

데칼법으로 제조된 고분자 연료전지용 전극 막 접합체의 성능평가

류 성관²⁾, 박 석희¹⁾, 윤 영기³⁾, 이 원용⁴⁾, 김 창수⁵⁾

enhanced performance of Membrane electrode assembly made by decal method

S.K. Ryu, S.H. Park, Y.G. Yoon, W.Y. Lee and C.S. Kim,

Key words : Membrane electrode assembly(전극 막 접합체), Decal method(데칼법), PEFC(고분자 전해질 연료전지)

Abstract : 전극 막 접합체를 만드는 방법 중 연속식 공정으로서의 데칼법의 장점은 제조공정의 단순화와 두께 균일성 그리고 대량생산 등을 그 예로 들 수 있다.

본 실험에서는 코터를 이용해 전극 막 접합체를 만들기 위해 높은 점도의 촉매 슬러리를 제조하였다. Johnson Matthey 사의 HiSPEC 40 wt% Pt/C 촉매와 Dupont사의 20 wt% Nafion Solution 그리고 물을 이용하여 촉매 슬러리를 제조한 후 코터를 이용하여 데칼법으로 전극 막 접합체를 제조하였다. 완성된 전극 막 접합체의 성능 평가를 실시하였으며 상용화된 전극 막 접합체와 그 특성을 비교 분석을 실시해보았다.

1. 서 론

고분자 전해질 연료전지(PEFC)는 전해질 막에 코팅되어있는 촉매의 종류와 그 활성면적에 따라 큰 성능 차이를 보인다. 보다 향상된 성능의 PEFC를 만들기 위해서는 우선적으로 membrane electrode assembly(MEA)의 성능을 개선해야 할 필요성이 있다. MEA를 만드는 방법은 크게 Batch type 방법과 continuous type 방법으로 나누어 볼 수 있다. batch type 방법에는 Brushing, Screen printing, Spraying법 등이 있으며 continuous type 방법에는 Doctor Blade, Comma roll, Die casting등을 이용한 방법이 있다. 이중 연속식 방법의 장점은 공정시간의 단축, 두께 균일성, 재현성, 대량생산, 비용의 절감 등이 있다.

본 실험은 Doctor Blade를 이용한 continuous type 방법에 해당하는 데칼법으로 만들어진 MEA와 상용화된 MEA의 성능 및 특성을 비교하며, 우수한 MEA의 제작 조건을 알아보는데 있다.

2. 실험 방법

2.1 데칼법

데칼법을 이용하기 위해 높은 점도의 촉매 슬러리를 제조한다. 촉매 슬러리를 코팅장비에 준비한 후 이 슬러리를 필름 위에 코팅하게 된다. 코팅을 마친 후 촉매가 입혀진 필름을 멤브레인의 양면에 핫프레스법을 이용하여 전극층을 전사시킨다. 전사가 끝난 후 필름을 제거하면 MEA가 완성된다. Fig.1 은 데칼법의 공정을 보여준다.

- 1) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단
E-mail : skipark@kier.re.kr
Tel : (042)860-3048 Fax : (042)860-3104
- 2) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단
E-mail : muse78@kier.re.kr
Tel : (042) 860-3300 Fax : (042)860-3104
- 3) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단
E-mail : ygyoon@kier.re.kr
Tel : (042)860-3506 Fax : (042)860-3104
- 4) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단
E-mail : wy82lee@kier.re.kr
Tel : (042)860-3574 Fax : (042)860-3104
- 5) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단
E-mail : cskim@kier.re.kr
Tel : (042)860-3573 Fax : (042)860-3104

