



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0098873
(43) 공개일자 2009년09월17일

(51) Int. Cl.

H01M 8/12 (2006.01) H01M 8/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7014388

(22) 출원일자 2007년12월07일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2009년07월09일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/025135

(87) 국제공개번호 WO 2008/073328

국제공개일자 2008년06월19일

(30) 우선권주장

60/874,431 2006년12월12일 미국(US)

(71) 출원인

코닝 인코포레이티드

미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자

(72) 발명자

바딩, 마이클 이

미국, 뉴욕 14821, 캠프벨, 워터스 로드 5165

브라운, 잭큐라인 엘

미국, 뉴욕 14858, 린드레이, 웰티 로드 9970

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

청운특허법인

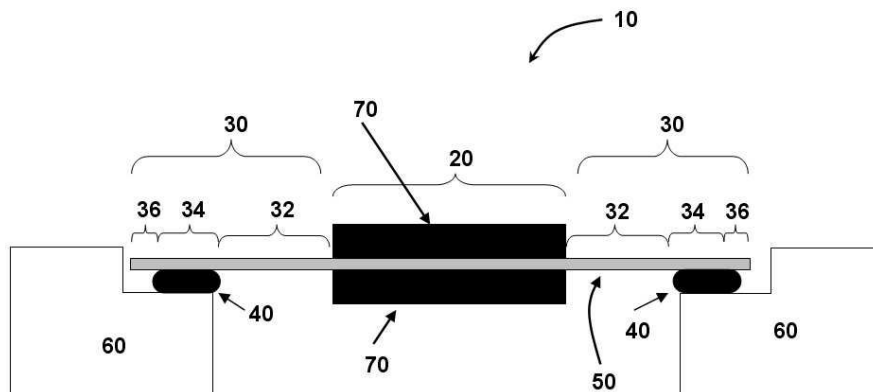
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 고체산화물 연료전지를 위한 열기계적 강성 밀봉 구조

(57) 요약

증가된 도로폭(22)을 가진 박막 세라믹 전해물 시트(50)를 포함하는 고체산화물 연료전지(10)는 공지되었다. 또한, 공지된 것은 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트(50), 전해물 시트의 활성 영역보다 큰 두께의 밀봉 영역(34)을 가진 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트, 밀봉 영역(34) 위에 돌출하는 세라믹 전해물 시트, 세라믹 전해물 시트와 적어도 하나의 사실상 평평한 접합물질을, 및 비선형 단부를 가진 접합물질을 포함하는 고체산화물 연료전지이다. 또한, 공지된 실시예에 따른 고체산화물 연료전지의 제조방법이 공지되었다. 또한, 공지된 것은 밀봉물(40)이 균일한 두께를 가지고, 밀봉물(40)이 밀봉 전에 휘발 성분을 제거하기 위해 가열되며, 장치(10)의 프레임(60)과 세라믹 전해물 시트(50) 사이의 거리가 일정한 고체산화물 연료전지(10) 제조방법이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

효산, 스티븐 에프

미국, 텍사스 77095, 휴스턴, 아파트 1128, 하이웨이 6 노스 9125

케첩, 토마스 디

미국, 뉴욕 14814, 빅 플레츠, 벨리 로드 27

폴라드, 스코트 씨

미국, 뉴욕 14814, 빅 플레츠, 데븐포트 로드 37

에스티. 줄리언, 델 제이

미국, 뉴욕 14891, 왓킨스 글렌, 3340 스테이트 루트 329

위드자자, 수잔토

미국, 뉴욕 14830, 코닝, #304, 폴티니 스트리트 137

특허청구의 범위

청구항 1

프레임; 및

상기 프레임과 소통하는 세라믹 전해물 시트를 포함하고,

상기 세라믹 전해물 시트는,

상기 세라믹 전해물 시트의 중앙에 집중적으로 배치된 활성 영역; 및

상기 활성 영역 주위에 배치된 비활성 영역을 포함하며,

상기 비활성 영역은,

상기 활성 영역과 인접하게 배치된 도로폭 영역; 및

상기 도로폭 영역 주위에 배치된 밀봉 영역을 포함하고,

상기 밀봉 영역과 활성 영역 사이의 거리는 5mm보다 크고, 상기 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부는 50 μ m보다 작은 두께를 가진 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 밀봉 영역과 활성 영역 사이의 거리는 7mm보다 큰 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 도로폭 영역은 적어도 상기 세라믹 전해물 시트 두께의 500배를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역은 평평한 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 세라믹 전해물 시트는 30 μ m보다 작은 두께를 가진 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 세라믹 전해물 시트는 (i) 300 μ m보다 큰 진폭과 1cm보다 작은 파장을 가지거나, 또는 (ii) 50배의 상기 전해물 시트 두께를 가진 하나 또는 그 이상의 주름들을 포함하지 않는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 세라믹 전해물 시트는 상기 두께의 25배보다 크거나 동일한 진폭을 가진 하나 또는 그 이상의 주름들을 포함하지 않는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 8

청구항 4에 있어서,

상기 밀봉 영역은 상기 밀봉 영역의 두께가 상기 활성 영역의 두께보다 큰 두께를 가진 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 세라믹 전해물 시트는 적어도 하나의 접합물질을 포함하고, 상기 접합물질의 적어도 일부는 밀봉 영역의 적어도 일부와 접촉하며, 상기 접합물질은 평평한 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

제 2 접합물질을 더 포함하고, 상기 제 2 접합물질의 적어도 일부는 상기 적어도 하나의 접합물질에 반대편에 배치된 상기 활성 영역의 적어도 일부에 접촉하며, 상기 제 2 접합물질은 평평한 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 적어도 하나의 접합물질은 상기 세라믹 전해물 시트의 계수보다 낮은 계수를 가진 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 적어도 하나의 접합물질의 두께는 $20\mu\text{m}$ 보다 작은 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 적어도 하나의 접합물질은 은, 팔라듐 또는 그들의 결합을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 적어도 하나의 접합물질은 다수의 층들을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 15

청구항 9에 있어서,

상기 적어도 하나의 접합물질과 제 2 접합물질은 각각 다수의 층들을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 16

청구항 9에 있어서,

상기 적어도 하나의 층은 접착력 강화제를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 접착력 강화제는 적어도 하나의 전이금속 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장

치.

청구항 18

청구항 4에 있어서,

상기 비활성 영역은 상기 세라믹 전해물 시트의 주변에서 밀봉 영역 주위에 집중적으로 배치된 돌출 영역을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 19

청구항 9에 있어서,

상기 적어도 하나의 접합물질은 상기 도로폭 영역 근처에 배치된 제 2 단부를 구비하고, 상기 제 2 단부는 비선형이며, 적어도 하나의 접합물질의 적어도 일부분은 상기 도로폭 영역과 접촉하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 제 2 단부는 비선형이고, 상기 비선형 단부는 0.5mm 내지 100cm의 파장과 0.5mm 내지 5cm의 진폭을 가진 적어도 하나의 변화량을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

청구항 21

청구항 20에 있어서,

상기 활성 영역은 하나 이상의 전극을 포함하고, 비선형 단부는 전지 공간의 한 주기 파장, 전지 공간의 다중 주기 파장 또는 전지 공간 주기의 정수부를 구비하는 적어도 하나의 변화량을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지 장치.

명세서

기술 분야

- <1> 본 발명은 일반적으로 연료전지 장치에 관한 것이고, 더욱 바람직하게는 열기계적인 스트레스로 인한 장치 고장을 최소화시킬 수 있는 디자인 및/또는 밀봉 구조를 사용하는 고체산화물 연료전지 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 본 발명은 미국 국립 표준기술원(National Institute of Standard Technology; NIST)에 의해 수여된 국제협력 협약서(cooperative agreement) 70NANB4H3036 하에 정부의 지원에 의해 만들어졌다. 미국정부가 본 발명의 일 정권리를 갖고 있다.
- <3> 고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell; SOFC)는 최근에 고려할만한 연구 주제가 되었다. 고체산화물 연료 전지는 예를 들면, 대략 700 내지 1000℃의 온도에서 수소 및/또는 탄화수소와 같은 연료의 화학에너지를 연료의 전기화학 산화를 통해 전기로 변환한다. 일반적인 SOFC는 캐소드 층과 애노드 층 사이에 끼워진 음전기로 충전된 산소이온을 전하는 전해물(electrolyte)을 포함한다. 산소 분자는 캐소드에서 감소되고, 전해물에서 결합되며, 산소이온들은 예를 들면, 물을 형성하기 위해 애노드에서 수소와 반응하도록 전해물을 통해 전달된다.
- <4> 미국 등록특허 제6,852,436호에 개시된 것과 같은 특정 디자인들은 박막 연성 무기질 전해물 시트(thin flexible inorganic electrolyte sheet)의 반대 면에 접합된 다수의 양극 및 음극을 포함하는 고체 전해물 시트를 포함하는 전극 전해물 구조를 포함한다.
- <5> 미국 등록특허 제5,273,837호 및 제5,085,455호에 개시된 것과 같은 다른 디자인들은 내열 충격성(thermal shock resistant) 고체산화물 연료전지와 부러짐 없이 힘을 허용하는 강도 및 유연성과 연료전지의 동작 온도 범위 이상의 뛰어난 온도 안정성을 가진 박막 무기질 시트를 기술하고 있다.
- <6> SOFC 장치는 일반적으로 높은 동작 온도와 장치의 빠른 온도 순환 때문에 큰 열기계적인 스트레스를 받는다. 그런 스트레스들은 장치 구성요소를 변형(deformation)시키고, SOFC 장치의 동작 신뢰성 및 수명에 불리한 영향을

줄 수 있다.

