

Proton 전도성 접착제를 이용한 PEMFC MEA 접합

김태희, 조규진, 오상영, 문종근, 김도윤, 박권필
순천대학교 화학공학과

Preparation of PEMFC MEA with Proton Conducting Adhesives

Taehee Kim, Gyoujin Cho, Sangyoung Oh, Jonggeon Moon, Doyoon Kim, Kwonpil Park
Department of Chemical Engineering, Suncheon National University

서론

고분자 전해질 연료전지는 전해질로 고체인 고분자막을 사용하므로 부식문제를 해결함과 동시에 에너지 변환효율이 우수하고 저온에서도 높은 전류밀도를 얻을 수 있을 뿐 아니라 수명이 길고 전지의 제조가 간단하다는 장점 때문에 무공해 차량의 동력원, 현지 설치형 발전, 이동용 전원, 군사용 전원 등 매우 다양한 분야에 응용 될 수 있는 장점이 있다.^{1,2}

고분자 전해질 연료전지의 핵심이라고 할 수 있는 막/전극 접합체(MEA: Membrane/Electrode Assembly)를 제조하는 방법으로 hot pressing법이 가장 널리 사용되고 있으며 이외에도 electrodeposition법, sputtering법, impregnation/reduction법, screen printing법 등이 있다.³ 전처리한 고분자막과 전극을 100~110°C에서 높은 압력으로 접합시키는 hot pressing 방법은 100°C 이상의 온도에서는 이온전도성에 많은 영향을 주는 수분의 과도한 증발로 막 성능 저하를 가져오므로 낮은 온도에서 이루어지는 것이 좋으나 100°C 이하에서는 접착력이 약해 전극과 막이 쉽게 분리되고 접촉저항이 큰 문제가 있어 성능감소를 감수하고서라도 일반적으로 100~110°C에서 이루어진다. 따라서 본 연구에서는 hot pressing 방법이 고온에서 막의 탈수를 가져올 뿐 아니라 대면적의 MEA 접합체 제조나 대량생산을 위해서는 부적합 것으로 생각되어 공정을 보다 단순하게 할 수 있는 방법으로 이온전도성 접착제를 개발해 Proton 전도도를 측정하고 단위전지를 구성하여 MEA 성능을 검토하였다.

실험방법

접착제 제조를 위해 전도성을 갖는 물질로 Nafion perfluorinated ion-exchange resin(5wt% solution, Aldrich), 접착성을 갖는 물질로는 Epoxy resin(5wt% solution in ethyl alcohol)을 사용하였다. Nafion과 Epoxy 함량을 변화시켜 혼합한 후 Teflon sheet 위에 부어 상온에서 solvent를 증발시킨 후 film casting하여 이온전도도를 측정하였다. 접착제 첨가로 인해 감소하는 이온전도도를 보완하고자 비율이 고정된 Nafion/Epoxy (80:20wt%) 혼합용액에 Sulfonated polystyrene resin을 다양한 비(10~90wt%)로 첨가하여 혼합한 후 이 역시 film casting하여 이온전도도를 측정하였다. Nafion 과 전극(E-Teck) 접합 시 접착제는 약 0.0064g/cm² 사용되었다. 접착제 사용으로 감소하는 이온전도도를 보완하기 위해 막을 에칭하여 MEA 접합에 사용하는 실험도 함께 수행하였다. 이온전도도의 측정은 상온에서 막 또는 MEA 접합체를 stainless steel blocking electrode 사이에 놓고 Impedance를 측정(Model 263A Potentiostat/Galvanostat, Model 398 Electro Impedance)하여 전도도를 계산하였다. 여러 조건에서 접합한 MEA를 이용해 단위전지를 구성하고 온도 50~75°C, 압력 1~2atm 범위에서 MEA 성능을 측정하였다.

