



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년04월14일
(11) 등록번호 10-1385088
(24) 등록일자 2014년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7004651
(22) 출원일자(국제) 2008년07월10일
심사청구일자 2013년02월25일
(85) 번역문제출일자 2010년03월02일
(65) 공개번호 10-2010-0045500
(43) 공개일자 2010년05월03일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2008/002369
(87) 국제공개번호 WO 2009/019422
국제공개일자 2009년02월12일
(30) 우선권주장
0715225.9 2007년08월03일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
US20040121217 A1
전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자
엘지 퓨얼 셀 시스템즈 인코포레이티드
미국 44720 오하이오주 노스 칸톤 스트립 에비뉴
엔더블유 6065
(72) 발명자
에그뉴 제라드 다니엘
영국 다이21 2에이치이 더비 오크우드 스프링우드
드라이브 26
덕슨 피터 제임스
영국 다이3 0알제트 더비 미클오버 웰랜드 클로즈
13
(74) 대리인
유미특허법인

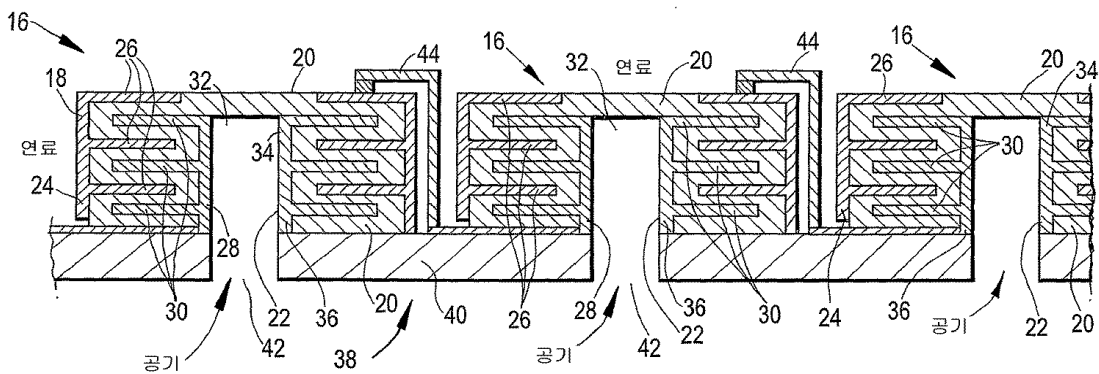
심사관 : 서상혁

(54) 발명의 명칭 연료전지 및 연료전지의 제조 방법

(57) 요약

고체산화물 연료전지(16)는 다공성의 애노드 전극(porous anode electrode)(18), 고밀도 비다공성의 전해질(dense non-porous electrolyte)(20) 및 다공성의 캐소드 전극(porous cathode electrode)(22)을 포함한다. 애노드 전극(18)은 제1 부재(first member)(24) 및 제1 부재(24)로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재(parallel plate member)(26)를 포함한다. 캐소드 전극(22)은 제2 부재(second member)(28) 및 제2 부재(28)로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재(30)를 포함한다. 캐소드 전극(22)의 판 부재(30)는 애노드 전극(18)의 판 부재(26)와 서로 맞물려 있으며(inter-digitate), 전해질(20)은 제1 부재(24) 및 제2 부재(28)와, 애노드 전극(18)과 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(26, 30)들 사이를 채운다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

다공성의 애노드 전극(porous anode electrode)(18), 고밀도 비다공성의 전해질(dense non-porous electrolyte)(20) 및 다공성의 캐소드 전극(porous cathode electrode)(22)를 포함하는 연료전지(16)로서,

상기 애노드 전극(18)은, 제1 부재(first member)(24) 및 상기 제1 부재(24)로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재(parallel plate member)(26)를 포함하고,

상기 캐소드 전극(22)은, 제2 부재(second member)(28) 및 상기 제2 부재(28)로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재(30)를 포함하며,

상기 캐소드 전극(22)의 판 부재(28)는 상기 애노드 전극(18)의 판 부재(26)와 서로 맞물려 있으며(inter-digitate), 상기 전해질(20)은 상기 제1 부재(24)와 상기 제2 부재(28) 사이, 그리고 상기 애노드 전극(18)의 평행한 판 부재(26)와 상기 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(30) 사이를 채우고,

상기 제1 부재 (24) 및 상기 제2 부재 (28)는 중공의 튜브이며,

상기 제2 부재 (28)가 상기 제1 부재 (24) 주위에 위치하고, 상기 제1 부재(24)는 연료의 흐름을 위한 도관을 형성하며, 상기 제1 부재(24)의 제1 단부는 엔드 캡 또는 전해질로 밀봉되거나,

제1 부재 (24)가 제2 부재 (28) 주위에 위치하고, 제2 부재(28)는 산화제(oxidant)의 흐름을 위한 도관(32)을 형성하며, 상기 제2 부재(28)의 제1 단부(34)는 엔드 캡 또는 전해질(20)로 밀봉되는, 연료전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 부재(24)는, 단면이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인, 연료전지.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 부재(28)는, 단면이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인, 연료전지.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 부재(24)의 판 부재(26)는, 형상이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인, 연료전지.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 부재(28)의 판 부재(30)는, 형상이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인, 연료전지.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 연료전지(16)는 고밀도 비다공성의 부재(40) 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 부재(40)는 상기 제2 부재(28)에 산화제를 공급하기 위한 구멍(aperture)(42)을 포함하는, 연료전지.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 연료전지(16)는 고밀도 비다공성의 튜브(40A, 40B, 48A, 48B) 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 튜브(40A, 40B, 48A, 48B)는 상기 제2 부재(28)에 산화제를 공급하기 위한 구멍(42)을 포함하는, 연료전지.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 연료전지(16)는 고밀도 비다공성의 판 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 판은 상기 제2 부재에 산화제를 공급하기 위한 구멍을 포함하는, 연료전지.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 연료전지(16)는 고체산화물 연료전지인, 연료전지.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전해질(20)은 지르코니아 또는 이트리아 안정화 지르코니아(yttria stabilised zirconia)를 포함하는, 연료전지.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 연료전지(fuel cell), 더욱 구체적으로는 세라믹 연료전지(ceramic fuel cell), 특히 고체산화물 연료전지(solid oxide fuel cell)에 관한 것이고, 또한 연료전지의 제조 방법, 더욱 구체적으로 세라믹 연료전지, 특히 고체산화물 연료전지의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 고체산화물 연료전지의 한 유형은, 고체산화물 연료전지가 중공의 관형 부재(hollow tubular member)의 원주면(cylindrical surface)을 따라 축방향으로 직렬로, 전기적 및 물리적으로 배치된, 관형(tubular)의 고체산화물 연료전지이다.

[0003] 다른 유형의 고체산화물 연료전지는, 고체산화물 연료전지가 중공의 평탄 부재(hollow flat member)의 평탄면(flat surface)을 따라 길이방향으로 직렬로, 전기적 및 물리적으로 배치된, 평면 고체산화물 연료전지이다.

[0004] 다른 유형의 고체산화물 연료전지는, 애노드 판(anode plate), 전해질 판(electrolyte plate), 캐소드 판(cathode plate), 및 상호접속기 판(interconnector plate)을 차례로 쌓아 올린, 모놀리식(monolithic) 고체산화물 연료전지이다.

[0005] 따라서 본 발명은 새로운 연료전지를 제공하고자 하는 것이다.

발명의 내용

[0006] 따라서, 본 발명은 다공성의 애노드 전극(porous anode electrode), 고밀도 비다공성의 전해질(dense non-porous electrolyte) 및 다공성의 캐소드 전극(porous cathode electrode)를 포함하는 연료전지를 제공하며, 애노드 전극은 제1 부재(first member) 및 제1 부재로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재(parallel plate member)를 포함하고, 캐소드 전극은 제2 부재(second member) 및 제2 부재로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재를 포함하며, 캐소드 전극의 판 부재는 애노드 전극의 판 부재와 서로 맞물려 있으며(inter-digitate), 전해질은 제1 부재와 제2 부재 사이, 그리고 애노드 전극의 평행한 판 부재와 캐소드 전극의 평행한 판 부재들 사이를 채운다.

