

## (19) 대한민국특허청(KR)

### (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H01M 8/10 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2006-0045974

H01M 8/24 (2006.01)

(43) 공개일자

2006년05월17일

H01M 8/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-0038350

(22) 출원일자 2005년05월09일

(30) 우선권주장	JP-P-2004-00140220	2004년05월10일	일본(JP)
	JP-P-2005-00034945	2005년02월10일	일본(JP)

(71) 출원인  
신꼬오덴기 고교 가부시키가이샤  
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80

(72) 발명자  
호리우치 미치오  
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80 신꼬오덴기 고교가부시키가  
이샤 내  
스가누마 시게아키  
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80 신꼬오덴기 고교가부시키가  
이샤 내  
와타나베 미사  
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80 신꼬오덴기 고교가부시키가  
이샤 내  
도쿠타케 야스에  
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80 신꼬오덴기 고교가부시키가  
이샤 내

(74) 대리인  
문두현  
문기상

심사청구 : 없음

(54) 고체 전해질 연료 전지 구성

#### 요약

1개의 판 형상의 고체 전해질 기판에 복수의 연료 전지를 형성함으로써, 밀폐 구조를 갖지 않고, 소형화와 저비용화를 도모하며, 내구성의 향상과 발전(發電) 효율의 향상을 도모할 수 있는 고체 전해질 연료 전지 구성을 제공한다.

1개의 평판 형상의 고체 전해질 기판, 특히 1개의 판 형상 고체 전해질 기판이 구비된 고체 전해질 연료 전지 구성과, 고체 전해질 기판의 일면에 형성된 복수의 애노드층과, 고체 전해질 기판의 일면의 반대측 면에 애노드층과 대향하는 위치에 형성된 복수의 캐소드층을 갖고, 고체 전해질 기판을 통하여 각각 대향하고, 애노드층과 캐소드층 사이가 직렬로 접속된 구성을 갖는 것을 특징으로 한다.

## 대표도

도 1

## 색인어

고체 전해질, 연료 전지, 애노드충, 캐소드충, 직렬

## 명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 비아 접속을 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 비아 접속을 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 비아 접속을 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 금속선과 메쉬(mesh) 접속을 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 분리된 기판을 갖는 염료 전지 구성의 도면.

도 6a 내지 도 6e는 본 발명의 제 6 실시예에 따른 분리된 기판을 갖는 영료 전지 구성의 도면.

도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 고정 부재를 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 8은 본 발명의 제 8 실시예에 따른 고정 부재를 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 9a 및 도 9b는 본 발명의 제 9 실시예에 따른 고정 부재를 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 제 10 실시예에 따른 원통형을 갖는 연료 전지 구성의 도면.

도 11a 및 도 11b는 본 발명의 제 11 실시예에 따른 이중의 원통형을 갖는 연료 전지 구성을

도 12a 및 도 12b는 종래 기술의 화학 연료 가스를 사용하는 고체 전해질 연료 전지의 기본 구성을 보여주는 예이다.

도 13은 종래 기술에 따른 화연(flame)을 사용하는 고체 전해질 연료 전지의 구성을 설명하는 도면

\* 도면의 중요 부분에 대한 복호의 설명 \*

1 11 12 ... 고체 전해질

2 21 22 ...캐스드총(고기)

3 31 32 ...에는 드총(연료 전극총)

25 25. 月 韓 月

86 ◊ 8 월

448 *W. J. G. Goss*

10  $\equiv$  3.31

43…관통 구멍

45, 46…메쉬 형상 금속

50, 60, 71, 72…프레임 형상 고정 부재

51…연장부

52…금속층

74…관통 구멍

75…볼트 및 너트

C1, C2, ...…연료 전지

W1, W2…리드선

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고체 전해질 연료 전지 구성에 관한 것이고, 더욱 상세하게는 고체 전해질 기판 위에 복수개의 애노드층과 캐소드층을 형성하여, 밀폐할 필요 없는 간단한 구조에 의해, 소형화, 박형화, 및 고출력화를 도모할 수 있는 고체 전해질 연료 전지 구성에 관한 것이다.

종래에는, 화력 발전에 대체하기 위한 저공해의 발전 수단, 또는 가솔린 등을 연료로 하는 엔진을 대체하기 위한 전기 자동차용 전기 에너지원으로서, 연료 전지 구성이 개발되어 실용화되어져 왔다. 이러한 연료 전지 구성에 대하여, 효율을 증가시키고 비용을 저감하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다.

이들 연료 전지 구성은 다양한 시스템에 의해 전력을 발전한다. 이들 중에서, 고체 전해질을 사용한 연료 전지 방식이 있다. 고체 전해질을 사용하는 연료 전지 구성의 일례로써, 이트리아(yttria-)(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)가 첨가된 안정화 지르코니아(zirconia)로 이루어진 소성체를 산소 이온 전도형의 고체 전해질층으로서 사용한 것이다. 이 고체 전해질층의 일면에는 캐소드층이 형성되고, 반면에 타면에는 애노드층이 형성된다. 이 캐소드층에는 산소 또는 산소 함유 기체가 공급되는 반면, 애노드층에는 메탄 또는 다른 연료 가스가 공급된다.

연료 전지 구성에서, 캐소드층에 공급된 산소(O<sub>2</sub>)가 캐소드층과 고체 전해질층 사이의 경계에서 산소 이온(O<sup>2-</sup>)으로 이온화된다. 산소 이온이 고체 전해질층에 의해 애노드층으로 전도되어 애노드층에 공급된다. 예를 들면, 메탄(CH<sub>4</sub>) 가스와 반응하여, 거기서 최종적으로 물(H<sub>2</sub>O)과 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)가 생성된다. 이 반응에서, 산소 이온이 전자를 방출하여서, 캐소드층과 애노드층 사이에 전위차가 발생한다. 그러므로, 캐소드층과 애노드층에 리드선을 부착하게 되면, 애노드층의 전자가 리드선을 통하여 캐소드층 층으로 흐르고, 연료 전지 구성에서 발전(發電)을 하게 된다. 이러한 연료 전지 구성의 구동 온도는 약 1000°C임을 유념한다.

그러나, 이 형식의 연료 전지 구성에서, 캐소드층 층에는 산소 또는 산소 함유 가스 공급 챔버와 애노드층 층에는 연료 가스 공급 챔버로 구성된 분리형 챔버를 준비하는 것이 필요하다. 고온 하에서 산화성 분위기와 환원성 분위기에 노출되기 때문에, 연료 전지의 내구성을 향상시키는 것이 곤란하다.

한편, 캐소드층과 애노드층 사이에서 기전력을 발생시키기 위해, 반대층에 연료 가스, 예를 들면, 메탄 가스와 산화 가스가 혼합된 혼합 연료 가스 중에 놓인 연료 전지를 형성하는 캐소드층과 애노드층이 구비된 고체 전해질층으로 구성된 연료 전

지 구조가 개발되었다. 이러한 형식의 연료 전지 구성에서, 캐소드층과 애노드층 사이에서 기전력을 발생시키는 원리는, 상술한 분리형 챔버 형식의 연료 전지 구성의 경우와 마찬가지이지만, 연료 전지 전체를 실질적으로 동일 분위기에 놓을 수 있기 때문에, 혼합 연료 가스가 공급되는 단일형 챔버를 사용할 수 있고, 연료 전지의 내구성을 향상시킬 수 있다.

그러나, 이러한 단일형 챔버의 연료 전지 구성에서도, 약 1000°C의 고온에서 구동되어야 하기 때문에, 혼합 연료 가스의 폭발의 위험성이 있다. 이러한 위험성을 회피하기 위해서, 산소 농도를 발화 한계보다 낮은 농도로 하면, 메탄 등의 연료의 탄화(carbonization) 문제가 생긴다. 그러므로, 혼합 연료 가스의 폭발을 방지하는 동시에 연료의 탄화 진행을 방지할 수 있는 산소 농도의 혼합 연료 가스가 사용 가능한 단일형 챔버의 연료 전지 구성이 제안되었다(예를 들면, 일본국 공개특허 제2003-92124호 공보 참조).

이 제안된 단일형 챔버의 연료 전지의 구성은 도 12a에 나타내었다. 이러한 연료 전지 구성은 고체 전해질층을 포함하는 연료 전지가 혼합 연료 가스의 흐름에 평행하게 적층된 구조이다. 연료 전지는 치밀(緻密) 구조의 고체 전해질층(1)과, 고체 전해질층(1)의 양면에 형성된 다공질의 캐소드층(2)과 애노드층(3)으로 구성된다. 같은 구성의 복수의 연료 전지(C1 내지 C4)가, 세라믹의 용기(4) 내에 적층된다. 연료 전지는 충전물(7, 8)을 통하여 단부 판(9, 10)에 의해 용기(4) 내에 밀봉된다.

용기(4)에는 메탄 등의 연료와 산소를 포함한 혼합 연료 가스의 공급 배관(5) 및 배출 가스의 배출 배관(6)이 구비되어 있다. 용기(4) 내의 연료 전지를 제외한 부분, 즉, 혼합 연료 가스나 배출 가스가 유동하는 용기(4) 내의 공간부는 적당한 분리를 위해 충전물(7, 8)에 의해 충전된다. 그러므로, 연료 전지로서 구동될 때, 발화 한계 내의 혼합 연료 가스가 존재하여도 더이상 발화하지 않게 된다.

도 12b에 나타낸 연료 전지 구성은 도 12a에 나타낸 단일형 챔버의 연료 전지 구성과 기본적으로 동일하게 구성된다. 그러나, 고체 전해질층을 포함하는 연료 전지가 혼합 연료 가스의 흐르는 것에 대하여 직교하여 용기(4)의 축방향으로 적층된 구조로 되어 있다. 이 경우에서, 연료 전지는 다공질의 고체 전해질층(1)과 고체 전해질층(1)의 양면에 형성된 다공질의 캐소드층(2)과 애노드층(3)으로 구성된다. 같은 구성의 복수의 연료 전지(C1 내지 C5)가 용기(4)내에 적층된다.

한편, 상술한 연료 전지 구성은 챔버 내에 수납된 연료 전지로 구성된 형식이었다. 고체 전해질 연료 전지를 화염 중이나 근방에 배치하고 화염의 열에 의해 고체 전해질 연료 전지를 그 동작 온도로 유지시켜서, 발전을 행하는 장치가 제안되어 있다(예를 들면, 일본국 공개특허 제6-196176호 공보 참조). 이러한 발전 장치의 구조를 도 13에 나타낸다.

도 13에 나타낸 발전 장치의 연료 전지는 지르코니아 고체 전해질층(1)으로 이루어진 관체(管體)와 그 관체의 외측에 형성된 연료 전극을 포함하는 애노드층(3)과, 관체 내측에 형성된 공기 전극을 포함하는 캐소드층(2)으로 이루어진다. 이 고체 전해질의 연료 전지를 연료 가스가 공급되는 연소 장치(5)에서 발생되는 화염(f)의 환원(還元) 화염 부분에 애노드층(3)을 노출 상태로 설치하여 둔다. 이러한 방식으로 설치함으로써, 환원 화염 가운데 존재하는 레디컬(radical) 성분 등을 연료로서 사용하고, 관 내부의 캐소드층(2)에는 대류 또는 확산에 의해 공기가 공급되고, 전력이 연료 전지에 의해 생성된다.

도 12a 및 도 12b에 나타낸 단일형 챔버의 연료 전지 구성에서, 종래의 고체 전해질 연료 전지 구성과 같이 연료와 공기를 엄격히 분리할 필요가 없는 반면에, 기체 밀봉(air-tight) 구조가 채용되어야 한다. 또한, 고온 하에서 구동할 수 있도록, 복수의 판 형상 고체 전해질 연료 전지가 내열성 및 높은 전기 전도성을 갖는 연결재(interconnect)를 사용하여 적층되어 접속된다. 그러므로, 판 형상 고체 전해질 연료 전지를 사용하는 단일형 챔버의 연료 전지는 부피가 큰 구조를 갖고 비용이 높아지는 문제가 있다. 또한, 이 단일형 챔버의 연료 전지 구성의 가동시에는, 고체 전해질 연료 전지의 크랙(crack)을 방지하기 위해 고온까지 서서히 온도를 높여서, 기전할 때까지의 시간이 길고, 많은 수고가 소요된다.