- <7> SOFC 장치의 전해물 시트는 일반적으로 연료와 산화제 가스의 분리를 유지하기 위해 프레임 지지 구조로 밀봉된다. 몇 가지 경우, 열기계적인 스트레스와 변형 발생은 전해물 시트와 밀봉물(seal) 사이의 인터페이스에 집결되어 밀봉물, 전해물 시트 및/또는 SOFC 장치의 고장(failure)을 발생한다. 박막 연성 세라믹 시트가 SOFC 장치에서 전해물로 이용될 때, 전해물 시트의 고장이 발생될 가능성이 커진다. 온도 기울기와 구성요소 특성의 불균형(예를 들면, 확장 및 강성) 때문에 장치, 밀봉물, 프레임 사이의 차동 가스 압력 및 상호 작용(interaction)은 밀봉물 및 상기 밀봉물과 인접한 전해물 시트의 지지받지 않은 영역에서 스트레스를 증가시킬 것이다. 특히, 큰 전해물 시트는 전해물 시트 주름(wrinkle)의 파손(fracture)으로 유도된 스트레스에 의해 고장이 발생한다.
- <8> 미국 공개특허 제2006/0003213호는 SOFC 장치 전해물 시트의 크래킹(cracking)과 관련된 스트레스의 문제점과 환경 보호적으로 유도된 변형(strain)을 보상하도록 설계된 패턴화된 전해물 시트를 기술하고 있고, 장치에 대한 증가된 내성을 제공한다. 미국 공개특허 제2003/0215689호 및 제2003/0224238호는 전해물, 밀봉물 및 프레임의 본딩 영역에서 변형 강화에 초점을 맞추기 위해 사용될 수 있는 금속 포말 밀봉물(metal foam seal)과 고온을 받는 밀봉물질(seal material)을 기술하고 있다. 그러나, 또한, 둘 중 하나 및/또는 부가적인 열 응력(thermal stress) 최소 접근 방법은 연료전지 장치의 열기계적인 고장을 극복하기 위한 완화 계획을 제공할 것이다.
- <9> 그러므로, 고체산화물 연료전지 밀봉물 및 전해물 시트의 열기계적인 보전(integrity), 고체산화물 연료전지와 관련된 다른 결점들과 고체산화물 연료전지의 제조방법 및 동작방법에 초점을 맞추어야 할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

- <10> 본 발명은 열기계적인 응력(thermal mechanical stress)에 의한 장치 파손을 최소화시키기 위해 지지대(support)에 박막 전해물 시트 부착이 용이한 세라믹 전해물 및 밀봉 구조에 관한 것이다. 본 발명은 새로운 전해물 시트들, 새로운 밀봉 구조들, 및 고체산화물 연료전지 제조방법의 사용을 통해 상술된 문제점들의 적어도 일부에 초점을 맞춘다.
- <11> 첫 번째 실시예에서, 본 발명은 프레임 및 상기 프레임과 소통하는 세라믹 전해물 시트를 포함하고, 상기 전해물 시트는 세라믹 전해물 시트의 중앙에 집중적으로 배치된 활성 영역, 상기 활성 영역 주위에 집중적으로 배치되어 상기 활성 영역 근처에 집중적으로 배치된 도로폭(street width) 영역을 포함하는 비활성 영역, 및 상기 도로폭 영역 주위에 집중적으로 배치된 밀봉 영역을 포함하며, 상기 밀봉 영역과 활성 영역 사이의 거리는 대략 5mm보다 크고, 상기 세라믹 전해물 시트가 대략 50 μ m보다 작은 두께, 바람직하게는 45 μ m보다 작은 두께를 가진 고체산화물 연료전지 장치를 제공한다.
- <12> 두 번째 실시예에서, 본 발명은 프레임 및 상기 프레임과 소통하는 세라믹 전해물 시트를 포함하고, 상기 세라믹 시트는 상기 세라믹 전해물 시트의 중앙에 집중적으로 배치된 활성 영역, 상기 활성 영역 주위에 집중적으로 배치되어 상기 활성 영역 근처에 집중적으로 배치된 도로폭 영역을 포함하는 비활성 영역, 및 상기 도로폭 영역 주위에 집중적으로 배치된 밀봉 영역을 포함하며, 상기 세라믹 전해물 시트는 사실상 평평하고, 상기 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부가 대략 50 μ m보다 작은 두께, 바람직하게는 대략 45 μ m보다 작은 두께를 가진 고체산화물 연료전지 장치를 제공한다.
- <13> 세 번째 실시예에서, 본 발명은 프레임, 상기 프레임과 소통하는 세라믹 전해물 시트, 및 적어도 하나의 접합물질(border material)을 포함하고, 상기 세라믹 전해물 시트는 상기 세라믹 전해물 시트 중앙에 집중적으로 배치된 활성 영역, 상기 활성 영역 주위에 집중적으로 배치되어 상기 활성 영역 근처에 집중적으로 배치된 도로폭 영역을 포함하는 비활성 영역 및 상기 도로폭 영역 주위에 집중적으로 배치된 밀봉 영역을 포함하며, 적어도 하나의 접합물질의 적어도 일부는 상기 밀봉 영역의 적어도 일부와 접촉하고, 상기 접합물질은 사실상 평평한 고체산화물 연료전지 장치를 제공한다.
- <14> 네 번째 실시예에서, 본 발명은 프레임과 세라믹 전해물 시트를 포함하는 장치를 제공하는 단계; 상기 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부에 밀봉물을 붙이는 단계; 및 상기 밀봉물이 균일한 두께를 가지도록 상기 프레임에 장치를 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 장치 제조방법을 제공한다.
- <15> 다섯 번째 실시예에서, 본 발명은 프레임과 세라믹 전해물 시트를 포함하는 장치를 제공하는 단계; 상기 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부에 밀봉물을 붙이는 단계; 상기 밀봉물이 균일한 두께를 갖고, 상기 프레임과 장치 사이의 거리가 일정하도록 상기 밀봉물을 이용하여 상기 프레임에 장치를 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물

연료전지 장치 제조방법을 제공한다.

- <16> 본 발명의 부가적인 실시예 및 특징들은 상세한 설명, 도면 및 다음 청구항에서 일부 설명할 것이고, 일부는 상세한 설명으로부터 유도되거나 또는 발명의 실시예에 의해 학습될 것이다. 아래 기술된 특징들은 특히 청구항에서 지적된 구성요소들 및 결합들에 의해 실현되고 이루어질 것이다. 앞선 일반적인 설명과 다음 상세한 설명은 바람직하고, 단지 설명하며, 공지된 것으로 발명을 제한하지는 않는다는 것을 알 수 있다.

실시예

- <25> 본 발명은 다음의 상세한 설명, 도면, 예제, 및 청구항을 참고하여 그 이전과 다음 설명들이 더 쉽게 이해될 수 있다. 그러나, 현재의 합성물(composition), 물품(article), 장치 및 방법들이 공지되고 기술되기 전에, 본 발명은 명기되지 않는 이상 공지된 특정 합성물, 물품, 장치, 및 방법으로 제한되지 않고, 물론 변할 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 이곳에 사용된 전문용어는 단지 특정 실시예를 설명하기 위한 것일 뿐 제한되지는 않는다는 것을 알 수 있다.
- <26> 본 발명의 다음 설명은 현재는 알려진 실시예로 발명의 교시가 가능한 것으로 제공된다. 이 때문에, 당업자는 여전히 본 발명의 유용한 결과를 획득하고 있는 동안 많은 변화들이 이곳에 기술된 발명의 다양한 실시예들로 만들어질 수 있다는 것을 인식하고 판단할 것이다. 또한, 원하는 본 발명의 이득 일부는 다른 특징들을 사용하지 않고 발명의 일부 특징들을 선택하여 획득할 수 있는 게 명백해질 것이다. 따라서, 당업자는 본 발명에 대한 많은 변경 및 응용이 가능하고, 특정한 환경에서 요구될 수 있으며, 발명의 일부라는 것을 인식할 수 있을 것이다. 그러므로, 다음 설명은 본 발명의 특정 실례로 제공되나 이에 한정되지는 않는다.
- <27> 공지된 것은 물질, 혼합물(compound), 합성물(composition) 및 구성요소들을 위해 이용될 수 있고, 물질, 혼합물, 합성물 및 구성요소들과 함께 이용될 수 있으며, 물질, 혼합물, 합성물 및 구성요소들의 준비로 이용될 수 있는 것 또는 공지된 방법 및 합성물 제품이다. 이들과 다른 물질들은 이곳에 공지되고, 이들 물질의 결합, 부분집합(subset), 상호작용(interaction), 그룹 등이 공지될 때 다양한 개별 결합 및 전체 결합 각각의 특정한 언급과 이들 혼합물들의 치환(permutation)이 명백하게 공지되지 않는 동안 각각은 특별히 의도되고 이곳에서 기술된다는 것을 알 수 있다. 그러므로, 만약 A, B 및 C 치환 등급이 D, E 및 F의 치환 등급과 결합 실시예의 예시가 공지된 것과 같이 공지된다면, A-D는 공지되고, 그때, 각각은 개별적이고 전체적으로 의도된다. 그러므로, 이 예시에서, A-E, A-F, B-D, B-E, B-F, C-D, C-E 및 C-F의 결합 각각은 특별히 의도되고, A, B 및 C; D, E 및 F; 및 실시예 결합 A-D의 명세서에서 공지된 것으로 여겨진다. 마찬가지로, 또한, 부분 집합(subset) 또는 이들의 결합은 명확히 의도되고 공지된다. 그러므로, 예를 들면, A-E, B-F 및 C-E의 하위집단(sub-group)은 특히 의도되고, A, B 및 C; D, E 및 F; 및 실시예 결합 A-D의 명세서에서 공지된 것으로 여겨질 수 있다. 이런 개념은 본 특허 명세서에서 포함하는 모든 실시예에 적용하나, 공지된 합성물들을 만들고 이용하는 방법에서 합성물과 단계의 임의의 구성요소로 한정되지는 않는다. 그러므로, 만약 수행될 수 있는 다양한 단계의 추가가 있다면, 이들 추가 단계들 각각은 임의의 특정 실시예 또는 공지된 방법의 실시예의 결합으로 수행될 수 있고, 그런 결합들 각각은 특히 의도되고, 공지된 것으로 여겨질 수 있다는 것을 알 수 있다.
- <28> 본 명세서와 다음 청구항에서, 참고문은 다음 의미들을 가지도록 정의될 수 있는 다수의 용어들로 만들어질 것이다.
- <29> 이곳에서 사용된, 단일 형태 "어떤 하나의(a)", "어떤 하나의(an)", "그(the)"는 만약 문맥이 명확하게 다른 것을 지시하지 않는다면 복수의 대상을 포함한다. 그러므로, 예를 들면, "구성요소"에 대한 언급은 만약 문맥에서 다른 것을 명확하게 나타내지 않는다면, 그런 구성요소들을 둘 또는 그 이상 가진 실시예를 포함한다.
- <30> "임의의(optional)" 또는 "임의로(optionally)"는 이후 기술된 사건 또는 상황이 발생 또는 발생하지 않는다는 것을 의미하고, 설명은 사건 또는 상황이 발생하는 경우와 발생하지 않는 경우를 포함한다는 것을 의미한다. 예를 들면, "임의의 구성요소"라는 문구는 구성요소가 존재하거나 존재하지 않을 수 있다는 것을 의미하고, 상기 설명은 구성요소를 포함 및 제외하는 발명의 실시예를 모두 포함한다는 것을 의미한다.
- <31> 범위들은 이곳에서 "대략(about)" 하나의 특정 값에서 및/또는 "대략" 다른 특정 값까지 표현될 수 있다. 그런 범위가 표현될 때, 다른 실시예는 하나의 특정 값에서 및/또는 다른 특정 값까지 포함한다. 마찬가지로, 값들이 근사치로 표현될 때, 앞의 "대략"의 이용을 통해, 특정 값이 다른 실시예를 형성한다는 것을 알 수 있을 것이다. 각각의 범위들의 종점(endpoint)은 다른 종점과 관련되는 것과 다른 종점과 독립적인 것을 모두 나타낸다는 것을 더 알 수 있을 것이다.