[0007] 상기 연료전지는 세라믹 연료전지인 것이 바람직하고, 상기 연료전지는 고체산화물 연료전지인 것이 더욱 바람직하다. 상기 전해질은 지르코니아를 포함하는 것이 바람직하다. 상기 전해질은 이트리아 안정화 지르코니아(yttria stabilised zirconia)를 포함하는 것이 바람직하다.

[0008] 상기 제1 부재는 연료의 흐름을 위한 도관(conduit)을 형성하는 것이 바람직하다. 상기 제1 부재의 제1 단부(first end)는 엔드 캡(end cap) 또는 전해질로 밀봉되는(sealed) 것이 바람직하다. 다르게는, 제2 부재는 산화제(oxidant)의 흐름을 위한 도관을 형성하다. 다르게는, 제2 부재의 제1 단부가 엔드 캡 또는 전해질로 밀봉된다.

[0009] 상기 제1 부재는, 단면이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인 것이 바람직하다. 상기 제2 부재는, 단면이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인 것이 바람직하다.

[0010] 상기 제1 부재의 판 부재는, 형상이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인 것이 바람직하다. 상기 제2 부재의 판 부재는, 형상이 실질적으로 원형, 직사각형, 정사각형 또는 육각형인 것이 바람직하다.

[0011] 상기 연료전지는 고밀도 비다공성의 부재 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 부재는 상기 제1 부재에 연료를 공급하기 위한 구멍(aperture)을 포함하는 것이 바람직하다.

[0012] 상기 연료 전지는 고밀도 비다공성의 부재 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 부재는 상기 제2 부재에 산화제를 공급하기 위한 구멍을 포함하는 것이 바람직하다.

- [0013] 상기 연료 전지는 고밀도 비다공성의 튜브(tube) 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 튜브는 상기 제1 부재에 연료를 공급하기 위한 구멍을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 연료 전지는 고밀도 비다공성의 튜브 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 튜브는 상기 제2 부재에 산화제를 공급하기 위한 구멍을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 연료 전지는 고밀도 비다공성의 판 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 판은 상기 제1 부재에 연료를 공급하기 위한 구멍을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 연료 전지는 고밀도 비다공성의 판 상에 배치되고, 상기 고밀도 비다공성의 판은 상기 제2 부재에 산화제를 공급하기 위한 구멍을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0017] 또한 본 발명은 전기적으로 직렬로 접속된, 앞서 언급한, 연료전지를 복수개 포함하는 연료전지 스택(fuel cell stack)을 제공한다.
- [0018] 상기 연료전지 스택은 고밀도 비다공성의 제1 판(first dense none-porous plate) 및 고밀도 비다공성의 제2 판(second dense none-porous plate)을 포함하며, 상기 고밀도 비다공성의 제1 판은 복수의 연료전지 각각의 제2 부재에 산화제를 공급하기 위한 복수의 구멍을 가지고, 상기 고밀도 비다공성의 제2 판은 복수의 연료전지 각각의 제2 부재에 산화제를 공급하기 위한 복수의 구멍을 가지며, 상기 고밀도 비다공성의 제1 판과 제2 판은 그 사이의 상기 연료전지와 함께 배치되어 상기 연료전지의 제1 부재에 연료를 공급하기 위한 통로(passage)를 형성하는 것이 바람직하다.
- [0019] 상기 고밀도 비다공성의 제1 판 및 제2 판 상의 연료전지는 미리 정해진 패턴으로 배치되는 것이 바람직하다. 상기 고밀도 비다공성의 제1 판 상의 연료전지는 상기 고밀도 비다공성의 제2 판의 상의 연료전지와 교대로 배치되는 것이 바람직하다.
- [0020] 본 발명은 또한 전해질 재료의 복수의 시트를 형성하는 단계; 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제1 면 상에 애노드 전극 재료를 증착(depositing)하고 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제2 면 상에 캐소드 전극 재료를 증착하는 단계; 전해질 재료의 시트 각각을 관통하는 복수의 구멍을 형성하는 단계; 상기 전해질 재료의 인접하는 시트들의 애노드 전극 재료가 서로 마주보고, 상기 전해질 재료의 인접하는 시트들의 캐소드 전극 재료가 서로 마주보며, 상기 전해질 재료의 시트 내의 구멍들이 정렬되도록, 상기 전해질 재료의 시트를 스택으로 배치하는 단계; 구멍들이 각 부분(piece) 내로 연장되도록 하여 상기 스택을 복수의 부분으로 분할하는 단계; 및 상기 각 부분의 외면 상에 추가의 전극 재료(further electrode material)를 증착하고 상기 각 부분의 구멍의 표면 상에 추가의 전극 재료를 증착하여 연료전지를 형성하는 단계를 포함하는, 연료전지의 제조 방법을 제공한다.
- [0021] 상기한 방법은 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제1 면 상에 애노드 전극 재료를 증착하고 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제2 면 상에 캐소드 전극 재료를 증착하는 단계 이전에, 상기 전해질 재료의 시트 각각을 관통하는 복수의 구멍을 형성하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0022] 다르게는, 상기한 방법은 상기 전해질 재료의 시트 각각을 관통하는 복수의 구멍을 형성하는 단계 이전에, 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제1 면 상에 애노드 전극 재료를 증착하고 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제2 면 상에 캐소드 전극 재료를 증착하는 단계를 포함한다.
- [0023] 또한 본 발명은, 전해질 재료의 하나 이상의 시트를 형성하는 단계; 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제1 면 상에 애노드 전극 재료를 증착하고, 상기 전해질 재료의 시트 각각의 제2 면 상에 캐소드 전극 재료를 증착하는 단계; 전해질 재료의 시트 각각을 관통하는 복수의 구멍을 형성하는 단계; 구멍이 각 부분 내로 연장되도록 하여 스택을 복수의 부분으로 분할하는 단계; 상기 전해질 재료의 인접하는 부분들의 애노드 전극 재료가 서로 마주보고 상기 전해질 재료의 인접하는 부분들의 캐소드 전극 재료가 서로 마주보며 상기 전해질 재료의 부분 내의 구멍이 정렬되도록, 상기 전해질 재료의 부분들을 스택으로 배치하는 단계; 및 상기 각 부분의 외면 상에 추가의 전극 재료를 증착하고 상기 각 부분의 구멍의 표면 상에 추가의 전극 재료를 증착하여 연료전지를 형성하는 단계를 포함하는, 연료전지의 제조 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 첨부도면을 참조하여 본 발명을 예로서 더욱 완전하게 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 복수의 연료전지를 가지는 연료전지 스택의 부분 절개 사시도이다.

도 2는 본 발명에 따른 복수의 연료전지를 가지는 연료전지 어셈블리의 일부분의 확대 단면도이다.

도 3은 본 발명에 따른 복수의 연료전지를 가지는 연료전지 어셈블리의 일부분의 사시도이다.

도 4는 도 2의 연료전지의 일부분의 다른 확대 단면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 복수의 연료전지를 가지는 두 개의 연료전지 어셈블리를 포함하는 연료전지 모듈의 일부분의 사시도이다.

도 6은 도 5에 도시된 연료전지 모듈을 X-X 방향에서의 단면도이다.

도 7은 본 발명에 따른 복수의 연료전지를 가지는 두 개의 연료전지 어셈블리를 포함하는 두개의 인접한 연료전지 모듈의 일부분의 단면도이다.

도 8은 본 발명에 따른 복수의 연료전지를 가지는 다른 연료전지 스택의 부분 절개 사시도이다.