이것에 반하여, 도 13에 나타낸 관 형상의 고체 전해질 연료 전지에서는, 화염이 직접 사용된다. 이 형태의 연료 전지 구성은 고체 전해질 연료 전지를 밀봉 구조의 용기에 수용할 필요가 없으므로 개방형이라는 특징을 갖는다. 따라서, 이 연료 전기 구성은 기전 기간이 단축되고 구조가 간단하게 된다. 그러므로, 연료 전지 구성의 소형 경량화, 저비용화에 유리하다고 할 수 있다. 또한, 화염을 직접 이용하는 점에서, 일반적인 연소 장치나 소각 장치에 합체하는 것이 가능하게 되고, 전력 공급 장치로써 사용하는 것이 기대될 수 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 이 형태의 연료 전지 구성에서는, 관 형상의 고체 전해질층의 외면에 애노드층이 형성되어 있기 때문에, 애노드층 상반부에 화염에 의해 레디컬 성분이 공급될 수 없고 그러므로 관 형상의 고체 전해질층의 외면에 형성된 애노드층 전체

면을 효율적으로 사용할 수 없다. 따라서, 발전 효율이 낮아지는 것이다. 또한, 고체 전해질 연료 전지가 화염에 의해 직접적으로 가열되기 때문에, 급격한 온도 변화에 의한 크랙 및 파손이 발생하기 쉽다. 크랙 또는 파손이 발생한 고체 전해질 연료 전지는 그 후에 산산이 쪼개지게 되어 발전할 수 없게 된다.

또한, 고체 전해질 연료 전지 구성에서 높은 기전력을 얻으려면, 도 12a 및 도 12b에 나타낸 바와 같이, 그 양면에 캐소드 층과 애노드층이 형성된 고체 전해질층을 각각 구비한 복수개의 연료 전지를 준비하고 적층하지 않으면 안 되었다. 또한, 도 13에 나타낸 그 내면과 외면에 관 형상의 캐소드층과 애노드층이 형성된 고체 전해질층을 구비한 연료 전지의 경우에서도, 필요한 기전력에 맞춰 연료 전지의 갯수를 준비하지 않으면 안 된다. 그러므로 출력 전류는 작아도 되지만, 높은 기전력이 필요한 경우에는, 구성은 큰 부피로 되어 버리고 소형화나 비용 절감을 도모할 수 없다.

본 발명의 목적은 1개의 관 형상의 고체 전해질 기판에 복수의 연료 전지를 형성함으로써, 밀폐 구조를 갖지 않고, 소형화 및 비용 절감을 도모하고, 내구성을 향상시키고 발전 효율을 향상시킬 수 있는 고체 전해질 연료 전지 구성을 제공하는 것을 과제로 한다.

본 발명의 다른 목적은 복수의 관 형상의 고체 전해질 기판 각각에 연료 전지를 형성함으로써, 밀폐 구조를 갖지 않고, 비정규적 형상으로 형상 변경이 용이하고, 소형화 및 비용 절감을 도모하고, 내구성을 향상시키고 발전 효율을 향상시킬 수 있는 고체 전해질 연료 전지 구성을 제공하는 것을 과제로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

제 1 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 제 1 형태에 따르면, 1개의 관 형상의 고체 전해질 기판과, 상기 고체 전해질 기판의 일면에 형성된 복수의 애노드층과, 상기 고체 전해질 기판의 상기 일면과 반대측 면에 상기 애노드층과 대향하는 위치에 형성된 복수의 캐소드층을 구비되고, 상기 고체 전해질 기판을 개재하여 서로 대향하는 상기 애노드층 및 캐소드층 사이에 복수의 연료 전지를 형성하고, 애노드층과 캐소드층 사이를 직렬로 되도록 접속된 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성이 제공된다.

바람직하게는, 직렬 접속은 연료 전지의 애노드층과 인접하는 연료 전지의 캐소드층 사이에서 관 형상의 고체 전해질 기판을 관통하여 충전된 도체 비아를 통하여 행하여진다.

더욱 바람직하게는, 복수의 애노드층 및 복수의 캐소드층의 모두는 대향하는 동일 형상의 평면 영역을 갖고, 외부 접속된 단부의 연료 전지에서 애노드층 또는 캐소드층을 제외한 대향하는 위치에서 평면 영역으로부터 돌출한 볼록부를 갖고, 연료 전지의 애노드층의 볼록부와 인접하는 연료 전지의 캐소드층의 볼록부는 관 형상의 고체 전해질 기판을 관통하여 충전된 도체 비아를 통하여 서로 접속되어 있다.

또한 더욱 바람직하게는, 애노드층 및 캐소드층의 주 평면 영역(main flat region)은 직사각형이고, 복록부는 직사각형의 주 영역의 1변으로부터 인접하는 연료 전지의 볼록부의 설치되어 있지 않은 애노드층 및 캐소드층의 직선 형상의 변 측으로 평면적으로 돌출하고 있다.

바람직하게는, 복수의 애노드층 및 복수의 캐소드층의 한쪽은 동일한 직사각형 평면 영역을 갖고, 다른 쪽은 상기 한쪽에 대향하는 직사각형의 주 평면 영역과 주 평면 영역의 제 1 변으로부터 인접하는 연료 전지의 애노드층 또는 캐소드층의 제 1 변과는 다른 제 2 변에 볼록부와 단락되지 않도록 형성된 오목부를 갖고, 볼록부는 관 형상의 고체 전해질 기판을 관통하여 충전된 도체 비아를 통하여 대향하는 애노드층 또는 캐소드층에 접속되어 있다.

더욱 바람직하게는, 복수의 애노드층 및 복수의 캐소드층은 각각 직선 형상으로 인접하여 배열되고, 각 애노드층과 캐소드층은 직선 형상으로 직렬로 접속되어 있다.

또한 더욱 바람직하게는, 복수의 애노드층 및 복수의 캐소드층은 격자 형상 또는 그리드(grid) 형상의 구획으로 배치되고, 제 1 열에서 연료 전지의 애노드층과 캐소드층이 직선 형상으로 직렬로 접속되고, 열의 단부에서 연료 전지의 다음 열에 직렬로 접속되고, 그 다음은 순차적으로 동일하게 직렬로 접속되어 있다.

바람직하게는, 직렬 접속은, 연료 전지의 애노드층에 매설 또는 고정된 애노드층 메쉬(mesh) 형상 금속과 인접하는 연료 전지의 캐소드층에 매설 또는 고정된 캐소드층 메쉬 형상 금속을 접속하는, 관 형상의 고체 전해질 기판을 관통하는 금속 선을 통하여 행해진다.

제 2 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 제 2 형태에 따르면, 복수의 판 형상 고체 전해질 기판과, 각 고체 전해질 기판의 일면에 형성된 애노드층과, 각 고체 전해질 기판의 상기 일면과 반대측 면에 애노드층과 대향하는 위치에 형성된 캐소드층을 구비하고, 고체 전해질 기판을 개재하여 대향하는 복수의 애노드층 및 복수의 캐소드층에 복수의 연료 전지를 형성하고, 복수의 연료 전지는 제 1 단에서 상기 연료 전지의 애노드층에 매설 또는 고정하고, 제 2 단에서 인접하는 연료 전지의 캐소드층에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속을 통하여 직렬로 접속된 구성을 갖는 고체 전해질 연료 전지가 제공된다.

바람직하게는, 연료 전지의 판 형상 고체 전해질 기판은 인접하는 연료 전지의 판 형상 고체 전해질 기판으로부터 소정의 간극을 두고 배치되며, 캐소드층과 애노드층이 같은 측으로 향하도록 동일 평면 위에 배치되고, 메쉬 형상 금속은 간극을 통과하여 인접하는 연료 전지를 접속한다.

더욱 바람직하게는, 복수의 연료 전지는 격자 형상 또는 그리드 형상의 구획으로 배치되고, 열에서 연료 전지의 애노드층으로부터 인접하는 연료 전지의 캐소드층으로 연장된 메쉬 형상 금속에 의해 직렬로 접속되고, 그 열의 단부에서의 연료 전지와 인접하는 열의 연료 전지를 직렬로 접속하고, 그 후 마찬가지로 직렬로 순차적으로 접속한다.

또한 더욱 바람직하게는, 격자 형상 또는 그리드 형상의 구획으로 배치된 복수의 연료 전지는 그 주위에 배치된 프레임 형상 고정 부재에 의해 고정된다.

또한 더욱 바람직하게는, 복수의 연료 전지는 복수의 연료 전지를 1단위로 하는 복수의 전지 그룹으로 이루어지고, 전지 그룹의 복수의 연료 전지의 애노드층에 걸쳐서 매설 또는 고정된 제 1 단과 인접하는 전지 그룹의 복수의 연료 전지의 캐소드층에 걸쳐서 매설 또는 고정된 제 2 단을 갖는 메쉬 형상의 금속에 의해 전지 그룹 내의 복수의 연료 전지는 병렬로 접속되고 복수의 전지 그룹은 직렬로 접속된다.

바람직하게는, 복수의 연료 전지는 원통형으로 배치된다.

더욱 바람직하게는, 복수의 연료 전지는 2개 이상의 링으로 배치되고, 링 말단의 연료 전지의 애노드층 메쉬 형상 금속과 인접하는 링의 연료 전지의 캐소드층 메쉬 형상 금속은 직렬로 접속된다.

본 발명의 목적과 특징은 첨부 도면을 참조하여 다음의 바람직한 실시예에 대한 상세한 설명으로 명확해 진다.

이들 실시예에 나타낸 고체 전해질 연료 전지는, 도 13에 나타낸 바와 같이, 화염을 직접 사용하는 형태의 고체 전해질 연료 전지 구성이다.

(제 1 실시예)

도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 고체 전해질 연료 전지 구성을 나타낸다. 도 1a는 고체 전해질 연료 전지 구성은 애노드층에서 본 개략적인 구성에 의한 평면도이고, 도 1b는 A-A 선을 따라 나타낸 단면도이고, 도 1c는 캐소드층에서 본 개략적인 구성의 평면도를 나타낸다.

종래 기술에 따른 화염을 직접 이용하는 고체 전해질 연료 전지 구성에서는, 고체 전해질층이 판 형상으로 되어 있기 때문에, 고체 전해질층의 외면에 형성된 애노드층으로의 화염의 노출 비율이 나빠진다. 또한, 1개의 연료 전지는 1개의 판 형상 고체 전해질층에 의해 형성되어 있다. 그러므로, 제 1 실시예의 고체 전해질 연료 전지 구성에 있어서, 고체 전해질층은 판 형상이었다, 예를 들면, 얇은 평판을 이용한 고체 전해질 기판을 사용했다. 고체 전해질 기판의 일면에는 복수의 캐소드층(공기 전극층)이 형성되고, 다른 반대면에는 복수의 애노드층(연료 전극층)이 형성되었다. 복수의 애노드층의 전체 면을 화염에 노출되도록, 연소에 의해 화염을 생성하는 유체 열료, 예를 들면, 메탄 등의 기체 연료나 메탄올 등의 액체 연료를 공급할 수 있다.

도 1a에 나타낸 바와 같이, 제 1 실시예의 고체 전해질 연료 전지 구성은 사각형 판 형상으로 된 1개의 고체 전해질 기판(1)과, 일면에 형성된 복수의, 도 1a 내지 도 1c에서는 4개의, 거의 사각형으로 동일 형상의 애노드층(연료 전극)(21, 22, ...)과, 도 1c에 나타낸 바와 같이 그 반대면에 대향하는 위치에 형성된 거의 사각형으로 동일 형상인 4개의 캐소드층(공기 전극)(31, 32, ...)을 포함한다. 애노드층(21)과 캐소드층(31)으로 연료 전지(C1)가 형성되고, 애노드층(22)과 캐소드층(32)으로는 연료 전지(C2)가 형성된다.

애노드층(21, 22, ...)은 최후의 애노드층을 제외하고, 인접하는 다음의 애노드층(22, ...) 층으로 돌출한 1개 이상의, 도 1a 에서는 3개의, 볼록부(25)를 갖는다. 반면에, 캐소드층(31, 32, ...)은 최초의 캐소드층(31)을 제외하고, 애노드층의 볼록부(25)에 대향하는 위치에서 인접하는 다음의 캐소드층 층으로 돌출하고, 볼록부(35)가 형성되어 있다.

또한, 애노드층의 대향하는 볼록부(25)와 캐소드층의 볼록부(35)는 고체 전해질 기판(1)을 관통하고, 예를 들면, 캐소드층과 마찬가지로 도전성 세라믹으로 이루어진 도체인 비아(41)를 통하여 전기적으로 접속된다. 이와 같은 방식으로, 복수의 연료 전지(C1, C2, ...)가 직렬로 접속된다. 최초로 배치된 연료 전지(C1)의 캐소드층(31)과 최후로 배치된 연료 전지의 애노드층은 이들을 접속하는 리드선(W1)과 리드선(W2)을 갖는다.

