

BFB09

수kW급 고분자전해질 연료전지 스택 성능 Performance of the Multi-kW Class PEMFC Stack

오인환, 하홍용, 안상열, 조장호, 조성아, 신석재, 홍성안
한국과학기술연구원 전자·연료전지연구센터

고분자전해질 연료전지 (polymer electrolyte membrane fuel cell; PEMFC)는 다른 형태의 연료전지에 비하여 전류밀도가 크고 구조가 간단하며 전해질의 누출이나 손실의 염려가 없어 수송용 무공해 차량의 동력원으로서 아주 적합한 시스템이다. 또한 빠른 시동과 응답특성, 우수한 내구성을 가지고 있고 연료로 수소 이외에도 메탄올이나 휘발유를 개질하여 사용할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 전극, 전해질막-전극 접합체 (membrane-electrode assembly, MEA), bipolar plate 등 주요 구성요소를 제조하고 이를 이용하여 전극면적이 200cm^2 이고 전지수가 40개인 스택을 제작한 후 스택의 성능 및 장기운전특성을 살펴보았다. 또한 전극면적이 240cm^2 이고 전지수가 100개인 스택을 제작하여 연료전지/배터리 하이브리드 자동차 동력원에 적용하였다.

40단 스택의 경우 수소/산소를 사용하여 $T=75^\circ\text{C}$, $P=1\text{atm}$, $U_{\text{O}_2}=0.25$, $U_{\text{H}_2}=0.5$ 의 조건에서 운전한 결과, 개회로전압 (OCV)은 40.3V 였으며 28.0V ($0.7\text{V}/\text{cell}$)에서의 전류는 65A ($325\text{ mA}/\text{cm}^2$), 출력은 1.82kW ($0.23\text{ W}/\text{cm}^2/\text{cell}$)였다. 24.0V ($0.6\text{V}/\text{cell}$)에서는 112A ($560\text{ mA}/\text{cm}^2$) 및 2.69kW ($0.34\text{ W}/\text{cm}^2/\text{cell}$), 20.0V ($0.5\text{V}/\text{cell}$)에서는 144.5A ($723\text{mA}/\text{cm}^2$) 및 2.89kW ($0.36\text{ W}/\text{cm}^2/\text{cell}$)의 전류와 출력을 나타내었다. 수소/공기를 사용한 경우는 24.0V ($0.6\text{V}/\text{cell}$)에서의 전류가 88.4A 로써 수소/산소를 사용한 경우보다 성능이 약 21% 감소하였다. 수소/공기를 사용하여 연속운전을 수행한 결과 25.7V , 70A (1.8kW)의 full load 하에서 300시간까지 성능저하가 없었다.

100단 스택의 경우 $T=60^\circ\text{C}$, $P=1\text{atm}$, $U_{\text{O}_2}=0.4$, $U_{\text{H}_2}=0.8$ 에서 운전한 결과 스택성능은 60V ($0.6\text{V}/\text{cell}$)에서 104.8 A ($436\text{mA}/\text{cm}^2$)로서 6.3kW 의 출력을 나타내었다. 출력이 비교적 낮게 나타난 것은 스택의 운전조건이 외부 가습기 온도 28°C , 스택 온도 60°C , 연료이용율 0.8 등과 같이 매우 열악한 조건이었기 때문으로 보인다. 제작된 스택을 5인승 골프카트를 개조한 연료전지/배터리 하이브리드 자동차의 동력원에 적용한 결과 장착된 수소연료로 약 2시간 동안 주행할 수 있었다. 연료전지/배터리 하이브리드 자동차는 연료전지 스택 외에도 자동운전장치, 수소/산소 실린더 (10L), 배터리 (48V, 60Ah), DC/DC 전환기, 직류모터 등으로 구성되었다.