

상온 작동 2W급 직접 메탄올 연료전지 모듈의 연료공급 특성 연구

윤호진, 홍철호, 김동진
호서대학교

The Study of Fuel Supply Characteristics of 2W DMFC Module

Hyo-Jin Yun , Chul-Ho Hong , Dong-Jin Kim
Hoseo University

Abstract - 본 논문에서는 상온상태에서 2W급 직접 메탄올 연료전지 모듈을 구동하여 연료전지 모듈의 성능 특성을 분석하고자 한다. 상온 상태에서 연료극으로 공급하는 메탄올의 농도와 유량을 변화시켜 상온에서 최적의 메탄올 농도와 유량을 찾고 공기극에 공기를 공급 하였을 때 와 공기를 공급 하지 않았을 때 의 연료전지의 출력을 전자 부하기를 이용하여 부하를 주고 메탄올의 유량을 변화 시켜가면서 비교해 보았다.

의 제원을 나타낸 것이다.

1. 서 론

화석에너지의 고갈, 환경 문제 등이 전 세계적인 이슈화가 되면서 화석에너지의 대체 방안으로 연료전지가 부각되고 있다. 정부에서도 연료전지가 자동차 산업의 환경규제 극복 등 연관 산업의 경쟁력 확보와 대체에너지에 대한 미래 투자로서 전략적 의미가 있다고 판단하고 연료전지를 차세대 성장 동력 산업으로 지정, 적극적으로 육성하고 있다.[1]

연료전지 기술은 수소의 화학에너지를 전기에너지로 바로 전환하므로 공해물질을 거의배출하지 않아 친환경적이며, 발전 효율이 높아(40% 이상) 에너지 절감효과가 매우 크다. 또한 수소, 천연가스, 에탄올 등의 다양한 연료를 이용할 수 있어, 차세대 대체에너지 기술로서 기대된다[2].

직접 메탄올 연료전지(Direct Methanol Fuel Cell)는 수소를 사용하는 고분자 전해질 연료전지(Polymer electrolyte membrane fuel cell)와 유사한 구조와 작동원리를 갖고 있으나, 연료로써 수소 대신 메탄올을 직접 애노드에 공급하여 사용한다. 따라서 연료공급 체계가 단순하고 전체 장치가 간단하여 소형화가 가능하다. 따라서 휴대용 전자제품의 에너지 원으로서 여러 연료전지 방식 중 직접 메탄올 연료전지가 주목받고 있다. 메탄올은 수소보다 높은 에너지 밀도와 발열량을 가지고 있으며, 기체인 수소보다 운반성과 저장성이 우수하여 연료를 휴대용 전자제품에 용이하게 공급 할 수 있다. 또한, 낮은 작동온도에서 운전이 가능하고 메탄올에서 수소를 추출하는 개질기가 불필요하며 제작 및 설계가 용이하다.[3]

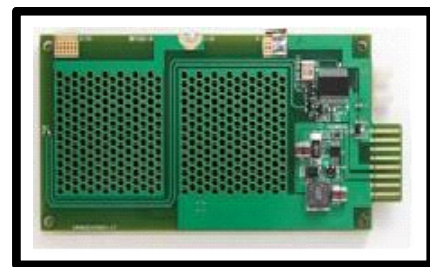
그러나 직접 메탄올 연료전지의 이론적인 등가전압은 1.21V로 고분자 전해질 연료전지의 1.23V보다 낮다. 또한 열림회로전압(OCV) 상태에서 실제전압은 애노드에 공급된 메탄올이 수소양성자와 전자로 분리되지 못하고 전해질을 통과하여 공기극에 공급된 산소와 반응하는 크로스오버(Crossover)현상으로 인하여 고분자 전해질 연료전지 보다 현저히 낮아진다. 전해질을 통과한 메탄올이 공기극에서 산소와 반응하여 발생된 일산화탄소는 백금 촉매를 피독시키고 수소양성자와 반응해야 하는 공기를 소비하는 것이 그 원인으로 알려져 있다.