그러므로, 연료 전지(C1, C2, ...)의 애노드(21, 22, ...) 층으로부터 소정 거리로 배치된 연료 공급관(도시 안됨)의 복수의 판통홀에서 방출된 메탄 가스 등의 연료가 연소되어, 애노드층(21, 22, ...)의 전체 면에 공급되는 화염이 생성된다. 연료 전지(C1, C2, ...)는 직렬 접속되어 있기 때문에, 리드선(W1)과 리드선(W2) 사이에는 복수의 연료 전지(C1, C2)의 기전력이 합쳐진 크기의 출력이 얻어진다.

제 1 실시예에서의 연료 전지(C1, C2, ...)의 애노드층(21, 22, ...)은 관 형상으로 형성되어 있기 때문에, 관 형상에 비하여, 일정하게 화염을 인가할 수 있다. 또한, 애노드층(21, 22, ...)이 화염층으로 향하기 때문에, 화염 중에서 존재하는 탄화수소, 수소, 레디컬(OH, CH, C<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>H, CH<sub>3</sub>) 등이 연료로써 용이하게 사용할 수 있다.

또한, 연료 전지(C1, C2, ...)의 집합체가 평판형이면, 캐소드층(31, 32, ...)을 화염으로부터 차단할 수 있다. 애노드층(21, 22, ...)을 화염층으로 향한 상태에서 캐소드층(31, 32, ...)을 대기 중에 노출시킬 수 있다. 이 때문에, 연료 전지(C1, C2, ...)로 이루어진 연료 전지 구성은 개방 상태에서 캐소드층(31, 32, ...) 층에서는 대기 중의 산소를 이용하기 쉽고 산소리치(rich) 상태를 유지한다. 캐소드층(31, 32, ...)은 캐소드층(31, 32, ...)을 향하여 산소를 함유하는 기체(공기, 산소리치 가스 등)를 공급하여 산소를 더 효율적으로 이용할 수 있다.

또한, 연료 전지(C1, C2, ...)는 화염 가운데 또는 근방에 배치되지만, 더욱 바람직하게는, 화염의 근원 부근인 환원 화염(reducing flame) 가운데 배치한다. 환원 화염 가운데 배치됨으로써, 환원염 가운데 존재하는 탄화수소, 수소, 레디컬 등을 연료로써 효율적으로 이용할 수 있다. 또한, 산화로 인해 열화되기 쉬운 애노드층에도 양호하게 사용될 수 있다. 그러므로, 내구성이 유지될 수 있다.

연소를 위한 연료로서는 화염을 수반하여 연소 산화하는(연소하는) 연료이면 좋다. 인(phosphor), 유황(sulfur), 불소, 염소, 또는 이들의 화합물 등도 언급할 수 있지만, 배출 가스의 처리가 불필요한 유기물이 바람직하다. 유기물 연료로서는, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 등의 가스와, 헥산, 헵탄, 옥탄 등의 가솔린계 액체와, 메탄올, 에탄올, 프로판올 등의 알코올과, 아세톤 등의 케톤, 그 외의 다양한 유기 용제, 식용 기름, 등유 등을 들수 있다. 이들 중에서, 특히, 가스가 바람직하다.

또한, 화염은 확산 화염(diffusion flame)도 예호 화염(premixed flame)도 좋지만, 확산 화염은 불안정하고 그을음(soot)를 발생하여 애노드층의 기능 저하를 초래하기 쉽기 때문에, 예호 화염 쪽이 바람직하다. 예호 화염은 안정되고 크기를 조정할 수 있기 때문에, 보다 유리하다. 또한, 연료의 농도는 조정하여 그을음의 발생을 방지할 수 있다.

고체 전해질 기판(10)은 예를 들면, 공지의 기판 등을 사용할 수 있다.

- a) YSZ(yttria-stabilized zirconia), ScSZ(scandia-stabilized zirconia), 및 Ce, Al 등으로 도핑된 지르코니아계 세라믹;
- b) SDC(samaria-doped ceria), SGC(gadolia-doped ceria), 그 외의 세리아계(ceria-based) 세라믹; 및
- c) LSGM(lanthanum gallate), 산화 비스무스(bismuth)계 세라믹

또한, 애노드층(21, 22, ...)은, 예를 들면, 공지의 것을 사용할 수 있다, 다음에 열거한 재료를 사용할 수 있다.

- d) 니켈과 이트리아 안정화 지르코니아계, 스캔디아 안정화 지르코니아계, 또는 세리아계(SDC, GDC, YDC 등) 세라믹과의 서멧(cermet)

e) 도전성 산화물(55wt% 내지 99wt%)을 주 성분으로 하는 소결체(燒結體)(“도전성 산화물”은, 예를 들면, 리튬이 용해된 산화 니켈 등)

f) d)와 e)에서 언급한 재료에, 백금족 원소로 이루어지는 금속 또는 그 산화물이 1 ~ 10wt% 정도 배합된 것 등을 들 수 있다. 이들 중에서, 특히, d), e)가 바람직하다.

e)의 도전성 산화물을 주 성분으로 하는 소결체는 우수한 내산화성을 갖기 때문에, 애노드층의 산화로 인하여 발생되는, 애노드층의 전극 저항의 상승으로 인한 발전 효율의 저하, 애노드층을 고체 전해질층으로부터의 박리되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 도전성 산화물로서 리튬이 용해된 산화 니켈이 바람직하다. 또한, d) 및 e)에서 언급한 재료는 백금족 원소로 이루어진 금속 또는 그 산화물을 배합하여, 높은 발전 성능을 얻을 수 있다.

캐소드층(31, 32, ...)은 공지의 것을 사용할 수 있다. 예를 들면, 스트론튬(Sr) 등의 주기율표의 제 3 족 원소가 첨가된 란타늄(lanthanum)의 망간(예를 들면, 란타늄 스트론튬 망가나이트(manganite)), 갈륨(gallium) 또는 코발트 산화 화합물(예를 들면, 란타늄 스트론튬 코발타이트(cobaltite))을 언급할 수 있다.

애노드층(21, 22, ...)과 캐소드층(31, 32, ...)은 함께 다공질 부재로 형성되지만, 제 1 실시예에서의 고체 전해질 기판도 다공질로 형성되어도 좋다. 종래 기술에서는, 고체 전해질층은 치밀질로 형성되어 있었지만, 열충격 저항(thermal shock resistance)이 낮고 급격한 온도 변화로 의해, 크랙 및 파손이 발생하기 쉬웠다. 또한, 일반적으로, 고체 전해질층은 애노드층 및 캐소드층 보다도 두껍게 형성되어 있기 때문에, 고체 전해질층의 크랙 및 파손을 계기로 연료 전지의 전체를 크랙 및 파손시켜서, 이들을 쪼개어 버리게 된다.

다공질로 형성된 고체 전해질 기판을 가짐으로써, 발전시에, 화염 가운데 또는 화염의 근방에 배치되고 온도가 급격하게 변화하여도, 또한, 급격한 온도차의 온도 사이클에 대하여도 크랙 및 파손 등이 제거되고, 열충격 저항이 향상된다. 또한, 다공질이어도, 그 기공율(porosity)이 10% 미만일 경우에는, 열충격 저항에 현저한 향상이 인지될 수 없었지만, 10% 이상일 경우, 좋은 열충격 저항이 나타나고 20% 이상일 경우 더 나하진다. 이것은, 고체 전해질 기판이 다공질일 경우, 가열로 인한 열팽창이 공극 부분(pore part)에서 완화되기 때문이라고 생각된다.

연료 전지(C1, C2, ...)는, 예를 들면, 다음과 같이 제조된다. 우선, 고체 전해질층의 재료 분말을 소정 배합 비율로 혼합하고 판 형상으로 형성한다. 그 후, 이 판을 소성하여 소결하여서 고체 전해질층으로서의 기판이 만들어 진다. 이 때, 기공 형성제 등의 재료 분말의 종류나 배합 비율, 소성 온도, 소성 시간, 예비 소성 등의 소성 조건 등을 조정함으로써, 다양한 기공율의 고체 전해질층을 만들 수 있다.

다음으로, 고체 전해질 기판(10)에 애노드층과 캐소드층의 볼록부(25, 35)를 형성해야 할 위치에 예를 들면 드릴 가공을 사용하는 공지의 방법으로 관통 구멍을 형성한다.

이렇게 해서 얻어진 고체 전해질 기판(10)에서 우선 애노드층과 캐소드층의 볼록부(25, 35)에 대응하는 위치에 형성된 관통 구멍에 상술한 도전성 세라믹으로 이루어진 도체 비아 형성용 페이스트를 충전한다. 기판의 일면측에는 애노드층(21, 22, ...)을 형성하는 형상으로 페이스트를 도포하고 타면측에는 캐소드층(31, 32, ...)을 형성하는 형상으로 페이스트를 도포한 후에, 소성을 행함으로써, 1개의 고체 전해질 기판(10) 상에 복수의 고체 전해질 연료 전지(C1, C2, ...)를 갖는 연료 전지 구성을 제조할 수 있다.

또한, 동시에, 고체 전해질 연료 전지(C1, C2, ...)가 직렬로 연속하여 접속된다. 즉, 연료 전지(C1)의 애노드층(21)은 볼록부(35)를 통하여 인접하는 다음의 연료 전지(C2)의 캐소드층(32)에 접속되고, 연료 전지(C2)의 애노드층(22)은, 볼록부(25), 도체 비아(41), 볼록부(35)를 통하여 인접하는 다음의 연료 전지(C3)의 캐소드층(33)에 접속된다. 이와 같은 방식으로, 직렬로 연속하여 접속된다.

(제 2 실시예)

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 고체 전해질 연료 전지의 구성을 나타낸다. 도 2a는 고체 전해질 연료 전지 구성을 애노드측에서 본 개략 구성의 평면도를 나타내고, 도 2b는 A-A 선을 따라 나타낸 단면도를 나타내고, 도 2c는 캐소드측에서 본 개략 구성의 평면도를 나타낸다. 도 1a 내지 도 1c에 나타낸 제 1 실시예와 다른 부분에만 설명한다.

제 1 실시예에서는, 1개의 고체 전해질 기판(10)의 일면에 형성된 복수의 사각형의 애노드층(21, 22, ...)과 타면에 형성된 복수의 사각형의 캐소드층(31, 32, ...) 모두가 인접하는 애노드층 또는 캐소드층 사이에 적어도 볼록부(25, 35)를 형성하는데 필요한 영역에서만 간극을 갖는다. 그러나, 제 2 실시예에서는, 애노드층과 캐소드층 사이의 간극은 연료 전지에서의 애노드층 또는 캐소드층의 유효 면적을 증대되도록 더 좁힌 것이다.

즉, 최후의 애노드층을 제외 한 사각형의 애노드층(21, 22, ...) 각각은 그 제 1 변 측으로부터 인접하는 다음의 애노드층(22, ...)의 제 2 변 측으로 돌출된 1개 또는 복수, 도 2a에서는 3개의, 볼록부(25)를 갖는다. 반면에, 최초의 애노드층(21)을 제외 한 사각형의 애노드층(22, ...)의 제 2 변 측은 인접하기 전의 애노드층(21, 22, ...)의 볼록부(25)에 대응하는 위치에서 볼록부(25)를 접촉하지 않는 오목부(26)가 형성되어 볼록부(25)와 오목부(26) 사이의 단락을 방지한다.

한편, 캐소드층(31, 32, ...)은 이러한 애노드층의 볼록부(25) 또는 오목부(26)에 대응하는 고체 전해질 기판(10)의 반대면에 볼록부 또는 오목부를 갖지 않고 애노드층(21, 22, ...)과 동일 사각형으로 형성되어 있다.

그래서, 연료 전지(C1)의 애노드층(21)의 볼록부(25)와 인접하는 다음의 연료 전지(C2)의 캐소드층(32)이 고체 전해질 기판(10)을 관통하고, 예를 들면 도전성 세라믹으로 이루어진 도체 비아(41)를 통하여 전기적으로 접속된다. 이와 같은 방식으로, 복수의 연료 전지(C1, C2, ...)가 직렬로 접속된다. 최초로 배치된 캐소드층과 최후로 배치된 애노드층에는 각각 리드선(W1)와 리드선(W2)이 접속된다. 그래서, 리드선(W1)과 리드선(W2) 사이에는, 복수의 연료 전지(C1, C2)의 기전력의 합으로 이루어진 크기의 출력이 얻어질 수 있다.

