



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0100688
 (43) 공개일자 2007년10월11일

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/12* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7007946

(22) 출원일자 2007년04월06일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2007년04월06일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/032299

국제출원일자 2005년09월08일

(87) 국제공개번호 WO 2006/029372

국제공개일자 2006년03월16일

(30) 우선권주장

10/939,185 2004년09월09일 미국(US)

(71) 출원인

나노다이나믹스 에너지 인코포레이티드

미국 뉴욕주 14203 버팔로 퍼만 불러바드 901

(72) 발명자

피너티 케인

미국 뉴욕주 14216 버팔로 녹스 에비뉴 124

(74) 대리인

김창세, 장성구

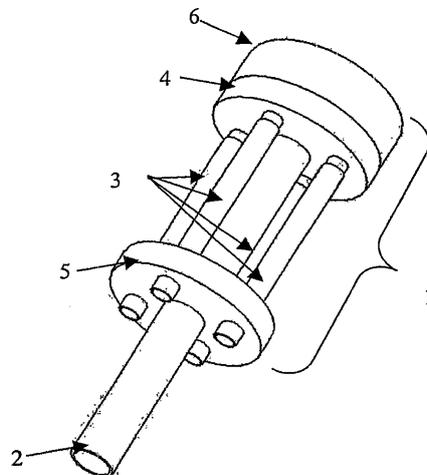
전체 청구항 수 : 총 49 항

(54) 고체 산화물 연료 전지 시스템

(57) 요약

본 발명은 중심 지지 수단, 고정 수단, 전류 집속 수단, 매니폴드 및 하나 이상의 연료 전지 수단을 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템을 제공하는데, 여기서 연료 전지 수단 및 전류 집속 수단은 연료 전지 수단의 축에 평행한 방향으로 이동가능하게 된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

중심 지지 수단, 고정 수단, 전류 집속 수단 및 하나 이상의 연료 전지 수단을 포함하고, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단 및 상기 전류 집속 수단이 상기 연료 전지 수단의 축에 평행한 방향으로 이동가능하게 된 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단 및 상기 전류 집속 수단이 제거가능한 단일 어셈블리를 형성하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단이 상기 고정 수단의 표면 위의 하나 이상의 주입기 수단에 장착되어, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단과 상기 하나 이상의 주입기 수단 사이에 갭이 형성되는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 갭이 상기 하나 이상의 연료 전지 수단과 상기 하나 이상의 주입기 수단 사이에 밀봉없이 작동을 허용하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 하나 이상의 주입기 수단이 상기 고정 수단의 표면으로부터 연장된 하나 이상의 주입기 핀인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 하나 이상의 주입기 핀이 상기 고정 수단에 부착되는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 하나 이상의 주입기 핀이 상기 고정 수단과 일체적인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단이 상기 고정 수단 내의 공동에 삽입되는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 중심 지지 수단이 연료 개질기를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 고정 수단이 절연 물질을 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 고정 수단이 전류 집속을 촉진하기 위한 수단을 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 매니폴드를 추가로 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 매니폴드가 반구형 돔의 형태를 갖는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 열 교환 수단을 추가로 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 열 교환 수단이 상기 중심 지지 수단에 연결된 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 열 교환 수단 및 상기 중심 지지 수단이 제거가능한 단일 어셈블리를 형성하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 열 교환 수단 및 상기 중심 지지 수단이 단일 구성요소인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 열 교환 수단이 연소 촉매를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 19

제1항에 있어서, 절연 수단을 추가로 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 절연 수단이 상기 고정 수단과 상기 전류 집속 수단 사이에 위치하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 21

제19항에 있어서, 상기 절연 수단이 상기 고정 수단에 근접하게 위치하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 22

제19항에 있어서, 상기 절연 수단이 연소 촉매를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 23

제19항에 있어서, 상기 절연 수단이 매니폴드로서 작용하는 공간을 형성하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 24

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단이 전해질, 캐소드 및 애노드를 포함하며, 상기 전해질 및 캐소드의 길이가 전류 집속 축진을 목적으로 애노드 및 캐소드를 노출시키기 위해 원주방향으로 가변적인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 전류 집속 수단이 전도성 물질을 통해 하나 이상의 연료 전지 수단과 연결되는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 전도성 물질이 전도성 페이스트 또는 전도성 클립인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 27

제1항에 있어서, 상기 중심 지지 수단이 중심 지지 튜브인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 28

제1항에 있어서, 상기 고정 수단이 연료 전지 플레이트인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 29

제1항에 있어서, 상기 전류 집속 수단이 전류 집속 플레이트인 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 30

중심 지지 튜브, 연료 전지 플레이트, 전류 집속 플레이트 및 하나 이상의 연료 전지 튜브를 포함하고, 상기 하나 이상의 연료 전지 튜브 및 상기 전류 집속 플레이트가 연료 전지 튜브의 축에 평행한 방향으로 이동가능하게 된 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 31

제30항에 있어서, 상기 하나 이상의 연료 전지 튜브가 상기 고정 수단의 표면 위의 하나 이상의 주입기 핀 상에 장착되어, 상기 하나 이상의 연료 전지 튜브와 상기 하나 이상의 주입기 핀 사이에 갭이 형성되는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 갭이 상기 하나 이상의 연료 전지 튜브와 상기 연료 전지 플레이트 사이의 밀봉 없이 작동을 허용하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 33

제30항에 있어서, 매니폴드를 추가로 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 34

제30항에 있어서, 절연 블랭킷을 추가로 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 35

제34항에 있어서, 상기 절연 블랭킷이 매니폴드로서 작용하는 공간을 형성하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 36

제34항에 있어서, 상기 절연 블랭킷이 상기 연료 전지 플레이트에 근접하게 위치하는 고체 산화물 연료 전지 시스템.

청구항 37

연료를 고체 산화물 연료 전지 시스템 내로 도입하는 단계를 포함하되, 상기 고체 산화물 연료 전지 시스템이, 중심 지지 수단, 고정 수단, 전류 집속 수단 및 하나 이상의 연료 전지 수단을 포함하며, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단 및 상기 전류 집속 수단이 연료 전지 수단의 축에 평행한 방향으로 이동가능하게 된 것인 연료를 전기적 에너지로 전환하는 방법.

청구항 38

제37항에 있어서, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단 및 상기 전류 집속 수단이 제거가능한 단일 어셈블리를 형성하는 것인 방법.

청구항 39

제37항에 있어서, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단이 상기 고정 수단의 표면 위의 하나 이상의 주입기 수단에 장착되어, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단과 상기 하나 이상의 주입기 수단 사이에 갭이 형성되는 것인 방법.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 캡이 상기 연료 전지 수단과 상기 고정 수단 사이에 밀봉 없이 작동을 허용하는 것인 방법.

청구항 41

제37항에 있어서, 상기 중심 지지 수단이 연료 개질기를 포함하는 것인 방법.

청구항 42

제37항에 있어서, 상기 고정 수단이 절연 물질을 포함하는 것인 방법.

청구항 43

제37항에 있어서, 상기 고체 산화물 연료 전지 시스템이 매니폴드를 추가로 포함하는 것인 방법.

청구항 44

제43항에 있어서, 상기 매니폴드가 반구형 돔의 형태를 갖는 것인 방법.

청구항 45

제37항에 있어서, 상기 고체 산화물 연료 전지 시스템이 열 교환 수단을 추가로 포함하는 것인 방법.

청구항 46

제37항에 있어서, 상기 고체 산화물 연료 전지 시스템이 절연 수단을 추가로 포함하는 것인 방법.

청구항 47

제37항에 있어서, 상기 중심 지지 수단이 중심 지지 튜브인 방법.

청구항 48

제37항에 있어서, 상기 고정 수단이 연료 전지 플레이트인 방법.

청구항 49

제37항에 있어서, 상기 전류 집속 수단이 전류 집속 플레이트인 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 신규한 연료 전지 시스템에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 고체 산화물 연료 전지 시스템에 관한 것이다.

배경기술

<2> 연료 전지는 전기화학적 반응을 통해 연료의 에너지 전위를 전기로 전환하는 전기적 장치이다. 일반적으로, 연료 전지는 전해질에 의해 분리된 한쌍의 전극을 포함한다. 전해질은 특정 유형의 이온의 통과만을 허용한다. 이온의 전해질에 대한 선택적 투과는 두 전극 사이에서 발생하는 전위를 유도한다. 이 전위는 자동차 또는 가전제품을 구동하는 것과 같은 유용한 작업을 수행하는데 이용될 수 있다. 이러한 직접적인 전환 공정은 터빈 플랜트와 같은 종래의 전력 발생 장치에 의해 요구되는 기계적 단계를 제거함으로써 전력 발생의 효율성을 증대시킨다. 또한, 더 높은 효율성과 전기화학적 공정의 조합으로 인해 친환경 제품을 이끌어 낼 수 있다.

