

저온 SOFC용 기공경사구조 연료극

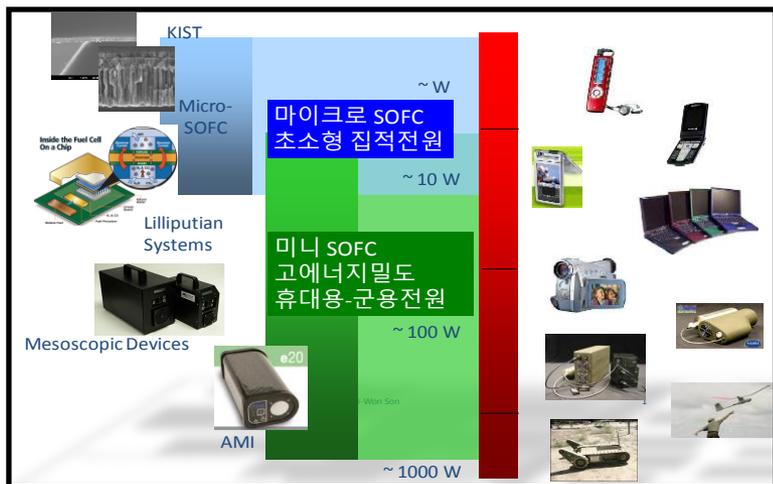
개발자: 손지원

Korea Institute of Science
and Technology

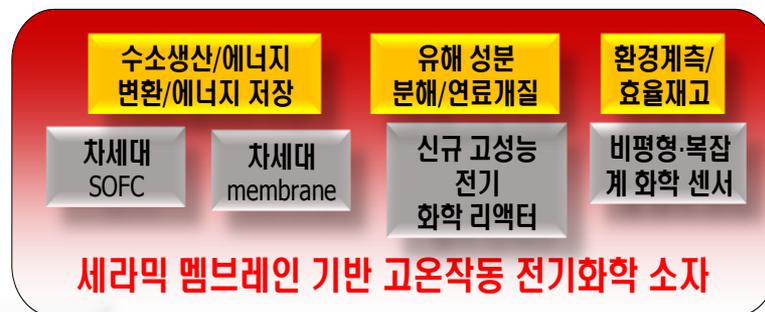
한국과학기술연구원

1. 적용 분야

저온작동 고성능 소형 SOFC



고온작동 전기화학 소자

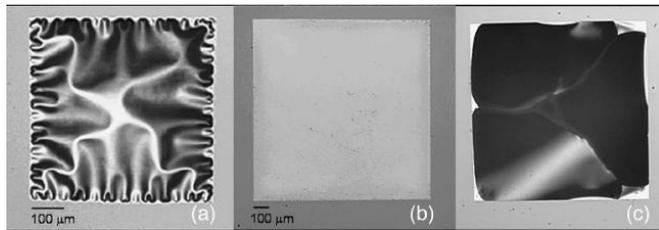


적용 환경

- SOFC를 포함한 세라믹 멤브레인 기반 전기화학 소자에서, 전기적 저항의 감소를 위해 전해질 막의 두께 저감이 요구됨
- 박막전해질의 열,기계적 안정성을 위해 다공성 지지체 상에 박막을 형성하여야 함
- 본 기술은 다공성 지지체 표면의 조도, 기공크기 및 그의 분포를 제어하여 다공성 지지체 상에 1마이크론 두께 이하의 박막전해질을 형성하는 방법을 제공함