따라서, 제 1 실시예의 경우와 마찬가지로, 고체 전해질 기판(10)은 애노드층(21, 22, ...)의 볼록부(25)에 대응하는 위치에 형성된 관통 구멍에서 상술한 도전성 세라믹으로 이루어진 비아 형성용 페이스트로 충전된다. 기판의 일면측은 애노드층(21, 22, ...)을 형성하는 형상으로 페이스트를 도포하고, 타면측은 캐소드층(31, 32, ...)을 형성하는 형상으로 페이스트를 도포한 후에, 소성을 행함으로써, 1개의 고체 전해질 기판(10) 상에 복수의 연료 전지(C1, C2, ...)를 갖는 연료 전지 구성을 제조하고, 서로 직렬로 접속된다.

제 2 실시예에서, 제 1 실시예와 비교하면, 고체 전해질 기판(10)에 대하여 애노드층(21, 22, ...)과 캐소드층(31, 32, ...)의 영역을 증가시킬 수 있다. 전극의 형상은 또한 간단해 진다. 이것에 불구하고, 복수의 연료 전지(C1, ...)의 밀도를 증가시킬 수 있다.

#### (제 3 실시예)

도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 제 3 실시예에 의한 고체 전해질 연료 전지 구성을 나타내고 있다. 도 3a는 그 고체 전해질 연료 전지 구성을 애노드층에서 본 개략 구의 평면도를 나타내고, 도 3b는 그것의 A-A 선을 따라 나타낸 단면도를 나타내고, 도 3c는 캐소드층에서 본 개략 구성의 평면도를 나타낸다. 도 2a 내지 도 2c에 나타낸 제 2 실시예와 다른 부분만 설명한다.

제 3 실시예에 있어서는, 1개의 고체 전해질 기판(10)은 종방향 및 횡방향으로 각각 격자 형상 또는 그리드 형상의 구획에 합계( $4 \times 4 =$ ) 16개의 연료 전지(C1, C2, ...)가 형성되어 있다. 제 1 열에서, 연료 전지의 애노드층과 인접하는 연료 전지의 캐소드층이 순차로 상기 실시예와 같이, 직선 형상으로 직렬로 연속하여 접속되고, 상기 열의 단부에서 연료 전지의 애노드층이 다음 열의 인접하는 연료 전지의 캐소드층에 접속되고, 이하 이와 같은 방식으로 직렬로 연속하여 접속되어 있다. 이와 같은 구조를 채용함으로써, 동일 면적의 1개의 고체 전해질 기판(10)에 대하여 단위 연료 전지의 갯수를 증가시킬 수 있다. 전체로서 출력을 증가시키는 것은 할 수 없지만, 기전력을 상승시킬 수가 있다.

예를 들면, 도 3a 내지 도 3c에 나타낸 실시예에서는, 도 2a 내지 도 2c에 나타낸 제 2 실시예의 경우에 비해 4배의 기전력을 얻을 수 있다. 그러므로, 예를 들면, 단위 연료 전지당 0.8V 정도의 기전력으로, 12.8V 정도의 기전력이 얻어지는 것으로 된다.

#### (제 4 실시예)

도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 고체 전해질 연료 전지 구성을 나타내고 있다. 도 4a는 그 고체 전해질 연료 전지 구성을 애노드층에서 본 개략 구의 평면도를 나타내고, 도 4b는 그 단면도를 나타내고, 도 4c는 캐소드층에서 본 개략 구성의 평면도를 나타내고, 도 4d는 본 실시예에서 사용되는 금속선 및 메쉬 형상 금속을 나타낸다. 제 4 실시예에 있어서는, 도 1a 내지 도 1c 및 도 2a 내지 도 2c에 나타낸 제 1 및 제 2 실시예와 다른 부분만 설명한다.

상술한 제 1 ~ 3 실시예에서는, 연료 전지의 애노드층과 인접하는 연료 전지의 캐소드를 고체 전해질 기판(10)을 관통하는 도체 비아를 통하여 직렬로 접속하였지만, 본 실시예에서는, 연료 전지의 애노드층 위에 배치된 애노드층 메쉬 형상 금속과 인접하는 연료 전지의 캐소드층 위에 배치된 캐소드층 메쉬 형상 금속을 판 형상의 고체 전해질 기판을 관통하는 금속선(42)을 통하여 접속된다.

제 4 실시예에서, 판 형상의 연료 전지(C1, C2, ...)에서 애노드층(21, 22, ...)과 캐소드층(31, 32, ...)은 도 2a 내지 도 2c에 나타낸 제 2 실시예에서의 애노드층과 캐소드층과 같은 사각형이다. 그러나, 애노드층(21, 22, ...)과 캐소드층(31, 32, ...)은 메쉬 형상 금속(45)을 매설 또는 고정시키는 것이다. 매설하는 방법으로서는, 다른 층의 재료(페이스트)를 고체 전해질층에 도포하고, 메쉬 형상 금속을 그 도포된 재료 가운데 매립한 후에 소성을 행한다. 고정하는 방법으로서는, 메쉬 형상 금속(45)을 각 층의 재료에 의해 매립하지 않고, 접착시켜 소결하여도 좋다.

제 4 실시예에서, 최초의 연료 전지(C1)의 애노드층(21)에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속(45)과 인접하는 다음의 연료 전지(C2)의 캐소드층(32)에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속(45)은, 고체 전해질 기판(10)을 관통하는 관통 구멍(43)을 통하여 접속된다.

메쉬 형상 금속(45)으로서는, 이것을 매설 또는 고정하는 캐소드층과 애노드층의 열팽창 계수의 조화나 내열성에 우수한 것이 바람직하다. 구체적으로는, 백금이나 백금을 함유한 합금으로 이루어진 금속으로 메쉬 형상으로 된 것이 이상적이다. 그러나, 고가이기 때문에, 실제상으로는 SUS300번대(304, 316 등), 또는, SUS400번대(430 등)의 스테인레스강이나 내식강(hastelloy) 등도 사용될 수 있다. 이들은 비용 면에서 유리하다.

메쉬 형상 금속(45)은 단지 금속선(42)의 고정용으로써 기능할 뿐만 아니라, 접전성과 기계적 강도의 향상에도 기여한다. 또한, 전극 재료나 전해질 재료보다 열전도성이 높기 때문에, 연료 전지의 균열성(均熱性)을 향상시키고 결과적으로 열충격 저항을 향상시킨다. 메쉬 형상 금속(45)이 없는 제 1 ~ 3 실시예에서는 균일 가열시에는 보다 저비용으로 되는 점에서 이점이 있지만, 불균일 가열이나 급가열시에는 고체 전해질 기판에 온도 분포를 발생시키고, 열팽창부와 비팽창부를 갖게 된다. 결과적으로, 응력으로 인한 고체 전해질 기판(10)이 크랙되기 쉽다는 결점도 있다.

그러나, 본 실시예에서는, 캐소드층 및 애노드층에 메쉬 형상 금속(45)를 매설 또는 고정하기 때문에, 신속하게 균열화(均熱化)가 일어나고, 이와 같은 크랙이 생기기 어렵게 된다. 또한, 비록 크랙이 발생하더라도, 금속선(42)이 단선되지 않는 한 전력 발전을 계속할 수 있다. 일반적으로는, 캐소드면 측의 산소 분압이 높을 수록, 출력 밀도가 높아지지만, 본 실시예의 구조에서는, 때로 관통 구멍(43)의 부분이 이 산소 분압 저하의 원인으로 되는 경우(화염을 사용한 발전의 경우, 저 산소 분압 가스 흐름이 일어난다)가 있기 때문에, 관통 구멍(43)의 직경은 가능한 작게 하는 것이 바람직하다.

이 제 4 실시예의 구조에서 연료 전지(C1, C2, ...)를 제 3 실시예와 같은 격자 또는 그리드 형상으로 분활하여 배치해서 같은 방식으로 직렬로 접속하는 것도 가능하다.

#### (제 5 실시예)

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 고체 전해질 연료 전지 구성을 나타낸다. 도 5a는 그 고체 전해질 연료 전지 구성을 애노드층에서 본 개략 평면도, 도 5b는 그 단면도, 도 5c는 캐소드층에서 본 평면도, 도 5d는 단일의 연료 전지의 종단면도이다.

제 5 실시예에서는, 제 1 ~ 4 실시예와 같은 1개의 공통 판 형상 고체 전해질 기판(10)을 사용하지 않고, 각 연료 전지마다 분할 기판을 사용한다. 즉, 동일 형상의 복수개, 도시한 바와 같이 4개의 판 형상 고체 전해질 기판(11, 12, ...)을 서로 약간의 간격을 내어 배치한다. 고체 전해질 기판(11, 12, ...)의 일면에 애노드층(21, 22, ...), 일면과 반대측의 면에 캐소드층(31, 32, ...)을 기판(11, 12)의 거의 전체 면에 형성하여, 연료 전지(C1, C2, ...)를 형성하고 있다.

연료 전지는 제 4 실시예와 같은 금속선(42) 대신에, 메쉬 형상 금속(46)에 의해 직렬로 접속한다.

즉, 제 4 실시예와 같이, 각 애노드층(21, 22, ...)과 각 캐소드층(31, 32, ...)에는 메쉬 형상 금속(45, 46)을 매설 또는 고정시킨다. 그렇지만, 리드선(W1, W2)에 접속되어 있는, 최초의 연료 전지(C1)의 캐소드층(31)에 매설 또는 고정되는 메쉬 형상 금속(45) 및 최후의 연료 전지의 애노드층에 매설 또는 고정되는 메쉬 형상 금속(45)를 제외하고, 연료 전지(C1, C2, ...)의 애노드층(21, 22, ...)과 인접하는 다음의 연료 전지(C2, ...)의 캐소드층(32, ...)에 걸쳐진 메쉬 형상 금속(46)을 사용한다.

또한, 최초의 연료 전지(C1)의 애노드층(21) 및 인접하는 다음의 연료 전지(C2)의 캐소드층(32)에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속(46)은 애노드층(21) 및 캐소드층(32)에 매설 또는 고정되어 있지 않는 중간 부분을, 연료 전지(C1, C2) 사이, 즉, 고체 전해질 기판(11, 12)의 사이로 통과시키고, 연료 전지(C1, C2)를 직렬로 접속한다. 연료 전지(C2, ...)와 인접하는 다음 연료 전지도 마찬가지로 직렬로 연속하여 접속된다.

이 구조를 채용함으로써, 제 4 실시예의 경우와 같이, 신속한 균열화로 인한 고체 전해질 기판의 크랙의 방지와 비록 크랙이 일어나도 메쉬 형상 금속(45, 46)의 단선이 생기지 않는 한 발전을 계속할 수 있다는 이점이 있다. 또한, 연료 전지 사이의 접속 강도는 제 4 실시예의 경우보다 높다는 이점도 있다. 캐소드층의 산소 분압의 저하를 방지하기 위해서, 인접하는 연료 전지 사이의 간극은 가능한 좁게하고, 메쉬 형상 금속(45, 46)의 망은 촘촘해야 한다.

또한, 제 5 실시예에서의 다른 이점은 연료 전지의 집합체의 자유도가 높아지는 것이다. 제 1 ~ 4 실시예의 각각의 구조에서는, 1개의 판 형상 고체 전해질 기판을 연료 전지가 공용하고 있기 때문에, 복수의 연료 전지를 접속한 집합체도 판 형상의 것으로 제한된다. 그러나, 제 5 실시예에서는 인접하는 연료 전지(C1, C2, ...)를 접속하는 메쉬 형상 금속의 형상을 변형시켜서 연료 전지 구조 자체를 변형 가능하고, 예를 들면 3차원적인 구조를 실현하는 것이 가능하다.

도 5a 내지 도 5d에 나타낸 연료 전지 구성을 제조하는 경우는, 고체 전해질 기판(11, 12, ...)을 소성한 후, 고체 전해질 기판(11, 12, ...)의 일면에 애노드층(21, 22, ...)을 형성하는 페이스트를, 타면에 캐소드층(31, 32, ...)을 형성하는 페이스트를 인쇄 등의 방법으로 도포한다. 메쉬 형상 금속(45, 46)을 매설 또는 고정하고, 페이스트를 건조시킨다. 다음으로, 도 5b에 나타낸 접속 형상을 유지한 형태로 연료 전지 구성을 전체를 소성한다.

