



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월18일
 (11) 등록번호 10-1330058
 (24) 등록일자 2013년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01M 8/04 (2006.01) C10J 3/06 (2006.01)
 C01B 3/32 (2006.01) F16L 37/34 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-7029224
 (22) 출원일자(국제) 2006년06월12일
 심사청구일자 2011년06월07일
 (85) 번역문제출일자 2007년12월13일
 (65) 공개번호 10-2008-0014870
 (43) 공개일자 2008년02월14일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2006/023025
 (87) 국제공개번호 WO 2006/135896
 국제공개일자 2006년12월21일
 (30) 우선권주장
 60/689,539 2005년06월13일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US06746496 B1
 US6544400 A

(73) 특허권자
 소시에떼 비아이씨
 프랑스공화국 92611 클리쉬 세텍스 뒤 잔느 다스
 니에레스 14
 (72) 발명자
 큐렐로 앤드류 제이
 미합중국 코네티컷 06518 햄덴 에라모 테레이스
 15
 패어뱅크스 플로이드
 미합중국 코네티컷 06770 나우가투크 버치 라인
 103
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 이훈, 이두희

전체 청구항 수 : 총 30 항

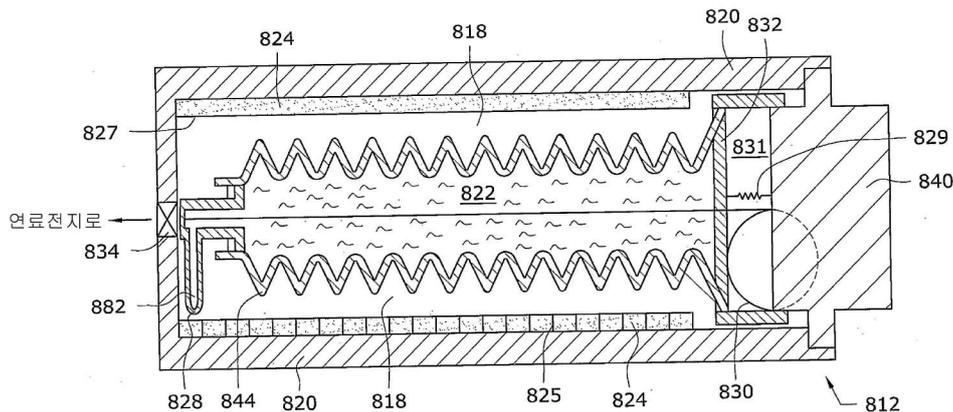
심사관 : 이종국

(54) 발명의 명칭 수소발생 연료전지 카트리지

(57) 요약

가스발생장치(10)가 고체연료(24)와, 튜브, 노즐 또는 밸브와 같은 유로를 통하여 반응챔버측으로 주입되는 액체 연료(22)를 수용하는 반응챔버(18)를 포함한다. 고체연료측으로 향하는 액체연료의 유동은 자기조절형이다. 또한 다른 실시형태의 가스발생장치가 기술되어 있다.

대표도



(72) 발명자

스테판 콘스탄스 알

미합중국 코네티컷 06478 옥스퍼드 크리스털 레인 16

스그로이 안소니

미합중국 코네티컷 06492 윌링포드 힌츠 드라이브 28

큐렐로 마이클

미합중국 코네티컷 06410 체스셔 래년 드라이브 332

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

고체연료전구체를 수용하는 반응챔버와, 액체연료전구체를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료전구체를 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

