



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0094876
(43) 공개일자 2020년08월10일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>H01M 8/243</i> (2016.01) <i>C25B 1/10</i> (2006.01)
 <i>C25B 13/04</i> (2006.01) <i>C25B 15/08</i> (2006.01)
 <i>C25B 9/18</i> (2006.01) <i>H01M 4/90</i> (2006.01)
 <i>H01M 8/0215</i> (2016.01) <i>H01M 8/023</i> (2016.01)
 <i>H01M 8/1253</i> (2016.01) <i>H01M 8/18</i> (2015.01)
 <i>H01M 8/2483</i> (2016.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>H01M 8/243</i> (2013.01)
 <i>C25B 1/10</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0011928
 (22) 출원일자 2019년01월30일
 심사청구일자 없음</p> | <p>(71) 출원인
 한국전력공사
 전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)</p> <p>(72) 발명자
 유영성
 대전광역시 유성구 문지로 105(문지동)
 전상윤
 대전광역시 유성구 문지로 105(문지동)
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 정안</p> |
|---|---|

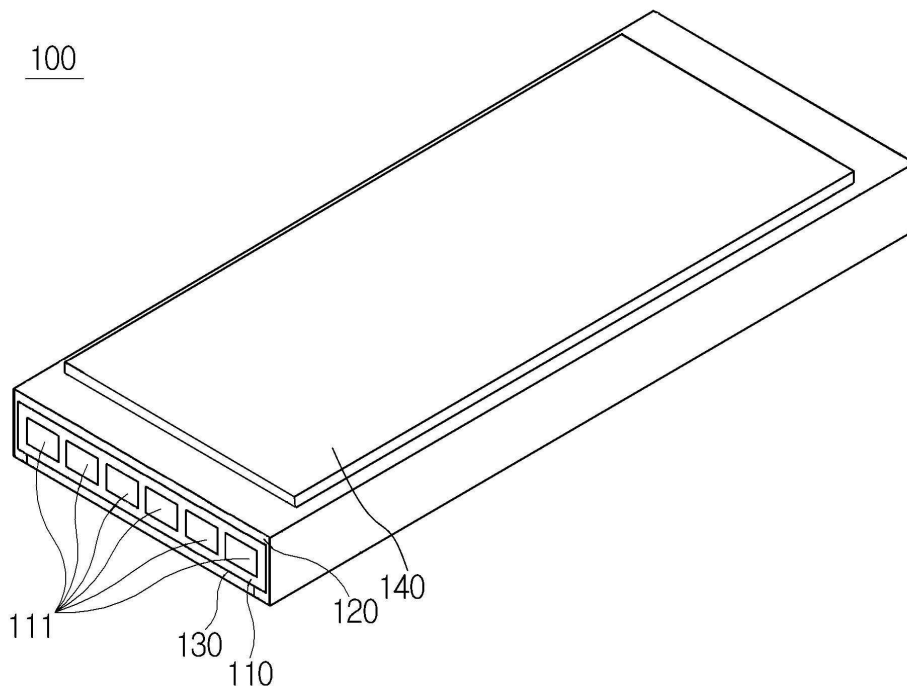
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀**

(57) 요약

본 발명은 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀에 관한 것으로, 길이방향으로 연료가스 이동을 위한 다수 개의 관형 통공(111a, 111b)이 형성된 평판형 단위셀(100)과 상기 평판형 단위셀(100)의 길이방향 일단에 결합되고 상기 다수 개의 관형 통공(111a, 111b)을 서로 연통시키면서 상기 평판형 단위셀(100)의 일단을 외부와 차폐하 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



는 상부 캡(200)과 상기 평판형 단위셀(100)의 길이방향 타단에 결합되고 상기 다수 개의 관형 통공(111a, 111b)을 개구시키는 개구부(320)가 형성되며 저면에 끼움홈(330)이 형성된 셀 하부 슬릿(300)과 상기 셀 하부 슬릿(300)과 결합되고, 상기 다수 개의 관형 통공(111a, 111b)과 연통되는 공간(420, 430)이 형성되고 연료가스가 주입되는 연료가스 입구(450)와 연료가스가 공기와 반응한 가스가 배출되는 반응 가스 출구(460)가 구비되며, 상기 공간(420, 430) 및 다수 개의 관형 통공(111)을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 메니폴드(400)를 포함한다.

본 발명은 평판형 단위셀과 평판형 단위셀의 반을 나누어 연료가스의 유입과 배출이 하나의 메니폴드에서 수행되게 하므로 밀봉 효율을 높이고 열교환 기능을 통해 연료전지의 성능 및 효율을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류

C25B 13/04 (2013.01)

C25B 15/08 (2013.01)

C25B 9/18 (2013.01)

H01M 4/9025 (2013.01)

H01M 8/0215 (2013.01)

H01M 8/023 (2013.01)

H01M 8/1253 (2013.01)

H01M 8/186 (2013.01)

H01M 8/2483 (2016.02)

(72) 발명자

박병철

대전광역시 유성구 문지로 105(문지동)

이영희

대전광역시 유성구 문지로 105(문지동)

박수만

세종특별자치시 국책연구원1로 15, 908동 1705호(소담동, 새샘마을9단지)

명세서

청구범위

청구항 1

길이방향으로 연료가스 이동을 위한 다수 개의 관형 통공이 형성된 평판형 단위셀;

상기 평판형 단위셀의 길이방향 일단에 결합되고 상기 다수 개의 관형 통공을 서로 연통시키면서 상기 평판형 단위셀의 일단을 외부와 차폐하는 상부 캡; 및

상기 단위 셀의 길이방향 타단에 결합되고 상기 다수 개의 관형 통공과 연통되는 공간이 형성되고 연료가스가 주입되는 연료가스 입구와 연료가스가 공기와 반응한 가스가 배출되는 반응 가스 출구가 구비되며, 상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 메니폴드;

를 포함하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 메니폴드는

상기 평판형 단위셀의 일단에 상기 상부 캡을 결합하고 타단에 셀 하부 슬릿을 결합하여 형성한 단전지 모듈의 셀 하부 슬릿과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하거나,

상기 평판형 단위셀의 일단에 상기 상부 캡을 결합하고 타단에 셀 하부 슬릿을 결합하여 형성한 평판형 단전지 모듈을 다수 개 연결하여 형성한 스택 모듈의 셀 하부 슬릿들과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 메니폴드는

상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 입구측 메니폴드 역할을 하는 제1 공간과 출구측 메니폴드 역할을 하는 제2 공간을 형성하는 격판을 포함하며,

상기 연료가스 입구는 상기 제1 공간과 연통되고, 상기 가스 출구는 제2 공간과 연통되는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 스택 모듈에서 평판형 단전지 모듈들은 셀간 연결재를 매개로 연결되며,

상기 스택 모듈의 양면에 셀간 연결재를 매개로 음극판과 양극판을 더 연결하고,

일측 음극판에는 음극단자(-전극부)를 구비하고 반대되는 타측 양극판에는 양극단자(+전극부)를 구비한 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 셀간 연결재는

상기 평판형 단위셀 간 공간을 채우면서 공기 유입이 가능하도록 집전층, 다공성의 집전체, 집전 메쉬 중 선택된 1종 또는 이들의 조합으로 형성하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 평판형 단위셀은

다수 개의 관형 통공이 형성되며 연료극 겸 지지체인 평판형 지지체;

상기 평판형 지지체의 일면과 양측면 및 타면 일부를 감싸도록 코팅되는 전해질막;

상기 평판형 지지체의 반대되는 타면에서 상기 평판형 지지체가 노출되는 부분에 코팅되는 세라믹 연결재; 및

상기 전해질막에 코팅되는 공기극;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 평판형 지지체는 NiO-YSZ를 포함하고,

상기 전해질막은 YSZ를 포함하고

상기 세라믹 연결재는 LST와 LSF를 포함하고,

상기 공기극은 GDC, LSCF-GDC, LSC를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 세라믹 연결재는 상기 평판형 지지체가 노출되는 부분에 노출 부분 보다 넓은 면적으로 코팅되는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 평판형 단위셀에 상기 상부 캡과 상기 셀 하부 슬릿을 결합하고 밀봉 유리로 부착하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 연료가스는 수소, 스팀을 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 11

길이방향으로 일단은 차폐되고 반대되는 타단은 다수 개의 관형 통공이 형성되며 중간 부분은 다수 개의 관형 통공과 연통됨과 동시에 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 유로부가 형성된 평판형 단위셀; 및

상기 평판형 단위셀과 결합되고, 상기 다수 개의 관형 통공과 연통되는 공간이 형성되고 연료가스가 주입되는 연료가스 입구와 연료가스가 배출되는 반응 가스 출구가 구비되며, 상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 메니폴드;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 메니폴드는

상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 입구측 메니폴드 역할을 하는 제1 공간과 출구측 메니폴드 역할을 하는 제2 공간을 형성하는 격판을 포함하며,

상기 연료가스 입구는 상기 제1 공간과 연통되고, 상기 가스 출구는 제2 공간과 연통되는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 메니폴드는

상기 평판형 단위셀의 타단과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하거나,

상기 평판형 단위셀을 다수 개 결합하여 형성한 스택 모듈의 타단들과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 스택 모듈에서 평판형 단전지 모듈들은 셀간 연결재를 매개로 결합되며,

상기 스택 모듈의 양면에 셀간 연결재를 매개로 음극판과 양극판을 더 결합하고,

일측 음극판에는 음극단자(-전극부)를 구비하고 반대되는 타측 양극판에는 양극단자(+전극부)를 구비한 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 셀간 연결재는

상기 평판형 단위셀 간 공간을 채우면서 공기 유입이 가능하도록 집전층, 다공성의 집전체, 집전 메쉬 중 선택된 1종 또는 이들의 조합으로 형성하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 평판형 단위셀은

길이방향으로 일단은 차폐되고 반대되는 타단은 다수 개의 관형 통공이 형성되며 중간 부분은 두께 방향으로 관통되며, 상기 중간 부분에 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 유로부를 형성하는 분리바가 구비된 중간판;

상기 중간판의 일면에 상기 유로부를 덮도록 부착되며 연료극인 제1 평판형 지지체;

상기 제1 평판형 지지체에 코팅되는 전해질막;

상기 전해질막에 코팅되는 공기극;

상기 중간판의 반대되는 타면에 상기 유로부를 덮도록 부착되는 제2 평판형 지지체; 및

상기 제2 평판형 지지체에 코팅되는 세라믹 연결재;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 중간판은 금속재 또는 세라믹 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 제1 및 제2 평판형 지지체는 NiO-YSZ 또는 LST를 포함하고,

상기 전해질막은 YSZ를 포함하고

상기 세라믹 연결재는 LST와 LSF를 포함하고,

상기 공기극은 GDC, LSCF-GDC, LSC를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 성능과 효율 향상을 위한 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cells, SOFCs)와 고체산화물 전해셀(Solid Oxide Electrolysis Cells, SOECs)은 셀을 구성하는 기본 요소인 전해질막 및 전극이 모두 내열성이 우수한 세라믹으로 구성된다.

[0003] 고체산화물 연료전지는 다른 연료전지에 비해 상대적으로 넓은 온도범위에서 작동하는 연료전지로 알려져 있으며, 대규모 분산용 발전뿐만 아니라 가정용 혹은 소규모 주거단지와 수송용을 위한 발전장치로 개발되고 있다.

[0004] 고체산화물 전해셀은 연료전지의 역반응 공정으로 증기로부터 수소를 생산하는 고온전기분해 장치로 사용할 수 있으며, 미국에서는 초고온가스로(Very High Temperature Reactor, VHTR)와 연계한 원자력이용 고온전기분해 수소생산기술을 개발 중에 있고, 국내에서도 스택규모의 고온전기분해 수소생산시스템을 개발하여 수소생산을 실현할 수 있다.

[0005] 최근에는 고체산화물 연료전지를 전기 생산이 아닌 전기분해 장치로 역반응시켜 이용하기도 하는 등, 특히 역반응 장치인 전해셀을 이용하여 지구온난화의 주범인 온실가스, 이산화탄소를 증기와 함께 전기분해하여 합성가스를 생산하고, 메탄올, 가솔린 등의 다양한 액체연료로 전환하는 에너지 저장의 수단 및 온실가스 재활용의 수단으로 주목을 받고 있다.

[0006] 물과 이산화탄소의 고온전기분해(coelectrolysis)를 통하여 생산되는 가솔린 등의 액체연료는 버스, 항공기, 선박 등 수송수단의 연료로 활용이 가능하므로 기존의 사회기반시설(infrastructure)을 그대로 사용할 수 있어, 다른 대체에너지와 달리 새로운 형태의 사회기반시설을 구축할 필요가 없다는 장점이 있다. 또한, 고온전기분해를 이용한 수소 생산을 통하여 간헐적으로 생산되는 저품질의 신재생에너지와 계통의 잉여전력을 수소 에너지로 저장할 수 있으며, 전력이 필요한 경우 고체산화물 연료전지를 이용하여 수소를 소비하여 전력생산이 가능하므로 전력저장 및 전력설비의 활용 극대화가 가능하다.