최근 많은 해외의 연구진 및 기관들이 연료전지 스택의 프로토타입을 발표하고 있으나, 스택의 운전조건 등에 따른 자료는 거의 없는 실정이다. 또한 발표된 연구들은 대부분 스택온도를 일정하게 유지 시킨 상태에서 수행되어 온도조절 장치가 없는 실제 휴대용 전원 에 관한 연구가 모색되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 상온에서 연료전지 모듈의 운전 조건(메탄올 농도, 유량 공기공급 유·무)을 변화시켜가면서 연료전지의 특성을 분석하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험용 연료전지 모듈

본 실험에서 사용된 직접 메탄올 연료전지는 대만의 Antig사에서 개발하여 시제품으로 판매되고 있는 2W급 Semi-Passive 연료전지 모듈을 구하여 사용하였다. 이 제품의 특징은 단위전지 셀 4개가 하나의 모듈로 구성되어 있고 2W의 출력이 나오기 때문에 휴대용기기의 전원장치로써 사용하기에 적합한 모듈로서 따로 연료전지 스택을 구성하지 않아도 된다는 장점을 가지고 있다. 사용법도 간단하고 가격도 현재 나와 있는 연료전지 스택에 비해 굉장히 저렴한 편이다. 따라서 본 실험을 수행하는데 적합한 모듈이라고 생각하고 제품을 선정하였다. 아래 <그림 1>은 직접 메탄올 연료전지 모듈의 모습이고 <표 1>은 연료전지 모듈



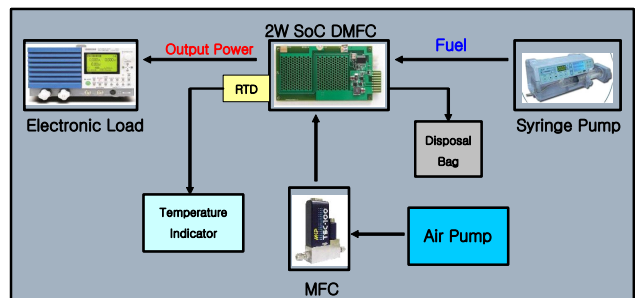
<그림 1> 2W Soc DMFC Semi-Passive Module

<표 1> 연료전지 모듈의 제원

Dimension	Excluding Golden Finger 110(L)mmX55(H)mmX7(W)mm
Weight	64 ~ 68g
Output Voltage	2.4 ~ 3.2V(OCV)
Output Current	1.2 ~ 1.8V(Operation Range)
Operation Temperature	0°C ~ 70°C
Fuel Usage Range	1~3M Methanol Solution
Moduel Resistance	Dupont MEA5, Nafion117 35mm X 35mm, Carbon Cloth

2.2 평가시스템 구성

<그림 2>는 2W 직접 메탄올 연료전지 모듈의 성능을 실험 할 수 있는 평가시스템 구성도를 나타낸 것 이다.



<그림 2> 연료전지 평가시스템 구성도

메탄올의 공급량을 조절하기 위해서 시린지 펌프를 사용하였고 공기량 조절을 하기위해서 MFC(Mass Flow Controller)를 사용하였다. 또한 상온에서 단위 셀 표면 온도 측정을 위해서 RTD를 사용하여 온도 변화량을 관찰하였다.

2.3 실험 조건

메탄올의 유량, 메탄올의 농도에 따라 운전 특성을 보기 위해 몇 가지 변수를 설정하고 실험을 하였다. 세부적인 조건은 아래 <표 2>와 같다.

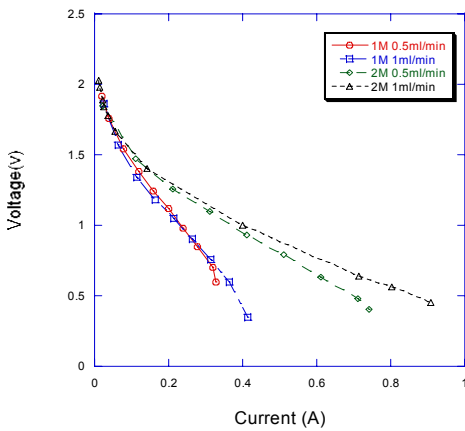
〈표 2〉 실험조건

Methanol concentration	1,2M
Anode flow rate	0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5 ml/min
Electronic Load(CR Mode)	5Ω, 2Ω, 1Ω

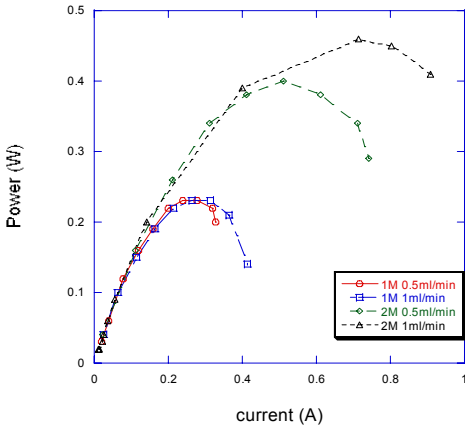
3. 실험 결과

3.1 메탄올 농도와 연료극 유량의 영향

〈그림 3〉은 상온상태에서 메탄올 용액의 농도와 연료극 유량에 따른 성능 특성을 나타낸 것이다. 메탄올 농도는 1,2M로 실험하였으며 연료극의 유량은 0.5ml/min, 1ml/min으로 실험하였다. 메탄올의 농도가 1M에서는 연료전지에서 나오는 최대 전류가 0.4A 정도로 상온상태에서 최대 0.2W 정도까지 출력이 나왔고 메탄올의 농도가 2M 일때는 최대 0.85A 0.45W로 1M에서 보다 2배 상승하였다.



