



- 1 -

노드-전해질 유닛(5), 및

b) 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 사이의 금속 상호연결체(40)를 포함하고, 상기 상호연결체(40)는 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조(11)를 포함하는, 그리고 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 제 2 전극(53)과 접촉하는 제 1 기체 분배 요소(10), 및 산화제를 위한 채널(20a)을 포함하는, 그리고 템퍼링 유체를 위한 별도의 채널(20b)을 포함하는 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함하고, 상기 산화제를 위한 채널(20a)은 인접하는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 제 1 전극(51)과 접촉하고, 상기 제 1 기체 분배 요소(10) 및 제 2 기체 분배 요소(4)는 전기적으로 연결된다.

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

고체 산화물 연료 전지로서,

a) 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)으로서, 각각

- 산화제를 위한 제 1 전극(51),

- 가연성 기체를 위한 제 2 전극(53),

- 상기 제 1 전극(51)과 상기 제 2 전극(53) 사이의 고체 전해질(52)을 포함하는, 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5), 및

b) 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)들 사이의 금속 상호연결체(40)를 포함하고, 상기 금속 상호연결체(40)는,

- 상기 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조(11)를 포함하는 제 1 기체 분배 요소(10)로서, 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 상기 제 2 전극(53)과 접촉하는, 제 1 기체 분배 요소(10), 및

- 인접하는 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 상기 제 1 전극(51)과 접촉하는 상기 산화제를 위한 채널(20a)을 포함하고, 템퍼링 유체를 위한 별개의 채널(20b)을 포함하는 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함하는, 금속 상호연결체(40)를 포함하고,

상기 제 1 기체 분배 요소(10) 및 상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 전기적으로 연결되고,

- 상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 평면의 베이스 층(1), 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 층(2, 3)에는 상기 기체 분배 구조(11)가 배치되고,

- 상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 상기 제 1 기체 분배 요소(10)의 상기 베이스 층(1)의 일측 상에 배치되고, 지지층을 형성하고,

- 상기 템퍼링 유체를 위한 별개의 채널(20b)은 상기 제 1 기체 분배 요소(10)의 베이스 층(1)과 접촉하고,

- 상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 복수의 파형을 포함하고, 상기 파형은 상기 산화제를 위한 복수의 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 복수의 별개의 채널(20b)을 형성하고, 상기 복수의 채널(20a, 20b)은 상호 평행하게 연장되고,

- 상기 파형은 파형을 구비하는 판금으로 이루어지고,

- 상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)의 양자 모두가 산소를 함유하는 기체의 동일한 공급원과 유체 연통하도록 매니폴드가 구성되는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 상기 제 1 기체 분배 요소(10)를 향해 개방되는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 파동(wave) 프로파일, 지그재그 프로파일, 또는 사다리꼴 단면의 프로파일 중 하나를 갖는, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 상기 탬퍼링 유체를 위한 채널(20b)이 유입 단부(20c) 및 유출 단부(20d) 만을 포함하는 폐쇄된 채널로서 성형되도록 상기 제 1 기체 분배 요소(10)에 연결되는, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 연료 유입구측(2b)으로부터 연료 유출구측(2c)으로 연장되고, 이것에 의해 상기 제 1 기체 분배 요소(10) 내에서 상기 가연성 기체의 주요 유동 방향(9)을 한정함으로써, 상기 제 2 기체 분배 요소(4)의 상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 탬퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 실질적으로 주요 유동 방향(9)을 따라 연장되거나 또는 주요 유동 방향(9)에 실질적으로 수직으로 연장되는, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a)은 단면적(20f)을 갖고, 상기 탬퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 단면적(20e)을 갖고, 상기 2 개의 단면적(20e, 20f)의 비는 1 : 2 내지 2 : 1의 범위인, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)은 주요 유동 방향(9)을 따라 길이(3a)를 갖고, 그리고 폭(3b)을 갖고, 상기 길이(3a) 대 폭(3b)의 비는 1 보다 큰, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 파형은 피치(20g)를 갖고, 상기 피치(20g)는 2 mm 내지 8 mm의 범위인, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 파형은 적어도 45° 의 경사 각도( $\alpha$ )를 갖는, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 탬퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 1 내지 5 mm의 범위의 높이를 갖는, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a)이 산소를 함유하는 기체의 공급원과 유체 연통되도록, 그리고 상기 탬퍼링 유체를 위한 채널(20b)이 별개의 탬퍼링 기체와 유체 연통되도록 구성되는 매니폴드를 포함하는, 고체 산화물 연료 전지.

## 청구항 13

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 제 1 개구(15) 또는 제 2 개구(6)를 갖는 균질화 요소인 제 2 층(3)을 포함하고, 상기 제 1 개구(15) 중 적어도 일부는 길이(28) 및 폭(29)을 갖고, 상기 길이(28)는 상기 폭(29)보다 크고,

상기 길이(28)는 주요 유동 방향(9)에 대해 횡단 방향으로 연장되는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 복수의 채널, 3차원 구조물, 핀, 그리드 구조물, 및 발포체 구조물 중 적어도 하나를 포함하는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10) 상의 채널은 적어도 바 요소(23)에 의해 적어도 부분적으로 차단되고, 그리고 상기 제 2 층(3)은 상기 바 요소(23)를 우회하는 개구(6)를 포함하는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 층(2)의 기체 분배 구조(11)는 나란히 배치되는, 그리고 상기 연료 유입구(2b)를 상기 연료 유출구(2c)와 연결하는 복수의 채널(13)을 포함하고, 상기 채널(13)에 대해 횡단 방향으로 연장되는 상기 제 1 개구(15)는 나란히 배치되는 적어도 2 개의 채널(13)이 상기 제 1 개구(15)에 의해 유체적으로 연결되도록 하는 길이(28)를 갖는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 채널(13)은 상호 평행하게 연장되고, 상기 제 1 개구(15)는 상기 채널(13)에 수직으로 연장되는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 채널(13)은 반경 방향으로 연장되고, 상기 제 1 개구(15)는 원주 방향으로 연장되는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 적어도 2 개의 부품으로 이루어지고, 상기 적어도 2 개의 부품은 적어도 0.3 mm의 간극 폭을 갖는 스플릿(split; 4b)에 의해 상호로부터 분리되는, 고체 산화물 연료 전지.

#### 청구항 20

고체 산화물 연료 전지를 작동하기 위한 방법으로서, 상기 고체 산화물 연료 전지는,

a) 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)으로서, 각각

- 산화제를 위한 제 1 전극(51),

- 가연성 기체를 위한 제 2 전극(53),

- 상기 제 1 전극(51)과 상기 제 2 전극(53) 사이의 고체 전해질(52)을 포함하는, 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5), 및

b) 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)들 사이의 금속 상호연결체(40)를 포함하고, 상기 금속 상호연결체(40)는,

- 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조(11)를 포함하는 금속의 제 1 기체 분배 요소(10), 및

- 산화제를 위한 채널(20a)을 포함하는, 그리고 탬퍼링 유체를 위한 별개의 채널(20b)를 포함하는 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함하고,

상기 채널(20a, 20b)은 상기 산화제(0)를, 산화제를 위한 채널(20a)을 위한 산화제(01) 및 탬퍼링 유체를 위한 채널(20b)을 위한 탬퍼링 유체(02)의 2 개의 유동 경로(01, 02)로 분할하고,

상기 탬퍼링 유체(02)는 상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4) 및 상기 금속의 제 1 기체 분배 요소(10)의 베이스 층(1)과 접촉하여 냉각시키고,

상기 산화제(01)는 인접하는 캐소드-애노드-전해질 유닛의 제 1 전극(51)과 접촉하고,

적어도 제 1 및 제 2 제어 온도(T1, T2)가 측정되고,

상기 제 1 제어 온도(T1)는 상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4) 내로 유입되는 상기 탬퍼링 유체(02)의 온도이거나 또는 상기 고체 산화물 연료 전지의 탬퍼링 유체 유입구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도이고,

상기 제 2 제어 온도는 상기 금속의 제 2 기체 분배 요소로부터 배출되는 상기 탬퍼링 유체의 유출 온도, 상기 고체 산화물 연료 전지의 온도, 또는 상기 고체 산화물 연료 전지의 탬퍼링 유체 유출구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도 중 하나의 온도이고,

상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 탬퍼링 유체(02)의 양은 상기 제 1 및 제 2 제어 온도(T1, T2)의 온도 차이에 기초하여 제어되는, 고체 산화물 연료 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 탬퍼링 유체의 양은 최대의, 최소의 또는 공칭의 온도 차이에 기초하여 제어되는, 고체 산화물 연료 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 상기 탬퍼링 유체의 양 및 온도(T1)는 상기 제 1 및 제 2 온도(T1, T2)가 한정된 최소값 및 최대값 내에 유지되도록 제어되는, 고체 산화물 연료 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 산화제 및 상기 탬퍼링 유체는 엄격하게 분리된 유동 경로(01, 02) 내에서 순환하는, 고체 산화물 연료 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 24

고체 산화물 전해 전지를 작동하기 위한 방법으로서, 상기 고체 산화물 전해 전지는,

a) 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)으로서, 각각

- 산화제를 위한 제 1 전극(51),

- 가연성 기체를 위한 제 2 전극(53),

- 상기 제 1 전극(51)과 상기 제 2 전극(53) 사이의 고체 전해질(52)을 포함하는, 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5), 및

b) 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)들 사이의 금속 상호연결체(40)를 포함하고, 상기 금속 상호연결체(40)는,

- 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조(11)를 포함하는 금속의 제 1 기체 분배 요소(10), 및

- 산화제를 위한 채널(20a)을 포함하는, 그리고 탬퍼링 유체를 위한 별개의 채널(20b)를 포함하는 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함하고,

상기 채널(20a, 20b)은 상기 산화제(0)를, 산화제를 위한 채널(20a)을 위한 산화제(01) 및 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)을 위한 템퍼링 유체(02)의 2 개의 유동 경로(01, 02)로 분할하고,

상기 템퍼링 유체(02)는 상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4) 및 상기 금속의 제 1 기체 분배 요소(10)의 베이스 층(1)과 접촉하여 냉각시키고,

상기 산화제(01)는 인접하는 캐소드-애노드-전해질 유닛의 제 1 전극(51)과 접촉하고,

적어도 제 1 및 제 2 제어 온도(T1, T2)가 측정되고,

상기 제 1 제어 온도(T1)는 상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4) 내로 유입되는 상기 템퍼링 유체(02)의 온도이거나 또는 상기 고체 산화물 전해 전지의 템퍼링 유체 유입구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도이고,

상기 제 2 제어 온도는 상기 금속의 제 2 기체 분배 요소로부터 배출되는 상기 템퍼링 유체의 유출 온도, 상기 고체 산화물 전해 전지의 온도, 또는 상기 고체 산화물 전해 전지의 템퍼링 유체 유출구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도 중 하나의 온도이고,

상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 템퍼링 유체(02)의 양은 상기 제 1 및 제 2 제어 온도(T1, T2)의 온도 차이에 기초하여 제어되는, 고체 산화물 전해 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 템퍼링 유체의 양은 최대의, 최소의 또는 공칭의 온도 차이에 기초하여 제어되는, 고체 산화물 전해 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기 금속의 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 상기 템퍼링 유체의 양 및 온도(T1)는 상기 제 1 및 제 2 온도(T1, T2)가 한정된 최소값 및 최대값 내에 유지되도록 제어되는, 고체 산화물 전해 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 27

제 24 항에 있어서,

상기 산화제 및 상기 템퍼링 유체는 엄격하게 분리된 유동 경로(01, 02) 내에서 순환하고, 상기 템퍼링 유체는 상기 제 2 기체 분배 요소(4)를 가열하는, 고체 산화물 전해 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

생성된 산소를 포집하기 위해 상기 산화제의 유동 경로(01, 02) 내에 운반 기체가 첨가되고, 상기 운반 기체의 유동 속도는 상기 금속 상호연결체(40)를 배출되는 상기 운반 기체 내의 산소 함량이 소정의 범위 내에 유지되도록 제어되는, 고체 산화물 전해 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 운반 기체는 순환되고, 산소 부화된 기체를 별도로 포집하기 위해 상기 금속 상호연결체(40)를 벗어나는 상기 운반 기체로부터 상기 산소가 추출되는, 고체 산화물 전해 전지를 작동하기 위한 방법.

#### 청구항 30

고체 산화물 전해 전지로서,

a) 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)으로서, 각각

- 산화제를 위한 제 1 전극(51),

- 가연성 기체를 위한 제 2 전극(53),
  - 상기 제 1 전극(51)과 상기 제 2 전극(53) 사이의 고체 전해질(52)을 포함하는, 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5), 및
  - b) 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)들 사이의 금속 상호연결체(40)를 포함하고, 상기 금속 상호연결체(40)는,
    - 상기 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조(11)를 포함하는 제 1 기체 분배 요소(10)로서, 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 상기 제 2 전극(53)과 접촉하는, 제 1 기체 분배 요소(10), 및
    - 인접하는 상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 상기 제 1 전극(51)과 접촉하는 상기 산화제를 위한 채널(20a)을 포함하고, 템퍼링 유체를 위한 별개의 채널(20b)을 포함하는 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함하는, 금속 상호연결체(40)를 포함하고,
- 상기 제 1 기체 분배 요소(10) 및 상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 전기적으로 연결되고,
- 상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 평면의 베이스 층(1), 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 층(2, 3)에는 상기 기체 분배 구조(11)가 배치되고,
  - 상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 상기 제 1 기체 분배 요소(10)의 상기 베이스 층(1)의 일측 상에 배치되고, 지지층을 형성하고,
  - 상기 템퍼링 유체를 위한 별개의 채널(20b)은 상기 제 1 기체 분배 요소(10)의 베이스 층(1)과 접촉하고,
  - 상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 복수의 파형을 포함하고, 상기 파형은 상기 산화제를 위한 복수의 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 복수의 별개의 채널(20b)을 형성하고, 상기 복수의 채널(20a, 20b)은 상호 평행하게 연장되고,
  - 상기 파형은 파형을 구비하는 관금으로 이루어지고,
  - 상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)의 양자 모두가 산소를 함유하는 기체의 동일한 공급원과 유체 연통하도록 매니폴드가 구성되는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 상기 제 1 기체 분배 요소(10)를 향해 개방되는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 32

제 30 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 파동(wave) 프로파일, 지그재그 프로파일, 또는 사다리꼴 단면의 프로파일 중 하나를 갖는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 33

제 30 항에 있어서,

상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)이 유입 단부(20c) 및 유출 단부(20d)만을 포함하는 폐쇄된 채널로서 성형되도록 상기 제 1 기체 분배 요소(10)에 연결되는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 34

제 30 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 연료 유입구축(2b)으로부터 연료 유출구축(2c)으로 연장되고, 이것에 의해 상기 제 1 기체 분배 요소(10) 내에서 상기 가연성 기체의 주요 유동 방향(9)을 한정함으로써, 상기 제 2 기체 분배 요소(4)의 상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 실질적으로 주요 유동 방향(9)을 따라 연장되거나 또는 주요 유동 방향(9)에 실질적으로 수직으로 연장되는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 35

제 30 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a)은 단면적(20f)을 갖고, 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 단면적(20e)을 갖고, 상기 2 개의 단면적(20e, 20f)의 비는 1 : 2 내지 2 : 1의 범위인, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 36

제 30 항에 있어서,

상기 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)은 주요 유동 방향(9)을 따라 길이(3a)를 갖고, 그리고 폭(3b)을 갖고, 상기 길이(3a) 대 폭(3b)의 비는 1 보다 큰, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 37

제 30 항에 있어서,

상기 파형은 피치(20g)를 갖고, 상기 피치(20g)는 2 mm 내지 8 mm의 범위인, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 38

제 37 항에 있어서,

상기 파형은 적어도 45° 의 경사 각도( $\alpha$ )를 갖는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 39

제 30 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a) 및 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 1 내지 5 mm의 범위의 높이를 갖는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 40

제 30 항에 있어서,

상기 산화제를 위한 채널(20a)이 산소를 함유하는 기체의 공급원과 유체 연통되도록, 그리고 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)이 별개의 템퍼링 기체와 유체 연통되도록 구성되는 매니폴드를 포함하는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 41

제 34 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 제 1 개구(15) 또는 제 2 개구(6)를 갖는 균질화 요소인 제 2 층(3)을 포함하고, 상기 제 1 개구(15) 중 적어도 일부는 길이(28) 및 폭(29)을 갖고, 상기 길이(28)는 상기 폭(29)보다 크고, 상기 길이(28)는 주요 유동 방향(9)에 대해 횡단 방향으로 연장되는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 42

제 30 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10)는 복수의 채널, 3차원 구조물, 핀, 그리드 구조물, 및 발포체 구조물 중 적어도 하나를 포함하는, 고체 산화물 전해 전지.

### 청구항 43

제 42 항에 있어서,

상기 제 1 기체 분배 요소(10) 상의 채널은 적어도 바 요소(23)에 의해 적어도 부분적으로 차단되고, 그리고 상기 제 2 층(3)은 상기 바 요소(23)를 우회하는 개구(6)를 포함하는, 고체 산화물 전해 전지.

#### 청구항 44

제 41 항에 있어서,

상기 제 1 층(2)의 기체 분배 구조(11)는 나란히 배치되는, 그리고 상기 연료 유입구(2b)를 상기 연료 유출구(2c)와 연결하는 복수의 채널(13)을 포함하고, 상기 채널(13)에 대해 횡단 방향으로 연장되는 상기 제 1 개구(15)는 나란히 배치되는 적어도 2 개의 채널(13)이 상기 제 1 개구(15)에 의해 유체적으로 연결되도록 하는 길이(28)를 갖는, 고체 산화물 전해 전지.

#### 청구항 45

제 44 항에 있어서,

상기 채널(13)은 상호 평행하게 연장되고, 상기 제 1 개구(15)는 상기 채널(13)에 수직으로 연장되는, 고체 산화물 전해 전지.

#### 청구항 46

제 44 항에 있어서,

상기 채널(13)은 반경 방향으로 연장되고, 상기 제 1 개구(15)는 원주 방향으로 연장되는, 고체 산화물 전해 전지.