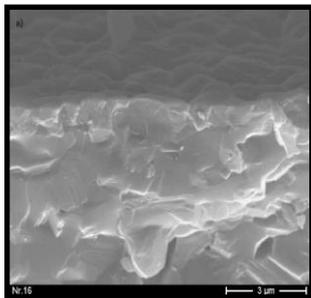
2. 기술의 특징

기존 기술

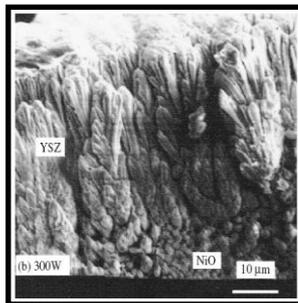


Baertsch et al., J. Mater. Res., Vol. 19, No. 9, Sep 2004 2609

MEMS 기반 후면식각 멤브레인 형태로
박막 전해질을 형성하는 경우
: 열-기계적 취약성이 심각



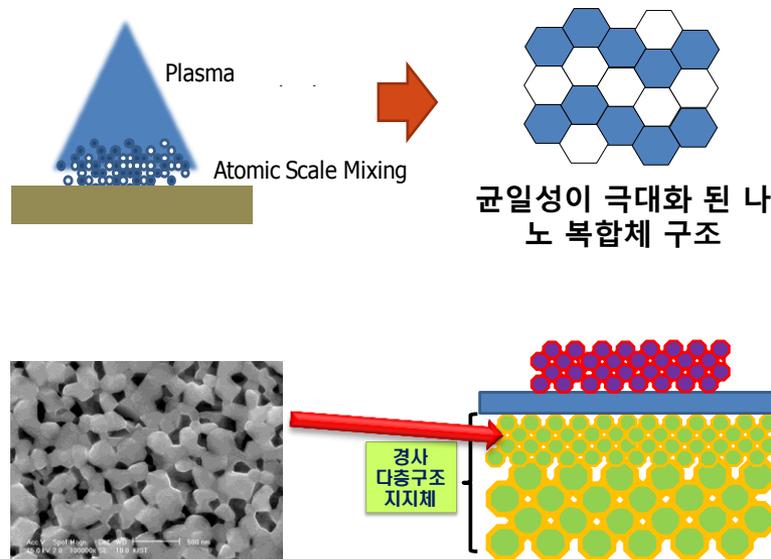
B. Hobein et al., Journal of
Power Sources 105 (2002)
239-242



Nagata, Okayama. Vacuum
2002;66:523-9

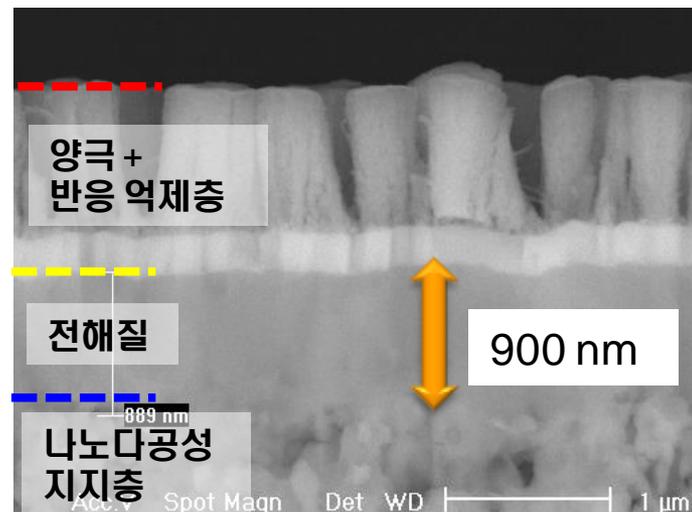
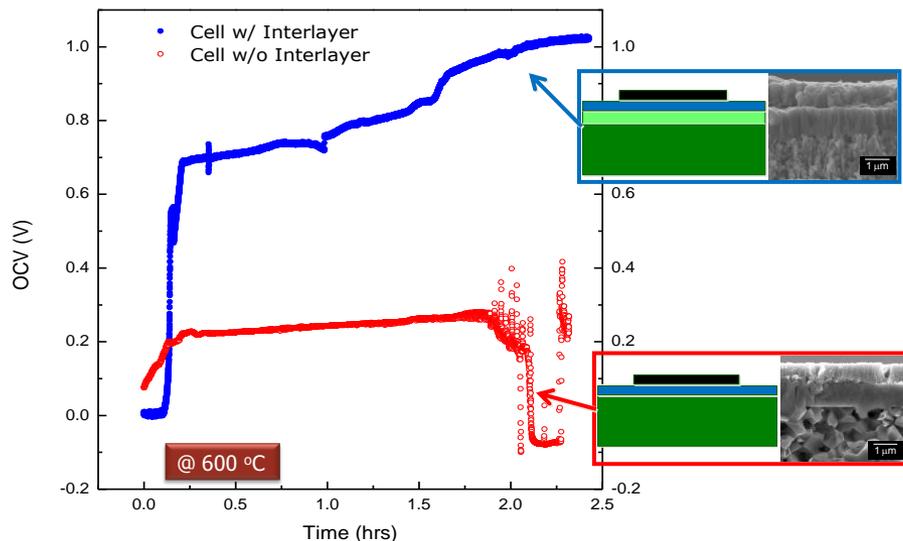
벌크공정 다공성 지지체를 사용하는
경우
: 다공성 지지체의 입자크기가 수
 μm 이므로, 그 상부에 $1 \mu\text{m}$ 이하의
전해질을 형성하는 것은 불가능