#### (제 6 실시예)

도 6a 내지 도 6e는 본 발명의 제 6 실시예에 따른 고체 전해질 연료 전지 구조를 나타낸다. 도 6a는 고체 전해질 연료 전지 구성을 애노드층에서 본 개략 평면도, 도 6b는 직렬 접속 방향에서의 단면도, 도 6c는 캐소드층에서 본 개략 평면도, 도 6d는 연료 전지 구성을 종단면도, 도 6e는 단일 연료 전지의 평면도이다.

이 제 6 실시예에서는, 각 연료 전지를 다시 분할하고 메쉬 형상 금속을 인접하는 연료 전지에 의해 공유하여 병렬로 접속된 구조를 갖는다. 단위 연료 전지(C1, ...)는, 예를 들면, 도 6e에 나타낸 바와 같이, 정방형의, 예를 들면 도시한 바와 같이 4개의 판 형상 고체 전해질 기판(11, 12, ...)을 1열로 배열한다. 복수의 이들 열을, 예를 들면 4열을 횡방향으로 모두 배열한다.

각 고체 전해질 기판(11, 12, ...)은 일면에 애노드층(21, 22, ...)을, 일면과 반대측 면에 캐소드층(31, 32, ...)을 기판(11, 12)의 거의 전체 면에 형성하여, 각각 연료 전지(C1, C2, ...)를 형성한다.

1열의 연료 전지(C1, C2, ...)는 공통의 메쉬 형상 금속(45, 46)에 의해 병렬로 접속한다. 즉, 1열로 배치된 연료 전지(C1, C2, ...)의 애노드층(21, 22, ...)과 캐소드층(31, 32, ...)에는 공통의 메쉬 형상 금속(45, 46)을 매설 또는 고정시켜서 이 열에서 복수의 연료 전지(C1, C2, ...)를 병렬로 접속하고 있다.

최초 열의 연료 전지(C1, C2, ...)의 캐소드층(31...)에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속(45) 및 최후 열의 연료 전지의 애노드층에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속(45)을 제외하고, 걸쳐진 메쉬 형상 금속(46)을 사용한다. 예를 들면, 최초 열의 복수의 연료 전지(C1, C2, ...)의 애노드층(21, 22, ...)과 인접하는 다음 열의 복수의 연료 전지의 캐소드층에 걸쳐진 메쉬 형상 금속(46)을 사용한다.

또한, 최초 열의 연료 전지(C1, C2, ...)의 애노드층(21, 22, ...) 및 인접하는 다음 열의 연료 전지의 캐소드층에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속(46)은 애노드층(21, 22, ...) 및 캐소드층(31, 32, ...)에 대하여 매설 또는 고정되지 않은 중간 부분을 최초 열의 연료 전지(C1, C2, ...)와 인접하는 다음 열의 연료 전지 사이의 간극으로 통과시켜서 최초 열의 연료 전지(C1, C2, ...)와 다음 열의 연료 전지 사이를 직렬로 접속한다. 그 다음 열의 연료 전지도 순차로 마찬가지로 직렬로 접속한다.

이 구조에 따르면, 1열당 연료 전지의 수를 변경함으로써, 임의의 크기의 전지 집합체를 형성할 수 있다. 이 때문에, 특히, 대형 집합체를 제작하는 경우에도, 누적 수율이 저하되지 않고 제조할 수 있다. 즉, 연료 전지가 큰 경우는, 제조 공정 중에

고체 전해질 기판이 크랙되는 등 결낙되는 확률이 높지만, 연료 전지가 작을 경우는, 결낙되는 확률이 낮고 결낙된 경우에서도 그 교환을 용이하게 행할 수 있다. 또한, 다수의 연료 전지의 집합체를 3차원적인 형상으로 할 수 있는 자유도가 상대적으로 높다는 이점도 있다.

#### (제 7 실시예)

도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 고체 전해질 연료 전지의 구성을 나타낸다. 도 7a는 고체 전해질 연료 전지를 애노드측에서 본 개략 평면도, 도 7b는 연료 전지를 프레임 형상의 수납 부재(holding member)에 고정한 상태를 나타내고, 도 7c는 연료 전지 구성을 프레임 부재로 접합한 부분의 단면도이다.

제 7 실시예에서는, 각 연료 전지를 제 6 실시예와 마찬가지로 소형의 전지로 분할한다. 즉, 단위 연료 전지(C1, C2, ...)는, 예를 들면, 도 6e에 나타낸 바와 같이, 정방형으로, 개개의 고체 전해질 기판(11, 12, ...)의 일면에 애노드층(21, 22, ...)을, 일면과 반대측의 면에 캐소드층(31, 32, ...)을 기판(11, 12, ...)의 거의 전체 면에 형성한 것이다. 그것의 단위 연료 전지(C1, C2, ...)를, 도시한 바와 같이, 횡방향으로 4개를 1열로 배치한다. 복수의 이 열을, 예를 들면, 3열 종방향으로 배열한다.

또한 메쉬 형상 금속은 개개의 연료 전지마다 더 작은 메쉬로 분할한다.

최초의 연료 전지(C1)의 캐소드층과 최후의 연료 전지의 애노드층을 제외하고 연료 전지(C1, C2, ...)의 애노드층(21, 22, ...)에 매설 또는 고정되고 또한 인접하는 다음의 연료 전지(C2, ...)의 캐소드층에도 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속(46)은 이들 연료 전지(C1, C2, ...)를 직렬로 접속한다. 이 열에서 최후의 연료 전지는 다음 열의 최초의 연료 전지와 마찬가지로 직렬로 접속된다. 이하 연료 전지는 마찬가지로 직렬로 접속된다. 최초의 연료 전지(C1)의 캐소드층 및 최후의 연료 전지의 애노드층은 캐소드층 및 애노드층에만 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속을 사용하여 접속된 리드선(W1, W2)을 갖는다.

이와 같은 구조를 채택함으로써, 개개의 연료 전지를 접속만 하는 경우는, 연료 전지는 S 자형으로 접속된다. 연료 전지의 집합체는 불충분하게 고정된다. 그러므로, 도 7b에 나타낸 바와 같이, 연료 전지 집합체가 수납될 수 있는 세라믹 등의 내열 절연성 재료로 이루어진 프레임 형상 부재(50)를 설치한다. 절연 및 분할된 금속층(52)이 프레임 형상 부재(50)의 가장 자리에 형성된다. 연료 전지의 집합체(연료 전지 구성)의 연료 전지 접속용 메쉬 형상 금속(45, 46)의 연장부(51)는 이들 금속층(52)에 용접 등의 수단으로 접속된다. 또한, 다수의 연료 전지를 고정하기 위해서, 프레임 형상 부재(50) 이외에 예를 들면 고정용 평판을 연료 전지의 집합체를 유지하도록 해도 좋다.

#### (제 8 실시예)

도 8은 본 발명의 제 8 실시예를 나타내고, 도 7a 내지 도 7c에 나타낸 제 7 실시예와, 유사한 프레임 형상 부재를 사용하는 다른 고정 방법을 나타낸다. 도 7c에 나타낸 임의의 금속층(52)을 설치하지 않은 프레임(60)는 소성 온도 1000°C 전후에서 고화하는 무기 접착제(도시 안함)나 연화점 약 1000°C 이상을 갖는 유리로 고정하는 연료 전지 접속용 메쉬 형상 금속(45, 46)의 연장부(51)를 갖아도 좋다.

#### (제 9 실시예)

도 9a 내지 도 9b는 본 발명의 제 9 실시예를 나타내고, 도 7a 내지 도 7c에 나타낸 제 7 실시예와 유사한 프레임 형상 부재를 사용하는 또 다른 고정 방법을 나타낸다. 즉, 본 실시예에서, 연료 전지 접속용 메쉬 형상 금속(45, 46)은 프레임 형상 부재로 직접 접합하지 않고, 1쌍의 프레임 형상 부재 사이에 끼워 넣어 고정한다.

관통 구멍(74)을 갖는 1쌍의 프레임 형상 부재(71, 72)는 연료 전지 접속용 메쉬 형상 금속(45, 46)의 연장부(51)을 사이에 끼우고, 볼트 및 너트(75)에 의해 함께 고정한다. 관통 구멍(74)은 메쉬 형상 금속(45, 46)을 회피한 위치에 형성되어도 좋지만, 보다 확실한 고정을 행하기 위해, 메쉬 형상 금속(45, 46)의 연장부(51)의 위치에 형성하고 메쉬 형상 금속(45, 46)의 연장부(51)을 관통하는 볼트로 고정하는 것이 바람직하다. 1쌍의 고정 부재 모두는 프레임 형상으로 할 필요는 없다. 한쪽을 고정 부분에 대응하는 관통 구멍을 갖는 볼록 형상 부재인 것도 좋다.

#### (제 10 실시예)

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 제 10 실시예를 나타낸다. 도 10a는 복수의 연료 전지를 링 형상으로 배치하여 얻어진 연료 전지의 집합체(100)의 평면도를 나타내고, 도 10b는 그것을 사시도로 나타낸다.

복수의 고체 전해질 기판(11, 12, ...)을 사용한 제 5 내지 제 9 실시예에서는, 인접하는 연료 전지 사이의 접속 부분은 180°평면으로 이루어 진다. 이 보다도, 원통형 구조로 배치된 연료 전기의 집합체를 얻기 위해 어느 정도의 각도가 더 해질 수 있다.

이 경우에, 이전 실시예에서의 고정 부재와 유사한 고정 부재가 연료 전지의 집합체를 원통형으로 고정하기 위해 사용되었다. 예를 들면, 1쌍의 링 형상의 프레임이 구비되고, 1쌍의 링 형상의 프레임(도시 안함) 사이에서 연료 전지 접속용의 메쉬 형상 금속의 연장부를 끼우고, 볼트 및 너트에 의해 이 프레임이 고정된다. 또한, 예를 들면, 이들 고정 부재를 원통형의 연료 전지 집합체의 상하에 설치하여 고정할 수 있다.

이러한 방식으로 연료 전지의 집합체를 원통형의 구조로 배치함으로써, 원통형 내부에 가스 연료 또는 가스나 액체 연료의 연소 화염을 공급하고 원통 외주부를 대기에 개방하여 공기류를 공급하여 발전을 촉진할 수 있다.

도 10a 및 도 10b에 나타난 실시예에서는, 원통형의 원주 방향의 부분에서 단일의 연료 전지를 직렬로 연속하여 접속된다. 원통형의 축방향의 부분에서 복수의 연료 전지를 마찬가지로 배치하고 그들의 일부 또는 전부를 병렬로 접속하여도 좋다.

(제 11 실시예)

도 11a 내지 도 11b는 본 발명의 제 11 실시예를 나타낸다. 도 11a는 복수의 연료 전지를 사용하는 3차원적인 형상의 2개의 링 형상으로 배치된 원통형의 연료 전지 집합체(101, 102)의 평면도를 나타내고, 도 11b는 그것을 사시도로 나타낸다.

기본적으로는, 본 실시예는 도 10a 및 도 10b에 나타낸 제 10 실시예와 마찬가지로 구성 되지만, 그것을 이중의 원통 구조로 된 것이다. 같은 링의 인접하는 연료 전지 사이의 직렬 접속도 마찬가지인 접속 구조이다. 일단을 첫번째 링 종단에 있는 연료 전지의 애노드측(또는 캐소드측)에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속에 의해, 첫번째와 두번째 링은 두번째 링의 시작에서 연료 전지의 캐소드측에 매설 또는 고정된 타단과 직렬로 접속하고 있다. 이러한 구조에 의해, 애노드 사이의 원통형 공간에 가스 연료, 또는 가스나 액체 연료의 연소 화염을 공급하고, 캐소드 사이의 원통형 공간에 공기를 공급하여 발전을 촉진할 수 있다.

또한, 도 10a 및 도 10b에 나타낸 실시예와 마찬가지로, 원통형의 원주 방향의 부분에서 단일의 연료 전지를 직렬로 연속하여 접속한다. 제 11 실시예에서도, 원통형의 축방향의 부분의 복수의 연료 전지를 배치하고 이들의 일부 또는 전부를 병렬로 접속하여도 좋다.

(예)

도 5a 내지 도 5c에서 도 11a 내지 도 11b에 나타낸 제 5 실시예 내지 제 11 실시예에서 공통으로 적용할 수 있는 구체적인 예를 설명한다.

고체 전해질 기판(11, 12, ...)로써, 외형 크기가 약 13mm×5mm의 SDC(samaria-doped ceria : Ce<sub>0.8</sub>Sm<sub>0.2</sub>O<sub>1.9</sub>) 기판을 사용한다.

