P-8

플라스틱 소재를 이용한 소형 DMFC 개발 연구
Plastic Materials for small direct methanol fuel cell

김도영, 주영환, 황덕근, 설용건, 한학수
연세대학교 화학공학과

1. 서론

오늘날 21세기는 일반 휴대용 전화기부터 PDA 및 노트북, 레져용품에서 군사용 전자기기까지 실로 많은 분야에 휴대용 전자기기들이 분포하고 있으며, 앞으로 산업이 급속히 발전함에 따라 휴대용 전자기기에 대한 수요는 더욱 증가할 것으로 예상되어진다.

산업의 발전에 따른 주요 분야에서의 요구를 해결함에 있어서 가장 필요한 것이 바로 휴대용 전자기기들의 안정적인 전원공급이다., 차세대 이동통신기기나 랩탑 컴퓨터, PDA등을 사용하기 위해서는 수년내에 이에 적합한 출력 및 수명을 가지는 전원이 필요하다. 현재 사용되어지는 배터리로는 이러한 요구를 만족시킬수 없으며, 가장 유력한 대안으로 연료전지 배터리가 떠오르고 있으며, 최근 연료전지의 연구 방향도 휴대용 전원으로 맞추어지고 있으며, 그중에서도 휴대용 DMFC는 상업화 가능성이 매우 높은 것으로 인식되어 있어, 외국의 많은 연구기관과 회사 및 국내 유수 기업들이 휴대용 전원으로서의 DMFC의 상업화에 열을 올리고 있으며, 이로 인해 small fuel cell 및 micro fuel cell 개념이 도입되어 휴대용 연료전지로서 소형화 및 초소형화가 이루어지고 있다.[4]

연료전지의 소형화에 있어서, 가공기술의 제한은 연료전지구성요소의 하나인 bipolar plate 이다. Bipolar plate는 연료를 공급해주는 역할과 전류를 수집하는 역할을 수행하는 부분으로서, 높은 전기전도도와 기계적 강도, 그리고 주입되는 연료에 대한 내침투성 및 내화학성 그리고 성형의 용이함을 가지고 있어야 한다. 기존의 bipolar plate 소재로서는 carbon으로 구성된 graphite와 금속으로 된 stainless 및 titanium 등을 주로 사용하고 있으며, 그 외에도 많은 금속을 다른 소재에 coating을 하여 bipolar plate를 제작하고 있다. 그러나 이러한 소재들은 경제적인 측면에서 많은 비용을 소모하기 때문에, 연료전지의 가격을 낮추는데 걸림돌이 되어 있고, 이에 따라 많은 기업들과, 연구기관에서는 기존의 bipolar plate 소재를 대용할수 있는 경제적인 소재 개발에 주력하고 있다.[5,6]

본 연구에서는 DMFC의 응용으로서 소형화에 적합하며, 기존의 bipolar plate 소재보다 경제적인 2가지의 플라스틱 소재(acryl, polycarbonate)를 선정하여, 약 2×2cm 크기의 소형 플라스틱 cell을 제작하여, 전류집전체로서는 Ni mesh 와 Sus mesh를 사용하여 성능을 측정 비교하였다.

2. 실험

본 연구에서는 2가지의 플라스틱, acryl(acryl)과 PC(polycarbonate) 수지를 이용하여, 19.6×19.6mm2, 두께 3mm인 플라스틱 고분자 cell을 제작하였다.

플라스틱 고분자 cell은 1cm^{2}의 반응면적을 가지고 있으며, 채널의 크기는 1mm×1mm의 폭으로 제작을 하였다. 그림 1에 제작된 cell 사진을 나타내었다.

고분자 전해질은 nafion 117막을 사용하였으며, 전극제작시 촉매로는 E-Tek 의 Pt/C(60%)와 Pt-Ru/C(60%)를 사용하였으며, 전극의 촉매 담지량은 4mg/cm^2 로 하였다. 사용된 acryl과 polycarbonate 모두 전기 절연물질이기 때문에 전류 집전을 위하여 Sus 및 Ni mesh를 이용하였으며, 탄소천을 이용하여 전극을 제작하였다.

