



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0126721  
(43) 공개일자 2014년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 8/06 (2006.01) H01M 8/02 (2006.01)  
H01M 8/04 (2006.01) B01J 7/02 (2006.01)  
C01B 7/09 (2006.01) C01B 3/06 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7023825  
(22) 출원일자(국제) 2013년02월07일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2014년08월26일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/025039  
(87) 국제공개번호 WO 2013/119740  
국제공개일자 2013년08월15일  
(30) 우선권주장  
61/595,972 2012년02월07일 미국(US)

(71) 출원인  
인텔리전트 에너지 리미티드  
영국, 엘리11 3지비 러프버러, 애쉬비 로드, 홀리  
웰 파크, 찬우드 빌딩  
(72) 발명자  
왈레이스 앤드류 피.  
미국 95616 캘리포니아주 데이비스 파크사이드 드  
라이브 36  
멜렉 존 엠.  
미국 95694 캘리포니아주 윈터스 러셀 볼러바드  
35260  
레펜펠드 마이클  
미국 뉴욕주 10023 뉴욕 아파트먼트 40브이 웨스  
트 64 스트리트 20  
(74) 대리인  
김태홍, 김성기

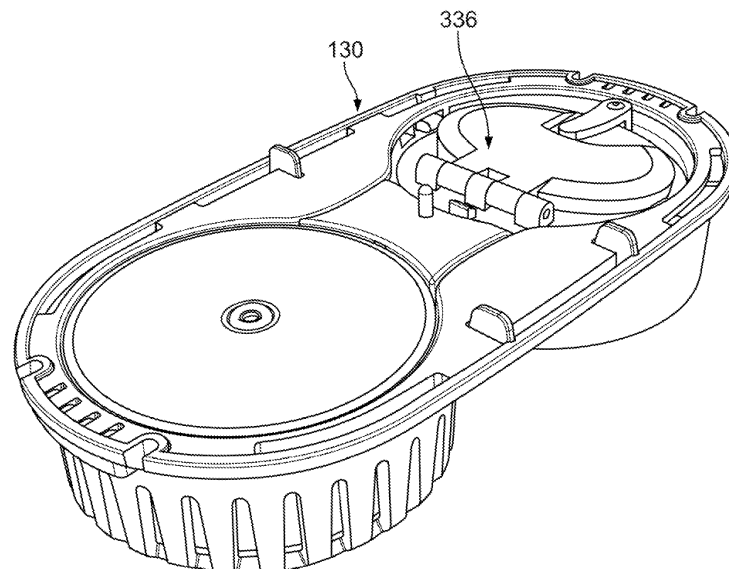
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 발명의 명칭 물 반응성 수소 연료 전지 전력 시스템

(57) 요약

물-반응성 수소 연료형 전력 시스템은 수소를 발생시키기 위해 반응물 연료 물질과 수용액을 조합하는 장치 및 방법을 포함한다. 발생된 수소는 연료 전지에서 전기를 제공하도록 변환된다. 물 반응성 수소 연료형 전력 시스템은, 휴대형 전력 전자기기를 위한 전력을 발생시키기 위해 연료 전지, 물 공급 트레이, 및 연료 카트리지를 포함한다. 제거 가능한 연료 카트리는 물 공급 트레이 및 연료 전지로 둘러싸인다. 물 공급 트레이는 사용자에게 의해 물로 다시 채워질 수 있다. 그후, 물은 사용자를 위한 전력을 생산하는 연료 전지를 위한 수소를 발생시키기 위해 물 공급 트레이로부터 연료 카트리지 내로 전달된다.

대표도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

수소 연료 전지 시스템으로서:

연료 전지;

연료 카트리리지 상에 읍셋 분사 지점을 제공하는 오버몰드형 먼 밀봉 가스켓을 포함하는 연료 카트리리지;

상기 연료 카트리리지 내의 반응물 연료 물질; 및

상기 연료 카트리리지에 작동 가능하게 연결되며, 상기 연료 전지를 위한 수소를 발생시키기 상기 반응물 연료 물질과 반응하도록 수용액을 상기 연료 카트리리지 내로 제공하는 물 공급 트레이를 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 오버몰드형 먼 밀봉 가스켓은, 연료 카트리리지 입력 포트, 연료 카트리리지 출력 포트, 및 수소 출력 포트 중 적어도 하나를 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 반응물 연료 물질은 안정화된 알칼리 금속을 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 반응물 연료 물질은 나트륨 규소화물 또는 나트륨 실리카 겔 중 적어도 하나를 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 물 공급 트레이는 상기 수용액을 유지하는 벨로우즈 조립체를 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 벨로우즈 조립체는 상기 연료 카트리리지에 제공될 상기 수용액을 자체-가압하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 연료 카트리리지에 제공될 상기 수용액을 가압하는 상기 벨로우즈 조립체 내측의 스프링을 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 벨로우즈 조립체 내측의 상기 스프링은 상기 수용액을 상기 연료 카트리지를 향해 가압하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 벨로우즈 조립체 내측의 상기 스프링은 상기 수용액을 연료 카트리지를 향해 견인하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 10

제5항에 있어서,

상기 연료 카트리지에 제공될 상기 수용액을 가압하는 상기 벨로우즈 조립체 외측의 스프링을 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 11

제5항에 있어서,

상기 벨로우즈 조립체로부터의 상기 수용액의 압력 및 상기 연료 카트리지 내에 발생된 수소의 압력에 기초하여, 상기 벨로우즈 조립체로부터 상기 연료 카트리지로의 수용액 흐름을 조절하는 체크 밸브를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 체크 밸브는 제공된 수용액의 압력을, 상기 벨로우즈 조립체 압력과 연관되는 안정된 감쇠(steady decay)로서, 조절하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 13

제11항에 있어서,

상기 체크 밸브는 수소 가스가 상기 벨로우즈 조립체를 편향시키는 것을 방지하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 14

제11항에 있어서,

상기 체크 밸브는, 반응을 시작 또는 재시작하기 위해, 초기에 연료 카트리지에 제공되는 상기 수용액의 압력을 완화시키는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 15

제1항에 있어서,

포켓을 더 포함하며, 상기 포켓은, 상기 포켓이 로킹된 위치에 있을 때 상기 수용액이 상기 연료 카트리지로 이동하는 것을 방지하며, 언로킹된 위치에 배치될 때 상기 수용액의 흐름을 가능하게 하고, 상기 연료 카트리지를 작동시키며, 그리고 반응을 시작하도록 허용하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 16

제1항에 있어서,

상기 연료 카트리지는 섹션들로 분할되는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 수용액이 제공되어야 할 상기 연료 카트리지의 분할된 섹션을 선택하는 회전 가능한 액추에이터를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템.

#### 청구항 18

수소 연료 전지 시스템을 제어하는 방법으로서:

옅셋 분사 지점을 갖는 오버몰드형 먼 밀봉 가스켓을 포함하며 그리고 반응물 연료 물질을 갖는, 연료 카트리지를 물 공급 트레이 내로 삽입하는 단계;

연료 전지를 상기 연료 카트리지에 연결하는 단계;

상기 반응물 연료 물질과 반응하도록 하기 위해 수용액을 벨로우즈 조립체로부터 연료 카트리지로 제공하는 단계; 및

상기 수용액과 상기 반응물 연료 물질의 반응으로부터 수소를 발생시키는 단계를 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

발생된 수소를 상기 연료 전지에 전달하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 20

제18항에 있어서,

상기 반응물 연료 물질은 나트륨 규소화물 분말 또는 나트륨 실리카 겔 중 적어도 하나를 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 21

제18항에 있어서,

상기 연료 카트리지로 제공될 상기 수용액을 상기 벨로우즈 조립체로 자체-가압하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 22

제18항에 있어서,

상기 연료 카트리지에 제공될 상기 수용액을 상기 벨로우즈 조립체의 내측의 스프링으로 가압하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 23

제22항에 있어서,

상기 수용액을 가압하는 단계는 상기 연료 카트리지를 향해 상기 수용액을 밀어내는 것을 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 24

제22항에 있어서,

상기 수용액을 가압하는 단계는 상기 연료 카트리지를 향해 상기 수용액을 견인하는 것을 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 25

제18항에 있어서,

상기 연료 카트리지에 제공될 상기 수용액을 상기 벨로우즈 조립체의 외측의 스프링으로 가압하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 26

제18항에 있어서,

상기 벨로우즈 조립체로부터 상기 연료 카트리리지까지의 상기 수용액의 흐름을 체크 밸브로 조절하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 27

제26항에 있어서,

상기 체크 밸브로 상기 수용액의 흐름을 조절하는 단계는 상기 벨로우즈 조립체로부터의 상기 수용액의 압력 및 상기 연료 카트리리지에서 발생하는 수소의 압력에 기초하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 28

제27항에 있어서,

상기 수용액의 흐름을 조절하는 단계는 상기 수용액의 압력을, 상기 벨로우즈 조립체 압력과 연관되는 안정된 감쇠로서, 조절하는 것을 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 29

제27항에 있어서,

수소 가스가 상기 벨로우즈 조립체를 편향시키는 것을 방지하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 30

제14항에 있어서,

반응을 시작 또는 재시작하기 위해 상기 반응물 연료 물질에 초기에 전달되는 제공된 수용액의 압력을 물 흐름 제한기로 완화시키는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 31

제18항에 있어서,

포켓이 로킹된 위치에 있을 때 상기 수용액이 상기 연료 카트리리지로 이동하는 것을 방지하는 단계, 그리고 상기 포켓이 언로킹된 위치로 배치되었을 때 상기 수용액의 흐름을 가능하게 하는 단계와, 상기 연료 카트리리지를 작동시키는 단계 및 반응이 시작하도록 허용하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

#### 청구항 32

제18항에 있어서,

상기 수용액이 제공되어야 할 상기 연료 카트리리지의 분할된 섹션을 선택하는 단계를 더 포함하는 것인 수소 연료 전지 시스템 제어 방법.

### 명세서

#### 기술분야

[0001]

이 기술은 일반적으로 수소-발생 연료 전지 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 특히 나트륨 규소화물, 나트륨 실리카 겔, 또는 물 또는 수용액과 반응되는 복수-성분(multi-component) 혼합물을 사용하여 수소를 발생시키기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002]

연료 전지는 외부 소스 연료를 전기 전류로 변환하는 전기화학적 에너지 변환 장치이다. 많은 연료 전지는 연료로서 수소를, 또한 산화제(oxidant)로서 산소(전형적으로, 공기로부터)를 사용한다. 이런 연료 전지에 대한 부

산물은 물이므로, 연료 전지를 전력을 발생시키기에 매우 낮은 환경 영향 장치로 제조하게 한다.

[0003] 연료 전지는 가솔린 터빈, 내연기관, 및 배터리와 같은 전력을 발생시키기 위한 다른 많은 기술과 경쟁하고 있다. 연료 전지는 정지형 전력 발생, 조명, 비상용 전력, 가정용 전자제품, 조정 설비 뿐만 아니라 전기 자전거와 같은 개인 이동수단 장치를 포함하는 많은 적용 및 다른 적용을 위해 사용될 수 있는 직류(DC) 전압을 제공한다. 유용한 광범위한 연료 전지가 있으며, 그 각각은 전력을 발생시키기 위해 상이한 화학물을 사용한다. 연료 전지는 통상적으로 그 작동 온도 및 이들이 사용하는 전해질 시스템의 타입에 따라 분류된다. 하나의 공통적인 연료 전지는 폴리머 교환 박막 연료 전지(polymer exchange membrane fuel cell)(PEMFC)이며, 이것은 그 산화제로서 산소(통상적으로 공기)를 갖는 연료로서 수소를 사용한다. 이것은 높은 전력 밀도 및 통상적으로 80℃ 아래의 낮은 작동 온도를 갖는다. 이들 연료 전지는 적절한 패키징 및 시스템 설비 요구로 신뢰성이 있다.

[0004] 수소 저장 및 발생의 도전은 PEM 연료 전지의 광범위한 채택으로 제한되고 있다. 분자 수소는 대기 조건의 가스로서 질량 기준으로 매우 높은 에너지 밀도를 갖고 있지만, 이것은 체적 당 매우 낮은 에너지 밀도를 갖는다. 휴대 용도로 수소를 제공하기 위해 사용되는 기술은 높은 압력 및 극저온(cryogenic)을 포함하여 광범위하지만, 그러나 이들은 요구 시 수소 가스를 신뢰성 있게 방출하는 화학적 성분에 가장 자주 초점이 맞춰지고 있다. 물질에 수소를 저장하는데 사용되는 널리 허용되는 3개의 메카니즘은 흡수, 흡착(adsorption), 및 화학 반응이다.

[0005] 연료 전지에 연료공급을 하기 위한 흡수성 수소 저장에 있어서, 수소 가스는 금속 수소화물과 같은 특정한 결정 물질의 벌크 내에 고압으로 직접적으로 흡수된다.  $MgH_2$ ,  $NaAlH_4$ , 및  $LaNi_5H_6$  와 같은 금속 수소화물은 수소 가스를 가역적으로(reversibly) 저장하는데 사용될 수 있다. 그러나, 금속 수소화물 시스템은 자주 빈약한 비중 에너지(즉, 금속 수소화물 질량에 대해 낮은 수소 저장 비율) 및 빈약한 입력/출력 흐름 특성으로 고통을 받고 있다. 수소 흐름 특성은 금속 수소화물[내부 온도는 수소를 제거했을 때 떨어지며, 또한 수소로 재충전될 때 상승한다]의 흡열(endothermic) 특성에 의해 구동된다. 이들 특성 때문에, 금속 수소화물은 무거운 경향이 있으며, 또한 이들을 급속히 충전 및/또는 방전시키기 위해 복잡한 시스템을 요구한다. 예를 들어, 가압된 수소 가스를 저장하고 또한 그후 이것을 금속 수소화물 또는 일부 다른 수소-기반 화학 연료를 포함하는 카트리리지로부터 제어 가능하게 방출하도록 설계된 시스템을 위한 미국 특허 제7,271,567호를 참조하기 바란다. 또한, 이 시스템은 소비된 수소의 양을 추정하기 위해 금속 수소화물 연료 자체의 온도 및/또는 압력을 측정함으로써 및/또는 연료 전지의 전류 출력을 측정함으로써 연료 전지로 전달될 수 있는 나머지 수소의 레벨을 모니터링한다.

[0006] 연료 전지에 연료공급을 하기 위한 흡착성 수소 저장에 있어서, 분자 수소는 물리적 흡착(physisorption) 또는 화학적 흡착(chemisorption)에 의해 화학적 연료와 관련되어 있다. 리튬 수소화물(LiH), 리튬 알루미늄 수소화물( $LiAlH_4$ ), 리튬 붕소 수소화물( $LiBH_4$ ), 나트륨 수소화물(NaH), 나트륨 붕소 수소화물( $NaBH_4$ ), 등과 같은 화학적 수소화물이 수소 가스를 비-가역적으로(non-reversibly) 저장하는데 사용된다. 화학적 수소화물은 아래에 도시된 바와 같이 물과의 반응에 따라 다량의 수소를 생산한다.

[0007]  $NaBH_4 + 2H_2O \rightarrow NaBO_2 + 4H_2$

[0008] 화학적 수소화물과 물과의 반응을 신뢰성 있게 제어하여 연료 저장 장치로부터 수소 가스를 방출하기 위해, 물의 pH의 제어와 함께 촉매가 사용되어야만 한다. 부가적으로, 그 수소 가스의 조기 방출로부터 수소화물을 보호하기 위해 화학적 수소화물이 비활성 안정화 액체의 슬러리(slurry)에 자주 사용된다.

[0009] 연료 전지를 위한 수소를 생산하기 위한 화학 반응 방법에서, 수소 저장 및 수소 방출은 화학적 연료의 온도 또는 압력의 적절한 변화에 의해 자주 촉진된다. 온도에 의해 촉진되는 이 화학적 시스템의 일 예는 하기의 반응에 의해 암모니아-보란(borane)으로부터의 수소 발생이다.

[0010]  $NH_3BH_3 \rightarrow NH_2BH_2 + H_2 \rightarrow NHBH + H_2$

[0011] 제1 반응은 6.1 중량% 수소를 방출하며, 또한 약 120℃에서 발생하지만, 제2 반응은 6.5 중량% 수소를 방출하며, 또한 약 160℃에서 발생한다. 이들 화학 반응 방법은 수소 가스를 생산하기 위한 개시제(initiator)로서 물을 사용하지 않으며, 시스템 pH의 엄격한 제어를 요구하지 않으며, 또한 별도의 촉매 물질을 자주 요구하지 않는다. 그러나, 이들 화학 반응 방법은 열 폭주(runaway)의 공통적인 발생으로 인한 시스템 제어 문제로 자주 귀찮아진다. 예를 들어, 암모니아-보란으로부터 수소 발생을 열적으로 개시하고 또한 열 폭주로부터 보호하도록 설계된 시스템을 위한 미국 특허 제7,682,411호를 참조하기 바란다. 예를 들어, 열 수소 방출 상황을 변화시키기 위해 촉매 및 용매(solvent)를 사용하는 화학 반응 방법을 위한 미국 특허 제7,316,788호를 참조하기 바란다.

[0012] 진술한 바를 감안할 때, 종래 기술의 문제점 또는 단점을 극복하는 개선된 수소 발생 시스템 및 방법이 요망되고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0013] 아래에 서술되는 수소 연료 전지 전력 시스템은 연료 전지, 물 공급 트레이(tray) 시스템, 및 연료 카트리지를 포함하는 3개의 주요한 서브시스템을 포함한다. 이 시스템은 "물-반응성"으로 지칭되는 연료 전지 시스템의 등급(class)으로 설계된다. 물-반응성 시스템에서, 물(또는 액체 용액)은 연료 전지 시스템을 위한 수소를 발생시키기 위해 전력과 조합된다. 이들 반응 타입은 나트륨 규소화물, 나트륨 실리카 겔, 나트륨 붕소 수소화물, 나트륨 규소화물/나트륨 붕소 수소화물 혼합물, 알루미늄, 등과 같은 분말의 범위를 사용할 수 있다. 분말을 통한 물 분산 또는 반응 부산물의 물 흡수를 제어하기 위해, 활성제(activator), 촉매, 또는 첨가제가 분말에 추가될 수 있다. 또한, 분말에의 첨가제는 연료 카트리지에 더욱 균일한 반응성 및 열 분포로 나타나도록 국부적인 반응 위치 및/또는 온도를 분포시키기 위해, 또한 예를 들어 반응 산물 및 부산물의 화학적 및 물리적 특성을 포함하는 반응 조건을 제어하기 위해, 유사한 물질 뿐만 아니라 오일과 같은 소포제(消泡劑)(defoamer)를 포함할 수도 있다. 분말 크기는 물 이송, 반응률, 및 부산물 물 흡수를 촉진시키기 위해 제어될 수 있다. 활성제, 촉매, 또는 다른 첨가제는 변화하는 조건에서 액체 용액을 형성하도록 물에 추가될 수 있다.

[0014] 반응물 연료 물질은 나트륨 규소화물 분말(NaSi), 및 나트륨-실리카 겔(Na-SG)을 포함하여, 규소화물과 같은 안정화된 알칼리 금속 물질을 포함할 수 있다. 또한, 안정화된 알칼리 금속 물질은 암모니아-보란(촉매를 갖거나 또는 갖지 않는), 나트륨 붕소 수소화물(촉매와 혼합되거나 또는 혼합되지 않는), 및 열 또는 수용액에 노출되었을 때 수소를 생산하는 물질 또는 물질 혼합물의 어레이(array)를 포함하는, 그러나 이에 국한되지 않는, 다른 반응성 물질과 조합될 수 있다. 또한, 물질과 수용액의 혼합물은 폐기물의 pH 를 제어하기 위해, 폐기물의 용해도(solubility)를 바꾸기 위해, 수소 생산의 양을 증가시키기 위해, 수소 생산의 비율을 증가시키기 위해, 및 반응의 온도를 제어하기 위해, 첨가제를 포함할 수 있다. 수용액은 물, 산(acid), 염기, 알콜, 및 이들 용액의 혼합물을 포함할 수 있다. 수용액의 다른 예는 메탄올, 에탄올, 염산, 아세트산, 나트륨 수산화물, 등을 포함할 수 있다. 또한, 수용액은 생산된  $H_2$  의 양을 증가시키는 공반응제(coreactant), 응집제(flocculant), 부식 방지제, 또는 수용액의 열물리적(thermophysical) 특성을 변화시키는 열물리적 첨가제와 같은 첨가제를 포함할 수 있다. 예시적인 응집제는 칼슘 수산화물, 나트륨 규산염, 등을 포함하며, 부식 방지제는 인산염, 붕산염 등을 포함할 수 있다. 또한, 열물리적 첨가제는 반응의 온도 범위, 반응의 압력 범위, 등을 변화시킬 수 있다. 또한, 수용액에 대한 첨가제는 다양한 상이한 첨가제의 혼합물을 포함할 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0015] 청구된 발명은 물 공급 트레이 시스템에 삽입되는 제거 가능한/교체 가능한 연료 카트리지를 포함할 수 있다. 연료 전지는 연료 카트리지를 둘러싸는 물 공급 트레이 시스템에 연결될 수 있다. 이러한 연결의 과정에서, 연료 카트리는 물 공급 트레이와의 물 연결부를, 그리고 연료 전지와 수소 가스 연결부를 형성한다. 물 공급 트레이는 물을 저장하고 또한 물로 다시 채워지도록 설계될 수 있다. 물 공급 트레이 시스템은 물 공급 트레이가 연료 카트리지에 연결될 때까지 물을 출력하지 않도록 설계될 수 있다. 물이 물 공급 트레이로부터 연료 카트리지에 들어갈 때, 수소가 발생되고 또한 연료 전지로 전달된다. 물 공급 트레이와 연료 전지의 분리에 따라, 물 트레이의 밸브가 폐쇄되며, 이것은 다시 물 트레이의 물 흐름을 정지시킨다. 또한, 물 공급 트레이의 스프링 기구는 연료 카트리지로의 물 흐름 경로를 분리시키는 물 공급 트레이로부터 연료 카트리가 빠져나오도록 한다. 이들 구성 및 기술 모두 또는 그 어느 하나는 물 흐름을 정지시키며 또한 수소의 생산을 중단시킨다. 다른 예시적인 실시에서, 연료 카트리가 연결된 상태로 있을 동안 연료 카트리지 내로 물 흐름을 정지시키기 위해, 기계적인 유동 밸브 또는 유사한 기구가 사용될 수 있다. 이것은 다시 수소가 발생하는 것을 정지시킨다. 유동 밸브는 사용자에 의해 제어되는 물리적 스위치 또는 전기적으로 제어되는 스위치일 수 있다. 마찬가지로, 다른 예시적인 실시에서, 흐름은 연료 카트리가 아직 결합되어 있을 동안 물 흐름을 정지시키도록 또는 흐름이 요구될 경우 물을 펌핑하도록 펌프에 의해 제어될 수 있다.