도 9는 본 발명에 따른 연료전지를 제조하는 동안에 전해질 재료로 이루어진 시트의 스택에 대한 전개 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 고체산화물 연료전지 스택(10)은 케이싱(12) 내에 배치된 복수의 고체산화물 연료전지 모듈(14)을 포함한다. 각 고체산화물 연료전지 모듈(14)은 복수의 고체산화물 연료전지(16)를 포함한다.
- [0026] 각 고체산화물 연료전지(16)는, 도 2, 도 3 및 도 4에 더욱 분명하게 도시된 바와 같이, 다공성의 애노드 전극(18), 고밀도 비다공성의 전해질(20), 및 다공성의 캐소드 전극(22)을 포함한다. 애노드 전극(18)은 제1 부재(24)와, 제1 부재(24)로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재(26)를 포함한다. 유사하게, 캐소드 전극(22)은 제2 부재(28)와, 제2 부재(28)로부터 연장되는 복수의 평행한 판 부재(30)를 포함한다. 캐소드 전극(22)의 판 부재(30)는 애노드 전극(18)의 판 부재(26)와 서로 맞물려 있다. 고밀도 비다공성의 전해질(20)은 제1 부재(24)와 제2 부재(28) 사이, 그리고 애노드 전극(18)의 평행한 판 부재(26)와 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(30) 사이를 채운다. 제1 부재(24) 및 평행한 판 부재(26), 그리고 제2 부재(28) 및 평행한 판 부재(30)는 가스 투과성(gas permeable)/가스 다공성(gas porous)이다.
- [0027] 도 2 및 도 3에 도시된 구성에서, 제2 부재(28)는 산화제, 예컨대 산소 또는 공기의 흐름을 위한 도관(32)을 형성한다. 제2 부재(28)의 제1 단부(34)는 전해질(20)에 의해 밀봉되어 있고, 이 경우 전해질(20)은 제2 부재(28)의 제1 단부(34)의 전역에 걸쳐 연장되도록 배치된다. 다르게는 제2 부재(28)의 제1 단부(34)를 닫아 밀봉하도록 엔드 캡을 제공할 수도 있다. 제2 부재(28)의 제2 단부(36)는, 산화제, 산소 또는 공기가 제2 부재(28) 내의 도관(32)으로 흐를 수 있도록 개방되어 있다.
- [0028] 제1 부재(24)와 제2 부재(28)는 중공의 튜브이고 단면이 실질적으로 직사각형이며, 제1 부재(24)는 제2 부재(28) 주위에 위치되어 있고, 평행한 판 부재(26)는 제1 부재(24)로부터 제2 부재(28)를 향해 연장되며, 평행한 판 부재(30)는 제2 부재(28)로부터 제1 부재(24)를 향해 연장되고, 제2 부재(28) 내로는 산화제가 공급되고 제1 부재(24) 주위에는 연료가 공급된다. 유사하게, 제1 부재(24)의 판 부재(26)는, 형상이 실질적으로 직사각형이고, 제2 부재(28)의 판 부재(30)는, 형상이 직사각형이다.
- [0029] 애노드 전극(18)의 평행한 판 부재(26), 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(30) 및 전해질 부재(23)는, 제2 부재(28)가 산화제의 흐름을 위한 도관(32)을 형성하도록 위치되는, 정렬된 구멍을 구비한다.
- [0030] 다르게는, 제1 부재(24)는 단면이 실질적으로 원형, 육각형, 삼각형, 정사각형 또는 다른 적당한 형상일 수 있고, 제2 부재(28)는 단면이 실질적으로 원형, 육각형, 삼각형, 정사각형 또는 다른 적당한 형상일 수 있으며 제1 부재(24)와 동일한 형상일 수 있다. 다르게는, 제1 부재(24)의 판 부재(26)는 원형, 육각형, 삼각형, 정사각형 또는 다른 적당한 형상일 수 있고, 제2 부재(28)의 판 부재(30)는 원형, 육각형, 삼각형, 정사각형 또는 다른 적당한 형상일 수 있다.
- [0031] 연료전지 어셈블리(38)에는 복수의 고체산화물 연료전지(16)가 배치되어 있으며, 특히 고체산화물 연료전지(16)는 고밀도 비다공성의 부재(40) 상에 배치되어 있고, 고밀도 비다공성의 부재(40)는 복수의 구멍(42)을 가지며, 각 구멍(42)은 고체산화물 연료전지(16)의 제2 부재(28)의 대응하는 구멍과 정렬되어 있고, 고체산화물 연료전지(16)의 제2 부재(28) 내의 대응하는 구멍의 도관(32)에 산화제를 공급하도록 배치되어 있다. 각 고체산화물 연료전지(16)는 고밀도 비다공성의 부재(40)에 접합되어 산화제의 연료쪽으로는 누설 및 그 반대 방향으로

의 누설을 방지하기 위해 밀봉되어 있다.