단위 전지의 성능 실험은 anode의 연료는 2M 의 MeOH을 사용하였으며, cathod 에는 산소를 상압으로 공급하였다. 단위 전지의 온도는 cell의 온도를 높이지 않고 연료온도만 변화시켜서 성능을 측정을 하였다.

1단계 실험은 acryl을 이용하여, 전류 집전체로 Sus mesh와 Ni mesh를 사용하여 측정을 하였고, 2단계 실험은 Polycarbonate를 이용하여, 동일하게 Sus 및 Ni mesh를 사용하여 성능을 측정, 비교하였다.

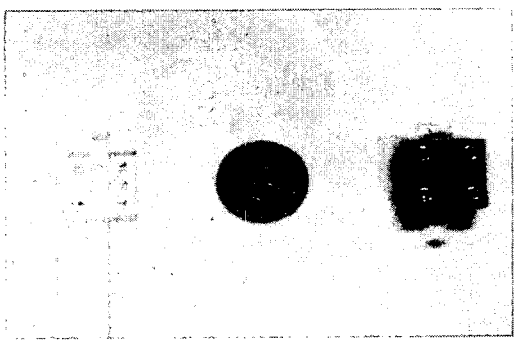


그림1. Polycarbonate로 제작된 소형 DMFC cell

3. 실험결과

본 실험에서는 1단계로 acryl을 사용하여, 19.6mm×19.6mm, 두께 3mm의 cell을 제작하였고 유로폭은 1mm로 하였다. 집전체로는 Sus mesh를 사용하였으며, 주입연료의 온도를 상온 ~ 80℃ 까지 변화시키면서 성능을 측정하였다. 그림2-(a)는 acryl cell을 이용하여 온도에 따른 성능 변화를 나타낸 그래프이다. 그래프를 보면, 연료의 온도가 80도일때는 0.4V에서 30mA, 0.13V에서 약 90mA의 성능보였으며, 상온에서는 0.4V에서 약 15mA, 0.12V에서 약 60mA의 성능을 나타내었다.

그림 2-(b)는 polycarbonate수지를 사용한 cell에서의 온도별 성능 그래프를 보여준다. 크기는 acryl cell과 동일하며, 채널또한 acryl cell과 동일하게 설계를 하였다. 집전체는 acryl cell과 마찬가지로 Sus mesh를 사용하였으며, 상온 ~ 80℃의 온도에서 측정을 하였다.

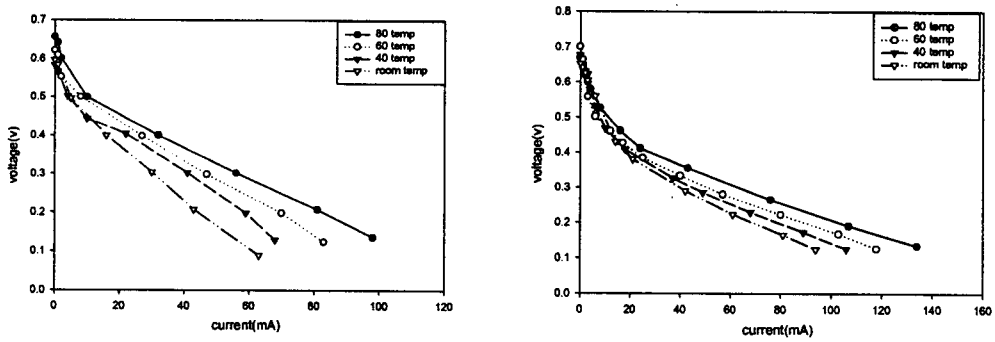
그림 2-(b)을 보면은 80도에서 0.4V에서는 acryl cell과 거의 같은 성능을 나타내며, 0.13V 에서는 약 0.130mA의 성능을 나타내어, acryl 보다 약 40mA 정도 성능이 증가한 것을 확인할 수가 있으며, 상온에서도 0.4V에서 약 30mA의 성능 나타내며, 0.12V에서 약 90mA 의 성능을 나타내었으며, 이는 acryl보다 약 30mA의 성능이 증가된 것이었다. 이러한 차이는 acryl cell을 사용할 경우 연료인 MeOH 에 의하여 acryl이 연료에 녹아서 연료를 오염시키기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 플라스틱을 사용한 cell 제작시 acryl 보다는 PC가 더 적합하다는 것을 확인할 수 있다.