[0016] 예시적인 일 실시에서, 물 공급 트레이 및 연료 전지는 제거 가능한/교체 가능한 부품인 교체 가능한 연료 카트리를 구비한 단일의 서브-시스템으로서 효과적으로 기능하도록 구성될 수 있다. 다른 실시에서, 물 공급 트레이 및 연료 카트리는 제거 가능한/교체 가능한 전체 서브-시스템을 구비한 단일의 서브-시스템으로서 효과적



으로 기능하도록 구성될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0017]

도 1은 청구된 발명에 따른 연료 전지, 물 공급 트레이, 및 연료 카트리지를 포함하는 수소 연료 전지 전력 시스템의 다이어그램을 도시하고 있다.

도 2는 물 공급 연료 전지 시스템 및 연료 카트리지와 그 관련된 입력부 및 출력부를 도시하고 있다.

도 3은 청구된 발명에 따른 다시 채울 수 있는 물 도어(door) 및 연료 카트리지를 구비한 물 공급 연료 전지 시스템의 예를 도시하고 있다.

도 4a-4b는 물 공급 트레이에 삽입된 연료 카트리지를 구비한 것으로 도시된 물 공급 트레이의 구조적 특성을 도시하고 있다.

도 5는 연료 카트리지를 구비한 것으로 도시된 물 공급 연료 전지 시스템의 분해도, 측면도, 및 저면도를 도시하고 있다.

도 6a 및 6b는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용된 슬라이딩 로크 기구를 개방된 상태로 및 폐쇄된 상태로 도시하고 있다.

도 6c는 물 공급 트레이, 연료 카트리지와 래치(latch) 연결 기구를 구비한 연료 전지 서브-시스템을 도시하고 있다.

도 6d는 청구된 발명에 따른 물 공급 트레이 및 연료 카트리지의 횡단면도이다.

도 7은 삽입된 연료 카트리지를 구비한 물 공급 트레이의 사시도, 측면도, 및 평면도이다.

도 8a는 청구된 발명에 따른 물 공급 트레이에 물을 저장, 가압, 및 출력하도록 구성된 벨로우즈(bellows) 스프링 조립체를 도시하고 있다.

도 8b 및 8c는 청구된 발명에 따른 벨로우즈 스프링 조립체를 공칭(nominal) 압축된 상태 및 로딩된 상태로 각각 도시하고 있다.

도 8d 및 8e는 청구된 발명에 따른 벨로우즈 스프링 조립체 및 로킹 셸프(shelf)를 분리된 위치로 또한 결합된 위치로 각각 도시하고 있다.

도 8f는 청구된 발명에 따른 벨로우즈 접근 도어를 결합된 위치로 도시하고 있다.

도 9는 청구된 발명에 따른 튜브-연결 물 흐름 제한 오리피스스를 도시하고 있다.

도 10은 청구된 발명에 따른 디스크-타입 물 흐름 제한 오리피스스를 도시하고 있다.

도 11은 청구된 발명에 따른 연료 전지 시스템에 물을 다시 채울 때, 트레이 도어를 개방 상태로 로킹하기 위해 벨로우즈 조립체의 상부를 위한 구조적 부품을 도시하고 있다.

도 12a 및 12b는 청구된 발명에 따른 연료 전지 시스템에 물을 다시 채울 때, 채워진 도어를 개방 상태로 로킹하는 로킹 기구를 각각 도시하는 평면도 및 상부 사시도이다.

도 13a 및 13b는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용하기 위한 연료 카트리지의 구조적인 상세한 내용을 도시하는 횡단면도이다.

도 13c는 청구된 발명에 따른 각진 니들 밸브(angled needle valve)의 사시도이다.

도 14a는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용하기 위한 연료 카트리지를 캐니스터(canister)의 추가적인 구조적인 상세한 내용을 도시하고 있다.

도 14b는 청구된 발명에 따른 연료 카트리지를 위한 반응물 유지 스크린을 도시하고 있다.

도 15a는 청구된 발명에 따른 연료 카트리지의 캡(cap)에 일체로 형성된 필터 베드(filter bed) 위로 출구 흐름을 제어함으로써 고순도 수소를 얻기 위한 화학적 세정(chemical scrubbing) 경로를 도시하고 있다.

도 15b는 청구된 발명에 따른 연료 카트리지의 캡에 일체로 형성된 필터 베드 위로 출구 흐름을 제어함으로써 고순도 수소를 얻기 위한 화학적 세정 미로(maze)를 도시하고 있다.



도 15c는 청구된 발명에 따른 연료 카트리지의 캡과 협력하는 오버몰딩된 면 밀봉 가스켓(overmolded face seal gasket)의 사시도를 도시하고 있다.

도 15d는 청구된 발명에 따른 연료 카트리지의 캡과 협력하는 오버몰딩된 면 밀봉 가스켓의 측면도를 도시하고 있다.

도 16a는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용하기 위해 금속제 연료 카트리지 본체를 플라스틱 연료 카트리지 캡에 크리핑(crimp)하는 공구를 도시하고 있다.

도 16b는 도 16a의 크리핑 공구 및 롤-오버(roll-over) 크리프(crimp)를 사용하여 조립된 연료 카트리지의 횡단면도이다.

도 17은 청구된 발명에 따른 연료 카트리지 캡에 일체로 장착된 카트리지 밸브의 예를 도시하고 있다.

도 18a는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용하기 위한 코일형 반응 공급 튜브를 구비한 캐니스터를 도시하고 있다.

도 18b는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용하기 위한 T-피팅(fitting) 및 코일형 반응 공급 튜브를 구비한 캐니스터를 도시하고 있다.

도 19a 및 19b는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용하기 위한 자동화된 기계적 물 제어 밸브 및 플런저를 개방 위치 및 폐쇄 위치로 각각 도시하고 있다.

도 20은 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템의 트레이로부터 카트리지를 "빠져나오게" 하기 위한 스프링을 도시하고 있다.

도 21a 및 21b는 청구된 발명에 따른 수소 연료 전지 전력 시스템에 사용하기 위한 상시(normally) 폐쇄된 니들 밸브를 사시도 및 횡단면도로 각각 도시하고 있다.

도 22는 휴대 전화를 충전하는 청구된 발명에 따른 시스템을 도시하고 있다.

도 23a는 청구된 발명에 따른 연료 전지 시스템에서 유체 격리(isolation)를 위한 실리콘 시트를 도시하고 있다.

도 23b는 청구된 발명에 따른 연료 전지 시스템에 유체 격리를 제공하는 실리콘 시트 및 물 공급 트레이 니들을 도시하고 있다.

도 23c는 청구된 발명에 따른 연료 전지 시스템에서 유체 격리를 위한 실리콘 시트의 저면도를 도시하고 있다.

도 24a 및 24b는 회전 가능한 액추에이터 매니폴드가 제1 위치로부터 제2 위치로 이동할 때, 청구된 발명에 따른 분할된 연료 카트리지 및 회전 가능한 액추에이터 매니폴드를 각각 도시하고 있다.

도 25a 및 25b는 청구된 발명에 따른 회전 가능한 액추에이터 매니폴드를 측면도 및 평면도로 각각 개략적으로 도시하고 있다.

도 26a 및 26b는 청구된 발명에 따른 자기 포켓(poppet) 안전 정지 밸브를 개방된 상태 및 폐쇄된 상태로 각각 개략적으로 도시하고 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018]

도 1은 청구된 발명에 따른 물-반응성 수소-연료형 전력 시스템(100)의 일 예를 도시하고 있다. 시스템(100)은 연료 카트리지(120), 물 공급 트레이(130), 및 연료 전지(110)를 포함한다. 연료 카트리지(120)는 반응물 연료 물질(177)을 포함한다. 연료 카트리지(120)는 물 공급 트레이(130)로부터 분리된 물리적 장치일 수 있으며, 또는 물 공급 트레이(130)와 일체형일 수 있다.

[0019]

반응물 연료 물질(177)은 나트륨 규소화물, 나트륨 실리카 겔, 나트륨 붕소 수소화물, 나트륨 규소화물/나트륨 붕소 수소화물 혼합물, 알루미늄, 등과 같은 분말을 포함하는 안정화된 알칼리 금속 물질을 포함할 수 있다. 반응물 연료 물질(177)을 통한 물 분산 또는 반응 부산물의 흡수를 제어하기 위해, 활성제, 촉매, 및/또는 첨가제가 반응물 연료 물질(177)에 부가될 수 있다. 반응물 연료 물질(177)에 대한 첨가제는 연료 카트리지(120)에 더욱 균일한 열 분포로 나타나는 국부적인 반응 온도를 분포시키기 위한 다른 물질들 뿐만 아니라, 오일과 같은, 미네랄 오일과 같은 소포제를 포함할 수도 있다. 반응물 연료 물질(177) 분말 크기는 물 이송, 반응을, 및 부산

물 물 흡수를 촉진시키기 위해 제어될 수 있다. 예를 들어, 반응물 연료 물질(177)의 분말 크기는 1 mm 이하로부터 9 mm 까지 변할 수 있다. 예시적인 일 실시에서, 나트륨 규소화물의 분말 크기는 약 4 mm 내지 6 mm 이었다. 이 분말 크기는 물 또는 다른 수용액이 연료 카트리지에 부가될 때 문제가 되는 결합을 제거하기에 충분히 크게 제조된다. 젖어있을 때 결합하기 쉬운 너무-미세한 분말에 물을 부가하는 대신에, 이 반응물 연료 구성은 물(199)이 연료 카트리지(120)에 부가될 때, 부가된 물(199)이 신선한 분말에 효과적으로 도달하는 것을 허용한다.

[0020] 또한, 반응물 연료 물질(177)은, 나트륨 규소화물 분말(NaSi), 및 나트륨-실리카 겔(Na-SG)을 포함하는, 규소화물과 같은 안정화된 알칼리 금속 물질을 포함할 수 있다. 또한, 안정화된 알칼리 금속 물질은 예를 들어 암모니아-보란(촉매를 갖거나 또는 갖지 않는), 나트륨 붕소 수소화물(촉매와 혼합되거나 또는 혼합되지 않는), 및 열 또는 수용액에 노출되었을 때 수소를 생산하는 물질 또는 물질 혼합물의 어레이를 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 다른 반응성 물질과 조합될 수 있다. 예시적인 일 실시에서, 반응물 연료 물질(177)은 안정화된 알칼리 금속 물질 및 이런 선택적인 공반응제를 포함한다.

[0021] 물 공급 트레이(130)는 사용자에게 의해 물(199)로 채워질 수 있다. 또한, 액체 용액을 형성하기 위해 활성제, 촉매, 또는 다른 첨가제가 물(199)에 부가될 수 있다. 물 공급 트레이(130)는 물(199)을 가압하는 기구를 포함한다. 도 1에 도시된 하나의 예시적인 가압화 기구는, 물(199)이 체크 밸브(140) 및 포켓(150)을 통해 그리고 연료 카트리지(120) 내로 흐르도록 가압하는, 벨로우즈(160)에 스프링 조립체(231)를 포함할 수 있다. 스프링 조립체(231)는 스프링 특성 및 원하는 전달 기구에 따라, 물을 체크 밸브(140)를 통해 "가압"하도록 벨로우즈에 장착될 수 있으며, 또는 물을 체크 밸브(140)를 향해 또는 이를 통해 "견인(pull)"하도록 벨로우즈에 장착될 수 있다. 가압화 기구는 도 2 및 8에 관해 하기에 부가로 서술되는 바와 같이 벨로우즈 조립체, 스프링 조립체, 피스톤 조립체 등일 수 있다. 스프링 조립체, 피스톤 조립체, 및 다른 가압화 기구는 벨로우즈에 압력을 제공하여 물을 가압하도록 벨로우즈의 외측에 위치될 수 있으며, 또는 도 1의 예에 도시된 바와 같이 물에 직접적인 압력을 제공하도록 벨로우즈 내에 위치될 수 있다. 예를 들어, 도 2는 벨로우즈(260)의 외측에 위치된 예시적인 스프링 조립체(221)를 도시하고 있다. 외측에서, 스프링 조립체(221)가 벨로우즈(260) 상에 그리고 벨로우즈 내의 물(199)에 힘을 가한다.

[0022] 부가적으로, 벨로우즈 조립체는 또한 자체-가압될 수 있다. 예를 들어, 벨로우즈 조립체는, 물의 체적이 벨로우즈 조립체에 부가될 때 팽창 및 수축하는 라텍스, 폴리클로로프렌, 폴리에스테르, 나일론, 폴리우레탄, 등을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 실리콘, 다른 고무 및 엘라스토머와 같이 본 기술분야에 알려진 탄성 물질로 제조될 수 있다. 자체-가압되는 일부 예에서, 물과 같은 수용액이 벨로우즈 조립체에 부가되며, 이것은 물의 체적을 유지하기 위해 팽창한다. 물의 체적은, 물의 체적이 풍선(balloon)에 부가될 때 풍선 또는 팽창 가능한 가방이 팽창하는 방식과 유사한 형태로 벨로우즈 조립체의 재료를 늘어나게 한다. 일단 원하는 체적의 물이 벨로우즈 조립체에 부가되면, 포켓(밸브)은, 반응이 시작될 때까지 물이 벨로우즈를 떠나는 것을 방지하도록, 폐쇄될 수 있다. 반응을 시작하기 위해, 벨로우즈 조립체 상의 포켓은 수용액이 반응물 물질로 흐르는 것을 허용하도록 개방될 수 있다. 그후, 벨로우즈 조립체가 그 팽창되지 않은 크기로 복귀하기 시작하며, 이것은 물에 압력을 제공하고, 또한 물은 연료 카트리지(120)로 흐른다. 포켓(150)은, 연료 전지의 물 트레이로의 물리적 연결에 의해, 작동될 수 있다. 또한, 포켓은 사용될 수 있는 다른 기계적 또는 전자-기계적 기구에 의해 작동될 수도 있다. 포켓 기능의 시작 및 정지를 실행하기 위해 다른 밸브 설계가 사용될 수 있다.

[0023] 다른 예에서, 도 8a는 물(199)을 가압하기 위해 물 공급 트레이(130)에 끼워진 스프링 조립체(834)와 연합하는 물 공급 트레이(130)의 저장조 부분(832)의 분해도를 도시하고 있다. 스프링 조립체(834)는 사용 중 내측 코일이 외측 코일을 통해 견인되는 역전된 스프링일 수 있다. 역전된 스프링은 스프링 조립체(834)의 길이를 효과적으로 증가시키며, 또한 변위 범위에 대해 더욱 선형인 힘 범위를 생성한다. 그후, 이러한 선형 힘은 물 및/또는 물을 유지하는 벨로우즈 조립체로 전달될 수 있다. 역전된 스프링이 물을 가압하는데 힘을 제공하기 때문에, 역전된 스프링은 길이를 감소시키지만, 그러나 역전된 스프링이 이것이 평탄한 상태에 도달할 때라도 스프링은 아직 압력을 받은(stressed) 상태(힘을 제공하는)로 있다. 이것은 거의 모든 물(벨로우즈의 또는 물 트레이의 저장조 부분의)이 사용되었을 때라도 물이 압력 하에 있는 것을 허용한다. 연로킹되었을 때, 스프링 조립체(834)는 벨로우즈 도어 조립체상의 견인에 의해 물에 힘을 부여한다(예를 들어, 약 2-4 psi 의 가압된 물로 나타나는). 압력은 반응을 시작하기 위해 물 트레이(130)로부터 연료 카트리지(120)로 물 흐름을 공급하는데 사용된다. 스프링 조립체(834)는 전형적인 코일형 스프링(872)일 수 있으며, 또는 스프링 조립체(834)가 벨로우즈 조립체(260)에서 평탄할 때, 이것이 아직 압력을 받은 상태로 있도록(압력 하에 존재하도록) 연신(elongate)되거나 또는 열처리된다. 이 상태에서, 스프링 기구는 거의 모든 물이 벨로우즈 조립체(260)로부터 공급될 때라도

가압된 물로 나타나는 포지티브 스프링 힘이 있도록 구성된다.

[0024] 도 1에서, 가압된 물(199) 또는 액체 용액은 물 공급 트레이(130)로부터 체크 밸브(140) 및 포켓(150)을 통해 연료 카트리리지(120) 내로 흐른다. 수소(188)는 연료 카트리리지(120) 내에서 발생되며 그리고 연료 전지(110) 내로 흐른다. 벨로우즈 조립체(260)에 의해 포켓(150) 및 체크 밸브(140)를 통해 연료 카트리리지(120) 내로 가압된 물(199)의 흐름을 도시하는 다이어그램이 도 2에 더욱 상세히 도시되어 있다. 도 2에 도시된 물(199)은 물 챔버 및 벨로우즈 조립체(260)에 들어간다. 간단함을 위해, 벨로우즈 조립체 내의 또는 외의 물(199)은 도면부호 199로 도시되었다. 물(199)이 연료 카트리리지(120)에서 반응물 연료 물질(177)과 반응할 때, 수소(188)가 생성되며 그리고 연료 카트리리지(120)로부터 연료 전지(도 2에는 별도로 도시되지 않았다)로 흐른다.

[0025] 스프링-구동식 반응 시스템은 연료 카트리리지(120)와 같은 반응기 챔버에 존재하는 반응물 연료 물질의 양을 모니터링 및 결정하기 위해 스프링의 특성을 사용할 수 있다. 상기 결정은 직접적으로 또는 간접적으로 이루어질 수 있다. 반응의 시작에 연료 카트리리지의 반응물 연료 물질의 알려진 양에 의해, 연료 카트리리지의 압력이 모니터링된다. 연료 카트리리지 내의 압력이 변함에 따라, 반응에 부가된 물의 양이 결정될 수 있으며, 이것은 반응에 사용되었던 반응물 연료 물질의 양의 표시를 제공한다. 반응의 시작 시의 반응물 연료 물질의 양으로부터 사용된 반응물 연료 물질의 양을 감산(subtracting)하는 것은, 반응에 사용하기 위해 남아 있는 반응물 연료 물질의 양을 제공한다. 예를 들어, 반응의 시작 시에, 알려진 양의 반응물 연료 물질이 연료 카트리리지(120)에 존재한다. 도 2의 스프링(221)과 같은 스프링이 물 챔버[벨로우즈 조립체(260)]에 압력을 발생시키며, 또한 물(199)은 체크 밸브(140) 및 포켓(150)을 통해 연료 카트리리지(120) 내로 분사된다. 수소는 물(199)이 연료 카트리리지(120)에서 반응물 연료 물질(177)과 접촉할 때 발생된다. 스프링(221)이 물을 연료 카트리리지(120) 내로 분사하기 위해 압력을 제공할 때, 수소가 발생되며, 이것은 연료 카트리리지(120)에 압력을 생성한다. 연료 카트리리지(120)에 생성된 압력은 물 챔버[벨로우즈 조립체(260)]상에 반력을 작용시키며, 연료 카트리리지의 압력이 흐름에 의해 생성된 물 압력과 동일할 때, 물 흐름이 정지되고, 이것은 다시 부가적인 수소 발생도 정지될 것임을 의미한다. 연료 카트리리지의 수소 압력이 불시에 물 흐름에 의해 생성된 물 압력을 초과하는 경우에, 체크 밸브는 물이 스프링에 의해 결정된 압력 보다 높은 압력을 발생시키는 것을 허용하지 않을 것이다. 체크 밸브가 없다면, 시스템은 제어 불가능하게 진동할 수 있다. 반응이 시간의 경과에 따라 지속될 때, 유효(effective) 스프링 힘은, 스프링의 힘 대 편향(deflection) 특성으로 인해, 그 동일한 시간 주기에 대해 감소하는 것으로 보일 수 있다. 스프링의 변위가 시간의 경과에 따라 변하기 때문에, 물 압력이 변하고, 이것은 동일한 시간에 대해 연료 카트리리지의 평균 수소 압력과 직접적으로 관련되어 있다. 그에 따라, 스프링 변위, 물 압력, 또는 수소 압력의 측정은 반응의 상태를 간접적으로 결정하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 시스템은 반응의 시작에 연료 카트리리지에 발생된 압력이 3 psi 이지만 그러나 반응의 말기 근처에 연료 카트리리지의 압력이 1 psi 가 되는 것을 특징으로 할 수 있다. 이 압력을 측정하고 또한 반응의 상태를 결정하기 위해, 조건표(look-up table)(데이터베이스)를 구비한 마이크로 제어기가 사용될 수 있다. 압력 센서 및 마이크로 제어기는 연료 전지에, 물 트레이에, 상기 물 트레이와 연료 카트리리지 사이의 경로에, 연료 카트리지에, 또는 이들의 임의의 조합에, 위치될 수 있다.

