(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년06월24일
(11) 등록번호 10-0965920
(24) 등록일자 2010년06월16일

(51) Int. Cl.
H01M 8/12 (2006.01) *H01M 8/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7000896
(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년06월18일
심사청구일자 2008년09월26일
(85) 번역문제출일자 2006년01월13일
(65) 공개번호 10-2006-0030906
(43) 공개일자 2006년04월11일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2004/002594
(87) 국제공개번호 WO 2005/015675
국제공개일자 2005년02월17일
(30) 우선권주장
0316504.0 2003년07월15일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
US6558831 B1
EP1170812 A
US5171645 A
전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자
롤스-로이스 피엘씨
영국 에스더블유1이 6에이티 런던 버킨검 게이트 65
(72) 발명자
하트 나이젤 토마스
영국 디이22 3디엘 더비 헤이워쓰 스트리트 20
라이트 게리 존
영국 디이22 3에이더블유 더비 마키톤 스트리트 159
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

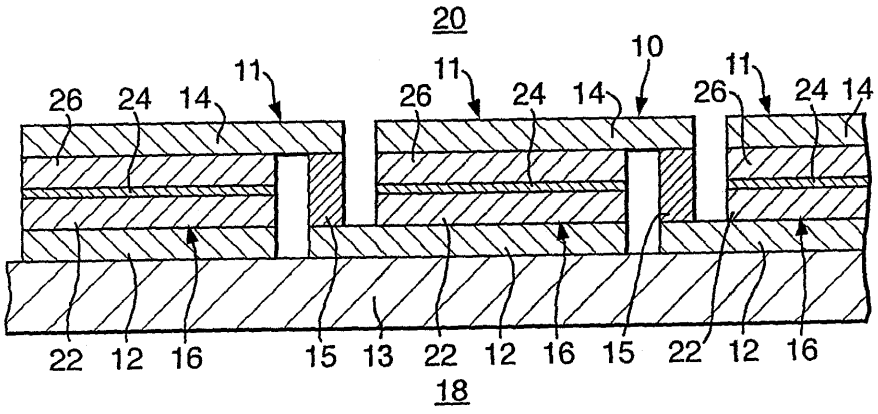
심사관 : 조준배

(54) 고체 산화물 연료 전지

(57) 요 약

본 발명의 고체 산화물 연료 전지(10)는 음극(12), 양극(14), 및 상기 음극(12)과 상기 양극(14) 사이에 위치하는 전해질(16)을 포함한다. 이 때, 기상 연료는 음극(12)으로서 부분적으로 정의되는 음극 체임버(18)로 공급되고, 기상 산화물은 양극(14)으로서 부분적으로 정의되는 양극 체임버(20)로 공급된다. 전해질(16)은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22), 상기 제1층(22) 상에 형성된 다공성의 제2층(24), 및 상기 제2층(24) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)을 포함한다. 음극(12)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22) 상에 배열되고, 양극(14)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26) 상에 배열된다. 그리고, 다공성의 제2층(24)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26) 사이의 버퍼로서 작용하기 때문에, 층(22, 26)간의 결함이 전파되는 것, 및 전해질(16)을 경유하여 연료 및 산화물이 누출되는 것을 억제할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

애그뉴 제이라르 다니엘

영국 디이21 2에이치이 더비 오크우드 스트링우드 드라이브 26

캐시디 마크

미국 94087 캘리포니아주 서니베일 피핀 드라이브 861

특허청구의 범위

청구항 1

음극(12), 양극(14), 및 상기 음극(12)과 상기 양극(14) 사이에 위치하는 전해질(16)을 포함하는 고체 산화물 연료 전지(11)로서,