<3> 고체 산화물 연료 전지("SOFC")는 전기화학적 반응을 통해 연료의 에너지 전위를 전기로 전환하는데 있어서 그 효율이 대략 40%인 장치이다. SOFC는 3개의 기본적 부분 즉, 전자를 생산하는 애노드, 전자를 소비하는 캐소드 및 이온을 전도하지만 전자가 통과하는 것을 방지하는 전해질을 포함한다. 여러 연료 전지들과는 달리, SOFC는 별도의 화학적 개질기 없이 여러 유형의 연료(예를 들어, 수소, 프로판 및 디젤)를 기초로 구동될 수 있다. 따라서, SOFC 시스템은 양성자 교환 막 연료 전지를 포함하는 시스템과 같은, 경쟁적 연료 전지 시스템보다 파운드 당 전기량을 더 많이 발생시킨다.

- <4> SOFC의 일반적인 구조 유형으로 판형 전지 및 판형 전지의 두 가지가 있는데, 이들은 각각 원통 또는 플레이트 모양의 연료 전지의 형태를 지칭하는 것이다. 고체 산화물 연료 전지는 850-1000℃ 정도의 상대적으로 고온에서 작동한다. 이러한 높은 작동 온도의 결과로, 판형 전지는 전지의 세라믹 부분 주위의 밀봉에 있어서 문제점을 갖는다. 따라서, 낮은 내부 열 응력을 발생시켜 감소된 밀봉 요구조건을 갖는 향상된 연료 전지 시스템에 대한 요구가 있다.
- <5> 발명의 개요
- <6> 본 발명은 중심 지지 수단, 고정 수단, 전류 집속 수단 및 하나 이상의 연료 전지 수단을 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템을 제공하는데, 여기서 상기 연료 전지 수단 및 상기 전류 집속 수단은 연료 전지 수단의 축에 평행한 방향으로 이동가능하게 된다.
- <7> 한 실시 양태에서, 연료 전지 수단, 예를 들어 연료 전지 튜브는, 전도성 물질(예를 들어 전도성 페이스트)과 같은 것을 통해서 전류 집속 수단에 견고히 부착되어, 단일 유닛으로서 제거가능한 어셈블리를 형성한다. 한 실시 양태에서, 연료 전지 수단은, 연료 전지 수단과 고정 수단의 표면으로부터 연장된 특징부 사이의 갭이 충분히 작아서 연료 전지 수단과 고정 수단 사이에 밀봉 없이 작동을 허용하도록, 고정 수단의 표면으로부터 연장된 특징부, 예를 들어 주입기 핀(7)에 장착된다. 또다른 실시 양태에서, 연료 전지 수단은 고정 수단 내의 공동에 삽입된다. 전해질 및 캐소드의 길이는 전류 집속 축진을 목적으로 애노드 및 캐소드를 노출시키기 위해 원주방향으로 가변적이다. 연료 전지 시스템의 중심 지지 수단은 또한 연료 개질기로서 작용할 수 있다.
- <8> 연료 전지 시스템은 추가로 매니폴드, 예컨대 반구형 돔 형태의 매니폴드, 열 교환 수단, 또는 애프터버너를 포함할 수 있다. 열 교환 수단은 소정의 기계적 수단에 의해 중심 지지 수단에 부착 또는 결합될 수 있다. 열 교환 수단 및 중심 지지 수단도 단일 유닛으로 제조 또는 조립될 수 있다.
- <9> 본 발명은 또한 중심 지지 튜브, 연료 전지 플레이트, 전류 집속 플레이트, 매니폴드 및 하나 이상의 연료 전지 튜브를 포함하는 고체 산화물 연료 전지 시스템을 제공하는데, 여기서 상기 하나 이상의 연료 전지 튜브 및 상기 전류 집속 플레이트는 연료 전지 튜브의 축에 대해 평행한 방향으로 이동이 자유롭다.
- <10> 본 발명은 또한 고체 산화물 연료 전지 시스템 내로 연료 및 기타 물질(예를 들어 공기)을 도입하는 단계를 포함하는, 연료를 전기적 에너지로 전환하는 방법을 교시하는데, 여기서 상기 고체 산화물 연료 전지 시스템은 중심 지지 수단, 고정 수단, 전류 집속 수단 및 하나 이상의 연료 전지 수단을 포함하며, 상기 하나 이상의 연료 전지 수단 및 상기 전류 집속 수단은 연료 전지 수단의 축에 대해 평행한 방향으로 이동이 자유롭다.
- <11> 본 발명의 추가의 양태는 하기 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 상세한 설명

- <35> 본 명세서 및 첨부된 청구범위에서 사용된 바와 같이, 단수형은 문맥에서 명확하게 달리 지칭하지 않는 한 복수의 의미도 포함한다. 따라서, 예를 들어, "연소 촉매"에 대한 언급은 복수의 이러한 연소 촉매들을 포함하며, "연료 전지 튜브"에 대한 언급은 하나 이상의 연료 전지 튜브 및 해당 업계 종사자에게 공지된 이의 등가물 등을 지칭하는 것이다. 본원에 언급된 모든 공보, 특허출원, 특허 및 기타 참조문헌들은 그 전체가 참조로서 본원에 포함된다.
- <36> 본 발명은 중심 지지 튜브, 연료 전지 플레이트, 전류 집속 플레이트, 복수의 연료 전지 튜브 및 임의로는, 매니폴드, 절연 수단, 열 교환기, 또는 애프터버너를 포함하는 연료 전지 시스템을 제공한다. 한 실시 양태에서, 연료 전지 시스템의 디자인은 시스템의 개시 및 종료와 관련된 열 사이클 동안의 연료 전지 튜브의 비제한적인 팽창 및 수축을 허용하게 되어, 고체 산화물 연료 전지의 이른 실패를 야기할 수 있는 열 응력을 감소 또는 제거한다. 또한, 연료 전지 시스템은 연료 전지 튜브 뿐만 아니라 연료 개질기 및 열 교환기가 정비 또는 교체를 위해 쉽게 제거될 수 있도록 고안된다.
- <37> 중심 지지 튜브(2), 연료 전지 플레이트(4) 및 상기 전류 집속 플레이트(5)는 SOFC 시스템에 적합한 임의의 물질, 예를 들어 세라믹 물질로 제조될 수 있다. 중심 지지 튜브(2)는 다수의 매커니즘을 통해, 예컨대 마찰 또는 기계적 상호작용에 의해 연료 전지 플레이트(4)와 연결될 수 있다. 도 1은 판형 고체 산화물 연료 전지 시스템 디자인을 개시하는데, 여기서 중심 지지 튜브(2)는 단지 마찰에 의해 연료 전지 플레이트(4)에 부착된다. 중심 지지 튜브(2)와 연료 전지 플레이트(4) 사이의 결합은 마찰이 중심 개질기 튜브에 대해 적소에 연료 전지 플레이트(4)를 보유하도록 긴밀하게 미끌어져 맞춰진 결합일 수 있다.