모든 액체연료전구체보다 작은 액체연료전구체의 사전 결정된 부분이 반응챔버내의 압력에 응답하여 반응챔버내의 고체연료전구체로 주입되고,

상기 반응챔버는 상기 저장기와 비어있는 챔버 사이에 배치되는 가동형 챔버인 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 유로는 상기 가동형 챔버의 측벽에 배치된 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 노즐은 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 노즐은 개방부를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 가동형 챔버는 저장기측으로 탄지되는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 가동형 챔버는 아암에 연결되는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 아암은 저장기내로 연장되어 상기 가동형 챔버가 이동될 때 상기 아암이 유로를 밀폐하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 가동형 챔버를 상기 아암에 연결하는 휠과, 아암에 작동적으로 연결된 스톱퍼를 포함하고, 상기 챔버가 이동될 때 상기 스톱퍼가 유로를 밀폐하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 스톱퍼가 상기 아암에 힌지연결되고 유로에 유체의 유동이 이루어질 수 있도록 힌지연결된 튜브내에 이동 가능하게 배치되며, 상기 챔버가 이동될 때 상기 스톱퍼가 유로를 밀폐하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 13

고체연료전구체를 수용하는 반응챔버와, 액체연료전구체를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료전구체를 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

모든 액체연료전구체보다 작은 액체연료전구체의 사전 결정된 부분이 반응챔버내의 압력에 응답하여 반응챔버내의 고체연료전구체로 주입되고,

상기 유로는 상기 반응챔버내로 연장된 자유 말단부를 갖는 관상부재를 포함하고, 상기 자유 말단부에 적어도 하나의 통공이 배치되어 있으며, 상기 고체연료전구체와 심지물질이 상기 자유 말단부에 연결되는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 심지물질이 섬유매트릭스내의 폴리아크릴산나트륨 결정(sodium polyacrylate crystals)을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 관상부재내에 배치된 유체제어밸브와, 상기 반응챔버와 상기 관상부재를 연결하여 유체제어밸브가 반응챔버내의 압력에 의하여 트리거될 수 있도록 하는 압력전달튜브를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 16

고체연료전구체를 수용하는 반응챔버와, 액체연료전구체를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료전구체를 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

모든 액체연료전구체보다 작은 액체연료전구체의 사전 결정된 부분이 반응챔버내의 압력에 응답하여 반응챔버내의 고체연료전구체로 주입되고,

상기 반응챔버는 고체연료전구체와 액체연료전구체 모두를 수용하는 팽창형 블래더를 포함하고, 유로가 고체연료전구체를 액체연료전구체로부터 격리하는 슬리브 내에 구성되며, 팽창형 블래더가 수축된 상태에 있을 때 액체연료전구체가 고체연료전구체와 접촉하여 가스를 발생할 수 있도록 액체연료전구체와 고체연료전구체 사이에 반응이 일어나고, 팽창형 블래더가 사전 결정된 직경을 갖도록 팽창되었을 때 가스가 발생되지 않도록 액체연료전구체는 고체연료전구체와 접촉하지 않는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 반응챔버내의 압력이 사전 결정된 레벨 이하일 때에 팽창형 블래더가 수축된 상태에 놓여 있어 부가적인 가스가 발생되고, 상기 반응챔버내의 압력이 사전 결정된 레벨을 초과할 때에 팽창형 블래더가 팽창되는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 반응으로 생성된 가스를 연료전지측으로 이송할 수 있도록 구성된 유체이송로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 19

고체연료전구체를 수용하는 반응챔버와, 액체연료전구체를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료전구체를 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

모든 액체연료전구체보다 작은 액체연료전구체의 사전 결정된 부분이 반응챔버내의 압력에 응답하여 반응챔버내의 고체연료전구체로 주입되고,

상기 고체연료전구체와 접촉되게 반응챔버내에 활동가능하게 배치되고 고체연료전구체와 액체연료전구체 사이의 반응부산물이 통과할 수 있도록 구성된 메쉬형 피스틴과;

상기 메쉬형 피스틴을 통하여 연장되어 유로를 형성하는 가요성 튜브와;

상기 메쉬형 피스틴을 고체연료전구체측으로 탄지하는 스프링을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 고체연료전구체가 반응에 의하여 소비됨에 따라 부산물을 통하여 스프링이 메쉬형 피스틴을 새로운 고체연료전구체의 장소로 미는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 21

고체연료전구체를 수용하는 반응챔버와, 액체연료전구체를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료전구체를 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