- <32> 이곳에서 사용된, 구성요소의 "wt.%" 또는 "질량 퍼센트(weight percent)" 또는 "질량에 의한 퍼센트(percent by weight)"는 특별히 반대로 정해지지 않는다면, 구성요소의 질량과 구성요소가 포함된 결합물의 전체 질량의 비율을 언급하는 것으로 퍼센트로 표현된다.
- <33> 간략하게 위에 소개된 바와 같이, 본 발명은 열기계적인 스트레스에 의한 장치 고장을 줄이고 및/또는 방지할 수 있는 새로운 전해물 디자인 및 새로운 밀봉 구조를 제공한다. 제안된 방법들은 고체산화물 연료전지 장치의 개선된 열기계적인 보전 및 견고성을 이룰 수 있다. 연료전지 구성요소들의 열기계적인 보전을 개선하기 위한 다양한 접근 방법들이 이곳에 기술된다.
- <34> 비록, 전해물, 밀봉물 및 본 발명의 방법들이 고체산화물 연료전지에 대해 아래에 기술되었다 할지라도, 동일한 또는 유사한 전해물들, 전극들, 및 방법들은 세라믹 시트를 지지 프레임에 밀봉하기 위해 존재할 필요가 있는 다른 응용에서 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 제한된 방법으로 해석되지는 않는다.
- <35> **고체산화물 연료전지**
- <36> 일반적인 고체산화물 연료전지는 일반적으로 프레임 부재(member)에 의해 지지된 전극 어셈블리를 구비한다. 전극 어셈블리는 애노드와 캐소드 사이에 끼워진 세라믹 전해물 시트로 구성된다. 상기 세라믹 전해물은 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 임의의 이온 전달 물질을 포함할 수 있다. 상기 전해물은 산화 지르코늄(zirconia), 이트리아(yttria), 산화 스칸듐(scandia), 산화 세륨(ceria) 또는 그들의 결합과 같은 다결정 세라믹을 포함할 수 있고, 부가적으로 Y, Hf, Ce, Ca, Mg, Sc, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, In, Ti, Sn, Nb, Ta, Mo, W, 또는 그들의 혼합물의 산화물로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 도펀트(dopant)가 도핑될 수 있다. 또한, 전해물은 다른 필러 및/또는 공정 물질들을 포함할 수 있다. 바람직한 전해물은 이트리아가 도핑된 산화 지르코늄으로 구성된 평면 시트이고, 또한, 이트리아 안정화 산화 지르코늄(yttria stabilized zirconia; YSZ)으로 언급된다. 고체산화물 연료전지 전해물질은 상업적으로 유용(Ferro Corporation, Penn Yan, New York, USA)하고, 당업자는 적당한 세라믹 전해물질을 쉽게 선택할 수 있다.
- <37> 고체산화물 연료전지는 전해물의 반대면에 배치된 적어도 하나의 애노드와 적어도 하나의 캐소드를 더 포함한다. 고체산화물 연료전지는 애노드와 캐소드가 모두 전해물의 동일한 면에 있는 단일 챔버를 포함할 수 있다. 전극은 고체산화물 연료전지의 반응을 용이하게 하기 위해 적합한 임의의 물질을 포함할 수 있다. 상기 애노드와 캐소드는 다른 또는 동일한 물질을 포함할 수 있고, 그 물질 또는 디자인으로 한정되지는 않는다. 애노드 및/또는 캐소드는 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 임의의 기하학적인 패턴을 형성할 수 있다. 상기 전극은 상기 전해물의 표면과 평행하게 세라믹 전해물의 표면 위에 배치된 코팅 또는 평면 물질일 수 있다. 또한, 상기 전극들은 다수의 독립 전극들을 포함하는 패턴에 배열될 수 있다. 예를 들면, 애노드는 스트립(strip)과 같이 전해물의 일면 또는 다수의 개별 구성요소들에 연속 코팅(continuous coating) 되어 패턴 또는 배열에 배치된 하나일 수 있다.
- <38> 애노드는 예를 들면, 이트리아, 산화 지르코늄, 니켈, 또는 그들의 결합을 포함할 수 있다. 또한, 혼합된 전자와 이온 전도체(conductor)와 마찬가지로 다른 전자와 이온 전도체의 큰 다양성이 사용될 수 있다. 그들은 예를 들면, 란탄 칼레이트(lanthanum gallate), 산화 세륨이 도핑된 산화 지르코늄, 또는 구리, 철, 코발트 및 망간과 같은 다른 희토류 산화물(rare earth)이 단일 또는 결합된다. 바람직한 캐소드는 니켈과 예를 들면, 산화 지르코늄과 같은 전해물질을 포함하는 서밋(cermet)을 포함할 수 있다.
- <39> 캐소드는 예를 들면, 이트리아 산화 지르코늄, 망간산염(manganate), 코발트, 비스무트(bismuthate), 또는 그들의 결합을 포함할 수 있다. 바람직한 캐소드 물질은 이트리아, 안정화 산화 지르코늄, 란탄 스트론튬 망간산염(lanthanum strontium manganate), 및 그들의 결합을 포함한다.
- <40> 전극 어셈블리는 일반적으로 프레임과 전해물 시트 사이에 배치된 밀봉 조성물(seal composition)에 의해 지지 프레임에 연결된다. 그것을 끝내기 위해, 고체산화물 연료전지의 밀봉물은 전해물과 고체산화물 연료전지의 프레임 밀봉에서 사용하기에 적합한 임의의 물질을 포함한다. 예를 들면, 밀봉물은 포말 금속(foamed metal)과 같은 글래스 프리트 조성물 또는 금속을 포함할 수 있다. 글래스 프리트 실(glass frit seal)은 세라믹 물질 및/또는 열 확장 계수가 어울리는 필러(filler)를 더 포함할 수 있다. 상기 밀봉물은 글래스 프리트를 포함하는 게 일반적으로 바람직하다. 전극, 프레임 및 밀봉물결과 같은 고체산화물 연료전지 구성요소들은 상업적으로 유용하고, 당업자가 고체산화물 연료전지의 구성요소에 대해 적합한 물질로 쉽게 선택할 수 있다.
- <41> 연료전지가 동작하는 동안, 전해물, 프레임 및 밀봉물은 대략 600℃ 내지 1,000℃의 동작 온도를 받을 수 있다. 부가적으로, 이들 구성요소들은 예를 들면, 시작(startup)과 종료(shutdown) 주기 동안 경험상 빠른 온도 주기

일 수 있다. 이들 구성요소 위에 놓인 열기계적인 스트레스는 구성요소 또는 전체 연료전지 장치가 변형, 파손, 및/또는 고장이 될 수 있다. 본 발명은 변형, 파쇄, 및/또는 파손을 최소화하기 위해 다양한 접근 방법을 제공한다. 다양한 접근 방법들은 적절하게 개별적으로 또는 결합하여 사용될 수 있고, 본 발명은 단일 실시예로 한정되는 것은 아니다. 이곳에 기술된 모든 실시예들은 전해물, 전해물과 밀봉물, 및/또는 전해물, 밀봉물 및 프레임을 포함하는 실시예들을 기술하도록 의도되었다. 만약, 연료전지 동작에 필요한 구성요소(element)가 명확하게 인용되지 않았다면, 구성요소를 포함하는 실시예와 구성요소를 제외하는 실시예 모두 발명의 일부로 의도되었고, 고려될 것이다.

<42> **증가된 도로폭**

<43> 도 1에는 고체산화물 연료전지 장치(10)의 바람직한 개략 단면도가 도시된다. 상기 연료전지 장치(10)는 프레임(40)에 연결되고, 프레임(40)에 의해 지지된 전극 어셈블리를 포함한다. 전해물 어셈블리는 전해물 시트에 연결된 적어도 하나의 전극(70)을 가지는 전해물 시트(50)로 구성된다. 적어도 하나의 전극(70)은 전극 어셈블리의 활성 영역을 형성하기 위해 전해물 시트의 첫 번째 부분(20)에 연결된다. 또한, 다수의 전극쌍들(애노드와 캐소드)이 사용될 것이다. 전해물 시트의 남아 있는 부분(30)은 비활성 영역을 제공한다.