기판(11, 12, ...)의 일면에는 5wt% Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 첨가된 8mol% Li가 도핑된 NiO - SDC : 25wt%-70wt% 조성의 페이스트를 포함하는 애노드층(21, 22, ...) 형성용 재료로 도포하고, 타면에는 SSC(samaria strontium cobalt : Sm<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>CoO<sub>3</sub>) - SDC : 50wt%-50wt% 조성의 페이스트를 포함하는 캐소드층(31, 32, ...) 형성용 재료로 도포하였다.

양면의 페이스트 도포층에 외형 크기 약 13mm×15mm의 백금 메쉬가 양단이 비어나온 채로 매립되었다.

이로 인해, 백금 메쉬/애노드 형성용 페이스트층/고체 전해질 기판/캐소드 형성용 페이스트층/백금 메쉬로 이루어진 연료 전지 구성인 단위 전지 전구체(precursor)가 얻어진다.

이 단위 전지 전구체를 대기중에서 1200°C로 소성하여 연료 전지 구성인 단위 전지로 된다.

인접하는 단위 전지 사이에서 도 5b의 참조 번호 45, 46으로 나타낸 바와 같이 한쪽의 단위 전지의 애노드측 백금 메쉬와 다른 쪽의 단위 전지의 캐소드측 백금 메쉬를 용접하여 인접 단위 전지 사이를 접속하여, 34개의 단위 전지를 직렬로 접속하고 본 발명에 따른 고체 전해질 연료 전지 구성을 완성한다.

동유를 연료로 사용하고 심지에서 나오는 확산 화염에, 상기의 고체 전해질 연료 전지 구성의 측면을 접촉시켜서, 전력 발전 거동을 조사하였다. 화염의 불안정으로 인해 약간의 변동은 보였지만, 최대 회로 전압은 약 25V이고 출력은 144mW이었다.

### 발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 한개의 판 형상의 고체 전해질 기판에서의 양면에 복수의 캐소드층과 복수의 애노드층을 형성하여 복수의 연료 전지를 설치하고, 공급되는 연료를 연소시켜 얻은 화염이 모든 애노드층 전체 면에 접촉하도록 공급되기 때문에, 전력은 효율적으로 발전될 수 있다. 또한, 복수의 연료 전지를 직렬로 접속함으로써, 연료 전지 구성로서의 기전력을 간단한 구성으로 높일 수 있고 연료 전지 구성의 소형화, 박형화를 실현할 수 있다.

또한, 복수개의 고체 전해질 기판에 구성되는 연료 전지 구성에서는, 고체 전해질 기판의 어느 하나가 고장이 나도, 교체가 용이하다. 또한, 고체 전해질 연료 전지 구성의 제조에서도, 연료 전지의 결점을 간단히 제거할 수 있고 그것을 양품으로 교체할 수 있으며 전체 수율을 향상시킬 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

1개의 판(sheet) 형상의 고체 전해질 기판과,

상기 고체 전해질 기판의 일면에 형성된 복수의 애노드(anode)층과,

상기 고체 전해질 기판의 상기 일면과 반대측에, 상기 애노드층과 대향하는 위치에 형성된 복수의 캐소드층을 구비하고,

상기 고체 전해질 기판을 개재하여 서로 대향하는 상기 애노드층 및 캐소드층 사이에 복수의 연료 전지를 형성하고,

상기 애노드층과 캐소드층이 직렬로 접속된 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 직렬 접속은 상기 연료 전지의 상기 애노드층과 인접하는 연료 전지의 상기 캐소드층 사이에서 상기 판 형상의 고체 전해질 기판을 관통하여 충전된 도체 비아를 통하여 행하여지는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 애노드층과 상기 복수의 캐소드층은 대향하는 동일 형상의 평면 영역을 갖고, 외부에 접속된 단부(端部)의 연료 전지에서 애노드층 또는 캐소드층을 제외한 대향하는 위치에서 평면 영역으로부터 돌출한 볼록부를 갖으며,

상기 연료 전지의 상기 애노드층의 볼록부와 인접하는 연료 전지의 캐소드층의 볼록부는 상기 판 형상의 고체 전해질 기판을 관통하여 충전된 도체 비아를 통하여 서로 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 애노드층 및 캐소드층의 주 평면 영역(main flat region)은 직사각형이고,

상기 볼록부는 상기 직사각형의 주 영역의 제 1 변(first side)으로부터 인접하는 연료 전지의 상기 애노드층 및 캐소드층의 볼록부가 설치되어 있지 않은 직선형의 변측(straight side)으로 평면적으로 돌출하는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 5.

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 애노드층 및 상기 복수의 캐소드층 중 한쪽은 동일한 직사각형 평면 영역을 갖고,

다른 쪽은 상기 한쪽에 대향하는 직사각형의 주 평면 영역과, 상기 주 평면 영역의 제 1 변으로부터 인접하는 연료 전지의 상기 애노드층 또는 캐소드층의 제 1 변과는 다른 제 2 변에 상기 볼록부와 단락되지 않도록 형성된 오목부를 갖고,

상기 볼록부가 상기 판 형상의 고체 전해질 기판을 관통하여 충전된 도체 비아를 통하여 대향하는 애노드층 또는 캐소드층에 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 복수의 애노드층 및 상기 복수의 캐소드층은 각각 직선 형상으로 인접하여 배치되고,

각 애노드층 및 캐소드층은 직선 형상으로 직렬로 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 애노드층 및 상기 복수의 캐소드층은 각각 격자 형상 또는 그리드(grid) 형상의 구획으로 배치되고,

제 1 열(列)에서 상기 연료 전지의 상기 애노드층 및 캐소드층이 직선 형상으로 직렬로 접속되고, 상기 열의 단부에서 연료 전지의 다음 열에 직렬로 접속되고, 이하 마찬가지로 직렬로 순차적으로 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 직렬 접속은, 상기 연료 전지의 상기 애노드층에 매설 또는 고정된 애노드층 메쉬(mesh) 형상 금속과, 인접하는 연료 전지의 상기 캐소드층에 매설 또는 고정된 캐소드층 메쉬 형상 금속을 접속하는 상기 판 형상의 고체 전해질 기판을 관통하는 금속선을 통하여 행해지는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

## 청구항 9.

복수의 판 형상 고체 전해질 기판과,

상기 각 고체 전해질 기판의 일면에 형성된 애노드층과,

상기 각 고체 전해질 기판의 상기 일면과 반대측에, 상기 애노드층과 대향하는 위치에 형성된 캐소드층을 구비하고,

상기 고체 전해질 기판을 개재하여 서로가 대향하는 상기 복수의 애노드층 및 상기 복수의 캐소드층 사이에서 복수의 연료 전지를 형성하고,

상기 복수의 연료 전지는 제 1 단(端)에서 상기 연료 전지의 애노드층에 매설 또는 고정되고, 제 2 단에서 인접하는 연료 전지의 캐소드층에 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속을 통하여 직렬로 접속된 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

## 청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 연료 전지의 판 형상 고체 전해질 기판은 인접하는 연료 전지의 판 형상 고체 전해질 기판 사이에서 소정의 간극을 두어 배치되고, 상기 캐소드층 및 애노드층이 같은 측을 향하도록 동일 평면 상에 배치되고,

상기 메쉬 형상 금속은 상기 간극을 통과하여 인접하는 연료 전지와 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

## 청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 연료 전지는 격자 형상 또는 그리드 형상의 구획으로 배치되고,

각 열에서 연료 전지의 상기 애노드층으로부터 상기 인접하는 연료 전지의 상기 캐소드층으로 연장하는 메쉬 형상 금속에 의해 직렬로 접속되고,

상기 열의 단부에서의 연료 전지와 상기 인접하는 열의 연료 전지와 직렬로 접속되고,

그 후에 마찬가지로 직렬로 순차적으로 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

## 청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 격자 형상 또는 그리드 형상의 구획으로 배치된 상기 복수의 연료 전지는 이들 주위에 배치된 프레임 형상 고정 부재에 의해 고정되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

## 청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 복수의 연료 전지는 복수의 연료 전지를 1단위로 하는 복수의 전지 그룹으로 구성되고,

제 1 단이 상기 전지 그룹의 복수의 연료 전지의 애노드층에 걸쳐서 매설 또는 고정되고, 제 2 단이 인접하는 전지 그룹의 복수의 연료 전지의 캐소드층에 걸쳐서 매설 또는 고정된 메쉬 형상 금속에 의해, 각 전지 그룹 내의 상기 복수의 연료 전지 사이에서 병렬로 접속되고, 또한 상기 복수의 전지 그룹 사이에서 직렬로 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 14.

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 연료 전지는 원통형으로 배치되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

#### 청구항 15.

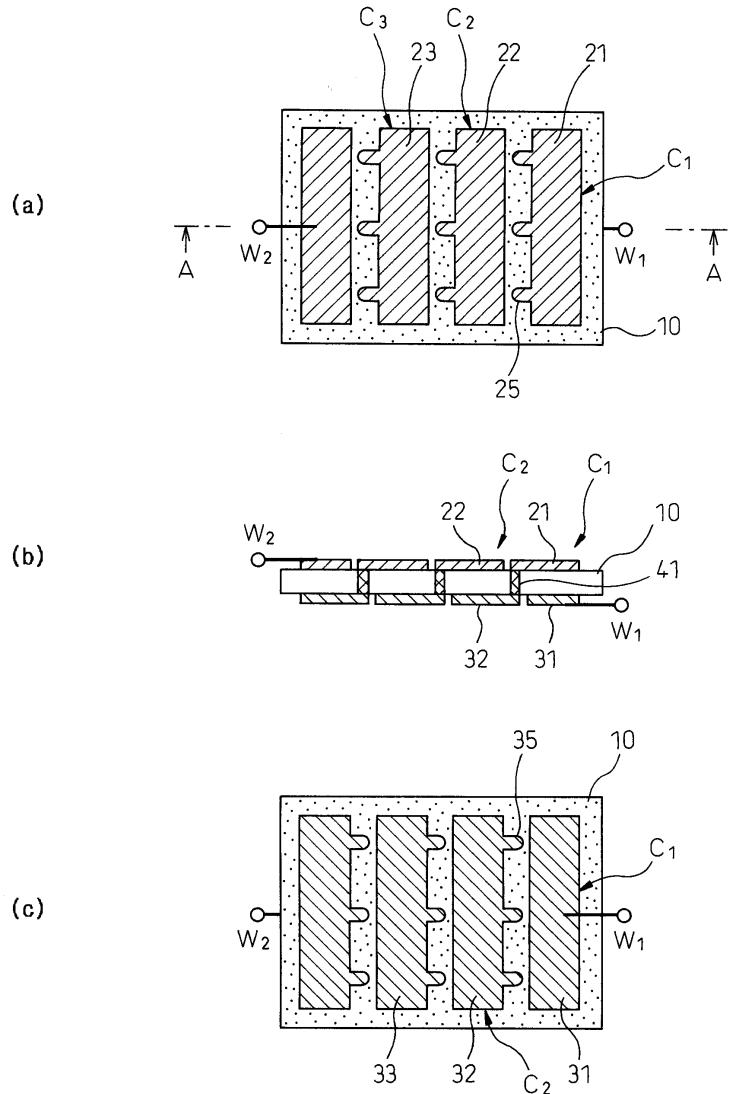
제 14 항에 있어서,

상기 복수의 연료 전지는 2개 이상의 링(ring)으로 배치되고,

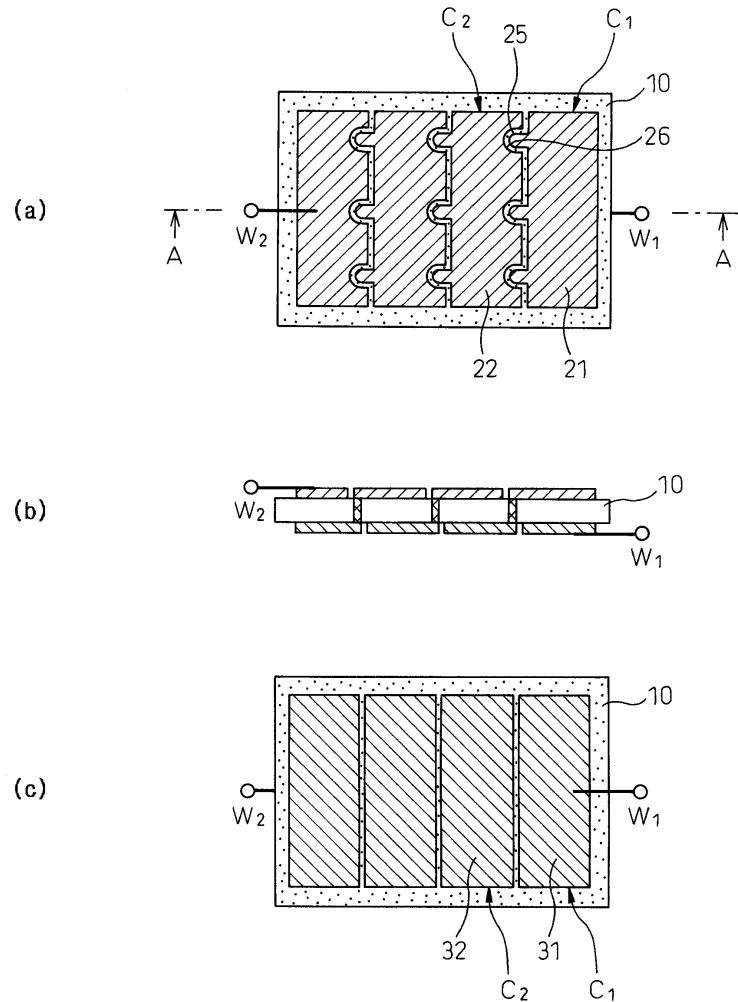
상기 링 말단의 연료 전지의 상기 애노드측 메쉬 형상 금속과 인접하는 링의 연료 전지의 캐소드측 메쉬 형상 금속 사이가 직렬로 접속되는 것을 특징으로 하는 고체 전해질 연료 전지 구성.