- <38> 중심 지지 튜브(2)는 또한 연료(예를 들어 프로판)를 고체 산화물 연료 전지에 의한 반응에 적절한 일산화탄소 및 수소로 전환시키는 일체적인 개질기로서 작용할 수 있다. 바람직한 실시 양태에서, 개질기는 부분 산화 개질기이다. 예를 들어, 프로판이 연료로 사용되는 경우, 부분 산화 개질기는 이를 CO 및 H₂로 전환시킨다:
- <39> $C_3H_8 + 1.5 O_2 \rightarrow 3 CO + 4 H_2$
- <40> 한 실시 양태에서, 연료 전지(3)는 도 2에 나타난 바와 같이 주입기 핀(7)으로 불리는 연료 전지 플레이트(4)의 특징부에 장착된다. 주입기 핀(7)은 연료 전지 플레이트(4)의 일체적 특징부로서 형성될 수 있거나, 또는 별개로 제조되어 연료 전지 플레이트(4)에 조립될 수 있다. 연료 전지 튜브(3)의 직경은 연료 전지 튜브(3)가 주입기 핀(7) 상에 장착되는 경우 협소한 갭이 형성되도록 주입기 핀(7)의 직경보다 약간 클 수 있다. 주입기 핀(7)과 연료 전지(3)의 내부 사이의 협소한 갭을 통한 압력 강하가 연료 전지 챔버를 통한 압력 강하보다 높아서, 별도의 밀봉을 사용하지 않고도 연료 전지 튜브(3)의 내부로부터 개질물(기체 연료)의 누출을 최소화하기에 충분한 지지 압력이 존재하기 때문에, 개질물(기체 연료) 누출을 방지할 별도의 밀봉은 필요없다. 예를 들어, 2.8 mm 직경을 갖는 연료 전지(3)는 2.5 - 2.7 mm 직경을 갖는 주입기 핀(7)에 장착될 수 있어 형성된 갭은 연료 전지 시스템의 작동을 방해하지 않는다. 또다른 실시 양태에서, 연료 전지(3)는 도 5에 나타난 바와 같이 연료 전지 플레이트(4) 내의 공동(8)으로 이들을 삽입함으로써 연료 전지 플레이트 상에 장착된다. 공동(8)의 직경은 연료 전지 튜브(3)의 직경과 동일하거나 약간 작을 수 있다.
- <41> 협소한 갭을 통해 추가로 압력 강하를 증대시키기 위해, 절연 수단, 예컨대 절연 물질로 제조된 플레이트(10)가 도 6에 나타난 바와 같이 연료 전지 플레이트(4)에 근접하여 설치될 수 있다. 본원에서 "근접하여" 라는 용어는, 인접하는 구성요소들 간에 갭이 존재하지 않거나 심지어 두 인접하는 구성요소들 간에 갭이 존재하는 상태도 지칭하는데, 본 발명의 경우 기체 누출을 최소화하는 지지 압력을 생성하기 위한 구성요소의 기능을 방해하지 않기 위해 갭은 충분히 작아야 한다. 절연 플레이트(10)는 연료 누출의 경우, 누출된 연료를 CO₂로 전환시키는 연소 촉매를 포함할 수 있어서, 연료 전지 튜브(3)의 채널 외부의 비환원성 환경을 유지하는데 도움을 준다.
- <42> 유사하게, 중심 지지 튜브(2) 및 연료 전지 플레이트(4) 및 임의로, 절연 플레이트(10) 사이의 협소한 갭은, 별도의 밀봉을 사용하지 않고 상기 두 구성요소들 간을 통한 개질물의 누출을 방지한다.
- <43> 연료 전지(3)는 도 1에 나타난 바와 같이 전류 집속 플레이트(5)에 연결된다. 한 실시 양태에서, 각 전지는 소정의 출력 전압을 생성하기 위해 병렬 및 직렬 연결의 적절한 조합으로 연료 전지(3)에 상호 연결된 전류 집속 시스템에 의해 전류 집속 플레이트(5)에 전기적으로 연결된다. 다수의 메카니즘이 전류 집속을 촉진시키기 위해 사용될 수 있다. 한 실시 양태에서, 연료 전지 튜브(3)는 연료 전지(3)가 적절한 방향으로 전류 집속 플레이트(5) 내로 삽입되는 경우, 패턴이 적절하게 위치되어 전도성 페이스트 또는 클립의 적용으로 목적하는 바와 같이 인접하는 연료 전지(3)들의 애노드와 캐소드를 상호연결을 허용하도록 캐소드와 애노드가 도 7-10 및 21-23에 나타나 있는 것과 같이 특정 패턴으로 노출되는 방식으로 제조된다. 예를 들어, 함몰 패턴이 도 10에 나타난 바와 같이 전도성 페이스트를 적용하여 연료 전지(3)들의 상호연결을 촉진시키기 위해 도 9에 나타난 바와 같이 연료 전지 플레이트(4) 내로 포함될 수 있다. 연료 전지(3)는 전류 집속 플레이트(5) 내의 상응하는 특징부들과 정렬하는 이러한 국소적인 평탄부, 돌출부, 또는 그루브를 포함하도록 제조될 수 있어 연료 전지 캐소드 및 애노드 패턴의 전류 집속 플레이트(5)와의 적절한 배향을 가능하게 한다. 대안적으로, 연료 전지(3)는 도 7-8에 나타난 바와 같이 애노드(11)가 반원형 패턴(26)으로 부분 노출되도록 제조될 수 있다. 전도성 클립(27)은 도 21-23에 나타난 바와 같이 연료 전지(3)와 전도성 클립(27)이 전류 집속 플레이트(5) 내로 삽입되는 경우 연료 전지(3)들을 상호연결하는데 사용된다. 인접하는 연료 전지(3)에 있어서, 애노드(11)에 접촉하기 위한 전도성 클립의 한 말단과 전도성 클립의 다른 말단에 대한 요건을 수용하기 위해, 애노드 클립 그루브(29) 및 캐소드 클립 그루브(28)는 연료 전지(3)가 장착되는 전류 집속 플레이트(5) 내의 구멍에 인접하게 제공된다. 세라믹 필러(32)는 캐소드 클립 그루브 내에 설치되어 연결 클립(27) 및 캐소드 파워 클립(31)이 움직여 개방 회로 또는 합선 회로로 이어질 수 있는 점을 방지한다(도 23). 연료 전지 튜브(3)로부터의 전류 집속은 개개의 연료 전지(3)들의 애노드와 캐소드를 상호연결시키기 위한 와이어(예를 들어 은 와이어) 또는 다른 적절한 수단을 통해 달성될 수 있다. 도 19-20은 또다른 전류 집속 구성을 개시하는데, 여기서 캐소드 전류 집속(22)은 연료 전지(3) 주위에 긴밀하게 와이어를 감은 후 전류 집속 플레이트(5) 내의 구멍을 통해 역음으로써 제공된다. 전지의 말단 부근의 연료 전지(3)의 애노드(11)는 노출되어 연료 전지(3)가 전류 집속 플레이트 내로 삽입된 후 전류 집속을 허용한다. 이후 와이어는 인접한 연료 전지(3)의 말단에 노출된 애노드 물질 주위를 감싸 애노드 전류 집속(23)을 형성한다. 인접한 연료 전지(3)의 애노드와 캐소드를 연결함으로써, 연료 전지(3)는 전기적으로 직

렬로 연결된다. 연료 전지에 의해 발생된 전력은 시스템의 캐소드와 애노드에 각각 연결된 파워 리드(24 및 25)에 의해 외부로 수송된다.

- <44> 한 실시 양태에서, 전류 집속 플레이트(5)는 중심 지지 튜브(2)에 대해 미끄러져 맞춰지며, 연료 전지 튜브(3)의 축에 대해 평행한 방향으로 이동가능하게 된다. 본원에서 사용되는 "이동가능하다" 라는 용어는 두 개체, 예컨대 전류 집속 플레이트(5)와 중심 지지 튜브(2) 사이의 상대적인 위치 변화를 지칭한다. 이는 또한 한 개체의 일부(예를 들어 연료 전지 튜브(3)의 연장되거나 들어간 부분 예컨대 연료 전지(3)의 애노드(11) 말단)와 또다른 개체(예를 들어 중심 지지 튜브(2)) 사이의 상대적인 위치 변화를 지칭한다. 전류 집속 플레이트(5)와 연료 전지(3)는 중심 지지 튜브(2)를 따라 미끄러져 연합될 수 있다. 연료 전지 시스템의 작동 동안, 전류 집속 플레이트/연료 전지 어셈블리는 중심 지지 튜브(2)와 전류 집속 플레이트(5) 사이의 클리어런스의 결과로서 종방향으로 확장가능하다. 이러한 자유로운 이동은 연료 전지(3)에 적용되는 종방향 압축력을 최소화시킨다.
- <45> 한 실시 양태에서, 전류 집속 및 연료 전지 어셈블리는 도 3에 나타난 바와 같이 중심 지지 튜브(2)에 대해서 미끄러지기 때문에 정비 및 교체를 위해 스택으로부터 쉽게 제거될 수 있다. 또다른 실시 양태에서, 중심 지지 튜브(2)는 도 4에 나타난 바와 같이 연료 전지 플레이트(4) 내에 긴밀하게 미끄러져 맞춰지기 때문에(마찰 맞춤) 스택으로부터 제거될 수 있다.
- <46> 연료 전지 플레이트(4)의 대안적인 디자인은, 도 5에 나타나 있는데, 여기서 통상 알루미늄이나 또는 유사한 세라믹 물질로 제조된 플레이트는 절연 물질, 예를 들어, 2-8 마이크론의 알루미늄나 섬유를 사용하여 구조화된다. 상기 디자인에서, 중심 지지 튜브(2)와 연료 전지 플레이트(4) 사이의 갭은, 연료 전지 플레이트(4) 내로의 중심 지지 튜브(2)의 삽입 깊이가 더 깊어져 연료 전지 튜브(3)의 내부와 연료 전지 튜브(3)를 둘러싼 영역 사이의 큰 압력 강하를 초래해 가스 누출을 최소화시키기 때문에, 보다 커질 수 있다.
- <47> 한 실시 양태에서, 절연기 플레이트(10)는 도 6에 나타난 바와 같이 연료 전지 플레이트(4)에 근접하게 위치한다. 절연기 플레이트 내에 연료 전지 튜브(3)가 통과하는 구멍은 개개의 연료 전지 튜브(3)와 동일하거나 약간 작은 직경으로 제조될 수 있어 연료 전지(3)와 절연기 플레이트 사이의 긴밀한 맞춤을 생성한다. 절연기 플레이트(10)는 화학적 또는 물리적 수단, 예컨대 알루미늄나 결합제 또는 마찰을 통해 연료 전지 플레이트(4)에 결합될 수 있다. 생성된 연료 전지 플레이트/절연기 플레이트 어셈블리는 연료 전지 튜브(3)의 내부와 연료 전지 튜브(3)를 둘러싼 영역 사이의 큰 압력 강하로 인해 연료 누출 저항성을 증대시킨다.
- <48> 일부 적용에 있어서 화학적 개질기를 보유할 수 있는 중심 지지 튜브는, 도 10 및 16-18에 나타난 바와 같이 열 교환기 또는 애프터버너에 부착될 수 있거나, 이를 포함할 수 있다. 이러한 열 교환기는 연료 전지 스택 배출 가스로부터 열을 끌어내어 이를 수취된 연료/공기 혼합물을 예비가열하는데 사용한다. 애프터버너는 연소 촉매, 예컨대 Pt/Al₂O₃ 입자, PtRh/CeO₂/AlO₃ 펠렛 및 Pt/α-Al₂O₃ 폼 단일체를 사용하여 미소비된 연료를 열로 전환함으로써 동일한 효과를 달성한다. 열 교환기/애프터버너 및 중심 지지 튜브(2) 어셈블리는 도 11에 나타난 바와 같이 정비 또는 교체를 위해 스택으로부터 제거될 수 있다.
- <49> 연료 전지(3)의 작동 동안의 매니폴드의 가열은 열적으로 유도된 응력을 야기한다. 도 13에 나타난 바와 같이 반구형 돔의 형태로 성형된 매니폴드(15)의 설치는 매니폴드 내에 응력 강도를 감소시킨다. 도 14에서 나타난 바와 같이, 평면 폐쇄 표면(16)을 갖는 매니폴드(6)는 폐쇄 표면(16)과 원통형 측벽(17)의 교차점에서 응력 강도를 겪게 된다. 교차점에서의 펠렛(18)은 열적으로 유도된 응력을 감소시킨다. 반구형으로 성형된 매니폴드(16)는 추가로 응력 강도를 감소시켜 매니폴드의 중량을 감소시킨다. 한 실시 양태에서, 매니폴드의 기능은 도 18에 나타난 바와 같이 전류 집속 플레이트(5)를 가스 불투과성인 절연 구성요소에 결합시킴으로써 수행될 수 있다. 이는 별도의 매니폴드 부품을 제거하여 시스템의 전체적인 비용을 절감할 수 있게 한다.