[0026] 스프링 힘은 물질, 와이어 직경, 축의 직경, 내경 및 외경, 피치, 블럭 길이, 자유 길이, 코일의 횡수, 스프링 정수(spring rate), 및 힘의 길이와 같은 스프링의 물리적 특성에 기초하고 있다. 스프링은 코일, 리프(leaf), 또는 클록 스프링(clock spring)과 같은 임의의 광범위한 상이한 타입일 수 있다. 이들 물리적 특성에 기초하여, 스프링에 의해 생성된 유효 힘은 반응기 챔버의 수소 압력, 재반응된 반응물 연료 물질의 양, 또는 유사하게 얼마나 많은 반응물 연료 물질이 반응기 챔버에 존재하는지를 결정하는데 사용될 수 있다. 마찬가지로, 유효 스프링 힘은 스프링의 유효 힘 및 그에 따라 수소 가스에 의해 생산된 압력을 모니터링, 결정, 및 보고하기 위해, 힘 게이지(288)와 같은, 힘 게이지를 사용하여 모니터링될 수 있다. 물론, 힘 게이지(288)는 반응으로부터 생성된 수소 압력을 모니터링하기 위해 반응기 챔버에 설치될 수도 있다. 유사하게, 압력 게이지가 사용될 수도 있다. 이들 압력 및/또는 힘 측정으로부터, 연료 카트리리지(120)에 존재하는 반응물 연료 물질의 양이 결정될 수 있다. 예를 들어, 유효 스프링 힘을 연료 카트리리지(120)에 존재하는 반응물 연료 물질의 양으로 매핑(map)하기 위해, 간단한 조건표 및/또는 데이터베이스 매핑(mapping)이 사용될 수 있다. 마찬가지로, 연료 카트리리지(120)의 수소 압력을 반응된 반응물 연료의 양으로 매핑하기 위해, 유사한 표가 사용될 수 있다. 이들 데이터베이스 매핑 및/또는 조건표의 조합 및 변화가 사용될 수도 있다.

[0027] 도 1에서, 연료 전지(110)는 전위를 생성하기 위해 연료 전지 카트리리지(120)로부터의 수소(188) 및 공기로부터의 산소를 사용하고 있다. 일단 전위가 생성되면, 시스템(100)은 도 22에 도시된 바와 같이 휴대폰(2201)과 같은 전자 디바이스를 충전 및/또는 작동시키는데 사용될 수 있다. 어댑터 케이블(2202)은 시스템(100)을 전자 디

바이스에 작동 가능하게 연결하도록 형성될 수 있다. 물론, 충전, 또는 구동, 또는 작동시키기 위해, 다른 전자 디바이스가 시스템(100)에 의해 생성된 전위를 사용할 수 있다. 이러한 개시에서, 연료 전지(110)는 연료 전지 시스템인 것으로 고려된다. 예를 들어, 연료 전지 시스템은 냉각을 위해 또한 반응을 위해 공기를 제공하도록, 복수의 연료 전지, 연료 전지 스택, 배터리, 전력 전자기기(power electronics), 제어 전자기기, 전기 출력 커넥터(USB 커넥터와 같은), 수소 입력 커넥터, 및 공기 접근 위치를 포함할 수 있다.

[0028] 연료 전지(시스템)(110)은 많은 상이한 기술을 사용하여 물 공급 트레이(130) 및/또는 연료 카트리지(120)에 부착될 수 있다. 도 6a에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 연료 카트리지(120)가 물 공급 트레이(130)에 삽입되며, 이것은 그후 안내 레일(662a, 662b)을 사용하여 물 공급 트레이(130) 상에, 또한 안내 레일(664)을 사용하여 연료 전지(110) 상에 고정된다. 연료 전지(110)이 물 공급 트레이(130) 상에서 화살표(F) 방향을 따라 미끄러질 때, 스프링 래치(666)는, 보정된(calibrated) 노치(별도로 도시되지 않음)가 시스템(100)의 쌍방향 미끄러짐을 안전하게 방지하도록 결합될 때까지, 변위된다. 도 6b는 시스템의 고정된 위치를 도시하고 있다.

[0029] 연료 전지(110)를 물 공급 트레이(130) 및 연료 전지 카트리지(120)에 기계적으로 고정하는 대안적인 방식이 도 6c에 도시되어 있다. 이 예에서, 연료 전지(110)는 연료 카트리지(120) 및/또는 물 공급 트레이(130)로 기계적으로 미끄러지고 또한 로킹되지 않지만, 그러나 오히려 연료 카트리지(120)는 래치(668a, 668b)를 사용하여 물 공급 트레이(130) 및 연료 전지(110)에 의해 포획된다. 래치(668a, 668b)는 연료 전지(110), 물 공급 트레이(130), 및 연료 카트리지(120)가 분리되는 것을 방지하기 위해, 물 공급 트레이(130) 상에서 래치 로킹 지점(669a, 669b)과의 결합을 위해 압축력을 사용함으로써, 수소 발생 공정 중 물 공급 트레이(130)를 연료 전지(110)에 안전하게 클램핑하는데 사용될 수 있다.

[0030] 궁극적으로 연료 전지(110)가 물 공급 트레이(130) 및 연료 카트리지(120)에 고정되는 방식과는 관계 없이, 적절히 연결되었을 때, 연료 전지(110)는 도 6d에 도시된 측면도로(또한 도 1 및 2에 개략적으로) 도시된 바와 같이, 연료 카트리지(120)를 물 공급 트레이(130) 내로 또한 물 트레이 니들(682) 상으로 동시에 가압하는 동안, 물 공급 트레이(130)의 포켓(150) 상으로 가압된다. 밸브 포켓(150) 및 니들(682) 조합은 연료 전지(110)가 물 공급 트레이(130)에 결합될 때 포켓(150)이 가압해제(depress)되고, 또한 벨로우즈(260)로부터의 가압된 물(199)이 물 경로(535)를 따라 물 공급 트레이(130)를 통해, 물 트레이 니들(682)를 통해, 또한 연료 카트리지(120) 내로 이동하는 것이 허용되도록 구성된다. 넘침(spillage)을 피하기 위해, 물 공급 트레이(130), 연료 카트리지(120), 및 연료 전지(110)는, 물 공급 트레이 니들(682)이 연료 전지 카트리지(120) 내에서 그로밋(grommet)(625)[도 13a 및 13b에 니들 밸브(1329)로도 보여진다]에 삽입될 때만 물(199)이 흐르도록, 적절한 공차로 적절한 치수를 갖는다. 일단 물(199)이 연료 전지 카트리지(120)의 반응물 연료 물질(177)에 도달하면, 수소 가스는 연료 카트리지(120) 내에 압력 발생을 형성할 것이다. 발생된 압력은 벨로우즈(260)로부터 연료 카트리지(120) 내로 입력되는 부가적인 물(199)의 양을 제한하도록 작용하는 동안, 수소(188)를 연료 전지(110)에 공급할 것이다.

[0031] 도 6c에도 도시된 바와 같이, 스프링 기구(670)는 연료 카트리지(120)가 물 공급 트레이(130)로부터 빠져나오는 것을 돕는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 스프링 기구(670)는 물 공급 트레이(130)로부터 연료 카트리지(120)를 완전히 이동하게/빠져나오게 하기 위해 또는 물 공급 트레이(130)로부터 연료 카트리지(120)를 부분적으로 이동하게/빠져나오게 하기 위해 물리적 힘을 부여하여, 도 2에 도시된 바와 같이 사용자가, 물 입구 지점(122)과 같은, 물 입구 지점으로부터 연료 카트리지(120)를 완전히 제거 및/또는 분리하는 것을 용이하게 하기 위해, 물리적 힘을 부여할 수 있다. 부가적으로, 도 6d에 도시된 바와 같이, 스프링 기구(670)는 물 공급 트레이 니들(682)로부터 연료 카트리지를 상승시키므로, 도 5a의 플런저(533)가 불시에 가압되었더라도, 수소 생성이 방지된다. 스프링 기구(670)를 나타내는 물 공급 트레이(130)의 부가적인 도면이 도 20에 도시되어 있다.

[0032] 물 공급 트레이(130), 연료 카트리지(120), 및 연료 전지(110)를 포함하여, 시스템(100)에 관한 부가적인 구조 및 작동의 상세한 내용이 하기에 제공된다. 하기의 부가적인 설명 물질은 청구된 발명에 따른 물 공급 트레이, 연료 카트리지, 및 연료 전지의 부가적인 구조 및 기능적인 상세한 내용을 서술하고 있다.

[0033] 물 공급 트레이 공급

[0034] 도 4a는 삽입된 연료 전지 카트리지(120)를 구비한 물 공급 트레이(130)를 도시하고 있다. 도시된 연료 카트리지(120)는 알루미늄 캐니스터(421) 및 수소 포트(424)를 구비한 플라스틱 캐니스터 캡(423)을 포함한다. 물 공급 트레이(130)는 벨로우즈/물 공급 섹션(491), 밸브 및 포켓 섹션(492), 및 연료 카트리지 홀더 섹션(493)을



포함하는 3개의 주요한 섹션으로 분할될 수 있다. 물 공급 트레이(130)는 연료 전지(110)를 결합 또는 부착하기 위한 안내 레일(662)을 포함할 수 있다. 물 공급 트레이(130)는 열 가소물, 폴리카보네이트, PC/ABS 블렌드(blend)와 같은 절연 플라스틱, 또는 연료 전지 카트리지(120)의 안전한 취급을 제공하는 다른 물질로 제조될 수 있다. 도 4b에 측면도로 도시된 바와 같이, 예시적인 절연 플라스틱 패턴은, 열전달을 위해 또한 물(199)이 연료 카트리지(120)에 공급될 때 연료 카트리지(120)로부터 발생된 열이 소산되는 것을 허용하기 위해, 플라스틱에 슬릿(494) 또는 다른 통기 구멍을 포함할 수 있다. 또한, 발포체(foam), 에어로젤, 실리콘, 등과 같은 분무식(spray-on) 또는 다른 단열 물질이, 사용자를 위한 절연을 제공하기 위해 또한 안전한 취급을 허용하기 위해 및/또는 단열을 제공하여 내부 반응 온도를 상승시키기 위해 캐니스터에 부가될 수 있다. 부가적으로, 절연 플라스틱은 물 공급 트레이(130)를 위한 스탠드(stand)를 제공하기 위해 다리들(feet)(495)을 포함할 수 있다. 또한, 절연 플라스틱은 부가적인 강도 및 내구성을 위해 경사진 보스(boss)(496)를 포함할 수 있으며, 또한 물 공급 트레이와 연료 전지(110)의 적절한 맞춤(mating)을 보장하기 위한 정렬 장치로서 사용될 수도 있다.

[0035] 물 공급 트레이(130)는 가압되고 연료 카트리지(120)로 전달되는 물(199)을 포함한다. 위에 개략적으로 서술한 바와 같이 또한 도 2에 도시된 바와 같이, 물 공급 트레이(130)는 물(199)을 수용 및 유지하기 위해 벨로우즈 조립체(260)를 사용할 수 있다. 물(199)을 유지, 가압, 및 전달하는 대안적인 방법이 위에 개략적으로 서술한 바와 같이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 압전(piezoelectric) 펌프 등과 같은 전기 펌프뿐만 아니라, 미끄럼 피스톤, 붕괴(collapsing) 다이어프램, 팽창 가능한 다이어프램, 및 다른 변형 가능한 컨테이너가 사용될 수 있다.

[0036] 도 3에 도시된 바와 같이, 물 공급 트레이(130)는, 사용자가 물 공급 트레이(130) 내로 물을 용이하게 채우거나 퍼내는 것을 허용하기 위해, 접근 도어(336)를 가질 수 있다. 다른 예시적인 실시에서, 물 공급 트레이는 밀봉될 수 있으며, 또한 펌프, 주사기, 또는 다른 가압된 물 소스가 물 공급 트레이(130)를 채우거나 또는 물을 벨로우즈 조립체 내로 가압하는데 사용될 수 있다. 예시적인 일 실시에서, 접근 도어(336)는 물 압력을 제공할 수 있는 스프링(도 8a에 도시된 역전된 스프링 및 도 8b 및 8c의 스탬프형 플레이트와 같은)의 용이한 로딩을 허용하는 레버 아암으로서 작용할 수 있다.

[0037] 도 3 및 8f에 도시된 바와 같이, 물 공급 트레이(130)는, 사용자가 물 공급 트레이(130) 내로 물을 용이하게 채우거나 퍼내는 것을 허용하기 위해, 접근 도어(336)를 가질 수 있다. 사용자는 로킹 션클(815)를 분리시키고 또한 사용을 위해 물 공급 트레이(130)를 준비하도록 벨로우즈 접근 도어(336)를 하방으로 프레싱할 수 있다. 접근 도어(336)는 물(199)을 수용 및 유지하기 위해 벨로우즈로의 접근을 제공할 수 있다(도 3에는 별도로 도시되지 않았다). 예를 들어, 도어/벨로우즈 조합물은 스프링(834)을 로킹된 위치로 놓기 위해 회전 또는 병진(translate)될 수 있으며, 이것은 스프링(834)을 로딩시킨다. 도 8e에 도시된 로킹된 위치에서, 사용자는 벨로우즈 자체-붕괴 없이도 벨로우즈에 더 많은 물을 용이하게 부가할 수 있다. 일단 벨로우즈(260)가 물(199)로 채워지면, 사용자는 도 8f에 도시된 바와 같이 벨로우즈 도어(336)를 폐쇄 상태로 로킹하며, 이것은 물(199)을 밀봉시킨다.

[0038] 그 통상적인(하향의) 위치의 스프링(834)의 예가 도 8b에 도시되어 있다. 물 공급 트레이(130)에 완전히 조립되었을 때, 스프링(834)은 도 8c에 도시된 바와 같이 로딩하기 위해 반대 방향(상향)으로 자체적으로 견인된다.

[0039] 도 8d에 부가로 도시된 바와 같이, 벨로우즈(260) 조립체는 그후 스프링(834)을 활성화시키기 위해 로킹 션클(815)로부터 회전 또는 병진될 수 있다. 그후, 스프링(834)은 물이 연료 카트리지(120)로 흐를 수 있는 벨로우즈(260)에 물(199)을 가압한다. 물론, 물(199)을 부가하기 위한 벨로우즈(260)로의 접근을 얻기 위해 그리고 스프링(834)을 로딩하기 위해, 다른 로킹 기구가 사용될 수 있다. 예를 들어, 로킹 핀(1138a, 1138b, 1139)이 도 11에 도시된 바와 같이 벨로우즈(260)를 고정하기 위해 사용될 수 있다. 부가적으로, 물(199)을 부가하기 위한 벨로우즈(260)로의 접근을 얻고 또한 스프링(834)을 로딩하기 위해, 미끄럼 막대(sliding rod)(1242)가 사용될 수 있다. 미끄럼 막대(1242)의 예가 도 12a에 로킹된 위치로, 또한 도 12b에 언로킹된 위치로 도시되어 있다.

[0040] 도 1 및 2에 개략적으로 도시된 바와 같이, 로킹 기구가 분리된 후, 물(199)이 연료 카트리지(120)로 전달될 준비가 된다. 도 5는 물 공급 트레이(130), 물 트레이 삽입체(531), 및 연료 카트리지(120), 및 벨로우즈 조립체(도 5에는 별도로 도시되지 않은)를 연료 카트리지(120)에 연결하는 물 경로(535)의 분해도를 도시하고 있다.

[0041] 예시적인 일 실시에서, 포켓(150)의 플런저(533)는 물을 포함하는 벨로우즈 조립체와 연료 카트리지(120)에 정렬된다. 개방 위치[물(199)이 벨로우즈로부터 연료 카트리지(120)로 흐르는]의 포켓(150) 및 플런저(533)의 상세한 도면이 도 19a에 도시되어 있으며, 또한 폐쇄 위치[물(199)이 벨로우즈로부터 연료 카트리지(120)로 흐르지 않는]의 포켓(150) 및 플런저(533)의 도면이 도 19b에 도시되어 있다. 플런저(533)는 저장 중에는 또는 사용

자가 연료 카트리지(120)를 준비하거나 또는 연료 카트리지(120)를 로딩할 동안에는, 물(199)이 벨로우즈 조립체를 떠나지 못하게 한다.

[0042] 저장, 이송 도중 및 안전부(safety)가 물-반응물 연료 반응이 시작하지 않음을 나타내는 다른 경우에, 포켓(150)의 플런저(533)는 물이 연료 카트리지로 흐를 수 없도록 그 폐쇄된 위치로 로킹될 수 있다. 이러한 상호작용은 물 공급 트레이 상에서 정지 밸브로서 작용한다. 플런저(533)를 폐쇄하는 동작은 레버, 스위치, 액추에이터, 및 전기적으로 작동되는 스위치와 같은 전기 절환 수단, 연료 전지 상에 장착된 자기 스위치 폐쇄부, 물 트레이, 및/또는 연료 카트리지와 같은 부가적인 기계적 수단에 의해 작동될 수 있다. 연료 전지 상에 장착된 자기 정지 밸브 폐쇄부의 예가 도 26a 및 26b에 개략적으로 도시되어 있다. 도 26a에서, 연료 전지(별도로 도시되지 않음)의 자석(2611)은 물 공급 트레이/연료 카트리지 조합물에 결합되며, 이것은 자기 포켓(2622)을 포함하고 있다. 자석(2611)은 포켓(2622) 상에 작용하여, 기준 화살표(W)로 도시된 바와 같이 물이 흐르는 것을 허용하는 물 경로(2633) 위로 포켓(2622)을 유지한다. 도 26b에서, 자석(2611)은 자기 포켓(2622)으로부터 멀리 이동된다(연료 전지가 물 공급 트레이/연료 카트리지 조합물로부터 분리될 때처럼). 이것은 물 경로(2633)를 통해 물의 흐름을 차단하는 물 경로(2633) 내로 포켓이 이동하는 것을 허용한다. 이 폐쇄된 위치에서, 물은 기준 화살표(B, F)로 도시된 바와 같이 오직 전방 및 후방으로만 흐를 수 있다. 물 공급 트레이 및/또는 연료 카트리지가 연료 전지에 연결될 때까지, 밸브를 작동시키고 또한 물이 가압된 물 챔버로부터 연료 카트리지 내로 이동하는 것을 방지하기 위해, 다른 기계적, 전자-기계적, 또는 자기-기계적 장치가 사용될 수도 있다. 연료 카트리지와 물 공급 트레이가 일체형 유닛으로 통합된 경우에, 절환 장치는 통합된 유닛이 연료 전지에 연결될 때까지 물 흐름을 방지하도록 사용될 수 있다. 다른 예시적인 실시에서, 정지 밸브는 적하(shipping)에 의해 간단히 로킹될 수 있으며, 또한 사용자는 카트리지를 작동시키는 정지 밸브 기구를 견인하고, 또한 반응을 시작하는 것을 허용한다.

[0043] 도 1, 2, 19a, 및 19b에서, 플런저(533)는 개방되어 있으며, 또한 물(199)은 연료 전지(110)가 전술한 바와 같이 물 공급 트레이(130)와의 위치 내로 결합 및 로킹될 때 물 경로(535)를 따라 이동하는 것이 허용된다. 물 트레이 삽입체(531)는 물 공급 트레이(130)와 일체일 수 있으며, 또는 접착제/에폭시, 초음파 접합, 물리적 압축, 가스켓, 등을 포함하는 많은 밀봉 기구를 사용하여 부착될 수 있다. 초음파 용접 비드(bead)의 예가 도면부호 572 로 도시되어 있다.

[0044] 연료 전지(110)가 물 공급 트레이(130)로부터 분리될 때, 물 흐름은, 스프링(537)이 밸브 스프링을 그 상시 폐쇄 위치(도 19b에 도시된)로 놓을 때, 정지될 것이다. 플런저(533) 및/또는 포켓(150)은 센서(들)가 연료 카트리지(120), 물 공급 트레이(130), 및 연료 전지(110)의 연결/분리를 검출하는데 사용되는 전자식으로 작동되는 밸브(들)일 수 있다. 예시적인 일 실시에서, 영구 자석은 밸브 조립체의 부분으로서 구성된다. 전기 코일 및 적절한 구동 전자기가 연료 전지(110)에 위치될 수 있으며, 이것은 현존의 연료 전지 제어 전자기와 일체일 수 있다. 부가적으로, 소형 펌프는 압력 하에서 물을 전달하는데 사용될 수도 있다. 또한, 소형 펌프는 수소 압력을 발생시킬 수 있는 물 유량의 제어를 허용한다. 제어 장치는 압력을 원하는 값으로 또는 공칭 범위 내로 제어하는데 사용될 수 있다.

[0045] 물 공급 트레이(130)로부터 연료 카트리지(120)를 빠져나오게 하는데 도움을 주는데 사용될 수 있는, 도 6c 및 도 20에 도시된, 스프링 기구(670)와 함께, 스프링 기구(497)(도 4b에 도시된)는 가스(수소) 밀봉에 요구되는 힘을 제공하기 위해 연료 전지(110)에 대해 연료 카트리지(120)를 가압하는데 사용될 수도 있다. 스프링 기구(497)는 헬리컬 또는 코일 스프링, 압축 스프링, 평탄한 스프링, 빔(beams), 등과 같은 물리적 스프링일 수 있다. 예를 들어, 스프링 기구(497)는 연료 카트리지(120)의 수소 포트(424)가 연료 전지(110)에 수소를 누설 없이 제공하도록, 연료 전지(110)에 연료 카트리지(120)를 완전히 밀봉 및 안정화시키기 위해 물리적 힘을 부여할 수 있다.