KIST 기술

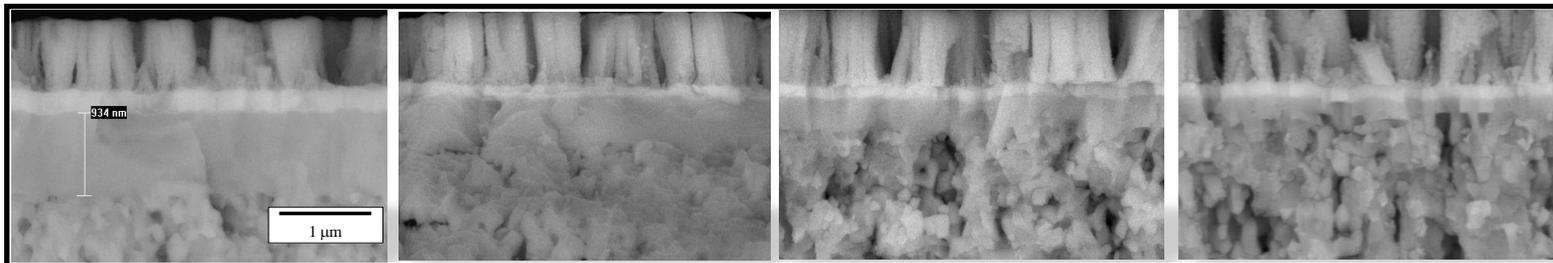


다공성 지지체 상에 플라즈마(진공증착)로
형성한 나노복합체 연료극 기능층을
형성하여 치밀 박막 하부에 경사구조를 구현
→ $1 \mu\text{m}$ 이하의 박막전해질을 성공적으로
구현하고 박막전해질 SOFC의 열-기계적
안정성을 획기적으로 향상시킴

3. 기술의 완성도



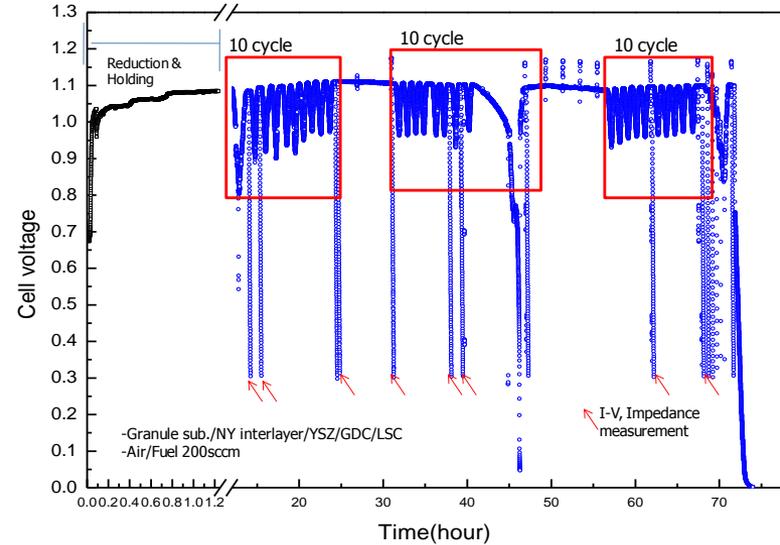
- 본 기술의 핵심인 나노다공성 지지층을 형성한 경우, **1 μm 두께 이하의 전해질로 성공적으로 SOFC 단전지를 구현할 수 있음** (기존의 벌크공정 지지체를 사용하는 경우에는 1 μm 두께의 전해질로는 전해질의 파괴가 발생하여 단전지가 구성되지 않음)



- 현재 300 nm 치밀 박막 전해질 (전해질 150 nm + 반응억제층 150 nm)까지 가능

3. 기술의 완성도

작동 온도 (°C)	박막전해질-박막양극 SOFC (mW/cm ²)	후막전해질-박막양극 (mW/cm ²)	후막전해질-후막양극 (mW/cm ²)
600	608	432	470
550	405	213	243
500	212	92	100
450	90	21	35
400	35	6	11
350	9.7	NA	NA



- 후막전해질로 구성된 SOFC에 비해 저온작동능력이 현저히 향상됨.
- 여타 박막전해질 SOFC에서는 보고된 바 없는 열사이클 저항성을 보여줌

	선도그룹 성능	KIST 성능
다공성 기판 상 박막전해질 두께	<ul style="list-style-type: none"> • ~ 500 nm (스탠포드, 버클리 등) → 기밀성 및 셀 성능 얻지 못함 • ~ 3 mm (POSTECH) → OCV 낮게 검출 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 mm 이하 • 기밀성과 셀 성능 확보
저온 출력밀도 @ 500 °C	<ul style="list-style-type: none"> • 50 mW/cm² (ETH, 유리-세라믹 MEMS 단전지) • 2 mW/cm² (EPFL, Ni Grid 금속지지형) 	<p>212 mW/cm² (다층 경사구조 다공성 복합체 지지체 이용 단전지)</p>
단위전지 출력 @ 500 °C	<ul style="list-style-type: none"> • 0.016 mW (ETH, 직경 200 mm 원형) 	<p>212 mW (1 X 1 cm)</p>
구조적 안정성	<ul style="list-style-type: none"> • 후면식각 박막 멤브레인 단전지 → 취약 • 금속 지지체 → 금속 응집 등 고온 장기 안정성 취약 • 장기 안정성, 열충격 저항성 등에 대한 연구가 미진함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 다층 경사구조 단전지 → 안정 • 나노 금속-세라믹 복합체 → 고온 구조 안정성 향상 • 장기안정성 및 열사이클 특성