#### 청구항 47

제 43 항에 있어서,

상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 적어도 2 개의 부품으로 이루어지고, 상기 적어도 2 개의 부품은 적어도 0.3 mm의 간극 폭을 갖는 스플릿(split; 4b)에 의해 상호로부터 분리되는, 고체 산화물 전해 전지.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 고체 산화물 연료 전지 또는 고체 산화물 전해 전지에 관한 것이다. 본 발명은 추가적으로 고체 산화물 연료 전지 또는 고체 산화물 전해 전지를 작동시키기 위한 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 연료 전지는 화학 반응에 의해 전기를 발생하는 기기이다. 다양한 연료 전지 중에서, 고체 산화물 연료 전지(SOFC)는 전해질로서 경질의 금속(예를 들면, 칼슘 또는 지르코늄) 산화물의 세라믹 화합물을 사용한다. 전형적으로, in 고체 산화물 연료 전지,  $O_2$ 와 같은 산화제는 캐소드에서 산소 이온( $O^{2-}$ )으로 환원되고,  $H_2$  기체와 같은 가연성 기체는 애노드에서 산소 이온에 의해 산화되어 물을 형성한다.

[0003] SOFC 연료 전지는 연료 전지 유닛의 스택을 포함한다. SOFC 연료 전지 유닛은 2 개의 주요 컴포넌트, 즉 CAE-유닛이라고도 부르는 캐소드-애노드-전해질 유닛 및 경우에 따라 카세트의 형태를 갖는 상호연결체로 이루어진다. 상호연결체는 각각의 CAE-유닛이 발전하는 전력을 통합할 수 있도록 하나의 연료 전지 유닛(50)의 CAE-유닛을 다른 연료 전지 유닛의 CAE-유닛에 전기적으로 연결하는 역할을 한다. 고온 연료 전지(SOFC)에서 이러한 상호연결체는 CAE-유닛을 전기적으로 연결하는 기능 뿐만 아니라 가연성 기체 및 산화제를 CAE-유닛의 각각의 전극에 수송하는 기능을 갖는다.

[0004] 상호연결체는 약 500°C 내지 1100°C의 매우 높은 온도에서 CAE-유닛의 산화층 및 환원층의 양자 모두에 노출되므로 상호연결체는 고체 산화물 연료 전지의 중요한 문제 중의 하나이다. 이러한 이유로, 과거에는 상호연결체 재료로서 금속보다 세라믹이 장기적으로 더욱 성공적이었다. 그러나, 이러한 세라믹 상호연결체 재료는 금속에 비해 매우 고가이다. 금속 상호연결체는 제조 및 가공이 비교적 용이하지만, 이것은 일반적으로 작동 중에 상호연결체-애노드/캐소드 계면에서  $Cr_2O_3$ 와 같은 금속 산화물의 형성에 부분적으로 기인되는 높은 전력 성능저하 속도에 시달린다. 니켈계 및 강계 합금은 더 낮은 온도(600-800°C)의 SOFC가 개발됨에 따라 더욱 전도유망해지

고 있다.

- [0005] US 7 632 586 B2는 가연성 기체와 산화제를 위한 상호연결체를 개시한다. 평면의 CAE 유닛은 이웃하는 CAE 유닛 사이에 배치된 평면의 금속 플레이트로서 형성되는 상호연결층으로 중첩하여 위치된다. 애노드 층 및 캐소드 층 내에는 연료 및 산화제를 위한 각각의 통로가 형성된다.
- [0006] SOFC 연료 전지 스택의 매우 높은 작동 온도로 인해, CAE 유닛 및 이 CAE 유닛에 반응물을 공급하기 위한, 그리고 이것으로부터 반응물을 배출하기 위한 상호연결체 구조의 열팽창 및 열기계적 거동의 효과는 검토되어야 한다. 특히, 기체 분배 구조는 다소의 크리프를 경험할 수 있고, 이것은 연료 전지 내에서 유동의 분배에 영향을 준다. 더욱이, 전극 및 계면은 과도한 온도에 도달되는 즉시 열화되는 경향이 있다.
- [0007] US 6 670 068 B1은 SOFC 연료 전지 스택을 개시한다. 따라서 복수의 CAE 유닛은 상호연결기에 의해 전기 전도성 접촉 상태에 있고, 이 상호연결기는 접촉 플레이트 및 유체 안내 요소를 포함하고, 유체 안내 요소는 성형된 판금 부품으로서 형성되고, 그리고 용접 또는 솔더링(soldering)에 의해 유체 밀봉 방식으로 접촉 플레이트에 연결된다. 그 결과 접촉 플레이트는 연료 전지 유닛의 작동 중에 가연성 기체 또는 산화제가 유동하는 유체 체임버를 한정한다. 성형된 판금 부품에는 이것에 파형 구조를 부여하는 복수의 파형이 배치된다. 이와 같은 파형 구조는 작동 시에 CAE 유닛 및 유체 안내 요소의 열팽창의 일부를 보상할 수 있다. 그러나, 각각의 전극의 파의 마루 또는 파의 골짜기의 국부적 접촉으로 인해, 유체 안내 요소는 전극의 열팽창을 따라야 한다. 유체 안내 요소가 충분한 탄성을 가지지 않는 경우, 열팽창에 기인하는 변형이 전극 내에 도입된다. 전극은 고체의 취성의 세라믹으로 형성된다. 따라서, 높은 변형이 전극 내에 도입되면, 균열이 형성될 수 있고, 이것은 궁극적으로 전극을 파괴한다. 또한 유체 안내 요소와 애노드 사이에 제공되는 용접 또는 솔더링 연결도 또한 구조의 강성(stiffness)의 원인이다. 특히, 상이한 열팽창 계수를 갖는 재료가 사용되는 경우, 변형은 최종적으로 전극의 손상으로 이어질 수 있고, 고려되는 전지 막을 손상시킬 수 있다. 특히, 반응물의 유동은 변경될 수 있고, 또는 전지 막이 파손된 경우 반응물의 직접적 혼합이 발생하여 자발적 연소로 이어질 수 있다. 따라서, 국부적 핫스팟이 형성될 수 있고, 이것은 국부적 열 팽창 및 이에 따라 부적 응력의 발생을 유발할 수 있다.
- [0008] 더욱 신뢰성 있고 효율적인 고체 산화물 연료 전지가 얻어지도록 전술한 문제점 중 하나 이상에 대처하는 고체 산화물 연료 전지를 위한 개량된 상호연결체의 개발에 대한 요구가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0009] 따라서, 본 발명의 목적은 기존의 SOFC 연료 전지를 더 신뢰할 수 있도록, 그리고 더 저렴한 제조를 허용하도록 개선하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 목적은 청구항 1의 특징을 포함하는 고체 산화물 연료 전지에 의해 달성된다.
- [0011] 종속 청구항 2 내지 25는 본 발명의 추가의 유리한 구성 또는 실시형태에 관한 것이다. 본 발명의 목적은 청구항 26의 특징을 포함하는 고체 산화물 연료 전지를 작동시키기 위한 방법에 의해 추가로 달성된다. 청구항 27 내지 34는 추가의 유리한 방법 단계에 관한 것이다.
- [0012] 본 발명의 목적은 특히 하기를 포함하는 고체 산화물 연료 전지에 의해 달성된다.
- [0013] a) 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛으로서, 각각
- [0014] - 산화제를 위한 제 1 전극,
- [0015] - 가연성 기체를 위한 제 2 전극,
- [0016] - 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 고체 전해질을 포함하는, 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5), 및
- [0017] b) 상기 CAE 유닛들 사이의 금속 상호연결체를 포함하고, 상기 금속 상호연결체는,
- [0018] - 상기 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조를 포함하는 제 1 기체 분배 요소로서, 상기 CAE-유닛의 상기 제 2 전극과 접촉하는, 제 1 기체 분배 요소, 및
- [0019] - 인접하는 CAE-유닛의 상기 제 1 전극과 접촉하는 상기 산화제를 위한 채널을 포함하고, 템퍼링(tempering) 유

체를 위한 별개의 채널을 포함하는 제 2 기체 분배 요소를 포함하는, 금속 상호연결체를 포함하고,

[0020] 상기 제 1 기체 분배 요소 및 상기 제 2 기체 분배 요소는 전기적으로 연결된다.

[0021] 본 발명의 목적은 특히 하기를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 또는 고체 산화물 전해 전지를 작동시키기 위한 방법에 의해 추가로 달성된다.

[0022] a) 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛 및

[0023] b) 상기 CAE 유닛들 사이의 금속 상호연결체를 포함하고, 상기 금속 상호연결체는,

[0024] - 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조를 포함하는 제 1 기체 분배 요소, 및

[0025] - 산화제를 위한 채널을 포함하는, 그리고 탬퍼링 유체를 위한 별개의 채널을 포함하는 제 2 기체 분배 요소를 포함하고,

[0026] 적어도 제 1 및 제 2 제어 온도가 측정되고,

[0027] - 상기 제 1 온도는 상기 제 2 기체 분배 요소 내로 유입되는 상기 탬퍼링 유체의 온도이거나 상기 연료 전지의 탬퍼링 유체 유입구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도이고,

[0028] - 상기 제 2 온도는 상기 제 2 기체 분배 요소로부터 배출되는 상기 탬퍼링 유체의 유출 온도, 상기 연료 전지 스택의 온도, 또는 상기 연료 전지의 탬퍼링 유체 유출구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도 중 하나의 온도이고,

[0029] 상기 제 2 기체 분배 요소에 공급되는 탬퍼링 유체의 양은 상기 제 1 및 제 2 온도의 온도 차이에 기초하여 제어된다.

[0030] 본 출원의 발명은 고체 산화물 연료 전지(SOFC)를 개시함으로써 설명된다. 본 발명에 따른 실시형태는 고체 산화물 전해 전지(SOEC)로서 사용될 수도 있다. 본 명세서에서 고체 산화물 연료 전지를 설명하는 것은 또한 전해 기기로서 사용되는 동일한 실시형태를 의미하고, 또한 특별히 언급되지 않는 한 청구항에 포함된다.

[0031] 본 발명에 따른 고체 산화물 연료 전지는 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛 및 각각의 CAE-유닛 사이의 금속 상호연결체를 포함하고, 상기 상호연결체는,

[0032] - 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조를 포함하는, 그리고 상기 CAE-유닛과 접촉하는 제 1 기체 분배 요소, 및

[0033] - 산화제를 위한 채널을 포함하고, 탬퍼링 유체를 위한 별개의 채널을 포함하는 제 2 기체 분배 요소를 포함하고, 상기 산화제를 위한 채널은 인접하는 CAE-유닛과 접촉하고, 상기 제 1 기체 분배 요소 및 제 2 기체 분배 요소는 전기적으로 연결된다. 그러므로 상호연결체는 CAE-유닛을 인접하는 CAE-유닛과 전기적으로 연결하는 역할을 한다. 또한, 상호연결체는 더욱 가연성 기체 및 산화제를 수송하는 역할을 한다. 상호연결체는 특히 CAE-유닛을 냉각(대부분 SOFC 유닛) 또는 가열(대부분 SOEC 유닛)하기 위해 탬퍼링 유체를 위한 채널을 더 포함한다.

[0034] 하나의 바람직한 실시형태에서, 연료 전지(또는 전해 기기)를 위한 제 1 기체 분배 요소는 제 1 층 및 제 2 층을 포함하고, 상기 제 1 층 및 제 2 층에는 가연성 기체를 위한 패턴을 형성하는 기체 분배 구조가 배치된다. 상기 패턴에 의해 상기 제 1 층과 상기 제 2 층 사이에 형성된 기체 분배 구조에 가연성 기체를 위한 유입 개구가 제공되고, 그리고 상기 기체 분배 구조로부터 반응 생성물을 배출시키기 위한 유출 개구가 제공된다. 반응물 유체 또는 제 1 층의 온도를 조절하기 위해 제 1 층을 탬퍼링하기 위해 제 2 기체 분배 요소인 지지층이 제공되고, 따라서 기체 분배 구조를 통해 유동하는 반응물 유체에 균일한 온도 분배를 제공한다.

[0035] 본 출원에서 2 개의 대체수단을 결합하기 위해 "또는"이라는 표현이 사용되는 경우, 양자 모두의 대체수단 뿐만 아니라 단지 하나의 대체수단의 양자 모두가 존재하는 것으로 이해되어야 한다. 특별히 연료 전지를 언급하지 않는 경우, 특징은 연료 전지 또는 전해 기기에 적용될 수 있다.

[0036] 유리하게, 지지층이라고도 부르는 제 2 기체 분배 요소는 제 1 기체 분배 요소의 일측 상에 배치되고, 제 2 기체 분배 요소는 제 1 기체 분배 구조의 반대측 상에서 연장한다. 특히, 제 1 및/또는 제 2 기체 분배 구조는 채널 시스템으로서 구성될 수 있다.

[0037] 하나의 실시형태에 따르면, 제 2 기체 분배 요소에는 복수의 파형이 배치된다. 특히, 이 파형은 특히 상호 평행하게 연장하는 복수의 통로를 형성할 수 있다. 하나의 변형예에 따르면, 통로는 제 1 층, 제 1 기체 분배 요

소를 향해 개방될 수 있다. 특히, 통로는 파동(wave) 프로파일, 지그재그 프로파일 또는 사다리꼴 단면의 프로파일 중 하나를 가질 수 있다. 대안적으로 또는 조합으로, 통로는 폐쇄된 채널, 특히 튜브형 채널로서 성형된다. 이와 같은 튜브형 채널은 특히 원형 또는 직사각형 단면을 가질 수 있다. 통로는 유입 개구로부터 유출 개구까지 실질적으로 주요 유동 방향을 따라 연장할 수 있다.

[0038] 하나의 실시형태에 따르면, 제 1 기체 분배 요소는 제 1 층 및 제 2 층을 포함하고, 상기 제 2 층은 길이 및 폭을 갖는 개구를 갖는 균질화 요소이고, 상기 길이는 폭보다 크고, 상기 길이는 주요 유체 유동 방향에 대해 횡단 방향으로 연장한다. 상기 제 1 층의 반응물 유체 유동을 위한 패턴은 핀, 그리드 구조, 발포체 구조와 같은 3 차원 구조인 복수의 채널 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 추가의 실시형태에 따르면, 제 1 층의 채널은 적어도 하나의 바 요소에 의해 적어도 부분적으로 차단된다. 하나의 실시형태에 따르면, 제 2 층의 제 2 개구들 중 적어도 일부는 천공으로서 성형되고, 제 2 개구의 길이는 바 요소의 폭보다 크므로 제 2 개구는 바 요소를 우회할 수 있다.

[0039] 따라서, 고체 산화물 연료 전지의 작동을 위한 방법은 제 1 기체 분배 요소를 통해 가연성 기체의 유동을, 그리고 제 2 기체 분배 요소를 통해 산화제의 유동을 허용하는 단계를 포함한다. 제 1 기체 분배 요소는 제 1 층 및 제 2 층을 포함하고, 상기 제 1 층 및 제 2 층 중 적어도 하나 상에 제 1 기체 분배 구조가 형성되도록 상기 제 1 층 및 제 2 층에는 유체 유동을 위한 패턴이 배치된다. 산화제는 제 2 기체 분배 요소 내에서 유동하고, 제 2 기체 분배 요소는 제 1 기체 분배 요소와 전기적으로 연결된다. 유리하게 제 2 기체 분배 요소는 제 1 층, 가연성 기체 및 CAE 유닛을 템퍼링하기 위해 제공된다.

[0040] 이 방법이 고체 산화물 연료 전지에 적용되는 경우, 가연성 기체 유체는 캐소드-애노드-전해질 유닛에 전자 공급원을 제공하고, 산화제는 캐소드-전해질-애노드 유닛에 전하 운반 이온을 제공하므로 이 전하 운반 이온은 전해질을 횡단할 수 있고, 전해질에서 전기화학적 반응이 수행될 수 있고, 이것에 의해 전자가 해방되어 전류를 생성한다. 전자는 2 개의 CAE-유닛 사이에 전기 전도성 경로를 제공하는 상호연결체를 통해 공급되거나 방출된다.

[0041] 고체 산화물 연료 전지(SOFC)를 위한 제 1 및 제 2 기체 분배 요소는 가연성 기체 및 산화제, 따라서 연료 전지의 연료 전극 상의 기체의 적절한 분배 뿐 아니라 연료 전지의 연료 전극과의 적절한 전기적 접촉을 가능하게 한다. 따라서 본 발명은 또한 기체 분배 요소 및 연료 전지 또는 전해 기기 스택에서의 그것의 구성에 관한 것이다. 연료 전지는 통상적으로 복수의 단위 전지로 구성되는 연료 전지 스택으로서 구성된다. 단위 전지는 용도를 위해 요구되는 전압 및 전력 출력 레벨을 달성하기 위한 연료 전지 스택 내로 모듈 형상으로 결합된다. 따라서 스택 형성 단계는 전기 전도성 상호연결체를 통해 직렬로 다중의 단위 전지를 연결하는 단계를 수반한다. 단위 전지는 특히 전지막(cell membrane)으로서 구성될 수 있다.

[0042] 고체 산화물 연료 전지 또는 전해 기기의 경우, 가연성 기체는 그 효율을 최대화하기 위해, 그리고 신뢰할 수 있는 작동을 보장하기 위해 연료 전극 상에 균질하게 분배되는 것이 필수적이다. 이것은 채널 시스템 또는 다공질 구조와 같은 제 1 기체 분배 요소의 기체 분배 구조가 기체 유동에 대해 균일한 저항, 따라서 균일한 압력 강하를 제공할 것을 요구한다. 채널 구조의 경우, 이것은 통상적으로 매우 정밀한 기하학적 배치의 제공을 요구하고, 매우 엄격한 공차를 수반하고, 그러므로 높은 제조 비용을 초래한다.

[0043] 2 개의 금속 상호연결체 사이에 개재되는 고체 산화물 연료 전지의 양측면 상에 설치되는 세라믹 기체 확산 층은 스택을 덜 복잡하게 하고, 재료에 관한 한 제조비용을 덜 비싸지게 함으로써 전체적인 스택의 비용을 저감한다.

