

고분자 코팅을 이용한 연료전지용 표면코팅기술 연구

A Study on the Application of Polymer Coating to the Field of Fuel Cell

전유택^a, 김효균^a, 남궁성^a
^a현대하이스코 기술연구소

산업이 발달함에 따라 석탄 및 석유 등 에너지의 소비가 많아지며 환경오염 및 지구온난화 문제가 인류의 생존에 심각한 문제로 대두되며 이를 대체할 수 있는 신재생 에너지에 대한 관심이 점차 크게 부각되고 있다. 새로운 신재생 에너지로는 태양열, 풍력, 조력, 수소 등이 있으며 이중 수소는 경제성 및 상업성 등에서 다른 에너지 대비 많은 장점을 갖는다. 특히 수소를 에너지로 변화시켜 주는 연료전지는 이동통신, 가전, 자동차, 조선, 발전 등 모든 분야에서 전 세계적으로 활발히 연구되고 있는 분야이다.

연료전지는 크게 전극전해질(MEA), 가스확산층(GDL), 분리판(Bipolar Plate)등의 부품으로 구성된다. 이중 분리판은 연료전지 비용의 상당부분을 차지하며 성능에 중요한 역할을 하기 때문에 매우 중요한 핵심부품이다. 분리판은 수소, 산소, 냉각수를 각각 분리하여 연료전지 셀의 전면적에 걸쳐 균일하게 분배 공급해 주는 역할을 하고 전기화학반응에 의해 생성되는 전류를 수집해 주는 역할을 한다. 따라서 분리판은 우수한 전기전도성 및 열전도성, 가스밀폐성, 내식성을 가져야 하며 실제 연료전지에 적용되기 위해서는 경제성을 갖추어야 한다. 기존에 분리판은 흑연계 소재 및 수지와 흑연을 혼합한 복합흑연재료가 많이 연구되어 왔다. 그러나 흑연계 분리판은 대량생산 및 강도, 밀폐성 등이 금속 대비하여 상대적으로 떨어지기 때문에 최근들어 금속계 분리판에 대한 다양한 연구들이 진행되고 있다.

금속계 분리판은 두께를 줄일 수 있기 때문에 스택의 부피 및 경량화가 가능하고 스탬핑 공정을 이용하게 되면 대량생산이 가능하다는 장점을 갖는다. 그러나 부식이 발생하게 되면 금속성분이 용출되어 전해질(MEA)을 오염시키기 때문에 성능을 저하시킨다는 단점이 있다. 또한 사용시간이 증가함에 따라 표면 산화물층 두께가 증가하여 전기저항이 커지기 때문에 연료전지 성능을 감소시키는 문제점을 갖는다. 현재 분리판 소재로는 스테인리스강, 티타늄 합금, 알루미늄 합금, 니켈 합금 등이 후보재료로 검토되고 있다. 이중 가격이 상대적으로 저렴한 스테인리스강을 소재로 하여 부족한 내식성 및 전기전도성을 보완하기 위한 다양한 코팅들이 복합적으로 연구되고 있으나 분리판에서 요구되는 충분한 물성 및 경제성 있는 제조방법에 대해서는 보고된 사례가 없어 연료전지 개발을 위해서는 이에 대한 종합적인 연구개발이 매우 필요한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 건식 및 습식법을 이용하여 코팅한 후 연료전지 분리판에서 요구되는 전기전도성 및 내식성을 평가하여 금속계 분리판 적용 가능성에 대하여 알아보려고 하였다. 전기전도성은 코팅샘플 양면에 가스확산층(GDL)과 금 코팅된 동판을 배열시켜 인장시험기로 하중을 가하고 전압과 전류를 측정하여 옴의 법칙을 사용하여 접촉저항을 계산하여 평가하였다. 코팅층의 내식성은 양극분극시험을 행하여 평가하였다. 작업 전극의 노출 면적은 1cm^2 으로 하였으며 전위는 포화칼로멜전극(SCE)을 기준으로 측정하였다. 부식용액으로는 1N, 0.1N, 0.01N 또는 0.001N H_2SO_4 과 2ppm HF 혼합 용액을 사용하였으며 온도는 80°C 로 유지하였다. 분극시험에 앞서 N_2 가스를 1시간 동안 purging하여 용액 내에 존재하는 CO_2 등의 불순물 가스를 제거하고, cathode 및 anode 분위기를 모사하기 위하여 O_2 또는 H_2 가스를 30분간 purging한 후 EG&G 273A potentiostat을 사용하여 1mV/sec 의 전위 주사 속도로 양극분극곡선을 측정하였다.