

세그먼트 SOFC 국내 기술 동향 및 수준

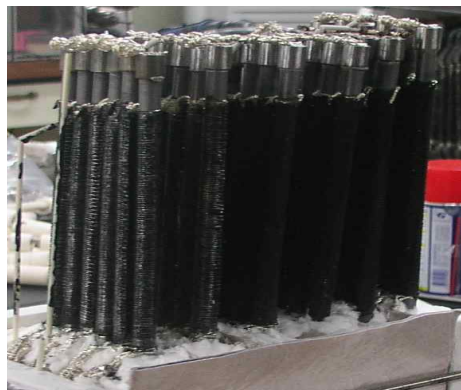
1) 세그먼트 SOFC 연구 동향

○ 80년대 후반부터 서울대, KAIST 등의 대학과 국책연구소인 KIER, KIST를 중심으로 SOFC 구성요소의 물성에 대한 기초연구가 이루어 졌으며, YSZ를 기본으로 하는 전해질 재료 및 전극반응에 관한 기초 연구 한 바 있음.

○ 1994년 시작된 대체 에너지 개발 사업으로 쌍용중앙연구소가 기술개발을 추진하여 10cm x 10cm 크기의 평판형 셀을 제작하고 소형 스택을 구성하여 운전하였으나 1997년에 개발을 중단하였음. 이후 국내 SOFC 기술개발은 각 연구소, 대학, 기업 등에서 기초 기술개발, 요소 기술개발, 단전지 기술, 스택기술개발 연구가 독자적으로 진행되어 왔음.

○ 2003년부터 전력연구원(KEPRI)을 주축으로 소용량 가정용 SOFC 개발이 본격적으로 추진되기 시작하였음. 1단계로 2006년에 1kW급 중온형 SOFC 모듈 및 시스템 개발을 완료하였음. 현재 후속 연구로 5kW급 상업용 열병합 SOFC 발전 시스템 개발연구를 수행중임.

○ 에너지기술연구원(KIER)을 중심으로 자동차 보조전원용 SOFC 발전시스템 개발과제를 수행하여 1kW급 APU용 SOFC 발전시스템 개발 연구를 수행하였으며, kW급 SOFC 스택 모듈기술 개발 연구 결과로 평판형 셀을 이용한 kW급 스택을 제작할 수 있는 기술 확보.



[그림] 1kW급 관형 SOFC 스택

○ 2002년부터 KIER, KARI, KIMM 을 중심으로 SOFC-마이크로가스터빈 하이브리드 발전시스템 개발이 진행되었으며, 5kW급 가압 SOFC 발전시스템을 개발하고 마이크로가스터빈과 하이브리드화 하여 성공리에 운전하였음.

○ 고유가 시대의 도래에 따른 신에너지 기술의 필요성이 대두되고, 분산전

원에 대한 관심 및 수요가 증가되면서 2007년 포스코파워를 중심으로 150kW급 SOFC 스택 및 구성요소 핵심기술 개발과제가 시작됨. 2012년까지 대면적(>1000 cm²), 고성능(>0.6W/cm²) 셀 제조기술 및 양산공정 개발과 고효율(>60%, DC), 고신뢰성(<0.1%/kh) 스택 및 발전시스템 개발을 목표로 연구 진행 중임.

[표] 국내 SOFC 연구개발 현황

업체	발전용량	형태	비고
한국에너지 기술연구원 (KIER)	5kW급 SOFC 발전시스템 개발 (2002-2005)	평판형 스택 (올리히 도입)	산업자원부 신재생 프로젝트 형 개발사업
	1kW급 APU 용 SOFC 발전시스템 개발 (2004-2007)	원통형 cell	참여기관: 효성, SAC, 승림카 본, 단단, 씨에프
	2kW급 관형 SOFC 스택 모듈 개발 (2006-2008)	관형 cell	지식경제부 사업 연구원 기본 사업
삼성전기	원통형 대용량 SOFC 셀 개발중 (2006-20011)	원통형 cell	지식경제부,
삼성SDI	원통형 100 kW 급 SOFC 스택 모 듈 개발 (2008-2011) 개발중	원통형 cell	지식경제부
포항산업 과학연구원 (RIST)	150kW급 SOFC 셀/스택 제조 기술 개발 (2007-2012)	평판형 cell	POSCO 사업 참여기관: KIST, KIMM, KIER
전력연구원 (KEPRI)	열병합발전용 5kW급 SOFC 발전 시스템 개발 (2003-2010)	평판형 cell	신재생에너지기술개발 사업 참여기관: KIER, KIST, KAIST, KICET, 효성 등
한국과학 기술연구원 (KIST)	대면적 전극 및 스택 적층기술 (2004-2012)	평판형 cell	POSCO 사업 지식경제부 핵심원천사업