[0044] 하나의 실시형태에 따르면, 제 1 층의 기체 분배 구조는 적어도 바(bar) 요소에 의해 적어도 부분적으로 차단된다. 바 요소는 제 1 층의 기체 분배 구조를 통한 유체 유동에 대한 장애물로 간주된다. 바 요소는 임의의 유형의 장벽 또는 스로틀(throttle) 요소일 수 있고, 이것은 유체 유동을 주요 유체 유동 방향으로의 진행으로부터 벗어나게 하고, 또는 유압 유동 채널의 직경의 국부적 제한을 생성한다.

[0045] 제 2 층의 제 1 개구 또는 제 2 개구의 적어도 일부는 천공, 특히 구멍으로서 성형될 수 있다. 따라서 제 1 층 및 제 2 층은 기체 분배 요소를 형성하고, 이것은 적어도 하나의 판금으로 구성된다. 기체 분배 요소에서, 적어도 하나의 판금 층은 천공된 층에 대면하는 채널 구조를 형성한다. 천공된 층의 특수성은 연료 분배 채널에 실질적으로 수직하게 연장하는, 그리고 유동 방향을 따라 일정한 간격으로 인접하는 환경 내에서 수 개의 채널의 기체를 혼합하는 단계를 허용하는 일련의 세장형 구멍을 제공하는 것이다.

[0046] 유리하게, 천공의 길이는 바 요소의 폭보다 크다. 따라서 제 1 또는 제 2 반응물 유체는 바 요소에 의해 형성

되는 장애물을 통과할 수 있고, 그러므로 유동은 하나의 채널을 통한 흐름을 인접하는 채널을 통과하는 흐름과의 혼합을 허용하도록 주요 유동 방향으로부터 벗어난다. 하나의 실시형태에 따르면, 특히 천공으로서 성형된 개구의 일부는 폭보다 큰 길이를 갖고, 이 길이 또는 폭은 주요 유체 유동 방향으로 연장한다. 특히, 제 1 개구의 폭은 주요 유체 유동 방향으로 연장하고, 제 2 개구의 길이는 주요 유체 유동 방향으로 연장한다. 기체 분배 구조는 제 1 층 상에 배치되고, 제 1 개구 및 제 2 개구 중 적어도 하나는 유체 접촉된다.

[0047] 추가의 층을 형성하는 지지층은 제 1 또는 제 2 반응물 유체 중 어느 하나의 전극 상으로의 균질한 분배를 위해 제공될 수 있다. 하나의 실시형태에 따르면, 각각의 반응물 유체를 위한 복수의 유입 개구는 제 1 층 및 제 2 층 중 적어도 하나 상에 제공된다. 복수의 유입 개구를 제공함으로써, 더 균질한 유체 유동의 분배가 얻어질 수 있다. 추가의 이점은 더욱 균일한 열의 분배이고, 따라서 CAE 유닛에 의해 제공되는 전체 반응 표면을 효율적으로 이용할 수 있게 한다.

[0048] 더욱이 유체 유동을 위한 패턴을 형성하는 기체 분배 구조, 특히 제 1 개구 또는 제 2 개구의 적어도 일부는 스탬핑이나 에칭에 의해 제조될 수 있다. 대안적 실시형태에 따르면, 지지층은 제 1 층과 모노리스 부재를 형성한다. 하나의 실시형태에 따르면, 제 1 층은 천공을 포함하는 제 1 시트 및 베이스 층을 형성하는 제 2 시트를 포함한다. 지지층은 베이스 층 또는 제 1 층의 반대면 상에 배치될 수 있다.

[0049] 더욱이, 본 발명은 전술한 실시형태들 중 임의의 하나에 따른 기체 분배 요소를 포함하는 연료 전지 또는 전해 기기에 관한 것이다.

[0050] 특히, 제 1 개구의 총 개방 면적은 캐소드-애노드-전해질 유닛의 음의 전극의 총 접촉면의 적어도 20%, 바람직하게는 총 접촉면의 적어도 약 30%, 가장 바람직하게는 총 접촉면의 적어도 약 50%이다. 그 결과 기체 분배 요소를 통해 유동하는 기체의 횡방향 분배가 얻어지고, 이것은 더 균질의 유체 분배 및 결과적으로 더 균일한 유체 온도를 부여할 수 있다.

[0051] SOFC의 주요 용도는 원격 전력, 분산식 발전, 열전기복합(CHP), 트럭, 버스 및 선박용 보조 전력 유닛(APU), 휴대용 전력 및 고효율의 바이오가스 전환의 분야이다.

[0052] 본 발명의 이들 및 다른 특징 및 이점은 첨부한 도면과 함께 하는 특정의 예시적 실시형태의 다음의 설명으로부터 더 완전히 이해되고, 평가될 것이고, 도면에서 동일한 번호는 동일한 합성물을 나타낸다. 본 발명은 연료 전지와 결합하여 상세히 설명된다. 본 발명은 또한 전해 기기를 포함하는 명백하다.

### 도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 SOFC 시스템의 개략도이고,  
 도 2는 제 1 기체 분배 요소의 등각도이고,  
 도 3은 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 단위 전지의 횡단면도이고,  
 도 4는 도 3의 단위 전지의 분해도이고,  
 도 4a는 제 2 기체 분배 요소의 확대도이고,  
 도 4b는 제 1 기체 분배 요소의 추가의 실시형태의 분해도이고,  
 도 4c는 제 1 기체 분배 요소의 추가의 실시형태의 분해도이고,  
 도 4d는 균질화 층인 제 2 층의 추가의 실시형태이고,  
 도 4e는 균질화 층인 제 2 층의 추가의 실시형태이고,  
 도 4f는 제 1 및 제 2 기체 분배 요소를 포함하는 단위 전지의 추가의 실시형태이고,  
 도 4g는 제 2 기체 분배 요소의 단면도이고,  
 도 4h는 추가의 실시형태의 추가의 실시형태이고,  
 도 5는 기체 분배 요소의 2 개의 인접하는 층의 부분 평면도이고,  
 도 6a는 기체 분배 요소의 천공된 층의 부분 평면도이고,  
 도 6b는 도 6a의 A-A 선을 따르는 단면도이고,

도 6c는 도 6a의 B-B 선을 따르는 단면도이고,  
 도 6d는 지지층을 구비하지 않는 도 4의 C-C 선을 따르는 이상적인 기체 분배 요소의 확대 단면도이고,  
 도 6e는 균질화 층을 구비하지 않는 기체 분배 요소의 단면도이고,  
 도 6f는 균질화 층을 포함하는 기체 분배 요소의 도 4의 C-C 선을 따르는 확대 단면도이고,  
 도 6g는 기체 분배 요소를 통한 가연성 기체의 유동의 이상적 조건을 보여주는 개략도이고,  
 도 6h는 기체 분배 요소를 통한 가연성 기체의 유동의 실제 조건을 보여주는 개략도이고,  
 도 6i는 추가의 기체 분배 요소를 통한 가연성 기체의 유동의 실제 조건을 보여주는 개략도이고,  
 도 6k는 균질화 층을 구비하지 않는 기체 분배 요소의 단면도이고,  
 도 6l은 기체 분배 요소가 균질화 층을 포함하는 도 6k에 도시된 것과 유사한 기체 분배 요소의 단면도이고,  
 도 7a는 연료 전지 유닛의 기체 분배 층을 통한 가연성 기체의 유동의 이상적 조건을 보여주는 개략도이고,  
 도 7b는 연료 전지 유닛을 통한 가연성 기체의 유동의 최적의 설계된 실제 조건을 보여주는 개략도이고,  
 도 7c는 종래 기술에 따른 연료 전지 유닛을 통한 가연성 기체의 유동의 조건을 보여주는 개략도이고,  
 도 7d는 도 7b에 도시된 조건에 따른 유동을 갖는 연료 전지 유닛의 스택의 도이고,  
 도 7e는 도 7c에 도시된 조건에 따른 유동을 갖는 연료 전지 유닛의 스택의 도이고,  
 도 8은 스택의 연료 전지 유닛의 복수의 연속 층을 통한 단면도이고,  
 도 8a는 도 8의 상세 단면도이고,  
 도 8b는 연료 전지 스택의 개략 측단면도이다.  
 도 8b는 연료 전지 스택의 추가의 실시형태의 개략 측단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0054] 도 1은 본 발명에 따른 고체 산화물 연료 전지(SOFC) 시스템(100)을 도시한다. 고체 산화물 연료 전지 시스템은 복수의 연료 전지 유닛(50)으로 구성되는 연료 전지 스택(103)을 수용하는 케이싱(101)을 포함하고, 여기서 연료 전지 유닛은 또한 단위 전지(50)라고도 부른다. 케이싱은 기저부(102) 상에 설치된다. 연료 전지 시스템 또는 밸런스 오브 플랜트는 반응물 뿐만 아니라 연료 전지에 정확한 조성 및 정확한 유동 속도의 반응물을 제공하기 위한 도면에 도시되지 않은 반응물 준비 유닛을 가열하기 위한 열 교환기(106)를 포함한다. 스택에는 반응물 방출 요소(104, 105)가 배치된다.
- [0055] 스택은 특정한 전극 접촉 및 기체 분배 구조가 적용되는 US 7632586 B2에 도시된 바와 같이 구성될 수 있다. 종래 기술에서, 본 기술에 기초한 스택은 약 1 kW의 원격 마이크로-열전기복합(CHP) 용도로 개발되었다. 이것은 낮은 압력 강하를 특징으로 하고, 약 45%의 전기 효율을 갖는 1 kW/l 또는 400 mW/cm<sup>2</sup>의 전력 밀도를 달성할 수 있다. 스택은 천연 가스, 개질 가스 또는 수소의 연료를 공급받을 수 있다. 이 스택은 외부에서 공기를, 그리고 내부에서 연료를 집배(manifold)하고, 연료 배기 흐름을 회수한다. 배기 흐름은 연소 후에 사용되거나, 개질을 위해 재순환될 수 있다(적합된 밸런스 오브 플랜트를 전제로 함). US 7632586 B2를 이용하면 스택의 열 순환 공차를 향상시키고, 열순환에 기인되는 추가의 성능저하를 방지한다.
- [0056] 본 발명과 US 7632586 B2에 개시된 기술을 조합한 2 개의 최근의 시작모형의 경우에 향상된 성능이 측정되었다. 연료로서 수소를 사용하는 61% 및 메탄을 사용하는 69%에 달하는 효율에서 최대 94%의 연료 전환이 달성되었다. 게다가, 조합된 유형의 짧은 스택 상에 상당한 손상을 입히지 않고 최대 50 회의 열 사이클이 달성되었다. 이것은 US 7 632 586 B2에 개시된 바와 같은 단독의 반응물 유동의 처리에 기초한 초기의 결과를 상회한다.
- [0057] 연소 기체의 분배를 위해, 도 2에 상세히 도시된 제 1 기체 분배 요소(10)가 예상된다. 상호연결체(40)는 제 1 기체 분배 요소(10) 및 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함한다. 상호연결체(40)는 통상적으로 2 개의 이웃하는 캐소드-애노드 전해질 유닛(5) 사이에 배치된다. 단위 전지(50) 하에서, 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 및 상호연결체(40)를 포함하는 유닛이 이해되어야 한다.

- [0058] 제 1 기체 분배 요소(10)는 각각의 전극에 적어도 가연성 기체를 제공하기 위해 사용된다.
- [0059] 제 2 기체 분배 요소(4)는 각각의 전극에 산소를 함유하는 반응물, 즉 산화제를 제공하기 위해 사용된다. 도 2에 개시된 제 1 기체 분배 요소(10)는 연료 유입구(16) 및 연료 유출구(18)를 포함하므로 유입구(16)에 의해 제공되는 연료는 유입구(16)로부터 유출구(18)로 직선 유동 방향(9)으로 기체 분배 요소(10) 내에서 유동한다. 도 2에서, 제 1 층(2)은 제 2 층의 하측에 배치된다.
- [0060] 연료 전지로서의 작동을 위해, 산소를 함유하는 반응물은 캐소드로 작용하는 양의 산소 전극(51)에 공급된다.
- [0061] 전해 기기로서 단위 전지(50)의 작동을 위해, 산소를 함유하는 반응물은 애노드로서 작용하는 동일한 양의 산소 전극(51)에 공급된다.
- [0062] 하나의 유리한 실시형태에서, 기체 분배 요소(10)는 CAE 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 음의 전극(53)에 가연성 기체를 제공하기 위해 사용된다. 상호연결체(40)는 이웃하는 CAE 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 양의 산소 전극(51)과 산소를 함유하는 반응물을 접촉시키는 것을 허용하는, 산소를 함유하는 반응물을 위한 유체 안내 채널을 포함하는 제 2 기체 분배 요소(4)를 더 포함한다.
- [0063] 대부분의 경우, 산소를 함유하는 반응물은 공기이지만, 또한 순수 산소 또는 산소를 함유하는 기체가 상호연결체(40)에 공급될 수 있다. 통상적으로, 가연성 기체인 제 2 반응물은  $H_2$ , CO,  $H_2O$ ,  $CO_2$ , 메탄, 암모니아, 다른 탄화수소 또는 선택적인 희석제의 임의의 혼합물을 포함한다.
- [0064] 하나의 바람직한 실시형태에서, 가연성 기체는 기체 분배 요소(10)의 내측에 분배된다. 따라서 CAE 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 음의 전극(53)은 기체 분배 요소(10)의 제 2 층(3)에 대면하고 있다.
- [0065] 제 1 기체 분배 요소(10)는 또한 반대의 방식으로 작동하는 전해 기기를 위해 사용될 수 있다. 연료 전지로서의 작동을 위해, 산소를 함유하는 반응물은 캐소드로 작용하는 양의 산소 전극에 공급된다.
- [0066] 전해 기기로서 단위 전지의 작동을 위해, 산소를 함유하는 반응물은 애노드로서 작용하는 양의 산소 전극에 공급된다.
- [0067] 상호연결체(40)는 연료 전지 스택(103)의 2 가지 본질적 기능을 조합한다. 즉, 이것은 전극(51, 53)으로부터 집전(current collection)을 수행하고, 그리고 이것은 반응물, 특히 연료 및 또한 산소를 함유하는 기체를 CAE 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 사이에 그리고 CAE 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 상에 집배(manifold)한다.
- [0068] 따라서, 도 3에 개시된 바와 같이, 상호연결체(40)는 단위 전지(50)의 기체 분배를 통합하는 것을 허용하고, 도면부호 1, 2, 3 및/또는 4로 도시된 바와 같은 얇은 기계가공되지 않은 금속 시트의 사용을 허용하고, 이 금속 시트는 고가의 구조화된 이극 플레이트 대신 저가의 제조를 의미하는, 예를 들면, 스탬핑, 펀칭, 롤-성형, 엠보싱 또는 에칭에 의해 제조될 수 있다. 베이스 층(1) 및/또는 제 1 층(2) 및/또는 제 2 층(3) 및/또는 지지층(4)은 스탬핑, 엠보싱, 펀칭 또는 에칭에 의해, 또는 핫 프레스에 의해, 또는 분말 야금과 같은 다른 공정에 의해 제조될 수 있다. 제 1 기체 분배 요소(10)는 베이스 층(1), 제 1 층(2), 제 2 층(3) 또는 이들의 임의의 조합이 전기적 접촉 및/또는 실링을 위해 용접, 브레이징 또는 반응성 결합, 또는 이들의 임의의 조합과 같은 임의의 적절한 결합 기법에 의해 함께 접합되도록 제조될 수 있다. 유사한 방식으로, 제 2 기체 분배 요소(4)는 지지층을 형성함으로써, 또는 지지층과 베이스 층(1)을 결합함으로써 제조될 수 있다.
- [0069] 바람직한 용도에 따르면, 제안된 연료 전지 스택(103)은 16-5000 W 공칭 전력에 대응하는 1 내지 100 개의 단위 전지(50)를 포함한다.
- [0070] 도 3에 도시된 실시형태는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 및 상호연결체(40)를 포함하는 단위 전지(50)의 배열체의 단면도를 도시하고, 상호연결체는 제 1 기체 분배 요소(10) 및 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함한다.
- [0071] 도 3에 도시된 실시형태에 따른 제 1 기체 분배 요소(10)는 베이스 층(1), 제 2 층(3) 및 제 1 층(2)으로 이루어진다. 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)은 제 1 전극(51), 제 2 전극(53) 및 제 1 전극(51)과 제 2 전극(53) 사이에 개재되는 전해질(52)을 포함한다. 단위 전지(50)는 횡방향 시일(31)을 더 포함하고, 이것은 캐소드-애노드-전해질 유닛(5), 접촉 층(55) 및 기체 분배 요소(10)의 에지를 위한 기밀 시일을 제공한다. 단위 전지(50)는 산소를 함유하는 제 1 반응물 유체를 제 1 전극(51)에 공급하기 위한 제 2 기체 분배 요소(4)를 더 포함한다. 연료를 포함하는 제 2 반응물 유체는 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)의 각각의 상측의 제 2 전극(53)에 공급된다.