<44> 일 실시예에서, 전극 어셈블리의 활성 영역은 비활성 영역(30)이 활성 영역을 둘러싸도록 남아 있는 비활성 부분(30)과 함께 집중적으로 배치된다. 계속해서, 비활성 영역은 세라믹 전해물 시트의 단부(edge)로 확장한다. 이 때문에, 이곳에 사용된 "집중적인(concentric)" 또는 "집중적으로(concentrically)"는 전극 어셈블리 또는 그 구성요소의 다른 영역, 부분, 또는 지역(region)을 둘러싸는 전극 어셈블리 또는 그 구성요소의 영역, 부분, 또는 지역을 말한다. 이곳에서 사용된 집중적인 영역, 부분, 또는 지역들은 동일한 중앙을 가진 이들 실시예로 한정하지 않는다는 것을 알 수 있다. 더욱이, "집중적인"이라는 용어의 사용으로 인해 구조 또는 형상이 의도되는 것은 아니다. 예를 들면, 영역은 집중적인 원, 정사각형, 또는 고체산화물 연료전지의 디자인에 적합한 다른 패턴일 수 있다. 하나의 영역은 다른 영역과 동일한 또는 다른 구조를 가질 수 있다. 더욱이, 특별히 집중적인 영역의 디자인 또는 형상은 균일하도록 요구되지 않고, 예를 들면, 연장된 타원형, 삼각형 또는 일정하게 변하는 접합선을 가진 디자인일 수 있다.

<45> 비활성 영역(30)은 다수의 비활성 동축 전해물 시트 영역을 더 포함한다. 예를 들면, 활성 영역(또는 도시된 바와 같이 전해물 시트의 중심)에 인접한 비활성 영역의 일부는 일반적으로 도로폭(32)으로 언급된다. 상기 도로폭 영역은 활성 영역에서 밀봉 영역(34)으로 언급된 밀봉물(40)과 접촉하는 비활성 영역의 일부까지 밖으로 확장할 수 있다. 밀봉 영역(34) 외에, 비활성 영역이 추가로 존재할 때 전해물 시트의 주변부로 확장하는 돌출 영역(36)을 포함한다. 만약 돌출 영역이 존재하지 않는다면, 밀봉 영역은 시트의 주변부로 확장할 수 있다.

<46> 이곳에서 사용된 "도로폭"은 활성 영역과 밀봉 영역이 서로 가장 가까워지는 지점에서 전해물 시트의 활성 영역과 밀봉 영역 사이의 거리를 말한다. 전해물 시트의 폭이 작을 때, 열기계적인 변형에 의한 휨 모드(buckling mode)는 쉽게 분배되지 않고, 밀봉 영역 또는 도로폭 영역과 인접한 곳에서 밀봉물 또는 전해물 시트가 파손될 것이다. 이론으로 굳어지는 것을 바라는 것은 아니나, 증가하는 전해물 시트의 도로폭이 전해물 시트의 큰 부분으로 분배되도록 휨 모드를 허용할 수 있어 파쇄 및/또는 구성요소 파손을 방지한다는 것을 알 수 있다. 도 2는 증가하는 도로폭에 따라 최대 주 응력(maximum principal stress)에서의 예상 감소량을 나타내는 도면이다.

<47> 본 발명의 세라믹 전해물 시트는 대략 5mm보다 큰 도로폭, 예를 들면, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 9, 11, 15, 또는 20 mm보다 큰 도로폭, 바람직하게, 7mm보다 큰 도로폭, 예를 들면, 7, 7.2, 7.5, 7.8, 8, 9, 11, 15, 20, 또는 30 mm보다 큰 도로폭을 포함한다. 일 실시예에서, 상기 세라믹 전해물 시트는 대략 5.5mm의 도로폭을 가진다. 다른 실시예에서, 상기 세라믹 전해물 시트는 대략 7.5mm의 도로폭을 가진다. 이곳에 기술되고 청구된 값들은 최소 도로폭을 언급한 것이다. 도로폭 영역의 면적은 전해물 시트의 표면을 따라 변할 수 있고, 도로폭 영역의 적어도 일부에서 기술된 값들 보다 크다.

<48> 본 발명의 임의의 실시예에 따른 세라믹 전해물 시트는 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 임의의 두께를 가질 수 있다. 상기 세라믹 전해물 시트는 대략 50 μ m, 예를 들면, 대략 50, 48, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 또는 5 μ m보다 작을 수 있고, 더 바람직하게는 대략 20 μ m, 예를 들면, 대략 20, 18, 15, 12, 10, 8, 6, 또는 5 μ m보다 작을 수 있다. 이 때문에, 다른 실시예에서, 또한, 본 발명의 증가된 도로폭은 전해물 시트 두께의 배수로 표현될 수 있다. 예를 들면, 도로폭은 전해물 시트 두께의 대략 10 내지 2,000배, 예를 들면, 대략 10, 12, 15, 20, 50, 100, 150, 200, 300, 500, 700, 900, 1200, 1500, 1800, 또는 2000배, 바람직하게는 대략 400 내지 600배, 예를 들면, 대략 400, 420, 440, 480, 500, 520, 540, 580, 또는 600배이다. 일 실시예에서, 상기 전해물 시트는 두께가 대략 50 μ m이고, 도로폭은 대략 25mm이다. 다른 실시예에서, 상기 전해물 시트는 두

께가 대략 20 μ m이고, 도로폭은 대략 10mm이다.

<49> **전해물의 평탄성**

<50> 고체산화물 연료전지 구성요소들의 변형 및/또는 파손을 방지하기 위한 다른 접근 방법은 평평하거나 또는 밀봉 영역에서 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트를 사용하는 것이다. 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역에서의 주름 및/또는 변형과 같은 표면 불연속성 또는 결함에 의한 스트레스는 분배하기가 어려워 온도 순환 또는 연료전지 동작하는 동안 전해물 시트 및/또는 밀봉물이 파손 및/또는 고장 될 수 있다. 그런 스트레스는 전해물 시트의 밀봉 영역이 평평하거나 또는 적어도 사실상 평평하면 줄어들거나 또는 제거될 수 있다. 이곳에서 사용된 것처럼, 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트 또는 전해물 시트의 일부 또는 영역은 대략 300 μ m보다 큰 진폭과 1cm보다 작은 파장을 가진 하나 또는 그 이상의 주름을 포함하지 않는 표면을 구비하는 전해물 시트 또는 그의 일부를 말한다. 만약 존재한다면, 주름은 대략 300 μ m 또는 그 이하의 진폭, 예를 들면, 대략 1, 3, 8, 10, 25, 40, 80, 100, 120, 150, 180, 210, 230, 250, 270, 또는 300 μ m 또는 그 이하의 진폭과 1cm보다 큰 파장, 예를 들면, 대략 1, 1.5, 2, 4, 8, 10, 또는 30cm의 파장을 가질 수 있다. 상기 세라믹 전해물 시트는 대략 100 μ m보다 큰 진폭과 대략 4cm보다 작은 파장을 가진 주름을 포함하지 않는 게 바람직하다. 상기 세라믹 전해물 시트는 주름을 포함하지 않는 게 더 바람직하다.

<51> 만약 존재한다면, 전해물 시트의 밀봉 영역에서의 주름은 전해물 시트의 밀봉 영역을 따라 진폭 및/또는 파장이 변할 수 있고, 진폭은 대략 300 μ m 또는 그 이하이고 대략 1cm보다 큰 파장이 제공된다. 본 발명에 따른 낮은 진폭과 높은 파장(낮은 주파수)을 가진 주름 및/또는 변형에 의한 스트레스는 세라믹 전해물 시트의 다른 영역으로 더 쉽게 분배될 수 있어 변형과 고장을 방지할 수 있다.

<52> 일 실시예에서, 본 발명의 세라믹 전해물 시트는 밀봉물과 함께 프레임에 부착되고, 전해물 시트의 밀봉 영역은 대략 300 μ m보다 큰 진폭과 대략 1cm보다 작은 파장을 가진 주름을 어떠한 것도 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 상기 세라믹 전해물 시트는 밀봉물과 함께 프레임에 부착되고, 전해물 시트의 밀봉 영역은 사실상 평형하며, 대략 100 μ m보다 큰 진폭과 대략 4cm보다 작은 파장을 가진 주름을 어떠한 것도 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 상기 세라믹 전해물 시트는 밀봉물과 함께 프레임에 부착되고, 전해물 시트의 밀봉 영역은 평평하며, 검출가능한 주름 및/또는 변형을 어떠한 것도 포함하지 않는다.

<53> 만약 존재한다면, 또한, 주름의 진폭은 세라믹 전해물 시트 두께의 배수로 표현될 수 있다. 이 방법에서, 만약 존재한다면, 주름의 진폭은 전해물 시트 두께의 대략 50배, 예를 들면, 대략 50, 40, 30, 20, 10, 5, 또는 2배, 바람직하게는 대략 25배, 예를 들면, 25, 24, 22, 20, 18, 15, 12, 10, 7, 5, 또는 2배보다 작다. 일 실시예에서, 세라믹 전해물 시트는 전해물 시트 두께의 50배보다 크거나 또는 동일한 진폭을 가진 하나 또는 그 이상의 주름을 포함하지 않는다. 프레임에 부착된 20 μ m 전해물 시트를 포함하는 특정 실시예에서, 전해물 시트는 대략 1mm보다 크거나 또는 동일한 진폭을 가진 하나 또는 그 이상의 주름을 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 상기 세라믹 전해물 시트는 전해물 시트 두께의 25배보다 크거나 또는 동일한 진폭을 가진 하나 또는 그 이상의 주름을 포함하지 않는다. 프레임에 부착된 20 μ m 전해물 시트를 포함하는 특정 실시예에서, 상기 전해물 시트는 대략 500 μ m보다 크거나 또는 동일한 진폭을 가진 하나 또는 그 이상의 주름을 포함하지 않는다.