모든 액체연료전구체보다 작은 액체연료전구체의 사전 결정된 부분이 반응챔버내의 압력에 응답하여 반응챔버내의 고체연료전구체로 주입되고,

상기 반응챔버와 저장기 사이에 활동가능하게 배치된 피스틴을 더 포함하고, 유로가 피스틴을 통하여 연장된 소경의 관상부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 반응챔버내에서 피스틴에 인접하여 배치된 스프래그를 포함하고, 스프래그가 피스틴을 저장기측으로만 이동할 수 있도록 구성되는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 23

제21항에 있어서,

저장기내에 배치된 블래더를 포함하고, 상기 블래더가 저장기로부터 액체연료전구체를 밀어내기 위하여 팽창될 수 있도록 구성되는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 블래더가 액상 탄화수소를 수용하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 관상부재는 저장기와 반응챔버 사이에 임계압력차에 도달할 때까지 관상부재를 통하여 액체연료전구체가

유동하는 것을 방지할 수 있는 크기 및 용적을 갖는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 26

고체연료전구체를 수용하는 반응챔버와, 액체연료전구체를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료전구체를 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

모든 액체연료전구체보다 작은 액체연료전구체의 사전 결정된 부분이 반응챔버내의 압력에 응답하여 반응챔버내의 고체연료전구체로 주입되고,

상기 저장기는 블래더의 제1단부에 고정적으로 부착된 일정한 힘의 스프링을 갖는 가변형 블래더이고, 상기 일정한 힘의 스프링이 유로를 통하여 액체연료전구체를 밀어내도록 블래더의 제2단부를 향하여 블래더의 제1단부를 연속하여 당기는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 27

제26항에 있어서,

압력트리거형 슬리브를 더 포함하고, 상기 압력트리거형 슬리브는 반응챔버내의 압력이 임계압력에 이르렀을 때 상기 일정한 힘의 스프링이 감기는 것을 방지하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 28

제26항에 있어서,

상기 유로가 블래더에 유체연결된 노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 노즐이 단일유출구를 가지는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 30

제28항에 있어서,

상기 노즐이 다수의 유출구를 가지는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 31

삭제

청구항 32

고체연료전구체를 수용하는 반응챔버와, 액체연료전구체를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료전구체를 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

모든 액체연료전구체보다 작은 액체연료전구체의 사전 결정된 부분이 반응챔버내의 압력에 응답하여 반응챔버내의 고체연료전구체로 주입되고,

상기 유로는 다중유로를 포함하고, 상기 다중유로가 유체연결되어 액체연료전구체가 각 유로를 통하여 순차적으로 유동하며, 상기 다중유로는 각각 상이한 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 다중유로의 직경이 순차적으로 감소하는 반면에 다중유로의 하측에 형성된 챔버는 그 직경이 순차적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

청구항 34

삭제

청구항 35

고체연료요소를 수용하는 반응챔버와, 액체연료요소를 수용하는 저장기와, 상기 액체연료요소를 상기 반응챔버 내부로 주입하기 위한 유로를 포함하는 가스발생장치에 있어서,

상기 액체연료요소는 상기 반응챔버 내의 압력에 응답하여 상기 반응챔버내로 주입되고, 상기 유로는 액체연료 요소의 적어도 하나의 가동 주입지점을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스발생장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 연료전지용 연료 공급원에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 필요할 때 마다 연료 가스를 생성하도록 구성된 연료전지용 연료 카트리지에 관한 것이다.

배경기술

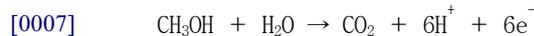
[0002] 연료전지는 연료 및 산화제와 같은 반응물의 화학적 에너지를 직접 직류(DC) 전기로 변환하는 장치이다. 연료 전지는 리튬 이온전지와 같은 휴대용 전력저장장치뿐만 아니라 화석연료의 연소와 같은 통상적인 전력발전보다도 더 효율적이어서 그 이용이 증가하고 있다.