도면

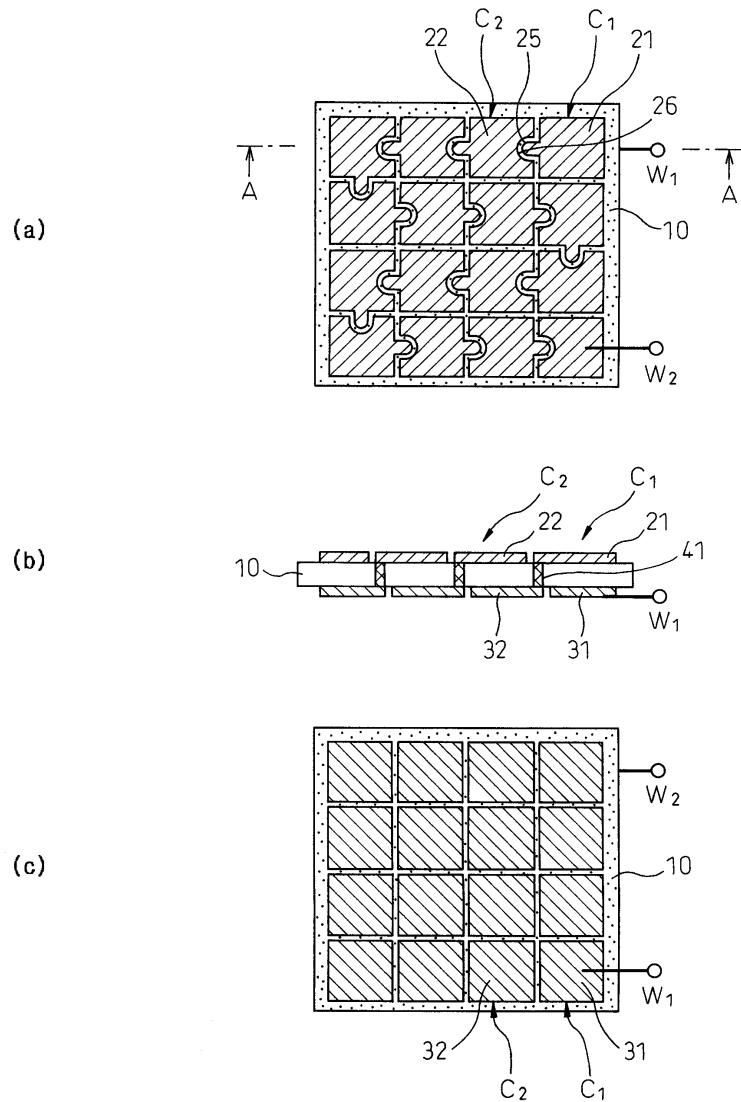
## 도면1



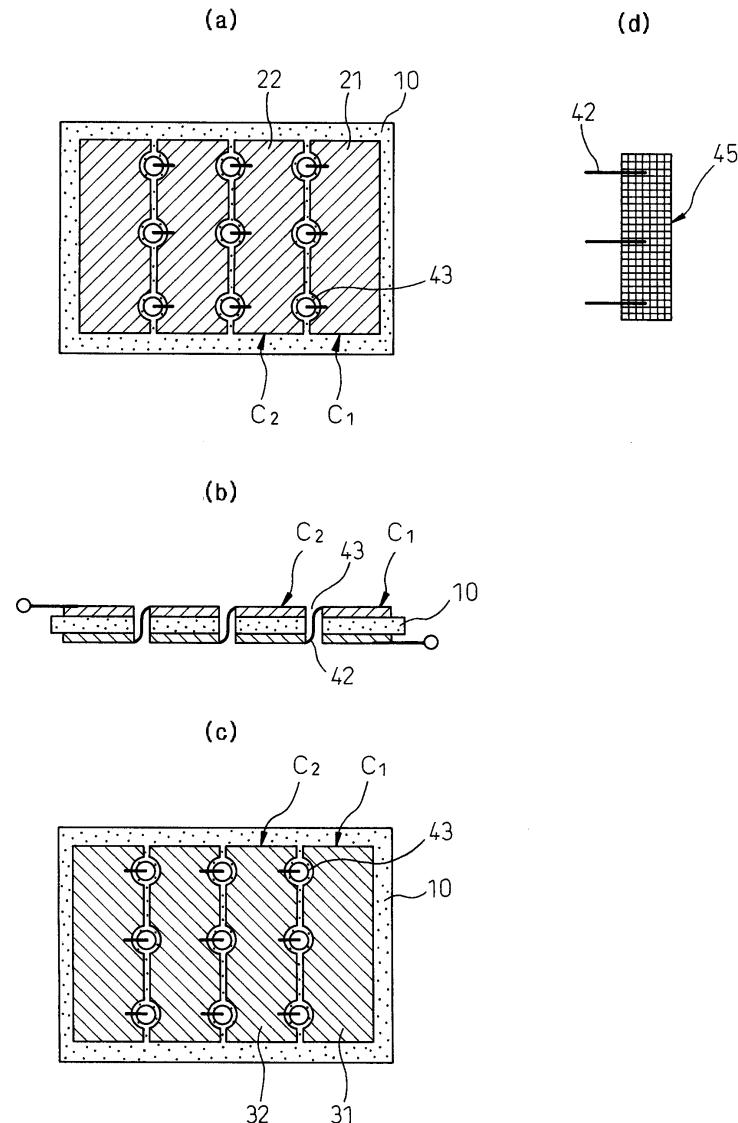
## 도면2



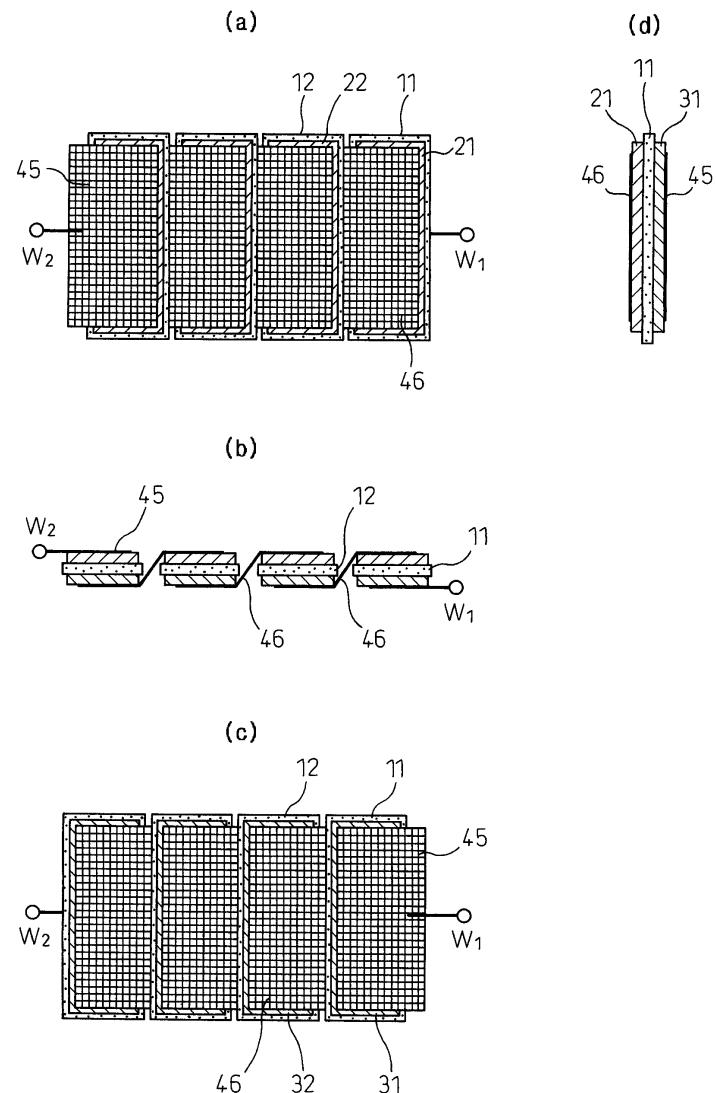
## 도면3



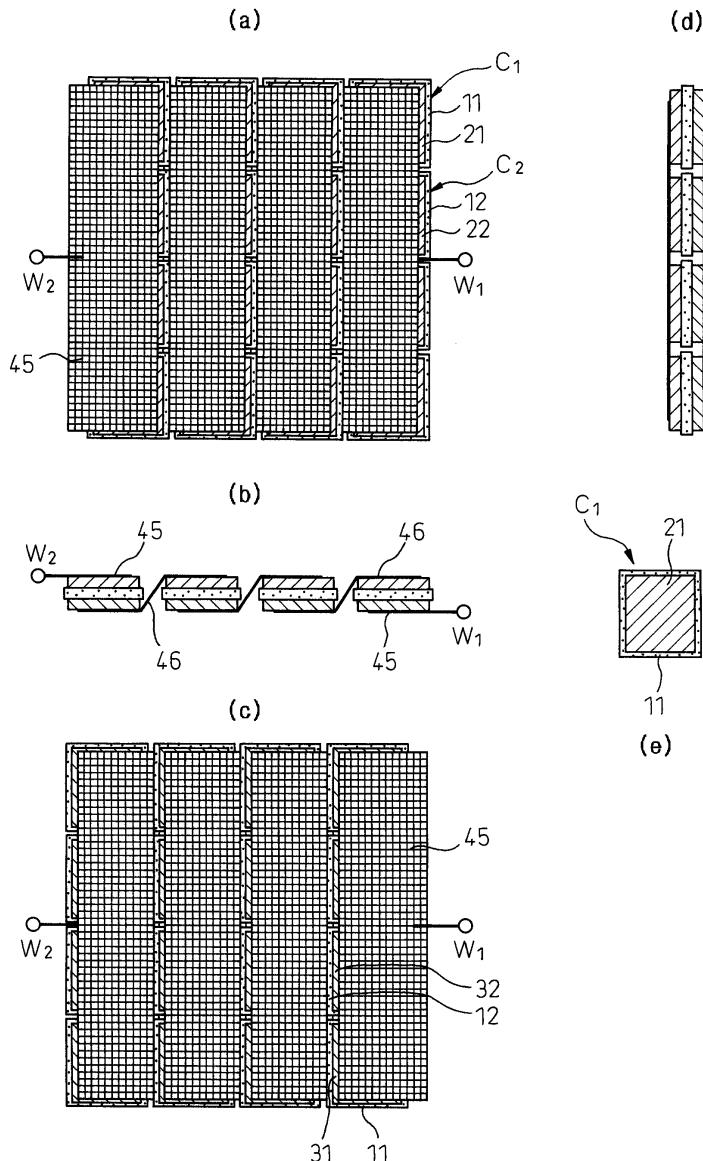
## 도면4



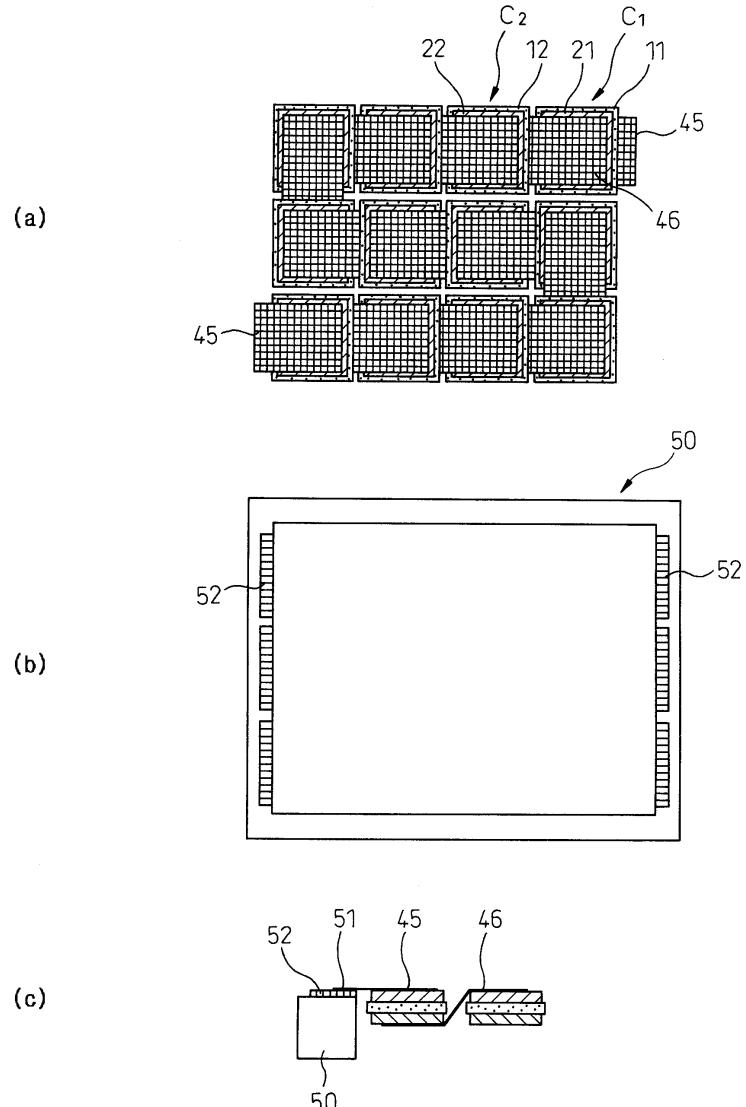