상기 전해질(16)은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22), 상기 제1층(22) 상에 형성된 다공성의 제2층(24), 및 상기 제2층(24) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전해질(16)이 상기 제3층(26) 상에 형성된 다공성의 제4층(28), 및 상기 제4층(28) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제5층(30)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전해질(16)과 상기 음극(12) 사이에 다공층(32)을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전해질(16)과 상기 양극(14) 사이에 다공층(32)을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전해질(16)의 제1층(22), 제2층(24), 및 제3층(26)이 서로 동일한 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전해질(16)의 적어도 한 층이 가돌리니아가 도핑된 세리아를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전해질(16)의 모든 층이 가돌리니아가 도핑된 세리아를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전해질(16)의 적어도 한 층이 스칸디아가 도핑된 지르코니아를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전해질(16)의 모든 층이 스칸디아가 도핑된 지르코니아를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료

전지.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 따른 복수의 고체 산화물 연료 전지(10)를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 스택.

청구항 11

복수의 고체 산화물 연료 전지(11)를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 스택(10)으로서,

각각의 고체 산화물 연료 전지(11)는 음극(12), 양극(14), 및 상기 음극(12)과 상기 양극(14) 사이에 위치하는 전해질(16)을 포함하고,

상기 각각의 전해질(16)은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22), 상기 제1층 상에 형성된 다공성의 제2층(24), 및 상기 제2층(24) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)을 포함하는

것을 특징으로 하는 고체 산화물 연료 전지 스택.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고체 산화물 연료 전지, 및 고체 산화물 연료 전지 스택(stack)에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고체 산화물 연료 전지는 음극, 양극, 및 상기 음극과 상기 양극 사이에 위치하는 전해질을 포함한다. 고체 산화물 연료 전지 스택은 전기적으로 직렬 또는 병렬로 적층된 복수의 고체 산화물을 포함한다. 상기 고체 산화물 연료 전지에서, 기상 연료, 예컨대, 수소는 음극에 공급되고, 기상 산화물, 예컨대, 산소 또는 공기는 양극에 제공된다.

[0003] 고체 산화물 연료 전지의 전해질은 상기 음극에 공급되는 기상 연료와 상기 양극에 공급되는 기상 산화물 사이에 물리적 장벽을 형성해야 한다. 상기 전해질은 조밀한 비다공층을 포함한다. 그런데, 상기 음극과 상기 양극 사이에 위치하는 전해질을 경유하는 가스 누출 경로를 통해 상기 기상 연료와 산화물이 서로 접촉하게 될 수 있다. 이러한 가스의 누출은 연료의 이용도를 감안할 때 상기 고체 산화물 연료 전지 성능의 저하를 초래할 수 있으며, 상기 전지의 기계적인 통일성 및 내구성에 치명적인 영향을 끼칠 수 있다. 뿐만 아니라, 상기 기상 산화물 중의 기상 연료가 연소됨으로써, 상기 고체 산화물 연료 전지를 크게 손상시킬 수 있다.

[0004] 실제로, 상기 전해질은 그 미세구조에 결함, 또는 균열(flaw)이 나타난다. 이러한 결함 또는 균열에 의해 제조 공정을 수행하는 중에 오염 및/또는 변화가 발생할 수 있다. 제조 공정의 제어도를 증대시킴으로써 전술한 결함 또는 균열을 최소화할 수도 있지만, 상기 결함 또는 균열을 완전히 제거하려면 상기 제조 공정을 보다 엄격하게 제어해야 하기 때문에 많은 비용이 소요된다는 문제점이 있다.

[0005] 전술한 문제점을 해결하기 위한 한 방법을 예시하면, 상기 전해질의 조밀한 비다공층에 제2의 조밀한 비다공층을 제공하는 것을 들 수 있다. 그러나, 상기 방법에 따르면, 상기 조밀한 비다공층이 갖는 원래의 결함이 상기 제2의 조밀한 비다공층에 전파되어, 바람직하지 않은 영향을 끼치게 된다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

[0006] 본 발명은 전술한 문제점을 저하, 바람직하게는 극복할 수 있는 신규한 고체 산화물 연료 전지, 및 신규한 고체 산화물 연료 전지 스택을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 따라서, 본 발명은 음극, 양극, 및 상기 음극과 상기 양극 사이에 위치하는 전해질을 포함하는 고체 산화물 연료 전지로서, 상기 전해질은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층, 상기 제1층 상에 형성된 다공성의 제2층, 및 상기 제2층 상에 형성되며, 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 상기 전해질은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층 상에 형성된 다공성의 제4층, 및 상기 제4층 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제5층을 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 다공층은 상기 전해질과 상기 음극 사이에 배치될 수 있다.