[0003] 일반적으로 연료전지 기술은 알칼리 연료전지, 고분자 전해질형 연료전지, 인산형 연료전지, 용융탄산염형 연료전지, 고체 산화물 연료전지 및 효소 연료전지 등 다양한 종류의 연료전지를 포함한다. 오늘날 매우 중요한 연료전지는 일반적으로 여러 종류로 나뉠 수 있는데, (i) 압축 수소(H₂)를 연료로서 사용하는 연료전지와, (ii) 연료로서 메탄올(CH₃OH) 등의 알콜, 수소화붕소나트륨(NaBH₄) 등의 금속 수소화물(metal hydride), 탄화수소(hydrocarbon), 또는 수소연료로 변환된 기타 연료를 사용하는 양자교환막(Proton Exchange Membrane: PEM) 연료전지와, (iii) 비수소 연료를 직접 소비할 수 있는 PEM 연료전지 또는 직접 산화형 연료전지(direct oxidation fuel cell)와, (iv) 고온에서 탄화수소 연료를 직접 전기로 변환하는 고체 산화물형 연료전지(solid oxide fuel cells: SOFC)가 그것이다.

[0004] 일반적으로 압축수소는 고압 하에 보관되므로 다루기가 어렵다. 또한, 커다란 저장탱크가 일반적으로 요구되어 가전분야 기기에 사용될 만큼 작게 만들 수도 없다. 통상적인 개질 연료전지(reformat fuel cell)는 연료전지 내부에서 연료를 산화제와 반응하는 수소로 변환하기 위하여 개질기(reformer)와 기타 기화 및 부대 시스템을 필요로 한다. 최근에는 가전분야 기기에 유망하도록 개질기나 개질 연료전지가 더 진전되고 있다. 가장 일반적인 직접 산화형 연료전지는 직접 메탄올 연료전지(direct methanol fuel cell) 또는 DMFC이다. 기타 직접 산화형 연료전지는 직접형 에탄올 연료전지(direct ethanol fuel cell)와 직접형 테트라메틸 오소카보네이트 연료전지(direct tetramethyl orthocarbonate fuel cell)를 포함한다. DMFC는 연료전지 내부에서 메탄올이 직접 산화제와 반응하므로 가장 단순하면서도 가장 소형화될 수 있는 연료전지로서, 유망하게 가전기기용 전력으로 적용될 수 있다. 고체 산화물형 연료전지(SOFC)는 고열에서 부탄과 같은 탄화수소 연료를 변환하여 전기를 생산한다. SOFC는 연료전지 반응을 일으키기 위하여 1000℃ 범위의 비교적 고온을 필요로 한다.

[0005] 연료전지 각각의 종류에 따라 전기를 생산하는 화학반응은 다르다. DMFC의 경우, 각 전극에서의 화학적-전기적 반응 및 직접형 메탄올 연료전지의 전체 반응은 다음과 같다:

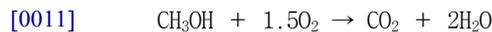
[0006] 애노드에서의 반쪽 반응:



[0008] 캐소드에서의 반쪽 반응:



[0010] 전체 연료전지 반응:

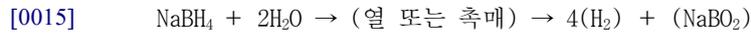


[0012] 수소이온(H⁺)은 PEM을 거쳐 애노드로부터 캐소드로 이동하고 자유전자(e⁻)는 PEM을 통과하지 못하기 때문에, 상

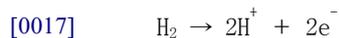
기 전자는 외부회로로 흐르게 되고, 이에 따라 외부회로를 통하여 전류가 발생한다. 이 외부회로는 이동전화 또는 휴대전화, 계산기, PDA(personal digital assistant), 랩탑 컴퓨터, 전동공구 등과 같은 많은 유용한 가전 기기에 전력을 공급하는데 사용될 수 있다.