실시예

- <50> 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위해 예시하는 것이며, 이후 뒤따르는 청구범위에서 규정하는 발명의 범위를 어떠한 식으로도 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다.
- <51> 하기 실시예는 36개의 연료 전지를 갖는 연료 전지 시스템의 구조를 기술한다. 전류 집속 플레이트, 연료 전지 플레이트 및 매니폴드 캡은 알루미늄나 또는 마코르(macor)로 제조되며 해당 업계에 공지된 겔 주조 공정에 따라 제조된다. 중심 지지 튜브는 1550℃에서 화염 시험을 거친 압출물 알루미늄나 튜브로부터 구축되었다. 긴밀한 사필(Saffil) 섬유 보드를 절연 플레이트를 구축하는데 사용하였고, 사필 펠트를 가스켓을 제조하는데 사용하였다.

- <52> 연료 전지 플레이트, 전류 집속 플레이트, 매니폴드 캡 및 절연 플레이트를 950℃까지 미리 가열하여 이들 부품이 고온 적용에 적합하도록 하였다. 추가의 특징부들, 예컨대 열전쌍, 전류 집속, 또는 공기의 흐름을 위한 구멍 또는 그루브를, 이들 부품에 첨가하였다. 주입기 핀을 예비 압출된 알루미늄 튜브(O.D. 2.6 mm; I.D. 1.4 mm)를 절단하여 제조하였다. 주입기 핀의 길이는 연료 전지의 길에 따라 5 - 15 mm 이었다. 이후 주입기 핀을 조립하고 알루미늄 결합제인, Resbond 989 Hi-Purity 알루미늄 세라믹을 사용하여 연료 전지 플레이트 상에 고정시킨 후, 600℃에서 2시간 동안 경화시켜 적절한 밀봉이 형성되도록 하였다.
- <53> 36개의 관형 연료 전지를 미국 특허 출원 제60/526,398호(발명의 명칭: "Anode-Supported Solid Oxide Fuel Cell Using a Cermet Electrolyte")에 개시된 방법에 따라 제조하였다. 이후 연료 전지를 전류 집속 플레이트에 어셈블링시켰다. 소정의 출력 전압이 달성되도록 전기적으로 연결하였다. 예를 들어, 36 V 출력은 36개의 연료 전지를 직렬로 연결해야 하는 반면, 18 V 출력은 36개의 연료 전지를 18쌍으로 직렬로 연결해야 한다. 전도성 금속 플레이트/폼 및/또는 전도성 페이스트, 예컨대 은 및 Ni/YSZ 도성 합금의 조합을 이용하여 전지들 간에 전기적으로 연결하였다. 이후 상기 어셈블리를 70℃에서 2시간 동안 건조시켰다. 알루미늄 결합제의 층을 이후 전류 집속 플레이트 상부에 첨가하여 전류 집속 플레이트와 연료 전지 사이의 연결을 밀봉하였다.
- <54> 개질 촉매를 중심 지지 튜브 내에 첨가하였다. 4개의 촉매 단편을 연속적으로 첨가하여 POX 촉매를 먼저 적용하여 개질/연소 반응이 발열로부터 흡열 반응으로 흐르도록 하였다(단편 1-4). 촉매 단편들을 알루미늄-결합제(Resbond 989 Hi-Purity 알루미늄 세라믹)를 이용하여 그 위치를 단단히 하였다. 이후 중심 지지 튜브를 70℃에서 4-6시간 동안 경화시켰다.
- <55> 완전한 중심 지지 튜브 및 연료 전지 플레이트를 Resbond 989 Hi-Purity 알루미늄 세라믹을 사용하여 서로 결합시켰다. 이후 상기 어셈블리를 70℃에서 2시간 동안 경화시켰다. 2개의 사필 펠트 가스켓을 주입기 핀 위에 위치시켰다. 연료 전지 및 전류 집속 플레이트를 포함하는 어셈블리 및 중심 지지 튜브 및 연료 전지 플레이트를 포함하는 어셈블리를 도 3에 나타낸 바와 같이 함께 조립하였다.
- <56> 매니폴드를 연료 전지 플레이트에 부착하고, 절연 플레이트를 전류 집속 플레이트 위에 위치시켰다. 애프터버너 촉매를 절연 플레이트 보다 10 mm 위에 위치한 중심 지지 튜브 부근에 위치시켰다. 이후 사필 펠트를 애프터버너 촉매 및 사필 펠트의 OD가 전류 집속 플레이트의 OD와 같아질 때까지 애프터버너 촉매 주위를 둘러쌌다. 어셈블리, 즉 열전쌍 및 포지티브 및 네가티브 와이어를 위한 절연 튜브를 포함하는 "스택"을 이후 70℃에서 4시간 동안 경화시켰다.
- <57> 이후 스택을 연료 전지 플레이트 및 전류 집속 플레이트의 OD보다 약간 큰 ID를 갖는 관형 열 교환기로 밀어 넣었다. 열 교환기의 내부 벽 상에 구멍이 연료 전지 상의 활성 전극의 개시와 직렬로 되도록 위치시켰다. 이후 이 어셈블리를 적절한 절연 패키지 내에 맞추어 넣어, 연료 전지 시스템의 외부 인터페이스의 온도가 시스템의 작동 동안 80℃ 미만으로 유지하도록 구축하였다.
- <58> 연료 전지 시스템을 하기 조건 하에 시험하였다. 시스템을 산소/프로판 연료(각각 2.4:1)를 1-2.5 L/min의 유량으로 구동시켰다. 애프터버너의 후면에 위치한 전기 점화기를 사용하여 점화시켰다. 시스템은 10분 미만 내에 700℃까지 도달하였다. 이때 산소/프로판 비율을 시스템(전체 부하 = 1.8; 낮은 부하 = 2.2)의 소정의 부하에 따라 1.8 내지 2.2로 변경시켰다. 그 비율은 높은 부하 요구 동안의 수소 생산을 최대화하기 위해, 그리고 전체 부하 하에서 850℃까지 상승된 스택의 작동 온도를 조절하기 위해 변화시켰다. 시스템은 1.9의 산소/프로판 비율로 작동하였을 때 835℃에서 57 W를 발생시켰다. 이후 시스템은 2.2의 산소/프로판 비율을 유지하면서 감소된 유속(전체 유속의 1/4)으로 중지되었다.
- <59> 상기한 본 발명을 명확한 이해를 목적으로 상세히 기술하였으나, 본 발명의 개시로부터 첨부된 특허청구범위의 발명의 진정한 범위를 벗어나지 않으면서 그 형태와 내용을 다양하게 변형할 수 있다는 것은 해당 업계 종사자라면 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