[0010] 아울러, 상기 다공층은 상기 전해질과 상기 양극 사이에 배치될 수 있다.

[0011] 바람직하기로는, 상기 전해질의 제1층, 제2층, 및 제3층이 서로 동일한 조성을 갖는다.

[0012] 또한, 상기 전해질의 적어도 한 층은 가돌리니아(gadolinia)가 도핑된 세리아(ceria)를 포함할 수 있다. 아울러, 상기 전해질의 모든 층은 가돌리니아가 도핑된 세리아를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 전해질의 적어도 한 층은 스칸디아(scandia)가 도핑된 지르코니아(zirconia)를 포함할 수 있다. 아울러, 상기 전해질의 모든 층은 스칸디아가 도핑된 지르코니아를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 복수의 고체 산화물 연료 전지를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 스택으로서, 각각의 고체 산화물 연료 전지는 음극, 양극, 및 상기 음극과 상기 양극 사이에 위치하는 전해질을 포함하고, 상기 각각의 전해질은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층, 상기 제1층 상에 형성된 다공성의 제2층, 및 상기 제2층 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 이하, 참조 도면과 함께 구현예를 들어 본 발명에 대해 보다 상세하게 설명하나, 본 발명은 하기 구현예로 제한되지 않는다.

[0016] 도 1에 도시된 바와 같은 고체 산화물 연료 전지 스택(10)은 복수의 고체 산화물 연료 전지(11)를 포함한다. 각각의 고체 산화물 연료 전지(11)는 음극(12), 양극(14), 및 음극(12)과 양극(14) 사이에 위치하는 전해질(16)을 포함한다. 이 때, 기상 연료, 예컨대, 수소는 음극(12)으로서 부분적으로 정의되는 음극 체임버(18)로 공급되고, 기상 산화물, 예컨대, 산소 또는 공기는 양극(14)으로서 부분적으로 정의되는 양극 체임버(20)로 공급된다.

[0017] 상기 전지 스택(10)에서 복수의 고체 산화물 연료 전지(11)는 음극(12)과 접촉하는 지지 구조체(13) 상에 배열된다. 지지 구조체(13)는 상기 기상 연료가 음극(12)으로 유입될 수 있도록 하는 다공성 영역을 포함한다. 서로 인접한 각각의 고체 산화물 연료 전지(11)는 연결체(15)에 의해 순차적으로 연결되며, 각각의 연결체에 의해 제1 고체 산화물 연료 전지(11)의 음극(12)은 상기 제1 고체 산화물 연료 전지(11)에 인접한 제2 고체 산화물 연료 전지(11)의 양극(14)에 연결된다.

[0018] 그리고, 전해질(16)은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22), 제1층(22) 상에 형성된 다공성의 제2층(24), 및 제2층(24) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)을 포함한다. 음극(12)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 지지 구조체(13) 사이의, 제1층(22) 상에 배열되며, 양극(14)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26) 상에 배열된다.

[0019] 전술한 바와 같은 전해질(16)의 배열에 의해, 상기 다공성의 제2층(24)이 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26) 사이의 버퍼(buffer)로서 작용하기 때문에, 제1층(22)의 결함이 제3층(26)으로 전이되지 않는 효과를 얻을 수 있다. 마찬가지로, 상기 다공성의 제2층(24)이 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)과 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22) 사이의 버퍼로서 작용하기 때문에, 제3층(26)의 결함이 제1층(22)으로 전이되지 않는다. 이 같은 전해질의 배열에 의해, 음극 체임버(18)와 양극 체임버(20) 사이의 전해질을 경유하는 누출 경로의 생성을 최소화할 수 있다.