- [0072] 도 4는 CAE-유닛(5) 및 상호연결체(40)를 포함하는 연료 전지 유닛(50)의 분해도를 도시한다. CAE-유닛(5)은 제 1 전극(51), 제 2 전극(53) 및 제 1 전극(51)과 제 2 전극(53) 사이에 개재되는 전해질(52)을 포함한다. 통상적으로, 세라믹 및/또는 금속 기체 확산 층(54, 55)은 전극(51, 53)의 양면 상에 배치되고, 이것은 도 4에 도시되지 않지만, 예를 들면, 도 8a에는 도시되어 있다.
- [0073] 도 4에 도시된 제 1 기체 분배 요소(10)의 실시예는 베이스 층(1), 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)을 포함하고, 상기 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)에는 유체 유동을 위한 패턴을 형성하는 기체 분배 구조(11)가 배치된다. 도 4에 개시된 제 1 층(2)은 제 1 층(2) 내에 유입되는 가연성 기체가 주요 유동 방향(9)으로 유동할 수 있도록 나란히 배치되는 다수의 채널(13)에 의해 유동 패턴을 한정한다. 채널(13)은 직선 방향으로 연장한다. 바람직하게 채널(13)은 유입구라고도 부르는 입구측(2b)의 제 1 층(2)의 일측면 상에서 출발하고, 바람직하게 채널(13)은 유출구라고도 부르는 출구측(2c)의 타측면 상에서 종료하고, 그 결과 입구측(2b)은 가연성 기체 공급부(9a)와 연결되고, 유출구(2c)는 배기 기체 출구(9b)에 유체적으로 연결된다. 또한 도 4는 도 4a에 개시된 바와 같이 도시된 실시예에서 채널(20)을 갖는 파형의 판금인 제 2 기체 분배 요소(4)를 도시한다. 도 3에서, C-C 선을 따른 연료 전지 유닛(50)의 단면도를 볼 수 있다. 제 1 기체 분배 요소(10)가 설명된다. 제 1 층(2)은 복수의 이격된 채널 바(2a)를 포함하고, 이들 사이에 채널(13)을 형성한다. 도 4에 개시된 바와 같이, 제 1 층(2)은 직선 방향으로 연장하는 추가의 채널(12, 14)을 포함할 수 있고, 이 것은 채널(13)을 유입구(2b) 및 유출구(2c)와 각각 유체적으로 연결한다.
- [0074] 제 2 층(3)은 각각의 채널(13) 내에서 유체의 양을 보상하기 위해 그리고 균질화하기 위해 나란히 배치되는 적어도 2 개의 채널(13)을 유체적으로 연결하는 개구(15)를 포함하는 균질화 요소이다. 도 3에서, 3 개의 채널(13)을 유체적으로 연결하는 개구(15)가 개시되어 있다. 제 2 층(3)은 길이(28) 및 폭(29)을 갖는 직사각형 개구로서 구성되는 제 1 개구(15)를 갖는다. 길이는 폭보다 크다. 길이(28)는 주요 유체 유동 방향(9)에 대해 횡방향으로 연장하고, 폭(29)은 주요 유체 유동 방향(9)으로 연장한다. 제 2 층(3)은 또한 길이(7) 및 폭(8)을 갖는 제 2 개구(6)를 가질 수 있고, 길이(7)는 폭(8)보다 크고, 폭(8)은 주요 유체 유동 방향(9)에 대해 횡단 방향으로 연장한다.
- [0075] 채널 층이라고도 부르는 제 1 층(2)은 복수의 유입구 채널(12), 복수의 연속적 채널(13) 및 복수의 유출 채널(14)을 갖는다. 연속적 채널(12, 13)은 바 요소(23)에 의해 분리된다. 연속적 채널(13, 14)은 또한 바 요소(23)에 의해 분리된다. 바 요소(23)는 바(2a)를 연결하기 위해 필요하다.
- [0076] 제 2 층(3)의 이러한 제 2 개구(6)는 채널형 구조를 형성하고, 이것은 특정의 직사각형으로 배치되거나 제 1 층(2)에 배치되는 유출 채널(12)로 경사를 이룬다. 이것은 제 1 층(2)의 채널(12, 13, 14)의 내측에서 유동하는 유체가 도 2에 개시된 바와 같이 제 2 층(3)의 개구(6)를 향해 제 1 층 상에 배치되는 제 1 층(2)의 일부인 바 요소(23)에 의해 안내될 수 있는 이점을 갖는다. 따라서, 개구(6)는 개구(6)를 통해 바 요소(23)를 횡치시킴으로써 연속적 채널(12, 13)의 사이, 또는 연속적 채널(13)의 사이, 또는 연속적 채널(13, 14)의 사이에 유체 통로를 형성한다. 유체가 바 요소(23) 상에서 유동할 때마다, 이것은 바 요소(23) 상의 개구(6) 내로 유입하고, 바 요소(23)를 각각의 연속적 채널(13, 14) 내로 분배된다. 이러한 실시형태의 하나의 이점은 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)을 얇은 금속 시트를 이용하여 매우 저렴하게 제조할 수 있다는 것이다.
- [0077] 유리하게 각각의 유입구 채널(12)은 연속적 채널(13) 및 유출 채널(14)로 이어진다. 이들 채널(12, 13, 14)은 동일한 단면을 가질 수 있고, 나란히 배치될 수 있다. 유리하게 복수의 유입구 채널(12), 연속적 채널(13) 및 유출 채널(14)이 예상된다. 유입구 채널(12)의 각각은 대응하는 인접하는 유입구 채널(12)에 평행하게 배치될 수 있고, 이것은 연속적 채널(13) 또는 유출 채널(14)에도 적용할 수 있다.
- [0078] 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)은 도 4에 도시된 바와 같이 별개의 시트 상에 형성될 수 있으나, 이것은 단일의 시트로 결합될 수도 있다.
- [0079] 더욱이 제 1 층(2)은 채널(12, 13, 14)에 대응하는 천공을 갖는 시트로서 제조될 수 있고, 채널(12, 13, 14)을 위한 베이스를 형성하는 베이스 시트(1)의 측부에 배치된다. 이러한 해결책은 채널의 제조를 위해 유리할 수 있다. 더욱이 천공을 위해 상당히 다양한 형상이 이용될 수 있다. 천공은 편리하게 시트에 펀칭될 수 있고, 레이저 커팅 또는 에칭 또는 주조(casting/molding) 후에 제거되는 로스트 인서트(lost insert)로서 형성될 수 있다. 따라서, 별개의 시트로서 베이스 층(1) 및 제 2 층(3)을 예상하면 제조의 단순화 또는 층(1, 2, 3)을 제조하기 위한 매우 다양한 제조 방법의 적용을 제공할 수 있다.
- [0080] 더욱이 기체 분배 요소(10) 내로 유입하는 가연성 기체인 연료를 포함하는 반응물을 위해 2 개의 유입 개구(16,

17)가 제공된다. 또한, 기체 분배 요소(10)로부터 배출되는 폐 기체인 유체 반응 생성물을 위해 2 개의 유출 개구(18, 19)가 제공된다.

[0081] 하나의 바람직한 실시형태에서, 제 2 기체 분배 요소(4)는 베이스 층(1)의 일측 상에 배치되고, 그리고 베이스 층(1)에 연결된다. 도 4는 산화제(0)의 유동 경로를 도시하고, 지지층은 양측 상에 채널(20a, 20b)인 채널(20)을 갖는다. 도 4a는 지지층(4)의 바람직한 구조의 확대도로서, 여기서 산화제(0)의 유동 경로는 2 개의 유동 경로(01, 02) 내의 채널(20a, 20b)로 분할되어 있으므로, 각각의 경로는 지지층(4)의 일측면을 따라 채널(20) 내에서 유동한다.

[0082] 도 4b는 기체 분배 요소(10)의 추가의 실시형태를 도시한다. 베이스 층(1) 및 유동 패턴을 한정하는 제 1 층(2)은 단일 부품으로 제작된다. 본 실시형태에서, 바(2a)가 베이스 층(1)과 연결되므로 바(2a)를 유지하는 바 요소(23)가 불필요하고, 복수의 채널(13)은 나란히 직선 방향으로 연장하고, 그 결과 채널(13)은 입구측(2b)에서 출발하여 출구측(2c)에서 종료하므로 채널은 입구측(2b)을 출구측(2c)과 유체적으로 연결한다. 바 요소(23)가 불필요하므로, 도 4b에 개시된 바와 같이 제 2 층(3)에서 연속적 채널(12, 13, 14)을 유체적으로 연결하기 위한 개구(6)도 불필요하다.

[0083] 도 4c는 기체 분배 요소(10)의 추가의 실시형태를 도시한다. 제 1 층(2)은 금속 발포체 또는 금속 망의 부재와 같은 다공질 구조(2d)를 포함하고, 따라서 다공질 구조는 베이스 층(1) 상에 배치된다. 제 1 층(2)은 입구측(2b)으로부터 출발하여 출구측(2c)에서 종료하는 유동 경로를 한정하므로 다공질 구조는 입구측(2b)을 출구측(2c)과 유체적으로 연결하고, 그 결과 다공질 구조는 직선 방향으로 연장하는 유동 경로를 한정한다.

[0084] 도 4d는 균질기 요소인 제 2 층(3)의 추가의 실시형태를 도시한다. 직사각형 형상의 제 2 층(3)을 보여주는 도 4b에 개시된 실시형태와 대조적으로, 도 4d는 원 형상의 제 2 층(3)을 보여준다. 평행하게 연장하는 채널(13)을 갖는 직사각형 형상의 제 1 층(2)을 보여주는 도 4b에 개시된 실시형태와 대조적으로, 도 4d에 개시된 제 2 층(3)에 적합된 제 1 층은 원 형상을 갖고, 연료 유입 개구(16)와 동일한 위치에 있는 연료 유입구(2b)의 중심에서 출발하여, 연료 유출구(2c)가 제 1 층 및 제 2 층(2, 3)을 바람직하게 완전히 둘러싸도록 배치되는 주변에서 종료하는, 반경 방향으로 직선으로 연장하는 채널(13)을 포함하므로, 제 1 기체 분배 요소(10) 내의 가연성 기체(9a)는 반경 방향으로 유동한다. 도 4d에는 단지 몇 개의 채널(13)만이 도시되어 있다. 제 2 층(3)은 원주 방향으로 연장하는 복수의 개구(15)를 포함하고, 이 개구(15)는 제 1 층(2)의 채널(13)을 횡방향으로 횡단하므로 인접하는 채널(13)의 일부는 각각의 개구(15)에 의해 유체적으로 연결된다. 도 4d에 개시된 바와 같이 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)을 포함하는 제 1 기체 분배 요소(10)는 원 형상을 갖는다. 원형의 연료 전지 유닛(50)을 구축하기 위해, 원형의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)는 제 2 층(3)의 상측에 배치될 수 있고, 지지층(4)은 제 1 층(2)의 하측에 배치될 수 있으므로, 도 4에 개시된 것과 유사한, 그러나 제 1 층(2)에서 반경방향으로 연장하고, 지지층(4)에서 반경방향으로 연장하는 채널(20)을 갖는 연료 전지 유닛(50)이 얻어진다. 제 2 층(3)의 하측에 배치되는 제 1 층(2)도 또한 핀, 그리드, 망 구조 또는 발포체 구조와 같은 3 차원 구조일 수 있고, 제 1 층(2)은 원 형상 및 반경방향, 특히 유입구(2b)로부터 유출구(2c)까지 직선으로 연장하는 유체 유동 방향(9a, 9b, 9c)을 갖고, 제 2 층(3)의 제 1 개구(15)는 원주 방향으로 연장한다. 하나의 유리한 실시형태에서, 발포체 구조 내에는 채널이 없지만, 유체가 제 1 층(2) 내에서 유체 유동 방향(9a, 9b, 9c)으로 유동하도록 발포체의 다공질 구조는 발포체 내에서의 유체의 유동을 허용한다.

[0085] 도 4e는 원형의 방향으로 연장하는 개구(15)를 포함하는 직사각형 형상의 제 2 층(3)의 추가의 실시형태를 도시한다. 도 4d에 개시된 제 2 층(3)과 대조적으로, 도 4e에 개시된 제 2 층(3)의 개구(15)는 유사한 치수의 개구(15)의 3 개의 그룹(9x)으로 배치되고, 이것에 의해 이들 그룹(9x)은 원주 방향으로 변위된다. 이와 같은 개구(15)의 배열은 채널(13)을 통과하는 연료의 플럭스(flux)에 미치는 균질화 효과를 향상시킨다. 도 4e에 개시되는 제 2 층(3)은 연료 유출 포트(18, 19)로 폐 기체를 수집하는 원주방향의 연료 유출구(2c)를 포함하므로 제 1 층(2) 내의 연료는 먼저 반경 방향(9u)으로 유동한 다음 연료 유출구(2c)를 향하는 방향(9v)으로 유동할 수 있다.

[0086] 도 4f는 CAE-유닛(5) 및 상호연결체(40)를 포함하는 연료 전지 유닛(50)의 추가의 실시형태를 도시한다. 상호연결체(40)는 제 1 기체 분배 요소(10) 및 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함한다. 제 1 기체 분배 요소(10)는 상면에 채널을 고정하고 있는 베이스 플레이트(1)로 이루어지고, 그리고 개구(3e)를 구비하는 실링층(3d)으로 이루어진다. 개구(3e)는 CAE-유닛을 개구(3e) 내에 도입할 수 있도록 CAE-유닛(5)의 크기에 적합되므로 CAE-유닛(5)은 채널(13)의 직상부에 배치될 수 있다. 제 2 분배 요소(4)는 도 4에서 이미 개시된 바와 같이 구성된다. 도 4, 4b, 4c에 개시된 실시형태와 대조적으로, 도 4f에 개시된 제 1 기체 분배 요소(10)는 제 2 층(3), 즉 균

질화 층(3)을 포함하지 않는다.

- [0087] 도 4g는 도 4f의 D-D 선을 따른 상세 단면도이고, 도 4g는 또한 도 4f에 도시되지 않은 제 2 기체 분배 요소(4)의 하측에 배치되는 CAE-유닛(5)을 포함한다. 도 4g는 CAE-유닛(5)과 베이스 층(1) 사이에 배치되는 파형의 판금을 상세히 도시한다. 제 2 기체 분배 요소(4)는 연결부(4c)에 의해 베이스 층(1)과 연결되므로 제 2 기체 분배 요소(4)와 베이스 층(1) 사이에 전기가 흐를 수 있다. 이들은, 예를 들면, 연결부(4c)에서 함께 용접될 수 있다. 파형의 시트는 파동 프로파일, 지그재그 프로파일 또는 사다리꼴 단면의 프로파일을 갖는다. 파형은 피치(20g)를 갖고, 이 피치(20g)는 2 mm 내지 8 mm의 범위이다. 작은 피치(20g)는 파형의 시트와 CAE-유닛(5) 사이에 더욱 고밀도의 접촉점이 존재하므로 파형의 시트와 전기화학적 반응이 발생하는 전해질(52)의 위치 사이에서 흐르는 전기는 더 낮은 음 저항을 받는다는 장점을 갖는다. 다른 한편 작은 피치는 채널(20, 20a, 20b)을 매우 작아지게 하므로, 채널(20) 내에서 유동하는 유체의 유동 저항을 증가시킨다.
- [0088] 요소(4)의 판금 두께는 0.3-1 mm, 더 바람직하게는 0.3-0.6 mm의 범위, 그리고 가장 바람직하게는 0.5 mm이다.
- [0089] 하나의 바람직한 실시형태에서, 산화제를 위한 채널(20a)은 단면적(20f)을 갖고, 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 단면적(20e)을 갖는다. 2 개의 단면적(20e, 20f)의 비는 1 : 2 내지 2 : 1의 범위, 바람직하게는 1 : 1이다.
- [0090] 하나의 바람직한 실시형태에서, 산화제를 위한 채널(20a) 및 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 1 내지 5 mm의 범위의 높이를 갖는다.
- [0091] 하나의 바람직한 실시형태에서, 파형은 적어도 45°, 더 바람직하게는 60°를 초과하는 경사 각도( $\alpha$ )를 갖는다.
- [0092] 하나의 바람직한 실시형태에서, 상기 제 1 기체 분배 요소(10)의 채널(13)은 연료 유입구측(2a)으로부터 연료 유출구측(2b)으로 연장하고, 이것에 의해 상기 제 1 기체 분배 요소(10) 내에서 상기 가연성 기체의 유동 방향(9)을 한정하고, 이것에 의해 상기 제 2 기체 분배 요소(4)의 채널(20a, 20b)은 실질적으로 상기 주요 유동 방향(9)을 따라 연장하거나 또는 상기 주요 유동 방향(9)에 실질적으로 수직으로 연장한다.
- [0093] 도 4g에 개시된 바와 같이, 하나의 바람직한 실시형태에서, 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)은 제 1 기체 분배 요소(10)와 접촉하고, 이것은 채널(20b)이 제 1 기체 분배 요소(10)의 각각의 베이스 층(1)에 대면함으로써 채널(20b) 내에서 유동하는 템퍼링 유체와 베이스 층(1)의 직접적인 접촉이 존재함을 의미한다.
- [0094] 하나의 바람직한 실시형태에서, 파형은 상호 평행하게 연장하는 복수의 채널(20a, 20b)을 형성한다.
- [0095] 하나의 바람직한 실시형태에서, 상기 제 2 기체 분배 요소(4)는 상기 템퍼링 유체를 위한 채널(20b)이 유입 단부(20c) 및 유출 단부(20d) 만을 포함하는 폐쇄된 채널로서 형성되는 것과 같은 방법으로 상기 제 1 기체 분배 요소(10)에 연결된다. 이것은 각각의 채널(20b)이 유입 단부(20c)와 유출 단부(20d) 사이에 기밀 채널을 형성하도록 파형의 시트를 베이스 층(1)과 연결함으로써 달성된다.
- [0096] 하나의 유리한 실시형태에서, 제 2 기체 분배 요소(4)는 적어도 2 개의 부품으로 이루어지고, 상기 적어도 2 개의 부품은 적어도 0.3 mm의 간극 폭을 갖는 스플릿(split; 4b)에 의해 상호로부터 분리된다. 도 4h는 4 개의 부품으로 이루어지는, 그리고 2 개의 2 개의 스플릿(4b)을 갖는 제 2 기체 분배 요소(4)를 개시한다.
- [0097] 도 5는 기체 분배 요소(10)의 상측으로부터의 부분 단면도로서 제 3 실시형태의 제 1 기체 분배 요소(10)의 제 1 층(2) 및 제 2 층(3)의 부분 평면도를 도시한다. 제 1 층(2)의 일부의 횡단면도는 병치된 그리고 채널 바(2a)에 의해 분리된 일부의 채널(13) 및 이 채널(13)로부터 바 요소(23)에 의해 분리된 일부의 연속적 유출 채널(14)을 도시한다. 제 1 층(2)은 제 2 층(3)의 후측에 배치된다. 제 2 층(3)은 길이(28) 및 폭(29)을 갖는 제 1 개구(15)를 포함하고, 본 실시형태에서 길이(28)는 주요 유체 유동 방향(9)에 수직하게 횡단 방향으로 연장한다.
- [0098] 도 6a는 제 1 개구(15) 및 하측의 채널 바(2a)를 포함하는, 본 발명의 제 1, 제 2 또는 제 3 실시형태 중 임의의 것에 따른 기체 분배 층(10)의 천공된 제 2 층(3)의 부분 평면도를 도시한다. 도 6a의 A-A 선을 따르는 단면도인 도 6b는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)을 도시하고, 제 1 층(2)은 채널 바(2a), 제 2 층(3) 및 베이스 층(1)을 포함한다. 베이스 층(1) 및 제 1 층(2)은 별개의 시트로 제조된다. 도 6c는 도 6a의 B-B 선을 따르는 단면도를 도시한다. 도 6b에 대한 차이점으로서, 이 단면도는 일련의 개구(15)를 횡절하고, 그러므로 제 2 층(3)은 개구(15)에 의해 단속(interrupting)된다. 더욱이 제 1 층(2)에는 평행하게 연장하는 채널(13)이

보인다.