[0046] 전술한 바와 같이, 스프링(834)이 물(199)을 가압하기 위해 벨로우즈 조립체(260)와 함께 사용될 때, 시스템(100)은 순간적인 고압 스파이크(spike)가 스프링(834)의 역전-가압하는 것을 방지하기 위해 부가적인 기구를 제공한다. 상기 고압 스파이크는, 진동율(oscillating rate)로 전달되는 물 및 압력의 동요(perturbation)를 생성할 수 있다. 스프링(834)이 역전-가압되면, 더 높은 물 서어지(surge)가 의도하지 않은 탈출 압력 스파이크로 나타나는 진동 상황 및/또는 포지티브 피드백 상황으로 나타날 수 있다. 순간적인 고압 스파이크가 스프링(834)을 역전-가압하는 것을 방지하기 위해 많은 방법들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 1, 4, 및 8에 관한 이상의 개략적인 일 실시에서, 물 공급 트레이(130)의 연료 카트리지 홀더 섹션(493) 측부로 압력 스파이크를 격리시키기 위해, 체크 밸브(140)가 사용될 수 있다. 스프링(834)과 동시에 체크 밸브(140)는 압력 스파이크를 격리시키기 위해 또한 반응물 연료 물질(177)로 전달되는 물의 진동량을 제거하기 위해 압력 조절을 제공한다.

체크 밸브(140)는, 체크 밸브 및 포켓 하우징(745) 내에 별도로 위치하게 되는, 또한 연료 카트리지(120)의 부분으로서 포함되는, 물(199) 저장 및 공급부와 일체일 수 있다. 체크 밸브(140)가 반응물 연료 혼합물(177) 이전에 위치될 때, 압력의 동요가 제거될 수 있으며, 또한 균일한 체적의 물(199)이 연료 카트리지(120)의 반응물 연료 혼합물(177)로 전달될 수 있다. 일시적인 고압 스파이크가 스프링을 역전-가압하는 것을 방지하기 위한 다른 기구가, 제어된 온/오프 밸브가 진동물로 전달되는 물 및 압력의 동요를 제거하기 위해 사용될 수 있는 것처럼, 사용될 수도 있다. 사용될 수 있는 다른 장치는 블리드-오프(bleed-off) 밸브이며, 이것은 밸브에 의해 또는 연료 전지(110)를 통해 임의의 과도한 압력을 간단히 통기시킬 수 있다. 각각의 경우에서, 스프링과 조합된 체크 밸브가 물 압력 및 연료 카트리지(120)로의 유량의 동요를 제거하기 위해 사용될 수 있다.

[0047] 도 18b에 도시된 바와 같이, 물 흐름 제한 오리피스(1886)와 같은 물 흐름 제한기(water flow limiter)가, 과도한 물 흐름이 어떤 순간적인 상황에서 연료 카트리지(120)로 전달되는 것을 방지하기 위해, 사용될 수 있다. 물 흐름 제한 오리피스(1886)는 물 입력 속도의 안전 제한기로서 작용할 수 있다. 물 흐름 제한 오리피스(1886)는 수소 압력을 발생시키기 위해 반응물 연료 물질(177)과 물(199) 사이의 화학적 반응에 충분한 시간을 제공하도록, 전달되는 물의 속도를 조절할 수 있다. 물 흐름을 제한하는데 대한 실패는 과도하게 다량인 물이 연료 카트리지(120)로 전달되어 고압 스파이크로 나타나는 것을 유발시킬 수 있다. 흐름 제한 오리피스는 연료 카트리지, 물 공급 시스템, 또는 이 모두에 통합될 수 있다. 예를 들어, 도 18b에 도시된 일 실시에서, 물 오리피스(1886)는 배관(tubing) 또는 그로밋 내로 가압되는 고형(solids) 디스크의 0.007 인치 구멍일 수 있다. 튜브 연결 물 흐름 제한 오리피스의 상세한 도면이 도 9에 도시되어 있으며, 디스크 타입 물 흐름 제한 오리피스가 도 10에 도시되어 있다. 다른 실시에서, 이것은 고무 물 분포 부품들 중 하나로 직접적으로 성형될 수 있다. 도시된 실시에서, 오리피스는 이것이 배관에 직접적으로 결합되는 것을 허용하는 미늘형(barbed) 피팅의 일부로서 제조된다. 다른 실시에서, 미늘형 물 오리피스의 한쪽 측부는 부가적인 인터페이스 피팅에 대한 필요 없이 그로밋 내에 직접적으로 삽입될 수 있다.

[0048] 연료 카트리지

[0049] 도 13a, 13b, 및 14a에 부가로 상세히 도시된 바와 같이, 연료 카트리지(120)는 카트리지의 "물-반응성" 등급으로 설계된다. 즉, 연료 카트리지(120)의 반응물 연료 물질(177)은 물과의 화학적 반응을 겪는다. 이 화학적 반응은 일반적으로 수소 가스를 발생시키며, 이것은 전기를 발생시키기 위해 연료 전지(110)에서 산소 또는 다른 산화제와 조합된다.

[0050] 예시적인 일 실시에서, 연료 카트리지(120)는, 물-반응성 연료 물질(177)(분말) 및 플라스틱 상부 캡(1327)을 포함하는, 얇은 벽으로 이루어진 금속 캐니스터(1426)를 사용하여 구성된다. 금속 캐니스터(1426)는 물 공급 트레이(130)와 함께 통상적인 취급 및 사용을 위한 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 금속 캐니스터(1426)는 일부가 도 13a, 13b, 및 14a에 도시된 51 mm 직경과 같은 40 내지 60mm 사이의 직경의 범위를 갖는 원형일 수 있다. 캐니스터(1426)는 일부가 도 13a, 13b, 및 14a에 도시된 19 mm 높이와 같은 10 내지 30 mm 사이의 높이의 범위를 갖도록 제조될 수 있다. 캐니스터(1426)는 충격(impact) 압출된 알루미늄으로 제조될 수 있으며, 또한 예를 들어 금속, 폴리머, 또는 에폭시와 같은 다른 물질로 도금될 수 있다. 플라스틱 상부 캡(1327)은 캐니스터(1426)를 밀봉하는데 사용될 수 있다. 단단한 벽으로 이루어진, 가요성 벽으로 이루어진, 모두 플라스틱, 모두 금속과 같은 다른 물질의 캡 및 캐니스터는 물 또는 상이한 용액이 사용되는지의 여부에 따라, 연료 캐니스터 및/또는 캡이 재-사용되는지의 여부에 따라, 사용된 물-반응성 연료 물질의 타입에 기초하여 사용될 수 있으며 또한 선택될 수 있다.

[0051] 도 15c 및 15d에 도시된 바와 같이, 오버몰드형 먼 밀봉 가스켓(1537)은 서로 평행한 2개의 표면을 밀봉하도록 작용한다. 흔히, 고무 물질을 분사할 때, 분사 장치는 분사의 지점(1555)에 거친 표면 또는 여분의 물질을 남길 수 있다. 여분의 물질[플래시(flash)로 지칭되는]은 2개의 도구가 함께 합쳐지는 장소에 남겨질 수 있다. 청구된 발명의 오버몰드형 먼 밀봉 가스켓(1537)은 오버-몰드의 분사 지점이 밀봉 표면 이외의 표면 상에 있는 것을 허용하도록 구성된다. 즉, 고무의 분사 지점(1555)은 캡(1527) 및 수소 출력의 경로(1588)인 밀봉 지점(1566, 1567)으로부터 치우치게 된다. 제조 도중에, 분사 고무는 먼저 오버몰드형 먼 밀봉부(1537)의 수평 계곡(valley)을 채우고, 또한 그후 수소 밀봉부(1566)에 플래시가 없는 지점을 형성하도록 위로 흐른다. 그 결과는 매끄러운 수소 밀봉 표면이다. 밀봉 표면은 수소 출력 포트(1588)를 포함하여 나트륨 규소화물 카트리지 I/O 포트 및 연료 전지 I/O 포트를 포함하지만, 그러나 이에 제한되지 않는다. 먼 밀봉 가스켓(1537)은 수소 가스 또는 다른 유체의 방사방향 누설을 방지한다. 오버몰드형 설계는 단일 캡 부품(도 5d에 도시된 바와 같이)을 제공



하며, 이것은 비용을 절감시킨다.

- [0052] 도 13a, 13b, 및 14a로 돌아가서, 예시적인 일 실시에서, 캐니스터(1426)는 기계적 크립프에 의해 캡(1327)에 연결될 수 있다. 플라스틱 상부 캡(1327)은 도 16에 도시된 바와 같이 크립핑 도구(1606)를 사용하여 연료 카트리지(120)를 밀봉하도록 크립핑될 수 있다. 크립핑 도구(1606)는 도 16b에 도시된 바와 같이 연료 카트리지(120)의 구성 시 롤오버 크립프를 제조하는데 사용된다. 이 예에서, 연료 카트리지(120) 본체는 금속 캐니스터(1426) 및 캡(1327)을 포함한다. 프레스 크립핑 도구(1606)를 통해 캐니스터 및 캡 상에 직접적으로 하방으로 압력을 적용함으로써, 캐니스터(146)의 벽은 캡(1327)의 상부로 롤오버된다. 이것은 매우 강건한 캡 제한 기구를 제공하면서, 매우 얇은 벽으로 이루어진 연료 카트리지의 사용을 가능하게 한다. 이 기술 및 구성은 롤오버 카트리지 크립프를 생성하기 위해 급속한 수직 압축을 사용하여 높은 용적 생산으로 용이하게 제조될 수 있다.
- [0053] 도 13a 및 13b에 도시된 바와 같이, 대안적으로(또는 조합으로), 또한 연료 카트리지(120)는 캡(1327)을 캐니스터(1426)에 고정하기 위해 밀봉 나사(1313) 및 나사형 PEM 스탠드오프(standoff)(1314) 조합을 포함할 수 있다. 나사/스탠드오프 조합은 캡의 내측 또는 외측에 연결될 수 있다. 나사/스탠드오프 접근방법은 재사용 가능한 캡(1327) 및 캐니스터(1426)를 허용하지만, 크립프 연결은 저중량, 저비용, 및 폐기성(disposability)을 허용한다. 물론, 접착제, 에폭시, 용접, 볼트, 클립, 브래킷, 앵커, 등과 같은 다른 타입의 접합 기구 및 고정구(fastener)가 사용될 수도 있다. 또한, 연료 카트리지(120)는 이것이 연료 전지(110)에 사용되기 전에 수소(188)를 여과하는데 사용될 수 있는 여과 조립체(1359)를 포함할 수 있다.
- [0054] 도 13a 및 13b에 도시된 바와 같이, 연료 카트리지(120)와 연료 전지(110) 사이의 밸브는 카트리지 밸브(1328)로서 지칭된다. 캡(1327)에 일체로 장착된 카트리지 밸브의 다른 예가 도 17에 도시되어 있다. 도시된 실시에서, 플라스틱 캡(1327)의 오리피스(1328)는 제조하기에 간단한 패키지로 카트리지 밸브의 코어 기능(즉, 수소 흐름 제어)을 제공한다. 카트리지 밸브(1328)는, O-링을 1.5 mm의 거리로 압축하기 위해 예를 들어 약 20 N까지의 압축력을 사용하는, 오리피스 주위의 O-링 타입 압축 피팅을 포함할 수 있다.
- [0055] 일부 예시적인 실시에서, 연료 카트리지(120)는 2개의 밀봉된 위치를 가질 수 있으며, 거기에서 하나의 밀봉 위치[카트리지 밸브(1328)]는 수소(188)가 연료 카트리지(120)로부터 연료 전지(110)로 흐르는 것을 허용하며, 또한 다른 밀봉 위치[니들 밸브(1329)]는 물(199)이 연료 카트리지(120) 내로 삽입되는 것을 허용한다. 도 21a에, 니들 밸브(1329)의 사시도가 도시되어 있다. 또한, 도 21b에 니들 밸브(1329)의 상세한 횡단면도가 도시되어 있다. 니들 밸브(1329)는 스포츠 볼 그로밋의 기능선(functional line)을 따라 구성될 수 있다. 물 밀봉 장치로서, 니들 밸브(1329)는 물, 액체, 또는 다른 용액이 니들 또는 다른 관통 소스를 통해 캐니스터(1426) 내로 삽입되는 것을 허용한다. 니들 또는 관통 소스의 제거에 따라, 액체는 빠져나가지 않을 것이며, 또는 그렇지 않은 경우 연료 카트리지(120)로부터 흐를 것이다. 하나 또는 그 이상의 예시적인 실시에서, 실리콘 그로밋이 니들 밸브(1329)로서 사용되며, 또한 물 공급 트레이 니들(682)의 삽입으로 개방된다. 물 공급 트레이(130)로부터 연료 카트리지(120)의 제거에 따라, 물 공급 트레이 니들(682)이 연료 카트리지(120)로부터 제거되며, 또한 밀봉부를 형성하기 위해 실리콘 그로밋이 자체-폐쇄된다.
- [0056] 니들 밸브(1329)는 많은 상이한 경도(hardness) 사양 및 치수로 실리콘, 또는 다른 고무로 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 13a, 13b, 21a, 및 21b에 도시된 니들 밸브(1329)는 1/16 인치 내경 니들 입구 지점(2158)을 구비한 실리콘 그로밋이다. 이것은 22개의 게이지 니들이 밸브(1329)에 들어가는 것을 허용한다. 또한, 니들 밸브의 높이 및 폭은 캐니스터(1426), 연료 트레이(130), 물 공급 트레이 니들(682), 및 다른 부품의 크기에 기초하여 변할 수도 있다. 예를 들어, 도 13a, 13b, 21a, 및 21b에 도시된 니들 밸브(1329)는, 캐니스터(1426)의 외측으로 3/16 인치 연장하는, 5/16 인치 높이를 구비한 실리콘 그로밋이다. 유사하게, 물 분포 지점(2157)은 따라서 크기 및 사양이 변할 수 있다. 물 분포 지점(2157)은 반응 공급 튜브(도 21a 및 21b에는 도시되지 않은)가 반응을 시작하기 위해 물을 반응물 연료 물질에 전달하도록 부착된다. 또한, 물 분포 지점(2157)은 물이 니들 밸브를 통해 곧바로 이동할 수 있거나(도 21a 및 도 21b에 도시된 바와 같이) 또는 각도를 이루어 통과할 수 있도록(도 13a 및 도 13c에 도시된 바와 같이), 크기 및 기하학적 형상을 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 도 13c에서, 니들 밸브(1329)는 물이 캐니스터(1426) 내로 90°의 각도로 그로밋으로부터 나올 동안 물 공급 트레이(130)로부터의 물(199)이 캐니스터 내로 수직으로 이동하는 그로밋을 사용한다. 도 13c에 도시된 각진 니들 밸브는 낮은 윤곽(low-profile)의 캐니스터 설계를 촉진시킨다.
- [0057] 도 23a에 도시된 바와 같이, 부가적인 유체 격리를 위하여, 실리콘 시트(2353)가 니들 밸브(1329)의 상부 상에 부가될 수 있다. 실리콘 시트(2353)는 물 공급 트레이 니들(도 23에는 별도로 도시되지 않은)의 가장자리로부터 임의의 액체 액적을 수집한다. 유체 격리의 이러한 부가적인 측정은 액적을 떨어뜨릴 수 있는 높은 pH를 갖는

액체에 대해 보호하도록 작용할 수 있다. 물 공급 트레이 니들은 때로는 그로부터 나오는 액적 또는 잔류 스프레이를 가질 수 있다. 실리콘 시트(2353) 구조는 물 공급 트레이 니들의 제거 시 임의의 액체의 포착을 위한 공극(2354) 용적을 생성한다. 실리콘 시트(2353)로부터 견인되고 및 늘어나며, 또한 공극 공간을 생성하는 물 공급 트레이 니들(682)의 도면이 도 23b에 도시되어 있다. 실리콘 시트(2353)의 저면도가 도 23c에 도시되어 있다. 부가적으로, 니들 밸브는 단일의 부품으로 니들 밸브(1329) 및 실리콘 시트(2353) 모두의 기능을 수행하도록 제조될 수 있다.

[0058] 도 18a에 도시된 바와 같이, 반응 공급 튜브(1883)는 연료 카트리지가 내로 삽입되며, 또한 연료 카트리지(120)를 통해 물(199)을 분포하도록 물 분포 지점(2157)에 연결된다. 예시적인 일 실시에서, 실리콘이 반응 공급 튜브(1882)로서 사용되며, 또한 작은 구멍(1884a, 1884b, 1884c)이 물 분산을 위해 사용된다. 단단한 배관의 작은 구멍(1884a, 1884b, 1884c)은 연료 카트리지(120)에서 반응의 부산물로 인해 막히는 경향을 가질 수 있다. 구멍(1884a, 1884b, 1884c)은 정밀-천공, 성형, 또는 정밀 펀칭될 수 있다. 예시적인 일 실시에서, 실리콘 반응 공급 튜브의 구멍들은 배관의 가요성으로 인해 방해물 둘레에서 자체-확장할 것이다.

[0059] 도 18b에 도시된 예시적인 일 실시에서, T-피팅(1884)이 반응 공급 튜브(1883)를 물 분포 지점(2157)에 연결하는데 사용될 수 있다. T-피팅(1884)은 반응 공급 튜브(1883)의 급속한 수공-조립(hand-assembly)을 허용하며, 또한 반응 공급 튜브의 주문제작(customization) 및 반응물 연료 물질에 물의 전달을 허용한다. 도 18a의 반응 공급 튜브(1883)의 경우처럼, T-피팅(1884)을 사용하는 유사한 실리콘(또는 다른 가요성) 배관은 균일성, 속도, 및 반응 공급 튜브에 의해 반응물 연료 물질에 분포된 물의 양을 제어하기 위해 구멍 또는 일련의 구멍들을 사용할 수 있다. 예를 들어, 구멍은 광범위한 크기 및 위치로 제조될 수 있다. T-피팅(1884)은 사용자 정의(custom) 성형 없이 실리콘 또는 다른 가요성 배관의 사용을 허용한다. 또한, T-피팅(1884)은 배관이 제어된 영역에 머무르는 것을 허용한다. T-피팅이 없다면, 반응 공급 튜브(1883)의 배관은 캐니스터(1426)의 벽을 향해 빠져나가려는 경향을 갖는다. 물이 이러한 구성을 사용하여 반응물 연료 물질로 전달된다면, 물은 캐니스터 벽 근처의 영역에 풀(pool)을 형성할 수 있으며, 또한 모든 반응물 연료 물질에 도달하지 않는다. T-피팅은 배관이 접착제, 다른 기계적 지지체, 또는 사용자 정의 성형된 부품의 필요 없이 벽을 유지하는 것을 허용하며, 또한 반응물 연료 물질에 물의 균일한 분포를 제공한다. 그러나, 이들 다른 지지체도 또한 사용될 수 있다.

[0060] 연료 카트리지(120)는, 연료 전지(110)가 물 공급 트레이(130)에 부착될 때때번(또는 연료 카트리지가 물 공급 트레이로부터 분리된 물리적 장치가 아닌 이들 물 반응성 수소 연료 전지 전력 시스템에서 물 공급 트레이와 연료 카트리지의 통합된 조합물에 부착될 때마다), 물이 연료 카트리지의 상이한 부분에 제공되고, 그에 따라 소비되지 않은 반응물 연료 물질과 반응하도록 분할될 수 있다. 예를 들어, 도 24a에 도시된 바와 같이 또한 연료 카트리지에 관해 하기에 논의되는 바와 같이, 하나의 예시적인 연료 카트리지(2420)가 다수의 섹션(2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426)으로 분할될 수 있으며, 그 내부에 반응물 연료 물질이 제공될 수 있다. 명료함 및 간결함을 위해, 도 24a에는 6개의 섹션(2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426)이 도시되어 있지만, 그러나 연료 카트리지(2420)는 예를 들어 10개의 섹션과 같은 섹션의 임의의 개수 및 구성을 포함할 수 있다. 섹션들은 도 24a에 도시된 바와 같이 각각의 섹션으로부터 분리된 분할 벽(2460)을 구비하여 방사방향으로 배향될 수 있으며, 또는 이를 구비한 다른 구성에서 반응물 연료 물질의 분리된 부분으로 배향될 수 있다. 도 24a에 도시된 예시적인 구성에서, 또한 연료 카트리지(2420)는 물이 전달되는 연료 카트리지의 섹션을 선택하는데 사용되는 회전 가능한 액추에이터 매니폴드(2450)를 포함한다. 연료 전지(110)가 물 공급 트레이와 연료 카트리지 조합물에 부착될 때마다, 회전 가능한 액추에이터 매니폴드(2450)가 니들[예를 들어, 도 6d에 도시된 바와 같이 물 공급 트레이 니들(682)과 같은]과 결합한다. 부착 시, 물 공급 트레이 니들(도 24a에는 도시되지 않은)은 액추에이터 휘일 간극(2470)이 연료 카트리지의 "다음" 섹션으로 회전하기 위해 회전 가능한 액추에이터 휘일(2350)이 단계적으로 회전하도록 유발시킨다. 예를 들어, 도 24a는 연료 카트리지(2420)의 섹션(2424)으로의 접근을 제공하는 간극(2470)을 도시하고 있다.