[0013] DMFC는 미국특허 제5,992,008호 및 제5,945,231호에 기술되어 있다. 일반적으로 PEM은 듀폰사의 Nafion[®]과 같은 폴리머로 제조되며, 이는 대략 0.05mm 내지 0.50mm 두께범위의 과플루오르화 술폰산 폴리머(perfluorinated sulfonic acid polymer) 또는 기타 적절한 막(membrane)으로 된다. 애노드는 일반적으로 백금-루테늄과 같은 촉매 박막층이 표면에 도포된 테플론화 카본 페이퍼 지지체(Teflonized carbon paper support)로 만들어진다. 캐소드는 일반적으로 백금입자가 상기 막의 일 측면에 부착된 가스 확산 전극으로 된다.

[0014] 화학적 금속 수소화물 연료전지에 있어서, 수소화붕소나트륨은 다음과 같이 개질되고 반응한다:



[0016] 애노드에서의 반쪽 반응:



[0018] 캐소드에서의 반쪽 반응:



[0020] 이러한 반응에 적합한 촉매로는 백금과 루테늄 및 기타 금속이 있다. 수소화붕소나트륨을 개질하여 생산된 수소 연료는 연료전지 내부에서 O₂와 같은 산화제와 반응하여 전기(또는 전자의 흐름) 및 물 부산물을 생성한다. 또한, 붕소나트륨(NaBO₂) 부산물은 개질 공정으로 생산된다. 수소화붕소나트륨 연료전지는 미국특허 제 4,261,956호에 기술되어 있다.

[0021] 연료전지 응용을 위하여 매우 중요한 특징 중 하나는 연료 저장이다. 또 다른 중요한 특징은 연료 카트리지로부터 연료전지로의 연료 이송을 조절하는 것이다. 상업적으로 유용하기 위해서는, DMFC 또는 PEM 장치와 같은 연료전지는 소비자들의 일상적인 사용을 만족시키기 위해 충분한 만큼의 연료를 저장가능한 용량을 가져야 한다. 예를 들어, 이동전화 또는 휴대전화, 노트북 컴퓨터 및 PDA 용으로서는 연료전지는 현재 배터리만큼 오랫동안, 바람직하기로는 더 길게 이들 기기에 전력을 공급해야할 필요가 있다. 더구나, 연료전지는 오늘날의 재충전 가능한 배터리에 요구되는 장시간의 충전을 최소화하거나 또는 이를 미연에 방지하기 위하여 쉽게 교체가능하거나 재충전가능한 연료 탱크를 구비하여야 한다.

[0022] 공지된 수소가스 발생장치(hydrogen gas generator)의 한가지 단점은 일단 반응이 시작되면 상기 가스 발생장치 카트리지가 상기 반응을 제어할 수 없다는 것이다. 따라서, 반응물의 공급이 바닥나거나 또는 반응물 원(source)이 수동으로 차단될 때까지 상기 반응은 지속된다.

[0023] 따라서, 적어도 한 반응물의 반응챔버로의 유동을 자체조절 가능한 수소발생기에 대한 요청이 있다.

발명의 상세한 설명

[0024] 본 발명의 한 관점은 고체연료가 수용된 반응챔버와 액체연료가 수용된 저장기를 포함하는 가스발생장치에 관한 것이다. 반응챔버측으로 액체연료를 주입하기 위한 유로가 구성되어 있다. 액체연료요소의 주입은 반응챔버내의 압력에 따라서 이루어진다.

[0025] 본 발명의 다른 관점은 반응챔버측으로 향하는 액체반응물의 유동이 자기조절형(self-regulating)으로 이루어지는 가스발생장치에 관한 것이다.

[0026] 본 발명의 이러한 특징적인 구조와 다른 특징적인 구조, 관점 및 잇점들이 첨부도면에 의거하여 보다 상세히 설명될 것이다. 첨부된 도면에서는 유사한 부분에 대하여서는 동일한 부호로 표시하였다.