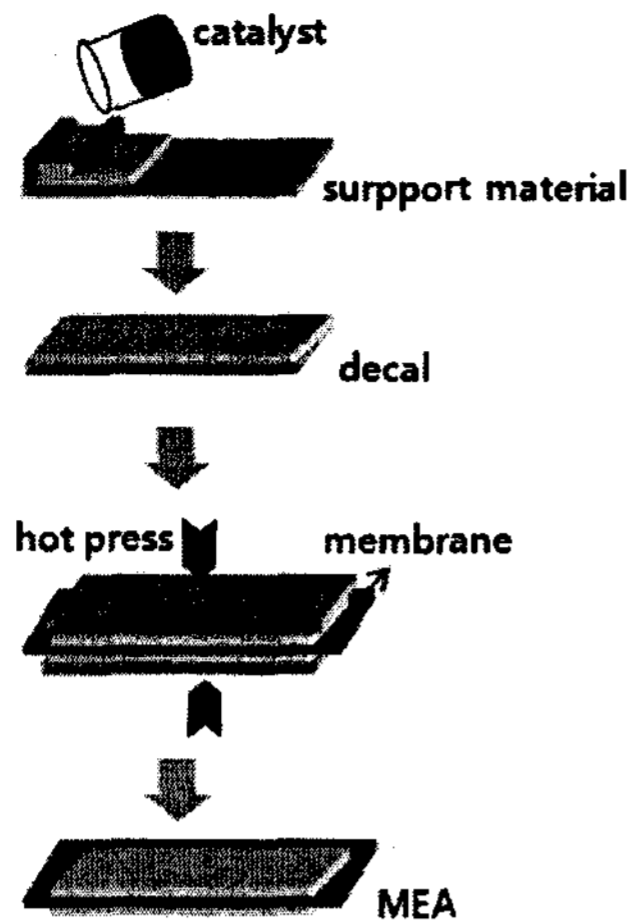


Fig.1 Schematic MEA fabrication process of the decal method.

2.2 촉매 슬러리

촉매 슬러리를 준비하기 위해 Table 1의 원료들을 준비한다. 준비된 원료를 교반하기 위해 초음파를 이용하여 1시간 초기교반을 한 후 탈포기를 이용하여 촉매 슬러리 내의 기포를 제거하는 동시에 계속하여 교반한다. 본 실험에 사용된 원료들은 Table 1과 같다.

Table 1 Catalyst slurry preparation

Material	Company
Catalyst	Johnson Matthey HiSPEC 4100
Ionomer	Dupont Nafion solution(20wt%)
Water	Deionized Water

2.3 촉매 슬러리의 코팅

촉매 슬러리를 플름 위에 코팅하기 위해 coatema Basecoater BC12 장비를 이용하였다. 촉매 슬러리를 코팅하기 위한 조건은 Table 2와 같으며 Fig.2에서 실험에 사용된 코팅장비를 살펴볼 수 있다.

Table 2 Operating condition

Coating Thickness(μm)	100~120
Film Speed(cm/min)	10
Drying Zone temperature($^{\circ}\text{C}$)	30/40/50
Support material	Mitsusbishi MRX50