[0061] 사용 시, 물(199)은 도 6d에 부가로 도시된 바와 같이 공급 트레이(130)로부터 물 경로(535)를 통해 흐른다. 물(199)은 물 공급 트레이 니들(682)을 통해 연료 카트리지(120)에 들어간다. 도 24a에 부가적으로 도시된 바와 같이, 물은 간극(2470)을 통해 연료 카트리지(2420)의 그 섹션(2424)에 제공된 반응물 연료 물질에 분포된다. 반응이 발생하고 연료 전지(110)가 장치에 전력을 제공하는데 사용된 후, 연료 전지(110)는 물 트레이/연료 카트리지 조합물로부터 제거될 수 있다.

[0062] 섹션화된 연료 카트리지(2420)에 의해, 물-반응성 수소-연료형 전력 시스템(100)이 여러번 재사용될 수 있다[예를 들어, 그 횟수는 연료 카트리지(2420)의 섹션의 개수에 대응할 수 있다]. 차후에 시스템(100)을 재-사용할 때, 연료 전지(110)가 물 트레이/연료 카트리지 조합물에 재연결된다. 재-부착 시, 물 공급 트레이 니들(682)

(도 6d에 도시된)은, 도 24b에 부가로 도시된 바와 같이 간극(2470)을 회전시키고 또한 상기 간극이 섹션(2424)으로부터 섹션(2425)으로 이동하도록 유발시키는, 회전 가능한 액추에이터 매니폴드(2450)와 결합한다. 간극(2470)을 섹션(2425)으로 회전시킴으로써, 이제 물은 연료 카트리지(2420)의 그 섹션(2425)에 제공된 반응물 연료 물질로 전달될 수 있다. 물론, 이러한 과정은 연료 전지(110)가 장치에 전력을 충전 및/또는 제공하는데 재사용될 때 여러번 반복될 수 있다.

[0063] 마찬가지로, 물을 연료 카트리지의 상이한 섹션으로 전달하기 위한 대안적인 기술이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 물 전달은 물을 니들로부터 개별적인 섹션으로 전달하기 위해 상이한 물 튜브를 선택함으로써 영향을 받을 수 있다. 도 25a에 부가로 도시된 바와 같이, 회전 가능한 액추에이터 매니폴드(2450)는 선택될 수 있는 복수의 포트(2571, 2572, 2573)를 포함할 수 있으며, 또한 물 공급 트레이로부터의 물(199)은 상이한 물 튜브(별도로 도시되지 않은)로 또한 궁극적으로 연료 카트리지의 상이한 섹션으로 지향될 수 있다. 매니폴드(2450)를 회전시켜 적절한 튜브를 선택하기 위해, 회전 유도 클립(2585)이 사용될 수 있다. 도 25b에 부가로 도시된 바와 같이, 클립(2585)의 일방향(one-way) 회전은 도 25b의 회전 유도 클립(2585)상의 톱니(teeth)(2586)와 같은, 방향성 톱니 또는 핀(fin)을 사용하여 매니폴드(2450)의 일방향 회전을 부여한다. 위에 개략적으로 서술한 바와 같이, 매니폴드의 회전은 시스템이 사용되는 환경 및 특별한 적용에 따라 기계적으로, 전기적으로, 자기적으로, 등으로 유도될 수 있다.

[0064] 도 14b에 도시된 바와 같이, 예시적인 일 실시에서, 반응물 유지 스크린(1447)은 두 반응물 연료 물질(177)이 이동 및/또는 함께 모이는 것(clumping)을 방지하고, 또한 고점도 규산염 버블의 핵형성(nucleation)을 방지하기 위해 실시될 수 있다. 연료 카트리지(120)가 그 측부에 놓이거나 또는 거꾸로 놓일 동안 시스템(100)이 작동된다면, 물 공급 트레이(130)는 반응물 연료 물질(177)에 물 흐름을 부가하지 않을 수 있다. 유지 스크린(1447)은 분말을 캐니스터(1426) 내에 근접하여 유지시킨다. 일 예에서, 성형된 유지 스크린(1447)은 캐니스터(1426)의 벽의 내경 보다 미세하게 큰 직경으로 제조될 수 있다. 유지 스크린(1447)은 반응물 연료 물질(177)의 상부 상으로 가압될 수 있으며, 그에 따라 연료 카트리지의 물 분포 지점 근처로 또는 물 배관(1883)(도 18a 및 18b에 도시된) 하에서 분말을 통합(consolidate)시켜서, 물 분포의 위치에 근접하여 반응물 연료 물질의 균일한 분포로 나타난다. 이러한 구성은, 반응물 연료 물질이 캐니스터(1426)를 통해 불-균일한 형태로 분포되는 경우보다, 더욱 균일한 반응을 제공할 것이다.

[0065] 부가적으로, 위에 개략적으로 서술한 바와 같이, 예시적인 일 실시에서, 물 제한 오리피스(1886)가 물 분포 지점(2157)과 반응 공급 튜브(1883) 사이에 제공될 수 있다. 다른 예에서, 물 제한 오리피스는 니들 밸브(1329)에 직접적으로 또는 반응 공급 튜브(1883)에 직접적으로 형성될 수 있다. 물 제한 오리피스(1886)는, 반응의 시작시에 또는 연료 카트리지 파손(breach)의 경우에, 과도한 물을 회피하도록 물 흐름을 제한하는 크기를 가질 수 있다. 연료 카트리지 파손시에, 스프링 압력에 대응하기 위해 수소 배압(back pressure)이 발생되지 않으며, 이것은 연료 카트리지로 전달되는 매우 큰 양의 물을 초래하며, 이것은 다시 매우 높은 레벨의 수소 흐름을 생성한다.

[0066] 여기에 도시된 수소 "밸브 없는(valve-less)" 구성에서, 연료 카트리지와 연료 전지 사이에는 전통적인 밸브가 사용되지 않는다. 연료 전지(110), 연료 카트리지(120), 및 물 공급 트레이(130)가 연결될 때 수소가 발생되며, 그에 따라 이런 밸브에 대한 필요성을 제거한다. 오히려, 전술한 바와 같이, 기체형 수소의 저장을 위해 상시 폐쇄된 밸브에 대한 필요 없이 연료 카트리지와 연료 전지 사이에 간단한 O-링, 먼-밀봉, 또는 다른 간단한 밀봉 기구가 사용될 수 있다. 물-반응성 연료 전지 카트리지 조절형 안전 요구사항은 상당한(만일 존재한다면) 수소 발생 없이 침수(water immersion) 테스트를 통과할 것을 요구한다. 분리막(separator membrane)은, 물이 수소 출력 오리피스를 통해 물 반응성인 연료 카트리지 물질 내로 역-확산(back-diffusion)을 못하게 하기 위해, 사용될 수 있다. 카트리지 밸브는, 이것이 물 공급 트레이 및 연료 전지에 연결되지 않을 때, 카트리지 내로 물의 유입을 방지하도록 폐쇄된다.

[0067] 예를 들어, 일 실시에서, 수소 분리막은 연료 카트리지 캡에 열-적층될(heat-stacked)될 수 있다. 예시적인 일 실시에서, 수소 분리막은 수소 순도를 보장하기 위해 세정기(scrubber)를 포함한다. 도 15a 및 15b에 도시된 바와 같이, 캡은 부가적인 분리 및 여과 능력을 제공하기 위해, 캡 내에 수소 경로(도 15a) 및 미로(도 15b)를 포함할 수 있다. 예를 들어, CuO 가 사용될 수 있다. 또한, 존재할 수도 있는 잠재적인 오염물의 타입 및 양에 따라, 부가적인 세정 물질이 경로에 사용될 수 있다. 세정기 및 분리막은 고순도 수소 가스가 연료 전지에 전달되는 것을 보장하도록 선택될 수 있다. 예시적인 일 실시에서, 필터 베드 위에 긴 경로-길이를 제공하기 위해, 세정기와 막 분리기 사이에 시트가 사용된다.

[0068] 연료 전지는 전형적으로, 수소 유량이 전기 전류 출력에 의해 결정되는, 주어진 압력에서 작동한다. 위에 개략적으로 서술한 바와 같이 또는 도 13a 및 13b에 도시된 바와 같이, 연료 카트리지(120)와 연료 전지(110) 사이의 카트리지 밸브(1328)는 수소 흐름 제한 오리피스로서 작용할 수 있는 수소 오리피스이다. 즉, 상부 캡의 흐름-제한 오리피스는 연료 전지로의 수소 흐름(압력)을 설정 또는 조절하는데 사용될 수 있다. 발생된 수소 흐름은 수소 오리피스 크기 및 발생된 수소 압력에 의해 결정되며, 이것은 전달된 물 압력(반응물 연료 전지로)에 의해 결정된다. 청구된 발명에서, 연료 전지는 발생된 수소 흐름을 동적으로(dynamically) 조정한다. 연료 전지는 수소가 유용하다면 연료 소비를 증가시키며, 또한 유용하지 않다면 일정한 부하로 배터리(연료 전지의)를 충전 또는 방전함으로써 소비를 감소시킨다. 카트리지 밸브(수소 오리피스) 및 물 공급 시스템 스프링에 의해 발생된 압력은 연료 전지가 예측 가능한 전류로 작동할 수 있게 하는 최적의 흐름 범위로 수소 흐름을 설정하는데 사용된다. 이 상태에서, 청구된 발명의 수소 연료 전지는 수소 연료 전지가 전형적으로 전기 전압 소스와 유사한 이전의 시스템과는 달리 전기 전류-소스와 유사하다. 대안적으로, 수소 오리피스는 최대 흐름을 간단히 설정하는데 사용될 수 있으며, 또한 카트리지는 발생된 압력 및 오리피스 크기에 의해 결정된 바와 같이 흐름을 최대 레벨 아래로 자체-조절할 것이다. 연료 전지가 최대 레벨 보다 적게 소비하고 있고 또한 내부 연료 전지 압력을 축적하는 밸브를 포함하고 있다면(연료 전지 시스템에서는 공통인 바와 같이), 연료 전지 카트리지는 일정한 공칭 압력을 자체 조절 및 유지할 것이며, 또한 연료 전지에 의해 요구되는 수소의 양만 발생시킨다.

[0069] 위에 개략적으로 서술한 바와 같이, 연료 카트리지는 반응물 연료 물질로서 나트륨 규소화물 분말을 사용할 수 있다. 예를 들어, 30 g 연료 카트리지는 4 g 의 나트륨 규소화물 분말을 포함할 수 있다. 약 10 ml 의 물은 약 4 리터의 수소 가스를 생산하기 위해 이 에너지-이송 반응물 연료 물질과 혼합되어, 약 4 와트 시(watt hour)의 연료 전지로부터의 에너지 출력으로 나타난다. 연료 카트리지는 방수성이며, 2년의 최소 보존 가능 기간을 가지며, 70℃ 까지의 온도로 저장될 수 있으며, 또한 연료 전지(110)에 사용되는 수소 가스를 발생시키기 위해 약 0℃ 내지 40℃의 작동 온도로 사용될 수 있다.

#### [0070] 연료 전지

[0071] 위에 개략적으로 서술한 바와 같이, 청구된 시스템은 수소를 발생시키기 위해 예를 들어 나트륨 규소화물과 같은 반응을 연료 물질 및 물을 사용하는 물-반응성 연료 전지를 통합하고 있다. 청구된 발명에 따른 하나의 예시적인 연료 전지는 5 V, 500 mA 입력 및 5V, 1000 mA 출력을 위해 정격인 4개의 폴리머 전해질 막(PEM) 1000 mAh 전지 연료 전지 스택을 포함한다. 청구된 발명에 따른 하나의 예시적인 연료 전지는 Li-이온 1600 mAh 내부 버퍼(buffer)를 포함하며, 또한 마이크로 USB 충전 입력 포트 및 USB-A 충전 출력 포트를 사용한다.

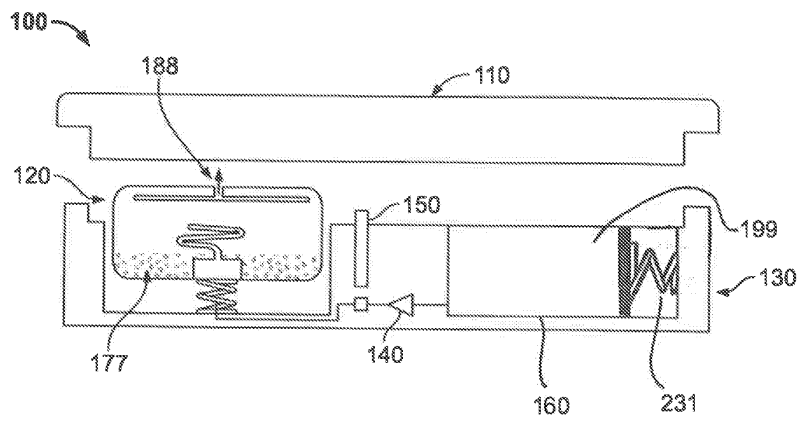
[0072] 청구된 발명에 따른 하나의 예시적인 연료 전지는 2.5 W 의 정격 입력(내부 버퍼의 마이크로 USB 충전) 및 2.5 W(연료 전지 모드) 및 5.0 W(내부 버퍼/배터리 모드)의 전체 정격 출력을 갖는다. 청구된 발명에 따른 하나의 예시적인 연료 전지는 5.9 Wh(1600 mAh, 3.7 V)의 내부 버퍼(배터리) 용량을 포함한다. 청구된 발명에 따른 하나의 예시적인 연료 전지는 66 mm(폭) × 128 mm(길이) × 42mm(높이)와 또한 약 175g(물 공급 트레이가 없는) 및 약 240g(물 공급 트레이가 있는)의 중량의 대략적인 치수를 가지므로 콤팩트하며 또한 휴대 가능하다.

[0073] 따라서, 본 발명의 기본적인 개념을 서술하였지만, 당업자에게는 오히려 위의 상세한 서술은 단지 예로서 제시 되었으며 또한 제한하는 것으로 의도되지 않음이 명백할 것이다. 전술한 실시예 및 실시와 함께, 또한 본 발명은 이들 내의 다양한 조합 및 부속조합(subcombination) 뿐만 아니라 개별적인 부품들 및 방법들에 관한 것이다. 또한, 여기에 명료하게 언급되지는 않았지만, 당업자에 의해 다양한 변경, 개선, 및 수정이 발생할 것이다. 이들 변경, 개선, 및 수정은 이에 의해 제한된 것으로 의도되며, 또한 본 발명의 사상 및 범위 내에 있는 것으로 의도된다. 부가적으로, 공정 요소 또는 시퀀스, 또는 숫자, 문자, 또는 그 다른 표시의 사용의 나열된 순서는 청구된 공정을 청구범위에 특정화될 수 있는 것을 제외한 임의의 순서로 제한하지 않는 것으로 의도된다. 따라서, 본 발명은 하기의 청구범위 및 그 균등물에 의해서만 제한된다.