2) 국내 SOFC 기술 수준

○ 구성요소 기술 수준 :

전극 및 전해질 제조 시 사용되는 원료의 대부분은 수입에 의존하고 있음. 현재 이 원료를 사용하여 전극 및 전해질을 제조하는 공정기술은 개발되어 있으나, SOFC 구성요소의 대부분이 세라믹이기 때문에 대용량 제조가 어려움. 따라서 연료 전지 용량을 증가시킬 수 있는 대면적 제조공정에 대한 개발과 전극촉매 및 전해질 분말의 국산화 개발이 필요함. 현재 소형 단전지 제조 기술은 확립되어 있는 상태 이나 실용화 규모의 대면적 단전지 기술과 5년 이상의 장시간 수명 특성 평가 기술

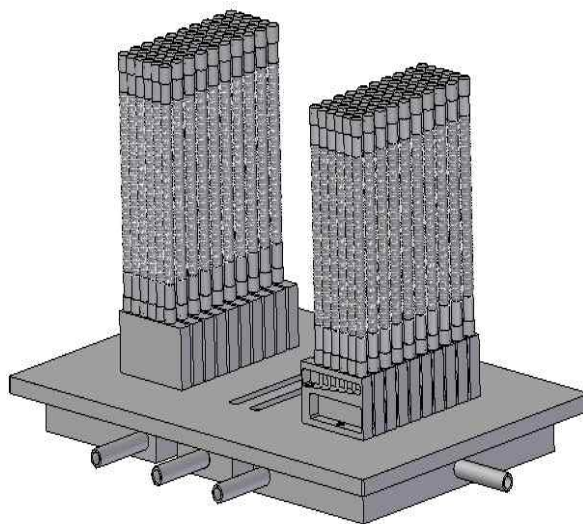
에 관한 연구개발이 진행될 전망이다.

SOFC는 장기적 안정성을 고려할 때 600~800℃ 에서 작동될 수 있는 중저온형 SOFC의 개발이 필요함. 그러나 작동온도를 낮추면 내부저항 및 전극분극 증가로 전지성능 감소함. 이러한 성능저하를 줄이기 위하여 ZrO₂계 전해질보다 산소이온전도도가 더 높은 BiO₂계, CeO₂계, LaGaO₃계 등에 대한 연구와 SOFC의 가장 보편화된 전해질인 YSZ를 사용하되 전해질 두께를 줄여 박막화하는 방법으로 내부저항을 낮추려는 연구가 진행됨.

또한 전극분극을 낮추기 위해 전기전도도가 높은 연료극 재료로 Ru-YSZ 또는 Ni-SDC 등을, 공기극 재료로 La_{1-x}Sr_xCoO₃ 등에 대한 연구와 LSM-YSZ 복합체로 삼상계면을 확대하여 물질전이와 전자전이를 증가시킬 수 있는 전극물질 개발 등이 연구 중임.

○ 스택기술

스택 기술은 연료전지 기술 가운데 가장 핵심 사항임. 현재 SOFC의 국내 기술수준은 5kW가 최고 수준으로 선진국의 250kW급에 비해 매우 낙후된 상태임. 전류집진기술, 밀봉기술, 가압시스템 기술, 매니폴드 설계 기술 등 여러 분야의 기술이 개발될 전망이다. 또한 스택의 규모가 커짐에 따라 시뮬레이션을 통한 설계 기술과 스택의 정상운전에 필수적인 운전온도 제어기술, 스택설계 개선, 구조 단순화, 효율 개선, 운전 간소화 등의 기술 개발이 진행될 예정임.



[그림] 원통형 SOFC 스택 형상

○ 국내의 SOFC 기술 수준은 kW급의 스택 및 시스템 제작기술 정도만 보유하고 있으므로 발전용의 대형 스택을 개발하기 위해서는 안정되고 값싼 공정으로 셀을 만드는 기술이 필요함.

○ 대용량 발전용 전원으로써 상용화하기 위해서는 스택이 무거운 하중이나 충격을 견딜 수 있도록 고강도 셀 지지체 제작기술이 요구되며 단위 전지의 그룹핑을 통한 스택 제조를 용이하게 하고 전류 집전 효율을 증가시키기 위한 집전 및 전기적 연결 기술 확보가 필요함.

○ 우리나라의 SOFC발전시스템의 설계 및 제작 기술은 미국, 일본 등 선진국과 비교해 볼 때 약 5년 이상 기술 격차가 있는 것으로 판단되며, 선진국들의 기술 이전 가능성은 매우 낮은 실정이기 때문에 단시간 내에 SOFC 기술의 상용화를 위해서는 우리 고유기술로서 보유하고 있는 원통형 셀 제작기술을 기반으로 한 개량 셀 및 스택 제작기술 개발이 필요함.