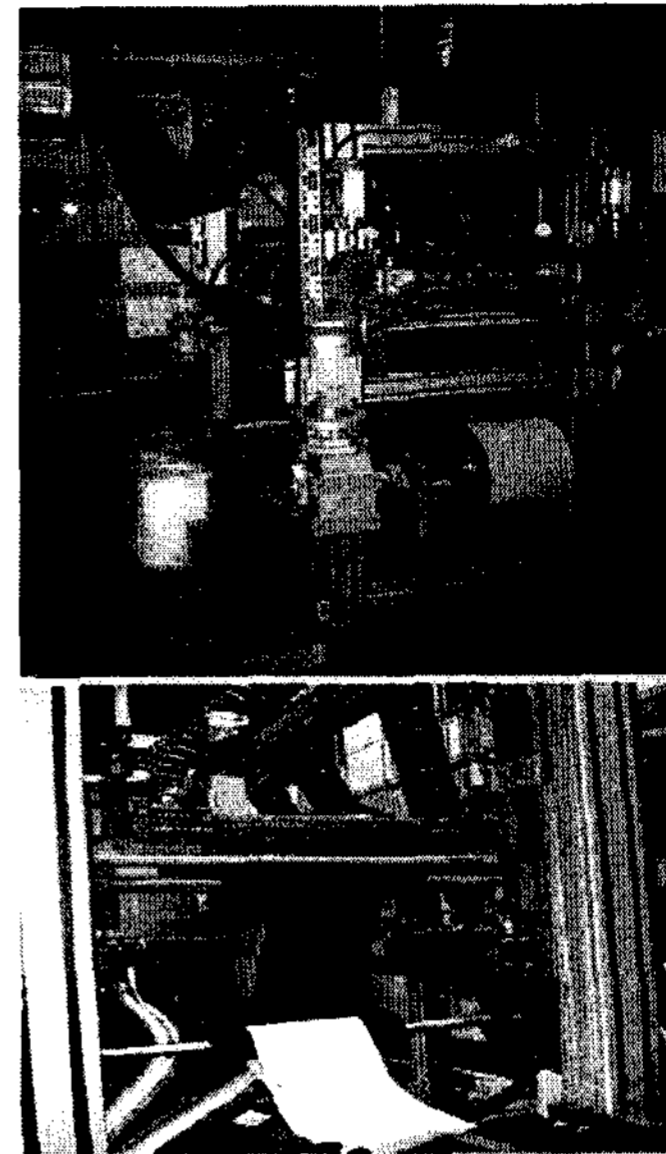


Fig. 2 Coatema Basecoater BC12.

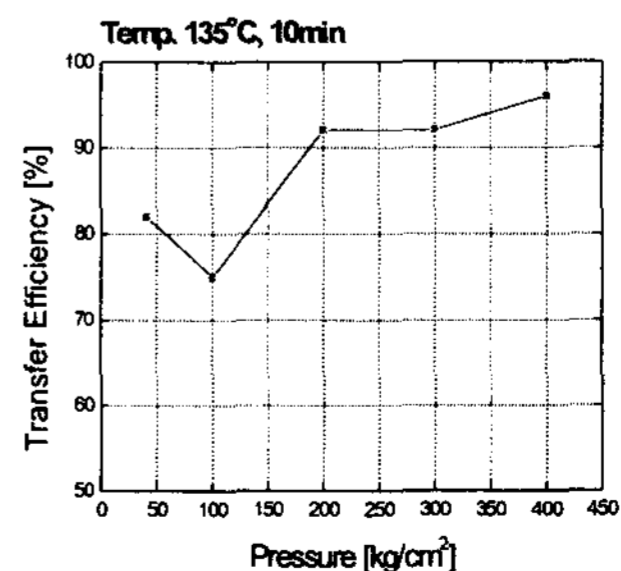
2.4 전사 실험

코팅장비를 이용하여 전극층이 입혀진 필름을 멤브레인의 양면에 위치시키고 핫프레스법으로 전극층을 전사한다. 전극층이 입혀진 필름의 면적은 25cm^2 로 하였으며 실험에 사용된 멤브레인은 Dupont사의 Nafion 112를 사용하였다. 핫프레스 시 필름에 가해지는 압력은 $100\sim 400\text{kg/cm}^2$ 으로 조절하였으며, 온도는 $135\sim 145^{\circ}\text{C}$ 로 조절하였다. 전사 전과 전사 후의 필름의 무게를 측정하여 전극의 전사율을 계산하였다.

