료로 사용하고 있으며 가격이 저렴하고 조작성이 간편하며 높은 에너지 밀도를 갖는 장점을 가지고 있다. 산소와 반응하여 물과 CO<sub>2</sub>를 만들어 내며 이는 청정에너지원으로서 높은 가치가 있을 것이라 기대된다[2-3].

DMFC의 연료인 메탄올은 고분자 전해질 막을 쉽게 통과하는데 이러한 현상을 'methanol crossover'라 하며 이 결과로 cathode 쪽에서 탈분극 손실과 연료전지의 효율을 떨어뜨리는 원인이 된다. 이러한 'methanol crossover'를 줄이는 연구는 연료전지의 효율의 증가를 위해 꼭 필요하다. 최근의 많은 연구에도 불구하고 Nafion 막을 대신하여 사용하기에는 상업적으로나 기술적으로 어려운 점이 많다 [4-5].

본 연구의 목적은 proton conductivity를 유지하고 우수한 물리적 성질과 methanol crossover를 줄이고 Nafion막을 대신하는 고분자 전해질 막을 개발하는데 있다.

이러한 블렌딩 막은 DMFC에서 Membrane Electrode Assembly(MEA)의 내부 물질간 저항으로 사용이 불가능하다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 본 연구에서 제안한 적층형 막을 사용하였으며 AC Impedance로 계면저항과 proton conductivity를 확인하였다. Gas chromatography(G.C)는 DMFC 운전중에 발생하는 Methanol crossover를 측정하였고 MEA는 적층형 막과 전극을 조합하여 만들었으며 PVdF의 함량을 조절하면서 DMFC의 성능과 막의 저항을 측정하였다. 이 결과들로 DMFC에서 전해질 막의 가능성을 확인하였다.

## 실험방법

고분자 용액은 proton conductivity 고분자로써 Nafion perfluorinated ion exchange resin 5wt% solution(E. I. Du Pont de Nemours & Co.)과 methanol crossover를 줄이기 위해 Poly Vinylidene Fluoride(PVdF)(Sigma aldrich,(M.W. 534,000))를 사용하였고 페트리 디쉬에 폴리머를 블렌딩하여 제조하였다.

제조된 멤브레인은 scanning Electron Microscope(SEM)과 TGA, X-Ray Diffraction으로 특성화 하였고 Ion Exchange Capacity와 Water Uptake으로 막의 전기화학적 물성을 확인하였다.

Poly vinylidene Fluoride를 DMF로 용해시켜서 10wt% PVdF를 만들고 5g의 DMF와 같이 Nafion Solution에 첨가하고 12hr 동안 교반하였다. 복합막은 120℃에서 24hr동안 진공으로 건조시키면서 만들었다.

이 논문에서 막의 적층 구조는 Nafion 112/ Nafion-PVdF 복합막/Nafion 112막으로 구성되어져 있다.

## 결과 및 토론

제작된 적층 막의 수소 이온 전도도는 20%의 PVdF가 함유되어있을 때  $1.1 \times 10^{-2} \text{S/cm}$ 로 상당한 정도의 수소이온 전도성을 유지 하였다. PVdF의 함량을 증가시키면 수소 이온 전도성은 차츰 낮아지는 것을 확일 할 수 있었다. 또한 PVdF 함량을 증가시킬수록 메탄올의 크로스 오버는 감소하였다.(그림 1.) 성능을 측정된 결과 이 적층 구조의 복합 막은 Nafion 막의 전력 밀도 보다 높은 것으로 확인 되어 졌다. 0.3V의 일정 전압에서 PVdF 20 % 함유한 적층 막을 이용한 연료전지는 가장 높은 전류 밀도를 보였으며 100℃에서  $217.64 \text{mA/cm}^2$ 의 전류 밀도를 보였다. 반면에 PVdF 함량 10%와 30%인 적층 막은 각각 180과  $190.6 \text{mA/cm}^2$ 를 보였다. 그리고 Nafion보다 고온에서 운전이 가능하였으며 더 좋은 성능을 나타내었다(그림 2., 그림 3.)

