

알칼리 고분자전해질 연료전지 응용을 위한 음이온교환막 제조

박진수, 김지석, 양태현, 윤영기, 이월용, 김창수
한국에너지기술연구원, 고분자연료전지연구단

Preparation of Anion-Exchange Membranes for Alkaline Solid Polymer Electrolyte Fuel Cells

Jin-Soo Park, Jiseok Kim, Tae-Hyeon Yang, Young-Ki Yoon, Won-Yong Lee,
Chang-Soo Kim

Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell Research Department, Korea Institute of Energy Research

최근 재생 가능하며 환경 친화적인 에너지 기술로 연료전지가 유망한 해결책으로 주목받고 있다. 여러 종류의 연료전지 중 가장 주목을 받고 있는 것은 고분자전해질 연료전지(PEMFC)이다. 우수한 운전 성능과 다양한 응용성을 바탕으로 수많은 연구자들에 의해 연구되고 있다. 하지만 여전히 고분자 전해질막의 가격이 매우 비싸며 제조공정이 복잡하여, 상용화에 큰 걸림돌이 되고 있는 실정이다 [1, 2].

하지만 알칼리 고분자전해질연료전지는 고분자전해질연료전지의 장점을 유지하면서, 고가의 수소이온 전도성 고분자 전해질막을 대체할 수 있다. 알칼리 고분자전해질 연료전지의 가장 큰 특징으로는 기존 고분자전해질연료전지와는 달리 값싼 음이온 전도성 고분자 전해질막을 사용한다는 것이다. 뿐만 아니라 니켈과 같은 비귀금속 촉매를 사용할 수 있어 연료전지의 생산 단가를 크게 낮출 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 알칼리 고분자전해질연료전지에 적합한 음이온 교환막을 폴리술폰 고분자를 이용하여 개발 및 제조하고 단위전지 성능을 테스트해 보았다.

상용 폴리술폰(PSF) 고분자(Udel® P-1700)를 1,1,2,2-tetrachloro-ethane(TCE)에 약 12wt%로 용해하고, chloromethylmethylether(CMME)과 소량의 ZnCl₂ 촉매를 이용하여 폴리술폰의 클로로메틸화 반응을 유도하였다. 반응을 종료시키고 반응하지 않은 화학물질을 제거하기 위해 메탄올에서 하루 동안 침전시켜 세척하였다. 세척한 고분자는 80 °C에서 하루 동안 진공 건조한 후, N,N-dimethylformamide(DMF)에 약

11wt%로 용해하고 trimethylamine(TMA)으로 아민화하여 고분자 내에 시차 암모늄 관능기를 도입하였다 (그림 1). 아민화된 고분자를 곧바로 50 μm 두께의 필름형태로 제조하였다. 제조한 막의 화학적 성질을 조사하기 위해 FT-IR(MB154-BOMEM, Hartmann & Braun)를 사용하여 스펙트럼을 분석하였으며, 적정법을 이용하여 막의 이온교환능력을 측정하였다. 막의 수소이온전도도(?)는 임피던스 스펙트로스코피 (Solartron 1260)를 사용하여, 4 전극 시스템에서 1~ 10^5 Hz의 주파수 범위, 5 mV의 전압세기를 가지는 교류전원에서 측정하였다.

알칼리 고분자전해질연료전지 셀에서의 운전특성을 알아보기 위해 단위 전지에서 듀퐁사의 나피온막과 비교실험을 진행하였다. 전해질막-전극접합체는 Pt/C (40%, Johnson-Matthey) 또는 Ni 촉매를 사용하여 양극, 음극에 0.4 mg/cm²로 조절하였으며, 8% PTFE 방수처리된 가스확산재(Toray 250)를 사용하여 제조하였다. 그리고, 제조막의 전압-전류 특성을 살펴보기 위해 셀 온도 60 °C, 무가압 100% 가습 수소/산소 조건에서 실험을 진행하였다.

CMME를 이용한 클로로메틸화 반응은 50 °C 30분으로 고정시킨 후 TMA를 이용한 아민화 반응만을 제어하여 음이온 교환막을 제조하였다. 아민화 반응은 질소 환경에서 반응 온도를 50 °C로 고정하고 반응 시간을 변경하여 진행하였으며, FT-IR로 아민화를 확인하였다. 클로로메틸화 폴리술폰(CMPSf)의 아민화 정도는 교반시간이 증가할수록 함께 증가하였으며, 아민화 정도가 증가할수록 이온교환능 및 전기전도도 역시 증가하였다. 하지만 과도한 교반시간을 가지는 막은 높은 수팽윤성을 보여 연료 전지 운전에 적합하지 않았다.

운전 결과 제조된 전해질을 사용한 알칼리 고분자전해질연료전지의 개발 가능성을 보였으며, 향후 음이온 교환막의 전기화학적 특성을 향상시킨다면 알칼리 고분자전해질연료전지의 응용성을 폭넓게 만들 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. N. Vassal et al., "Electrochemical properties of an alkaline solid polymer electrolyte based P(ECH-co-EO)", *Electrochimica Acta*, 45, 1527 (2001).
2. E. Agel et al., "Characterization and use of anionic membranes for alkaline fuel cells", *J. Power Sources*, 101, 267 (2001).

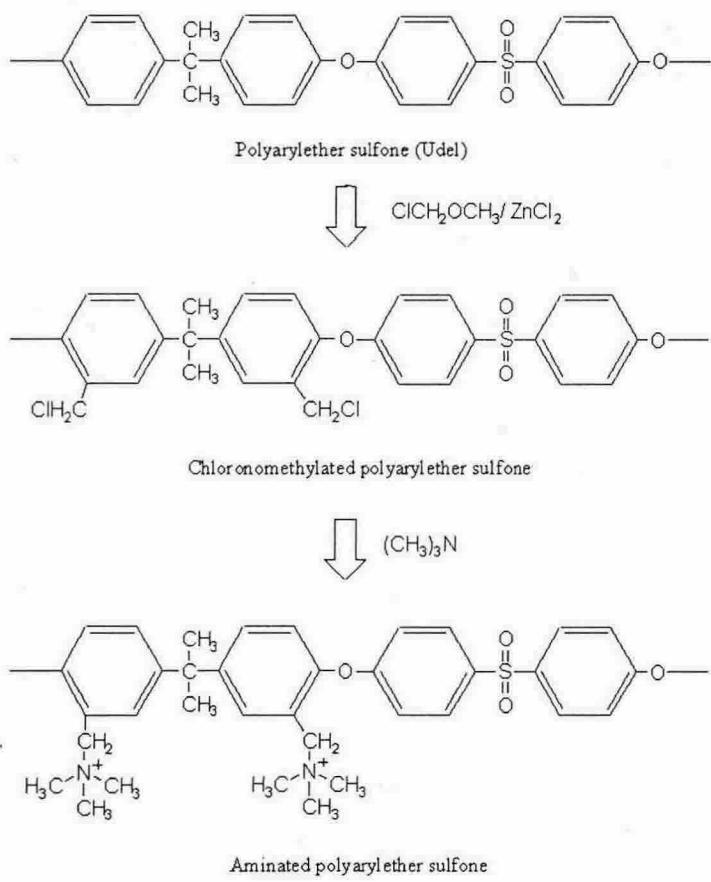


Fig. 1. Schematic preparation method of aminated polysulfone anion-exchange membranes.