[0020] 또한, 도 2에 도시된 바와 같은 고체 산화물 연료 전지 스택(110)은 복수의 고체 산화물 연료 전지(11)를 포함한다. 각각의 고체 산화물 연료 전지(11)는 음극(12), 양극(14), 및 음극(12)과 양극(14) 사이에 위치하는 전해질(16)을 포함한다. 이 때, 기상 연료, 예컨대, 수소는 음극(12)으로서 부분적으로 정의되는 음극 체임버(18)로 공급되고, 기상 산화물, 예컨대, 산소 또는 공기는 양극(14)으로서 부분적으로 정의되는 양극 체임버(20)로 공급된다.

[0021] 상기 전지 스택(110)에서 복수의 고체 산화물 연료 전지(11)는 음극(12)과 접촉하는 지지 구조체(13) 상에 배열된다. 지지 구조체(13)는 상기 기상 연료가 음극(12)으로 유입될 수 있도록 하는 다공성 영역을 포함한다. 서로 인접한 각각의 고체 산화물 연료 전지(11)는 연결체(15)에 의해 순차적으로 연결되며, 각각의 연결체에 의해 제1 고체 산화물 연료 전지(11)의 음극(12)은 상기 제1 고체 산화물 연료 전지(11)에 인접한 제2 고체 산화물 연료 전지(11)의 양극(14)에 연결된다.

[0022] 그리고, 전해질(16)은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22), 제1층(22) 상에 형성된 다공성의 제2층(24), 제2층(24) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26), 제3층(26) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는

제4층(28), 및 제4층(28) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제5층(30)을 포함한다. 음극(12)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 지지 구조체(13) 사이의, 제1층(22) 상에 배열되며, 양극(14)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제5층(30) 상에 배열된다.

[0023] 전술한 바와 같이 전해질(16)을 배열함으로써, 도 1에서와 마찬가지로, 상기 다공성의 제2층(24)이 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26) 사이의 버퍼로서 작용한다. 마찬가지로, 상기 다공성의 제4층(28)이 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)과 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제5층(30) 사이의 버퍼로서 작용한다. 이 같은 전해질의 배열에 의해, 음극 체임버(18)와 양극 체임버(20) 사이의 전해질을 경유하는 누출 경로의 생성을 최소화할 수 있다.

[0024] 도 3에 도시된 바와 같은 고체 산화물 연료 전지 스택(210)은 복수의 고체 산화물 연료 전지(11)를 포함한다. 각각의 고체 산화물 연료 전지(11)는 음극(12), 양극(14), 및 음극(12)과 양극(14) 사이에 위치하는 전해질(16)을 포함한다. 이 때, 기상 연료, 예컨대, 수소는 음극(12)으로서 부분적으로 정의되는 음극 체임버(18)로 공급되고, 기상 산화물, 예컨대, 산소 또는 공기는 양극(14)으로서 부분적으로 정의되는 양극 체임버(20)로 공급된다.

[0025] 상기 전지 스택(210)에서 상기 고체 산화물 연료 전지(11)는 음극(12)과 접촉하는 지지 구조체(13) 상에 배열된다. 지지 구조체(13)는 상기 기상 연료가 음극(12)으로 유입될 수 있도록 하는 다공성 영역을 포함한다. 서로 인접한 각각의 고체 산화물 연료 전지(11)는 연결체(15)에 의해 순차적으로 연결되며, 각각의 연결체에 의해 제1 고체 산화물 연료 전지(11)의 음극(12)은 상기 제1 고체 산화물 연료 전지(11)에 인접한 제2 고체 산화물 연료 전지(11)의 양극(14)에 연결된다.

[0026] 전해질(16)은 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22), 제1층(22) 상에 형성된 다공성의 제2층(24), 및 제2층(24) 상에 형성되며 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)을 포함한다. 다공성을 갖는 제4층(32)은 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26) 상에 배열된다. 음극(12)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 지지 구조체(13) 사이의, 제1층(22) 상에 배열되며, 양극(14)은 상기 다공성의 제4층(32) 상에 배열된다.