실시예

[0042] 이하, 첨부된 도면과 함께 상세히 설명되는 바와 같이, 본 발명은 연료 공급원(fuel supply)에 관한 것으로, 상기 연료 공급원은 메탄올과 물, 메탄올/물 혼합물, 다양한 농도의 메탄올/물 혼합물, 순수 메탄올, 및/또는 미

국특허 제5,364,977호 및 제6,512,005호에 기술된 메틸 클라드레이트(methyl clathrate)와 같은 연료전지 연료를 저장한다. 메탄올 및 기타 알콜은 예를 들어 DMFC, 효소 연료전지(enzyme fuel cell) 및 개질 연료전지(reformat fuel cell) 등 많은 종류의 연료전지에서 사용가능하다. 연료 공급원은 에탄올이나 알콜, 수소화붕소나트륨과 같은 금속 수소화물, 수소로 개질될 수 있는 기타 화학물질, 또는 연료전지의 성능 또는 효율을 향상시킬 수 있는 기타 화학물질과 같은 다른 종류의 연료전지 연료를 포함할 수 있다. 또한, 연료는 금속 연료전지 또는 알칼리 연료전지에 사용될 수 있고 연료 공급원에 저장될 수 있는 수산화칼륨(KOH) 전해질을 포함한다. 금속 연료전지용으로서, 연료는 KOH 전해질 반응용액에 담긴 유체부유 아연입자의 형태로 되고, 전지 캐비티(cavity) 내부의 양극은 아연입자 형태의 미립자 양극으로 된다. KOH 전해질 용액은 미국특허출원공개공보 제2003/0077493호(2003. 4. 24 공개) "하나 이상의 부하에 전력을 공급하기 위한 연료전지시스템 사용방법"에 개시되어 있다. 또한, 연료는 메탄올과 과산화수소 및 황산의 혼합물을 포함할 수 있으며, 이는 실리콘 칩 상에 형성된 촉매를 지나쳐 흘러 연료전지 반응을 일으킨다. 또한, 연료는 미국특허 제6,554,877호, 제6,562,497호 및 제6,758,871호에 기술된 바와 같은 메탄올, 수소화붕소나트륨, 전해질 및 기타 화합물의 혼합물을 포함한다. 또한, 연료는 미국특허 제6,773,470호에 기술된 바와 같이 용제에 부분적으로 용해되고 용제에 부분적으로 현탁된 조성들과, 미국특허출원공개공보 제2002/076602호에 기술된 바와 같이 액체 연료 및 고체 연료 모두를 포함하는 조성들을 포함한다. 또한, 적합한 연료들은 미국 가출원 제60,689,572호(2005. 6. 13 출원) "수소발생 카트리지를 연료"에 개시되어 있다.

[0043] 또한, 연료는 앞서 기술하였듯이 수소화붕소나트륨(NaBH_4)과 같은 금속 수소화물과 물을 포함한다. 또한, 연료는 탄화수소 연료, 즉 부탄, 등유, 알콜 및 천연가스 등을 더 포함할 수 있으며 이에 한정되지는 않는다. 이는 미국특허출원공개공보 제2003/0096150호(2003. 5. 22 공개) "액체 계면 연료전지 기기"에 개시되어 있다. 또한, 연료는 연료와 반응하는 액상 산화제를 포함할 수 있다. 따라서, 본 발명은 연료 공급원에 수용되거나 아니면 연료전지장치에 의하여 사용되는 연료, 전해질 용액, 산화제 용액 또는 액체 또는 고체의 종류에 한정되지 않는다. 여기서 사용되는 "연료"라는 용어는 연료전지나 연료 공급원 내에서 반응할 수 있는 연료 모두를 포함하고, 상기 모든 적합한 연료, 전해질 용액, 산화제 용액, 기체, 액체, 고체 및/또는 화학물질과 그 혼합물을 포함하며 이에 한정되지 않는다.