## 참고문헌

1. James Larminie, Andrew Dicks : "Fuel Cell system Explained", John Wiley & Sons, N.Y. (2000)
2. A.J. Appleby, F.R.Foulkes, : "Fuel Cell Handbook", Van Nostran Reinhold, N.Y. (2000)
3. Bruce R. Rauhe, Jr., Frank R. McLarnon, and Elton J. Cairns,

J. Electrochem. Soc., 142, 1037 (1995)

4. A. Hamnett and G.L. Troughton, chem. Ind., 480 (July 1992)

5. K.V. Kordesh, "25 years of fuel cell development", J. Electrochem. Soc., 25, 77 (1978)

6. R.B. Moore, C.R. Martin, Macromolecules, (1998), 21, 1334-1339

### 감사

본 연구는 과학기술부 지원으로 수행하는 국가지정연구사업의 일환으로 수행되었습니다.

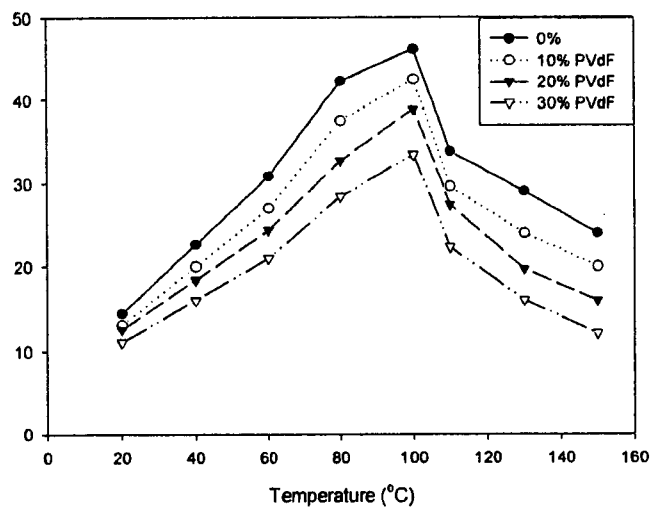
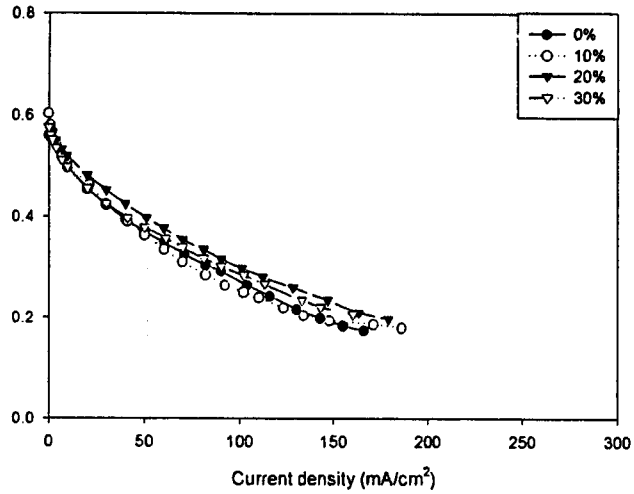


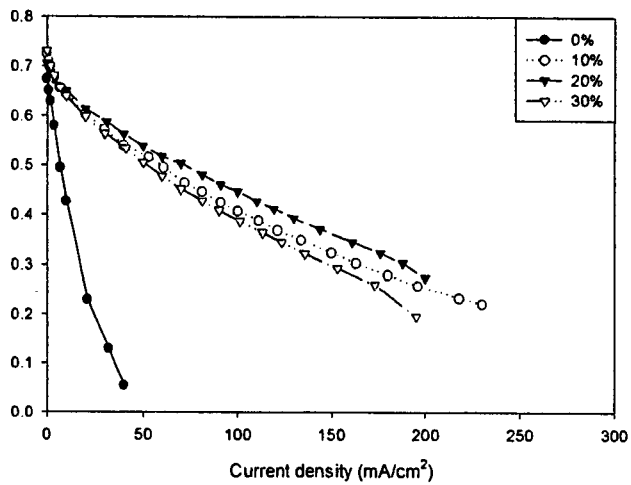
그림 1. Effect of cell temperature on the Methanol crossover rate  
(2 M MeOH at 1.8 ml/min, O<sub>2</sub> at 300 ml/min, 3 atm)

그림 2. Single cell Performance (80°C)



(2 M MeOH at 1.8 ml/min, O<sub>2</sub> at 300 ml/min, 2kgf/cm<sup>2</sup>)

그림 3. Single cell Performance (130°C)



(2 M MeOH at 1.8 ml/min, O<sub>2</sub> at 300 ml/min, 2kgf/cm<sup>2</sup>)