

PEMFC용 금속분리판의 고전도/내부식 표면처리 기술 개발 현황

The trend of surface treatment and coating technology for metallic bipolar plates of PEMFC

한영훈^{a*}, 조창완^a, 방민국^a, 윤효섭^a, 이민철^a, 정연수^b, 전유택^b

^a(주)코디박 기술연구소 (E-mail: kodivacrnd@naver.com), ^b현대하이스코 환경에너지연구팀

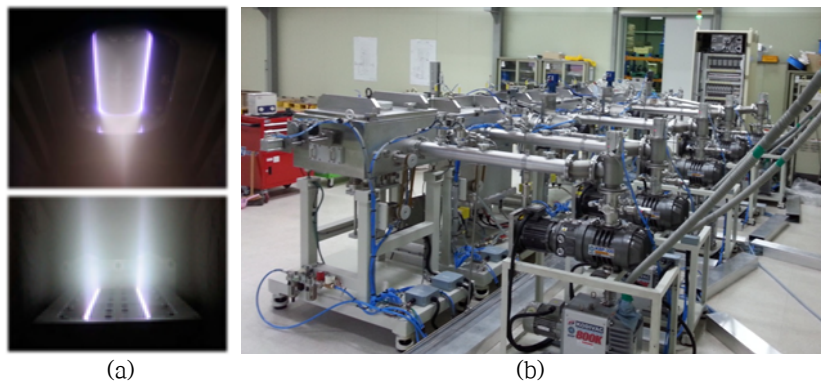
초 록: 수소자동차용 연료전지의 중요 핵심부품 중 하나인 금속분리판의 경우 표면 처리 및 코팅기술을 이용해 전기적 고전도 특성과 화학적 내부식 특성을 확보하는 것이 관건이다. 본 연구내용은 향후 상용화를 목적으로 지금까지 진행해 온 금속분리판을 위한 건식 진공 표면처리 및 코팅기술 개발 현황에 대한 것이다. 생산비용의 저가화와 대량생산 가능성을 고려하여 고속의 연속 전처리법 및 진공증착법을 기본 공정으로 선정하고, 고전도/내부식성 증착물질 선택에도 귀금속을 배제하는 등의 기본 전제와 연구 결과를 소개한다. 기 확보된 기술에 의한 접촉저항 및 내부식 특성은 미국 DOE의 2017년 목표치를 만족하는 결과를 보였다.

1. 서론

수소연료전지자동차(FCEV)의 전기 발생부인 스택의 3대 핵심 부품 중 하나인 금속분리판은 자동차 1대당 약 1,000매의 수요가 예상된다. 따라서 기본 갖추어야할 특성 이외에도, 생산단가와 대량생산 가능성은 반드시 고려해야할 사항이다. 기존 흑연소재 분리판의 경우 과도한 부피, 취약한 내충격성, 저조한 생산성과 높은 제조단가로 인해 자동차용으로는 부적합한 이유 배제되었으며, 세계 메이저 자동차 메이커들은 수소연료전지자동차의 구현을 위해서 박형 금속분리판을 적용하고자 극비리에 개발 중 상황이다 [1]. 금속분리판은 기계적 강성이나 높은 생산성, 저렴한 제조 단가 등의 장점이 있는 반면, 연료전지 동작 환경에서 산화피막 형성에 의한 전기적 특성 저하와 부분적 내식성 열화는 해결해야 할 난제로 꼽힌다. 이를 해결하기 위한 많은 노력 중 현재 가장 현실적인 해결책은 고전도/내부식 코팅법이며, 코팅 품질을 높이기 위한 전처리도 반드시 병행되어야 한다. 본 연구에서는 고전도/내부식 박막 코팅 기술을 개발해 온 배경과 증착법/증착소재의 선정 과정을 소개하고, 기 개발된 표면처리법에 의해 확보된 금속분리판의 전기전도성과 내부식성을 분석하였다. 전기전도성과 내부식성의 분석법은 각각 가압측정법에 의한 접촉저항값, 양극분극시험법에 의한 내식성 분석을 실시하였다.

2. 본론

본 연구에서는 연속 전처리법 및 진공증착법을 고안하고 이를 이용해 0.1mm의 SUS316L 기판의 양면에 고전도/내부식 특성 박막을 증착하였다. 증착된 박형 금속분리판의 면적은 약 400cm² 급이다. 기판의 장입 이후 진공 분위기 내에서 선행 이온빔 소스를 이용하여 양면 전처리를 시행하였고, 별도로 고안된 고속 증착법을 이용하여 인라인 형태로 연속 전처리, 진공증착을 시행하였다. 증착속도는 720nm/min 로 유지하였다. 표면처리의 특성 재현성 확보를 위해 기판 장입부터 공정 종료 후 기판 배출까지 자동화를 이루어 진행하였다.



자체 고안된 연속 전처리 및 진공증착 시스템을 이용하여 표면 처리된 400cm² 급의 금속 분리판을 대상으로 가압측정법에 의한 접촉저항값은 특정 조건의 경우 18mΩ · cm²@100N/cm²였으며, 양극분극시험법에 의해 분석된 내부식 특성은 1.0 uA/cm²@0.1N H₂SO₄ + HF 2ppm, 0.6V 의 결과를 나타내었다. 이 수치는 미국 DOE 보고서상 2017년 목표치에 해당된다.

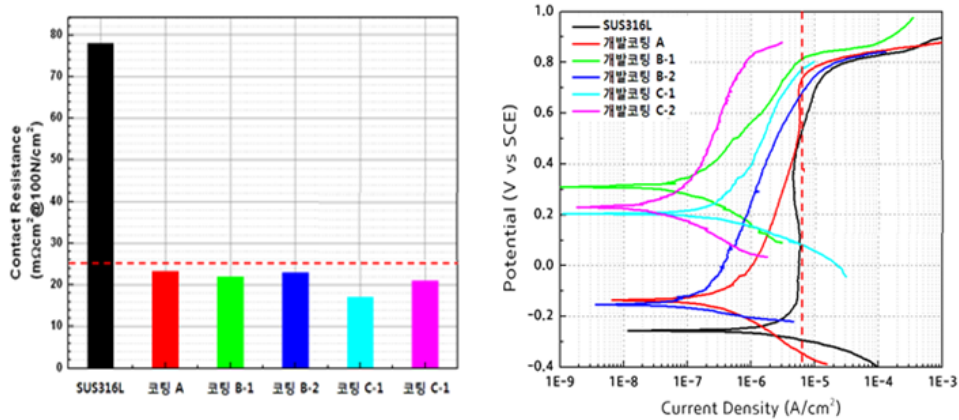


그림 2. 개발 표면처리법에 의한 금속분리판의 접촉저항 및 내부식성 결과: 좌, 접촉저항. 우, 양극분극시험 plot

3. 결론

FCEV의 상용화를 위해 저가의 소재와 친환경적인 공정으로 미국 DOE 2017년 목표를 만족하는 금속분리판 표면처리 기법을 자체 개발을 통해 확보하였다. 개발된 공정은 향후 FCEV의 가격을 크게 낮출 수 있으며, 향후 생산성 향상과 공정 저가화 노력을 통해 FCEV 상용화를 가속화가 가능하다고 판단된다.

참고문헌

- [1]. 일본수소연료전지 핸드북 편집위원회, 수소연료전지 Handbook, 성안당 (2011) 473p.