[0007] 고체산화물 전해셀 및 연료전지의 핵심 구성요소인 단전지(single cell)는 산소이온 전도성을 갖는 전해질막과 그 양면의 연료극과 공기극으로 구성된다. 고체산화물 전해셀의 경우, 연료극에 고온의 증기를 공급하고 전기를 인가하면 물이 전기분해되어 수소와 산소이온이 생성되며, 산소이온은 전해질막을 통해 공기극으로 이동하므로 순수한 산소와 수소가 분리되어 생성된다. 고체산화물 연료전지의 경우, 공기극과 연료극에 산소와 연료를 각각 공급해 주면 공기극에서는 산소의 환원반응이 일어나 산소이온이 생성되어 전해질막을 통해 연료극으로 이동하며, 연료극에서는 연료가 산소이온과 반응하여 물로 산화되면서 전자가 발생하여 전기를 생산하게 된다.

[0008] 고체산화물 전해셀 및 연료전지는 셀의 형태에 따라 튜브(원통)형, 평판형, 평판형의 3가지로 구분할 수 있으며, 전해질막을 중심으로 그 양면에 연료극과 공기극으로 구성되어 단위셀을 이루고 있고, 지지체 역할을 담당하는 구성요소에 따라 연료극 지지체식, 전해질막 지지체식, 금속 지지체식으로 구분한다.

[0009] 이중 연료극 지지체식 구조를 가지는 고체산화물 전해셀 및 연료전지는 매우 얇은 두께(10~30 μm)의 전해질막을 연료극 지지체 위에 입힌 형태로서 종전의 전해질막 지지체식 구조보다 낮은 온도(700~800 $^{\circ}\text{C}$)에서 작동이 가능하다. 사실, 고체산화물 전해셀과 연료전지는 원하는 전기분해능력 및 전기출력을 얻기 위하여 여러 장의 단위셀을 적층하여 스택으로 운전된다. 평판형 고체산화물 전해셀 및 연료전지를 적층하여 스택으로 만들 때는

한 셀의 연료극과 이웃하는 다른 셀의 공기극을 연결하여 전기적인 접촉을 제공해주는 연결재(interconnect)인 분리판(separator)이 필요하다.

- [0010] 또한, 분리판은 전기적인 접촉을 제공하는 기능 외에도 연료극과 공기극에 공급되는 연료와 공기를 셀 표면에 고르게 분산시키고, 연료극과 공기극의 각 기체들이 서로 섞이지 않도록 해주며, 공급된 연료와 공기가 외부로 유출되는 것을 막는 밀봉부위를 제공하는 역할을 한다. 분리판은 금속과 세라믹 재료가 사용되는데, 대면적 제조 및 기계적 가공이 용이한 금속 분리판이 용이하지만 내산화성을 갖는 세라믹재 연결재 및 분리판이 장기성능 면에서 고전도도를 가져서 고온에서 장기간 운전되는 SOFC에서는 세라믹 분리판 또는 연결재가 우수한 특성을 지닌다.
- [0011] 단전지를 스택으로 제작할 때 분리판의 메니폴드는 반응가스를 공급하고 생성된 가스를 배출하는 유로를 제공한다. 스택 운전시 단전지에 공급되는 가스의 균일한 공급은 전해셀 및 연료전지의 운전성능에 매우 중요한 영향을 미치게 되기 때문에 메니폴드의 구조와 배치 등에 많은 연구가 진행되고 있다.
- [0012] 따라서 높은 성능의 고체산화물 전해셀 및 연료전지 스택을 제작하기 위해서는 직렬 또는 병렬로 연결된 각각의 단전지에 대하여 연료 유로와 공기 유로를 형성하여 연료와 공기가 각각의 유로를 독립적으로 순환하면서 연료와 공기가 균일하게 공급되도록 메니폴드와 연결재(또는 분리판)의 유로를 잘 설계하고 가공하여야 한다.
- [0013] 스택은 메니폴드의 위치에 따라 내부 메니폴드 스택과 외부 메니폴드 스택으로 나누어지며, 분리판의 유로형태는 크게 카운터플로(Counter flow), 코플로(Co-flow), 크로스플로(Cross flow) 등이 있을 수 있다. 예를 들어, 여러 형태의 유로를 갖는 분리판의 경우 메니폴드에서 나온 기체들이 가로방향의 주유로와 이 주유로에 수직방향의 미세유로를 따라 가스분배가 이루어지고, 분리판의 반대쪽에는 수직방향의 주유로가 가공되어 최종적으로 두 가스가 서로 수직한 방향으로 흐르게 되는 구조를 갖는다. 공급된 가스는 미세유로의 형상 및 차압에 따라 입구 메니폴드 쪽의 메인 유로에서 분배가 이루어져 미세유로에 공급되고 출구 쪽 메인 유로에서 다시 합쳐져서 스택 외부로 배출된다.
- [0014] 특히 이때 연료극과 공기극에 공급되는 연료와 공기가 메니폴드를 통하여 분리판으로 공급될 때 스택내에서 연료와 공기가 혼합되어 직접 접촉할 경우, 연소 반응이 일어나면서 연료극에 손상이 발생할 수 있다. 또한 공급되는 연료와 공기가 스택 외부로 유출될 경우 전해셀 및 연료전지의 성능이 저하되며, 공급되는 연료와 공기의 양이 증가되어 효율이 감소하게 된다. 그러므로 연료와 공기의 직접적인 접촉 및 스택 내부의 가스들이 스택 외부로 유출되는 것을 방지하기 위해 메니폴드와 단전지 (또는 연결재/분리판) 사이에 밀봉을 잘 유지하는 것은 전해셀 및 연료전지의 성능에 중요한 영향을 미치게 된다.
- [0015] 따라서 고체산화물 연료전지 및 전해셀을 적층하여 스택으로 만들 때, 단전지와 메니폴드 사이에서의 밀봉을 유지하기 위하여 주로 유리 밀봉재를 사용하고 있다. 고체산화물 전해셀 및 연료전지는 600 내지 1000 °C의 고온에서 운전되며, 스택의 높이가 높아질수록 스택의 상부와 하부사이에 온도차가 발생할 수 있으며, 스택 하부는 여러 장의 단전지 및 분리판 무게에 의한 하중을 받는다. 또한 주기적인 운전과 정지로 인하여 냉각과 가열이 반복되어 발생하는 열충격에 의하여 유리 밀봉재가 깨어져 밀봉이 저하되는 문제점이 발생된다.
- [0016] 이러한 이유로 평판형 보다는 튜브형 또는 이를 약간 평판형 특성을 갖게하여 접촉면적을 증가시킨 구조인 평판형이 열팽창에 따른 응력부위를 최소화 구조로 제안되고 있으며, 이에 따라 평판형 SOFC 또는 SOEC 스택 모듈이 가장 열응력을 최소화하여 상온-고온으로의 반복운전(열사이클 운전)이 가능한 가장 최적화된 구조인 것으로 판단되고 있다.
- [0017] 하지만 평판형 고체산화물 연료전지 및 전해셀에서도 메니폴드와 단전지를 연결하는 부위에는 세라믹 즉, 유리 밀봉재를 사용하여야 하는데 이런 부위는 연료가스 또는 수소가스 셀 수 있는 취약한 부위이다. 특히 연료전지를 반응 온도와 상온으로 변화시켜가면서 운전하게 되는 열사이클 운전시에는 이런 취약부위, 즉 밀봉재를 사용한 면적이 클 수록 가스 씰링(sealing)이 깨지고 이에 따라 가스 누설 현상은 자주 일어날 수 있다.
- [0018] 일반적인 튜브형 또는 평판형 단전지는 스택내 셀의 양측에 각 한 개로 두 개씩의 메니폴드를 두는 구조에서는 특히 셀이 열사이클 운전에 따른 산화와 환원이 발생할 경우 부피변화가 수반되면서 서로 다른 셀 들이 두 군데의 메니폴드에 밀봉재로 고정되어 있어서 부피 또는 길이변화 차이를 극복하지 못해 상당히 큰 응력이 발생하고 이 값이 한계치를 넘어설 경우 기계적으로 취약한 부분에서 크랙이 발생하고 재료의 파괴가 발생한다. 따라서 수소의 누설이 발생함에 따라서 성능 열화와 부식이 매우 급격히 일어날 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명의 목적은 한쪽 방향 메니폴드를 적용하고 U자형 연료가스 흐름을 갖도록 단전지 또는 스택 모듈을 구성하여 밀봉 효율을 높이고 가스 누설을 방지하며 가스 분배를 효과적으로 개선하여 에너지 손실을 줄이고 전기 출력 성능과 전기 효율을 향상시키도록 한 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명은 길이방향으로 연료가스 이동을 위한 다수 개의 관형 통공이 형성된 평판형 단위셀과 상기 평판형 단위셀의 길이방향 일단에 결합되고 상기 다수 개의 관형 통공을 서로 연통시키면서 상기 평판형 단위셀의 일단을 외부와 차폐하는 상부 캡과 상기 평판형 단위셀의 길이방향 타단에 결합되고 상기 다수 개의 관형 통공을 개구시키는 개구부가 형성되며 저면에 끼움홈이 형성된 셀 하부 슬릿과 상기 셀 하부 슬릿과 결합되고, 상기 다수 개의 관형 통공과 연통되는 공간이 형성되고 연료가스가 주입되는 연료가스 입구와 연료가스가 공기와 반응한 가스가 배출되는 반응 가스 출구가 구비되며, 상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 메니폴드를 포함한다.

[0021] 상기 메니폴드는 상기 메니폴드를 상기 셀 하부 슬릿과 결합시 상기 셀 하부 슬릿의 끼움홈에 결합되며 상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 상기 다수 개의 관형 통공의 반과 연통되는 제1 공간과 상기 다수 개의 관형 통공의 나머지 반과 연통되는 제2 공간을 형성하는 격판을 포함하며, 상기 연료가스 입구는 상기 제1 공간과 연통되고, 상기 가스 출구는 제2 공간과 연통된다.

[0022] 상기 메니폴드는 상기 평판형 단위셀의 일단에 상기 상부 캡을 결합하고 타단에 상기 셀 하부 슬릿을 결합하여 형성한 단전지 모듈의 셀 하부 슬릿과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하거나, 상기 평판형 단위셀의 일단에 상기 상부 캡을 결합하고 타단에 셀 하부 슬릿을 결합하여 형성한 평판형 단전지 모듈을 다수 개 연결하여 형성한 스택 모듈의 셀 하부 슬릿들과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성한다.

[0023] 상기 스택 모듈에서 평판형 단전지 모듈들은 셀간 연결재를 매개로 연결되며, 상기 스택 모듈의 양면에 셀간 연결재를 매개로 음극판과 양극판을 더 연결하고, 일측 음극판과 양극판에는 음극단자(-전극부)를 구비하고 반대되는 타측 음극판과 양극판에는 양극단자(+전극부)를 구비한다.

[0024] 상기 셀간 연결재는 상기 평판형 단위셀 간 공간을 채우면서 공기 유입이 가능하도록 다공성의 집전체, 집전 베쉬 중 선택된 1종 또는 이들의 조합으로 형성한다.

[0025] 상기 평판형 단위셀은 다수 개의 관형 통공이 형성되며 연료극 겹 지지체인 평판형 지지체와 상기 평판형 지지체의 일면과 양측면 및 타면 일부를 감싸도록 코팅되는 전해질막과 상기 평판형 지지체의 반대되는 타면에서 상기 평판형 지지체가 노출되는 부분에 코팅되는 세라믹 연결재와 상기 전해질막에 코팅되는 공기극을 포함한다.

[0026] 상기 평판형 지지체는 NiO-YSZ를 포함하고, 상기 전해질막은 YSZ를 포함하고

[0027] 상기 세라믹 연결재는 LST와 LSF를 포함하고, 상기 공기극은 GDC, LSCF-GDC, LSC를 포함한다.

[0028] 상기 평판형 단위셀에 상기 상부 캡과 상기 셀 하부 슬릿을 결합하고 밀봉 유리로 부착한다.

[0029] 상기 연료가스는 수소를 포함한다.

[0030] 길이방향으로 일단은 차폐되고 반대되는 타단은 다수 개의 관형 통공이 형성되며 중간 부분은 다수 개의 관형 통공과 연통됨과 동시에 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 유로부가 형성되며, 타단에서 상기 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누는 위치에 끼움홈이 형성된 평판형 단위셀과 상기 평판형 단위셀과 결합되고, 상기 다수 개의 관형 통공과 연통되는 공간이 형성되고 연료가스가 주입되는 연료가스 입구와 연료가스가 배출되는 반응 가스 출구가 구비되며, 상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 메니폴드를 포함한다.

[0031] 상기 메니폴드는 상기 메니폴드를 상기 평판형 단위셀과 결합시 상기 단위셀의 끼움홈에 결합되며 상기 공간 및 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 상기 다수 개의 관형 통공의 반과 연통되는 제1 공간과 상기 다수 개의 관형 통공의 나머지 반과 연통되는 제2 공간을 형성하는 격판을 포함하며, 상기 연료가스 입구는 상기 제1 공간과 연통되고, 상기 가스 출구는 제2 공간과 연통된다.