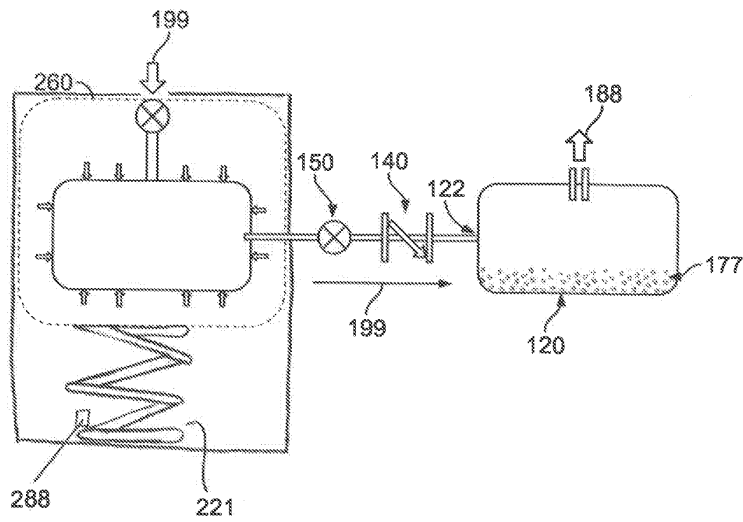


도면

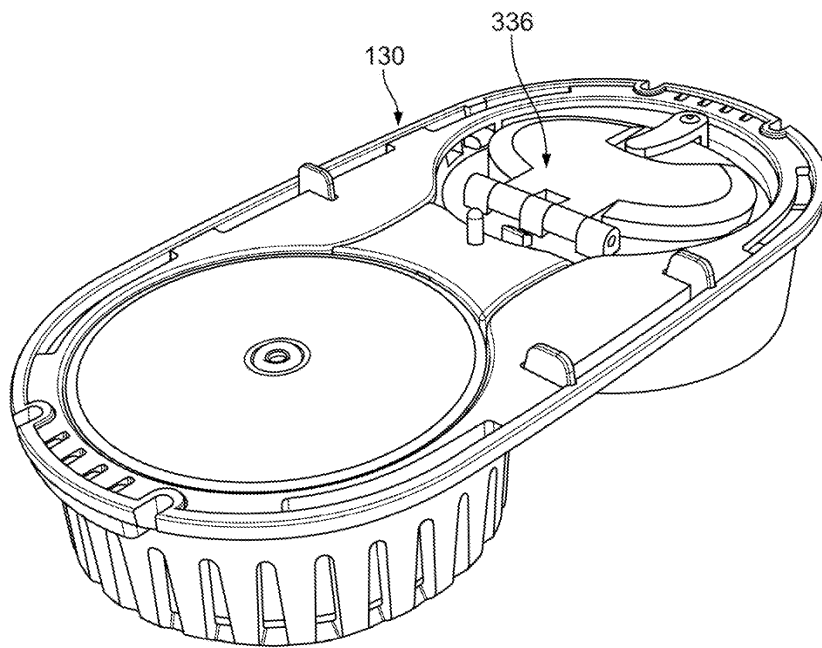
도면1



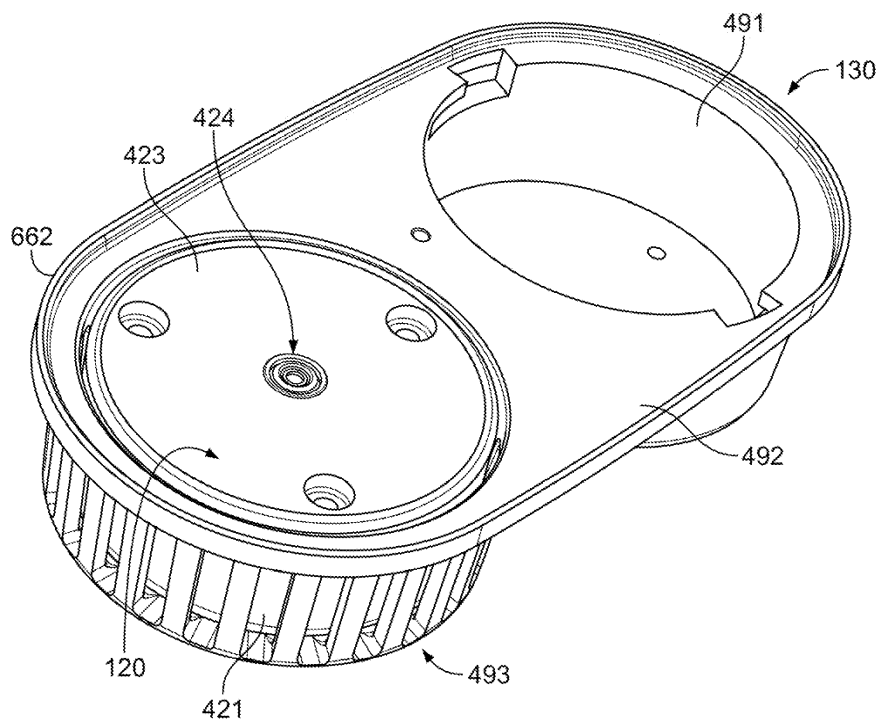
도면2



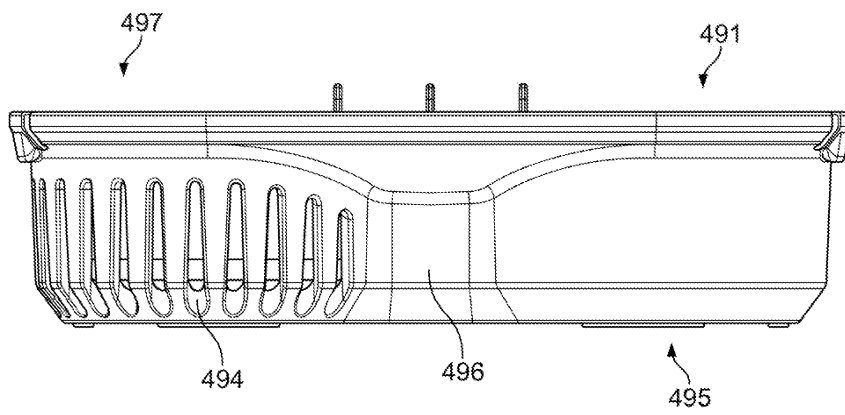
도면3



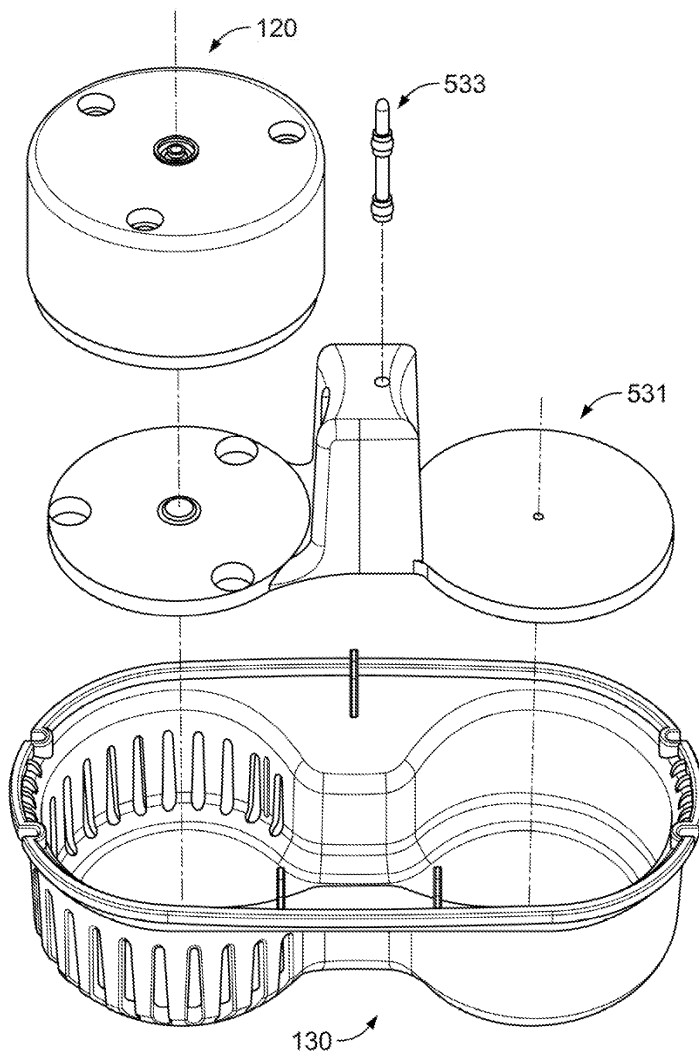
도면4a



도면4b

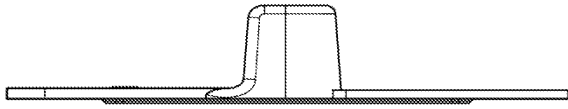


도면5a

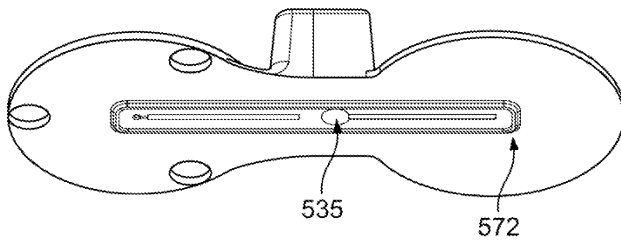




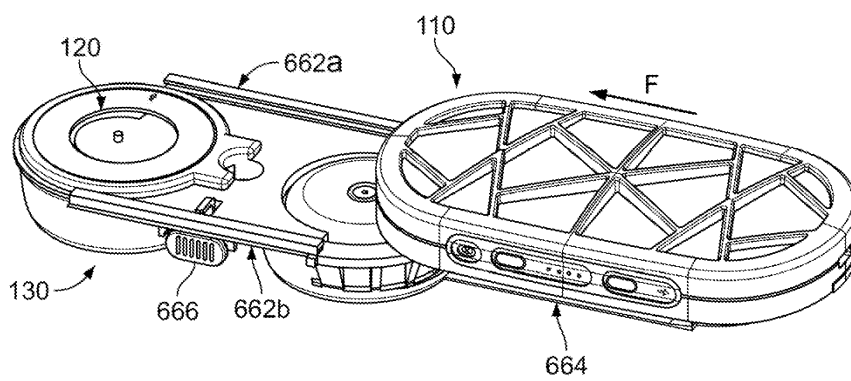
도면5b



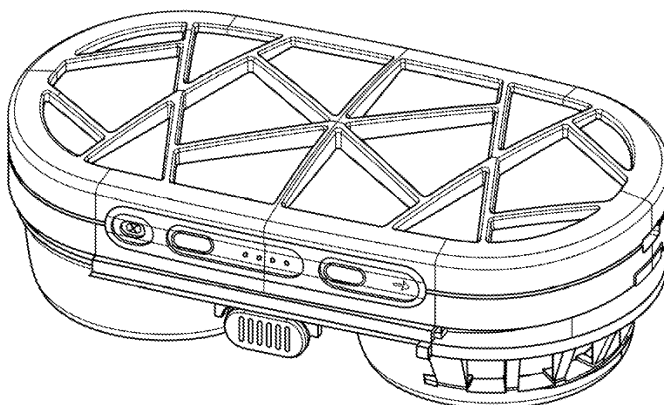
도면5c



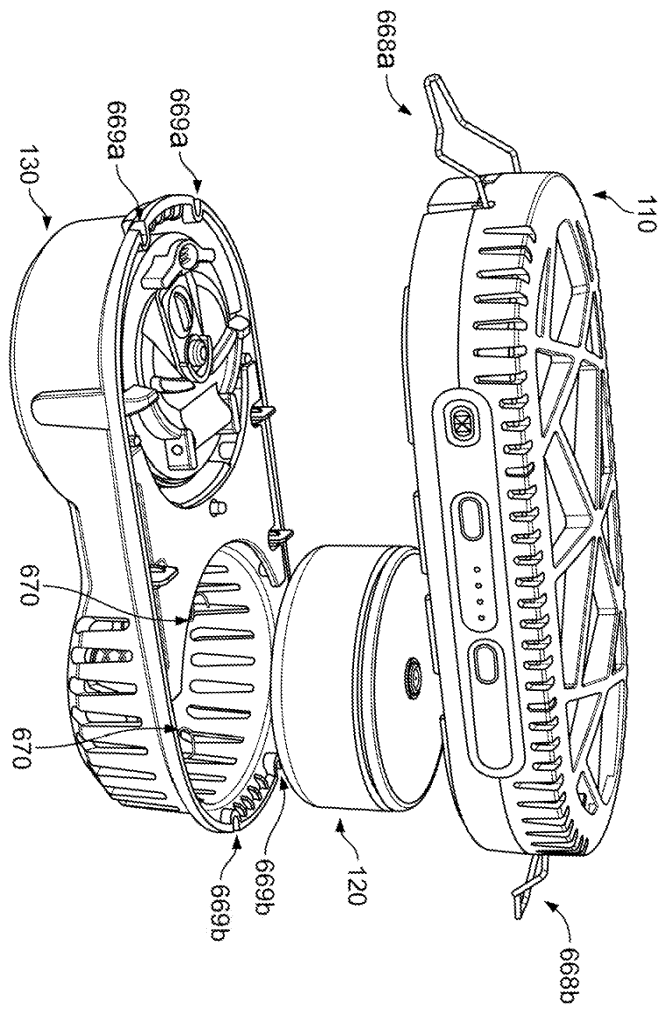
도면6a



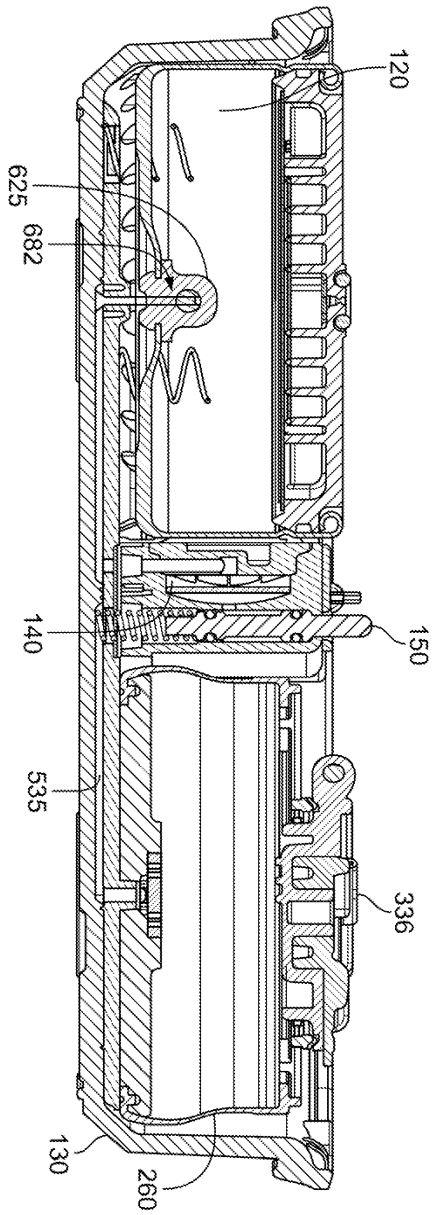
도면6b



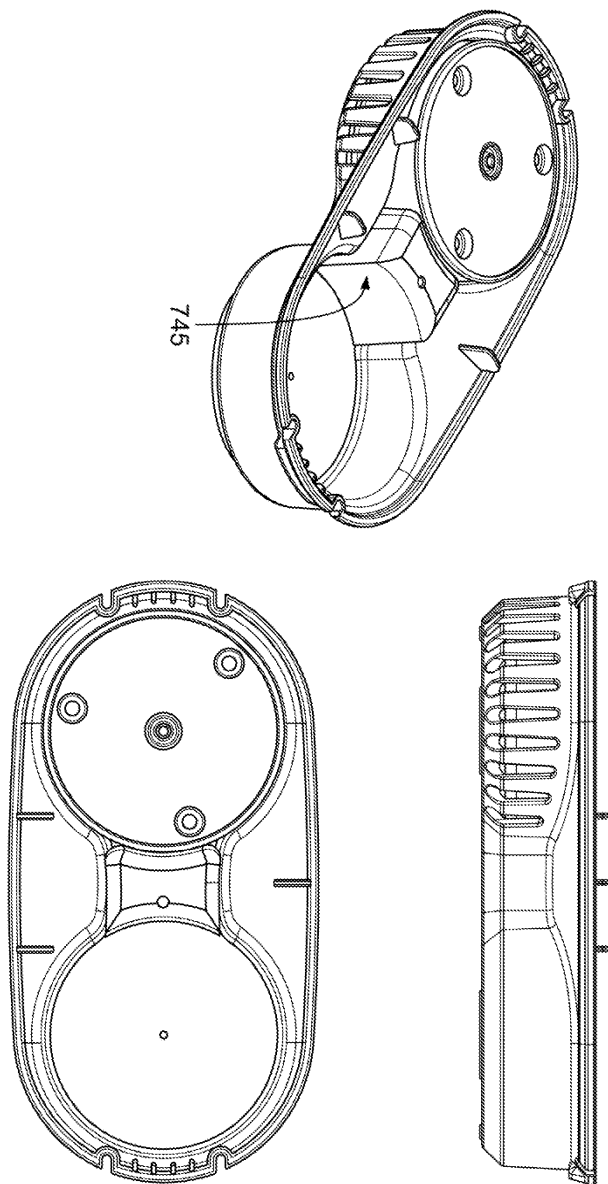
도면6c



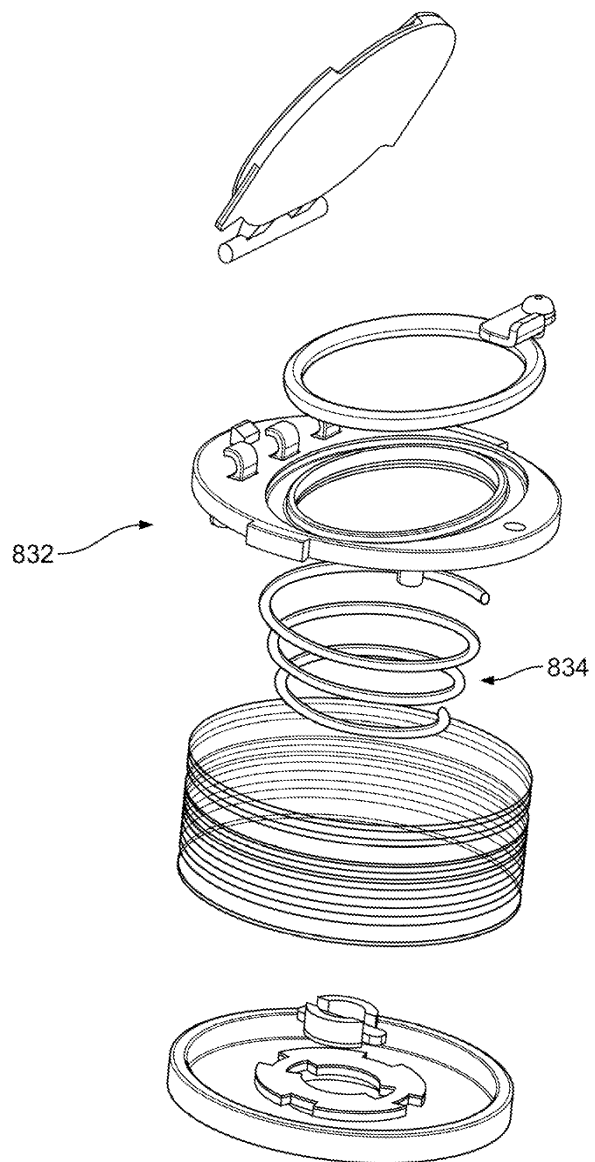
도면6d



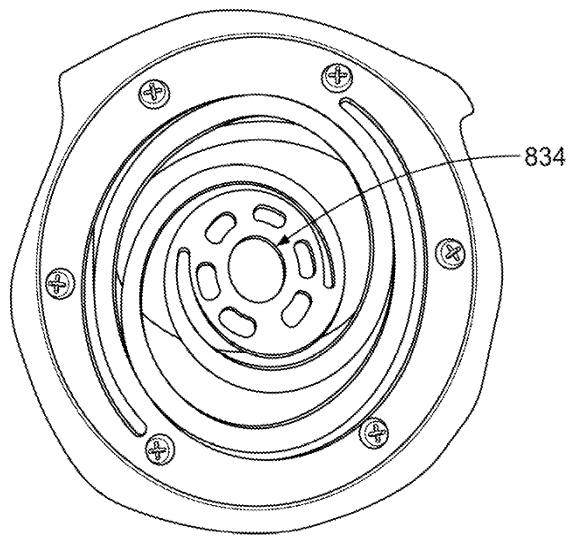
도면7



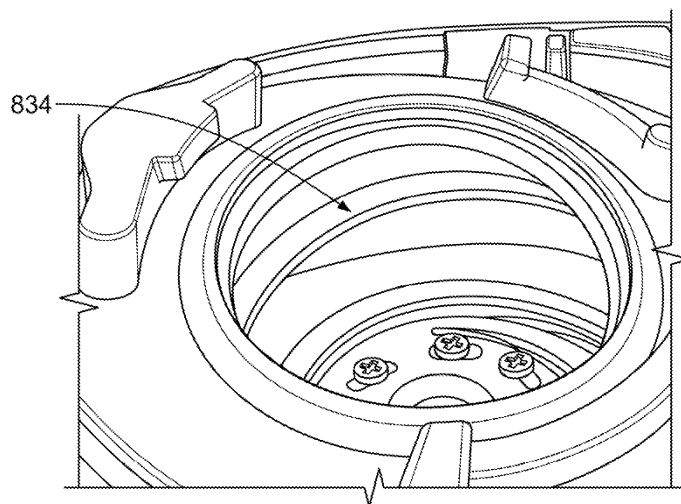
도면8a



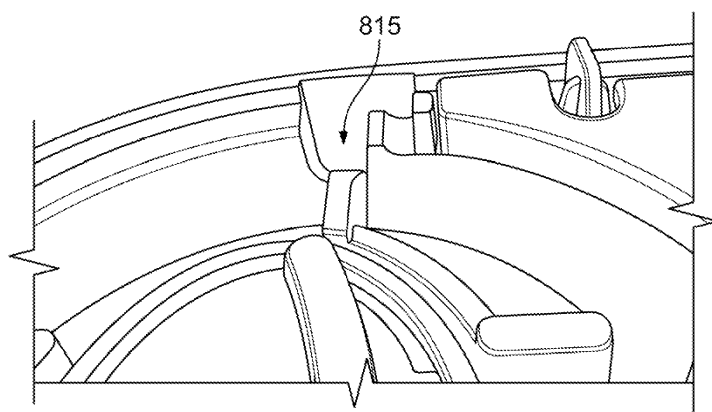
도면8b



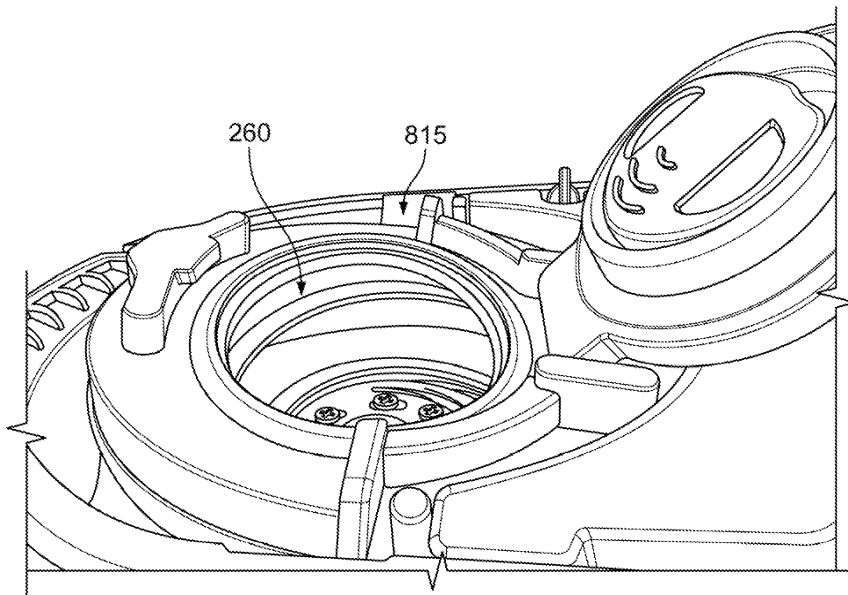
도면8c



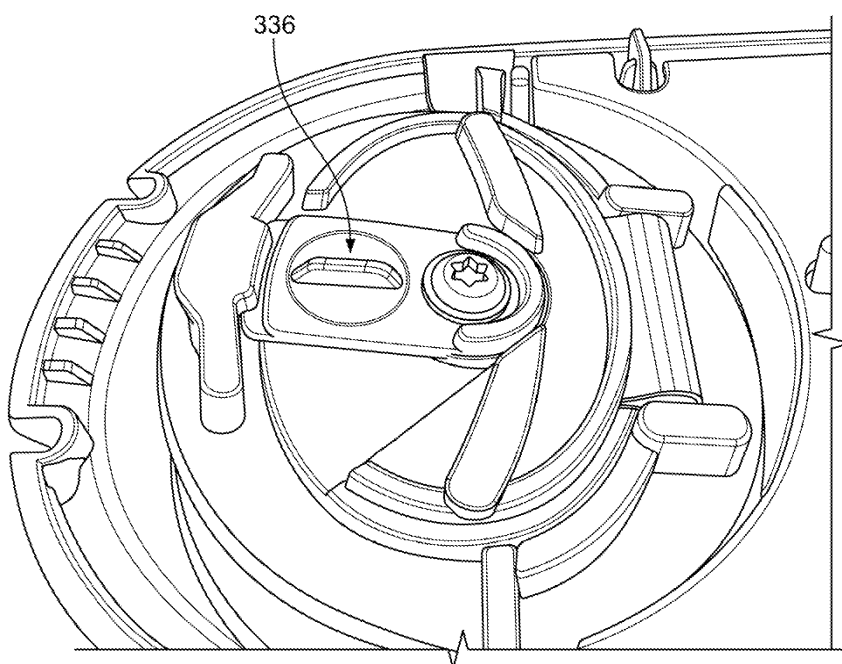
도면8d



도면8e

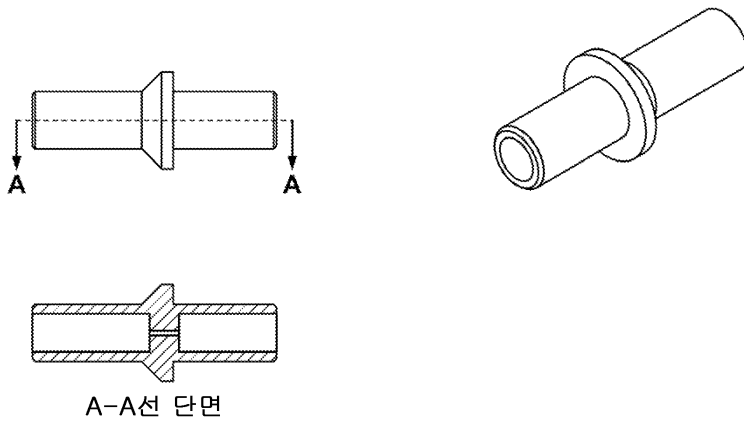


도면8f

