

## 세그먼트 SOFC 해외 기술 동향 및 수준

선진 각국은 발전용 SOFC의 성능 향상과 실용화를 위한 연구 개발에 많은 노력을 기울여 왔으며, 국가적인 전략 차원에서 SOFC 프로그램을 만들어 연구 개발에 집중 투자해 왔음. 미국정부는 1970년도부터, 일본, 독일 정부는 1980년부터 본격적인 연구개발 투자를 추진해오고 있어 이들 국가가 대부분의 지적 재산을 보유하고 있는 상황임,

가. 미국

- 미국의 경우 DOE, DOD, GRI를 중심으로 SOFC 기술 연구개발 프로그램 (SECA)에 많은 투자가 진행되고 있음. 2007년 한해 DOE가 SOFC사업에 투자한 예산은 약 6천3백불임
- NETL과 PNNL이 주축이 되어 정부-연구소-산업체들로 형성된 SECA 프로그램에서는 3-10kW SOFC 발전시스템의 상용화 준비를 가속화하고 있고, kW당 400 불이하의 경제성 확보, 고출력, 장수명 기술 개발에 집중 투자하고 있음. 현재는 MW급 석탄가스화 사용가능한 SOFC 스택 개발을 진행하고 있음.
- 지멘스웨스팅하우스사(SWPC)는 원통형 SOFC 기술에서 선도적인 기업으로 자리 잡고 있으며 공기극 지지체를 이용한 원통형 SOFC에 대한 특허를 보유하고 있음.
- SWPC는 1.5 m의 공기극 지지 원통관 위에 전해질, 연료극을 전기화학적 증착법(EVD) 및 플라즈마 용사법으로 코팅하고, 이 셀로 100kW급 SOFC 스택을 제작하여 11,000시간 이상 운전하고 이어, 250 kW급 스택을 개발한 후, 현재 MW급 기술을 개발 중임. 또한 SWPC사는 단전지로는 6만 9천 시간 (>7년) 이상을 연속 운전하였고, 장기 성능감소율은 1%/1,000시간 이하이고, 114회의 thermal cycles 실험을 성공적으로 수행하여 원통형 단전지의 구성 재료 내구성을 검증한 상태임. 그러나 비싼 제조공정 (EVD법, 플라즈마 코팅법, 단전지당 2회 이상 공정소요)에 따른 생산원가 상승과 구조적 요인에 따른 발전효율 저하, 대량생산의 어려움 및 엄청난 생산설비 투자 등이 단점으로 지적되고 있음.
- Acumentrics사는 원통형 10 kW급 SOFC 스택 개발, 가정용 SOFC 전원을 개발하여 성공리에 실증하였으며, 현재 대형화 기술 및 경제성 확보에 집중 투자하고 있음. Fuel Cell Energy사도 10 kW급 평판형 SOFC 스택을 개발한

바 있음.

#### 나. 일본

- 일본의 SOFC 개발은 NEDO 프로그램과 민간기업들의 독자 프로그램에 의해 기술 개발이 추진되고 있음. 2008년 현재 200 kW급 원통형 SOFC 혼합발전 시스템 기술 개발 성공 등 발전용 SOFC는 원통형에 집중하고 있음. 또한 수십 kW급 스택 모듈 개발과 셀의 고출력화, 장수명화, 경제성 확보에 노력하고 있음. 2007년 NEDO SOFC 연구개발비는 22.9억엔임
- 최근 일본은 가정용 SOFC실증 시험을 시작하였으며, 2007년 29기, 2008년 35기를 실증하고 있음. 가정용 시스템의 전기 효율은 평균 약 35%를 PEMFC의 29%에 비해 6%정도 높은 효율을 나타냄. 참여기관은 교세라, TOTO, 일본석유, 오사카가스, 도쿄가스 등이며, 대부분이 교세라 시스템임.
- TOTO사는 지멘스사와 동일한 공기극 지지체 원통형 SOFC 기술 개발을 추진하여 10kW 기술을 개발하였음. 또한 NEDO의 지원으로 마이크로 원통형 SOFC를 개발하고 있음.
- 마이크로 원통형 SOFC는 LPG와 DME 연료용으로 1단계 목표는 30W이나 최종 100W를 목표로 개발 중. 종래 SOFC 작동온도 800~1,000°C인데 반해 500°C정도로 작동온도를 내리기 위한 연구를 진행하고 있으며, 단열층을 얇게 할 수 있어 소형화가 가능함.
- 일본은 MHI사에서 개발 중인 평판형의 일종의 MOLB형 SOFC는 개발을 중단하였으며, 원통형 SOFC에만 집중 투자하고 있음.

#### 다. 유럽 및 기타

- EU 프레임 워크 프로그램으로 SOFC연구 개발 추진.
- 영국 롤스로이스사는 독특한 구조인 마디식 원통형 15 kW급 SOFC 스택 기술 개발을 완료하고, MW급 기술 개발을 추진하고 있음.
- 스위스 솔처핵시스사는 1kW 가정용 시스템 개발 및 실증시험을 진행. 수명이 짧은 원반식 평판구조로 고가 금속분리판 사용 및 높은 작동온도 문제 해결을 위한 연구추진
- 덴마크는 고성능, 장수명 SOFC 기술 개발, 소규모 스택 시험. 네델란드는 셀 상용화
- 독일 울리히연구소는 연료극 지지체 평판형 기술을 개발한 기관으로, 5kW급 스택 개발 및 20 kW급 개발을 진행 중임. 또한 이 연구소는 SOFC 분리판용

금속 소재를 개발하여 상용화함. 독일의 항공 우주 연구소는 원통형 혼합 발전 시스템 기술 개발 중

- 호주의 세라믹 연료전지사인 CFCL은 kW급 가정용 개발로 유럽에 제조 공장 설립 중. 유럽은 최근 약 5000 기에 해당되는 가정용 연료전지 실증 시험 계획을 발표함으로써 연료전지 상용화에 박차를 가하고 있음.
- 중국은 대련화학물리연구소 0.5kW급 원통형 개발, 상해세라믹 연구소, 공정 연구소 등에서도 비슷한 규모로 연구개발을 수행하고 있음.