- [0099] 도 6d는 지지층(4)이 없는 도 4의 C-C 선을 따르는 상세 단면도를 도시한다. 제 1 기체 분배 요소(10)는 3 개의 층으로 이루어지고, 상층에 제 1 층(2)이 배치되는 베이스 층(1)은 유동 방향(9)으로 평행하게 연장하는 바(2a)에 의해 분리되는 복수의 채널(13)을 포함하는 유동 패턴을 한정한다. 균질화 층인 제 2 층(3)은 제 1 층(2)의 상층 상에 배치된다. 제 2 층(3)은 유동 방향(9)에 수직으로 연장하는 제 1 개구(15)를 포함한다. 도시된 실시형태에서, 제 1 개구(15)는 3 개의 채널(13)을 유체적으로 연결하도록 3 개의 채널(13)에 걸쳐 연장하므로 3 개의 가연성 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)과 제 1 개구(15) 사이에서 유체 교환(9z)이 발생할 수 있다. 도 6d는 각각의 채널(13, K1-K6)이 동일한 폭, 동일한 높이 및 동일한 유동 저항을 갖고, 가연성 기체 흐름(9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 9f)이 대략 동일한 유동 속도 및 대략 동일한 기체 조성을 갖고, 그 결과 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)에 대해 확산 플럭스의 반응물 및 반응 생성물을 유발하므로, 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f) 사이에 소규모의 유체 교환(9z)이 발생하거나 유체 교환(9z)이 전혀 발생하지 않는 점에서 이상적인 제 1 기체 분배 요소(10)를 도시한다. 전술한 바와 같은 3 개의 가연성 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f) 사이의 유체 교환(9z) 외에도, 제 1 개구(15)는 또한 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)과 대면하는 제 1 개구(15) 내에서 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)으로부터 배출되는 기체 조성이 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 내로 유입하기 전에 혼합 및 균질화되는 효과를 또한 갖는다. 그러므로 기체 조성은 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 내로 유입하기 전에 균질화되고, 이것은 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f) 중 하나 또는 심지어 2 개의 흐름이 충분한 기체를 제공하지 못하는 경우에도 유닛(5)에 충분한 양의 반응성 기체를 제공하는 것을 보장한다. 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 및 제 2 층(3)의 상층에 배치되는 제 2 기체 접촉 및 기체 확산 층(55)은 단기 개략적으로 도시되어 있다.
- [0100] 도 6f는 도 4 C-C 선을 따르는 상세 단면도를 도시한다. 이상적 기체 분배 요소(10)를 도시하는 도 6d와 대조적으로, 도 6f는 채널(K1-K6)이 약간 상이한 형상, 예를 들면, 상이한 폭 및 이에 따라 상이한 유동 저항을 갖고, 그 결과 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)이 상이한 유동 속도를 갖는 효과를 유발하는 일반적인 배열을 도시한다. 균질화 층인 제 2 층(3)의 이점은 제 1 개구(15)가 채널(K1, K2, K3; K4, K5, K6) 중의 일부를 유체적으로 연결하므로 기체 흐름(9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 9f) 사이에 유체 교환(9z)이 발생하여 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f) 사이의 유동 속도 차이가 감소되고, 이것은 기체 흐름이 균질화됨을 의미하고, 따라서 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)을 따르는 가연성 기체(F)의 기체 조성 및 얻어지는 반응물 및 반응 생성물의 확산 플럭스가 일치되는 것이다.
- [0101] 도 6e는 도 6f에 따른 실시형태를 도시한 것으로 제 2 층(3)은 없다. 균질화 층이 없으므로 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)을 따르는 가연성 기체(F)의 기체 조성 및 얻어지는 반응물 및 반응 생성물의 확산 플럭스는 채널(K1-K6)의 상이한 형상에 따라 심하게 변화할 수 있다. 그러므로 균질화 층인 제 2 층(3)의 하나의 이점은 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)에 미치는 채널 폭 및/또는 채널 높이의 변화의 효과가 균질화 층에 의해 보상될 수 있고, 따라서 값싸고 신뢰할 수 있는 기체 분배 요소(10)를 제조할 수 있으므로 제 1 층(2)이 더 저렴한 방법으로 제조될 수 있다는 것이다.
- [0102] 도 6g는 도 6d에 개시된 제 1 기체 분배 요소(10)의 평면도로서, 6 개의 채널(K1-K6)이 평행한 방향으로 연장하고, 3 개의 채널(K1, K2, K3; K4, K5, K6)이 개구(15)에 의해 유체적으로 연결되고, 이것에 의해 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)의 각각은 동일한 유동 속도를 갖는다. 복수의 개구(15)는 유동 방향(9)으로 이격되어 배치된다.
- [0103] 도 6h는 도 6f에 개시된 제 1 기체 분배 요소(10)의 평면도로서, 6 개의 채널(K1-K6)이 평행한 방향으로 연장하고, 3 개의 채널(K1, K2, K3; K4, K5, K6)이 개구(15)에 의해 유체적으로 연결되고, 이것에 의해 기체 분배 요소(9) 내에 유입되는 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)은 상이한 유동 속도를 갖는다. 복수의 개구(15)는 유동 방향(9)으로 이격되어 배치되고, 이것에 의해 각각의 개구(15) 내에서 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f) 사이에서 유체 교환(9z)이 발생할 수 있으므로, 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f) 사이의 유동 속도의 차이가 감소된다. 제 1 기체 분배 요소(10)는 개구(15)를 포함하고, 그러므로 채널(K1-K6) 중의 어느 것도 기체가 부족되지 않고, 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)은 국부적 연료 고갈을 겪지 않는 것이 보장된다. 그러므로 균질화 층(3)은 연료 전지 유닛(50)의 일부의 영역에서 가연성 기체의 부족에 기인되는 연료 전지 유닛(50)의 손상이 방지되는 효과를 갖는다. 게다가, 개구(15) 내에서 확산 및 대류에 의한 조성의 균질화가 실행된다. 이것은 채널(K1-K6) 중의 하나가, 예를 들면, 임의의 불필요한 잔류물에 의해 폐색되는 경우에도 전지의 하나의 영역이 가연성 기체의 국부적 고갈에 의해 손상될 위험을 더욱 감소시킨다. 이 경우에, 기체는 개구(15)를 통해 채널

의 폐색된 부분을 우회할 수 있고, 기체는 폐색된 채널의 상측의 개구(15)를 통해 전극까지 확산할 수 있다.

[0104] 도 6i는 기체 분배 요소(10)의 추가의 실시형태의 평면도로서, 6 개의 채널(K1-K6)이 평행한 방향으로 연장하고, 이 채널(K1, K2, K3; K4, K5, K6)이 개구(15)에 의해 유체적으로 연결되고, 이것에 의해 기체 분배 요소(9) 내에 유입되는 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)은 상이한 유동 속도를 갖는다. 도 6h에 개시된 실시형태와 대조적으로, 도 6i에 따른 실시형태에서의 개구(15)는 상이한 길이(28)를 갖고, 그러므로 2, 3, 4 또는 더 많은 수의 평행하게 연장하는 채널(K1-K6)을 유체적으로 연결할 수 있다. 또한, 유동 방향(9)으로 이격된 연속적 개구(15)는 유동 방향(9)에 수직으로 이동될 수 있고 및/또는 상이한 길이(28)를 가질 수 있으므로 상이한 채널(K1-K6)을 연결할 수 있다.

[0105] 도 6l은 도 4c의 C-C 선을 따르는 단면도를 도시하고, 제 1 층(2)은 가연성 기체(9)가 유동하는 다공질 구조(2d)를 포함한다. 채널(K1-K6)을 포함하는 도 6f에 개시된 제 1 기체 분배 요소(10)와 대조적으로, 기체 유동은 도 6l에 개시된 다공질 층 내에서 더욱 확산하고, 그러므로 도 6l에 개시된 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)은 유동 방향(9)으로 유동하는 연료 유동 강도(크기)만을 보여준다. 기체 흐름이 상이한 조성을 갖는 경우에 제 2 층(3)이 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f) 사이에서 유체 교환(9z)을 유발한다는 점에서 균질화 층인 제 2 층(3)의 효과는 도 6f에 개시된 효과와 유사하다. 그러므로, 제 2 층(3)은 제 1 층(2)의 다공질 구조 내에서 다양한 기체 흐름(9a, 9b, 9c; 9d, 9e, 9f)의 유동 속도를 균질화한다. 그러므로, 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)을 따르는 가연성 기체(F)의 반응물의 기체 조성 및 확산 플럭스는 일치된다.

[0106] 도 6k는 도 6l에 따른, 그러나 제 2 층(3)이 없는 실시형태를 도시한다. 균질화 층(3)이 없으므로 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)을 따르는 가연성 기체(F)의 기체 조성 및 얻어지는 반응물의 확산 플럭스는 도 6e에 개시된 효과와 유사하게 다공질 제 1 층(2)에서의 유동 저항에 따라 심하게 변화할 수 있다.

[0107] 도 7a는 연료 전지 유닛(50)의 기체 분배 층을 통한 가연성 기체의 유동의 이상적 조건을 보여주는 개략도이고, 본 실시예에서 연료 전지 유닛(50)은 나란히 배치되는 12 개의 채널(13)을 포함하고, 여기서 화살표는 각각의 채널(13) 내에서의 가연성 기체의 플럭스를 나타낸다. 이 좌표계의 x-축은 주요 유동 방향(9)으로의 각각의 채널(13) 내에서의 플럭스를 보여준다. y-축은 도 3에 표시된 바와 같이 나란히 배치된 12 개의 채널(K1-K12)의 채널 번호를 보여준다. 도 7d는 10 개의 연료 전지 유닛(50)의 스택을 도시하고, 각각의 연료 전지 유닛(50)은 12 개의 채널(13)을 갖고, 도 7a 및 도 7b에 개시된 채널 번호는 도 7d의 연료 전지 스택에 도시된 바와 같은 채널에 대응한다. 도 7b는 연료 전지 유닛(50)을 통한 가연성 기체의 유동의 최적의 실제 조건을 보여주는 개략도이고, 기체 집배에서의 구조 절충에 기인되어, 가연성 기체의 플럭스는 케이싱에 근접하는 횡방향 채널(1, 12) 상에서 보다 낮고, 따라서 연료 전지 유닛(50)의 케이싱에 근접하는 유동 속도는 최저값을 갖는다.

[0108] 도 7d는 연료 전지 유닛(50)의 스택의 도이고, 각각의 연료 전지 유닛(50)은 도 7b에 도시된 조건에 따라 동일한 유동을 갖는다. 그러므로, 10 개의 연료 전지 유닛(50)의 각각의 평균 플럭스(F1 내지 F10)는 동일하다.

[0109] 도 7c는 종래 기술에 따른 연료 전지 유닛을 통한 가연성 기체의 유동의 실제 조건, 따라서 매우 불균질한 유동 속도 분배를 보여주는 개략도이다. 유동 속도의 불균질한 분배는, 예를 들면, 연료 전지 유닛(50)의 제조시의 제작 공차로부터 발생한다. 도 7c는 도 7b와 동일한 설계 유동장을 보여주지만, 예를 들면, 제조 공차에 의한 설계의 상당한 차이를 갖는다. 이것은 종래 기술에서 전형적인 문제이다. 편차는 그 제조에 따라 분배 요소마다 상이하다. 도 7c에 개시된 실시예에서, 최소의 기체 플럭스를 갖는 채널은 5번 채널이지만 다른 분배 요소 내의 임의의 다른 채널이 될 수 있다. 이 최소 플럭스는 국부적 연료 고갈, 결과적인 성능 제한, 연료 전지 스택의 국부적 과열, 또는 심지어 전해질, 애노드 또는 캐소드 재료의 균열을 초래할 수 있고, 경우에 따라 CAE 유닛의 파손 및 경우에 따라 연료와 산화제의 혼합 및 기생성 연소를 초래할 수 있고, 따라서 스택 또는 적어도 그 부품의 일부의 심각한 조기 손상을 초래할 수 있다.

[0110] 도 7e는 도 7c에 도시된 바와 같은 10 개의 연료 전지 유닛(50)을 포함하는 연료 전지 스택의 도면이다. 개개의 연료 전지 유닛(50)은 무작위 편차를 나타내고, 채널의 최소 유동의 위치는 하나의 위치로부터 다른 위치까지 변화하고, 그러므로 화살표(F1-F10)의 길이에 의해 표시되는 연료 전지 유닛(50)의 각각의 평균 유동 속도는 무작위로 분배된다. 이러한 무작위 편차는 이중 효과를 갖는다. 첫째, 연료 전지 유닛 당 총 플럭스는 유체 유동에 대한 상이한 저항에 기인되어 유닛(50)마다 달라지고, 둘째, 따라서 채널(7a; 이상적인 경우) 당 평균 플럭스로부터의 누적 편차는 더욱 중요해진다. 이러한 이유로, 종래 기술에서는 단위 전지 매니폴드의 진입하는 유동을 교정함으로써, 좁은 압력 강하를 갖는 단위 전지의 배치(batch)를 분류함으로써, 공차를 위한 사양을 증대시킴으로써, 또는 추가로 작동 위험을 감소시키도록 연료 전환을 감소시킴으로써 보상이 도입되어야 한다. 이것은 모두 스택의 생산에 관한 비용 및 시스템의 효율에 효과를 미친다. 더욱이, 도 7e는 종래 기술에 따른

연료 전지 스택에서 인접하는 연료 전지 유닛(50)에서의 유동 조건, 각각 인접하는 기체 분배 요소(10)에서의 유동 조건이 상당히 변화될 수 있다는 것을 보여준다.

[0111] 고체 산화물 연료 전지에 관한 모델링 및 실험 연구는 연료 전지의 성능 및 신뢰성을 위해 연료 분배 및 유동 배열의 균질성이 얼마나 중요한지를 보여준다. 도 7a는 동일 방향이나 반대 방향으로의 공기 및 연료 유동을 위한 이와 같은 이상적인 경우를 나타낸다. 제조 공정에 기인하여, 종종 다소의 절충이 요구되고, 그 결과 도 7b에 도시된 바와 같은 이상적인 경우로부터 약간 벗어나는 기체 분배가 얻어진다. 가장 최근의 연구는 성능 및 신뢰성에 미치는 제조 공차 또는 비이상적 컴포넌트의 특성의 효과의 연구를 포함하고, 따라서 원하는 성능 및 신뢰성을 위한 산업적 공정 또는 특성의 설계의 적합성을 평가할 수 있다.

[0112] Cornu와 Wuillemin(Impact of random geometric distortions on the performance and reliability of an SOFC (2011) Fuel Cells, 11 (4), pp. 553-564)에 의해 실시된 연구는 특히 연료 분배의 질이 기체 분배 구조 내에서 채널의 깊이의 공차에 얼마나 의존하는지를 보여준다. 채널의 깊이는 통상적으로 0.2 mm 내지 1.2 mm 규모의 범위이고, 그 폭은 종종 1 내지 2 mm의 범위이다. 0.5 mm의 범위의 깊이가 종종 발견된다. 이와 같은 경우, 목표값 주위의 0.05 mm의 깊이 변화는 이미 유동 분배에 매우 막대한 영향을 준다. 이와 같은 편차의 예는 도 7c에 제시되어 있다. 적절한 제조 기법에 의해 0.05의 깊이 변화가 달성될 수 있는 경우에도, 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)과 제 1 기체 분배 요소(10) 사이의 공간은 또한 그 사이에 사용되는 접촉 층에 따라 변화될 수 있다. 그러므로 효과적인 채널 단면에 대한 누적된 깊이 변화를 위에서 언급된 범위의 편차로 유지하는 것이 매우 어렵다. 마지막으로 중요한 것은 접촉 층 또는 채널은 시간에 따라 크리프(creep)될 수 있다는 것으로, 이것은 어떤 경우에도 시간에 따라 열악한 연료 분배로 이어질 것이다.

[0113] 단위 전지(50)가 서로 중첩하여 적층될 때, 개개의 요소의 결합은 누적되고, 도 7e의 경우에 의해 도시된 바와 같이 작동 시에 더욱 증가된 유동의 편차를 초래할 것이다.

[0114] 연료 전지 스택의 모든 단위 전지(50) 내에서 정확하게 동일한 양의 연료가 전환됨에 따라, 공통의 전류가 얻어지고, 낮은 연료 유동을 나타내는 단위 전지(50)의 영역은 연료 전환이 증대되었을 때 연료 고갈의 위험에 노출된다. 높은 성능을 달성하기 위해 대량의 전환이 요구되므로 열악한 연료 분배는 연료 고갈에 기인되는 성능 제한이나 하나의 단위 전지의 손상을 초래할 것이다.

[0115] 이미 너무 늦은 경우를 제외하고는 연료 전지 스택의 일부가 고갈을 겪고 있다는 작업자를 위한 징후는 거의 존재하지 않으므로, 이러한 종류의 문제는 산업적 그리고 작동 상의 관점에서 매우 중요하다.