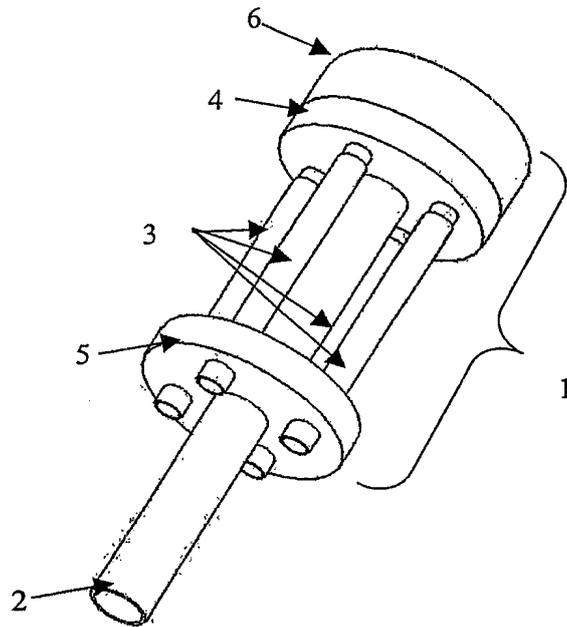
- <12> 도 1은 대표적인 연료 전지 시스템을 도시한다. 중심 지지 튜브(2)는 복수의 연료 전지(3), 연료 전지 플레이트(4), 전류 집속 플레이트(5) 및 매니폴드(6)로 이루어진 연료 전지 스택(1) 내로 삽입된다. 연료 전지 플레이트(4)는 물리적, 기계적, 및/또는 화학적 수단, 예컨대 마찰에 의해 중심 지지 튜브(2)로 부착된다.
- <13> 도 2는 주입기 핀을 갖는 연료 전지 플레이트를 나타낸다. 연료 전지(3)는 연료 전지 플레이트(4)의 특징부인 주입기 핀(7) 위에 삽입된다.

- <14> 도 3은 연료 전지 및 상기 전류 집속 플레이트 어셈블리가 제거된 연료 전지 시스템을 도시한다. 전류 집속 플레이트(5)의 어셈블리 및 연료 전지(3)는 중심 지지 튜브(2)로부터 살짝 미끄러져 움직여 분리함으로써 제거될 수 있다.
- <15> 도 4는 중심 지지 튜브가 제거된 연료 전지 시스템을 도시한다.
- <16> 도 5는 대안적인 연료 전지 플레이트 디자인을 나타낸다. 연료 전지 플레이트(4)는 절연 물질로 형성되고 연료 전지(3)는 연료 전지 플레이트(4) 내의 공동(8)으로 삽입된다.
- <17> 도 6은 연료 전지 플레이트에 인접한 절연 플레이트를 갖는 연료 전지 시스템을 도시한다. 절연 물질로 이루어지고 도 6에 나타난 바와 같이 연료 전지 플레이트(4)에 인접하게 위치된 절연기 플레이트(10)는, 연료 전지 플레이트(4)와의 결합점에서 연료 전지(3)로부터의 가스 누출을 감소시키기 위해 연료 전지(3)와 동일하거나 약간 작은 개구를 갖도록 제조된다.
- <18> 도 7은 연료 전지의 한 실시 양태의 측면도를 도시한다. 상기 실시 양태에서, 연료 전지(3)는 애노드(11), 캐소드(12) 및 전해질을 포함하며, 상기 애노드(11)는 반원형 패턴(26)으로 부분 노출되어 있다.
- <19> 도 8은 도 7의 연료 전지(3)의 말단 부분을 도시한 것이다.
- <20> 도 9는 전류 집속 그루브 패턴(13)을 갖는 전류 집속 플레이트를 나타낸다.
- <21> 도 10은 전류 집속 플레이트와 4개의 연료 전지 튜브의 어셈블리를 도시한다. 전류 집속 그루브 패턴(13)은 연료 전지(3)의 삽입 후에 전도성 페이스트(14)로 충전된다.
- <22> 도 11은 중심 지지 튜브의 말단에 열 교환기를 갖는 연료 전지 시스템을 도시한다. 열 교환기(9)는 스택(1) 배출 가스로부터 끌어낸 열을 이용하여 연료 공기 혼합물을 중심 지지 튜브(2)로 도입하기 전에 미리 가열한다.
- <23> 도 12는 열 교환기 및 중심 지지 튜브 어셈블리가 제거된 연료 전지 시스템을 나타낸다. 열 교환기(9)는 중심 지지 튜브(2)에 결합되거나 또는 그렇지 않으면 부착될 수 있거나 중심 지지 튜브(2)의 일체적인 부분으로서 제조될 수 있다. 도 12에 나타난 바와 같이, 열 교환기(9) 및 중심 지지 튜브(2)는 정비 또는 교체를 촉진시키기 위해 스택(1)으로부터 어셈블리로서 제거될 수 있다.
- <24> 도 13은 돔 형태의 매니폴드를 갖는 연료 전지 시스템을 도시한다. 스택 말단에서의 매니폴드는 연료 전지 작동 중 열 응력을 거치게 된다. 돔 형태의 매니폴드(15)는 매니폴드에 대한 열 응력을 감소시킨다.
- <25> 도 14는 원통형 및 돔형 매니폴드 디자인을 나타낸다. 평면 폐쇄 표면(16)을 갖는 도 14에 나타난 바와 같은 원통형 매니폴드(6)는 연료 전지의 작동 중에 열적 팽창을 겪어, 폐쇄 표면(16)과 원통형으로 둘러싼 벽(17)의 교차점에 응력을 야기시킨다. 폐쇄 표면(16)과 원통형으로 둘러싼 벽(17)의 교차점에서의 필렛(18)은 열로 유도된 응력을 감소시킨다.
- <26> 도 15는 가스 매니폴드로서 스택 절연을 사용하는 연료 전지 시스템의 단면도를 도시한다. 연료 전지 어셈블리는 연료 전지 플레이트(4)와 절연 구성요소(19) 사이에 빈 공간(21)이 형성되게끔 절연 구성요소(19) 내로 삽입된다. 빈 공간(21)은 가스 매니폴드로서 작용하여 가스가 중심 지지 튜브(2)로부터 연료 전지(3)로 이동하는 통로를 제공한다.
- <27> 도 16은 연료 전지 시스템의 단면도를 도시한다. 중심 지지 튜브(2)는 복수의 연료 전지(3), 연료 전지 플레이트(4), 전류 집속 플레이트(5) 및 매니폴드(6)로 이루어진 연료 전지 스택(1) 내로 삽입된다. 애프터버너(20)는 중심 지지 튜브(2)에 부착되어 스택(1)을 통해 통과하는 소비되지 않은 연료를 연소시킨다.
- <28> 도 17은 절연 구성요소를 갖는 연료 전지 시스템의 단면도를 도시한다. 어셈블리는 연료 전지의 작동과 관련한 열이 어셈블리로부터 빠져나가는 것을 방지하기 위해 절연 구성요소(19) 내로 삽입된다.
- <29> 도 18은 가스 매니폴드로서 스택 절연을 사용하는 연료 전지 시스템의 단면도를 나타낸다. 어셈블리는 연료 전지 플레이트(4)와 절연 구성요소(19) 사이에 빈 공간(21)이 형성되게끔 절연 구성요소(19) 내로 삽입된다. 빈 공간(21)은 가스가 중심 지지 튜브(2)로부터 연료 전지(3)로 통과하는 통로를 제공한다.
- <30> 도 19는 비절연 와이어로 긴밀하게 감긴 연료 전지의 캐소드(12)로 이루어진 캐소드 전류 집속 시스템(22)을 갖는 연료 전지(3)를 도시한다. 전지의 말단 부근에 연료 전지의 애노드(11)가 노출되어 연료 전지가 전류 집속 플레이트 내로 삽입된 후 전류 집속을 허용하게 된다.