- [0032] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 전기적인 상호접속기(electrical interconnector)(44)를 제공하여 하나의 고체산화물 연료전지(16)의 애노드 전극(18)의 제1 부재(24)를 인접하는 고체산화물 연료전지(16)의 캐소드 전극(22)의 제2 부재(28)와 상호접속한다.
- [0033] 일반적으로, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 이 고체산화물 연료전지 어셈블리(38)를 두 개 제공하여 고체산화물 연료전지 모듈(46)을 형성한다. 고체산화물 연료전지 모듈(46)은 고밀도 비다공성의 제1 판(40A)과 고밀도 비다공성의 제2 판(40B)을 포함한다. 고밀도 비다공성의 제1 판(40A)은 복수의 구멍(42)을 구비하여 복수의 고체산화물 연료전지(16) 각각의 제2 부재(28)에 산화제를 공급한다. 고밀도 비다공성의 제2 판(40B)은 복수의 구멍(42)을 구비하여 복수의 고체산화물 연료전지(16) 각각의 제2 부재(28)에 산화제를 공급한다. 고밀도 비다공성의 제1 판(40A) 및 제2 판(40B)은 그들 사이에 위치된 고체산화물 연료전지(16)와 실질적으로 평행하게 배치되어 고체산화물 연료전지(16)의 제1 부재(24)에 연료를 공급하기 위한 통로(50)를 형성한다. 2개의 에지 부재(edge member)(48A, 48B)가 제공되어 있다. 에지 부재(48A)는 고밀도 비다공성의 제1 판(40A)과 고밀도 비다공성의 제2 판(40B) 각각의 제1 에지(41A, 41C)에 접합되어 밀봉되어 있다. 마찬가지로, 에지 부재(48B)는 고밀도 비다공성의 제1 판(40A)과 고밀도 비다공성의 제2 판(40B) 각각의 제2 에지(41B, 41D)에 접합되어 밀봉되어 있다. 고밀도 비다공성의 제1 판(40A)과 고밀도 비다공성의 제2 판(40B) 각각의 제1 단부(43A, 43C)들 사이의 갭(gap)은 개방되어 통로(50)로의 연료 공급을 허용하고, 고밀도 비다공성의 제1 판(40A)과 고밀도 비다공성의 제2 판(40B)의 제2 단부(43B, 43D)들 사이의 갭은 개방되어 통로(50)로부터의 연료 제거를 허용한다. 따라서, 고밀도 비다공성의 제1 판(40A) 및 제2 판(40B)과 에지 부재(48A, 48B)는 튜브를 형성한다.
- [0034] 고밀도 비다공성의 제1 판(40A) 및 제2 판(40B) 상의 고체산화물 연료전지(16)는 미리 정해진 패턴으로 배치되고, 본 예에서 고밀도 비다공성의 제1 판(40A) 상의 고체산화물 연료전지(16)는 제1 판(40A)과 제2 판(40B)의 에지들 사이의 방향 및 제1 판(40A)과 제2 판(40B)의 단부들 사이의 방향으로 고밀도 비다공성의 제2 판(40B) 상의 고체산화물 연료전지(16)과 번갈아 배치된다. 정사각형의 패턴을 설명하였지만 육각형 또는 팔각형 패턴과 같은, 다른 패턴도 사용될 수 있다.
- [0035] 작동 시에, 연료, 수소가 고체산화물 연료전지 모듈(46) 내의 통로(50)에 공급되고, 연료, 수소는 애노드 전극(18)의 제1 부재(24)와 접촉하며, 산화제, 산소 또는 공기는 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 외면에 공급되고, 이 산화제, 산소 또는 공기는 고밀도 비다공성의 제1 판(40A) 및 제2 판(40B)의 구멍(42)을 통해 홀러 캐소드 전극(22)의 제2 부재(28)와 접촉한다.
- [0036] 연료는 처음에 고체산화물 연료전지(16)의 애노드 전극(18)의 제1 부재(24) 내로 확산하고 그 후 제1 부재(24)로부터 고체산화물 연료전지(16)의 애노드 전극(18)의 평행한 판 부재(26) 내로 확산한다. 유사하게, 산화제는 처음에 고체산화물 연료전지(16)의 캐소드 전극(22)의 제2 부재(28) 내로 확산하고 그 후 제2 부재(28)로부터 고체산화물 연료전지(16)의 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(30) 내로 확산한다. 각 고체산화물 연료전지(16) 내의 전해질(20)은 각각의 도판(32)을 폐쇄하여 연료와 산화제가 혼합되는 것을 방지한다.
- [0037] 애노드 전극(18)의 평행한 판 부재(26) 및 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(30)는 전기적으로 병렬로 접속되어 하나의 고체산화물 연료전지(16)를 형성한다. 각 고체산화물 연료전지(16)의 전해질(20)은 애노드 전극(18)의 평행한 판 부재(26)들 사이에, 그리고 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(30)들 사이에 위치되어, 애노드 전극(18)의 평행한 판 부재(26)의 모든 표면과 캐소드 전극(22)의 평행한 판 부재(30)의 모든 표면에 접촉하여, 전해질(20)과 평행한 판 부재(26)들 사이에는 어떠한 공간도 존재하지 않고 전해질(20)과 평행한 판 부재(30)들 사이에도 어떠한 공간도 존재하지 않는다. 따라서, 연료는 다공성의 평행한 판 부재(26) 내의 확산에 의해서만 흐르고, 산화제는 다공성의 평행한 판 부재(30) 내의 확산에 의해서만 흐른다.
- [0038] 열은 평행한 판(26, 28)을 통한 열전도에 의해 고체산화물 연료전지(16)로부터 전달되고 그 후 열은 부분적으로는 전도로 부분적으로는 복사로 제1 부재(24)로부터 연료에, 그리고 제2 부재(28)로부터 산화제에 전달된다.
- [0039] 이 구성에서, 산화제는 유동 버블(flow bubble)에 의해 구멍(42) 내로 흐른다.
- [0040] 도 7은 고체산화물 연료전지 스택 내에 실질적으로 서로 평행하게 배치된, 2개의 고체산화물 연료전지 모듈(46)을 나타낸 것이다. 이 구성에서, 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 제1 판(40A) 및 제2 판(40B)은 복수의 직립 부재(upstanding member)(52)를 구비하고 있다. 하나의 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 제1 판(40A) 상의 직립 부재(52)들은 인접하는 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 제2 판(40B) 내의 구멍(42) 각각과 정렬되어 위치되어 산화제, 산소 또는 공기가 구멍(42)으로 향하도록 하고, 유사하게 하나의 고체산화물 연료전지 모듈(4

6)의 제2 판(40B) 상의 직립 부재(52)들은 인접하는 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 제1 판(40A) 내의 구멍(42) 각각과 정렬되어 위치되어 산화제, 산소 또는 공기가 구멍(42)으로 향하도록 한다.

- [0041] 고체산화물 연료전지 모듈(46)은, 도 1에 나타난 바와 같이 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 일 단부가 연료 공급 매니폴드(fuel supply manifold)와 접속되어 있고 각 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 다른 단부는 소비된 연료 매니폴드(spent fuel manifold)에 접속되도록 배치될 수 있다.
- [0042] 도 8에 도시된 바와 같이, 고체산화물 연료전지 모듈(46)은, 고체산화물 연료전지 모듈(46) 중 하나의 제1 단부가 연료 공급 매니폴드에 접속되고, 고체산화물 연료전지 모듈(46) 중 하나의 제2 단부가 소비된 연료 매니폴드에 접속되도록 배치될 수 있으며, 또한 나머지 고체산화물 연료전지 모듈(46)은, 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 제1 단부가 인접하는 고체산화물 연료전지 모듈(46)의 제2 단부에 접속되도록 배치되어, 도 8에 도시된 바와 같이 연료가 모든 고체산화물 연료전지 모듈(46)을 통해 순차적으로 공급된다.
- [0043] 전해질(20)은 지르코니아를 포함하고, 바람직하게는 이트리아 안정화 지르코니아를 포함하지만, 다른 적당한 재료가 사용될 수도 있다.
- [0044] 애노드 전극(18)은 예를 들면 동 도핑된 이트리아 안정화 지르코니아(Ni-YSz)를 포함하지만, 다른 적당한 재료가 사용될 수도 있다.
- [0045] 예로서, 본 발명에 따른 단일 고체산화물 연료전지는 길이 6mm, 폭 3mm, 두께 2mm이다.
- [0046] 제1 부재는 연료의 흐름을 위한 도관을 형성한다. 제1 부재의 제1 단부는 엔드 캡 또는 전해질에 의해 밀봉된다.
- [0047] 제2 부재에 연료를 공급하는 구멍을 가지는 고밀도 비다공성의 튜브 상에 배치된 고체산화물 연료전지와 관련하여 본 발명을 설명하였지만, 고밀도 비다공성의 튜브 상에 고체산화물 연료전지를 배치하고 이 고밀도 비다공성의 튜브가 제1 부재에 연료를 공급하는 구멍을 가지는 것도 마찬가지로 가능할 수 있다.
- [0048] 제1 부재와 제2 부재는 중공의 튜브이고, 제1 부재의 주위에 제2 부재가 위치되며, 제1 부재로부터 제2 부재 쪽으로 평행한 판 부재가 연장되고, 제2 부재로부터 제1 부재 쪽으로 평행한 판 부재가 연장되며, 제1 부재 내로 연료가 공급되고, 제2 부재 주위에 산화제가 공급되는, 연료전지의 구성을 제공하는 것이 가능할 수 있다.
- [0049] 제2 부재에 산화제를 공급하는 구멍을 가지는 고밀도 비다공성의 판 상에 배치된 고체산화물 연료전지와 관련하여 본 발명을 설명하였지만, 고밀도 비다공성의 판 상에 고체산화물 연료전지를 배치하고 이 고밀도 비다공성의 판이 제1 부재에 연료를 공급하는 구멍을 가지는 것도 마찬가지로 가능할 수 있다.
- [0050] 고체산화물 연료전지와 관련하여 본 발명을 설명하였지만, 다른 세라믹 연료전지, 다른 유형의 연료전지 또는 고체산화물 전해전지(electrolysis cell)에 마찬가지로 적용 가능할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 이점은, 서브 유닛(sub unit)의 규모를 훨씬 줄일 수 있고 낭비없게 연료전지의 피치를 훨씬 줄일 수 있다는 것이다.
- [0052] 국부적으로 평행한 집전체(locally parallel current collector)와 함께 감소된 연료전지 피치는 훨씬 더 높은 고유저항의 집전체 재료의 잠재적인 사용을 가능하게 한다. 또한 전극 재료로서 적당하다고 생각되는 재료만이 전극의 개별 층으로서 또는 전극 내에 측방향의 집전체(lateral current collector)에 사용되도록 허용한다.
- [0053] 본 발명은 다층 세라믹 연료전지, 예컨대 다층 고체산화물 연료전지를 제공한다.
- [0054] 산화제, 또는 연료를 각 고체산화물 연료전지에 공급하기 위해 단 하나의 구멍을 가지는 것으로 본 발명을 설명하였지만, 산화제, 또는 연료를 각 고체산화물 연료전지에 공급하기 위해 하나 이상을 구멍을 제공하는 것도 가능할 수 있다. 고체산화물 연료전지가 대규모인 경우에 하나 이상의 구멍의 사용이 필요할 수 있다. 그러나, 열 팽창 계수의 정합 및 전도 냉각(conductive cooling)은 고체산화물 연료전지의 크기를 제한할 것이다. 예를 들면, 고체산화물 연료전지는 최대 길이 30mm, 폭 30mm, 및 높이 30mm의 치수를 가질 것이다.
- [0055] 캐소드 전극의 제2 부재에 의해 규정되는 고체산화물 연료전지 내의 도관과 관련하여 본 발명을 설명하였지만, 단지 전기적으로 병렬로 캐소드 전극의 평행한 판과 상호접속하는 제2 부재, 및 캐소드 전극의 평행한 판의 에지와 비다공성의 전해질의 에지에 의해 규정되는 도관도 마찬가지로 가능할 수 있다.
- [0056] 또한 애노드 전극의 제1 부재에 의해 규정되는 고체산화물 연료전지 내의 도관과 관련하여 본 발명을 설명하였지만, 단지 전기적으로 병렬로 캐소드 전극의 평행한 판과 병렬로 상호접속하는 제1 부재, 및 애노드 전극의 평