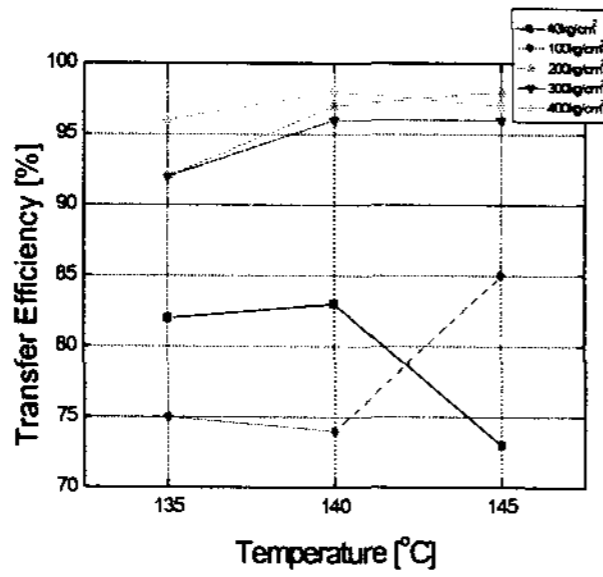
3. 결과 및 고찰

3.1 전사율

압력과 온도에 따른 전사율의 변화는 Fig.3과 같다.



(a)



(b)
Fig. 3 Transfer efficiency according to (a) pressure and (b) temperature.

Fig.3(a)는 온도를 일정하게 유지한 상태에서 높은 전사율을 얻기 위한 압력을 알아보는 실험을 실시하였다. 그래프에서 알 수 있듯이 단위면적당 200kg 이상의 압력을 가해주었을 때 높은 전사율을 얻을 수 있었다. Fig. 3(b)는 온도에 따른 전사율을 알아보는 실험으로 135°C 이상의 온도에서 보다 높은 전사율을 확인할 수 있었다. 이는 135°C 이하의 온도에 비해 그 이상의 온도에서 멤브레인 표면의 변화에 의해 전극층과의 접착력이 높아졌을 것이라 예상된다.

또한 완성된 MEA와 상용화된 G.사의 MEA 그리고 Spray법으로 만들어진 MEA를 SEM을 이용하여 비교해 보았다.

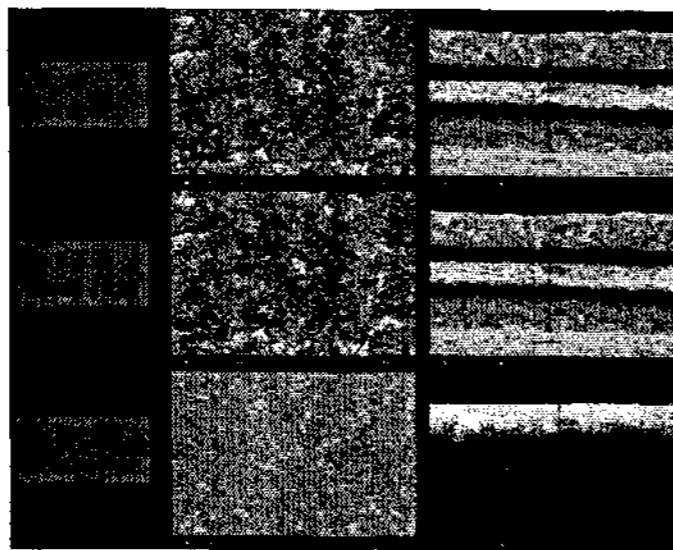


Fig. 4 SEM images of commercial MEA and KIER MEA.

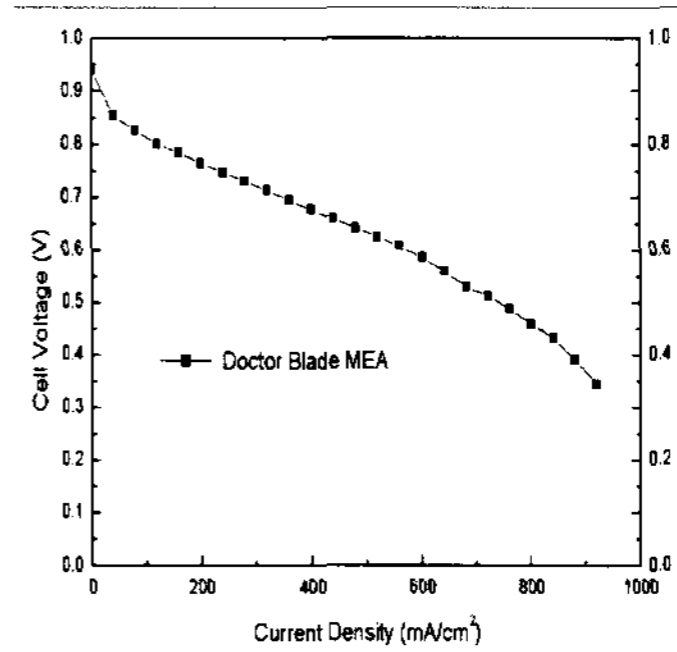
Fig. 4에서 확인할 수 있듯이 spray 법을 이용한 MEA와 G. 사의 MEA에 비해 데칼법으로 만들어진 MEA의 표면이 훨씬 매끄러워보임을 알 수 있다. 또한 단면의 경우 Spray법과 G.사의 MEA와 비교하여 데칼법으로 만들어진 MEA가 그 단면이 훨씬 균일한것을 살펴볼 수 있다.