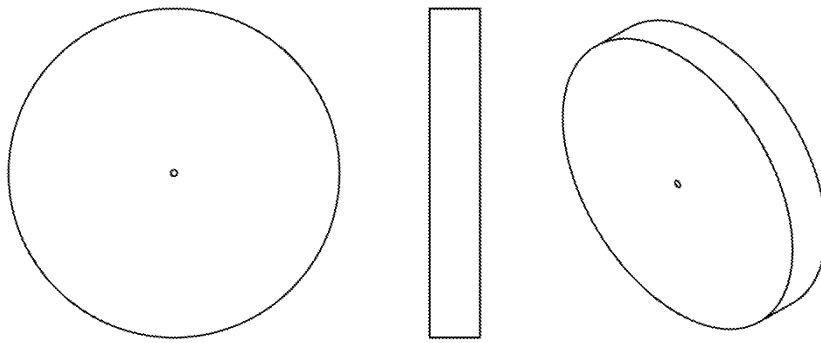




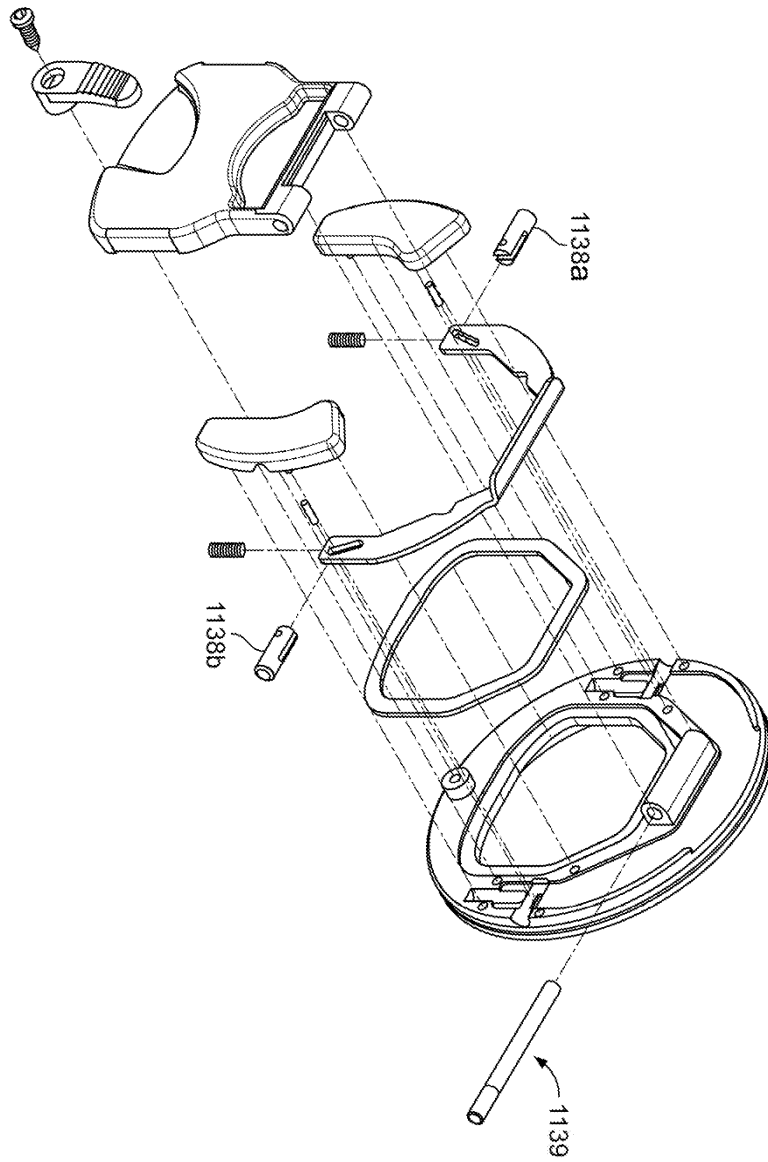
도면9



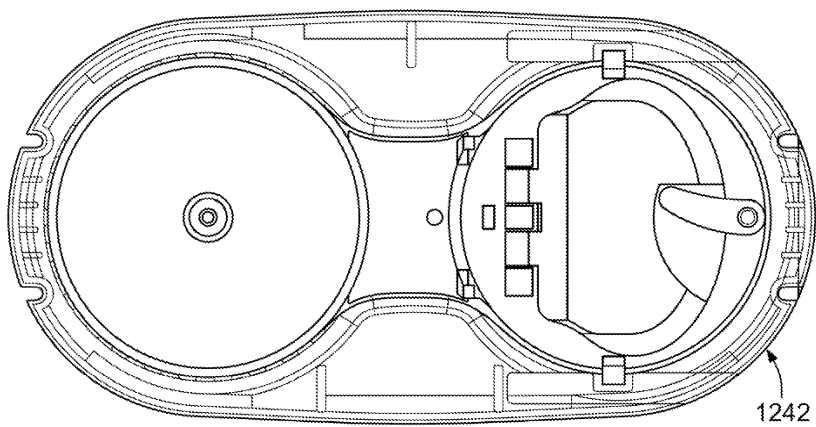
도면10



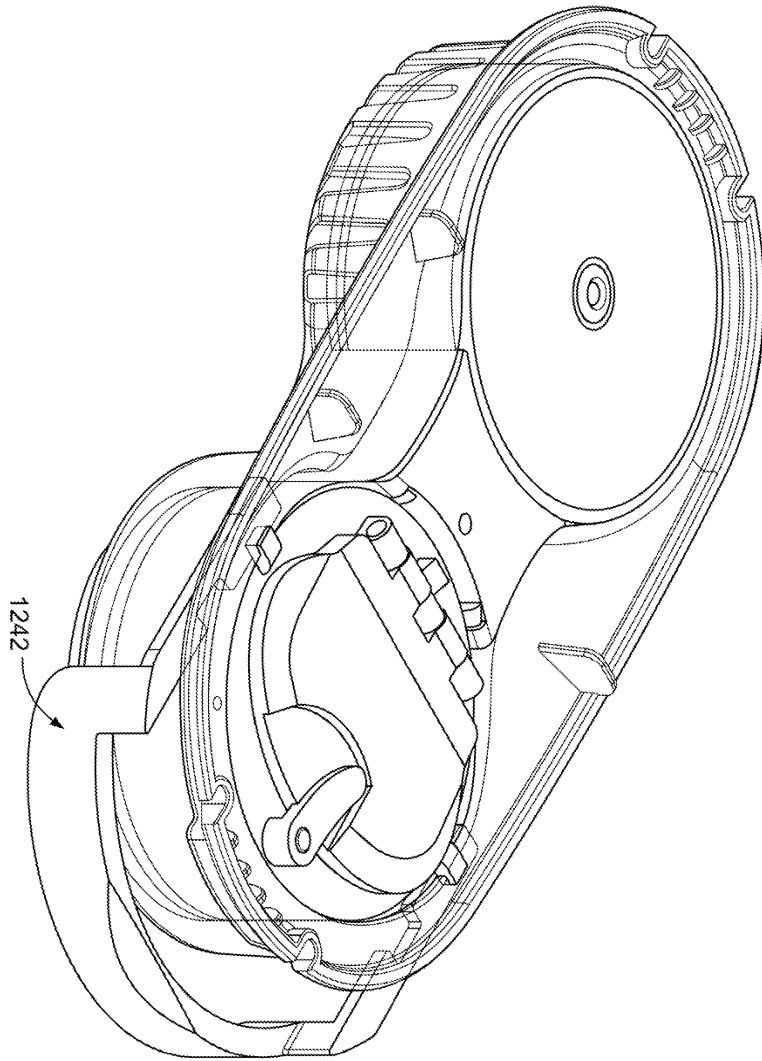
도면11



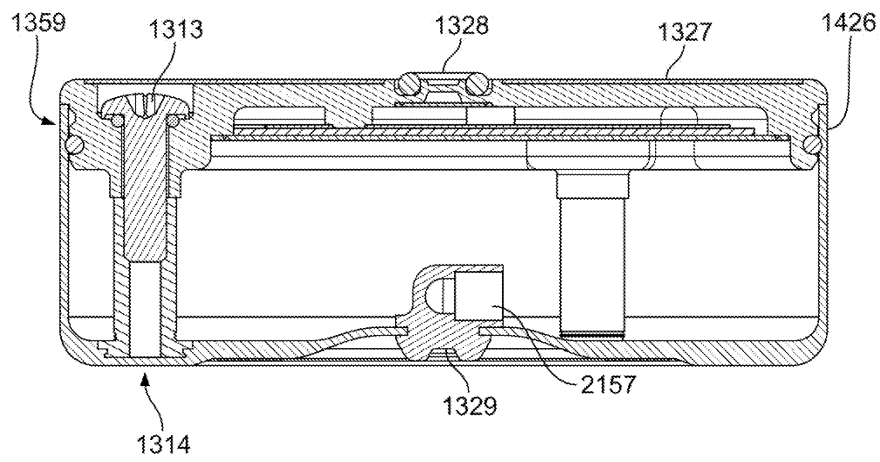
도면12a



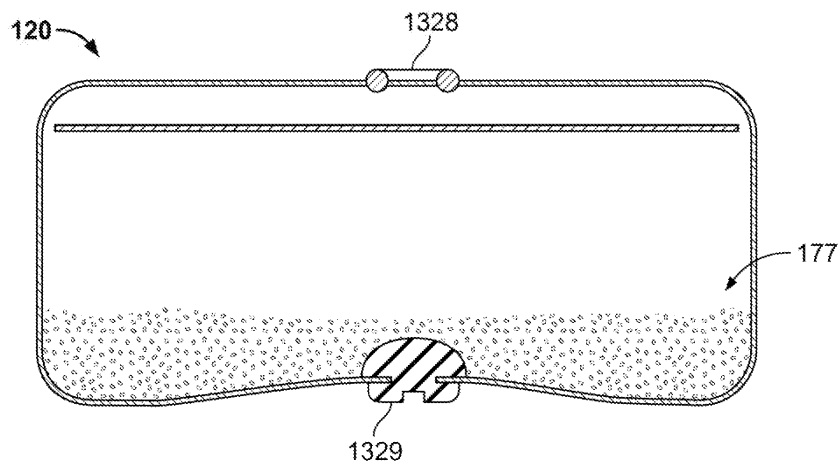
도면12b



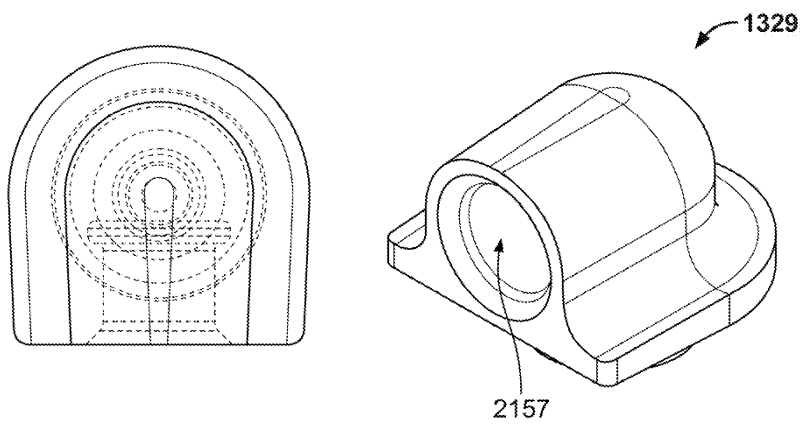
도면13a



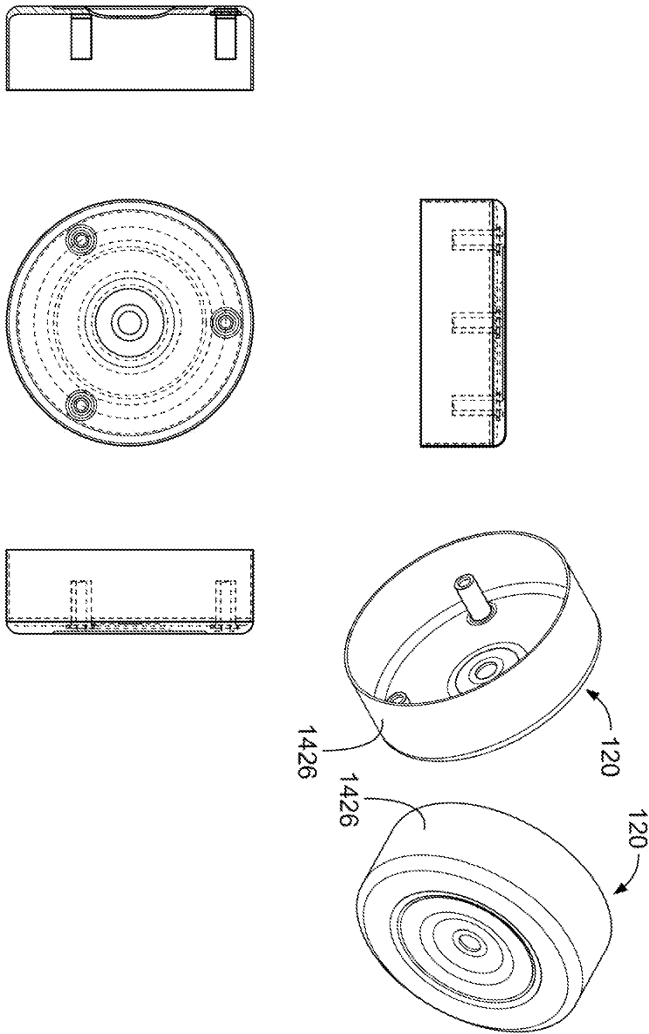
도면13b



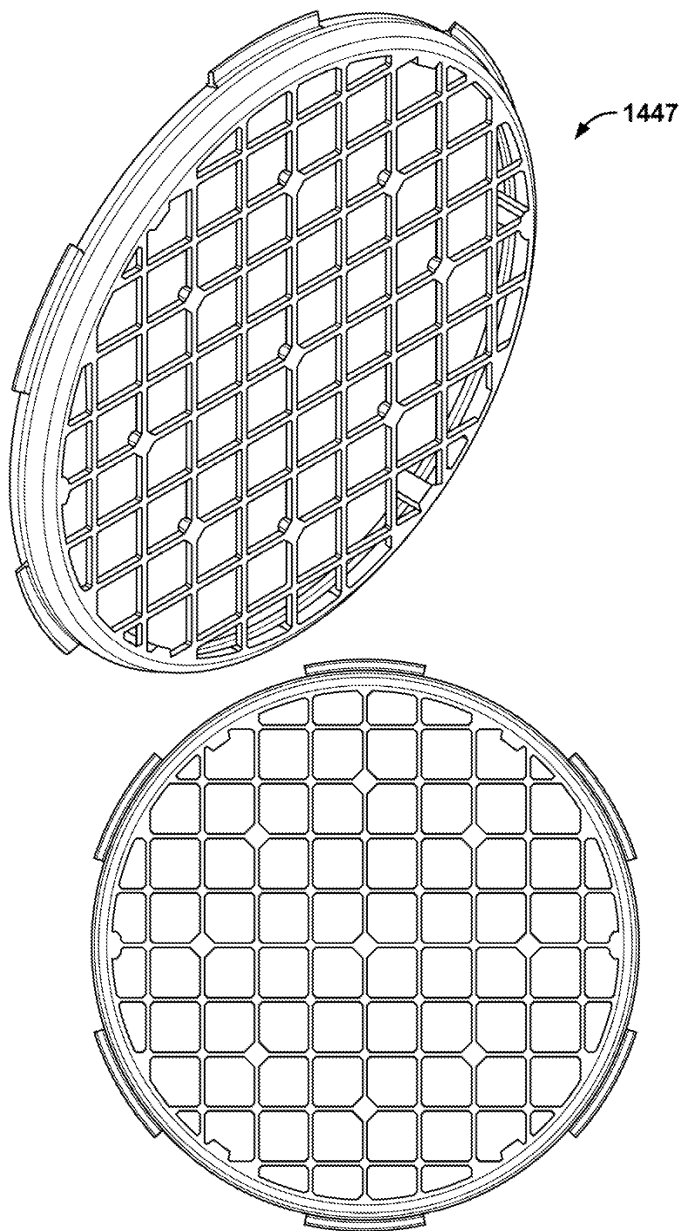
도면13c



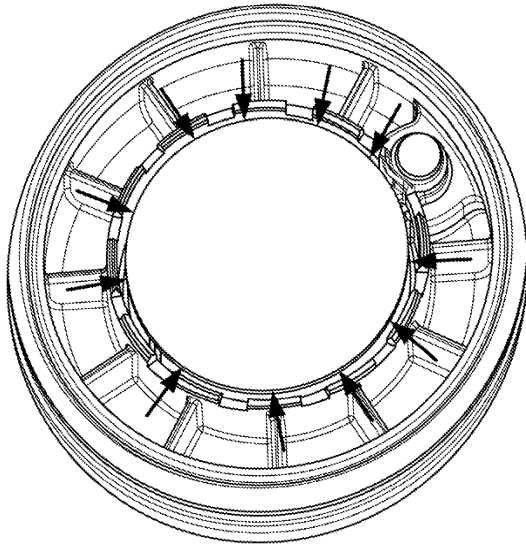
도면14a



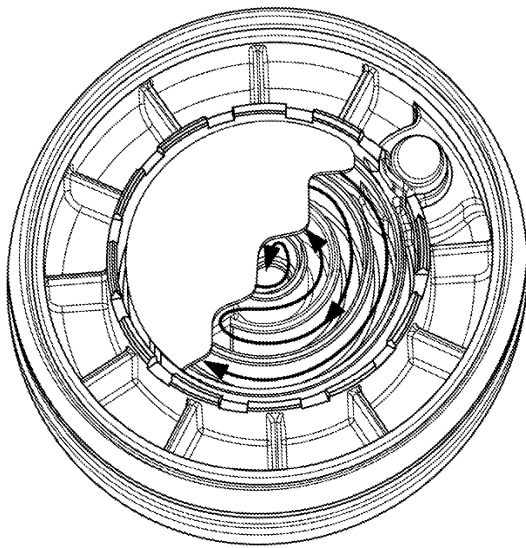
도면14b



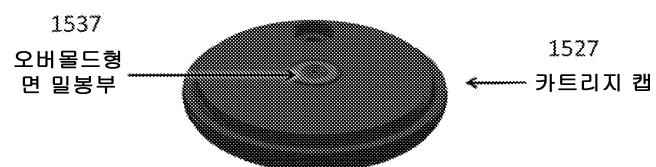
도면15a



도면15b

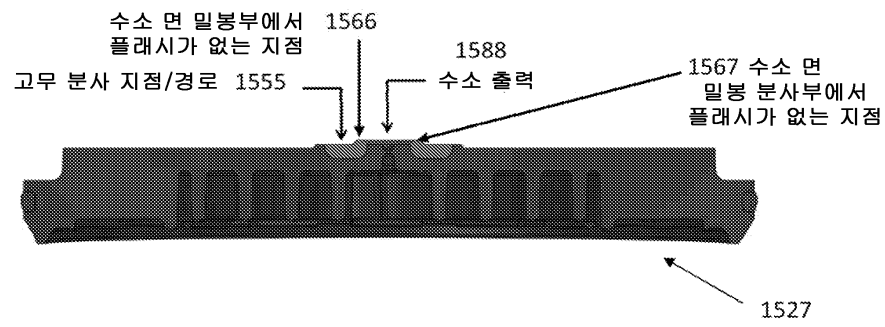


도면15c

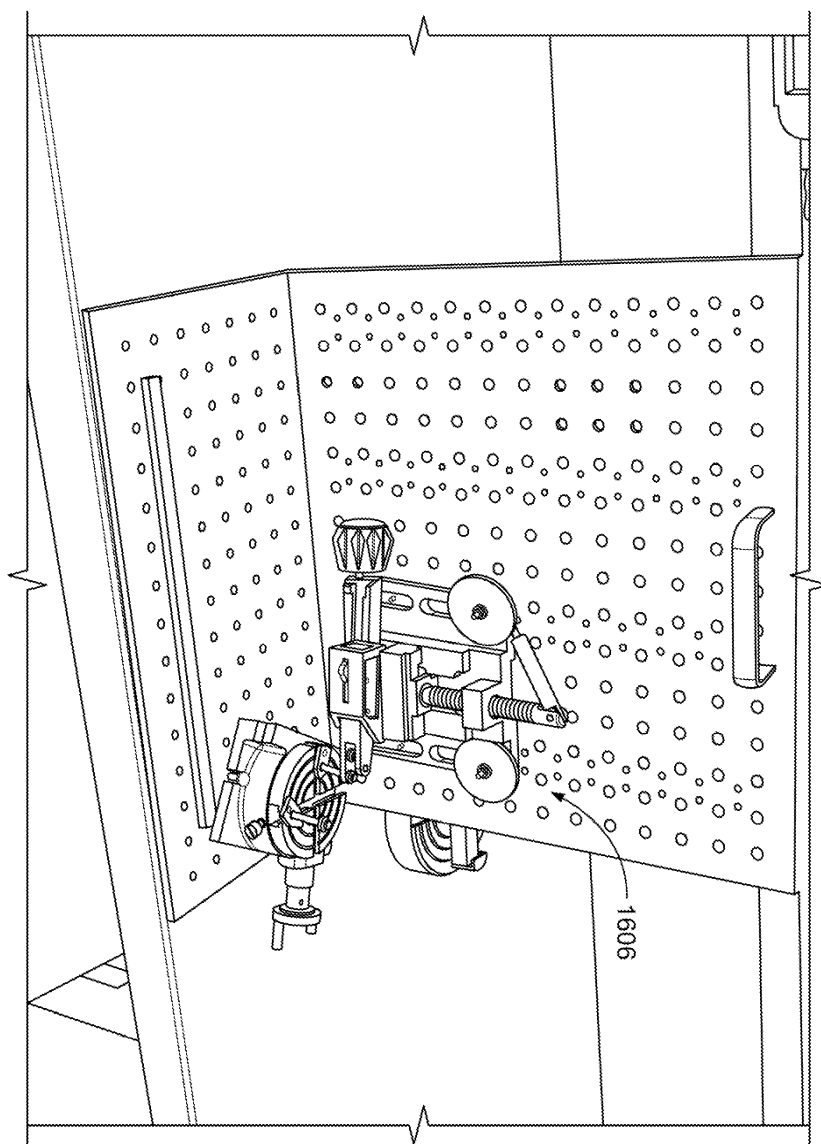




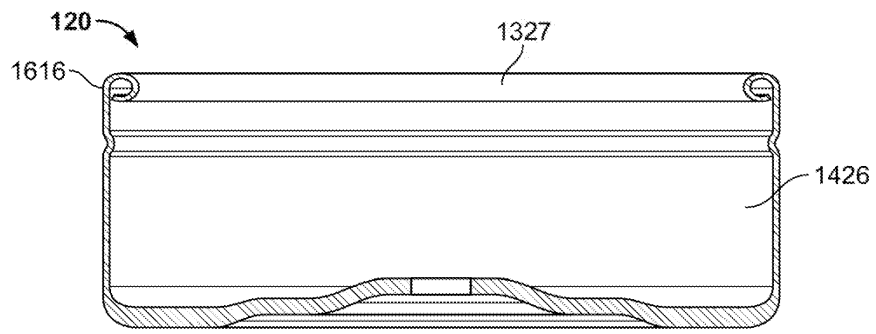
도면15d



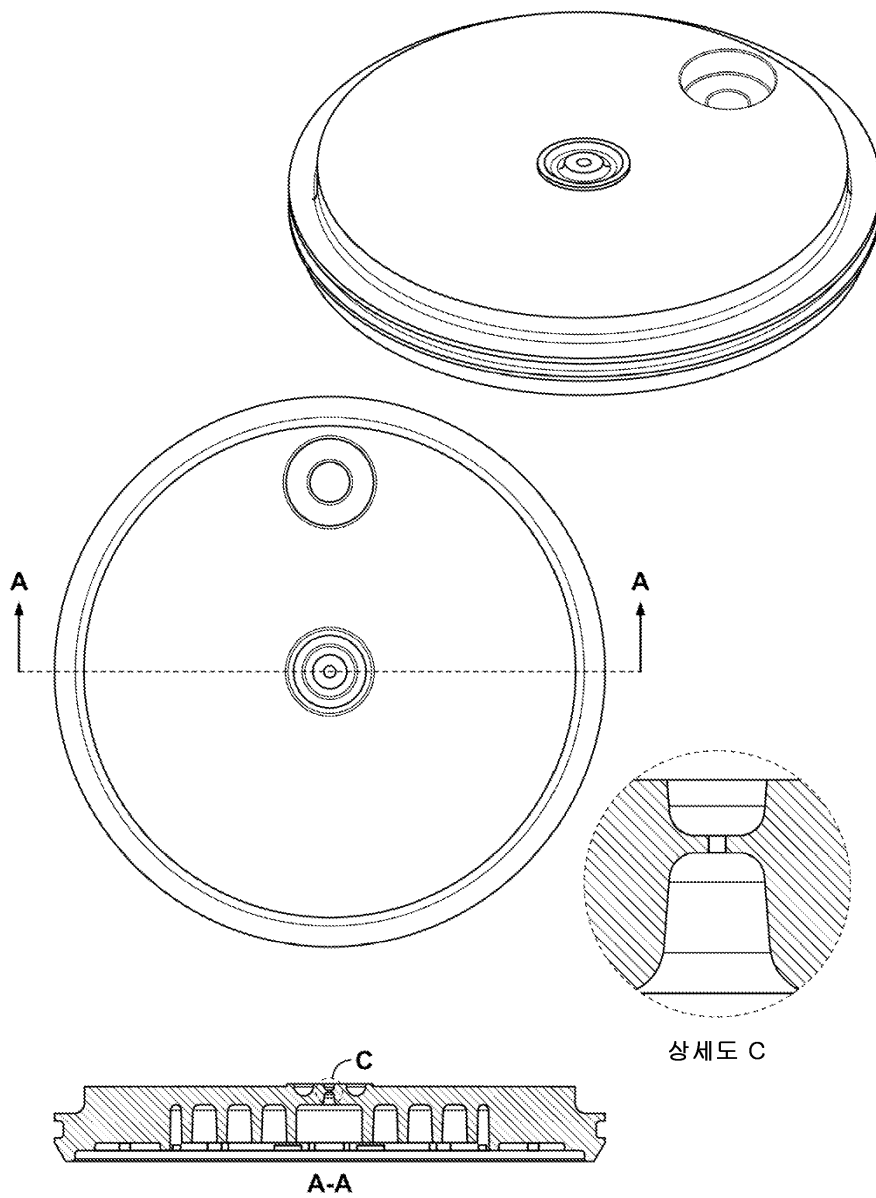
도면16a



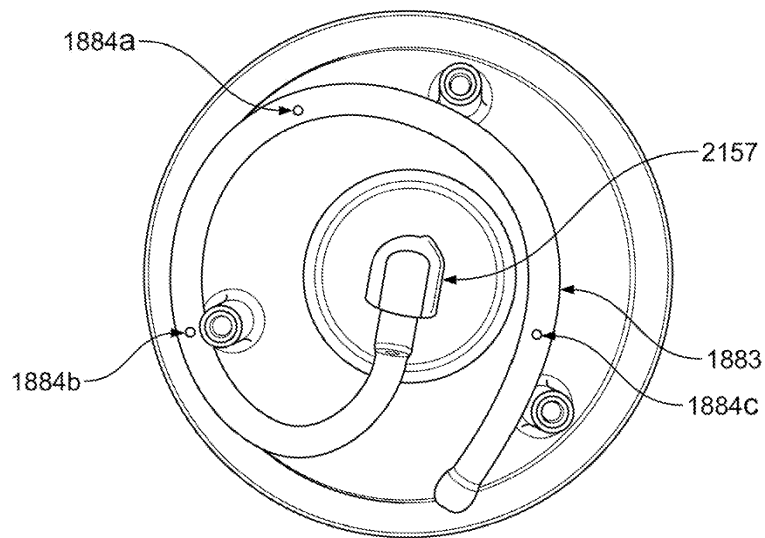
도면16b



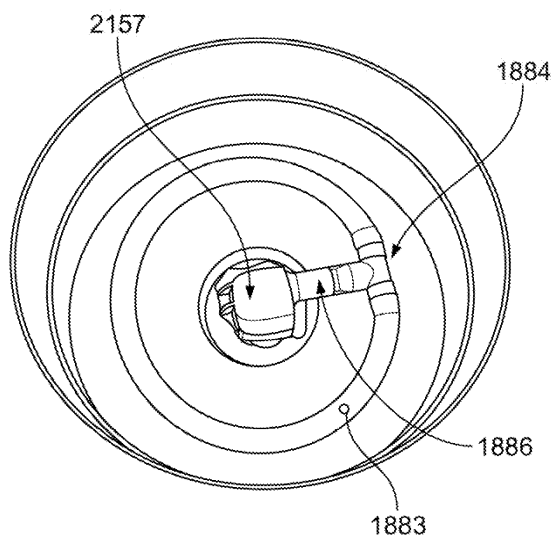
도면17



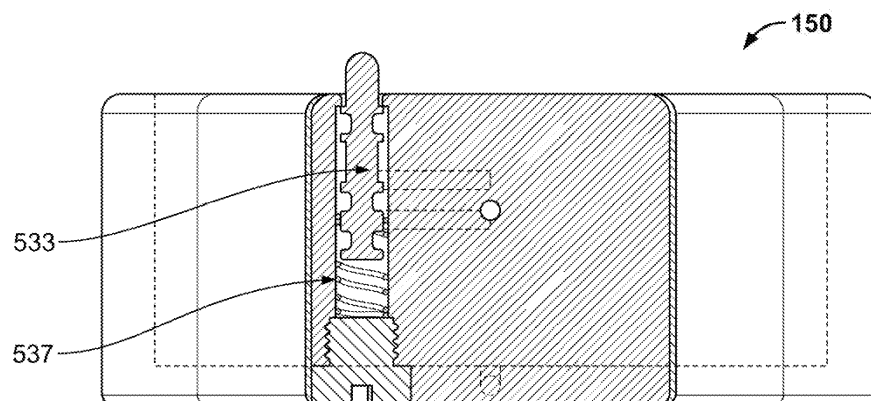