행한 판의 에지 및 비다공성의 전해질의 에지에 의해 규정되는 도관도 마찬가지로 가능할 수 있다.

- [0057] 고체산화물 연료전지는, 도 9에 도시된 바와 같이, 결합제(binder) 내의 이트리아 안정화 지르코니아와 같은, 전해질 재료의 분말 조제품(powder preparation)을 테이프 캐스팅(tape casting) 또는 드라이 롤링(dry rolling)에 의해 고밀도 비다공성의 전해질 재료의 복수의 얇은 시트/판(100)을 형성함으로써 제조된다. 테이프 캐스팅의 경우에는 전해질 재료의 시트/판 각각을 건조시킨다. 결합제는 전해질 재료로부터 제거되며, 전해질 재료는 예를 들면 1000℃ 내지 1600℃의 고온으로 소결되어 두께가 3 μ m 내지 300 μ m인 고밀도 비다공성의 전해질의, 얇고 연속하는 고밀도 비다공성의 시트/판을 형성한다.
- [0058] 각 전해질 재료의 고밀도 비다공성의 시트/판(100)을 관통하는 복수의 구멍(102)을 형성한다. 각 전해질 재료의 고밀도 비다공성의 시트/판(100) 내의 구멍(102)은 직사각형 패턴으로 형성되는 것이 바람직하다. 이 구멍은 단면이 정사각형, 직사각형, 육각형 또는 원형일 수도 있다.
- [0059] 각 전해질 재료의 고밀도 비다공성의 시트/판(100)의 일 면(one surface)(108) 상에는 애노드 전극 재료(104)를 증착하고, 각 전해질 재료의 고밀도 비다공성의 시트/판(100)의 반대 위치의 대향하는 면(oppositely facing surface)(110) 상에는 캐소드 전극 재료(106)를 스크린 인쇄 또는 스텐실 인쇄 또는 다른 적당한 방법으로 증착한다.
- [0060] 전해질 재료의 고밀도 비다공성의 시트/판(100) 상부의 왼쪽은 면(108) 상의 애노드 전극 재료(104)를 보여주고, 전해질 재료의 고밀도 비다공성의 시트/판(100) 상부의 오른쪽에는 면(110) 상의 캐소드 전극 재료(106)를 보여준다. 대개 전극 재료 중 하나는 전구체 재료이므로 양(兩) 전극 재료를 단 하나의 노(爐) 환경에서 처리할 수 있다.
- [0061] 예를 들면 Ni-YSZ 애노드 전극을 형성하는 경우에, NiO-YSZ와 같은 산화 분위기와 양립가능한 전구체(oxidising atmosphere compatible precursor) 형태로 애노드 전극 재료를 증착한다. 애노드 전극 재료도 LSM과 같은, 캐소드 전극과 동일한 산화로 환경(oxidising furnace environment)에서 처리될 수 있다.
- [0062] 다르게는, 환원 분위기(reducing atmosphere)에서의 소성(firing)을 견딜수 있는 캐소드 재료 전구체도 사용 가능하다.
- [0063] 산화 및 환원 분위기를 견딜 수 있는 애노드 재료를 사용하는 것도 가능할 수 있으며, 이 경우에는 전구체 재료를 필요로 하지 않고도 모든 처리를 수행할 수 있다.
- [0064] 전극들은 이원(binary) 또는 삼원(ternary) 백금 합금, 팔라듐, 니켈, 은, 금 또는 동과 같은, 집전체 재료의 추가의 중복 인쇄(over printing) 또는 침투(infiltration)에 의해 강화되어 집전체 층을 형성할 수 있다. 각각의 집전체 층은 인쇄 및 건조되고, 결합제 제거가 제거된 다음에 소결될 수 있거나, 또는 집전체 층은 다른 층과 동시에 소결될 수 있다.
- [0065] 각각의 전해질 재료의 시트/판의 일 면 상에 애노드 전극이 증착되고 각각의 전해질 재료의 시트/판의 반대쪽 면 상에 캐소드 전극이 증착되면서, 각각의 전해질 재료의 시트/판 상에 미리 정해진 패턴으로 전극이 증착된다. 애노드 전극 재료(104)는 각 구멍(102) 주위에, 예컨대 각 구멍(102)을 중심으로 하여 증착되고, 각 구멍(102)으로부터 미리 정해진 거리만큼 연장되므로, 애노드 전극 재료(104)는 면(108) 상의 불연속한 개별 위치(discrete separated position)에 증착된다. 예를 들면, 애노드 전극 재료(104)는 직사각형이나 직사각형 주위의 정사각형, 또는 정사각형, 구멍(102)의 단면으로 하여 증착될 수 있다.
- [0066] 캐소드 전극 재료(106)는 각각의 구멍(102)으로부터 미리 정해진 거리만큼 간격을 두고, 그렇지 않을 경우 전해질 재료의 시트/판(100)의 면(110) 전체를 덮도록 증착된다. 예를 들면, 캐소드 전극 재료(106)는 전해질 재료의 시트(100) 내의 직사각형, 또는 정사각형 형상의 구멍(102)보다 치수가 큰, 직사각형, 또는 정사각형 형상의 구멍을 가지는 시트로서 증착될 수 있다.
- [0067] 전해질 재료의 복수의 시트(100)는 모든 전해질 재료의 모든 시트(100) 내의 구멍(102)이 정렬되도록 하여 스택(120)으로 배치될 수 있다. 또, 스택(120) 내의 전해질 재료의 인접하는 시트들은 그들 사이의 평면에 대해 서로 거울상이 되도록 배치된다. 따라서, 전해질 재료의 인접하는 시트들의 애노드 전극이 서로 마주보고 전해질 재료의 인접하는 시트들이 서로 마주보도록, 전해질 재료의 시트들이 배치된다.
- [0068] 전해질 재료의 시트/판 상에 증착된 전극 재료의 두께는 전극에 필요한 두께의 절반일 수 있으므로, 전해질 재료의 시트들을 직사각형 스택으로 함께 쌓을 때, 전해질 재료의 인접하는 시트들에서는 층들의 순서가 반대가 되도록 전해질 재료의 시트들을 배치한다. 따라서, 전해질 재료의 시트를 최대 400개까지, 예를 들면 전해질

재료의 시트를 2개 내지 50개 서로의 위에 쌓을 수 있다. 쌓는 과정에서, 전해질 재료의 인접하는 시트들 사이에 전해질 재료가 놓여서 인접하는 애노드 전극들 사이의 공간을 채우고 또 캐소드 전극과 구멍 사이의 공간을 채운다.