<54> 또 다른 실시예에서, 전해물 시트의 주변부 및 비활성 영역의 외부는 도 1에 도시된 바와 같이 밀봉물을 넘어 확장하거나 또는 밀봉물 위에 돌출할 수 있다. 활성 영역에서 밀봉물을 넘어 밖으로 돌출 또는 확장하는 전해물 시트는 세라믹 전해물 시트의 단부에 있는 결함 및/또는 금(flaw)의 존재로 인해 유도된 변형 및/또는 고장을 줄이거나 또는 제거할 수 있다. 돌출부가 없다면, 그런 결함 및/또는 금은 밀봉 영역에 놓이고, 전해물 시트 물질의 허용오차를 초과하는 스트레스를 받게 될 것이다. 돌출 구조에서, 밀봉 영역에 의한 스트레스는 세라믹 전해물 시트의 비단부(non-edge portion)보다 더 안정적으로 제공된다. 세라믹 전해물 시트의 돌출부는 대략 0.1 mm 내지 50mm만큼, 예를 들면, 대략 0.1, 0.3, 0.8, 1, 2, 4, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 48, 또는 50 mm만큼 밀봉 영역을 확장하거나 또는 밀봉 영역 위에 돌출한다. 일 실시예에서, 상기 전해물 시트는 대략 5mm만큼 돌출한다.

<55> **밀봉 영역의 두께**

<56> 세 번째 접근 방법에서, 변형 및 고장과 관련된 스트레스는 도 3에 도시된 바와 같이 활성 영역(20)의 두께보다 큰 두께를 가진 사실상 평평한 밀봉 영역(34)을 구비하는 세라믹 전해물 시트를 이용하여 줄이고 및/또는 제거할 수 있다. 밀봉 영역 두께는 활성 영역 두께의 대략 1.1배, 대략 1.5배, 대략 2배 또는 그 이상이다. 이곳에서 사용된 것처럼 활성 영역 두께는 세라믹 전해물 시트의 두께를 기술하기 위해 사용되나 세라믹 전해물 시트

의 적어도 일 표면 위에 배치된 전극층의 두께를 포함하지 않는다. 활성 영역에서 밀봉 영역까지의 두께 변화는 예를 들면, 스텝(step), 테이퍼(taper) 또는 그의 결합과 같은 임의의 적당한 구조를 포함할 수 있다. 두께 변화는 점진적 테이퍼(gradual taper)와 같이 세라믹 전해물 시트에서 스트레스 지점(stress point)을 생성하지 않는 디자인을 포함하는 게 바람직하다.

<57> 일 실시예에서, 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역의 두께는 대략 30 μ m 또는 대략 20 μ m 두께의 전해물 시트 활성 영역의 1.5배이다. 다른 실시예에서, 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역의 두께는 대략 60 μ m, 또는 30 μ m 두께의 전해물 시트 활성 영역의 2배이다. 전해물 시트의 두께와 활성 영역은 변할 수 있으므로 밀봉 영역의 원하는 두께 또한 변할 수 있다.

<58> **접합물질**

<59> 네 번째 접근 방법에서, 변형 및 고장과 관련된 스트레스는 박막 세라믹 전해물 시트와 밀봉물과 세라믹 전해물 시트 사이에 배치된 적어도 하나의 사실상 평평한 접합물질을 이용하여 줄이고 및/또는 제거할 수 있다. 상기 접합물질의 적어도 일부는 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역의 적어도 일부에 접촉한다. 도 4를 참조하면, 접합물질(80)은 전해물 시트(50)의 밀봉 영역(34)의 적어도 일부에 접촉하고, 이곳에 기재된 모든 특징인 전해물 시트의 평평함을 개선할 수 있으며, 전해물 시트의 두께 및 단단함을 명확히 증가시킬 수 있다. 적어도 하나의 접합물질은 예를 들면, 프릿 물질과 함께 인쇄(printing), 시멘트 접합(cementing), 부착(attach) 또는 그의 결합과 같은 임의의 적당한 방법을 이용하여 전해물 시트에 부착될 수 있다. 접합물질은 전해물 시트의 일 표면의 밀봉 영역의 일부, 전해물 시트의 일 표면의 전체 밀봉 영역, 전해물 시트의 양 표면의 밀봉 영역 또는 그의 결합에 제공될 수 있다.

<60> 접합물질과 관련된 용어 "사실상 평평한(substantially flat)"은 사실상 평평한 전해물 시트에 대해 기술된 것처럼 동일한 진폭 및 파장 값으로 말한다. 사실상 평평한 접합물질은 대략 300 μ m보다 큰 진폭과 대략 1cm보다 작은 파장을 가진 하나 또는 그 이상의 주름을 포함하지 않는다. 만약 존재한다면, 주름은 대략 300 μ m 또는 그 이하의 진폭 예를 들면, 대략 1, 3, 8, 10, 25, 40, 80, 100, 120, 150, 180, 210, 230, 250, 270, 또는 300 μ m 또는 그 이하의 진폭과 대략 1cm보다 큰 파장 예를 들면, 대략 1, 1.5, 2, 5, 8, 10, 또는 30cm의 파장을 가질 수 있다. 접합물질은 대략 100 μ m보다 큰 진폭과 대략 4cm보다 작은 파장을 가지는 주름을 포함하지 않는 게 바람직하다. 상기 접합물질은 주름을 포함하지 않는 게 더 바람직하다.

<61> 만약 존재한다면, 접합물질에서의 주름은 진폭 및/또는 파장이 변할 수 있고, 대략 300 μ m 또는 그 이하의 진폭과 대략 1cm이상의 파장이 제공된다.

<62> 일 실시예에서, 본 발명의 접합물질은 대략 300 μ m보다 큰 진폭과 대략 1cm보다 작은 파장을 가진 임의의 주름을 포함하지는 않는다. 다른 실시예에서, 본 발명의 접합물질은 사실상 평평하고, 대략 100 μ m보다 큰 진폭과 대략 4cm보다 작은 파장을 가진 임의의 주름을 포함하지 않는다. 또 다른 실시예에서, 본 발명의 접합물질은 평평하고, 검출가능한 주름 및/또는 변형을 포함하지 않는다.

<63> 본 발명의 접합물질의 두께는 대략 1 μ m 내지 10,000 μ m, 예를 들면, 대략 1, 2, 4, 8, 10, 20, 40, 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 9000, 또는 10,000 μ m, 바람직하게는 대략 1 μ m 내지 20 μ m, 예를 들면, 대략 1, 2, 4, 8, 10, 14, 16, 18, 19, 또는 20 μ m, 또는 더욱 바람직하게는 대략 1 μ m 내지 3 μ m, 예를 들면, 대략 1, 1.2, 1.5, 2, 2.5, 2.8, 2.9, 또는 3 μ m이다.

<64> 본 발명의 접합물질은 사실상 평평한 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 임의의 물질을 포함한다. 상기 접합물질은 은, 팔라듐, 예를 들면, 세라믹 전해물 시트와 동일한 합성물 또는 그들의 결합과 같은 세라믹 합성물과 같은 금속을 포함한다. 만약 다수의 접합물질들이 이용된다면, 그들은 동일한 또는 다른 합성물을 포함할 수 있다. 모든 접합물질들이 동일한 합성물 또는 구조를 포함할 필요는 없다.

<65> 또한, 각각의 접합물질은 다수의 층들, 예를 들면, 둘, 셋, 넷, 또는 그 이상의 층들을 포함할 수 있다. 만약 존재한다면, 개별 접합물질의 다수의 층들 각각은 동일한 또는 다른 합성물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 접합물질은 단일 층이고, 다수의 층들을 포함하지 않는다. 다른 실시예에서, 각각의 접합물질은 세 개의 층들을 포함하고, 세 개의 층들 각각은 전해물 시트의 세라믹 물질을 포함한다. 다른 실시예에서, 각각의 접합물질은 하나의 층이 전해물 시트의 세라믹 물질을 포함하고, 다른 층이 은을 포함하는 두 개의 층들을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 다수의 접합물질들은 세라믹 전해물 시트의 반대 표면에 배치되고, 각각의 접합물질들은 다수의 층들을 포함한다.

<66> 본 발명의 접합물질은 이것이 사용된 곳에서 고체산화물 연료전지의 디자인 및 구성요소들에 적합한 임의의 계

수(modulus)를 가질 수 있다. 상기 접합물질은 바람직하게 세라믹 전해물 시트와 동일하거나 또는 더 낮은 계수, 더욱 바람직하게 세라믹 전해물 시트보다 낮은 계수를 가질 것이다.

<67> 본 발명의 접합물질은 접착력 강화제(adhesion promoter)를 더 포함한다. 접착력 강화제는 전해물 시트에 밀봉물의 접착력을 개선할 수 있는 임의의 적당한 물질을 포함할 수 있다. 접착력 강화제는 예를 들면, NiO와 같은 전이금속 화합물(transition metal oxide)을 포함할 수 있다. 만약 존재한다면, 상기 접착력 강화제는 접합물질의 표면 또는 접합물질이 부착되는 전해물 시트 표면의 일부에 직접 제공된다. 세라믹 및/또는 금속과 같은 접합물질과 접착력 강화제는 상업적으로 유용(Ferro Corporation, Penn Yan, New York, USA; Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA)하고, 당업자는 적당한 접합물질 및/또는 접착력 강화제를 쉽게 선택할 수 있다.

<68> 만약 존재한다면, 또한, 접합물질은 돌출하는 전해물 시트에 대해 기술된 것과 유사한 방법으로 장치의 밀봉 영역 위에 돌출할 수 있다. 일 실시예에서, 세라믹 전해물 시트는 적어도 그의 일부가 밀봉 영역 위에 돌출하도록 배치되고, 접합물질은 상기 전해물 시트의 일 표면에 부착되어 상기 세라믹 전해물 시트의 돌출 부분의 적어도 일부에 접촉한다. 도 4는 두 개의 개별 접합물질이 세라믹 전해물 시트의 반대 면에 배치된 바람직한 실시예의 단면도를 나타내는 도면이다. 도 4에서, 상기 접합물질은 돌출하는 전해물 시트에 접촉하고, 상기 전해물 시트와 같이 대략 동일한 넓이로 밀봉 영역 위에 돌출한다. 또한, 상기 접합물질은 전해물 시트의 도로폭 영역으로 확장한다.