결과 및 고찰

Nafion과 Epoxy 비를 변화시키면서 제조한 접착제의 이온전도도 값을 Fig. 1에 나타내었다. Epoxy가 10wt% 이상 되어야 접착력을 갖는데 이 Epoxy 첨가로 인해 감소하는 이온전도도를 보완하고자 Nafion/Epoxy 비율이 고정된(80:20wt%) 혼합용액에 다양한 비를 갖는 Sulfonated polystyrene resin을 첨가하였고, 증가하는 이온전도도를 Fig. 2에 나타내었다. Sulfonated polystyrene resin의 양이 70% 이상 들어가면 이온전도도는 10배 가량 증가하는데 이는 양이온교환 역할을 하는 술폰기의 증가 때문으로 생각된다. Fig. 3은 접착제(Nafion:Epoxy=80:20wt%)를 이용한 MEA 접합체와 Hot pressing을 이용한 MEA 접합체의 이온전도도 측정 결과를 비교한 것으로서 Hot pressing을 한 경우가 접착제(Nafion/Epoxy)를 사용한 경우보다 이온전도도가 높음을 알 수 있다. Hot pressing을 할 경우 carbon 입자에 의해 Nafion막에 요철이 형성되어 접촉 표면적이 넓어지나 이온전도성 접착제를 사용할 경우는 이러한 효과를 얻을 수 없게 된다. 더구나 접착 시 완전히 증발하지 않은 solvent 때문에 막에 부분적인 swelling 현상이 일어나 접촉 면적이 줄어들게 되어 이온전도도가 더 감소하는 것으로 생각된다. 따라서 접합 전 사포(1200Cw)를 이용해 막을 에칭하여 막에 요철을 형성시켜 접촉 면적을 넓히고자 하였고 이를 통해 Fig.3에 나타난 것처럼 많은 차이는 만나나 다소 증가시킬 수 있음을 알 수 있다. 여기에 이온전도도를 증가시키는 Sulfonated polystyrene resin을 첨가하면 Hot pressing을 한 경우보다 이온전도도가 더 높음을 알 수 있다.

Fig. 4는 이렇게 이온전도성을 향상시킨 접착제 및 기존의 hot pressing 방법을 이용해 제조된 MEA를 이용해 단위전지를 구성하고 성능을 측정한 실험 결과이다. 실험은 Cell 온도 60°C, 수소 가습기 온도 70°C·2atm, 산소 가습기 온도 65°C·2atm 조건에서 수행하였다. 이온전도도 측정 결과와 마찬가지로 Sulfonated polystyrene resin을 첨가하여 제조한 접착제로 제조된 MEA를 이용한 단위전지의 성능 값이 가장 높은 값을 나타내었다.

결론

Nafion과 Epoxy를 이용한 전도성 접착제로 PEMFC MEA 접합 가능성을 확인하였고, 여기에 에칭과 sulfonated polystyrene resin을 이용하면 저온(60°C)에서는 hot pressing 보다 우수한 성능을 보였다.

참고문헌

1. Parthasarathy, A., Srinivasan, S. and Appleby, A.J. : J. Electro-anal. Chem., 339,101(1992)
2. Srinivasan, S., Enayetullah, M. A., Somasundaram, S., Swan, D. H., Manko, D., Koch, H. and Appleby, A.J. : Proc. Interso. Energy Convers, Eng, Conf., 3, 1623(1989) Arizona(1992)
3. Lee, S.J., Choi, K. H., Lee, T. H., Cho, W. I. and Kho, Y. T. : Int Chem. Eng, 34, 105-110(1996)