[0116] 도 8은 연료 전지 스택(103)을 형성하는 복수의 연속적 연료 전지 유닛(50)의 단면도로서, 각각의 연료 전지 유닛(50)은 CAE-유닛(5) 및 상호연결체(40)를 포함하고, 상호연결체(40)는 도 4에 도시된 바와 같은 실시형태에 따른 제 1 기체 분배 요소(10) 및 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함한다.

[0117] 따라서, 연료 채널(13)의 횡단면은 제 1 층(2)의 채널 구조의 형상에 의해 제공 및 결정되고, 제 2 층(3)은 천공된 플레이트이다. 제 2 층(3)은 균질화 요소이다. 균질화 요소와 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 사이에 사용되는 선택적인 추가의 접촉 층은 유동에 영향을 미치지 않는다. 게다가, 제 2 층(3)인 천공된 플레이트 상의 구멍(15)의 기하학적 배치는 연료 경로를 따라 나란히 배치되는 수 개의 채널(13)의 유체 경로를 따른 유체 교환 및 유체의 혼합을 허용하고, 따라서 이들 위치에서의 채널 사이에 근사-등압선(near-isobar)을 생성하고, 따라서 채널(13) 사이에 적절한 평균 플럭스를 생성한다. 이 덕분에, 인접하는 채널(13) 사이에서 가연성 기체의 유동을 허용함으로써, 그 결과 각각의 반응물 및 가연성 유체 유동을 균질화하기 위한 평균화 효과를 이용함으로써, 제 1 기체 분배 요소(10) 내의 가연성 기체의 유체 유동 경로를 따르는 임의의 채널(13)의 형상의 임의의 편차가 보정된다.

[0118] 도 8a는 대응하는 상세한 지지층(4)을 구비하는 2 개의 기체 분배 요소(10)를 보여주는 도 8의 상세 단면도이다. 도 8a의 중앙에 하나의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)이 도시되어 있고, 여기서 지지층(4)은 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 상측 상의 제 1 기체 접촉 및 기체 확산 층(54)이고, 균질화 층인 제 2 층(3)은 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)의 하측 상의 제 2 기체 접촉 및 기체 확산 층(55)과 접촉하고 있다. 유체 교환(9z)에 의해 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 내로 유입되는 연소 기체(F)가 균질화되도록, 제 2 층(3)은 3 개의 채널(13)을 유체적으로 연결하기 위해 3 개의 채널(13)에 걸쳐 연장하는 제 1 개구(15)를 제공한다.

[0119] 지지층(4)은 산화제(0)의 유동 경로를 채널(20a, 20b)의 2 개의 별개의 유동 경로(01, 02)로 분할할 수 있는 파형의 형상을 갖고, 채널(20a)의 유동 경로(01)는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)에 산화제( $O_2$ )를 제공하는 산화제이다. 채널(20b)의 유동 경로(02)는 베이스 층(1) 및/또는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)을 냉각 또는 가열

하기 위한 템퍼링제(tempering agent)의 역할을 한다.

- [0120] 도 8b는 3 개의 연료 전지 유닛(50)을 포함하는 연료 전지 스택(103)을 개략 측단면도로 도시하고, 각각은 상호 연결체(40) 및 CAE-유닛(5)을 포함하고, 각각의 상호연결체(40)는 제 1 기체 분배 요소(10) 및 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함한다. 산화제(0)는 모든 제 2 기체 분배 요소(4)의 일측 상에 제공되고, 다음에 산화제(0)는 제 2 기체 분배 요소(4)를 따라 2 개의 별개의 유동 경로(01, 02)를 형성하도록 분할되고, 이 2 개의 별개의 유동 경로(01, 02)는 제 2 기체 분배 요소(4)를 벗어난 후에 결합되고, 제 2 기체 분배 요소(4)의 유동 경로는 또한 연료 전지 스택(103)으로부터 배출되는 하나의 단일 유동 경로로 결합된다. 도 8b는 또한 산화제(0)를 공급하기 위한 블로워 또는 압축기(21) 및 상호연결체(40)를 출입하는 산화제(0)의 온도를 측정하는 온도 센서(22a, 22b)를 개시한다. 블로워 또는 압축기(21) 및 온도 센서(22a, 22b)는 케이블(23)에 의해 개략적으로 도시된 제어 유닛(24)과 연결된다. 추가의 온도 센서 또는 다른 센서 또는 액추에이터가 배치될 수 있고, 연료 전지 스택의 작동을 제어하기 위해 제어 유닛(24)과 연결될 수 있다.
- [0121] 도 8c는 3 개의 연료 전지 유닛(50)을 포함하는 연료 전지 스택(103)의 추가의 실시형태의 개략 측단면도로 도시하고, 각각은 상호연결체(40) 및 CAE-유닛(5)을 포함하고, 각각의 상호연결체(40)는 제 1 기체 분배 요소(10) 및 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함한다. 유동 경로(01, 02)는 완전히 분리되고, 산화제(0)는 산화제의 유동 경로(01)를 한정하는 채널(20a)의 일측 상에만 제공된다. 템퍼링 유체(04)는 템퍼링 유체의 유동 경로(02)를 한정하는 채널(20b)의 일측 상에만 제공된다. 유동 경로(01, 02)는 또한 별개의 경로로서 제 2 기체 분배 요소(4)를 벗어난다. 도 8c는 또한 템퍼링 유체(04)를 공급하기 위한 블로워 또는 압축기(21) 및 상호연결체(40)를 출입하는 템퍼링 유체 경로(02)의 온도를 측정하기 위한 온도 센서(22a, 22b)를 개시한다. 블로워 또는 압축기(21) 및 온도 센서(22a, 22b)는 케이블(23)에 의해 개략적으로 도시된 제어 유닛(24)과 연결된다. 추가의 온도 센서 또는 다른 센서 또는 액추에이터가 배치될 수 있고, 연료 전지 스택의 작동을 제어하기 위해 제어 유닛(24)과 연결될 수 있다.
- [0122] 도 8b 또는 도 8c에 개시된 바와 같은 연료 전지 스택(103)은 다양한 방법으로 작동될 수 있다. 이하에서 몇 가지 유리한 방법을 더 상세히 설명한다.
- [0123] 연료 전지 스택(103)은 고체 산화물 연료 전지 또는 고체 산화물 전해 전지의 작동을 위한 방법에 의해 작동될 수 있고, 상기 고체 산화물 연료 전지는,
- [0124] a) 복수의 캐소드-애노드-전해질 유닛(5) 및
- [0125] b) 상기 CAE 유닛들 사이의 금속 상호연결체(40)를 포함하고,
- [0126] 상기 금속 상호연결체(40)는,
- [0127] - 가연성 기체를 위한 기체 분배 구조(11)를 포함하는 제 1 기체 분배 요소(10), 및
- [0128] - 산화제를 위한 채널(20a)을 포함하는, 그리고 템퍼링 유체를 위한 별개의 채널(20b)을 포함하는 제 2 기체 분배 요소(4)를 포함하고,
- [0129] 적어도 제 1 및 제 2 제어 온도(T1, T2)가 측정되고,
- [0130] - 상기 제 1 온도(T1)는 상기 제 2 기체 분배 요소(4) 내로 유입되는 상기 템퍼링 유체의 온도이거나 상기 연료 전지의 템퍼링 유체 유입구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도이고,
- [0131] - 상기 제 2 온도는 상기 제 2 기체 분배 요소로부터 배출되는 상기 템퍼링 유체의 유출 온도, 상기 연료 전지 스택의 온도, 또는 상기 연료 전지의 템퍼링 유체 유출구측 상에서 측정되는 임의의 대표적인 온도 중 하나의 온도이고,
- [0132] 상기 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 템퍼링 유체의 양은 상기 제 1 및 제 2 온도(T1, T2)의 온도 차이에 기초하여 제어된다.
- [0133] 고체 산화물 연료 전지 또는 고체 산화물 전해 전지의 작동을 위한 바람직한 방법 단계에서, 템퍼링 유체의 양은 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되고, 그리고 상기 제 1 및 제 2 온도(T1, T2)의 최대의, 최소의 또는 공칭의 온도 차이에 기초하여 제어된다.
- [0134] 고체 산화물 연료 전지 또는 고체 산화물 전해 전지의 작동을 위한 추가의 바람직한 방법 단계에서, 제 2 기체 분배 요소(4)에 공급되는 템퍼링 유체의 양 및 온도(T1)은 제 1 및 제 2 온도(T1, T2)가 한정된 최소값 및 최대

값 내에 유지되도록 제어된다.

- [0135] 상기 연료 전지의 작동을 위한 더 바람직한 방법 단계에서, 상기 채널(20a)의 유출구에서 상기 산화제의 산소 분압이 상기 산화제의 총압의 5%를 초과하도록, 바람직하게는 10%를 초과하도록, 상기 산화제의 유동 속도가 상기 전기화학적 반응을 위해 요구되는 화학양론적 유동을 초과하여 유지된다.
- [0136] 고체 산화물 연료 전지 또는 고체 산화물 전해의 작동을 위한 더 바람직한 방법 단계에서, 산화제 및 템퍼링 유체는 엄격하게 분리된 유동 경로(01, 02) 내에서 순환한다.
- [0137] 고체 산화물 전해의 작동을 위한 더 바람직한 방법 단계에서, 템퍼링 유체는 제 2 기체 분배 요소(4)를 가열한다.
- [0138] 고체 산화물 전해 전지의 작동을 위한 더 바람직한 방법 단계에서, 상기 생성된 산소를 포집하기 위해 상기 산화제의 유동 경로(01, 02) 내에 운반 기체가 첨가되고, 상기 운반 기체의 유동 속도는 상기 상호연결체(40)를 벗어나는 상기 운반 기체 내의 산소 함량이 소정의 범위 내에 유지되도록 제어된다.
- [0139] 고체 산화물 전해 전지의 작동을 위한 더 바람직한 방법 단계에서, 상기 운반 기체는 순환되고, 상기 산소는 산소 부화된 기체를 별도로 포집하기 위해 상기 상호연결체(40)를 벗어나는 상기 운반 기체로부터 추출된다.
- [0140] 고체 산화물 전해 전지의 작동을 위한 더 바람직한 방법 단계에서, 순수한 산소가 상호연결체(40)로부터 벗어날 때 개별적으로 포집된다.
- [0141] 도 4는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)과 제 2 층(3)이 접촉하는 접촉 표면(3c)을 한정하는 길이(3a) 및 폭(3b)을 갖는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)을 도시한다. 제 2 층(3)은 동일한 접촉 표면(3c)을 포함한다. 제 2 층(3)의 제 1 개구(15)는 접촉 표면(3c) 내에 배치된다. 바람직한 실시형태에서, 제 1 개구(15)의 총 면적은 표면(3c) 내에서 발견되는 개구(15, 6) 및 기타 개구의 총 면적의 적어도 20%이다. 접촉 표면(3c)을 따라 가연성 기체의 더욱 동등한 분배를 제공하기 위해, 더 바람직한 실시형태에서, 모든 제 1 개구(15)의 총면적은 접촉 표면(3c)의 적어도 20%, 가장 바람직하게는 약 30%, 가장 바람직하게는 40% 내지 50%이다.
- [0142] 바람직한 실시형태에서, 기 CAE-유닛(5)는 상기 유동 방향(9)을 따라 길이(3a)를 갖고, 그리고 폭(3b)을 갖고, 상기 길이(3a) 대 폭(3b)의 비는 바람직하게 1을 초과하고, 더 바람직하게는 1.5를 초과하고, 그리고 가장 바람직하게는 2를 초과한다.
- [0143] 개시된 제 1 개구(15)는 직사각형 형상으로 도시되어 있다. 제 1 개구(15)는 타원 형상과 같은 다른 형상을 가질 수도 있다. 또한 제 2 층(3)은, 예를 들면, 동일한 제 2 층(3) 상에서 직사각형 및 타원 형상과 같은 상이한 형상의 복수의 제 1 개구(15)를 포함할 수 있다.
- [0144] 연료 전지의 제 1 분배 요소(10) 내에서 가연성 기체의 균질화를 위한 유리한 방법은 제 1 기체 분배 요소(10)가 연료 유입구(2b)를 연료 유출구(2c)와 연결하는 제 1 층(2)을 포함하고, 이것에 의해 연료는 제 1 층(2) 내에서 유동 방향(9), 특히 직선 방향으로 유동하고, 제 1 기체 분배 요소(10)가 유동 방향(9)에 대해 횡단 방향으로 연장하는 제 1 개구(15)를 포함하는 제 2 층(3)을 포함하고, 제 1 층(2)을 통해 유동하는 가연성 기체는 제 1 개구(15) 내에서 균질화되도록 제 1 개구(15) 내로 유입되고, 그리고 제 1 개구(15) 내로부터의 가연성 기체가 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)에 제공되도록 제 1 개구(15)는 캐소드-애노드-전해질 유닛(5)과 접촉하는 것이다.
- [0145] 하나의 유리한 방법 단계에서, 제 1 개구(15) 내에서 균질화된 가연성 기체의 적어도 일부는 제 1 층(2) 내로 역류한다.
- [0146] 추가의 유리한 방법 단계에서, 제 1 층(2)은 나란히 배치되는, 그리고 연료 유입구(2b)를 연료 유출구(2c)와 연결하는 복수의 채널(13)을 포함하고, 제 1 개구(15)는 채널(13)에 대해 횡단 방향으로 연장하고, 그리고 나란히 배치되는 적어도 2 개의 채널(13)을 유체적으로 연결하고, 각각의 채널의 가연성 기체가 제 1 개구(15) 내에서 균질화되도록, 각각의 채널(13)을 통해 유동하는 가연성 기체는 제 1 개구(15) 내로 유입된다.
- [0147] 하나의 유리한 방법 단계에서, 제 1 개구(15) 내에서 균질화된 가연성 기체의 적어도 일부는 제 1 층(2)의 각각의 채널(13) 내로 역류하고, 또는 제 1 층(2)의 각각의 채널(13) 사이에서 교환된다.
- [0148] 하나의 유리한 방법 단계에서, 제 1 개구(15)의 적어도 일부는 각각의 제 1 개구(15) 내의 가연성 기체의 압력이 동등해지도록 유동 방향(9)에 수직으로 연장하므로 제 1 층(2)의 하측 또는 각각의 채널(13)의 하측의 가연성 기체의 압력은 국부적으로 동등해진다.

- [0149] 구조는 US 7 632 586 B2에 따른 2 개의 스택 설계로 구현되었고, 작동으로 확인되었다. 연료로서 수소를 사용하는 61% 및 메탄을 사용하는 69%에 달하는 효율에서 최대 94%의 연료 전환이 달성되었다. 이것은 US 7 632 586 B2에 개시된 바와 같은 반응물 유동의 처리에 기초한 종래의 결과를 훨씬 초과하는 것이다.
- [0150] 연료 전지 유닛 내에서의 발열 반응으로 인해, 그러므로 특히 과도기 중에 전지 유닛(50)의 적극적인 냉각이 요구되고, 이것은 주로 공기 냉각에 의해, 또는 공기 냉각과 메탄의 흡열 수증기 개질 반응(SMR)에 의해 연료 측상의 내부 냉각의 조합에 의해 달성될 수 있다. 그러나, 이것은 연료로서의 수증기 개질된 메탄을 사용하는 등급의 시스템에 제한된다.
- [0151] CAE 유닛 및 기체 분배 구조 내의 온도 기울기 및 과도한 온도차를 제한하기 위해, 단위 전지(50)냉각 공기의 적절한 분배가 요구된다. 온도 차이를 제한하기 위해, 전기화학 반응 자체를 위해 필요한 양을 크게 초과하는 냉각 공기가 요구된다. 이러한 과도한 공기는 특히 송풍기의 전력 소비로 인해 밸런스 오브 플랜트에서의 추가의 손실을 의미한다. 그러나, 스택 내에서의 압력 강하가 낮은 경우, 즉 스택 내의 공기를 위한 기체 분배 구조가 공기 유동에 대해 낮은 저항을 발현하는 경우, 이러한 손실은 감소될 수 있다. 그러므로 연료 전지는 바람직하게 50 밀리바 미만, 각각 20 밀리바 미만, 각각 10 밀리바 미만의 그 산화제 흐름의 유입구와 유출구 사이의 공칭 압력 차이로 작동된다.
- [0152] 연료 전지 스택에서 방지되어야 할 문제는 통상적으로 평면의 층을 형성하는 전극의 표면 상에서 발생하는 국부적 온도 피크이다. 만일 이와 같은 국부적 온도 피크가 발생하면, 반응 속도론이 변화될 수 있고, 국부적 핫스팟(hot spot)이 형성될 수 있다. 이러한 핫스팟은 국부적 열팽창을 유발함으로써 재료 상에 높은 변형을 수반하고, 이것은 영향을 받은 층 재료의 열 응력, 뒤틀림, 버클링(buckling) 또는 변형으로 이어질 수 있으므로 바람직하지 않다. 전극 또는 전해질의 세라믹 재료는 취성을 가지므로, 이들은 균열될 수 있고, 궁극적으로 상당한 국부적 온도 변화에 노출되는 경우 파단될 수 있다. 이러한 핫스팟의 발생은 냉각 공기류를 증가시킴으로써, 그리고 CAE 유닛과 접촉하여 열 소산 구조로서 작용할 수 있는 공기 분배 구조의 적절한 설계에 의해 현저하게 감소시킬 수 있다.
- [0153] 더욱이, 연료 전지 유닛 내의 온도 기울기는 스택 내에서 연료를 분배하는 연료 매니폴드 내에서, 그리고 전지의 주위에서 사용되는 시일과 같이 CAE 유닛 이외의 다른 중요한 위치에서 부적절한 열 응력을 유발할 수 있다. 이것은 시일의 층간 박리 및 유해한 누설을 유발할 수 있고, 양자 모두는 경우에 따라 CAE 유닛의 국부적 또는 완전 파괴로 이어질 수 있다.
- [0154] 감소된 공기 유동으로 연료 전지를 작동할 수 있으나, 그 결과 공기 유입구와 유출구 사이에 더 큰 온도 차이에도달한다. 이러한 상황의 결점은 대부분의 전기화학적 공정이 열적으로 활성화되므로 냉각측이 낮은 효율의 전기화학적 반응을 겪는다는 것이다. 일부의 전극 유형, 특히 일부의 캐소드 재료는 이와 같은 조건에서 시간에 따라 더 심하게 열화되는 것이 알려져 있다. 이에 반해, 연료 전지의 더 고온 단부는, 예를 들면, 금속 부품상의 산화물 스케일의 성장과 같은 열적으로 활성화되는 다른 유형의 성능저하를 겪는다.
- [0155] 연료 전지의 성능을 위한 추가의 중요점은 연료 유동의 주요 방향에 대해 수직방향으로의 온도의 균일성이다. 연료 유동에 대해 수직으로의 공기 유동을 갖는 스택은 연료 유동에 대해 수직방향으로 중대한 온도 차이를 발현하고, 감소된 전기화학적 성능으로 인해 더 저온의 냉각측 상의 전지를 따라 연료 소모의 부족을 유발하는 것 같다. 이것은 높은 연료 전환 속도에서 스택을 작동하는 것을 불가능하게 하고, 그 결과 효율의 감소를 유발한다. 이러한 문제는 두꺼운 상호연결체를 사용하여 내부 열전달을 향상시킴으로써 부분적으로 방지될 수 있으나 중량 및 추가 비용이 추가된다.
- [0156] 그러므로 평행하게 또는 반대방향으로 유동하는 공기 유동 및 연료 유동으로 연료 전지를 작동하는 것이 바람직하다. 그럼에도 불구하고, 시스템의 나머지 부분과의 열교환에 의해 스택의 경계선의 인접부에서 연료 흐름의 횡측 상에 열적 기울기가 발생할 수 있다. 그러므로 이와 같은 상황에서도 유사한 성능 제한의 문제가 발생할 수 있다. 그러므로, 이와 같은 유형의 기울기를 감소시키는데 도움이 되는 과잉의 공기로 연료 전지를 작동하는 것이 유리하다. 동일한 목적을 위해, 연료 유동을 따르는 전지의 반응 영역의 길이가 폭보다 크도록, 즉 1을 초과하는 종횡비를 갖도록 연료 전지를 구성하는 것이 유리하다. 바람직한 구성에서, 이 종횡비는 1.2를 초과하고, 바람직하게는 1.5를 초과하고, 바람직하게는 2를 초과한다.
- [0157] 그러므로, 성능을 증대시키고, 성능저하를 제한하기 위해 연료 전지 유닛 내의 열적 기울기 및 온도 차이를 감소시키는 것이 유리하다.
- [0158] 더욱이, 낮은 냉각제 유동에서, 스택의 코어부와 그 경계 사이에, 예를 들면, 제 1 연료 전지 유닛과 최종 연료