[0032] 상기 메니폴드는 상기 평판형 단위셀의 타단과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하거나, 상기 평판형

단위셀을 다수 개 결합하여 형성한 스택 모듈의 타단들과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성한다.

[0033] 상기 스택 모듈에서 평판형 단전지 모듈들은 셀간 연결재를 매개로 결합되며, 상기 스택 모듈의 양면에 셀간 연결재를 매개로 음극판과 양극판을 더 결합하고, 일측 음극판과 양극판에는 음극단자(-전극부)를 구비하고 반대되는 타측 음극판과 양극판에는 양극단자(+전극부)를 구비한다.

[0034] 상기 셀간 연결재는 상기 평판형 단위셀 간 공간을 채우면서 공기 유입이 가능하도록 다공성의 집전체, 집전 메쉬 중 선택된 1종 또는 이들의 조합으로 형성한다.

[0035] 상기 평판형 단위셀은 길이방향으로 일단은 차폐되고 반대되는 타단은 다수 개의 관형 통공이 형성되며 중간 부분은 두께 방향으로 관통되며, 상기 중간 부분에 다수 개의 관형 통공을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 유로부를 형성하는 분리바가 구비된 중간판과 상기 중간판의 일면에 상기 유로부를 덮도록 부착되며 연료극인 제1 평판형 지지체와 상기 제1 평판형 지지체에 코팅되는 전해질막과 상기 전해질막에 코팅되는 공기극과 상기 중간판의 반대되는 타면에 상기 유로부를 덮도록 부착되는 제2 평판형 지지체와 상기 제2 평판형 지지체에 코팅되는 세라믹 연결재를 포함한다.

[0036] 상기 중간판은 금속재 또는 세라믹으로 이루어진다.

발명의 효과

[0037] 본 발명은 평판형 단위셀 또는 평판형 단위셀을 이용하고, 한쪽 방향에만 메니폴드를 적용하며 U자형 연료가스 흐름을 갖도록 단전지 모듈 또는 스택 모듈을 구성한다.

[0038] U자형 연료가스 흐름은 연료가스 또는 바깥쪽의 공기가 긴 패스(path)를 흐르면서 반응할 수 있게 표면적을 최대화하여 연료가스 또는 공기의 이용률을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

[0039] 특히, 메니폴드는 평판형 단위셀과 평판형 단위셀의 반을 나누어 연료가스의 유입과 배출을 하나의 메니폴드에서 수행되도록 하므로 밀봉 효율을 높일 수 있고, 연료가스의 유입과 배출이 하나의 메니폴드에서 이루어지므로 메니폴드와 단위셀들이 연결되는 부분만 용접 및 밀봉재 처리하여 고정함으로써 스택 모듈의 안정성을 보다 높일 수 있고, 유입되는 연료가스와 배출되는 고온의 반응가스와의 열교환을 기능을 가져 연료전지와 전해셀의 성능 및 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 평판형 단위셀을 보인 단면 사시도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 평판형 단위셀의 제작 공정을 설명하기 위한 도면.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 의한 평판형 단위셀의 일단에 상부 캡을 결합하고 타단에 셀 하부 슬릿을 결합하여 단전지 모듈을 형성한 모습을 보인 정면도.

도 3b는 도 3a의 단면도.

도 3c는 도 3a를 A 방향에서 보인 저면도.

도 4는 도 3a의 단전지 모듈에 메니폴드를 결합한 모습을 보인 단면도.

도 5는 도 3a의 단전지 모듈을 다수개 적층하여 스택 모듈을 형성한 상태를 도 4의 A 방향에서 보인 도면.

도 6은 본 발명의 다른 실시예로 중간판을 보인 정면도.

도 7a는 도 6의 중간판을 적용하여 평판형 단위셀을 제작하는 공정을 설명하기 위한 도면.

도 7b는 도 6의 중간판을 적용하여 제작한 평판형 단위셀을 도 6의 A 방향에서 보인 도면.

도 7c는 도 6의 중간판을 적용하여 제작한 평판형 단위셀을 도 6의 B-B 방향으로 자른 상태를 보인 도면.

도 7d는 도 6의 중간판을 적용하여 제작한 평판형 단위셀을 도 6의 C-C 방향으로 자른 상태를 보인 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0042] 본 발명의 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀은 평판형 단위셀 또는 평판형 단위셀을 이용하고, 한쪽 방

향에만 메니폴드를 적용하며 U자형 연료가스 흐름을 갖도록 단전지 모듈 또는 스택 모듈을 구성한다. U자형은 역U자형 구조도 포함한다.

- [0043] 설명의 편의를 위해 평판형 단위셀을 이용하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀 및 평판형 단위셀을 이용하는 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀로 나누어 설명하기로 한다.
- [0044] [일 실시예]
- [0045] 일 실시예는 평판형 단위셀을 이용하여 단전지 모듈 또는 스택 모듈을 구성할 수 있다.
- [0046] 도 1에 도시된 바와 같이, 평판형 단위셀(100)은 길이방향으로 연료가스 이동을 위한 다수 개의 관형 통공(111)이 형성된다. 평판형 단위셀(100)은 평판형 지지체(110), 전해질막(120), 세라믹 연결재(130) 및 공기극(140)을 포함한다. 연료가스는 수소가스를 예로 들어 설명한다.
- [0047] 평판형 지지체(110)는 연료극 겸 지지체이다. 평판형 지지체(110)는 NiO-YSZ로 이루어진 다공성 세라믹 지지체일 수 있다. 지지체인 연료극의 다공성 세라믹은 가스 이동과 산소 이온 그리고 전자를 각각 이동 가능하게 한다. 평판형 지지체(110)는 소정의 길이와 두께를 갖는 직육면체 형상으로 형성된다. 평판형 지지체(110)는 길이 방향으로 연료가스 이동을 위한 다수 개의 관형 통공(111)이 형성된다. 관형 통공(111)은 연료가스 또는 바깥쪽의 공기가 긴 패스(path)를 흐르면서 반응할 수 있게 표면적을 최대화하여 연료가스 또는 공기의 이용률을 극대화할 수 있다.
- [0048] 관형 통공(111)은 단면이 원형 또는 사각형으로 될 수 있다. 예를 들어, 평판형 지지체는 길이가 약 200mm, 폭이 약 40mm, 두께가 약 5mm의 길이로 제작될 수 있다. 관형 통공(111)은 약 2.8mm의 정사각형 단면을 가지며 왼쪽으로 6개, 오른쪽으로 6개씩 12개가 형성될 수 있다. 실시예에서 관형 통공(111)은 약 2.8mm의 정사각형 단면을 가지며, 왼쪽으로 3개, 오른쪽으로 3개씩 6개가 있도록 형성된 것을 예로 들어 도시하였다.
- [0049] 평판형 지지체(110)의 일면과 양측면 및 일면과 반대되는 타면 일부를 감싸도록 전해질막(120)이 코팅되고, 전해질막(120)이 코팅된 반대면에 해당하는 평판형 지지체(110)의 타면에서 평판형 지지체(110)가 노출되는 부분에 세라믹 연결재(130)가 코팅되고, 전해질막(120)에 공기극(140)이 코팅되어 공기극/전해질막/평판형 지지체/세라믹 연결재로 구성된 평판형 단위셀(100)을 제작할 수 있다. 세라믹 연결재(130)는 전해질막(120)과 연결되게 평판형 지지체(110)가 노출되는 부분에 코팅되거나 밀봉 효율을 높이기 위해 평판형 지지체(110)가 노출되는 부분에 노출 부분 보다 넓은 면적으로 코팅될 수 있다.
- [0050] 공기극(140)은 평판형 지지체(110)의 일면 폭보다 좁은 폭으로 전해질막(120)의 일면에 코팅한다. 바람직하게는 공기극(140)은 세라믹 연결재(130)와 대응되는 폭으로 전해질막(120)의 일면에 코팅된다. 공기극(140)이 평판형 지지체(110)의 폭과 동일한 폭으로 전해질막(120)에 코팅되면 스택(모듈) 제작시 공기극측 메니폴드에 사용시 금속 부분과 접촉하여 쇼트 발생의 우려가 있다. 따라서 도 1과 같이 공기극(140)은 평판형 지지체(110)의 일면 폭 및 길이 보다 좁은 폭과 길이로 전해질막(120)의 일면에 코팅한다.
- [0051] 평판형 지지체(110)의 일면과 양측면 및 일면과 반대되는 타면 일부를 감싸도록 코팅되는 전해질막(120)은 평판형 단위셀(100)의 폭 방향 양단에서 가스 누설이 생기지 않도록 밀봉하는 역할을 한다.
- [0052] 평판형 지지체(110)는 NiO-YSZ, 전해질막(120)은 YSZ, 세라믹 연결재(130)는 LST와 LSF, 공기극(140)은 GDC, LSCF-GDC, LSC의 조성으로 이루어진다.
- [0053] YSZ는 지르코니아계 세라믹스(이트리아 안정화 지르코니아)이고, LST와 LSF는 란탄늄계 페로브스카이트이며, LSCF는 란탄 스트론튬 코발트 철 복합산화물이다.
- [0054] 구체적으로, YSZ는 $ZrO_2-8molY_2O_3$ 이다. NiO-YSZ는 NiO와 YSZ의 복합체이고 NiO와 YSZ는 무게비로 $0.1 \leq x \leq 0.9$ 의 조성을 가질 수 있으며 이중에서 무게비로 1:1인 조성에서 가장 우수한 특성을 갖는다.
- [0055] LST는 $La_xSr_{1-x}TiO_3(0.1 \leq x \leq 0.9)$ 이며, 실시예 $x=0.3$ 에서 성능이 가장 우수하다. LSF는 $La_xSr_{1-x}FeO_3(0.1 \leq x \leq 0.9)$ 이며, 실시예 $x=0.6$ 에서 성능이 가장 우수하다.
- [0056] LSC는 $La_xSr_{1-x}CoO_3(0.1 \leq x \leq 0.9)$ 이며, 실시예 $x=0.6$ 에서 성능이 가장 우수하다. LSCF는 $(La_xSr_{1-x})(Co_yFe_{1-y})O_3(0.1 \leq x \leq 0.9, 0.1 \leq y \leq 0.9)$ 이며, 실시예 $x=0.6, y=0.2$ 에서 성능이 가장 우수하다. GDC는 $(CeO_2-xGd_2O_3)(1mol\% \leq x \leq 30mol\%)$ 이며, 실시예 $x=10mol\%$ 에서 성능이 가장 우수하다.

