

폴리카보네이트 분리판을 이용한 공기호흡형 고분자 연료전지 제작 및 성능평가

Study on Air Breathing PEMFC Using Polycarbonate Separator

*이윤호¹, #차석원¹, 박태현¹, 장익황², 이주형³

*Y. H. Lee¹, #S. W. Cha(swcha@snu.ac.kr)¹, T. H. Park¹, I. W. Chang², J. H. Lee³

¹서울대학교 기계공학과, ²서울대학교 지능형융합시스템학과, ³㈜엑스에프씨

Key words : Polycarbonate, Separator, Gold Plating, Electroless Plating

1. 서론

연료전지는 연료가 공급되는 한 작동시간에 제한이 없고 에너지 변환 효율이 높기 때문에 2 차 전지를 대체할 차세대 에너지 변환 장치로 각광 받고 있다. 특히 고분자 전해질 연료전지 (PEMFC)의 경우 다른 전해질을 사용하는 연료전지에 비해 작동온도가 낮고(80°C 이하) 높은 성능을 보이기 때문에¹ 휴대용 전원으로의 연구가 가장 많이 진행되고 있지만 높은 가격과 부피, 무게는 상용화의 큰 걸림돌이 되고 있다.

연료전지 가격의 약 45%, 부피, 무게의 약 80%를 차지하고 있는 구성요소는 분리판으로 집전, 전극-전해질 집합체(MEA)의 고정, 열관리, 반응기체의 유로 형성 기능을 하기 때문에 높은 전기 전도성, 화학적 안정성, 높은 기계적 강도, 가벼운 무게, 낮은 기체 투과성의 성질을 가져야 한다. 하지만 동시에 이와 같은 특성을 갖는 재료가 드물기 때문에 탄소 재질의 Graphite 분리판이 가장 널리 쓰이고 있다. Graphite는 높은 전기 전도성, 화학적 안정성의 특성을 갖지만 하지만 가공성이 떨어지기 때문에 제작 단가가 매우 비싸고, 기계적 강도가 낮다는 문제가 있다². 특히 이런 문제들은 휴대용 연료전지를 제작에 있어 큰 걸림돌이 되는데 그 이유는 Graphite 재료의 강도 및 기체 투과성 문제 때문에 얇고 가볍게 제작하기 힘들기 때문이다.

휴대용 연료전지를 가볍고, 작게 제작하기 위해 서는 금속 재질이나 탄소재질의 분리판보다 엔지니어링 플라스틱 계열의 재료가 적합하다. 그 중 Polycarbonate(PC) 재질의 경우

밀도가 1.18~1.21g/cm³ 정도로 가볍고, 방향족 탄화수소, 염소계 지방족 탄화수소 이외의 물질에는 화학적으로 매우 안정하며, D256 시험법에 의해 측정된 충격강도 역시 95 kg.cm / cm 로 아크릴과 비교하여 30 배 이상 충격에 강하다. 또한 ABS 수지에 국한되었던 무전해 도금법이 PC 에도 적용됨에 따라 낮은 전기 전도성 문제도 해결되어 분리판 재료로 알맞은 특성을 고루 갖춘 물질이라 평가된다.

본 연구에서는 PC 에 무전해 도금으로 전도성 물질을 입혀 분리판을 제작하였으며 PC 의 낮은 열전도 때문에 발생 할 수 있는 열관리 문제 해결과 컴팩트한 휴대용 전원의 특성에 맞게 공기 호흡형으로 설계 하였다. 또한 분리판으로서 PC 의 가능성을 판단하기 위해 Graphite 로 제작된 분리판과 PC 로 제작된 분리판을 각 각 제작하여 성능 비교를 진행하였다.