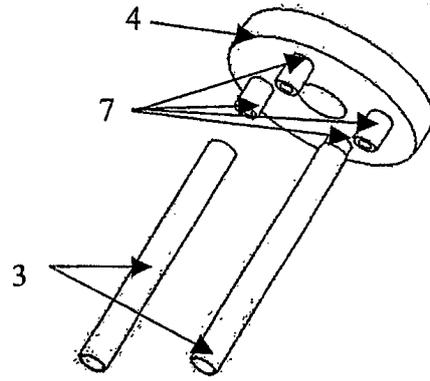
- <31> 도 20은 와이어 감긴 전류 집속을 갖는 연료 전지 시스템을 도시한다. 캐소드 전류 집속(22)은 연료 전지(3) 주위에 긴밀하게 와이어를 감은 후 전류 집속 플레이트(5) 내의 구멍을 통해 엮음으로서 제공된다. 이후 와이어는 인접한 연료 전지(3)의 말단에 노출된 애노드 물질 주위를 감싸 애노드 전류 집속(23)을 형성한다. 인접한 연료 전지(3)의 애노드와 캐소드를 연결함으로써, 연료 전지(3)는 전기적으로 직렬로 연결된다. 연료 전지에 의해 발생된 전력은 시스템의 캐소드와 애노드에 각각 연결된 파워 리드(24 및 25)에 의해 외부로 수송된다.
- <32> 도 21은 연료 전지(3) 및 전도성 클립(27)이 전류 집속 플레이트(5) 내로 삽입되는 경우 연료 전지(3)를 서로 연결하기 위해 전도성 클립을 사용하는 전류 집속 구성을 나타낸다. 인접하는 연료 전지(3)에 있어서, 애노드(11)에 접촉하기 위한 전도성 클립의 한 말단과 전도성 클립의 다른 말단에 대한 요건을 수용하기 위해, 애노드 클립 그루브(29) 및 캐소드 클립 그루브(28)는 연료 전지(3)가 장착되는 전류 집속 플레이트(5) 내의 구멍에 인접하게 제공된다. 애노드(11) 부분은 전도성 클립(27)과의 접촉을 촉진시키기 위해 전해질 및 캐소드(12)로 덮이지 않았다.
- <33> 도 22는 전류 집속 플레이트(5) 및 전도성 클립(27) 내에 삽입된 한 연료 전지(3)의 캐소드와 인접하는 연료 전지(3)의 애노드와의 상호연결을 나타낸다.
- <34> 도 23은 전류 집속 플레이트(5) 및 연결 클립(27) 내에 4개의 연료 전지(3)가 설치된 전류 집속 시스템의 완전한 어셈블리를 도시한다. 애노드 파워 클립(30) 및 캐소드 파워 클립(31)은 각 애노드 클립 그루브 및 캐소드 클립 그루브 내에 설치된다. 세라믹 필러(32)는 캐소드 클립 그루브 내에 설치되어 연결 클립(27) 및 캐소드 파워 클립(31)이 움직여 개방 회로 또는 합선 회로로 이어질 수 있는 점을 방지한다.