3.2 성능 평가

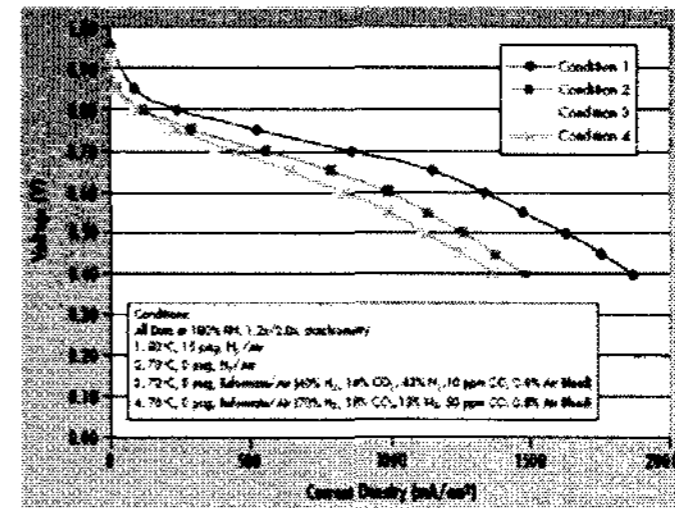
성능평가에 사용된 MEA의 촉매 담지량은 연료극, 공기극 모두 0.08mg/cm²이다. 전극층의 활성 면적은 25cm²으로 하여 MEA의 성능평가를 실시하였다. 성능평가 조건은 Table 3과 같다.

Table 3 condition of Performance test

Cell temperature	70
Humidifier temperature	H ₂ =Air=72
Fuel utilization(H ₂ :O ₂)	70% : 40%
Pressure(H ₂ :Air)	0 psig : 0 psig



(a)



(b)

Fig. 5 Performance of the MEA made by decal method(a) and MEA of G. company.

4. 결론

데칼법으로 MEA를 제작할 경우 만들어진 필름에 200kg/cm² 이상의 압력과 135°C 이상의 온도 조건을 가해줄 때 높은 전사율을 얻을 수 있었다. 데칼법으로 완성된 MEA의 경우 기존의 스프레이법으로 제작된 MEA와 상용화된 G.사의 MEA를 비교해 보았을 때 MEA의 표면상태가 월등히 좋음을 알 수 있었다. 또한 성능평가 시 G.사의 MEA와 비교해 보았을 때 G.사의 MEA의 경우 2.5A/cm²·mg·pt인데 비해 본 실험에 사용된 MEA는 7.2A/cm²·mg·pt로 높은 결과를 얻을 수 있었다.

References

- [1] C.S. Kim, Y. G. Chun, D.H. Peck, D. R. Shin,"
INT. A novel process to fabricate membrane
electrode assemblies for proton exchange membrane
fuel cells", J. Hydrogen Energy, 1998:23:1045
- [2] L. J. Hobson, Y. Nakano, H. OZU, S. Hayase,
"Targeting improved DMFC performance",
Journal of the power source, 2002:104:79