<69> 물결 모양의 접합 형상

<70> 다섯 번째 접근 방법에서, 변형 및 고장과 관련된 스트레스는 도 5에 개시된 바와 같이 가변 폭을 가진 사실상 평평한 접합물질(80)을 이용하여 줄어들거나 및/또는 제거될 수 있다. 그런 접합물질의 폭은 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 임의의 기하학적인 패턴으로 그 길이를 따라 변할 수 있다. 상기 접합물질은 프레임(60)에 근접하게 배치된 제 1 단부와 세라믹 전해물 시트(50)의 도로폭 영역(32)에 근접하게 배치된 제 2 단부를 포함하고, 제 1 단부는 비선형이며, 적어도 하나의 접합물질의 적어도 일부는 밀봉 영역에 접촉하고, 적어도 하나의 접합물질의 적어도 일부는 도로폭 영역에 접촉한다. 상기 접합물질은 부가적으로 비선형 제 2 단부를 포함할 수 있다. 만약 존재한다면, 비선형 제 2 단부는 비선형 제 1 단부와 동일하거나 다른 패턴을 가질 수 있다. 비선형 제 2 단부는 제 1 단부가 선형이더라도 비선형 패턴을 가질 수 있다. 이론으로 굳어지는 것을 바라는 것은 아니나, 비선형 단부를 가진 접합물질이 밀봉 영역과 접합물질 및 세라믹 전해물 시트 모두의 단부에서 스트레스를 더 잘 분산시킨다고 생각된다. 접합물질의 비선형 단부는 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 임의의 패턴을 포함할 수 있다. 접합물질의 비선형 단부는 규칙적 반복 패턴, 불규칙 비반복 패턴, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다. 접합물질의 비선형 단부는 예각(acute angle) 또는 계단 변화(step change)를 포함하지 않는 게 바람직하다.

<71> 가변 폭 접합물질의 제 1 단부 또는 제 2 단부는 대략 0.5mm 내지 100cm의 파장, 예를 들면, 대략 0.5mm, 1mm, 4mm, 10mm, 20mm, 40mm, 80mm, 100mm, 500mm, 1cm, 10cm, 25cm, 50cm 또는 100cm, 바람직하게는 대략 3mm 내지 3cm의 파장, 예를 들면, 대략 3mm, 7mm, 10mm, 15mm, 20mm, 40mm, 80mm, 100mm, 500mm, 750mm, 1cm, 2cm, 2.5cm, 또는 3cm의 파장을 가진 적어도 하나의 변수를 포함할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 변수는 대략 0.5mm 내지 5cm의 진폭, 예를 들면, 대략 0.5mm, 1mm, 4mm, 10mm, 20mm, 40mm, 80mm, 100mm, 500mm, 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, 4.5cm, 또는 5cm, 바람직하게는 대략 5mm 내지 2cm의 진폭, 예를 들면, 5mm, 6mm, 8mm, 10mm, 20mm, 40mm, 80mm, 100mm, 500mm, 750mm, 1cm, 1.5cm, 2cm의 진폭을 가질 수 있다.

<72> 일 실시예에서, 가변 폭 접합물질의 제 1 단부는 대략 1cm의 파장과 진폭을 가진 패턴을 반복하는 단계를 포함한다. 다른 실시예에서, 가변 폭 접합물질의 제 1 단부는 사인과 모양으로 변하는 패턴(sinusoidal pattern)을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 가변 폭 접합물질의 제 1 단부 및 제 2 단부는 모두 비선형 및/또는 사인과 모양이다.

<73> 다른 실시예에서, 가변 폭 접합물질의 제 2 단부는 국부 파장(local wavelength) 또는 주기성을 가진 패턴을 반복하는 단계를 포함한다. 가변 폭 접합물질의 제 2 단부는 활성 영역은 하나 이상의 전극을 포함하고, 제 2 단부는 거의 전지 공간(cell spacing)의 주기인 주기성, 거의 전지 공간의 다중 주기(± 0.1)인 주기성, 또는 예를 들면, 전지 공간 주기의 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 및 1/10인 정수부를 가진 적어도 하나의 변수를 포함하는 국부 파장 또는 주기성을 가진 패턴을 반복하는 단계를 포함한다.

<74> SOFC 제조

<75> 본 발명은 개별 및 다양한 조합으로 연료전지 구성요소들의 변형 및 고장을 줄이거나 및/또는 제거하기 위해 이

곳에 인용된 각각의 접근 방법을 포함하는 고체산화물 연료전지의 제조를 다룰 것이다.

- <76> 본 발명은 대략 $50\mu\text{m}$ 이하, 예를 들면, 50, 48, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 또는 $5\mu\text{m}$, 바람직하게는 $30\mu\text{m}$ 이하, 예를 들면, 30, 28, 25, 20, 15, 10, 8, 6, 또는 $5\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 세라믹 전해물 시트, 프레임 및 밀봉물을 제공하는 단계; 및 상기 세라믹 전해물 시트가 대략 5mm보다 큰 도로폭, 예를 들면, 대략 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 9, 11, 15, 또는 20mm, 바람직하게는 대략 7mm보다 큰, 예를 들면, 7, 7.2, 7.5, 7.8, 8, 9, 11, 15, 20, 또는 30mm보다 큰 도로폭을 갖도록 상기 세라믹 전해물 시트를 상기 밀봉물과 함께 프레임에 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 제조방법을 제공한다.
- <77> 또한, 세라믹 전해물 시트는 상기 세라믹 전해물 시트가 전해물 시트 두께의 대략 10 내지 2000배, 예를 들면, 대략 10, 12, 15, 20, 50, 100, 150, 200, 300, 500, 700, 900, 1200, 1500, 1800, 또는 2000배, 바람직하게는 대략 400 내지 600배, 예를 들면, 400, 420, 440, 480, 500, 520, 540, 580, 또는 600배의 도로폭을 갖도록 프레임에 부착될 수 있다.
- <78> 또한, 본 발명은 평평한, 또는 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트, 프레임, 밀봉물을 제공하는 단계; 평평한 또는 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트를 밀봉물과 함께 프레임에 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 제조방법을 제공한다. 평평한 또는 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트는 대략 30cm보다 큰 진폭과 대략 1cm보다 작은 파장을 가진 하나 또는 그 이상의 주름(wrinkle)을 포함하지 않는다. 만약 존재한다면, 주름은 대략 $300\mu\text{m}$ 또는 그 이하 작은 예를 들면, 1, 3, 8, 10, 25, 40, 80, 100, 120, 150, 180, 210, 230, 250, 270 또는 $300\mu\text{m}$ 또는 그 이하의 파장과 대략 1cm보다 큰, 예를 들면, 대략 1, 1.5, 2, 4, 8, 10, 또는 30cm보다 큰 파장을 가질 것이다. 세라믹 전해물 시트는 대략 $100\mu\text{m}$ 보다 큰 진폭, 및 대략 4cm보다 작은 파장을 가진 주름은 포함하지 않는 게 바람직하다. 세라믹 전해물 시트는 주름을 포함하지 않는 게 더 바람직하다.
- <79> 일 실시예에서, 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트는 글래스 프릿 실을 이용하여 프레임에 부착된다. 다른 실시예에서, 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트는 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부가 밀봉 영역 위에 돌출하도록 프레임을 향해 전해물 시트의 밀봉 영역을 넘어 확장하는 글래스 프릿 실을 이용하여 프레임에 부착된다.
- <80> 또한, 본 발명은 프레임, 밀봉물 및 다양한 두께를 가진 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트를 제공하는 단계; 및 밀봉물과 접촉하는 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부가 세라믹 전해물 시트의 활성 영역의 적어도 일부의 두께보다 큰 두께를 가지도록 밀봉물을 이용하여 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트를 프레임에 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 제조방법을 제공한다. 일 실시예에서, 사실상 평평한 세라믹 전해물 시트는 밀봉물과 접촉하는 세라믹 전해물 시트 부분의 두께가 대략 세라믹 전해물 시트의 활성 영역의 두께의 1.5배가 되도록 밀봉물을 이용하여 프레임에 부착된다.
- <81> 또한, 본 발명은 프레임, 밀봉물, 세라믹 전해물 시트 및 사실상 평평한 적어도 하나의 접합물질을 제공하는 단계; 및 상기 적어도 하나의 접합물질이 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역의 적어도 일부에 접촉하도록 밀봉물을 이용하여 프레임에 세라믹 전해물 시트를 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 제조방법을 제공한다.
- <82> 본 발명의 접합물질의 두께는 대략 $1\mu\text{m}$ 내지 $10,000\mu\text{m}$ 예를 들면, 대략 1, 2, 4, 8, 10, 20, 40, 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 9000, 또는 $10,000\mu\text{m}$, 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 내지 $20\mu\text{m}$ 예를 들면, 대략 1, 2, 4, 8, 10, 14, 16, 18, 19, 또는 $20\mu\text{m}$, 또는 더욱 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 내지 $3\mu\text{m}$, 예를 들면, 대략 1, 1.2, 1.5, 2, 2.5, 2.8, 2.9 또는 $3\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- <83> 접합물질은 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 사실상 평평한 임의의 물질을 포함할 수 있다. 접합물질은 은, 팔라듐, 예를 들면, 세라믹 전해물 시트와 같은 동일 합성물과 같은 세라믹 합성물, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다. 만약 다중 접합물질이 이용된다면, 그들은 동종 또는 이종 합성물을 포함할 수 있다. 모든 접합물질이 동일 합성물 또는 구조(geometry)를 포함할 필요는 없다.
- <84> 또한, 각각의 접합물질은 다수의 층 예를 들면, 둘, 셋, 넷 또는 그 이상의 층들을 포함한다. 만약 존재한다면, 각각의 접합물질의 다수의 층들 각각은 동종 또는 이종 합성물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 단일 층 접합물질은 세라믹 전해물 시트와 글래스 프릿 사이에 배치된다. 다른 실시예에서, 다중 층, 세 개의 층들을 포함하는 접합물질은 세라믹 전해물 시트를 밀봉물에 부착하기 전에 세라믹 전해물 시트의 하나의 표면에 배치된다. 또 다른 실시예에서, 접착력 강화제(adhesion promoter)를 포함하는 접합물질은 접합물질과 세라믹 전해물 시트가 모두 밀봉 영역에 돌출하도록 세라믹 전해물 시트와 밀봉물 사이에 배치된다.
- <85> 또한, 본 발명은 프레임, 밀봉물, 세라믹 전해물 시트, 및 적어도 하나의 비선형 단부를 가진 사실상 평평한 접합물질을 제공하는 단계; 및 접합물질이 세라믹 전해물 시트와 밀봉물 사이에 배치되고, 접합물질의 비선형 단

부의 적어도 일부가 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역에 배치되도록 밀봉물을 이용하여 프레임에 세라믹 전해물 시트를 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 제조방법을 제공한다. 일 실시예에서, 밀봉물질은 대략 1cm의 파장과 진폭을 모두 가진 반복 파동 형태(wave pattern)를 포함하고, 비선형 단부의 적어도 일부는 전해물 시트의 밀봉 영역의 적어도 일부와 접촉하도록 접합물질이 세라믹 전해물 시트와 밀봉물 사이에 배치된다.