그림 3은 Polycarbonate cell을 사용한 성능측정으로서, 집전체의 종류에 따른 성능의 차이를 나타내는 그래프 이다. 그림 3-(a)는 연료의 온도가 80도 일 때 전류집전체로서 Ni 과 Sus mesh의 성능비교이며, 그림 3-(b)는 상온에서의 성능을 나타내었다. 80도 및 상온에서는 Ni과 Sus를 사용했을 경우 0.4V에서는 큰 차이가 없었으나, Ni mesh를 사용하였을 경우 0.1V에서는 약 20mA, 상온에서는 30mA 정도의 성능향상을 확인 할 수 있었다. 이러한 차이는 집전체로서 Ni mesh가 Sus mesh 보다 전기전도도가 더 우수하기때문에 전류 전달시 저항이 Ni mesh가 보다 낮아서 때문에 Sus 보다 성능이 향상된 것으로 사료된다.

4. 결론

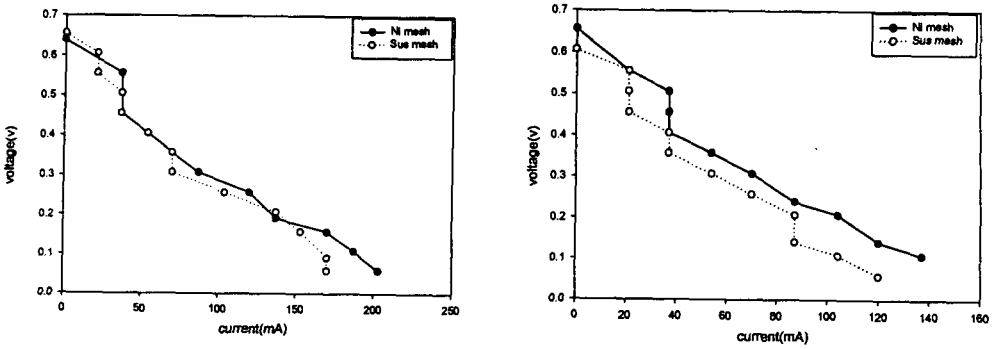
본 연구에서는 DMFC의 소형화로서 acryl 및 polycarbonate 소재를 이용한 cell을 제작하여 성능을 측정 비교하였으며, 집전체로서, Ni mesh와 Sus mesh를 사용하여 성능을 측정 비교하였다.

연료전지 cell소재로 acryl은 부적합하였으며 Polycarbonate는 이를 대체 할 수 있는 고분자 물질 이었고 전류집전체의 경우 전기전도도가 높은 Ni mesh가 적합한 것을 확인하였다.



(a) (b)

그림 2. 온도별 Acryl 및 Polycarbonate cell 성능 비교
(a) Acryl cell , (b) Poycarbonate cell



(a) (b)

그림3. 전류집접체로서 Ni mesh 와 Sus mesh 성능 비교
(a) 연료주입온도 80℃ , (b) 연료주입온도 상온

[참 고 문 헌]

1. V.A. Paganin, E.A. Ticianelli, E.R. Gonzalez, Jounal of Power Souces 70(1998)55-58
2. A. Heinzel, C. Hebling, M. Muller, M. Zedda, C. Muller, Jounal of Power Souce 4574(2001) 1-6
3. H. Chang, J.R Kim, J.H. Cho, H.K. Kim, K.H. Choi, Solid Stste Ionics . 148(2002)601-606
4. Fuel Cell Research and Development, Robert F. Savinell
5. D.P. Davies, P.L Adcock, M. Turpin, S.J Rowen, Journal of Power Souces 86(2000)237-242
6. J. Wind, R. Spah, W. Kaiser, G Bohm, Journal of Power Souces 105(2002) 256-260