- [0069] 전해질 재료의 연속적인 층, 또는 양립가능한 확장 정합형 삽입 재료(compatible expansion matched insert material)은, 전형적으로 스택의 최상층으로서 포함되어, 애노드 전극의 세트들에 반응물(reactant)을 공급하기 위한 구멍을 폐쇄하고 캐소드 예지로부터 분리한다.
- [0070] 기밀 재료(gas tight material)로 이루어진 유사한 구멍뚫린 층(holed layer)을 스택의 맨아래에 포함하여, 가스가 최하층의 다공성 전극 층의 에지를 빠져나갈 수 없도록 보증한다. 기밀 재료의 층은 전해질 재료의 직사각형 사진틀(picture frame) 중 하나 일 수 있거나, 또는 기판 재료 또는 밀봉 가스가 전해질 재료와 양립할 수 없는 경우에 기밀 재료의 층은 안정화 지르코니아 재료 또는 마그네시아 마그네슘 알루미네이트(magnesia magnesium aluminate, MMA)과 같은, 상대적으로 비활성(relatively inert)의 확장 양립가능한 장벽 재료(expansion compatible barrier material)일 수 있다.
- [0071] 스택 내의 전극과 함께 전해질 재료의 시트가 이미 소성(燒成)되었으면, 전해질 재료의 시트를 소결되지 않은 재료(un-sintered material), 또는 소결 조제(sinter aid)로 코팅하여, 전해질 재료의 시트가 소성 시에 함께 능동적으로 소결되도록 할 필요가 있을 수 있다.
- [0072] 그 후 직사각형 또는 정사각형의 고체산화물 연료전지의 경우에는, 전해질 재료의 시트의 스택을 수직의 두 방향으로 절단함으로써 복수의 그린(green) 고체산화물 연료전지로 분할한다. 따라서, 스택은, 각각의 평면 X가 전해질 재료의 시트(100) 내의 구멍(102)들 사이의 중간에 위치한, 평행한 평면 X의 제1 세트로 절단되고, 또 각각의 평면 Y가 전해질 재료의 시트(100) 내의 구멍(102)들 사이의 중간에 위치한, 평행한 평면 Y의 제2 세트로 절단되며, 평면 X의 제1 세트와 평면 Y의 제2 세트는 직각으로 교차한다. 이 평면 X와 평면 Y는 전해질 재료의 시트(100)의 평면에 실질적으로 수직으로 배치되어 있다.
- [0073] 그린 고체산화물 연료전지는 그 후 필요한 경우에 가압된 다음 고온, 예를 들면 700℃ 내지 1500℃로 소성되어, 전해질 재료의 시트는 전극 주위를 기밀 밀봉하도록 융합(fuse)되고 특히 전해질 재료의 사진틀은 다층 고체산화물 연료전지 내의 전해질 재료의 시트로 융합된다. 그러나, 전해질 재료의 시트의 수가 전해질 재료의 시트를 변형시킬 수 있을 정도로 적은 경우, 전극 주위의 기밀 밀봉을 형성하기 위한 전해질 재료의 사진틀을 없애는 것도 가능할 수 있다.
- [0074] 또 캐소드 전극 재료는 각각의 고체산화물 연료전지의 외면 상에 캐소드 전극 재료의 인쇄함으로써 또는 고체산화물 연료전지의 배향을 변화시키면서 캐소드 전극 재료의 현탁액(suspension)에 반복 침지(repeated dipping)시킴으로써 퇴적된다. 또 애노드 전극 재료는, 애노드 전극 재료의 현탁액에 반복 침지시킴으로써 각각의 고체산화물 연료전지의 구멍의 표면 상에 퇴적된다. 그 후, 고체산화물 연료전지의 외면 상의 캐소드 전극 재료가 전해질 재료의 층들 사이의 캐소드 전극들과 전기적으로 상호접속되도록, 그리고 구멍의 표면 상의 애노드 전극 재료가 전해질 재료의 층들 사이의 애노드 전극들과 전기적으로 상호접속되도록, 추가의 전극 재료를 건조하고 소성하여 고체산화물 연료전지를 완성한다.
- [0075] 그 후, 각각의 고체산화물 연료전지 내의 구멍이 고밀도 비다공성의 부재 내의 대응하는 구멍과 정렬되도록 하여, 완성된 고체산화물 연료전지를 고밀도 다공성의 부재, 예컨대 기판에 부착하고 밀봉한다. 고체산화물 연료전지는 적당한 밀봉 재료, 예컨대 유리 세라믹을 사용하여 고밀도 비다공성의 부재에 부착되고 밀봉되어, 고체산화물 연료전지의 바닥(bottom)과 고밀도 비다공성의 부재 사이에 기밀 밀봉을 형성한다.
- [0076] 전기 접속은 고체산화물 연료전지의 외면 상의 캐소드 전극 재료와 고체산화물 연료전지의 구멍의 표면 상의 애노드 전극 재료에 대해, 공지의 기술을 사용하여 와이어, 테이프, 또는 후막 층을 사용하여 이루어진다.
- [0077] 일단 완전한 기밀 어셈블리가 제조되었으면, 고온, 예를 들면 300℃ 내지 900℃로 가열하고, 또 애노드 전극을 환원(reduce)시키기 위해 애노드 전극에 질소 중에 수소의 환원성 혼합물(reducing mixture) 또는 다른 적당한 혼합물을 공급할 필요가 있을 수 있다.
- [0078] 산화제가 구멍에 공급되고 캐소드 전극은 이 구멍으로부터 산화제를 공급받는 고체산화물 연료전지를 제조하는 다른 방법에서, 캐소드 전극 재료는 각각의 구멍 주위에, 예컨대 각각의 구멍 주위를 중심으로 하여 증착되고 각각의 구멍으로부터 미리 정해진 거리만큼 연장되므로, 캐소드 전극 재료는 불연속한 개별 위치에 증착된다. 예를 들면, 캐소드 전극 재료는 직사각형, 직사각형 주위의 정사각형, 또는 정사각형, 구멍의 단면으로 하여 증착될 수 있다. 애노드 전극 재료는 각각의 구멍으로부터 미리 정해진 거리만큼 간격을 두고, 그렇지 않을 경우

전해질 재료의 시트/판의 표면 전체를 덮도록 증착된다. 예를 들면, 애노드 전극 재료는 전해질 재료의 시트 내의 직사각형 또는 정사각형 형상의 개구보다도 치수가 큰, 직사각형 또는 정사각형 형상의 구멍을 가지는 시트로서 증착(퇴적)될 수 있다.

[0079] 전해질 재료의 연속 적인 층, 또는 양립가능한 확장 정합형 삽입 재료는, 전형적으로 스택의 최상층으로서 포함되어, 캐소드 전극의 세트들에 반응물(reactant)을 공급하기 위한 구멍을 폐쇄하고 애노드 에지로부터 분리한다.

[0080] 또 애노드 전극 재료는 각각의 고체산화물 연료전지의 외면 상에 애노드 전극 재료의 인쇄함으로써 또는 고체산화물 연료전지의 배향을 변화시키면서 애노드 전극 재료의 현탁액에 반복 침지시킴으로써 퇴적된다. 또 캐소드 전극 재료는, 캐소드 전극 재료의 현탁액에 반복 침지시킴으로써 각각의 고체산화물 연료전지의 구멍의 표면 상에 퇴적된다. 그 후, 고체산화물 연료전지의 외면 상의 애노드 전극 재료가 전해질 재료의 층들 사이의 애노드 전극들과 전기적으로 상호접속되도록, 그리고 구멍의 표면 상의 캐소드 전극 재료가 전해질 재료의 층들 사이의 캐소드 전극들과 전기적으로 상호접속되도록, 추가의 전극 재료를 건조하고 소성하여 고체산화물 연료전지를 완성한다.