도면18a



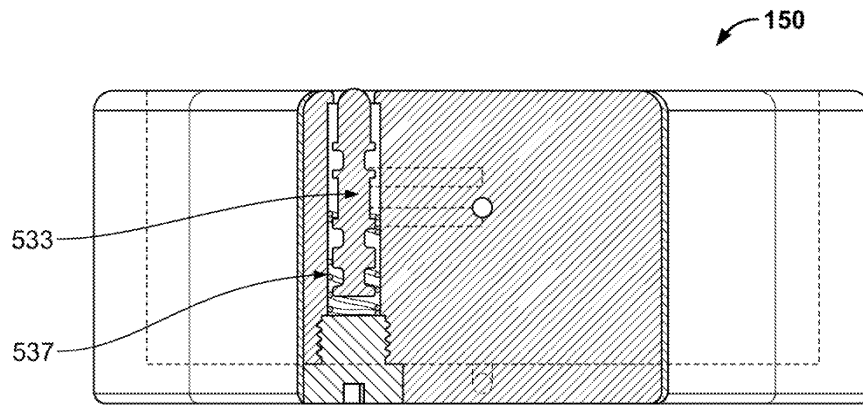
도면18b



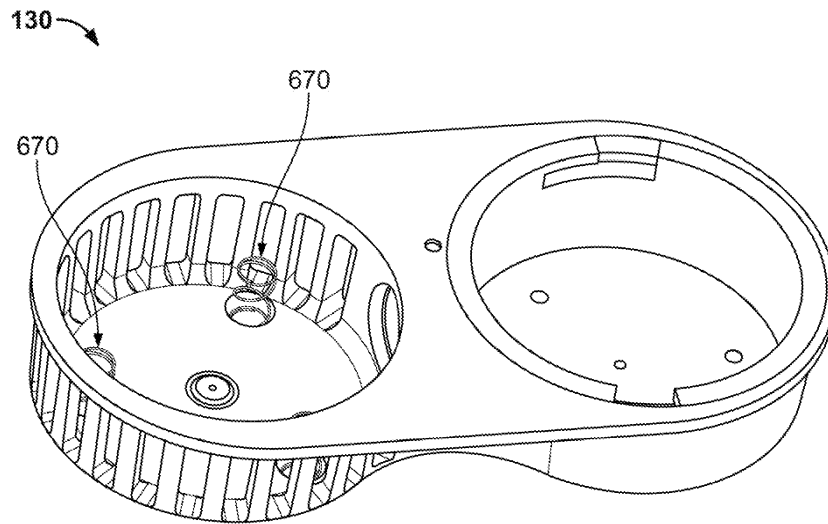
도면19a



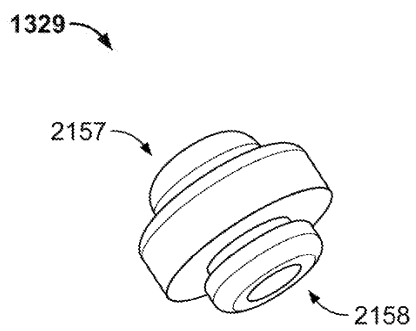
도면19b



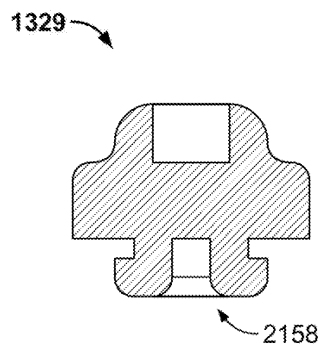
도면20



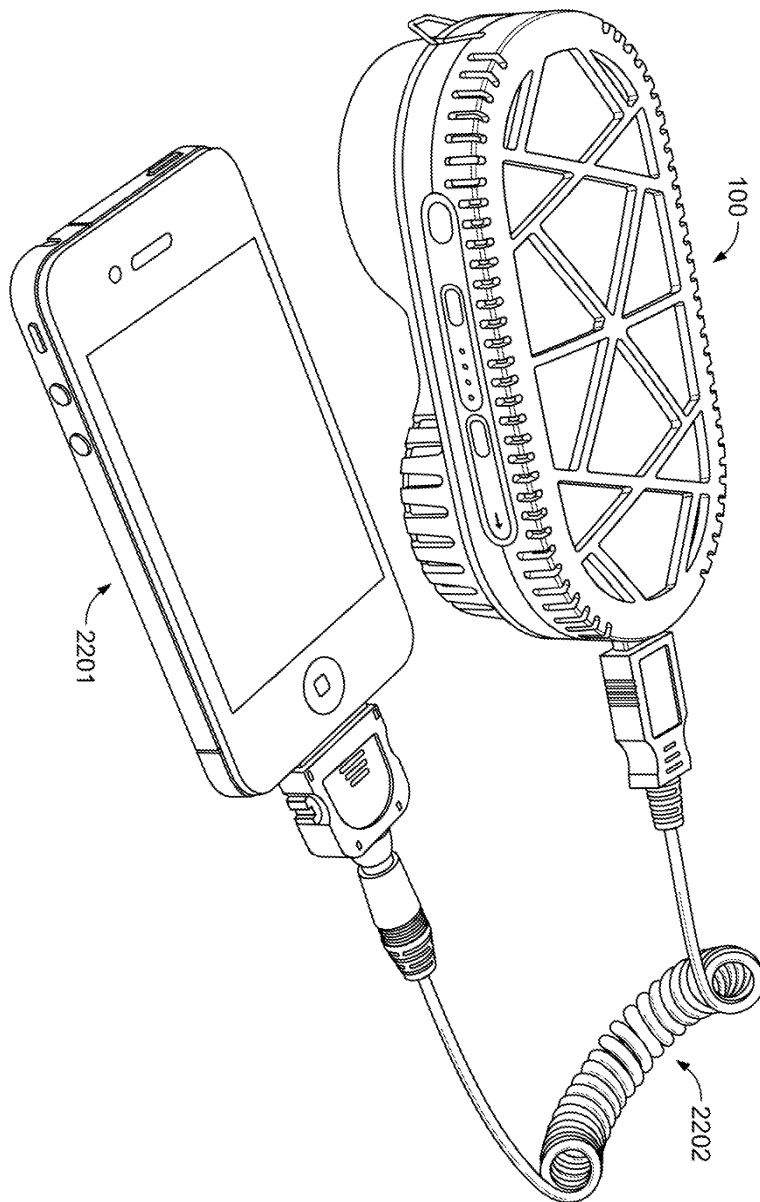
도면21a



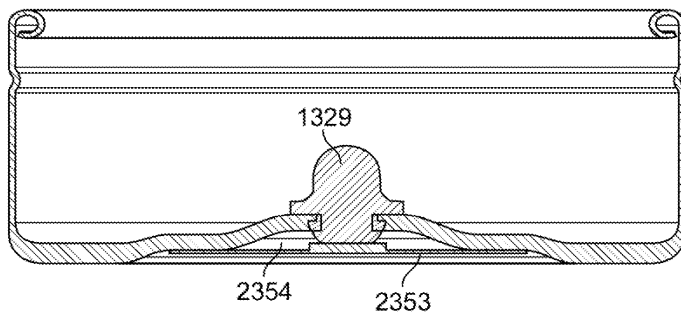
도면21b



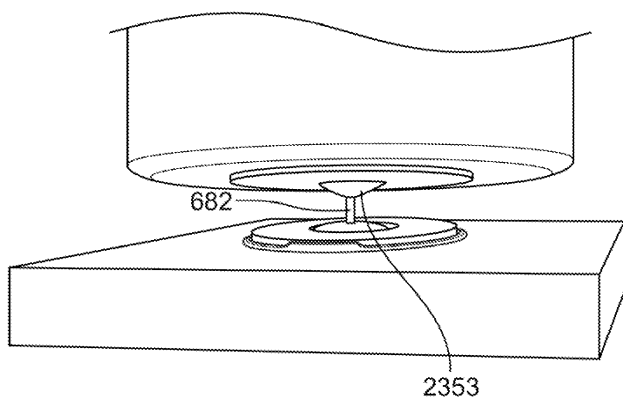
도면22



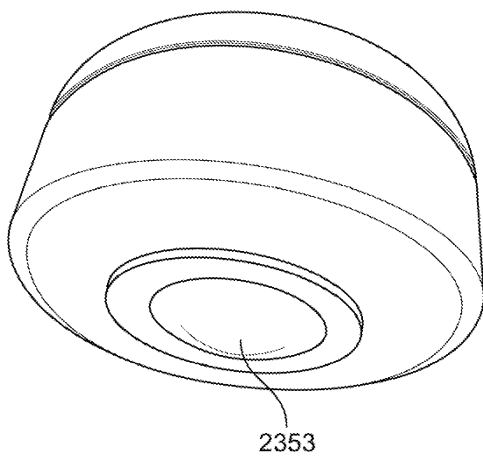
도면23a



도면23b

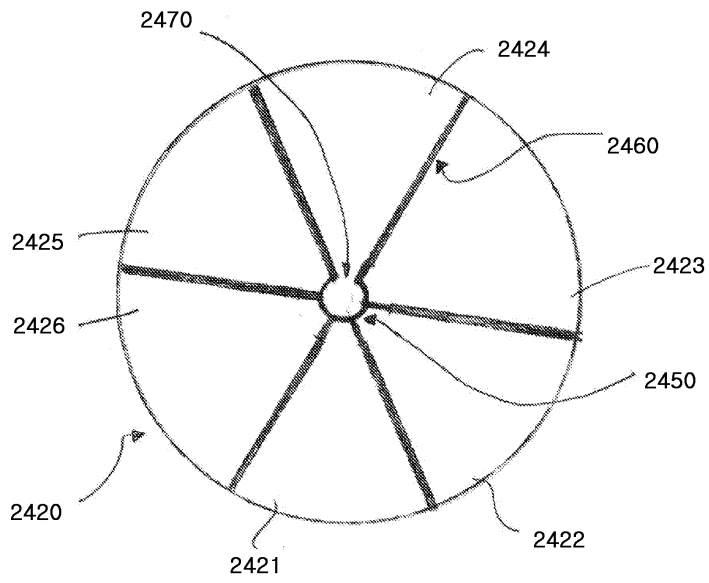


도면23c

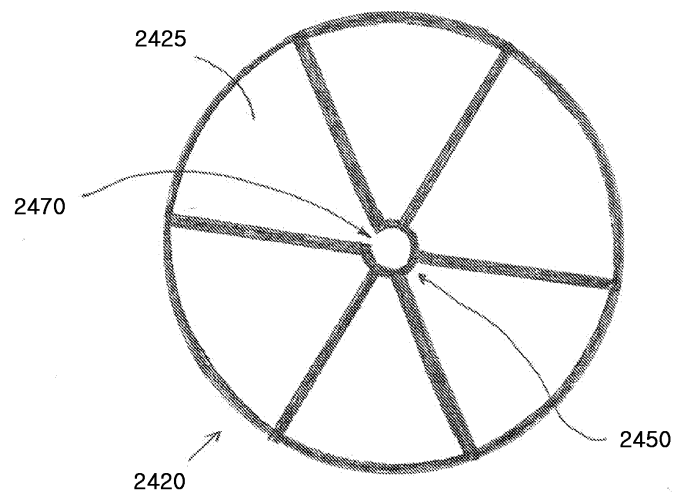




도면24a



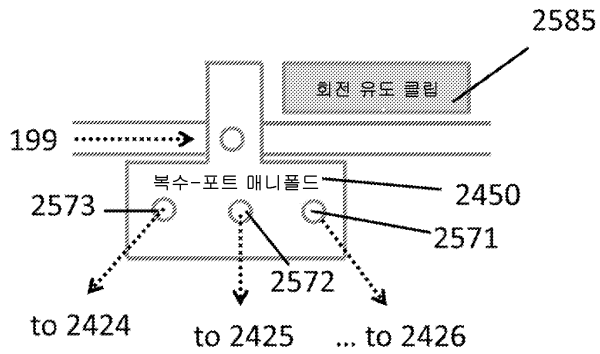
도면24b



도면25a

# 회전 매니폴드

## 측면도

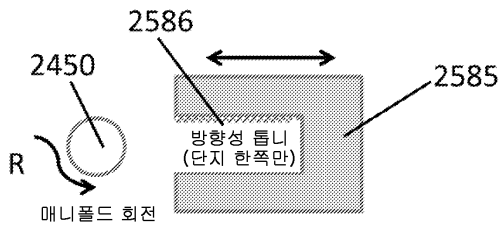


유체는 복수-포트 매니폴드의 회전 위치에 의존하여 여러 튜브로 공급될 수 있다.

도면25b

# 회전 매니폴드

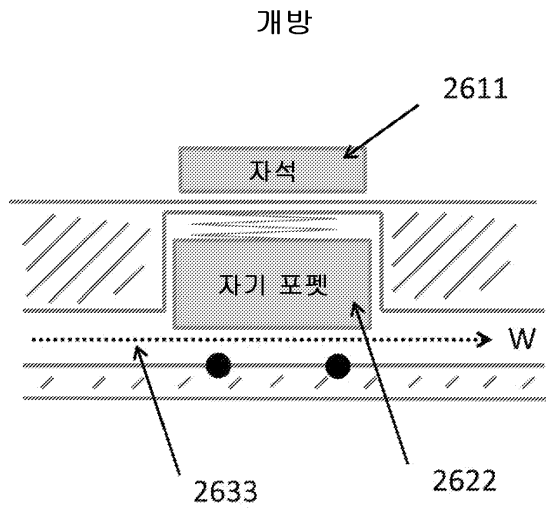
## 평면도



회전 유도 클립은 자기적으로 작동된다  
(왼쪽으로 또는 오른쪽으로).  
이것은 방향성 “톱니”로 인해 회전 매니폴드를  
단지 일방향으로만 비튼다. 이들 “톱니” 또는  
“핀”은 또한 회전 매니폴드 축 상에 있을 수 있다.

도면26a

자기 포펫 안전 정지 밸브 단면도



도면26b

자기 포펫 안전 정지 밸브 단면도