- [0057] 평판형 단위셀(100)은 다음과 같은 공정으로 제작할 수 있다.
- [0058] 도 2에 도시된 바와 같이, 먼저 연료극 겸 지지체인 NiO-YSZ 평판형 지지체(110)를 제작한다. NiO-YSZ 평판형 지지체(110)를 제작하기 위해서 NiO와 YSZ를 알콜(또는 물) 및 유기바인더 그리고 기공형성제를 포함하여 혼합한 후 평판형 지지체 형상으로 압출 성형한다. 이를 건조한 후 1000℃이상의 온도에서 예비 열처리(예비 소결)하여 평판형 지지체(110)를 제작한다. 예를 들어, 소결 후 평판형 지지체(110)의 최종크기는 길이가 175mm, 폭은 55mm 내외 두께는 5mm 내외로 제작할 수 있다. 평판형 지지체의 중심에는 원형 또는 사각인 다수 개의 관형 통공(hole)이 있도록 한다. 본 실시예에서는 약 2.8mm의 정사각형 관형 통공(111)이 왼쪽으로 3개 오른쪽으로 3개씩 있어 모두 6개의 홀이 있게 도시하였다.
- [0059] 실제로 제작되는 평판형 단전지 모듈 또는 스택 모듈에서는 6개의 관형 통공에서 왼편의 3개를 연료가스 입구측으로 사용하고 오른편의 3개를 반응 가스 출구측으로 사용할 수 있다.
- [0060] 다공성(porous)으로서 연료극 겸 지지체인 평판형 지지체(110)를 NiO-YSZ(1:1)의 조성으로 압출성형과 소결처리로 제작한 다음, 산소이온 전도체인 YSZ를 평판형 지지체(110)에 슬러리 코팅하고 건조후 예비 소결하여 약 10~40 μ m의 두께로 표면을 코팅하여 전해질막(120)을 형성한다.
- [0061] 슬러리는 약 50g의 YSZ 분말을 에칠알콜 400cc와 피쉬오일 10cc 그리고 유기 바인더인 PVB에 녹이고 분산시켜서 제조한다. 평판형 지지체(110)에서 세라믹 연결재를 코팅할 타면은 양면테이프와 같은 유기물로 부착하여 열처리시 YSZ가 코팅되지 못하도록 한다. 따라서 양면테이프와 같은 유기물로 부착한 평판형 지지체(110)의 타면을 제외한 나머지 3면을 YSZ로 코팅할 수 있다. 바람직하게는 평판형 지지체(110)의 일면과 양측면 및 일면과 반대되는 타면 일부를 YSZ로 코팅할 수 있다. 더 바람직하게는 평판형 지지체(110)에서 양면테이프와 같은 유기물로 부착한 면을 제외한 나머지 면이 YSZ로 코팅될 수 있다.
- [0062] 평판형 지지체(110)에 YSZ를 코팅한 후 예비 소결온도인 1250℃에서 다시 열처리한다. 열처리후 양면 테이프가 있던 곳은 YSZ 부분이 떨어져 나가고 없어져 NiO-YSZ 평판형 지지체(110)의 표면이 그대로 노출된다.
- [0063] 다음으로 평판형 지지체(110)가 노출된 부분을 세라믹 연결재의 한 성분인 LST로 코팅한다. 슬러리용 페이스트 점도를 높여 LST 조성의 페이스트를 먼저 제조하고, 노출된 NiO-YSZ 부분 보다 넓은 면적으로 코팅한다. 이때, 코팅은 스크린 프린팅기를 이용할 수 있다. YSZ 평판형 지지체(110)의 표면이 노출된 부분에 LST 조성으로 코팅하고 1250℃로 열처리하여 세라믹 연결재의 첫 번째 층을 코팅한다. 다음으로는 세라믹 연결재의 두 번째 층을 LSF 조성으로 코팅한다.
- [0064] LST 조성과 같은 조건으로 LSF 조성의 페이스트를 제조한 후, LST 조성의 위에 스크린 프린팅하여 치밀막을 제조한다. 다음으로 건조하고 1250℃에서 예비 소결한다. 이렇게 만들어진 셀의 예비 소결체를 최종적으로 1500℃ 이상의 고온으로 같이 동시에 열처리(공소결)하여 전해질막(YSZ막)/평판형 지지체(NiO-YSZ)/세라믹 연결재(LST막+LSF막)로 구성된 단위셀을 제작한다. 최종 소결시 각각의 성분은 소결 수축율의 차이로 휨이 발생할 수 있으므로 알루미늄 브릭 등으로 눌러서 소결하거나 누르기로 소결하여 도 2의 (c)에 도시된 바와 같은 편평한 모양의 전해질막/평판형 지지체/세라믹 연결재로 구성되는 단위셀을 제작한다.
- [0065] 도 2의 (d)에 도시된 바와 같이, 전해질막(120)에 공기극(140)을 코팅한다. 공기극(140)은 GDC를 1차 공기극으로 프린팅하고 1250℃에서 열처리하며, 다시 LSCF-GDC 혼합공기극을 2차 공기극으로 프린팅하고 1100℃열처리하며, 마지막으로 3차 공기극으로 LSC를 프린팅한 후, 약 800℃에서 열처리하여, 도 2의 (d)에 도시된 바와 같은 최종 평판형 단위셀(100)을 제조한다.
- [0066] 도 2의 (e)에 도시된 바와 같이, 평판형 단위셀(100)들은 셀간 연결재로 적층하여 스택을 형성할 수 있다.
- [0067] 셀간 연결재는 평판형 단위셀(100) 간 공간을 채우면서 전기적 접촉 역할과 공기극(140)에 공기 유입이 가능하도록 집전층, 다공성의 집전체, 집전 메쉬 중 선택된 1종 또는 이들의 조합으로 형성할 수 있다.
- [0068] 실시예에서는 셀간 연결재는 공기극(140)에 부착 또는 도포한 집전층(150)과 집전층(150)의 상부에 거치한 집전체(160)를 포함하고, 집전체(160)와 세라믹 연결재(130)의 사이에도 집전층(150)을 부착 또는 도포하여 집전 효율을 향상시킬 수 있도록 한다. 집전층(150)은 LSM, LSF, LSC, Ag(은 페이스트) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0069] 집전체(160)는 공기극(140)으로 공기가 유입되는 유로부를 형성한다. 집전체(160)는 주름식 또는 메쉬 형태로 도시하였다.
- [0070] 도 3a에 도시된 바와 같이, 평판형 단위셀(100)의 일단에 상부 캡(200)을 결합하고 반대되는 타단에 셀 하부 슬

릿(300)을 결합하여 단전지 모듈을 형성할 수 있다.

- [0071] 도면상 평판형 단위셀(100)에서 일단은 상부 측이 되고, 타단은 하부 측이 된다.
- [0072] 상부 캡(200)은 평판형 단위셀(100)의 일단에 대응되는 사각 캡 형상으로 형성된다. 상부 캡(200)은 평판형 단위셀(100)의 길이방향 일단에 결합되어 다수 개의 관형 통공(111)을 서로 연통시키면서 평판형 단위셀(100)의 일단을 외부와 차폐한다. 즉, 상부 캡(200)은 평판형 단위셀(100)의 상부 측을 막는 마개 역할을 하면서 평판형 단위셀(100)의 상부 측에 다수 개의 관형 통공들(111a, 111b)을 서로 연통시키는 공간(210)을 형성한다.
- [0073] 도 3b 및 도 3c에 도시된 바와 같이, 셀 하부 슬릿(300)은 평판형 단위셀(100)의 길이방향 타단에 결합된다. 셀 하부 슬릿(300)은 다수 개의 관형 통공(111)을 개구시키는 개구부(320)가 형성된다. 셀 하부 슬릿(300)은 저면 테두리에서 반을 나누는 위치에 끼움홈(330)이 형성된다. 끼움홈(330)에는 후술할 격판이 끼워져 다수 개의 관형 통공(111)을 반으로 나눈다. 셀 하부 슬릿(300)은 후술할 메니폴드와 평판형 단위셀(100)을 용이하게 연결하기 위한 것이다. 실시예에서 끼움홈(330)은 셀 하부 슬릿(300)의 저면 테두리에서 반을 나누는 위치에 사각 형상으로 요입 형성되나, 끝단이 뾰족한 삼각형 형상으로 요입 형성될 수도 있다.
- [0074] 상부 캡(200)과 셀 하부 슬릿(300)은 평판형 단위셀(100)의 일단과 타단에 결합되고 결합된 부분을 고온 밀봉 유리로 부착하여 밀봉된다. 상부 캡(200)과 셀 하부 슬릿(300)은 금속 또는 세라믹 재질로 형성될 수 있다. 평판형 단위셀(100)에 상부 캡(200)과 셀 하부 슬릿(300)이 부착되어 형성되는 단전지 모듈은 가스밀봉이 용이하고 서로 간의 연결이 용이하다.
- [0075] 도 3b에 도시된 바와 같이, 평판형 단위셀(100)은 상부 캡(200) 및 셀 하부 슬릿(300)과 결합되는 부분에 전해질막(120)이 감싸 밀봉 및 절연 기능을 유지하며, 도 3a 및 도 3c에 도시된 바와 같이, 공기극(140) 및 세라믹 연결재(130)는 상부 캡(200) 및 셀 하부 슬릿(300)과 접촉하지 않아 전기적 쇼트 발생이 방지된다.
- [0076] 도 4에 도시된 바와 같이, 단전지 모듈의 셀 하부 슬릿(300)에 메니폴드(400)가 결합된다. 메니폴드(400)는 다수 개의 관형 통공(111)과 연통되는 공간(420, 430)이 형성되고 연료가스가 주입되는 연료가스 입구(450)와 연료가스가 배출되는 반응 가스 출구(460)가 구비된다. 메니폴드(400)는 메니폴드(400) 내의 공간(420, 430) 및 다수 개의 관형 통공(111)을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형(도면상 역U자형)으로 형성한다.
- [0077] 메니폴드(400)는 격판(410)이 메니폴드(400) 내의 공간(420, 430) 및 다수 개의 관형 통공(111)을 반으로 나눈다. 격판(410)은 메니폴드(400)에 구비되어 메니폴드(400)를 셀 하부 슬릿(300)과 결합시 셀 하부 슬릿(300)의 끼움홈(330)에 결합되어 공간(420, 430) 및 다수 개의 관형 통공(111a, 111b)을 반으로 나눈다.
- [0078] 격판(410)은 메니폴드(400) 내의 공간(420, 430)을 다수 개의 관형 통공(111)의 반(도면상 왼쪽의 3개의 관형 통공(111a))과 연통되어 입구측 메니폴드 역할을 하는 제1 공간(420)과 다수 개의 관형 통공(111)의 나머지 반(도면상 오른쪽의 3개의 관형 통공(111b))과 연통되어 출구측 메니폴드 역할을 하는 제2 공간(430)으로 나눈다. 격판(410)은 셀 하부 슬릿(300)의 끼움홈(330)에 결합되어 평판형 지지체(110)와 밀착되므로 제1 공간(420)과 제2 공간(430)을 완벽하게 분리한다.
- [0079] 연료가스(수소 등) 입구(450)는 제1 공간(420)과 연통되고, 가스 출구(460)는 제2 공간(430)과 연통된다. 따라서, 연료가스 입구(450)로 주입된 연료가스는 제1 공간(420)을 통해 도면상 왼쪽의 3개의 관형 통공(111a)을 통해 상부 캡(200) 방향으로 이동하고, 상부 캡(200)의 공간(210)을 통해 도면상 오른쪽의 3개의 관형 통공(111b)을 통해 셀 하부 슬릿(300) 방향으로 이동하고 제2 공간(430)으로 유입된 후 제2 공간(430)의 가스 출구(460)로 나가는 연료가스의 U자 흐름을 형성하게 된다. 반응 가스 출구(460)를 통해 미반응된 연료가스(수소 등)와 증기(물)가 배출된다.
- [0080] 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀은 공기극과 연료극에 공기와 연료가스(전해셀의 경우 스팀증기와 수소)를 각각 공급해주면 공기극에서 산소의 환원반응이 일어나 산소이온이 생성되고 전해질막을 통해 연료극으로 이동하며, 연료극에서는 관형 통공을 흐르는 연료가스와 산소이온이 반응하여 증기(물)로 산화되면서 전기를 생산하게 된다. 이러한 반응과정에서 생성된 고온의 증기와 미반응된 수소가 반응 가스 출구(460)를 통해 배출된다.
- [0081] 전해셀의 경우는 연료가스측에 스팀증기와 수소가 주입되고 외부에서 가해진 전기에너지에 의해 스팀이 연료극으로부터 수소와 산소로 분해되고 이중에 분해된 산소는 이온화되어 전해질막을 통과하여 반대측 공기극에 도달하고 다시 산소 기체로 전환되어 수소와 산소가 각각의 연료극과 공기극에서 생산된다. 마찬가지로 반응생성된 산소가스는 공기극으로부터 외부로 배출되고, 고온의 미반응된 스팀과 생성된 수소 가스는 연료극으로부터 반응

가스 출구를 통해 배출된다.