[0081] 고체산화물 연료전지를 제조하는 다른 방법에서, 전해질 재료의 시트들로 이루어진 스택은 고온, 예를 들면 300℃ 내지 900℃로 가열되고, 애노드 전극에는 질소 중의 수소 환원성 혼합물(reducing mixture of hydrogen) 또는 다른 적당함 혼합물을 공급하여 애노드 전극을 환원시킨다. 다르게는, 캐소드 전극 재료가 전구체로서 형성되어 있어, 그 어셈블리를 환원성 분위기에서 처리할 수 있는 경우, 전극은 캐소드 전극에는 산화성 혼합물(oxidising mixture)을 공급하여 캐소드 전극을 산화시킨다.

[0082] 그 후 직사각형 또는 정사각형의 고체산화물 연료전지의 경우에는, 전해질 재료의 시트의 스택을 수직의 두 방향으로 절단함으로써 복수의 그런 고체산화물 연료전지로 분할한다. 따라서, 이 스택은, 각각의 평면이 전해질 재료의 시트 내의 구멍들 사이의 중간에 위치된, 평행한 평면의 제1 세트로 절단되고, 또 각각의 평면이 전해질 재료의 시트 내의 구멍들 사이의 중간에 위치된, 평행한 평면의 제2 세트로 절단되며, 평면의 제1 세트와 평면의 제2 세트는 수직이다. 이 평면들은 전해질 재료의 시트의 평면에 실질적으로 수직으로 배치되어 있다.

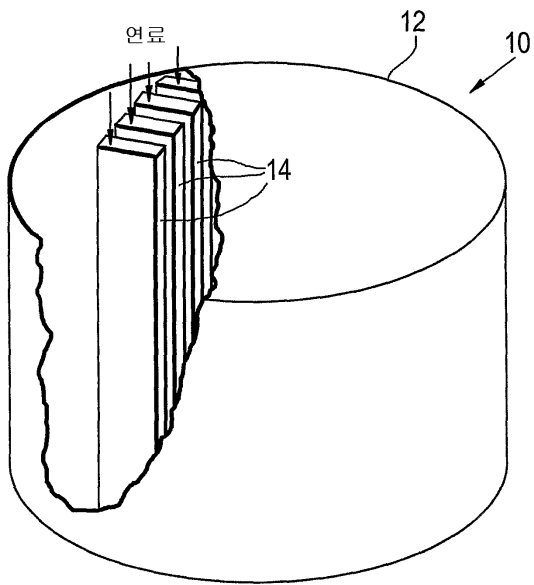
[0083] 고체산화물 연료전지를 제조하는 또다른 방법에서, 전해질 재료의 하나 이상의 시트를 형성하고, 전해질 재료의 시트 내의 구멍을 형성하며, 시트의 표면 상에 애노드 전극 재료와 캐소드 전극 재료를 증착하고, 시트를 수직의 두 방향으로 절단하여 각 부분을 관통하는 구멍을 가지는 부분들을 형성하며, 구멍들이 정렬되도록 하여 부분들을 서로의 위에 쌓아 그런 고체산화물 연료전지를 형성하는 것이 가능하다. 이들 평면은 전해질 재료의 시트의 평면에 실질적으로 수직하여 배치된다. 그 후, 그런 고체산화물 연료전지를 300℃ 내지 900℃로 가열하고, 애노드 전극에는 질소 중의 수소 환원성 혼합물 또는 다른 적당함 혼합물을 공급하여 애노드 전극을 환원시킨다. 다르게는, 캐소드 전극 재료가 전구체로서 형성되어 있어, 그 어셈블리를 환원 분위기에서 처리할 수 있는 경우, 전극은 캐소드 전극에는 산화성 혼합물을 공급하여 캐소드 전극을 산화시킨다.

[0084] 이상 언급한 모든 방법에서, 전해질 재료의 시트의 표면 상에 애노드 전극 재료와 캐소드 전극 재료를 미리 정해진 패턴으로 증착한 다음, 전해질 재료의 시트를 관통하는 구멍, 구멍이 고체산화물 연료전지의 애노드 전극에 연료를 공급하는 경우에 애노 전극을 관통하는 구멍이나 구멍이 고체산화물 연료전지의 캐소드 전극에 산화제를 공급하는 경우에 캐소드 전극 재료를 관통하는 구멍 중 하나를 형성하는 것이 가능할 수 있다.

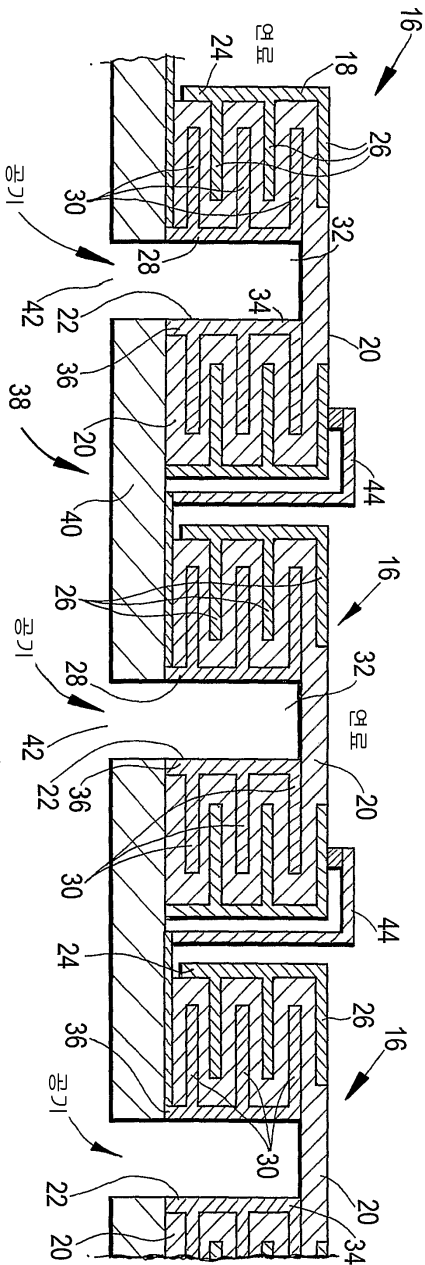
[0085] 전해질 재료의 시트를 관통하는 구멍을 중심으로하여, 전해질 재료의 시트를 정사각형 또는 직사각형으로 절단하였지만, 전해질 재료의 시트를 관통하는 구멍을 중심으로하여 전해질 재료의 시트를 예를 들면 삼각형, 육각형, 팔각형 등의 다른 적당한 형상으로 절단하는 것도 마찬가지로 가능하다.