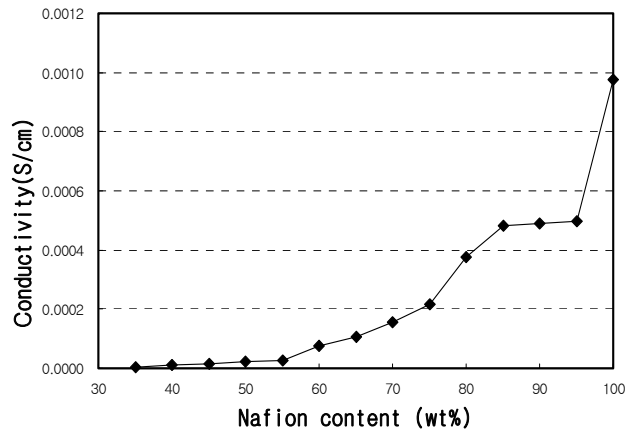


Fig. 1 Proton conductivities of Nafion-Epoxy films with various Nafion contents

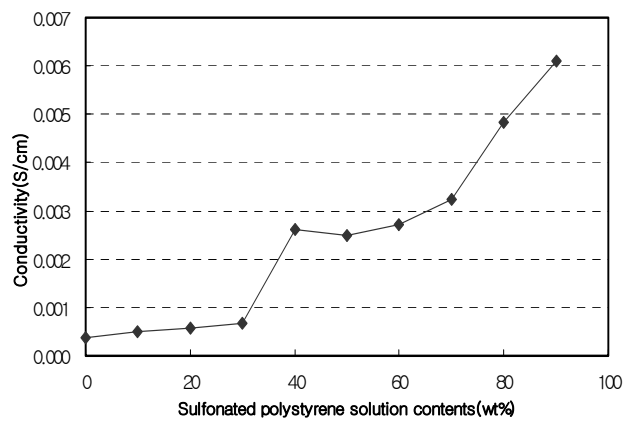


Fig. 2 Proton conductivities of Nafion-Epoxy-Sulfonated polystyrene films with various Sulfonated polystyrene contents

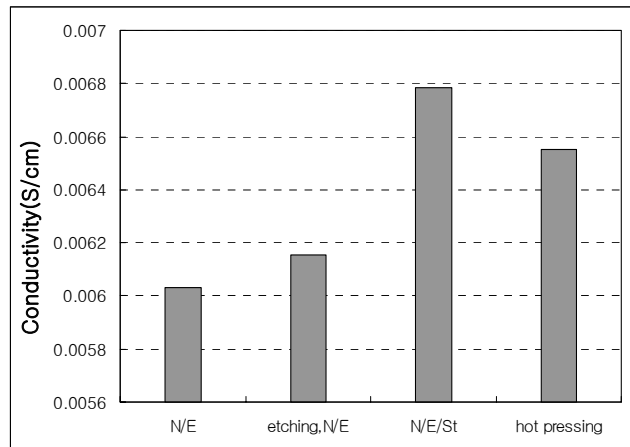


Fig. 3 Proton conductivities of MEA fabricated by hot pressing and adhesives

(N/E : Nafion:Epoxy=80:20wt%, etching N/E: N/E with etching,

N/E/St : Nafion:Epoxy:sulfonated polystyrene=57.1:14.3:28.6wt% with etching)

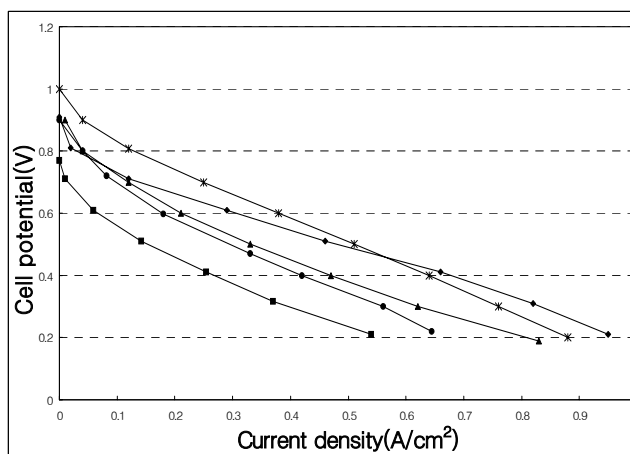


Fig. 4 Plot of potential vs current density of MEAs in a PEMFC at 2atm, 60°C.

MEAs are fabricated by hot pressing (◆: at 500kg/cm² for 3minutes)

and with conducting adhesives (■: Nafion/Epoxy, ▲: Nafion/Epoxy with etching,

•: Nafion/Epoxy/Sulfonated polystyrene, *: Nafion/Epoxy/Sulfonated polystyrene

with etching)