

고분자 전해질 연료전지용 분리판의 적용을 위한 그래핀이 코팅된 알루미늄 합금의 전기화학적 특성

Electrochemical properties of graphene coated aluminium alloy for PEM fuel cell separator

남대근*, 김정수, 조형호

한국생산기술연구원(E-mail:dgnam@kitech.re.kr)

초 록 : 고분자 전해질 연료전지용 분리판은 가격비와 중량비가 높아 부품 가격 및 중량을 낮출 경우 파급 효과가 높을 것으로 예상된다. 일반적인 금속판들은 연료전지 스택 내의 산성 분위기에서 존재하므로 표면 부식이 쉽게 발생한다. 본 연구에서는 연료전지의 사용환경을 고려하여 금속판의 부식방지 및 표면특성 향상을 위해 그래핀을 코팅하였으며, 연료전지 스택 내부와 유사한 산화성 분위기를 모사하여 전기화학적 특성을 분석하였다.

1. 고분자 전해질 연료전지 분리판 특성

고분자 전해질 연료전지는 다른 연료전지에 비해 작동온도가 낮고 전류밀도 및 출력밀도가 높으며 시동시간이 짧아서 다양한 분야에 응용이 가능할 것으로 기대된다. 그 중 분리판은 연료 및 공기가 흐를 수 있는 채널들이 포함되어 있으며, 전지들에 의해서 생산되는 전류를 흐르게 할 수 있는 전도성을 가져야 할 필요가 있다. 또한 연료전지 스택 내부는 산성 분위기에 존재하므로 일반적인 금속판들은 쉽게 부식될 수 있어 내부식성 및 내구성이 높은 금속판을 사용할 필요가 있다. 그래핀의 경우 구조적으로 완벽한 결정성을 가지고 있어 우수한 전기전도성을 가지고 있을 뿐만 아니라 물리화학적 내식성 및 내구성을 가지고 있어 연료전지 분리판으로서 적용 가능할 것으로 예상된다.

2. 실험방법

본 연구에서는 연료전지 분리판으로 널리 사용하고 있는 스테인리스강보다 중량이 가볍고 가공이 쉬운 알루미늄 합금을 모재로 사용하였으며, 알루미늄 합금의 표면특성 및 전기전도성을 향상시키고자 기계적, 전기적 성질이 우수한 그래핀을 전기분무법을 이용하였다.

그래핀용액은 제작인 에탄올을 용매로 사용하였으며, 소량의 분산제(diphenyldiethoxysilane)를 첨가하여 분산성을 향상시켰다. 이후 초음파수조 내에서 24시간 반응하여 그래핀 분산용액을 제작하였다. 코팅공정은 15kV 전압을 인가하여 2시간동안 코팅을 진행하였으며, 분당 분사량은 50 μ l로 고정하였다. 잔류용매의 제거를 위해 기판을 80 $^{\circ}$ C로 가열하면서 실험을 진행하였다.

그래핀이 코팅된 알루미늄 합금의 미세구조를 전자현미경과 광학현미경을 통하여 관찰하였으며, 연료전지 스택 내부와 유사한 산화성 분위기를 모사하기 위해 80 $^{\circ}$ C의 0.1N H₂SO₄ + 2ppm F 용액 내에서 내식성 실험과 면간접촉저항을 측정하였다.

3. 실험결과

그래핀이 코팅된 알루미늄 합금의 표면 미세구조를 관찰한 결과, 금속모재 전반에 걸쳐 그래핀이 균일하게 코팅된 것을 확인하였으며, 단면 미세구조에서 약 5~10 μ m 두께로 그래핀이 코팅된 것을 확인하였다. 연료전지 스택 내부와 유사한 환경을 모사한 내식성 및 면간접촉저항 실험에서 연료전지 동작전압 범위 내에서 그 결과값을 만족하였으며, 연료전지 양극판으로써의 적용가능성을 확인하였다.

참고문헌

1. D.-G. Nam and H.-C. Lee, J. Power Sources, 170(2007), p.268
2. V.C. Tung, M.J. Allen, Y. Yang, and R.B. Kaner, Nat. Nanotechnol., 4(2009), p.25
3. K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, I.V. Grigorieva, and A.A. Firsov, Science, 306(2004), p.666