## 도면5



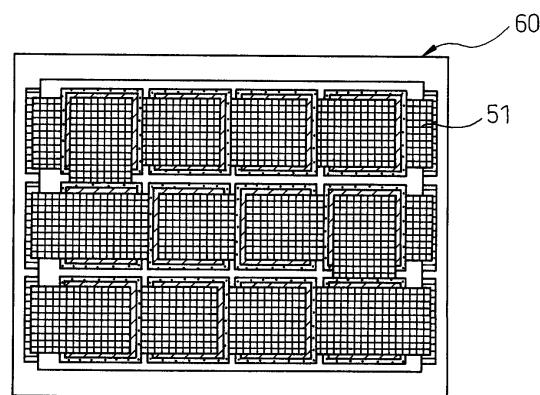
## 도면6



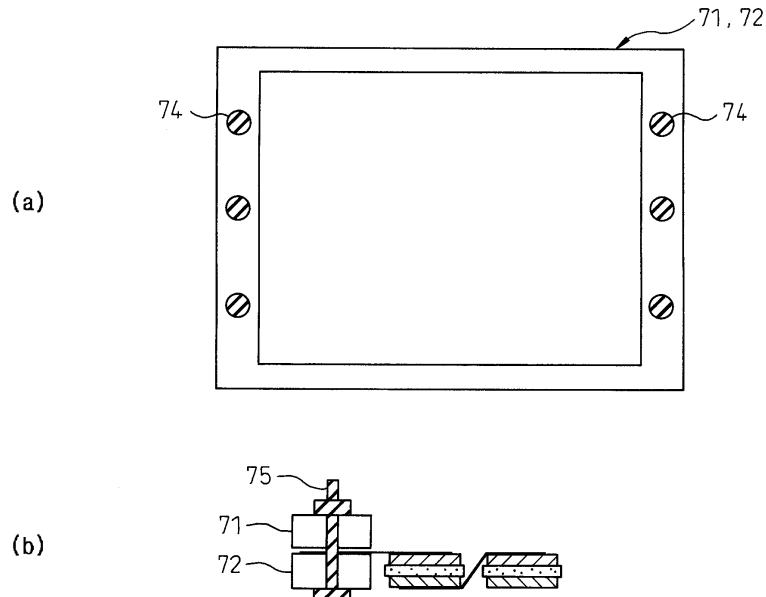
도면7



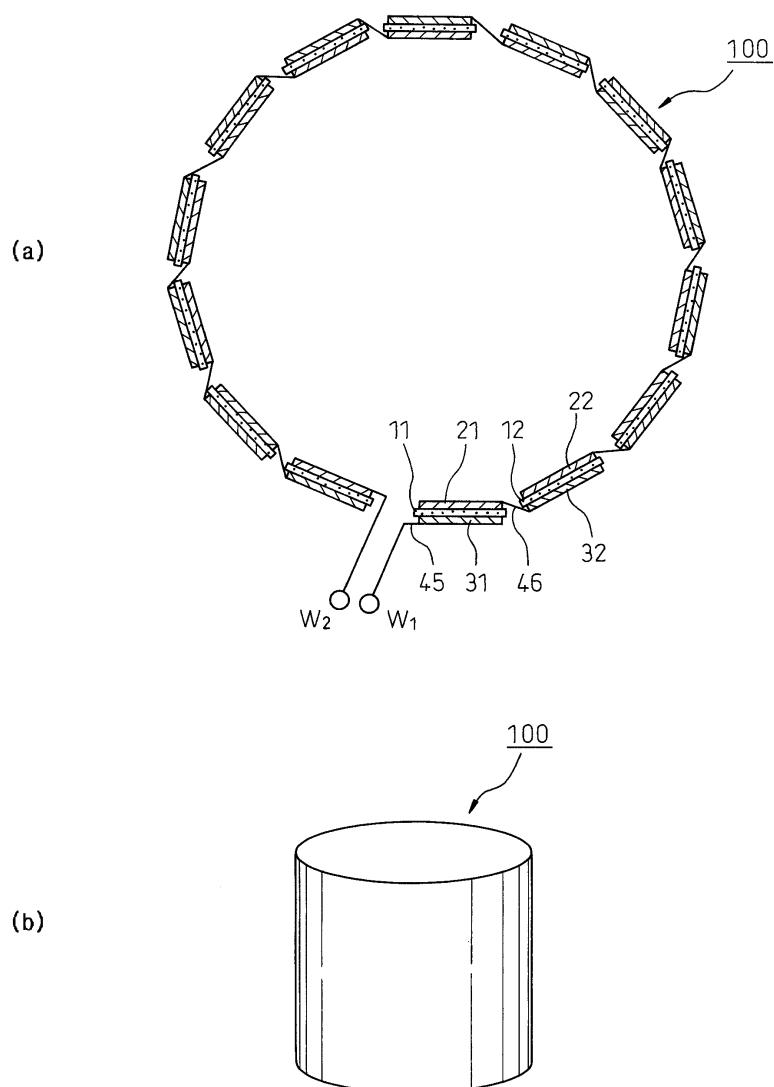
도면8



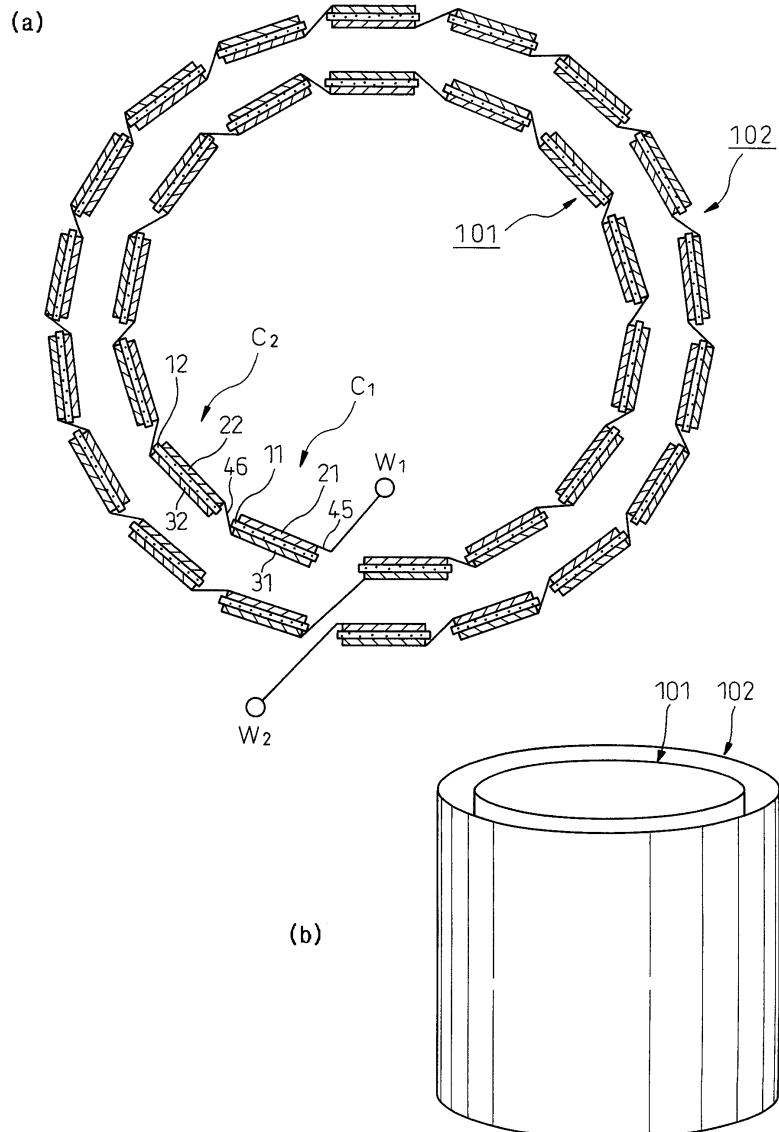
도면9



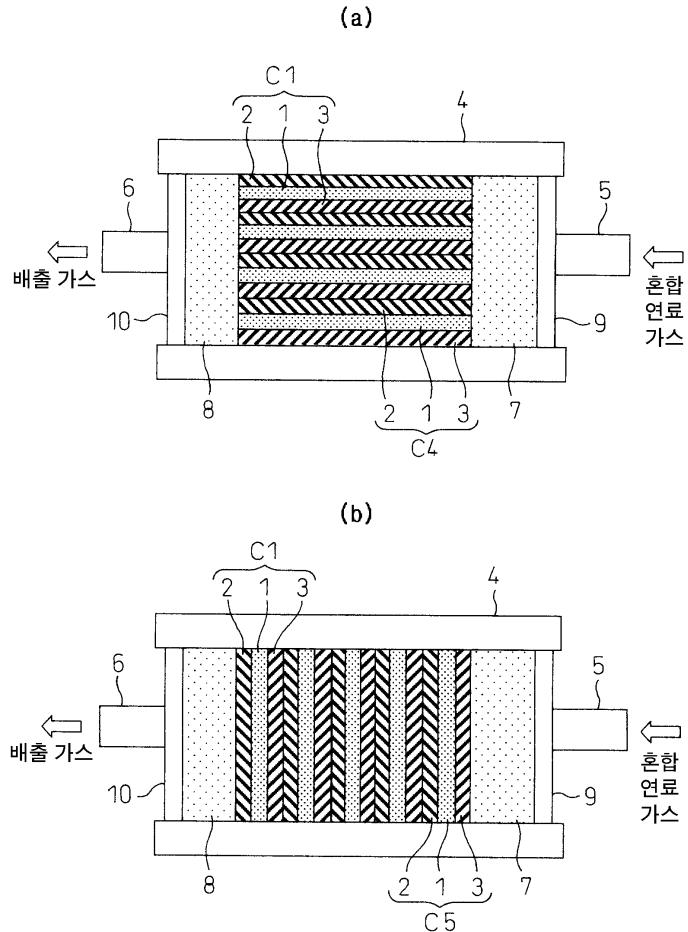
도면10



## 도면11



도면12



도면13

