

## 고체산화물 연료전지(SOFC) 기술



유 영 성  
전력연구원  
yungsung@kepri.re.kr

연료전지(fuel cell)는 고효율의 신 발전방식으로 환경 친화적인 분산형 발전전원 또는 차세대 전기자동차의 신전원 등으로 이용 가능성이 기대되는 분야이다. 이에 알카리형(AFC, Alkaline Fuel Cell), 인산형(PAFC, Phosphoric Acid Fuel Cell), 용융탄산염형(MCFC, Molten Carbonate Fuel Cell), 고체산화물형(SOFC, Solid Oxide Fuel Cell), 고체고분자형 연료전지(PEMFC, Proton Exchange Membrane Fuel Cell, or PEFC, Polymer Electrolyte Fuel cell), 그리고 직접메탄올 연료전지(DMFC, Direct Methanol Fuel Cell)가 있다. 고체산화물 연료전지(SOFC)는 주로 지르코니아(8 mol%  $Y_2O_3$  안정화  $ZrO_2$ , 8YSZ) 산화물을 전해질로 이용하고 여기에 공기극( $La_xSr_{1-x}MnO_3+8YSZ$ ) 및 연료극( $NiO+8YSZ$ : Cermet)이 부착되어 있는 형태를 취한다. 특히 SOFC는 전해질을 포함한 대부분의 구성요소가 세라믹스(ceramics)로 되어 있어 상대적으로 작동온도(약  $550^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C$ )가 높은 반면에, 수소 외의 탄화수소계 가스를 직접 연료로 사용할 수 있는 장점이 있다. 지금까지는 Siemens-Westinghouse사의 원통형(tubular, AES Type : 공기극 지지체형 구조) SOFC가 가장 앞선 기술의 SOFC 발전시스템으로 주목받고 있다. 현재 SW사는 저비용의 cell 제조 방법을 모색하고 있으며, 또한 Micro 가스터빈과의 하이브리드(hybrid)방식인 220 kW급 SOFC- $\mu$ GT 발전시스템을 개발하여 시험단계에 있다. 하지만 원통형 단전지는 단위면적(부피)당 낮은 출력성능과 단전지 제작비용이

높기 때문에 작은 규모의 발전시스템으로는 평판형(Planar) SOFC가 유리한 것으로 알려져 있다. 특히 종전의 전해질 지지형 구조(electrolyte-supported SOFC)보다도 얇은 두께(약 20  $\mu m$ )의 전해질 막을 전극(주로 음극) 지지체에 입힌, 소위 음극(연료극) 지지체형 구조(anode-supported SOFC)에서는 동일한 재료(전해질, 전극)를 사용한 경우보다도 약  $200 \sim 300^{\circ}C$ 까지 낮은 온도에서 운전이 가능하다. 이럴 경우 평판형 SOFC 개발에 있어 해결하기 어려웠던 값싼 금속연결재(분리판)의 사용이 용이해져 시스템의 개발가능성이 증대된다. 현재까지는 가정용 열병합 발전용인 Sulzer Hexis사의 3 kW급 평판형 SOFC 발전시스템(Residential Power Generation, RPG)이 상용화에 근접했으나, 역시 고온에서의 금속연결재 및 지지체의 산화로 평균 6,000시간 정도의 짧은 스택수명을 갖고 있다. 이외에 최근에 개발되는 응용분야로서 미국의 Honeywell사(AlliedSignal Aerospace사)가 개발하는 500 W급 군수용 이동형 SOFC 발전장치가 있으며, 또한 캐나다의 global thermoelectric사가 2.5 kW급 연료극 지지체형 스택을 개발하고 이를 Dephi Automotive System사에서 시스템으로 제작하여 BMW 승용차에 장착하도록 개발중인, 소위 자동차용 보조전원장치(Auxiliary Power Unit, APU)용 SOFC 시스템이 있다. 이와 같은 최근의 SOFC 관련기술의 급진적인 발전으로 조만간 SOFC를 이용한 발전시스템을 실생활에서 직접 이용할 날은 그리 멀지 않다고 믿어진다.