[0044] 여기서 사용되는 용어인 "연료 공급원"은 일회용 카트리지, 재충전/재사용 가능한 카트리지, 용기, 전자기기 내부에 구비되는 카트리지, 분리가능한 카트리지, 전자기기 외부에 구비되는 카트리지, 연료 탱크, 연료 재충전 탱크, 연료를 수용하는 기타 용기와, 상기 연료 탱크 및 용기에 연결되는 배관을 포함하며 이에 한정되지 않는다. 카트리지가 본 발명의 예시적 구현예들과 연계되어 하술되나, 이들 구현예들은 다른 연료 공급원들에게도 적용가능하며 본 발명은 어떤 특정 형태의 연료 공급원으로 한정되지 아니한다.

[0045] 또한, 본 발명의 연료 공급원은 연료전지에 사용되지 않는 연료를 저장하는데 사용될 수도 있다. 이러한 응용은 The Industrial Physicist(pp. 20-25, 2001.12/2002.1)에 공표된 "마이크로엔진(microengine)의 등장"에 논의된 바 있는 실리콘 칩 상에 장착된 마이크로 가스 터빈 엔진(micro gas-turbin engine)용 탄화수소 및 수소연료를 저장하는 것도 포함하며, 이에 한정되지 아니한다. 본 출원에서 사용되듯이, "연료전지"라는 용어는 또한 마이크로 엔진을 포함할 수 있다. 기타 용도로서 내부 연소 엔진용 기존 연료와, 포켓 및 다용도 라이터용 부탄과 액화 프로판과 같은 탄화수소를 저장하는 것을 포함할 수 있다.

[0046] 공지된 적합한 수소발생 기기로는 본 출원인의 현재 진행중인 미국특허출원 제10/679,756호(2003. 10. 6 출원), 제10/854,540호(2004. 5. 26 출원), 제11/067,167호(2005. 2. 25 출원) 및 제11/066,573호(2005. 2. 25 출원)에 개시되어 있다.

[0047] 본 발명의 가스발생장치는 임의의 제1반응물을 포함할 수 있는 반응챔버와, 제2반응물을 구비하는 저장기를 포함할 수 있다. 상기 제1 및 제2 반응물은 예를 들어 수소화붕소나트륨과 같은 금속 수소화물과 물일 수 있다. 상기 반응물들은 모두 기상, 액체 또는 고체 형태로 될 수 있다. 바람직하게는, 상기 반응챔버에 저장되는 상기 제1반응물은 고체 금속 수소화물(solid metal hydride) 또는 고체 금속 수소화붕소(solid metal borohydride)로 되며, 상기 제2반응물은 임의로 첨가제 및 촉매와 혼합되는 물로 된다. 상기 반응물들의 하나는 메틸 클라드레이트를 포함할 수 있고, 이는 다른 화합물 내부에 포접되거나(enclosed) 포획된(trapped) 메탄올을 본질적으로 포함한다. 본 발명의 물 및 금속 수소화물은 반응하여 수소가스를 생성하며, 이는 연료전지에 의하여 소비되어 전기를 생성할 수 있다. 기타 적합한 반응물 또는 시약은 상술한 미국특허출원 제10/854,540호에 개시되어 있다.

[0048] 또한, 상기 가스발생장치는 제2반응물의 상기 저장기로부터 상기 반응챔버로의 이송을 제어할 수 있는 장치 또

는 시스템을 포함할 수 있다. 상기 반응챔버 및/또는 저장기 내부의 작동조건, 바람직하게는 상기 반응챔버 내부의 압력은 상기 저장기 내의 상기 제2반응물을 상기 반응챔버로 이송하는 것을 제어할 수 있다. 예를 들면, 상기 저장기 내의 제2반응물은 상기 반응챔버 내부의 압력이 소정값보다 작을 때, 바람직하게는 상기 저장기 내의 압력보다 작을 때, 더욱 바람직하게는 상기 저장기 내의 압력보다 소정량 만큼 작을 때, 상기 반응챔버 내로 주입될 수 있다. 상기 저장기로부터 상기 반응챔버로의 제2반응물의 유동이 자체 조절되는 것이 바람직하다. 따라서, 상기 반응챔버가 소정 압력, 바람직하게는 상기 저장기 내의 압력 이상의 소정값에 도달하면, 상기 저장기로부터 상기 반응챔버로의 제2반응물의 유동이 정지되어 수소가스의 생산을 정지시키게 된다. 이와 유사하게, 상기 반응챔버의 압력이 상기 저장기의 압력 이하로, 바람직하게는 상기 저장기 내의 압력보다 소정량 만큼 이하로 감소되면, 상기 제2반응물은 상기 저장기로부터 상기 반응챔버 내부로 유동할 수 있게 된다. 상기 저장기 내의 제2반응물은 펌핑(pumping), 삼투(osmosis), 모세관 작용(capillary action), 차압(pressure differential), 밸브(들) 또는 이들의 조합을 포함하는 모든 공지된 방법에 의하여 상기 반응챔버 내로 주입될 수 있다.