2. 실험 방법

PC 로 제작된 분리판은 반응면적이 3cm x 3cm 이며 구리, 니켈 금 순서로 두께 50.3um 의 도금을 진행하였다. 우선 충분한 전기 전도성

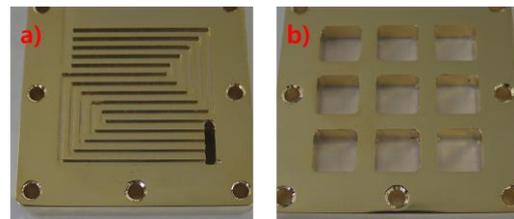


Fig. 1 Metal plated polycarbonate(PC) separator.
a)Anode plate, b)Cathode plate

확보를 위해 구리를 40um 두께로 도금하였으며 10um 두께의 니켈을 도금하여 구리와 금과의 결합을 강화시켰다. 최종적으로 표면에 산화 방지를 위해 0.3um의 순금을 도금하였다.

Cathode의 개방 면적은 선행 연구를 통해 얻어진 값인 71%³이며 비교를 위해 제작된 Graphite 분리판을 이용한 셀 역시 동일한 cathode 개방 면적으로 제작되었다.

실험조건은 상온, 실온가습, 수소 유량 50sccm으로 진행하였다

3. 실험 결과

제작된 단위 셀의 구성과 성능을 각각 Fig 2, Fig 3에 나타내었다. 셀 성능 측정에 앞서 진행한 PC 분리판의 표면 저항은 0.089cm²Ω으로 Graphite와 거의 동일한 저항을 보였다. 셀의 성능은 graphite 분리판을 사용한 셀의 경우 0.95V의 OCV, 0.119W/cm²의 전력밀도를 나타내었고, PC 분리판을 사용한 셀의 경우 0.96V의 OCV, 0.116W/cm²의 전력밀도를 나타내어 둘의 성능 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구를 통해 PC로 제작한 분리판의 가능성을 확인할 수 있었다. 제작한 PC 셀의 총 두께는 1.5cm (Anode 분리판 1cm, Cathode 분리판 0.5cm)으로 Graphite와의 동일한 scale의 비교를 위해 두껍게 제작되었지만 추후 연구를 통해 이를 1/4 정도로 줄여 PC의 단점을 이용한 휘어지는 연료전지 제작을 최종 목표로 하고 있다.

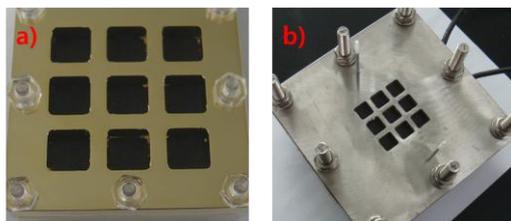


Fig. 2 Complete cell image using a) polycarbonate separator, b) graphite separator

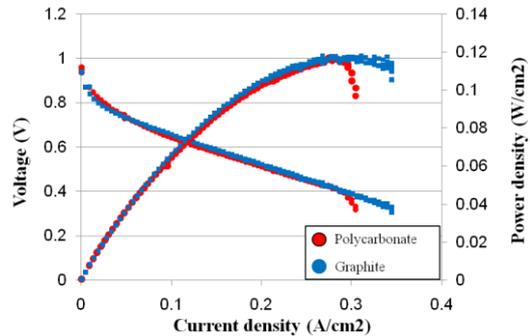


Fig. 3 Performance comparison graph between polycarbonate separator cell and graphite separator cell

후기

본 연구는 중소기업청 산학연 공동기술개발사업과 교육과학기술부 지원 BK21 사업의 일환으로 진행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. R. O'Hayre, S. W. Cha, W. Colella, and F. B. Prinz, "Fuel Cell Fundamentals," John Wiley and Sons, New York, 2006.
2. A. Hermann, Tapas Chaudhuria, and Priscila Spagnolb, "Bipolar plates for PEM fuel cells: A review " International Journal of Hydrogen Energy 30 (2005) 1297 – 1302
3. Kim, S.H., Cha, H.Y., Miesse, C.M., Jang, J.H., Oh, Y.S., Cha, S.W. "Air-breathing miniature planar stack using the flexible printed circuit board as a current collector", International Journal of Hydrogen Energy 34(1) (2008)