- [0082] 도 4에 도시된 바와 같이, 메니폴드(400)는 평판형 단위셀(100)의 일단에 상부 캡(200)을 결합하고 타단에 셀 하부 슬릿(300)을 결합하여 형성한 단전지 모듈의 셀 하부 슬릿(300)과 결합되어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성할 수 있다.
- [0083] 또한, 평판형 단위셀(100)의 한쪽 방향에만 메니폴드(400)를 적용하므로 평판형 단위셀(100)의 자유로운 신축이 가능하다. 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해질의 경우 정상운전을 위한 최초 환원반응이 평판형 단위셀(100)의 길이 방향 또는 폭 방향 수축을 발생하고 환원반응이 종료되거나 또는 일부 산화반응이 진행된다면 원래의 크기로 돌아오기도 하는데 이때 각 단계에서 약 5~10%의 길이변화를 수반한다.
- [0084] 따라서, 평판형 단위셀의 양쪽 방향에 메니폴드가 있으면 평판형 단위셀의 자유로운 신축을 방해함으로써 평판형 단위셀과 메니폴드를 연결하는 밀봉 부위에 크랙이 발생하여 가스누설을 유발하거나 심할 경우 평판형 단위셀의 수축을 억제하는 응력에 의한 평판형 단위셀의 파손을 유발할 수 있어 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해질의 안정성에 문제가 될 수 있다. 구체적으로, 평판형 단위셀의 양쪽에 메니폴드를 고정하는 구조는 단위셀이 열사이클 운전에서 산화와 환원이 발생할 경우 각 단계에서 부피변화가 수반되면서 서로 다른 단위셀들이 두 군데의 메니폴드에 밀봉재로 고정되어 있어 부피 또는 길이 변화 차이를 극복하지 못해 상당히 큰 응력이 발생하고 이 값이 한계치를 넘어설 경우 기계적으로 취약한 부분에서 크랙이 발생하고 재료의 파괴가 일어난다. 따라서 연료가스의 누설이 발생하고 성능 열화와 부식이 급격하게 일어날 수 있다.
- [0085] 그러나 본 실시예는 평판형 단위셀의 한쪽 방향에만 메니폴드를 고정하고 다른 한쪽은 자유롭게 거치되는 구조이므로 응력발생의 단점을 해소할 수 있다.
- [0086] 또한, 하나의 메니폴드(400)에 연료가스 입구(450)와 반응 가스 출구(460)가 형성되고 평판형 지지체(110)의 다수 개의 관형 통공(111)을 반으로 나누어 반은 연료가스 입구(450)와 연통되고 나머지 반은 반응 가스 출구(460)와 연통되게 하여 연료가스의 흐름을 U자형상으로 형성하므로 밀봉이 용이하고 연료가스 입구로 유입되는 연료가스와 반응 가스 출구로 배출되는 고온의 연료가스(전해질의 경우, 스팀 및 수소)와 열교환 기능을 가져 연료전지의 성능 및 효율을 향상시킬 수 있고, 금속 재질인 메니폴드(400)에 열 충격이 최소화되어 안정성을 확보할 수 있다.
- [0087] 또한, 연료가스가 하나의 평판형 단위셀의 관형 통공(111)을 흐르므로 상대적으로 긴 패스(path)를 흐르면서 전지반응에 참여할 수 있어, 연료가스의 이용률을 극대화할 수 있어 성능 및 효율 향상에 도움을 줄 수 있다.
- [0088] 또한, 메니폴드(400)는 셀 하부 슬릿(300)과 접촉하는 부분에 세라믹 코팅하여 금속 재질인 셀 하부 슬릿(300)과 절연 유지되게 할 수 있다. 또는, 메니폴드(400)는 절연을 위해 세라믹 소재로 형성할 수도 있다.
- [0089] 메니폴드(400)는 상부 내측면에 결합 슬릿(440)이 형성된다. 결합 슬릿(440)에 단전지 모듈의 셀 하부 슬릿(300)이 측면에서 슬라이딩식으로 결합된다. 메니폴드(400)의 결합 슬릿(440)에 평판형 단위셀(100)의 일단에 상부 캡(200)을 결합하고 타단에 셀 하부 슬릿(300)을 결합하여 형성한 단전지 모듈이 결합되면 개구된 면을 막고 실링 등을 통해 밀봉하여 연료가스 입구(450)와 반응 가스 출구(460)만 개구되게 한다.
- [0090] 단전지 모듈은 한 개를 사용하여 전기(연료전지의 경우)를 생산하거나 스팀의 고온 전기 분해에 의해 수소를 생산(전해질의 경우)할 수도 있지만, 원하는 전기 출력 또는 스팀의 전기분해에 의한 수소 생산 출력을 얻기 위하여 평판형 단위셀(100) 다수 개를 적층하여 스택(연료전지 또는 전해조) 모듈로 운전할 수 있다. 예를 들어, 단전지 모듈 20개를 적층하여 스택(연료전지 또는 전해조) 모듈을 구성할 수 있다.
- [0091] 단전지 모듈을 다수개 적층하여 스택 모듈을 형성한 상태를 도 4의 A 방향에서 보면 도 5에 도시된 바와 같다.
- [0092] 도 5에 도시된 바와 같이, 스택 모듈은 각 평판형 단위셀(100)의 일단에 상부 캡(200)을 결합하고 타단에 셀 하부 슬릿(300)을 결합하고 부착하여 평판형 단전지 모듈을 형성하고, 이 평판형 단전지 모듈을 다수 개 연결하여 형성할 수 있다. 실시예에서는 평판형 단전지 모듈을 4개 연결한 것을 예로 들어 도시하였다.
- [0093] 스택 모듈에서 평판형 단전지 모듈들은 셀간 연결재를 매개로 연결한다. 셀간 연결재는 평판형 단위셀(100)의 연료극의 바깥부분에서 연료가스의 밀봉과 함께 외부로 전기를 인출(또는 인가)하는 역할을 하는 세라믹 연결재(130)와 비슷한 역할을 하지만 차이점은 연료(반응)가스의 기밀성을 가질 필요는 없고 단지 세라믹 연결재(130)의 표면에 위치하여 이를 외부로 연결하면서 이웃하는 다른 평판형 단위셀의 공기극을 연결하여 전기적 접촉을 제공해주는 역할을 한다.

- [0094] 셀간 연결재는 평판형 단위셀(100) 간 공간을 채우면서 전기적 접촉 역할과 공기극(140)에 공기 유입이 가능하도록 집전층(150), 다공성의 집전체(160), 집전 메쉬 중 선택된 1종 또는 이들의 조합으로 형성할 수 있다.
- [0095] 평판형 단위셀(100)들을 잘 연결하기 위해서는 평판형 단위셀(100) 간 공간을 채우면서 전기전도가 충분히 일어날 수 있는 셀간 연결재가 필요하다. 셀간 연결재는 평판형 단위셀 간 공간을 채우면서 가스 흐름이 가능한 주름판 형상 또는 다공성 소재에 은(Silver) 또는 전도성 세라믹 페이스트(LSM, LSF, LSC 등)를 코팅하여 형성한 다공성의 집전체 또는 집전 메쉬일 수 있다.
- [0096] 예를 들어, 일정공간이상에서는 가스 흐름 및 채널과 같은 형상으로 주름판 형상을 만들고 이를 평판형 단위셀(100) 간에 채워 공기의 흐름이 용이하도록 하며, 주름판 형상에 은(Silver) 또는 LSM, LSF, LSC 등과 같은 전도성 세라믹 페이스트를 코팅하여 내산화성과 고전도성을 갖도록 한다. 특히, 평판형 단위셀(100) 간 공간이 비교적 큰 경우에는 스펀지나 우레탄 등에 전도성 페이스트를 코팅하여 연결함으로써 700℃ 정도의 열처리 유기성분을 태워 다공성의 셀간 연결재가 제조되게 하여 공기의 흐름과 공급을 원활하게 하고, 평판형 단위셀(100) 간에 생성(또는 인가)되는 전류가 양단의 음극단자와 양극단자로 잘 전도될 수 있도록 한다.
- [0097] 셀간 연결재는 다공성 또는 메쉬 구조로 되므로, 셀간 연결재층으로 블로워 등을 이용하여 공기를 불어 넣으면 외부로 노출된 공기극(140)에 공기가 유입(또는 배출)될 수 있다. 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀에서 공기극(140)에 유입(또는 배출)되는 공기의 양은 연료가스(또는 스팀)에 비하여 상대적으로 중요하지 않다. 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀은 연료가스 입구(450)를 통해 주입되는 연료가스(또는 스팀과 수소)의 양이 성능과 효율에 중요한 영향을 미치므로 공기극(140)에 공급되는 공기는 외부 공기를 이용한다.
- [0098] 스택 모듈의 양면에 셀간 연결재를 매개로 음극판과 양극판을 더 연결하고, 일측 음극판에는 음극단자(-전극부)를 연결하고 반대되는 타측 양극판에는 양극단자(+전극부)를 연결하여 최종 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀을 제작할 수 있다.
- [0099] 도 5에 도시된 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀에서 음극단자와 양극단자를 연결하고, 연료극에 수소(수소의 개질가스, 메탄가스 등의 연료가스)를 공급하고 공기극(140)에 공기를 공급하면 전지반응이 수행된다.
- [0100] 공기극(140)에서 산소의 환원반응이 일어나 산소이온이 생성되고 전해질막을 통해 연료극인 평판형 지지체(110)로 이동하며, 평판형 지지체에서는 관형 통공을 흐르는 수소와 산소의 환원반응이 일어나 물로 산화되면서 전자가 발생하여 전기를 생산하게 된다. 각 평판형 단위셀(100)에서 발생한 전자는 셀간 연결재를 통해 음극단자로 이동하고 양극으로 흐르면서 전기가 생산된다. 즉, 산소이온이 연료극인 평판형 지지체(110)에서 수소가스와 전기화학적으로 결합하여 전기를 발생시킨다. 반면, 전해셀에서는 반대의 방향으로 반응이 진행되는데 인가된 전기에 의해 먼저 연료극측에서 스팀이 분해되어 수소가 생성되고 분리된 나머지 산소는 이온화되어 전해질을 통과하고 이후 공기극에서 산소가스로 바뀌어 외부로 배출된다.
- [0101] 따라서 연료전지의 경우, 연료га스는 도 4의 평판형 단위셀(100)에서 왼쪽 3개의 관형 통공을 따라 상부까지 흐르고 다시 오른쪽 3개의 관형 통공을 따라 상부에서 하부로 흐르면서 전지반응으로 전기를 생산하게 된다. 이러한 전지반응은 평판형 단전지 모듈이 20단으로 적층된 경우 20단 각 평판형 단전지 모듈에서 동시에 다발적으로 일어나면서 같은 조건으로 발전을 하게 되므로 발전 효율이 높다. 마지막으로 메니폴드(400)의 제2 공간에 모아진 가스(연료+스팀+이산화탄소(개질가스의 경우) 등)는 반응 가스 출구(460)를 통해 배출된다. 마찬가지로 전해셀의 경우는 반대방향으로 반응이 진행되면서 스팀이 분해되어 연료극측에는 수소가 공기극측에는 산소가 제조되어 각각 배출된다.
- [0103] [다른 실시예]
- [0104] 다른 실시예는 평판형 단위셀을 이용하여 단전지 모듈 또는 스택 모듈을 구성할 수 있다.
- [0105] 평판형 단위셀(600)은 도 6에 도시된 중간판(610)을 이용하여 제작할 수 있다.
- [0106] 중간판(610)은 길이방향으로 일단은 차폐되고 반대되는 타단은 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)이 형성되며 중간 부분은 두께 방향으로 관통되며, 중간 부분에 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 유로부(611a', 611b')를 형성하는 분리바(613)가 구비되는 형상이다.
- [0107] 분리바(613)는 중간판(610)의 양측을 연결하는 얇은 지지판(612)에 의해 그 위치가 고정될 수 있다. 분리바(613)와 중간판(610)의 두께는 동일하고 중간판(610)에서 분리바(613)에 의해 U자형 유로부(611a', 611b')가 형

성된다. 분리바(613)는 중간판(610)에서 하부는 연결되고 상부는 연결되지 않아 U자형 유로부(611a', 611b')를 형성할 수 있다.

- [0108] 중간판(610)은 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)을 반으로 나누는 위치에 끼움홈(617)이 형성된다. 다른 실시예에서 도시하지는 않았지만 끼움홈(617)에는 도 4에 도시된 메니폴드(400)의 격판(410)이 결합된다.
- [0109] 끼움홈(617)이 형성된 위치와 관형 통공(611a, 611b)의 형상은 도 7a에서 확인할 수 있다.
- [0110] 중간판(610)은 금속재 또는 세라믹으로 이루어진다. 중간판(610)은 전기적 접촉을 제공하는 기능과 연료극과 공기극에 공급되는 연료가스와 공기를 단위셀 표면에 고르게 분산시키고 연료극과 공기극의 각 기체들이 서로 섞이지 않도록 해주며, 공급된 연료가스와 공기가 외부로 유출되는 것을 막는 밀봉 역할을 한다.
- [0111] 중간판(610)은 금속재로 제작하면 대면적 제조 및 기계적 가공이 용이하고, 세라믹으로 제작하면 고전도도를 가져 장기간 운전되는 고체산화물 연료전지에 우수한 특성을 갖는다.
- [0112] 부도체인 세라믹으로 제조할 경우 니켈(Ni) 재질의 펠트(felt)와 같은 다공성 전도체를 중간판의 사이 공간에 삽입하여 연료가스 및 반응가스의 차압(흐름저항)이 크지 않으면서도 중간판의 아래와 위쪽에 부착되는 전해질 평판(제1 평판형 지지체)과 세라믹 연결재판(제2 평판형 지지체)을 서로 전기적으로 연결하게 제작할 수도 있다.
- [0113] 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이, 평판형 단위셀(600)은 중간판(610)의 일면에 유로부(611a', 611b')를 덮도록 부착되며 연료극이 되는 제1 평판형 지지체(620)와, 제1 평판형 지지체(620)에 코팅되는 전해질막(630)과 전해질막(630)에 코팅되는 공기극(640)과 중간판(610)의 반대되는 타면에 유로부(611a', 611b')를 덮도록 부착되는 제2 평판형 지지체(650)와 제2 평판형 지지체(650)에 코팅되는 세라믹 연결재(660)를 포함하는 구조로 된다.
- [0114] 제1 및 제2 평판형 지지체(620, 650)는 NiO-YSZ 조성 또는 LST 조성, 전해질막(630)은 YSZ 조성, 세라믹 연결재(660)는 LST와 LSF 조성, 공기극(640)은 GDC, LSCF-GDC, LSC 조성으로 이루어질 수 있다.
- [0115] 중간판(610)을 이용하여 평판형 단위셀(600)을 제조하면 중간판(610)이 연료가스와 공기가 직접 접촉하는 것을 방지하는 밀봉 기능을 수행하므로 가스 누설이 방지된다.
- [0116] 평판형 단위셀(600)은 중간판(610)의 일면에 전해질막(630)과 공기극(640)이 코팅된 제1 평판형 지지체(620)를 부착하고, 제1 평판형 지지체(620)가 부착된 반대면에 해당하는 중간판(610)의 타면에 세라믹 연결재(660)가 코팅된 제2 평판형 지지체(650)를 부착하여 형성한다. 평판형 단위셀(600)은 공기극/전해질막/제1 평판형 지지체/중간판/제2 평판형 지지체/세라믹 연결재로 구성된다.
- [0117] 중간판(610)은 중간 부분이 개구되어 있어 전해질막(630), 공기극(640), 세라믹 연결재(660)를 바로 코팅할 수 없고 연료극이 없기 때문에 연료극 역할을 하면서 전해질막(630)과 세라믹 연결재(660)의 지지체 역할을 할 수 있는 제1 평판형 지지체(620)와 제2 평판형 지지체(650)를 적용하여 평판형 단위셀(600)을 제작한다.
- [0118] 평판형 단위셀(600)은 다음과 같은 공정으로 제작할 수 있다.
- [0119] 도 7a에 도시된 바와 같이, 다공성(porous)으로서 연료극 겸 지지체인 NiO-YSZ 조성 또는 LST 조성의 제1 및 제2 평판형 지지체(620, 650)를 제작한다. NiO-YSZ 조성(또는 LST 조성)의 제1 및 제2 평판형 지지체(620, 650)를 제작하기 위해서 NiO와 YSZ(또는 LST 조성)를 알콜(용제) 및 바인더 그리고 기공형성제를 포함하여 혼합하고 건조한 후 제1 및 제2 평판형 지지체 형상으로 프레스 압축 성형 또는 압출 성형한다. 이를 건조한 후 1000℃ 이상의 온도에서 예비 열처리(예비 소결)하여 제1 및 제2 평판형 지지체(620, 650)를 제작한다. 소결 후 제1 및 제2 평판형 지지체(620, 650)의 최종크기는 길이가 175mm, 폭은 55mm 내외 두께는 5mm 내외가 되도록 제작할 수 있다. 즉, 동일한 조성 및 형상의 평판형 지지체(620, 650)를 2개 제작하며, 구분을 위해 제1 평판형 지지체(620)와 제2 평판형 지지체(650)로 기재한다.
- [0120] 제1 평판형 지지체(620)의 일면과 양측면에 전해질막(630)을 코팅하고, 제2 평판형 지지체(650)의 일면과 양측면에 세라믹 연결재(660)를 코팅하고 각각 소결하여 따로 준비한다.
- [0121] 전해질막(630)이 코팅된 제1 평판형 지지체(620)를 유로부(611a' 611b')를 덮도록 중간판(610)의 일면(도면상 상면)에 부착하고, 세라믹 연결재(660)를 코팅한 제2 평판형 지지체(650)를 유로부(611a' 611b')를 덮도록 중간판(610)의 타면(도면상 하면)에 부착한다.
- [0122] 다음으로 전해질막(630)에 제1 공기극, 제2 공기극 및 제3 공기극을 각각 프린팅하고 열처리하여 공기극(640)이