<86> 또한, 본 발명은 프레임, 밀봉물, 세라믹 전해물 시트 및 적어도 하나의 비선형 단부를 가진 사실상 평평한 접합물질을 제공하는 단계; 및 접합물질이 세라믹 전해물 시트와 밀봉물 사이에 배치되고, 접합물질의 비선형 단부의 적어도 일부가 세라믹 전해물 시트의 밀봉 영역과 시트의 활성 영역 사이에 배치되도록 밀봉물을 이용하여 프레임에 세라믹 전해물 시트를 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 제조방법을 제공한다. 일 실시예에서, 접합물질은 고체산화물 연료전지 장치가 하나 이상의 전극을 포함하는 활성 영역을 구비하고, 비선형 단부는 대략 전지 공간 주기의 주기성, 대략 전지 공간의 다중 주기 또는 전지 공간 주기의 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 1/10인 정수부를 가진 적어도 하나의 변수를 포함하는 비선형 단부를 구비한다.

<87> 발명가들은 프레임의 열 팽창이 전지에서 전해물보다 클 때 실온에서 다수의 전지들은 박막 전해물 시트 위의 활성 영역에서 도로폭으로 확장하는 주기적인 주름 패턴(wrinkle pattern)이 가해질 수 있다는 것을 알고 있다. 발명자들은 비록 이론으로 굳어지는 것을 바라는 것은 아니나, 비선형 접합부(border edge)를 전지 공간의 한 주기, 다중 주기 또는 정수부에 거칠게 맞추면, 상기 비선형 접합부는 링클에 규칙적인 패턴이 가해져 전해물 시트의 도로폭 영역에서 스트레스/변형이 줄어 신뢰성이 개선된다고 생각한다.

<88> 균일한 두께 밀봉물

<89> 변형 및 고장과 관련된 스트레스를 감소 및/또는 방지할 수 있는 다른 방법은 균일한 두께를 가진 밀봉물을 제공하는 방법으로 프레임에 세라믹 전해물 시트를 붙이는 것이다. 이론으로 굳어지는 것을 바라는 것은 아니나, 동일한 두께를 가진 밀봉물은 다양한 두께를 가진 밀봉물보다 밀봉물 및/또는 세라믹 전해물 시트에서 스트레스를 더 적게 생성할 것이다. 균일한 두께의 밀봉물을 형성하기 위한 하나의 방법은 전해물 시트와 프레임을 조립하기 전에 전해물 시트의 적어도 일부에 밀봉물을 붙이는 것이다. 균일한 두께를 가진 밀봉물을 이용한 고체산화물 연료전지 제조는 프레임과 세라믹 전해물 시트 사이의 장치를 넘어 균일한 거리가 될 수 있으므로 연료전지 구성요소들 위에서 스트레스의 적어도 일부를 줄이고 및/또는 제거할 수 있다. 본 발명의 밀봉물은 금속 포말, 펠트(felt) 또는 글래스 프릿 실과 같이 고체산화물 연료전지에서 사용하기에 적합한 임의의 밀봉물일 수 있다. 밀봉물은 글래스 프릿 실이 바람직하다. 밀봉물질은 상업적으로 유용하고, 당업자는 고체산화물 연료전지에 대한 적합한 밀봉물질을 쉽게 선택할 수 있다.

<90> 일 실시예에서, 본 발명은 밀봉물이 균일한 두께를 갖도록 세라믹 전해물 시트를 포함하는 프레임과 장치를 제공하는 단계, 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부분에 밀봉물을 붙이는 단계, 및 그때, 프레임에 장치를 부착하는 단계를 포함하는 고체산화물 연료전지 제조방법을 제공한다. 다른 실시예에서, 밀봉물은 프레임에 전해물 시트를 붙이기 전에 세라믹 전해물 시트의 적어도 일부와 프레임의 적어도 일부에 모두 제공된다. 다른 실시예에서, 본 발명의 밀봉물은 균일한 두께를 갖고, 세라믹 전해물을 포함하는 프레임과 장치 사이의 거리가 일치하도록 제공된다.

<91> 밀봉물 액화

<92> 본 발명의 밀봉물은 임의로 적어도 하나의 휘발 성분(volatile component)을 포함하고, 세라믹 전해물 시트에 접촉한 이후 장치를 밀봉하기 이전에 상기 밀봉물은 밀봉물에 있는 휘발 성분의 적어도 일부를 증발시키기 위해 충분한 시간과 온도에서 가열될 수 있다. 휘발 성분은 처리 용제(processing aid)와 같이 사용 전에 밀봉물에 첨가된 임의의 물질 또는 밀봉물질일 수 있다. 바람직한 휘발 성분은 글래스 프릿 실 용 조합제(preparation)에서 사용된 유기 용제이다. 상기 시간과 온도는 적어도 하나의 휘발 성분의 적어도 일부를 증발시키기 위해 충분한 온도로 가열하는 단계를 포함하나, 밀봉물을 유연하게 하고 및/또는 용해하기에 충분하지는 않아 상기 장치를 밀봉한다. 가열하는 단계는 적어도 대략 1시간의 주기에 대해 대략 100℃에서 300℃까지의 온도, 예를 들면, 대략 100, 150, 200, 250, 300℃, 바람직하게는 150℃에서 250℃까지의 온도, 예를 들면, 150, 175, 200, 225, 또는 250℃에서 가열하는 단계를 포함한다.

<93> 일 실시예에서, 밀봉물은 대략 200℃의 비등점(boiling point)을 가진 유기 용제(organic solvent)를 포함하고, 세라믹 전해물 시트에 이용한 이후 상기 프레임에 상기 세라믹 전해물 시트를 밀봉하기 이전에 상기 밀봉물은 유기 용제를 액화시키기 위해 대략 1시간의 주기에 대해 대략 250℃에서 가열된다.

<94> 비록 본 발명의 여러 실시예들이 첨부하는 도면에 개시되고, 상세한 설명에 기재되었으나, 본 발명은 공지된 실

시예에 한정되는 것이 아니라 명시되고 아래의 청구항에 의해 설정된 본 발명의 관점을 벗어나지 않는 범위에서 다양한 위치변경, 수정 및 교체가 가능하다는 것을 알 수 있다.

<95> **예시(Examples)**

<96> 본 발명의 특성을 더 기술하기 위해, 다음 예시들은 전체 명세서와 이곳에 청구된 물품, 장치 및 방법이 어떻게 만들어지고 평가되는지에 대한 설명을 당업자에게 제공하기 위해 제시한다. 그들은 전적으로 발명을 바람직하게 하고, 발명자들이 그들 발명으로 여기는 관점으로 제한하지는 않는다. 노력들은 숫자들(예를 들면, 총계, 온도 등)에 관한 정확성을 보장하기 위한 노력이 이루어져 왔으나, 몇몇 실수(error)들과 편차가 설명되될 것이다. 달리 표시하지 않는 한, 온도는 °C 또는 주변 온도이고, 압력은 대기에서 또는 대기와 가깝다. 제품 품질 및 성능을 최적화하기 위해 사용될 수 있는 공정 조건의 다양한 변화와 결합이 있다. 단지 합리적이고 틀에 박힌 실험이 그런 공정 조건들을 최적화시키기 위해 요구될 것이다.

<97> **예시 1 - 사실상 평평한 접합물질**

<98> 첫 번째 예시에서, 두 개의 고체산화물 연료전지 장치 세트가 준비되는데, 첫 번째 세트는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 접합물질을 가지며, 두 번째 세트는 접합물질을 가지지 않는다. 박막(20 μ m) 세라믹 전해물 시트와 모든 장치들의 밀봉물은 동일한 구성 및 구조이다. 각각 준비된 장치의 파열 압력(rupture pressure)은 725°C에서 결정되고, 도 6에 도시된 바와 같이 비교된다. 파손 가능성의 감소는 접합물질을 포함하는 연료전지 장치에 대해 즉시 관측될 수 있다.

<99> **예시 2 - 사실상 평평한 전해물 시트의 돌출**

<100> 두 번째 예시에서, 고체산화물 연료전지 장치의 4 개의 세트들(C, D, E, F)이 준비된다. 모든 장치들은 20 μ m 두께의 YSZ 전해물 시트로 이루어진 본 실시예에서 준비된다. 장치의 첫 번째 세트(C)는 밀봉물, 수평 지지 프레임(0° 각도) 및 돌출 전해물 시트로 구성된다. 장치의 두 번째 세트(D)는 밀봉물, 수평 지지 프레임(0° 각도) 및 밀봉 영역 위로 돌출하지 않은 세라믹 전해물 시트로 구성된다. 장치의 첫 번째 및 두 번째 세트에서의 밀봉물은 모두 본 발명에 따른 임의의 휘발 성분을 제거하기 위해 미리 구워진다. 장치의 세 번째 세트(E)는 밀봉물, 각도가 있는 지지 프레임(2.5°) 및 밀봉 영역 위로 돌출하지 않은 세라믹 전해물 시트로 구성된다. 장치의 네 번째 세트(F)는 밀봉물, 각도가 있는 지지 프레임(2.5°), 돌출 세라믹 전해물 시트로 구성된다. 장치의 세 번째 및 네 번째 세트 모두의 밀봉물들은 임의의 휘발 성분을 제거하기 위해 미리 구워진다.

<101> 725°C에서의 파열 압력은 각각 제조된 장치와 도 7에 비교된 결과에 대해 결정된다. 도 7에서의 결과는 전해물 시트가 밀봉 영역 위로 돌출될 때 고압에 대한 장치의 생존 가능성이 증가한다는 것을 보여준다.