도면

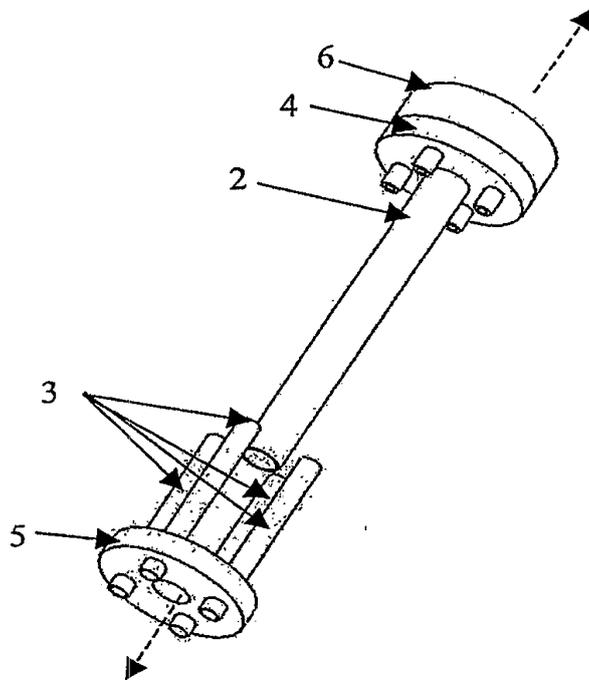
도면1



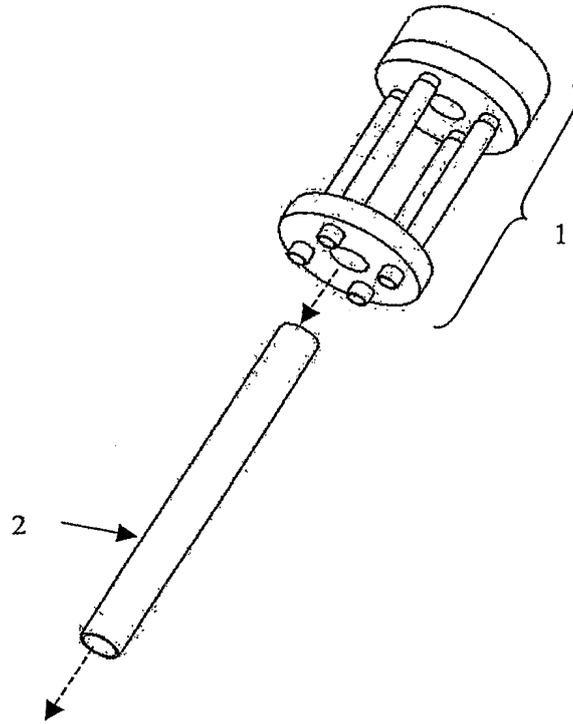
도면2



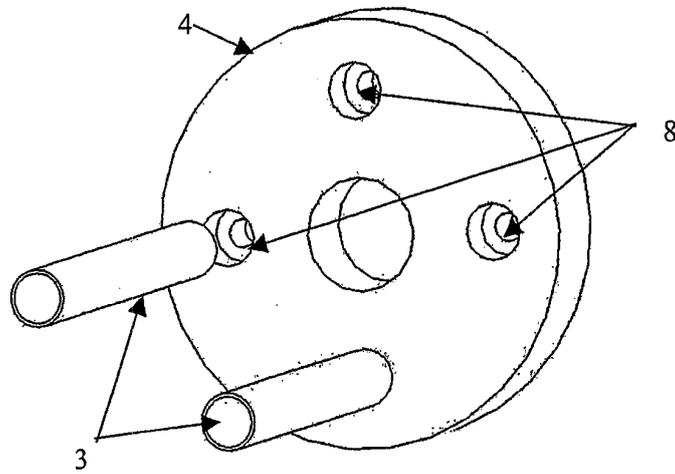
도면3



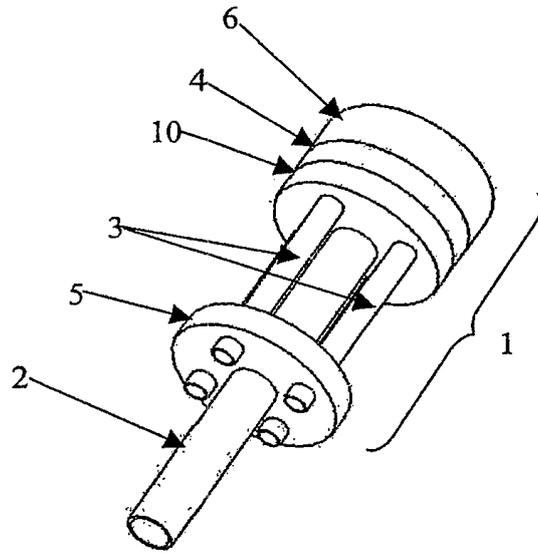
도면4



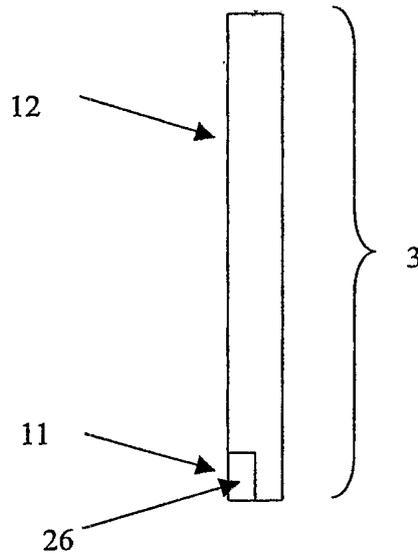
도면5



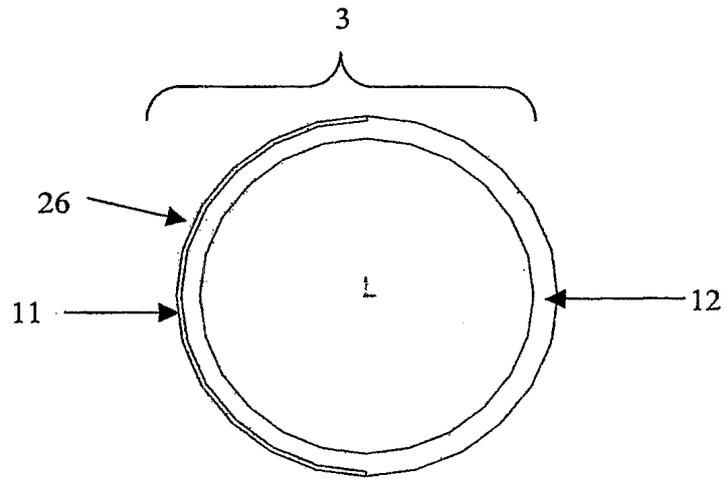
도면6



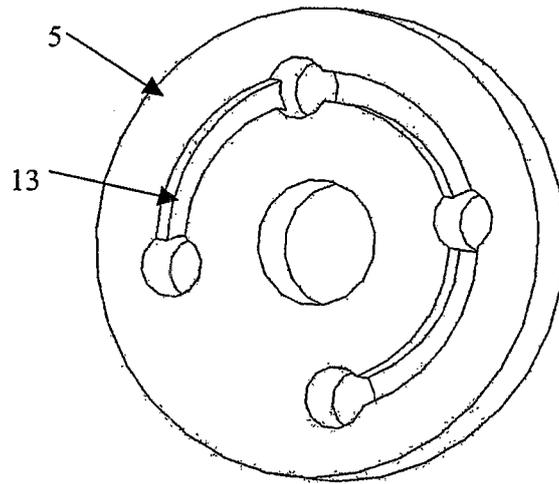
도면7



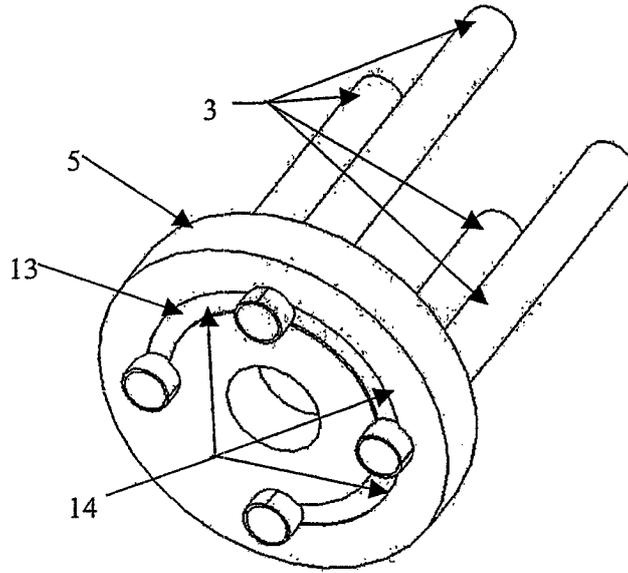
도면8



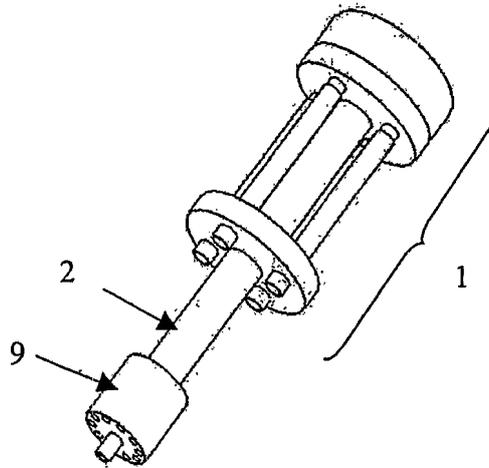
도면9



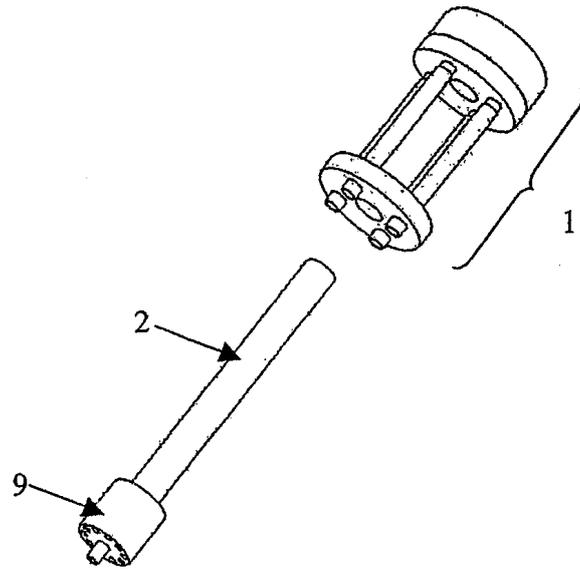
도면10