형성된 최종 평판형 단위셀(600)을 제작한다. 제1 공기극, 제2 공기극 및 제3 공기극은 전해질막(630)이 코팅된 제1 평판형 지지체(620)를 중간판(610)에 부착하기 전, 전해질막(630)에 프린팅에 의해 코팅될 수 있다.

[0123] 평판형 단위셀(600)의 제작 공정에서 전해질막(630), 세라믹 연결재(660), 공기극(640)은 일 실시예와 동일한 조건으로 제1 또는 제2 평판형 지지체(620, 650)에 코팅되므로 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0124] 평판형 단위셀(600)은 길이방향으로 일단은 차폐되고 반대되는 타단은 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)이 형성되며 중간 부분은 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)과 연통됨과 동시에 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성하는 유로부(611a', 611b')가 형성된다. 평판형 단위셀(600)은 타단에서 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)을 반으로 나누는 위치에 끼움홈(617)이 형성된다. 끼움홈(617)에는 도 4에 도시된 메니폴드(400)의 격판(410)이 끼워져 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)을 반으로 나누어 연료가스가 유입되는 입구와 반응가스가 배출되는 출구를 형성한다.

[0125] 일 실시예와 마찬가지로 평판형 단위셀(600)은 메니폴드(400)가 결합되어 최종적으로 연료가스의 U자 흐름을 형성한다.

[0126] 평판형 단위셀(600)에 메니폴드(400)가 결합된 도면은 도시하지 않았지만 도 4를 참조하여 설명하면, 메니폴드(400)는 평판형 단위셀(600)과 결합되고, 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)과 연통되는 공간(420, 430)이 형성되고 연료가스가 주입되는 연료가스 입구(450)와 반응가스가 배출되는 가스 출구(460)가 구비되며, 공간(420, 430) 및 평판형 단위셀(600)의 다수 개의 관형 통공(611a, 611b)을 반으로 나누어 연료가스의 흐름을 U자형으로 형성한다.

[0127] 평판형 단위셀(600)은 상부 캡, 셀 하부 슬릿이 결합되지 않고 평판형 단위셀(600)의 타단의 양측 돌출부가 메니폴드(400)의 결합 슬릿(440)에 직접 끼움 결합식으로 고정되는 점에서 일 실시예와 차이가 있다.

[0128] 평판형 단위셀(600)은 그 자체가 하나의 평판형 단전지 모듈을 형성한다.

[0129] 평판형 단위셀(600)은 다수 개를 적층식으로 결합하여 스택 모듈을 형성할 수 있다. 스택 모듈은 각 평판형 단위셀(600)들의 타단 양측 돌출부가 메니폴드(400)의 결합 슬릿(440)에 끼움 결합식으로 고정된다. 평판형 단위셀(600)들의 끼움 결합을 위해 개방한 부분은 음극판과 양극판재를 결합하여 막은 다음, 레이저 용접이나 밀봉재 및 브레이징 등을 이용하여 완전 밀봉한다. 평판형 단위셀(600)은 다수 개를 적층시 양단 고정공(615)에 고정핀을 결합하여 적층된 상태를 고정할 수 있다. 또한 단위셀과 메니폴드의 결합시 중간판과 지지판과의 두께 차이로 생긴 틈은 동일한 재질로 같은 모양으로 빈 틈만큼을 채워서 전체적으로 메니폴드에 박찬구조로 결합하여 밀봉이 용이한 구조로 한다.

[0130] 평판형 단위셀(600)을 다수 개를 적층식으로 결합하여 형성한 스택 모듈의 양면에 도 5와 같이, 셀간 연결재를 매개로 음극판과 양극판(510, 520)을 더 결합하고, 일측 음극판(510)에는 음극단자(-전극부)(530)를 구비하고 반대되는 타측 양극판(520)에는 양극단자(+전극부)(540)를 구비하여 고체산화물 연료전지를 제작할 수 있다.

[0131] 평판형 단위셀(600)은 중간판(610)을 금속재(예: STS)로 형성하는 경우 정상운전을 위한 환원반응에서 평판형 단위셀(600)의 신축이 발생하지 않으므로 보다 안정적인 운전이 가능하다.

[0132] 도 6의 A 방향에서 평판형 단위셀(600)을 보면 도 7b에 도시된 바와 같이, 중간판(610)의 타단은 일단에 비해 양측으로 더 돌출되고, 돌출된 부분에는 관형 통공이 형성되지 않는다. 다른 실시예에서 관형 통공(611a, 611b)은 중간판(610)의 타측에서 중간 부분의 유로부(611a', 611b')까지 연통되게 형성된다. 중간판(610)의 타단에서 양측으로 더 돌출된 부분은 메니폴드(400)의 결합 슬릿(440)에 끼움식으로 결합될 수 있다.

[0133] 도 6의 B-B 방향으로 자른 평판형 단위셀(600)을 보면 도 7c에 도시된 바와 같이, 중간 부분에 두 개의 유로부(611a', 611b')로 나누어진다.

[0134] 도 6의 C-C 방향으로 자른 평판형 단위셀(600)을 보면 도 7d에 도시된 바와 같이, 상부가 막혀 있다. 그리고 도 6에서 두 개의 유로부(611a', 611b')는 상부에서 서로 연통됨이 보여진다.

[0135] 따라서, 평판형 단위셀(600)의 왼쪽 3개의 관형 통공(611a)으로 유입된 연료가스가 중간 부분의 왼쪽 유로부(611a')를 통해 상부로 흐른 후 상부에서 오른쪽 유로부(611b')를 통해 하부로 흐른 후 오른쪽 3개의 관형 통공(611b)을 통해 배출되는 U자 흐름을 형성함을 확인할 수 있다.

[0136] 연료가스는 수소를 예로 들어 설명하였으나, 메탄 등 공기와 접촉하여 연소반응이 일어나는 다양한 종류가 적용 가능하다.

- [0137] 다른 실시예에서 일 실시예와 동일한 구성에 대해서는 중복 설명을 생략하였으므로 다른 실시예에 일 실시예를 혼용 가능하다.
- [0139] 상술한 일 실시예는 평판형 단전지 모듈 및 평판형 스택 모듈에서 연료가스 흐름이 U자 형상을 갖도록 한쪽 방향 메니폴드를 적용하여, 밀봉율을 높이고, 평판형 단위셀의 수축율과 열팽창율 차이에 따른 응력 발생을 방지하고, 열교환능력을 높여 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀의 단위셀에서 가스분배를 효과적으로 향상시킬 수 있다.
- [0140] 또한 다른 실시예는 평판형 단전지, 평판형 스택 모듈에서 연료가스 흐름이 U자 형상으로 갖도록 중간판 및 한쪽 방향 메니폴드를 적용하여, 밀봉율을 높이고 일 실시예와 같이 상부 캡 및 셀 하부 슬릿을 사용하지 않고 평판형 단위셀을 메니폴드에 직접 결합할 수 있어 제작의 용이성을 갖고 금속재인 중간판의 경우 연료전지의 정상 운전시에도 수축하지 않는 장점이 있다.
- [0141] 상술한 일 실시예와 다른 실시예는 한쪽 방향 메니폴드를 적용하여도 격판에 의해 연료가스가 유입되는 입구와 반응가스가 배출되는 출구가 완전히 분리되어 연료가스와 공기가 직접 접촉하여 연소반응이 일어나면서 발생하는 공기극 및 연료극 손상이 발생하지 않는다. 또한, 밀봉력이 우수하여 연료가스와 공기가 스택의 외부로 유출되어 단위셀 및 연료전지의 성능이 저하되는 문제점을 해결할 수 있다.
- [0142] 따라서, 평판형 단위셀과 평판형 단위셀의 반을 나누어 연료가스의 유입과 배출을 하나의 메니폴드에서 수행함으로써 밀봉 효율을 높일 수 있고, 연료가스의 유입과 배출이 하나의 메니폴드에서 이루어지므로 메니폴드와 단위셀들이 연결되는 부분만 용접 및 밀봉 처리하여 고정함으로써 스택 모듈의 안정성을 보다 높일 수 있다.
- [0143] 이와 같이, 본 발명은 평판형 단위셀과 평판형 단위셀의 반을 나누어 연료가스의 유입과 배출이 하나의 메니폴드에서 수행되게 하므로 밀봉 효율을 높이고 연료전지의 성능 및 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0144] 본 발명에서 설명의 편의를 위해 하나의 메니폴드에서 연료가스의 유입과 배출이 수행되는 것으로 설명하였지만, 실질적으로는 하나의 메니폴드에서 연료가스가 유입되고 평판형 단위셀 또는 평판형 단위셀의 U자형 유로를 흐르면서 공기와 반응한 고온의 반응가스가 배출되는 것이다.
- [0145] 또한, 본 발명을 전해셀로 이용할 경우, 연료가스는 스팀(수소 포함)이고 이를 전기분해하여 하나의 메니폴드에서 스팀(수소 포함)이 유입되고 평판형 단위셀 또는 평판형 단위셀의 U자형 유로를 흐르면서 분해하여 생성된 수소(스팀 포함)가 배출되는 것이다.
- [0146] 참고로, 상부 캡 및 셀 하부 슬릿이 평판형 단위셀과 결합되는 부분을 밀봉하는 밀봉재, 평판형 단위셀, 셀 하부 슬릿 및 메니폴드가 결합되는 부분을 밀봉하는 밀봉재나 용접 등은 도면에 도시하지 않았다.
- [0147] 또한, 도면부호 510,520,530,540은 본 발명의 스택 모듈이 연료전지로 사용되는 경우 표현된 부호이고, 본 발명의 스택 모듈을 전해셀로 사용하는 경우 보호와 명칭은 반대로 적용된다.
- [0148] 본 발명은 고체산화물 연료전지와 고체산화물 전해셀 중 하나 또는 양쪽으로 사용될 수 있다.