<102> 다양한 변경 및 변화는 이곳에 기술된 구성, 물품, 장치 및 방법으로 만들어 질 수 있다. 이곳에 기술된 구성, 물품, 장치 및 방법의 다른 실시예들은 이곳에 기술된 구성, 물품, 장치 및 방법의 명세서 및 실시의 고려사항으로 나타날 것이다. 명세서 및 실시예들이 바람직하게 고려되도록 의도된다.

도면의 간단한 설명

<17> 본 명세서의 일부에 반영되고, 본 명세서의 일부를 구성하는 첨부도면들은 본 발명의 특정 실시예를 나타내고, 설명과 함께 제한 없이 본 발명의 특징들을 설명하기 위해 제공된다. 동일한 번호는 도면에서 동일한 구성요소들을 나타낸다.

<18> 도 1은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 세라믹 전해물 시트의 다양한 영역들을 나타내는 도면이다.

<19> 도 2는 온도 로딩 하에서 고체산화물 연료전지에 대한 도로폭의 함수에 따른 전해물 시트의 비활성 영역 상의 최대 응력(tensile stress)의 의존관계를 나타내는 제한된 구성요소 결과를 표현하는 도면이다.

<20> 도 3은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 증가된 두께를 가진 사실상 평평한 밀봉 영역을 나타내는 도면이다.

<21> 도 4는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 접합물질을 포함하는 세라믹 전해물 시트를 나타내는 도면이다.

<22> 도 5는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 비선형 제 1 단부를 가진 바람직한 접합물질을 표현하는 도면이다.

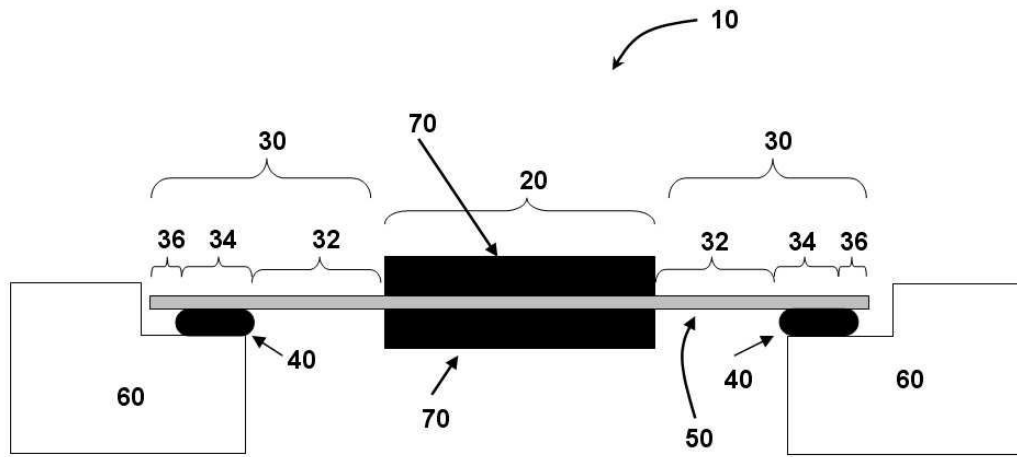
<23> 도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 접합물질로 만들어진 다양한 고체산화물 연료전지 장치들의 725°C에서의 파열 압력을 나타내는 도면이다.

<24> 도 7은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 돌출 전해물 시트로 만들어진 다양한 고체산화물 연료전지 장치들의

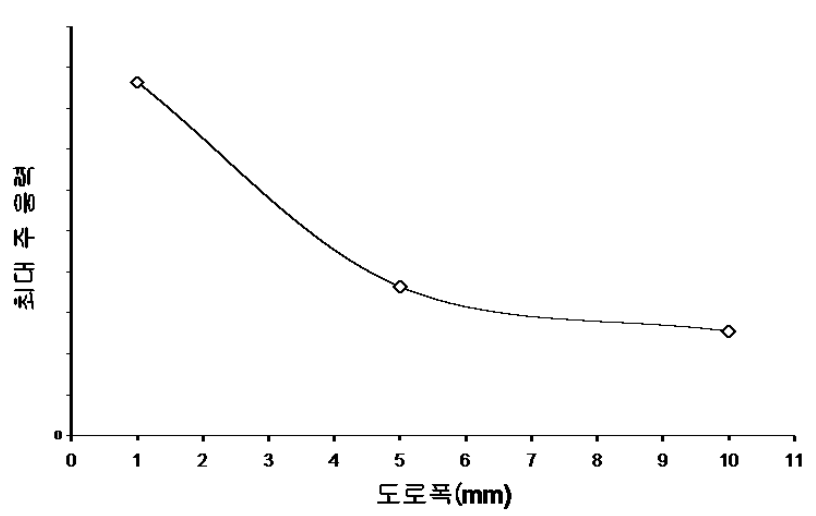
725℃에서의 파열 압력을 나타내는 도면이다.

도면

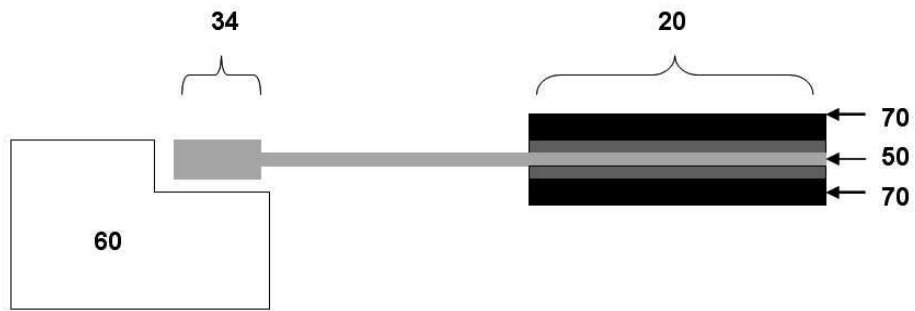
도면1



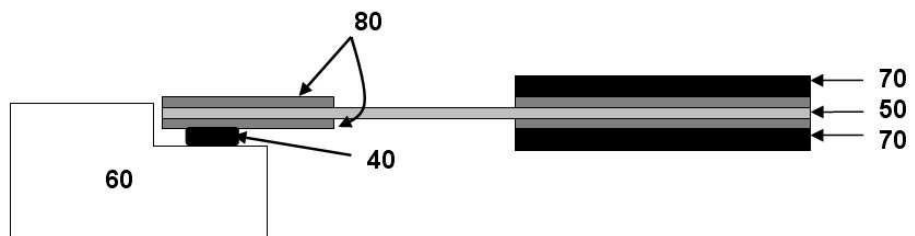
도면2



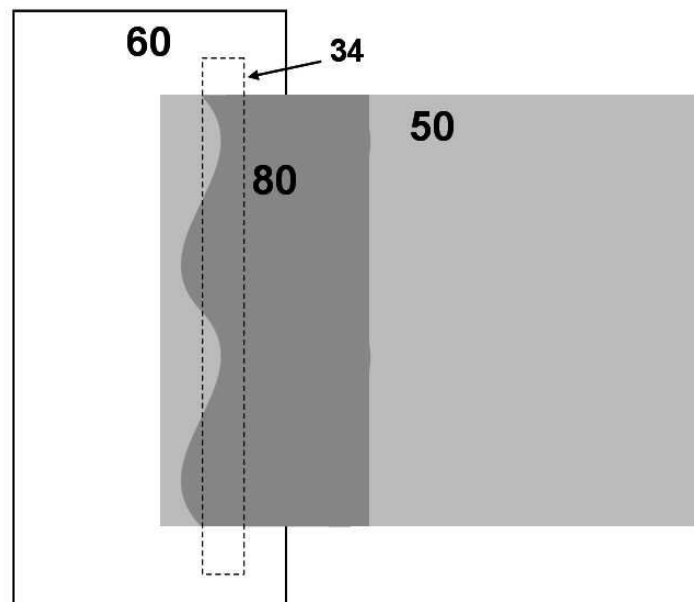
도면3



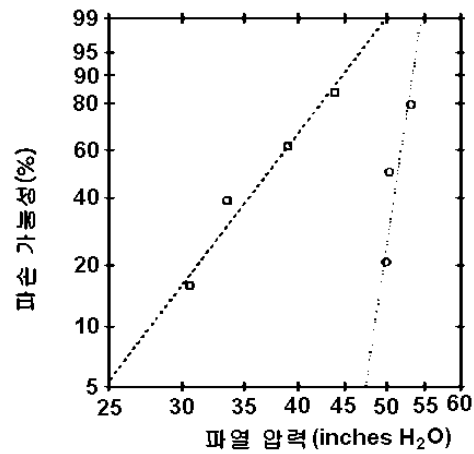
도면4



도면5



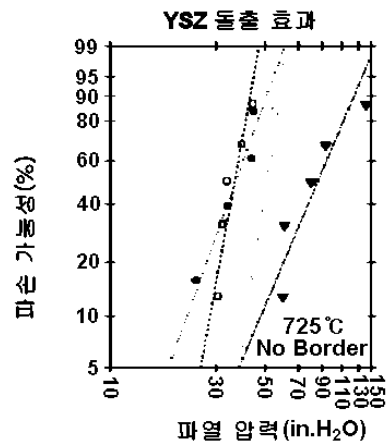
도면6



Data Summary

□ No Border:(4 Specs) Mean=36.8:Stdev=5.93:m=6.40: S_0 =39.3
○ Border:(3 Specs) Mean=51.2:Stdev=1.74:m=32.4: S_0 =51.9

도면7



□ 0°:pre-bake/Overhang:(5 Specs)Mean=35.9:Stdev=5.56:m=7.40: S_0 =38.0
● 0°:pre-bake/No overhang:(4 Specs)Mean=36.5:Stdev=9.33:m=3.73: S_0 =40.3
— 2.5°:no pre-bake/No overhang:(4 Specs)Mean=50.0:Stdev=5.34:m=9.47: S_0 =52.3
▼ 2.5°:no pre-bake/Overhang:(5 Specs)Mean=86.8:Stdev=33.4:m=3.19: S_0 =96.0