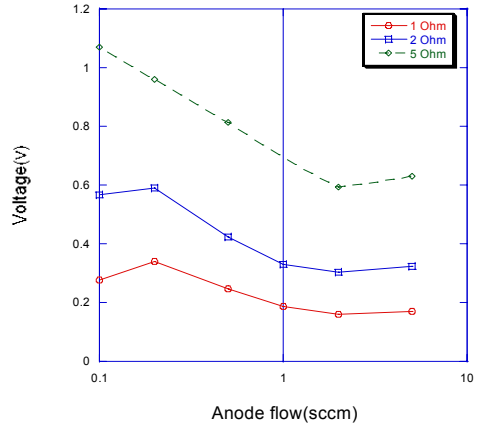
〈그림 3.1〉 메탄올 농도와 유량에 따른 전류-전압 그래프



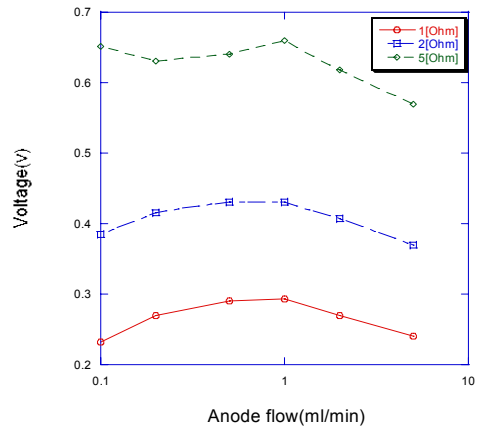
〈그림 3.2〉 메탄올 농도와 유량에 따른 전류-전력 그래프

3.2 공기 차단과 비차단시 전압비교

상온상태에서 공기극에 공기를 차단시켰을 때와 비차단시 공기가 연료전지에 미치는 영향을 알아보기 위하여 다음 실험을 진행하고 전압의 출력을 비교해 보았다. 메탄올의 농도는 위 실험에서 가장 좋은 결과를 보인 2M로 하였고 메탄올의 유량을 0.1~5ml/min으로 변화를 주었다. 또 전자부하기를 이용하여 부하를 발생시키고 5Ω, 2Ω, 1Ω일 때 전압을 측정했다. 공기를 차단하게 되면 메탄올의 유량이 증가 할 수록 전압의 출력이 떨어지는 것을 알 수 있다. 또한 공기를 비차단시에는 메탄올 유량이 1ml/min일 때까지 증가를 하다가 1ml/min이후에 전압의 출력이 낮아지기 시작하였다. 따라서 공기를 공급시에는 2M 1ml/min에서 가장 높은 전압이 측정되었다.



〈그림 4.1〉 공기공급 차단시 전압측정 그래프



〈그림 4.2〉 공기공급시 전압측정 그래프

4. 결 론

본 논문에서는 상온에서 직접메탄올 연료전지에 연료를 공급하여 모듈의 성능을 분석 최적값 유추를 하고자 하였다.

상온상태에서는 메탄올의 농도가 1M보다는 2M에서 더 좋은 결과가 나타났다. 또 메탄올의 유량은 1ml/min이 가장 좋은 결과가 나왔고 공기를 차단시에는 유량이 증가 할수록 출력이 낮아 진다는 것을 알 수 있었다. 공기를 공급하더라도 1ml/min이상으로 증가를 하게 되면 출력이 낮아 지는것도 알 수 있었다.

실험에 사용한 모듈이 2W급의 출력이 나오는 연료전지 모듈이었지만 상온이 아닌 일정한 온도에서 출력이 나오는 모듈이어서 상온상태에서는 2W의 출력이 나오지 못 했다. 따라서 상온 상태에서 정확한 출력이 가능한 연료전지의 연구가 필요하다고 생각된다.

[참 고 문 헌]

[1] sang hern seo, "Performance and Characterization of Direct Methanol Fuel Cell With changing of operating conditions", 한국자동차공학회, PP1590-1596, 2006
 [2] Byungchan Bae, "Performance and Characterization of Direct Methanol Fuel Cell Stack" 한국에너지공학회, pp115-118, 2004