- [0150] 본 발명은 도면과 명세서에 최적의 실시예들이 개시되었다. 여기서, 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 발명은 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면, 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 권리범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

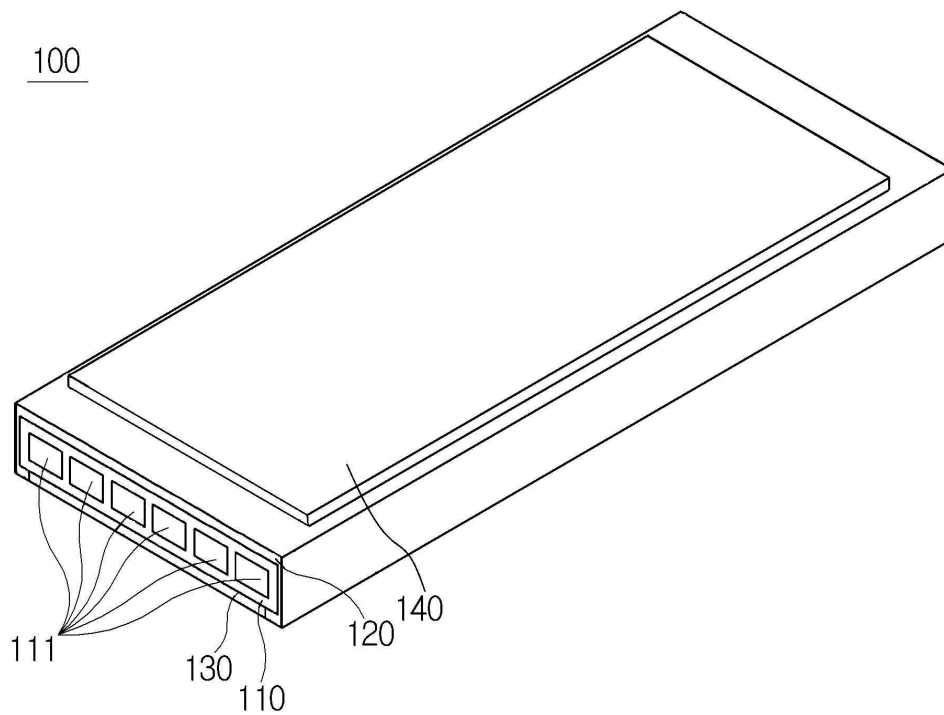
부호의 설명

- [0151] 100: 평판형 단위셀 110: 평판형 지지체
111,111a,111b: 판형 통공 120: 전해질막
130: 세라믹 연결재 140: 공기극
150: 집전층 160: 집전체

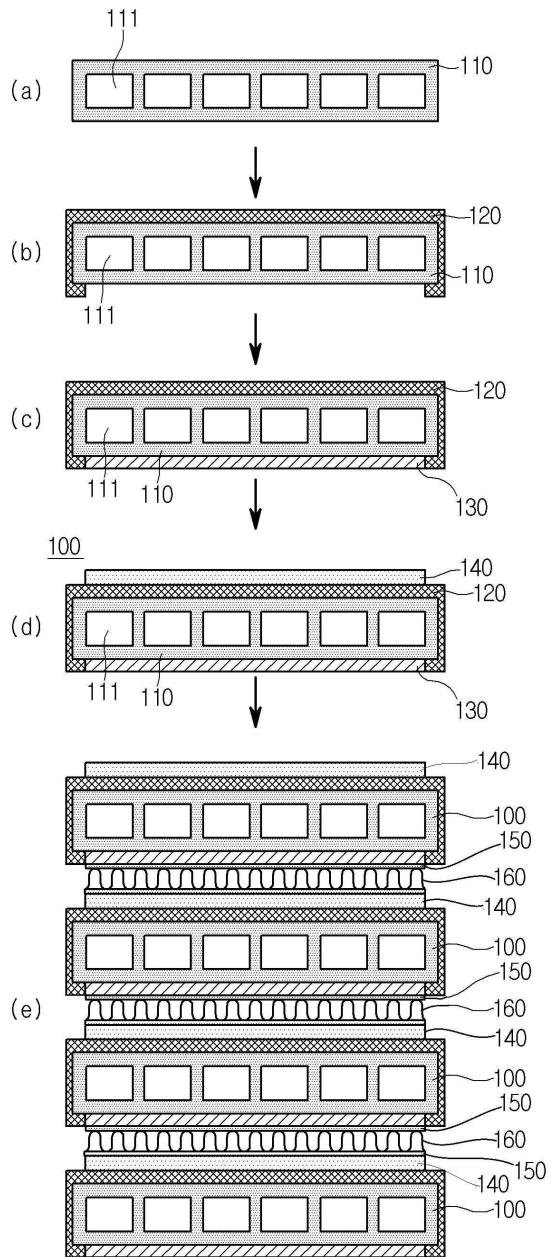
200: 상부 캡
 300: 셀 하부 슬릿 210: 공간
 320: 개구부 330: 끼움홈
 400: 메니폴드 410: 격판
 420,430,: 제1 및 제2 공간 440: 결합 슬릿
 450: 연료가스 입구 460: 반응 가스 출구
 510: 음극판 520: 양극판
 530: 음극단자(-전극부) 540: 양극단자(+전극부)
 600: 평판형 단위셀 610: 중간판
 611a,611b: 관형 통공 611a',611b':유로부
 613: 분리바 612: 지지판
 615: 고정공 617: 끼움홈
 620: 제1 평판형 지지체 630: 전해질막
 640: 공기극 650: 제2 평판형 지지체
 660: 세라믹 연결재