[0027] 전술한 바와 같이 전해질(16)의 배열에 의해, 상기 다공성의 제2층(24)이 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26) 사이의 버퍼로서 작용한다. 마찬가지로, 상기 다공성의 제4층(32)은 상기 조밀하고 비다공성을 갖는 제3층(26)과 양극(14) 사이의 버퍼로서 작용한다. 따라서, 이 같은 전해질의 배열에 의해, 음극 체임버(18)와 양극 체임버(20) 사이의 전해질을 경유하는 누출 경로의 생성을 최소화할 수 있다.

[0028] 다른 구현예로서, 조밀하고 비다공성을 갖는 제1층(22)과 음극(14) 사이에 버퍼로서 작용하는 다공층을 제공할 수 있다.

[0029] 또 다른 구현예로서, 도 1 및 도 2 중 하나, 또는 이들 두 도면에 도시된 전지 스택에서, 상기 음극과 상기 전해질 사이에, 그리고 상기 양극과 상기 전해질 사이에 각각 다공층을 제공할 수 있다.

[0030] 상기 전해질의 제1층, 제2층, 및 제3층은 서로 동일한 조성을 가지거나, 또는 서로 다른 조성을 가질 수 있다.

[0031] 상기 전해질의 각각의 층 중 하나는 이트리아 안정화된 지르코니아(yttria stabilised zirconia), 즉, 92 중량%의 지르코니아 및 8 중량%의 이트리아를 포함할 수 있으며, 경우에 따라서는, 상기 전해질의 모든 층이 이트리아 안정화된 지르코니아를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 전해질이 다공성 제2층을 포함하는 경우에는 상기 전해질에 대한 이온 내성이 증가될 수 있기 때문에, 고전도성 전해질 물질을 이용하는 것이 바람직하다. 상기 고전도성 물질로서 적절한 것을 예시하면, 스칸디아가 도핑된 지르코니아(scandia-doped zirconia), 및 가돌리니아가 도핑된 세리아를 들 수 있다.

[0033] 다른 구현예로서, 상기 전해질의 한 층, 또는 모든 층이 스칸디아가 도핑된 지르코니아를 포함할 수 있다. 또 다른 구현예로서, 상기 전해질의 한 층, 또는 모든 층이 가돌리니아가 도핑된 세리아를 포함할 수 있다.

[0034] 상기 음극, 상기 전해질의 각각의 층, 및 상기 양극은 스크린 인쇄, 분무 인쇄, 테이프캐스팅 인쇄, 또는 잉크젯 인쇄 방식에 의해 증착된다. 통상적으로, 상기 연료 전지는 상기 지지 구조체 상에 상기 음극이 먼저 증착되고, 그 후에 나머지 층 또는 양극이 상기 지지 구조체 상에 증착되도록, 상기 지지 구조체 상에 배열된다.

[0035] 상기 지지 구조체는 마그네슘 알루미네이트 스피넬을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

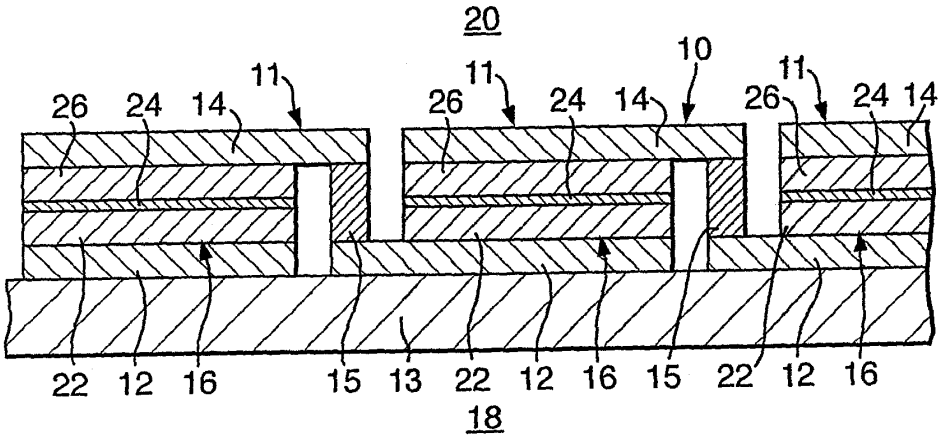
[0036] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 고체 산화물 연료 전지 스택을 도시한 도면.