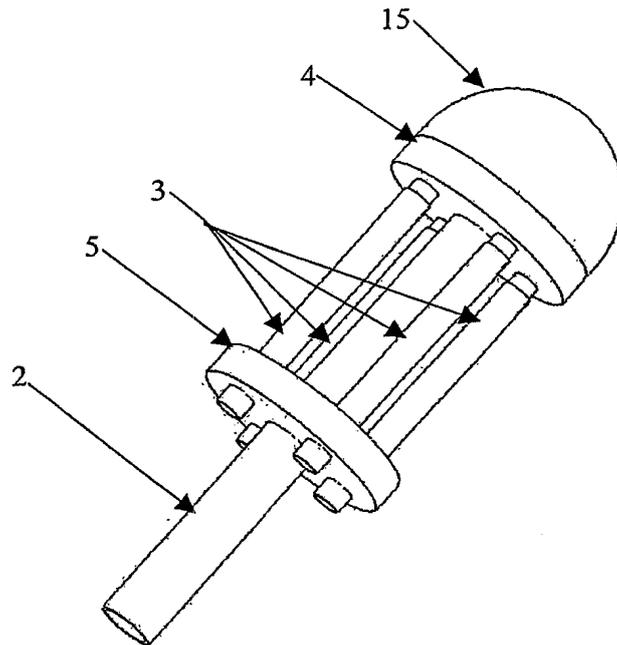
도면11



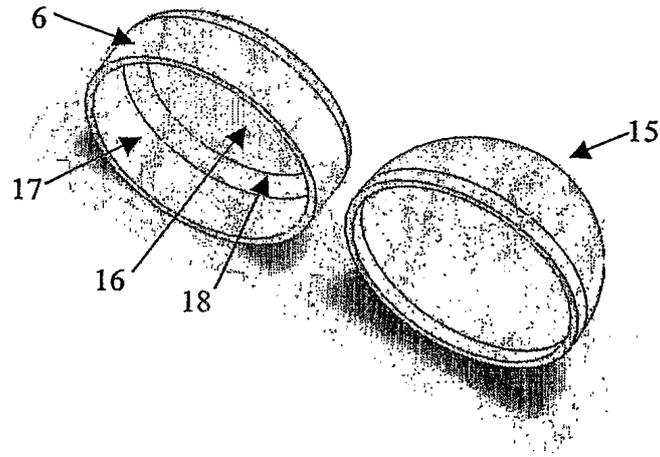
도면12



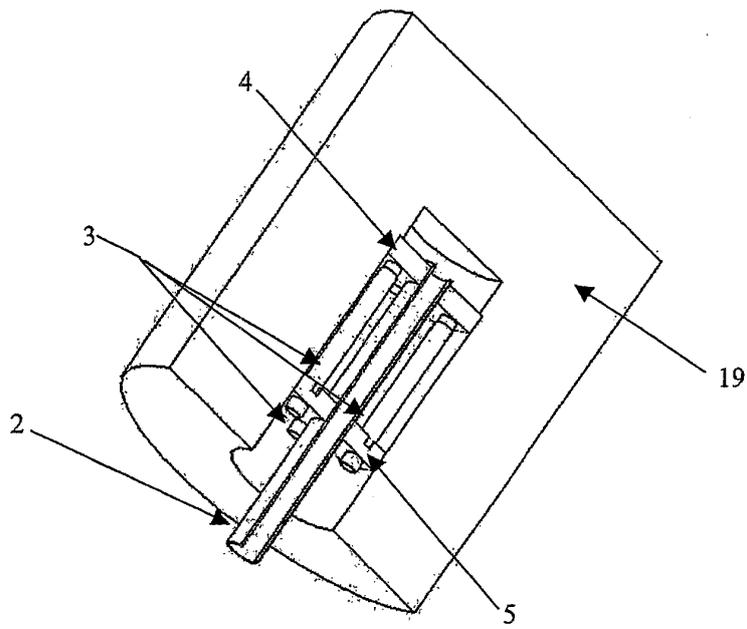
도면13



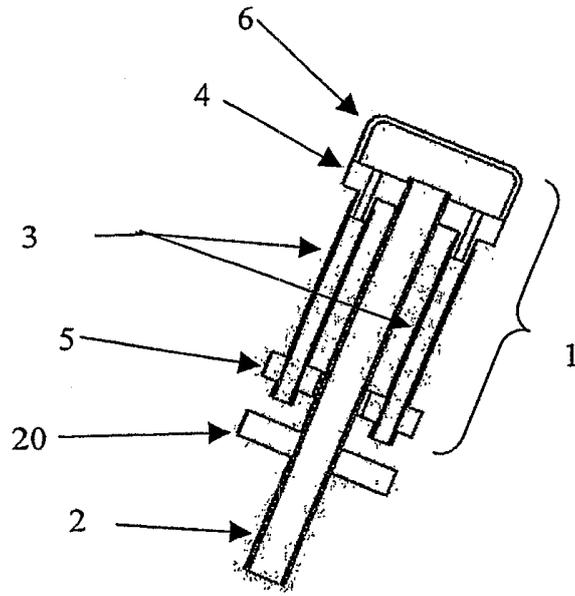
도면14



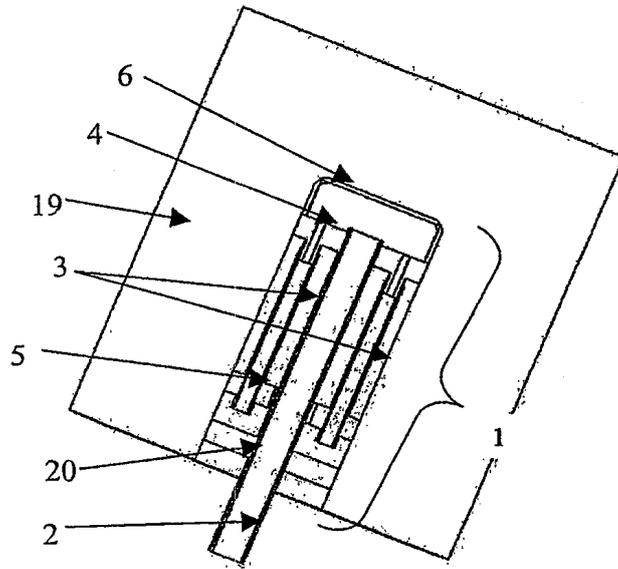
도면15



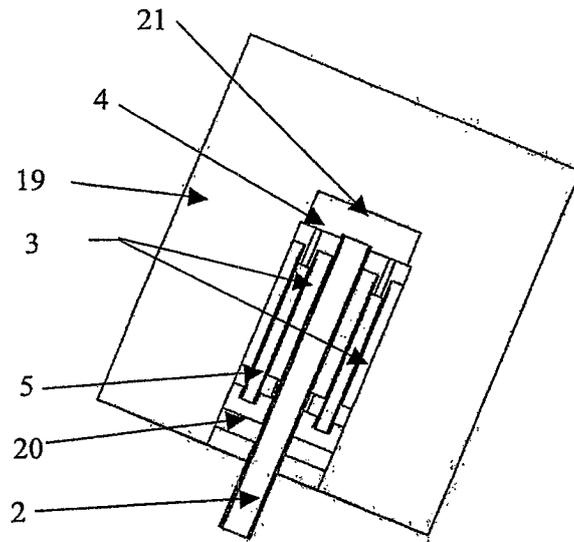
도면16



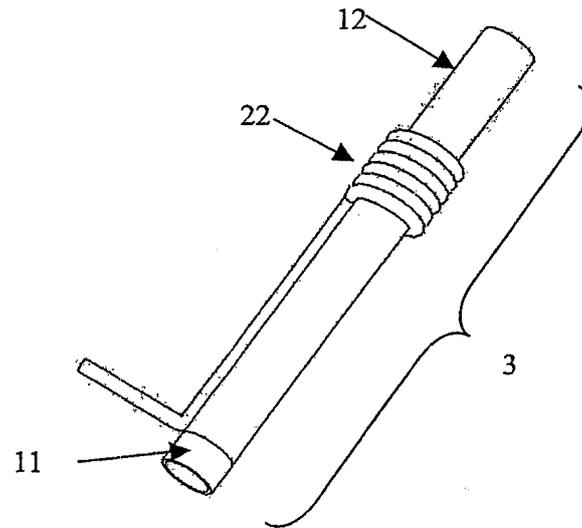
도면17



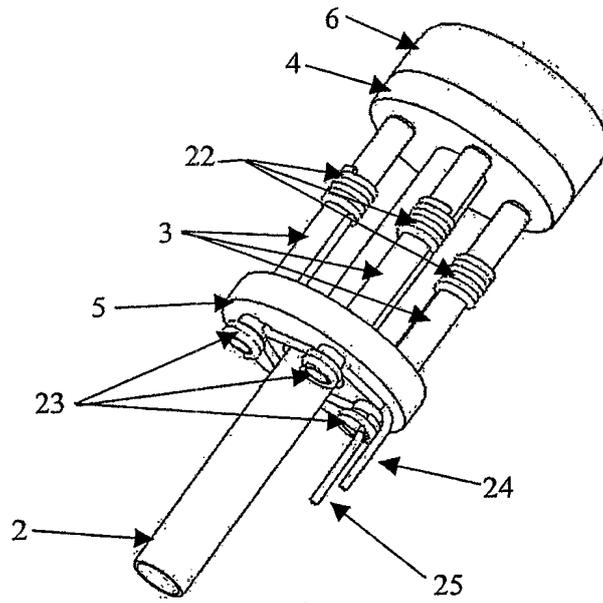
도면18



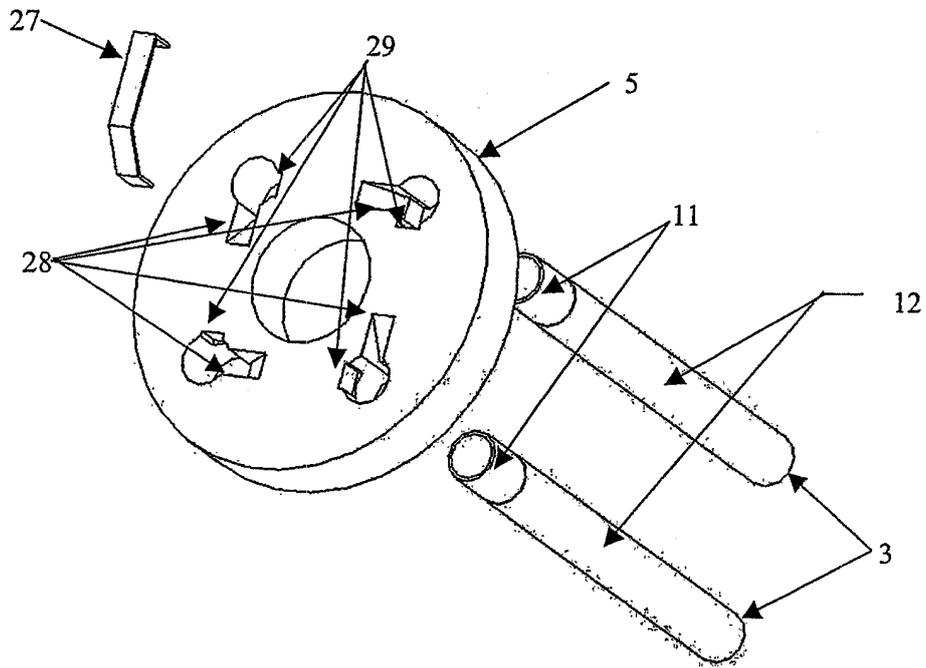
도면19



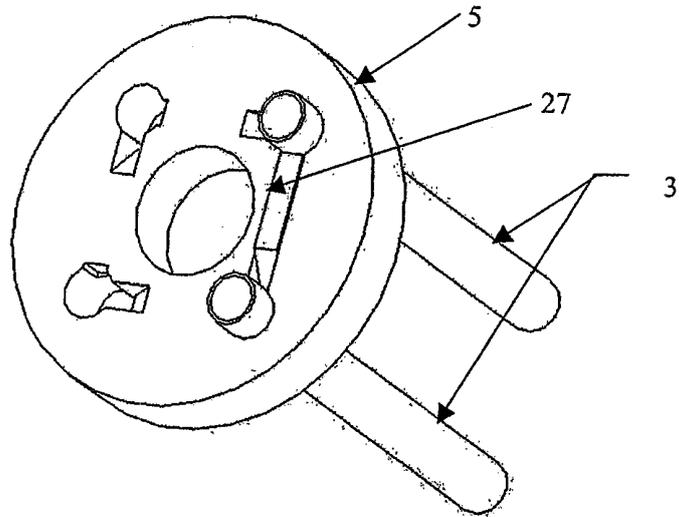
도면20



도면21



도면22



도면23