도면

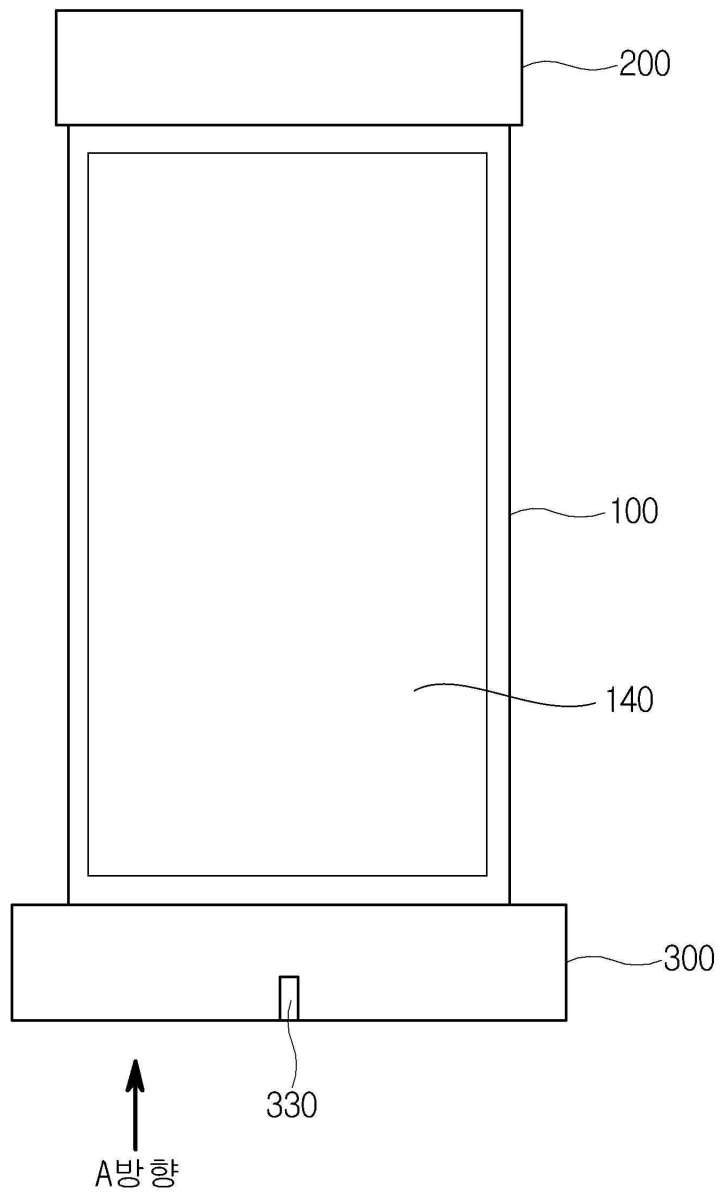
도면1



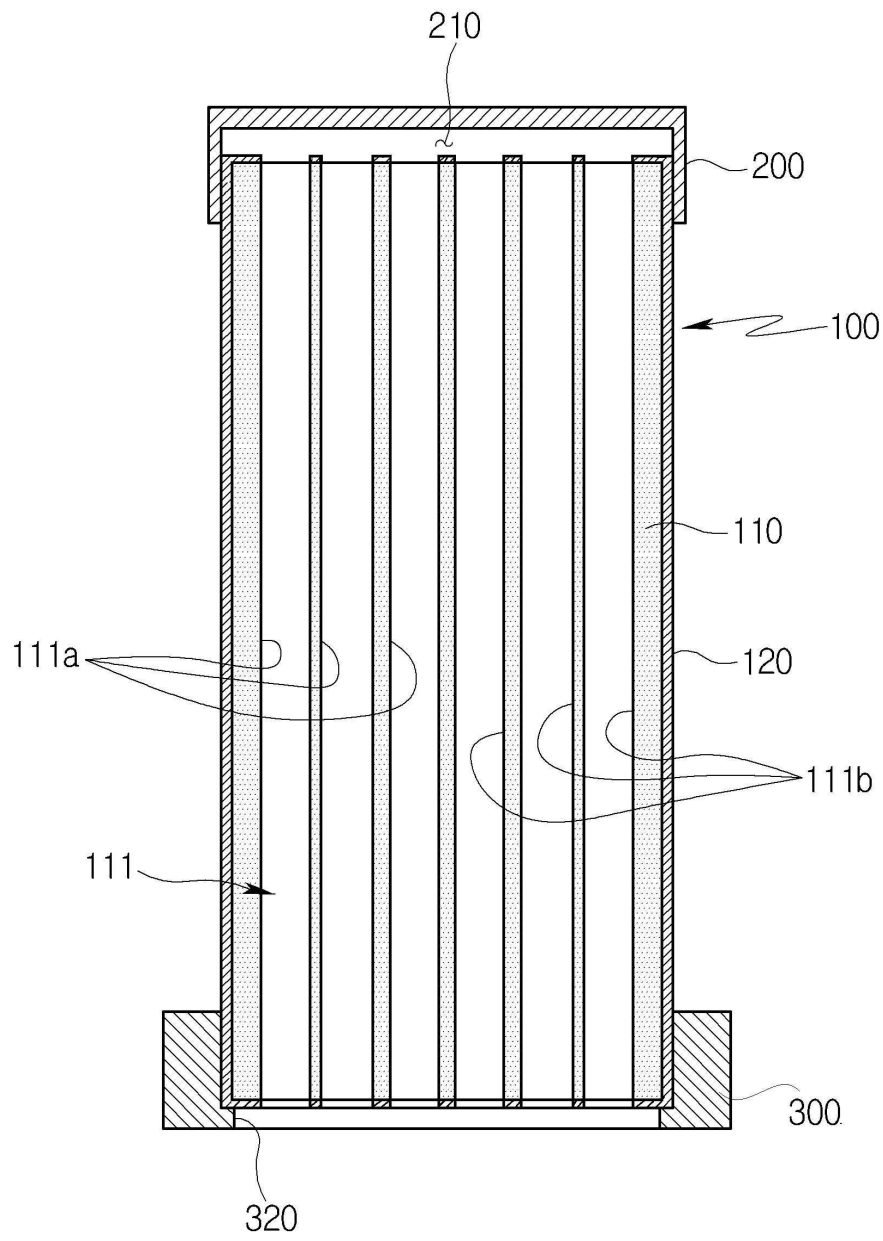
도면2



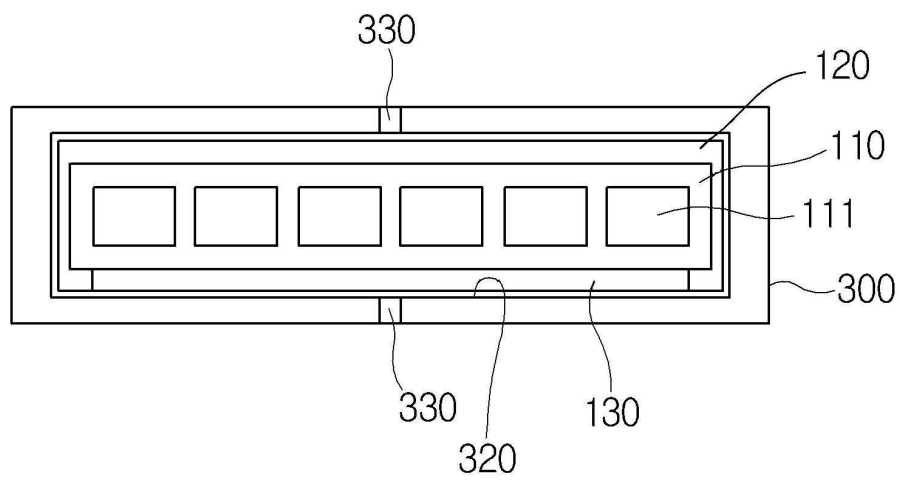
도면3a



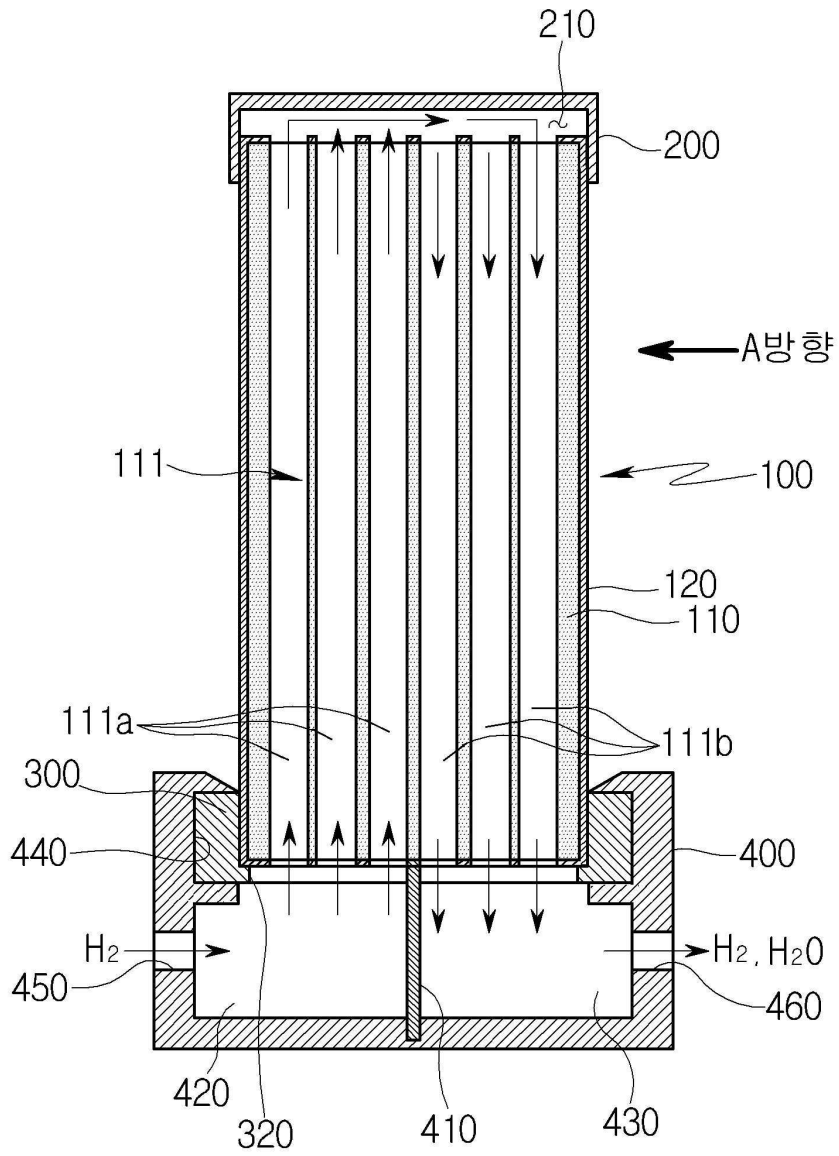
도면3b



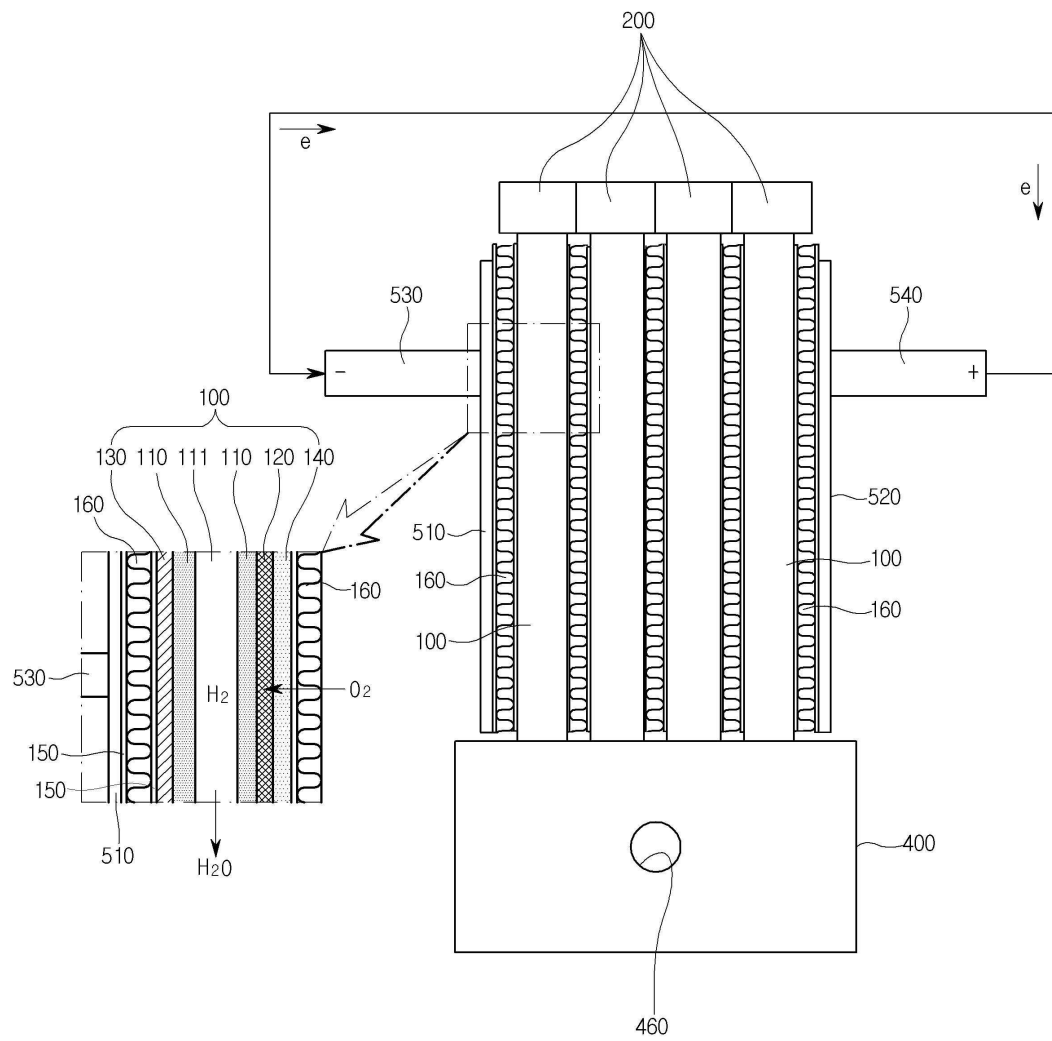
도면3c



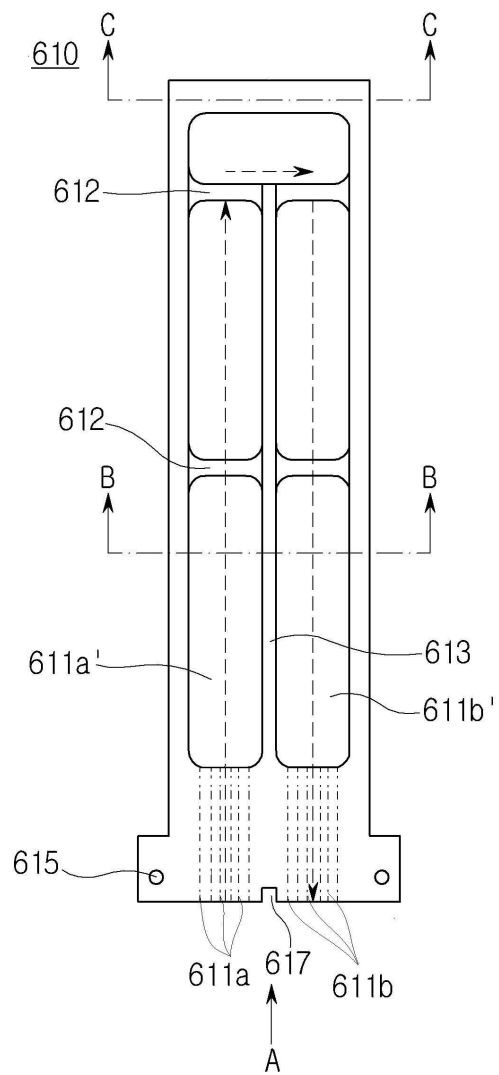
도면4



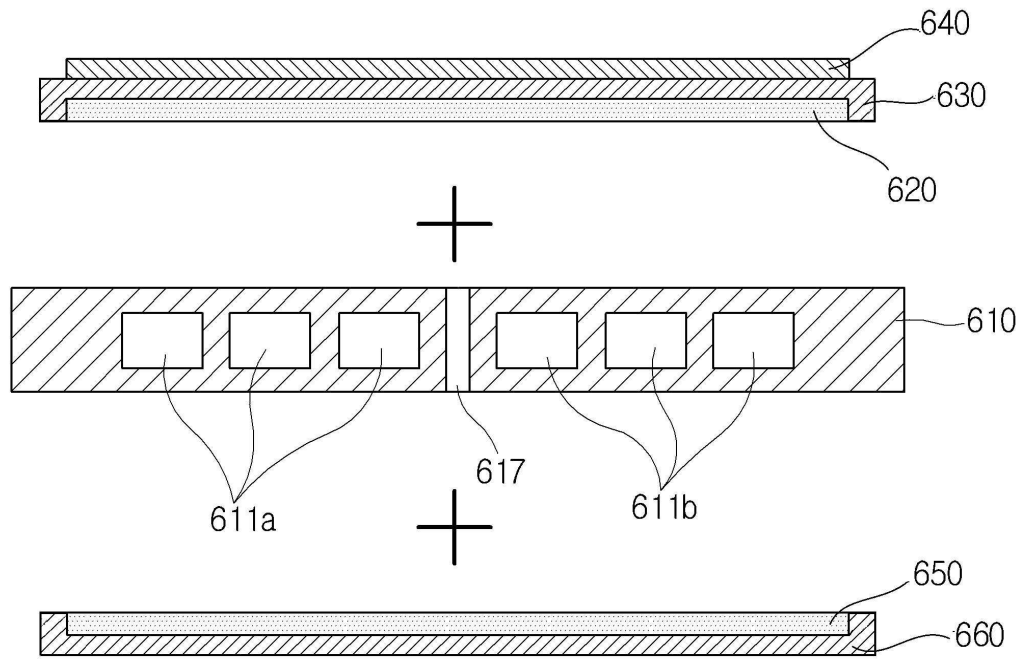
도면5



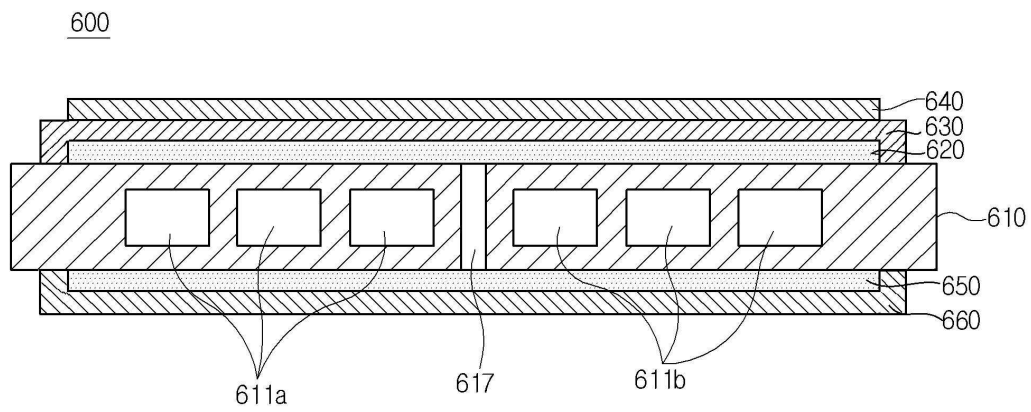
도면6



도면7a

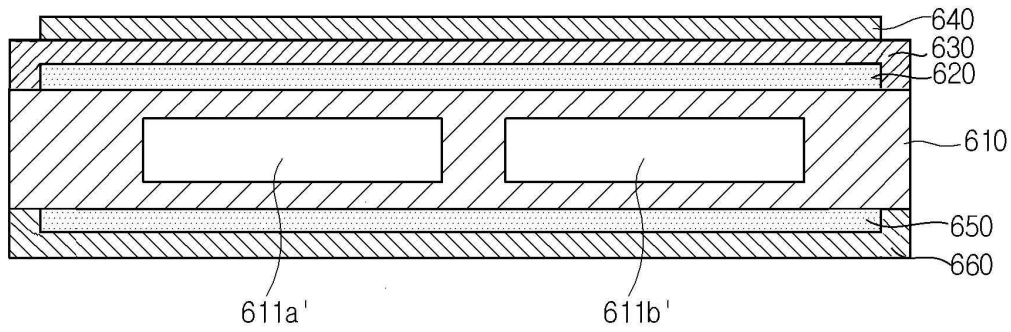


도면7b



도면7c

600



도면7d

600