[0037] 도 2는 본 발명의 다른 구현예에 따른 고체 산화물 연료 전지 스택을 도시한 도면.

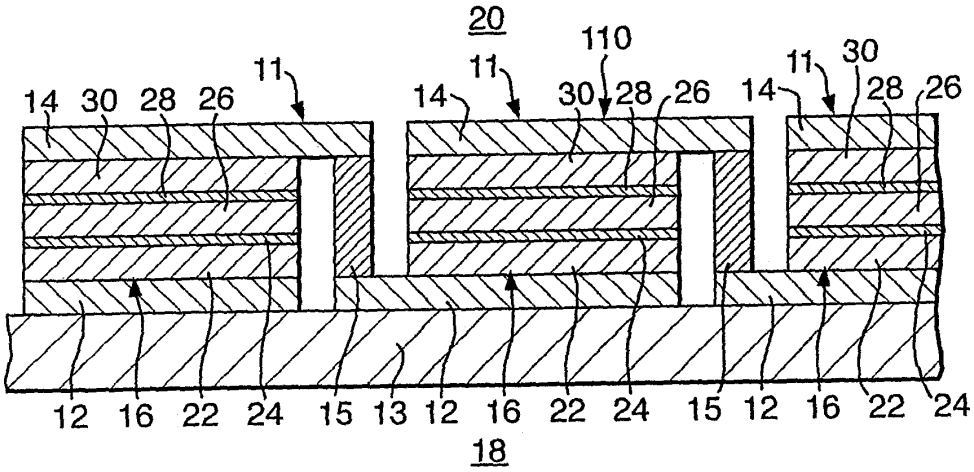
[0038] 도 3은 본 발명의 다른 구현예에 따른 고체 산화물 연료 전지 스택을 도시한 도면.

도면

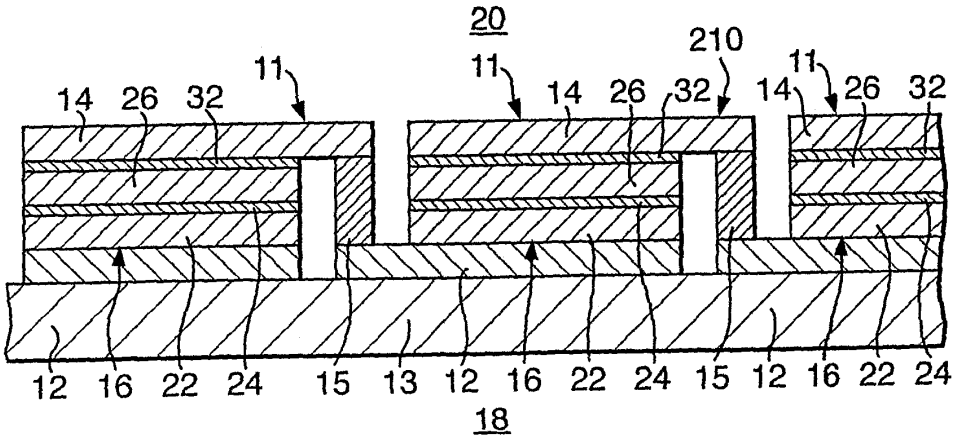
도면1



도면2



도면3


20
210
11
11
11
14
26
32
14
26
32
14
26
32
12
16
22
24
15
13
12
16
22
24
15
12
16
22
24
18