도면

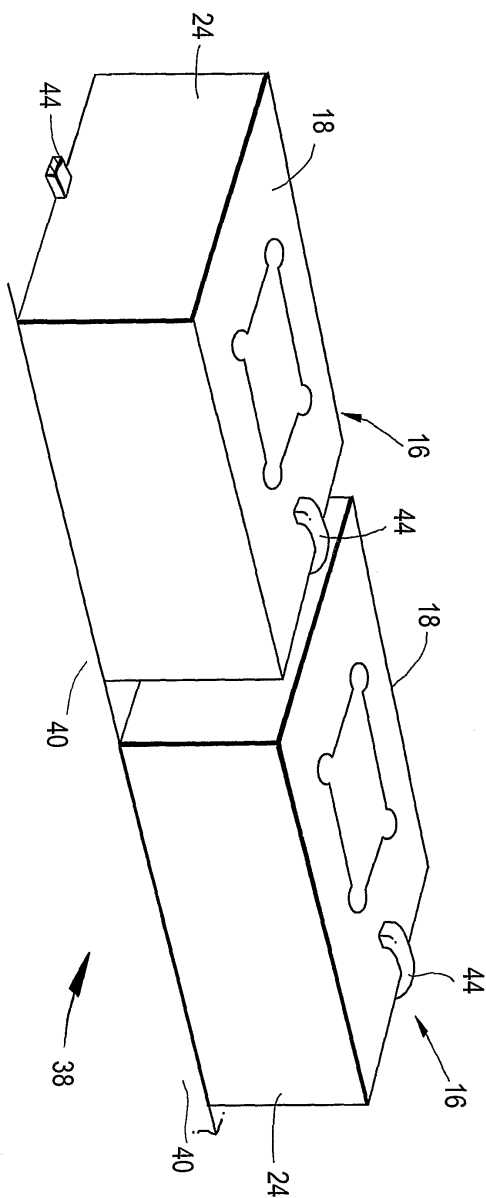
도면1



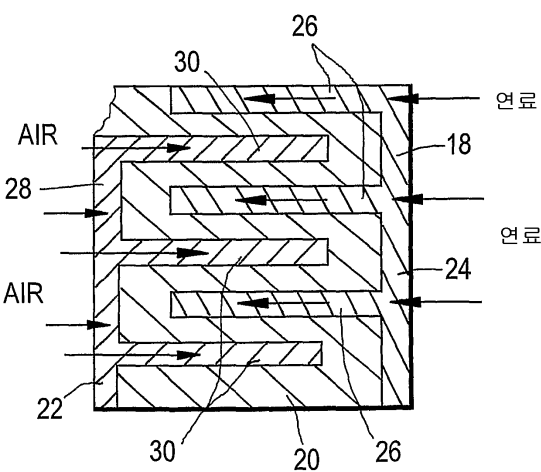
도면2



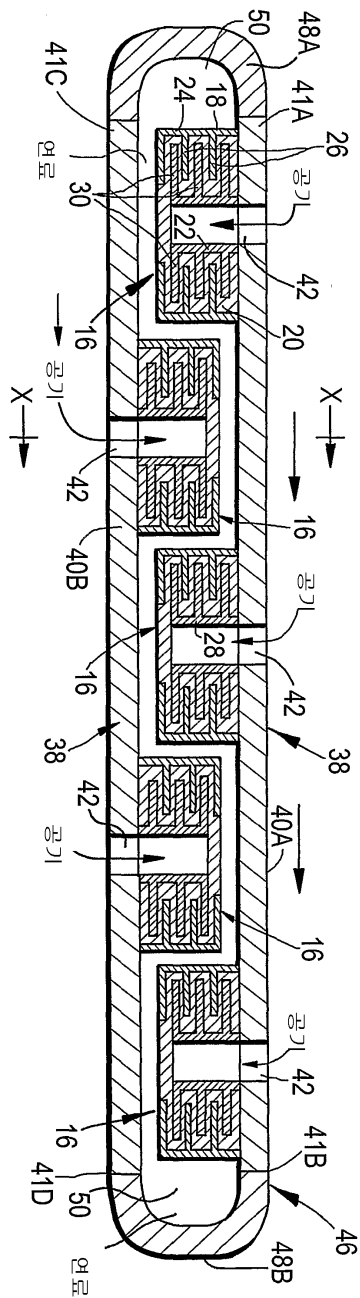
도면3



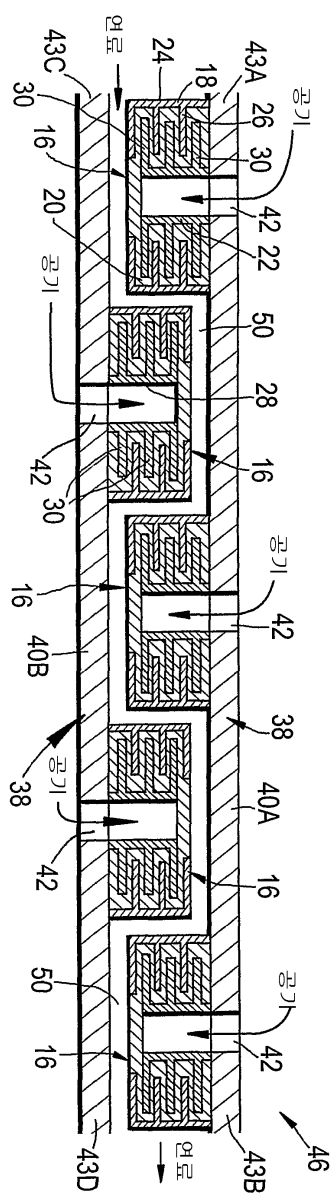
도면4



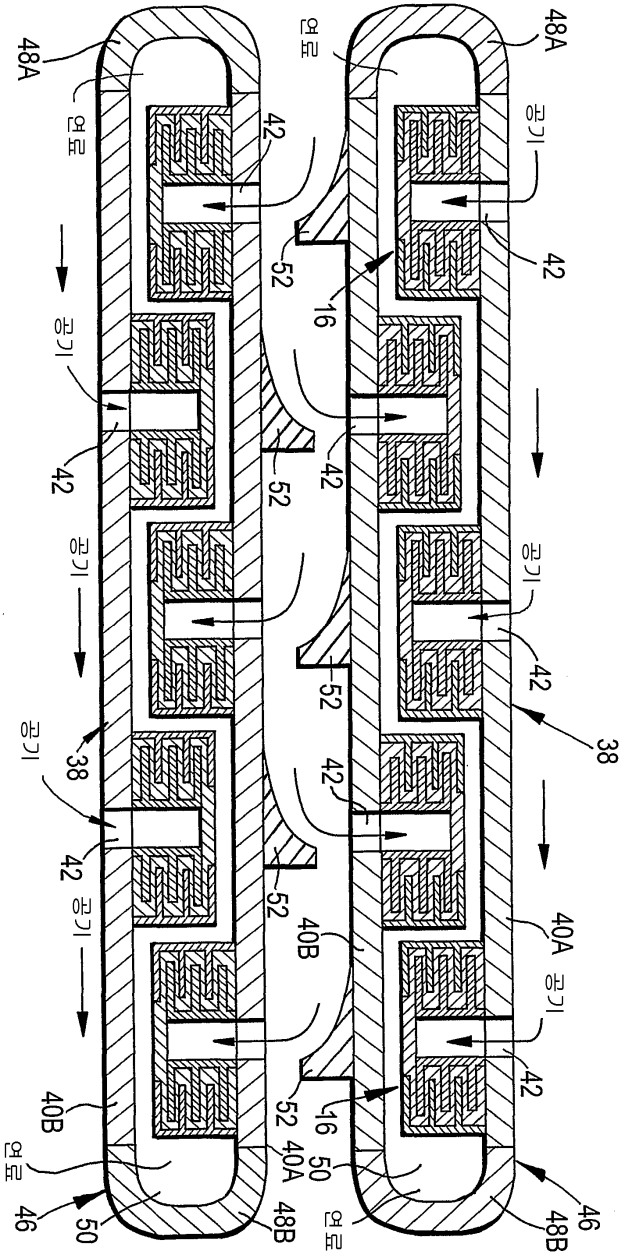
도면5



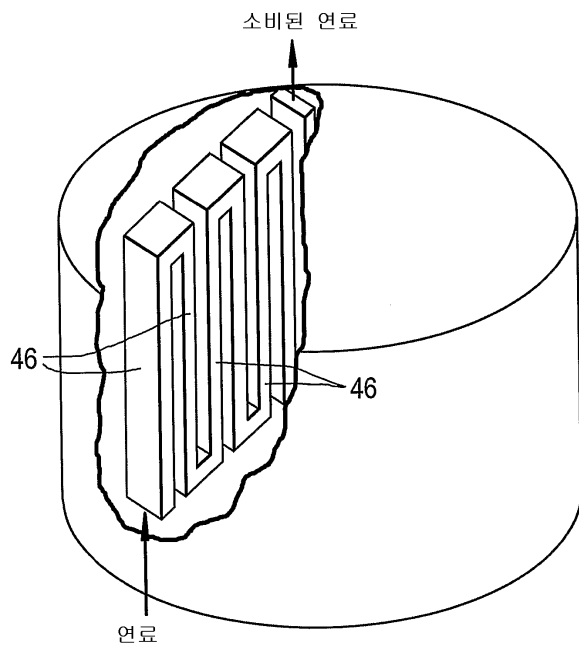
도면6



도면7



도면8



도면9