전지 유닛 사이에 더 큰 온도 차이가 예상된다. 이것은 열기계적 이유로 인해서 뿐만 아니라 전기화학적 성능이 하나의 위치로부터 스택 내에 유사하게 배치되는 다른 위치에 걸쳐 변화되는 것으로 인해 유해하다. 예를 들면, 실링 재료를 보존하기 위해 스택 내에서 최대 온도가 통상적으로 예상되어야 하므로 연료 전지의 일부의 부품은 필요한 것보다 낮은 온도에서 작동되어야 하고, 그 결과 더 저온의 요소는 더 낮은 효율로 작동하고, 전체적인 성능은 감소될 것이다.

[0159] 마지막으로, 더 많은 양의 냉각제 유동을 사용하는 경우에 더 신속한 응답이 얻어질 수 있고, 제어가능성이 향상될 수 있으므로 연료 전지의 동적 제어가 향상된다.

[0160] 그러나, 과량의 공기의 사용의 하나의 결점은 공기 전극 상으로의 촉매활성저하 종(poisoning species)의 수송이다. 특히 휘발성 크로뮴은 스택의 상류에 위치되는 금속 컴포넌트에 의해 방출되고, 공기 흐름에 의해 스택 내로 수송된다는 것이 공지되어 있다. 휘발성 크로뮴은 전기화학 반응 및 화학 반응에 의해 공기 전극 내에 침착되는 경향을 갖는다. 특히, 휘발성 크로뮴은 전극 내에 수용된 스트론튬과 자발적으로 반응한다. 게다가, 전극/전극 계면에서 크로뮴 산화물로서 전기화학적으로 침착될 수 있으므로 반응 부위의 수를 저감시킨다. 크로뮴 뿐만 아니라 실리콘, 황 및 다른 종이 공기 전극의 내구성에 더욱 영향을 주는 것으로 공지되어 있다.

[0161] 그러므로, 균질의 템퍼링을 위해 증가된 공기 유동으로 연료 전지를 작동할 가능성을 갖고, 부수적인 손실을 저감시키도록 산화제 흐름 상의 낮은 압력 강하를 갖고, 공기의 일부만이 오염을 방지하기 위해 공기 전극과 접촉하는 것이 매우 유리하다.

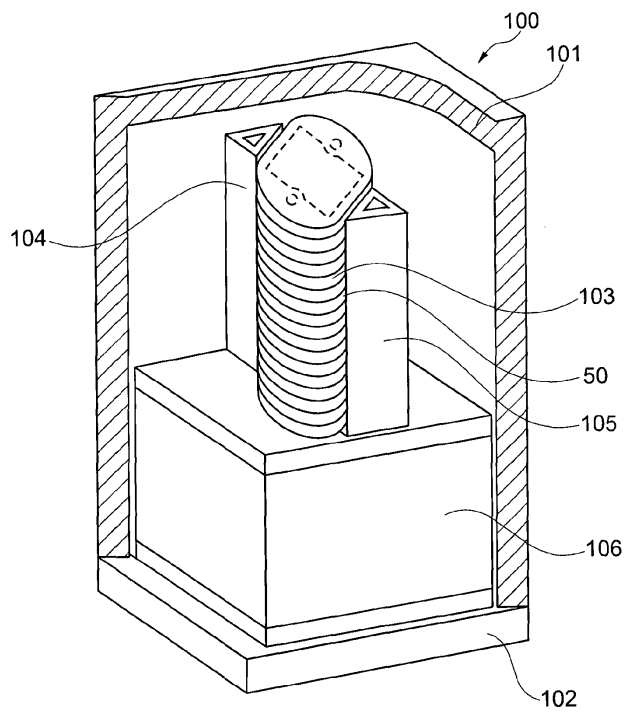
[0162] 더욱이, 예를 들면, 공기 전극의 최적 성능 및 저감된 오염에서 연료 전지를 작동시키도록, 냉각제 공기와 반응성 공기 사이의 비를 변화시킬 가능성을 갖는 것이 유리하다.

[0163] 전기분해 모드에서, 반응 생성물로서 산소 부화 기체의 보관을 가능하게 하도록 템퍼링 흐름으로부터 전기분해 반응으로부터 얻어지는 산소 부화 기체를 분리하는 것이 더 유리할 수 있다. 전기분해 모드에서, 스택을 가열하기 위해, 필요 시 흡열 전기분해 반응에 열을 제공하기 위해, 그리고 결국 전체 작동이 발열이 될 수 있는 경우에 일부의 작동점에서 열을 제거하기 위해 템퍼링 흐름이 사용된다.

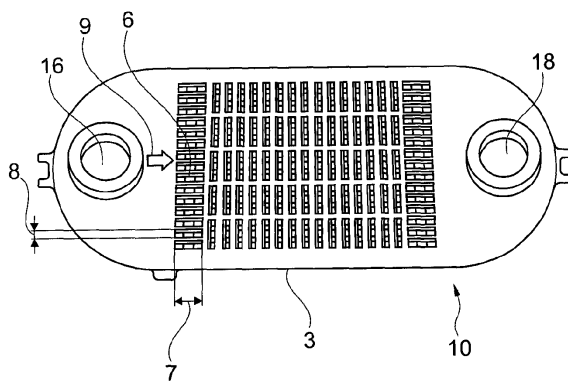
[0164] 이러한 분리는, 예를 들면, 산화제로서 산소 부화된 기체를 포함하는 피크 생성 중에 재생가능한 에너지의 저장을 위해, 그리고 이후에 발전기 모드에서 반응 생성물의 재사용을 위해, 연료 전지가 발전기 및 전기분해 모드로 가역적으로 사용될 수 있는 미래의 용도를 위해 더 유리하다.

도면

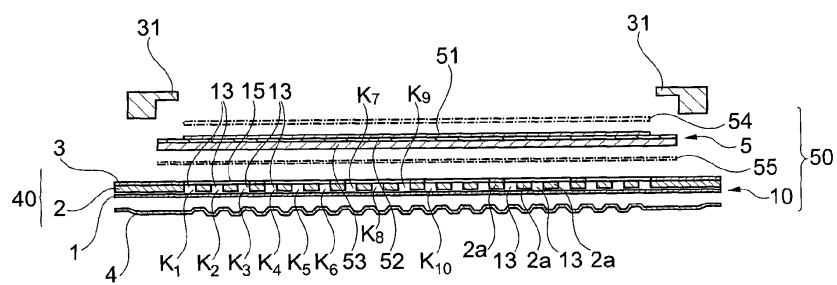
도면1



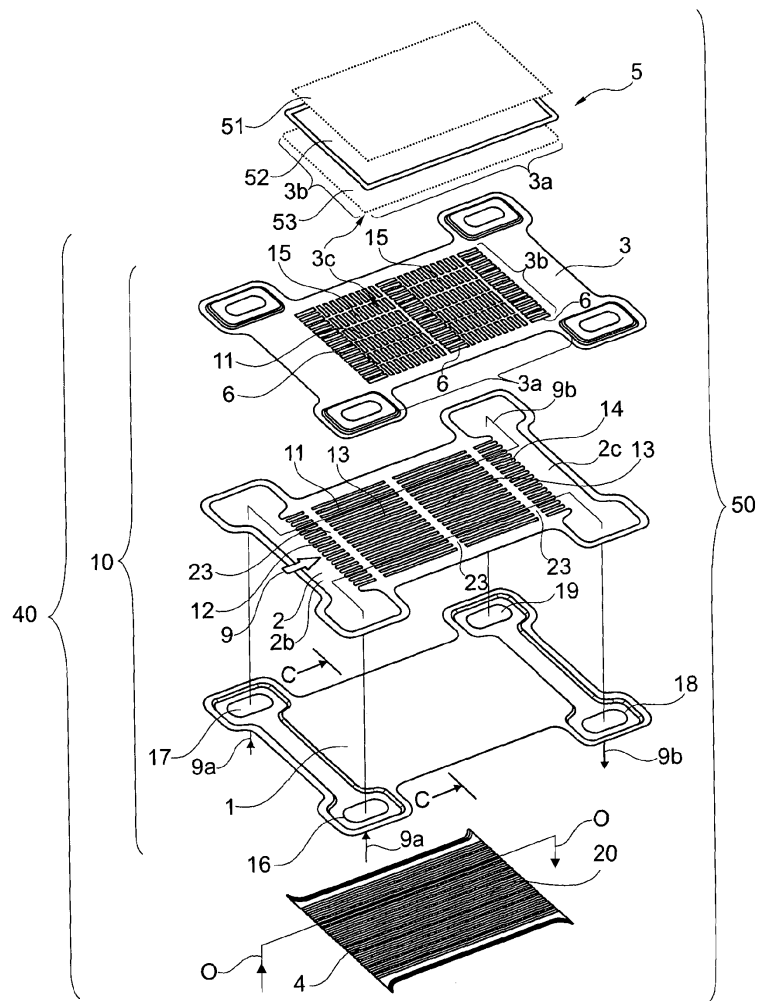
도면2



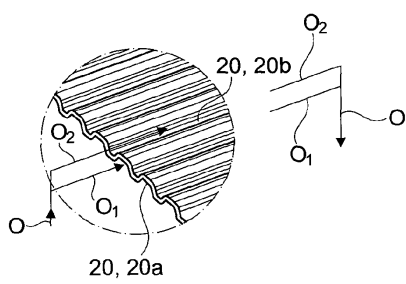
도면3



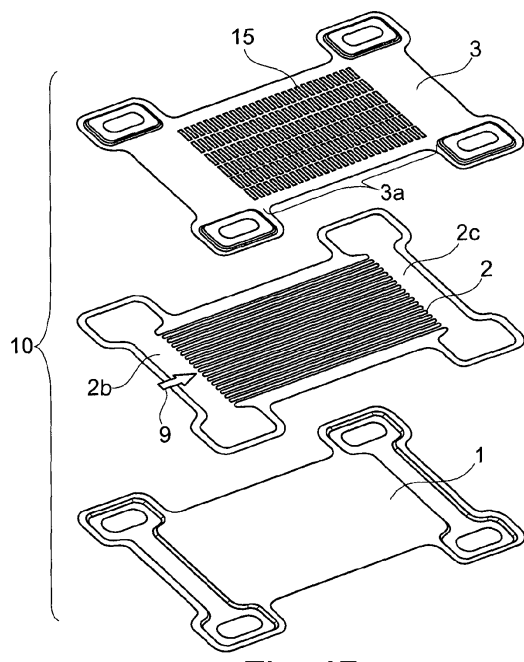
도면4



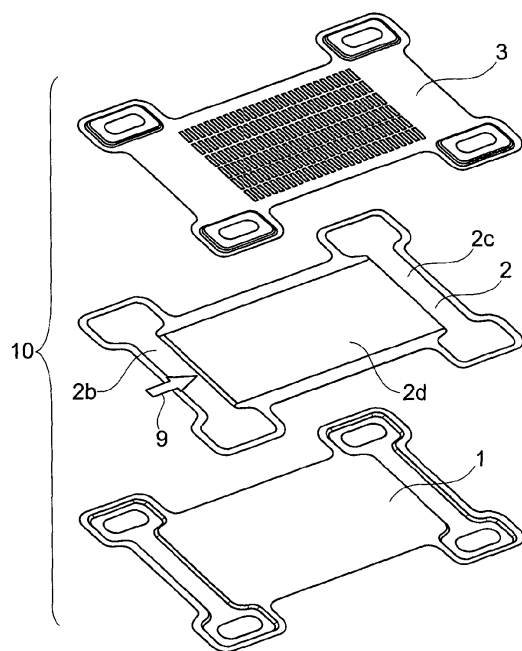
도면4a



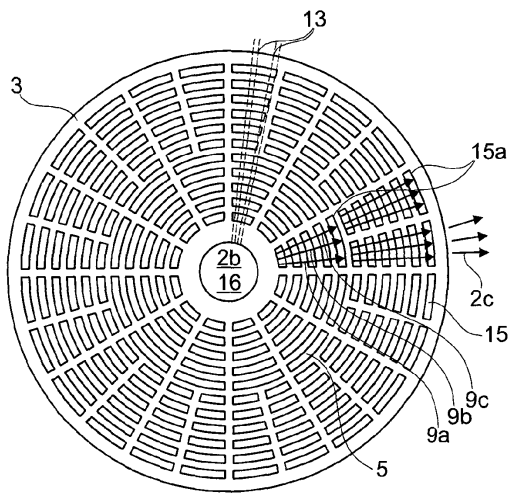
도면4b



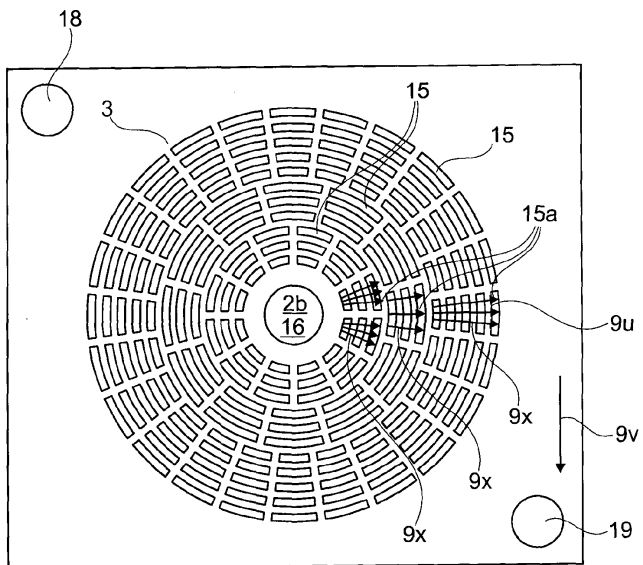
도면4c



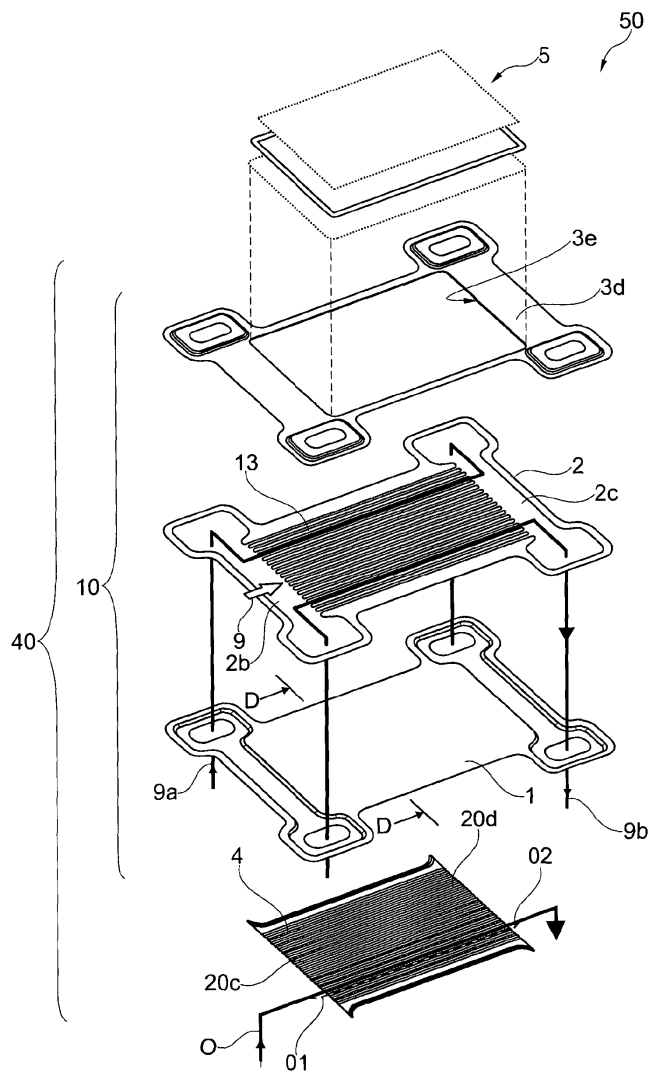
도면4d



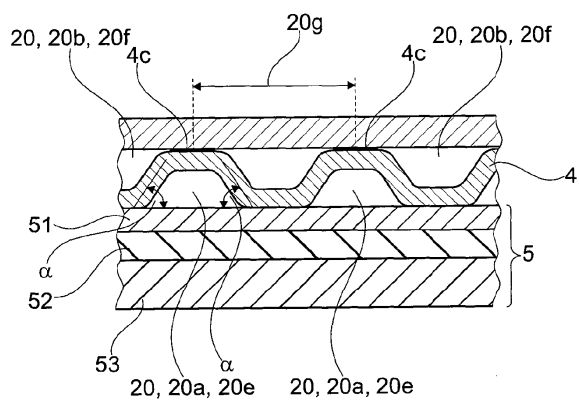
도면4e



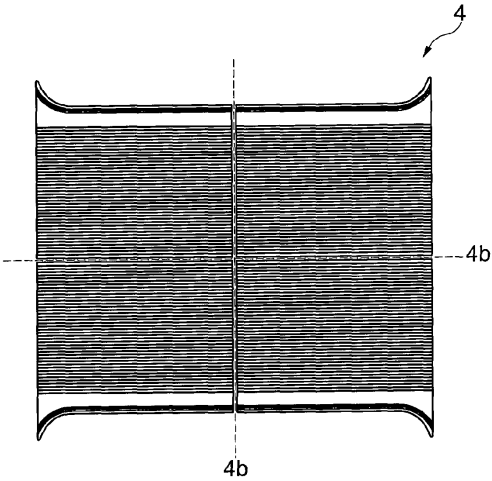
도면4f



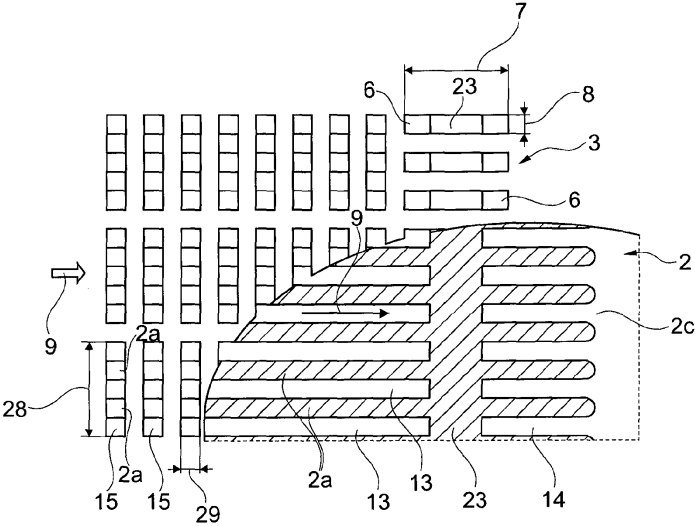
도면4g



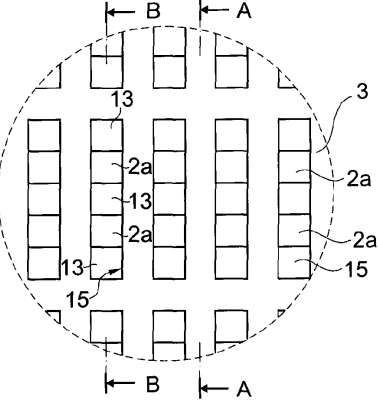
도면4h



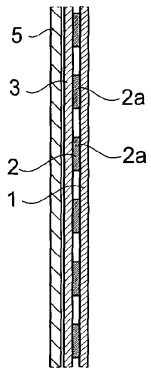
도면5



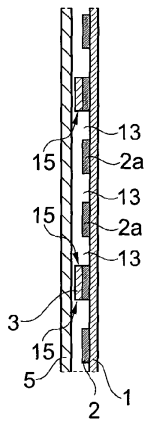
도면6a



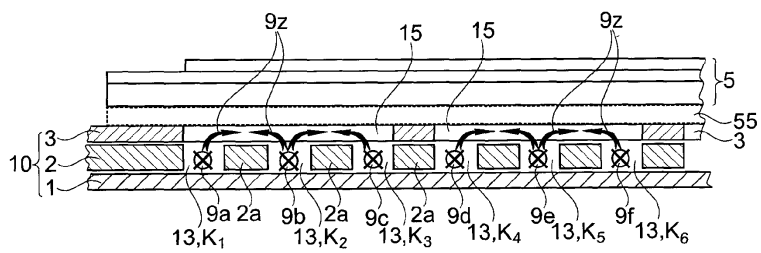
도면6b



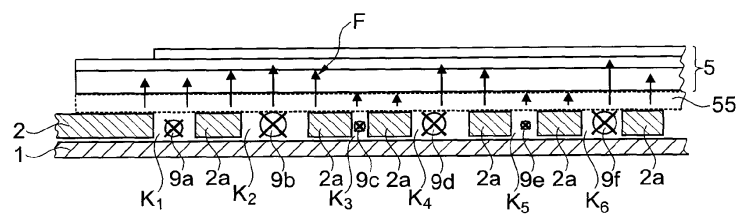
도면6c



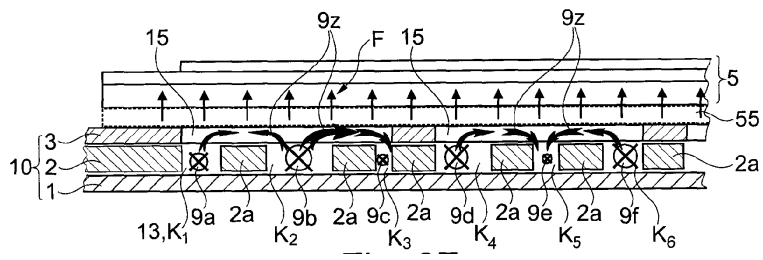
도면6d



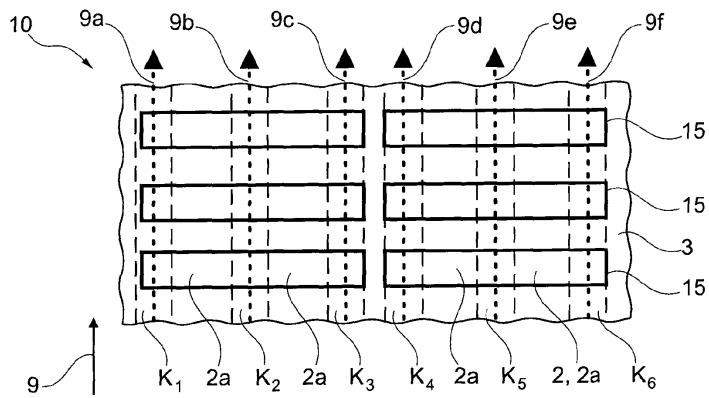
도면6e



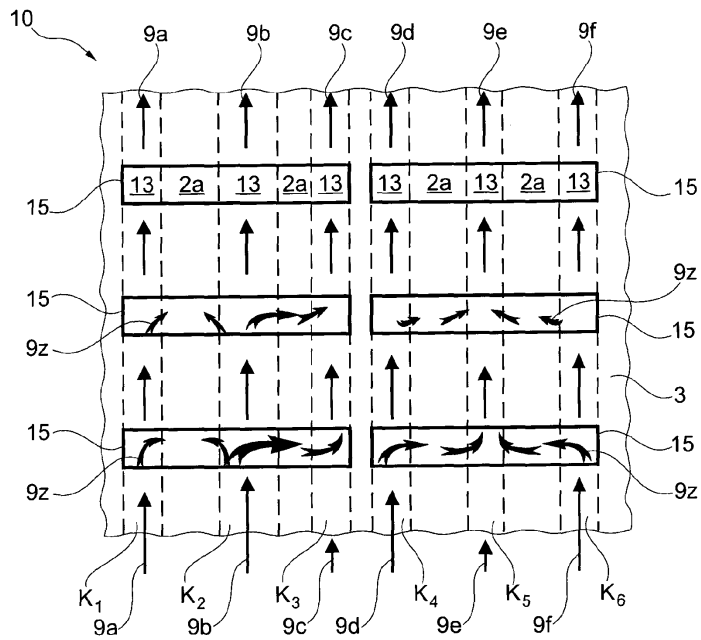
도면6f



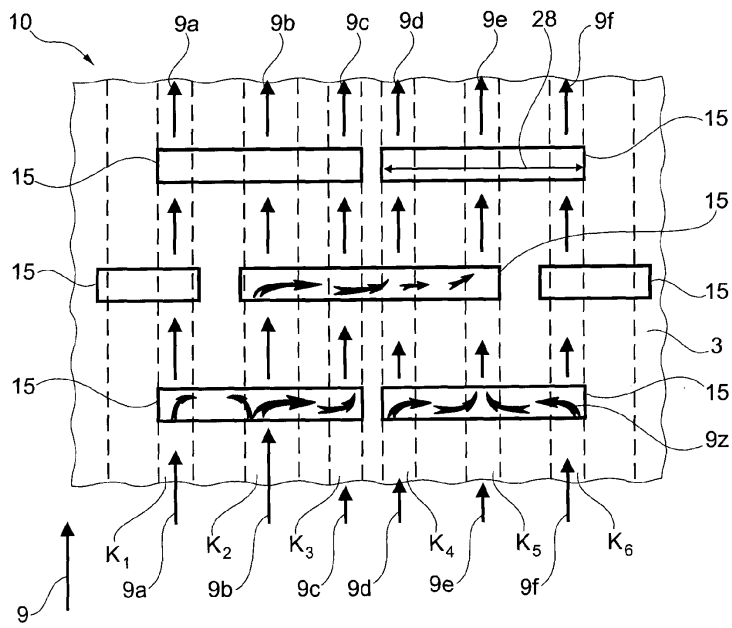
도면6g



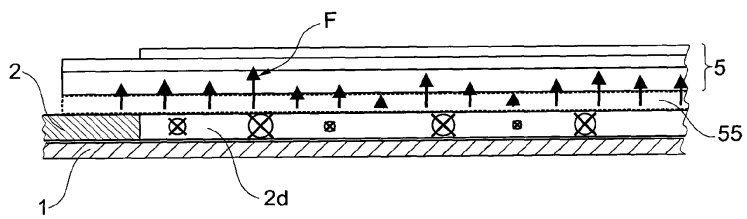
도면6h



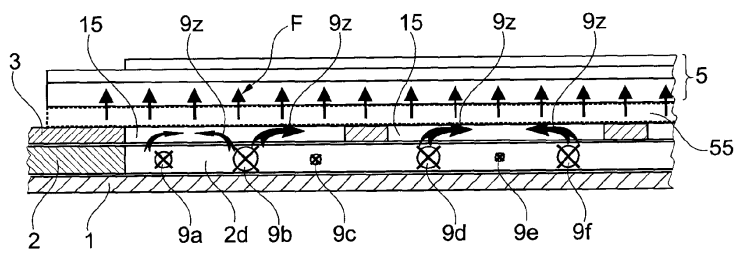
도면6i



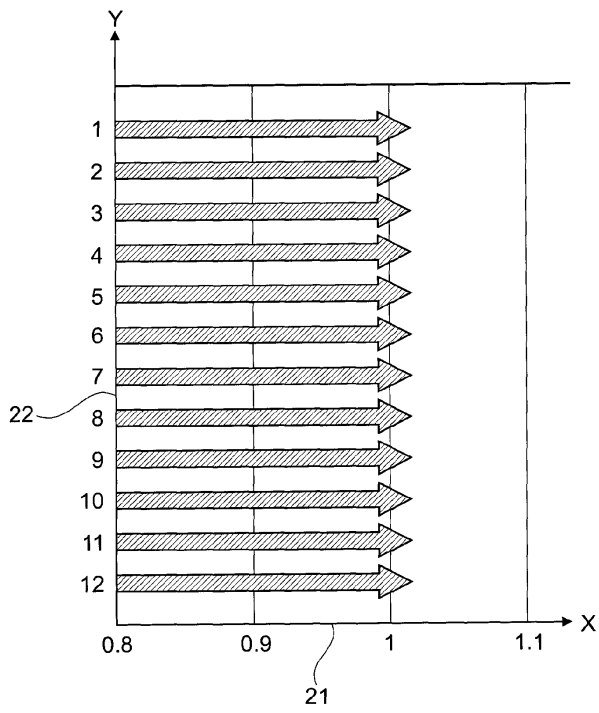
도면6k



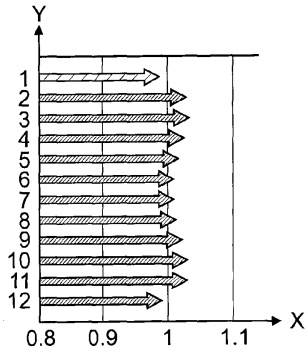
도면6l



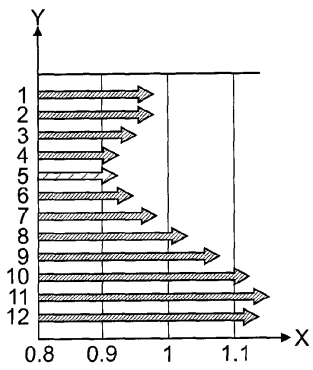
도면7a



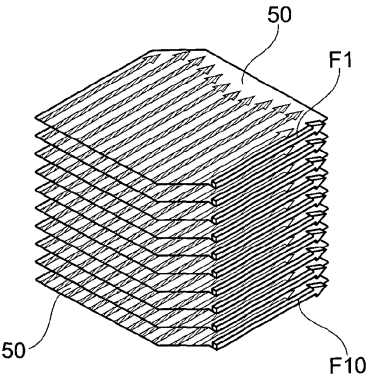
도면7b



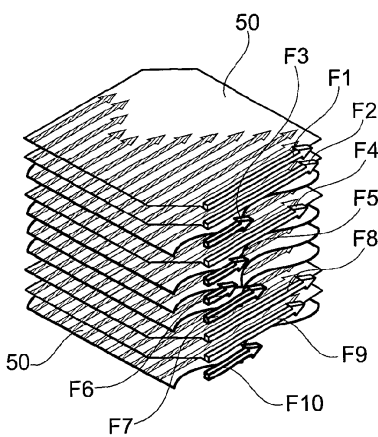
도면7c



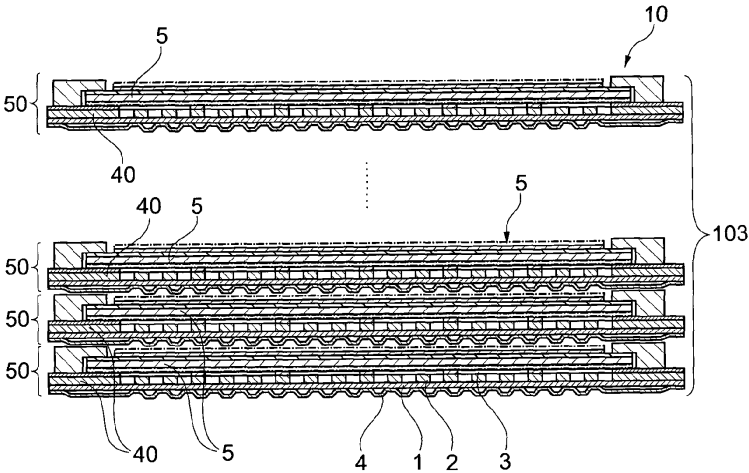
도면7d



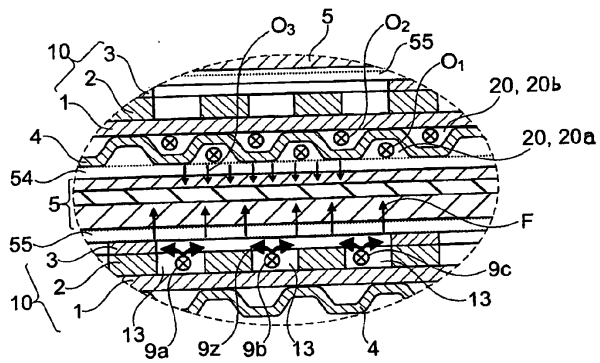
도면7e



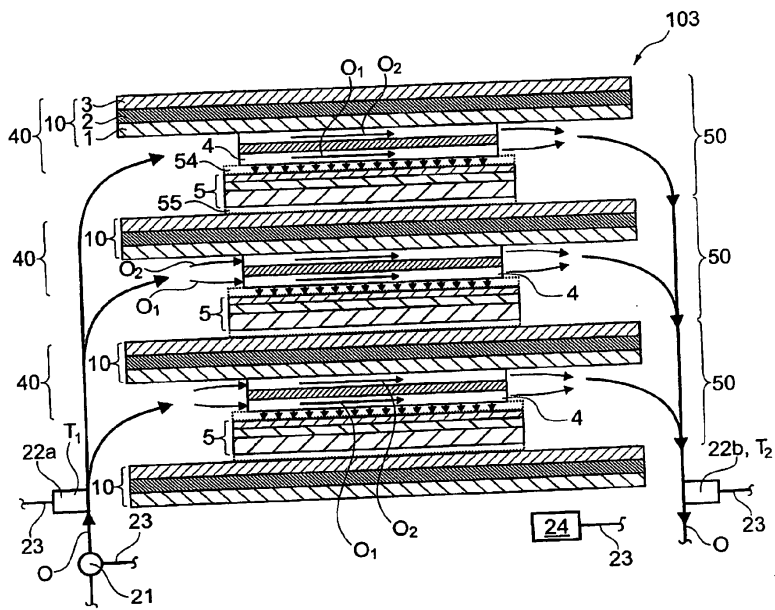
도면8



도면 8a



도면 8b



도면8c