[0049] 도 1에는 연료공급시스템(10)이 도시되어 있다. 이 연료공급시스템(10)은 가스발생장치(12)를 포함하고 연료도관(16)과 밸브(34)를 통하여 연료전지(도시하지 않았음)에 연결될 수 있는 구조로 되어 있다. 연료도관(16)은 가스발생장치(12)의 내부로부터 연장되고 밸브(34)가 가스발생장치의 측벽(21b)에 배치된다. 연료도관(16)은 전체 길이가 가스발생장치(12)의 길이 보다 약간 짧은 가요성 튜브로 구성되는 것이 좋다.

[0050] 가스발생장치(12)는 그 측벽으로 둘러싸인 내부에 명확히 구분되는 3개의 방으로서 액체연료저장기(44), 반응챔버(18) 및 공간(45)을 포함하고, 여기에서 반응챔버(18)는 밀폐된 상태에서 저장기(44)와 공간(45) 사이에 활동 가능하게 배치된다. 저장기(44)는 측벽(21a)과 반응챔버(18)의 제1측벽(20a) 사이에 형성된 공간이다. 그러나, 또한 저장기(44)는 블래더(bladder) 또는 이와 유사한 유체용기를 포함할 수 있다. 물 및/또는 첨가제/촉매인 액체연료(22)가 저장기(44)내에 수용된다. 이러한 저장기내에는 다른 적당한 액체연료와 첨가제 등이 수용될 수도 있다. 비록 액체연료(22)는 가압된 상태에서 수용되나 가압되지 않은 상태에서 수용될 수도 있다. 공간(45)은 반응챔버(18)의 반대측에 위치하는 빈공간이다. 연료 또는 반응제에 첨가되는 적당한 첨가제/반응제는 부동제(예를 들어 메탄올, 에탄올, 프로판올과 기타 다른 알코올류), 촉매(예를 들어, 염화코발트와 기타 다른 알려진 촉매)와, pH 조절제(예를 들어, 황산 및 기타 일반적인 산류와 같은 산)를 포함하나 이들로써 제한되는 것은 아니다.

[0051] 반응챔버(18)는 스테인레스 스틸 또는 플라스틱과 같이 유체가 투과하지 못하는 물질로 된 4개의 측벽(20a-d)을 포함한다. 반응챔버(18)는 O-링 또는 가스킷의 형태인 가변부재(38)에 의하여 가스발생장치의 측벽으로 둘러싸인 내부에 밀봉된다. 반응챔버(18)는 가스발생장치의 배면측 측벽(21b)에 대하여 바이어싱 스프링(30)에 의하여 취부된다. 잘 알려진 적당한 스프링인 바이어싱 스프링(30)은 반응챔버(18)이 저장기(44)측으로 향하도록 힘을 가한다. 이러한 바이어싱 스프링(30)은 부탄, 프로판 또는 이소-프로판과 같은 가압가스 또는 액체로 대체될 수 있으며, 공간은 바이어싱 스프링(30)이 사용될 때 부분진공의 생성을 최소화하기 위하여 대기중으로 개방될 수 있다.

[0052] 반응챔버(18)내에는 고체연료(24)가 배치된다. 이 고체연료(24)는 타블렛형태의 NaBH_4 이다. 그러나, 이러한 고체연료의 형태는 미립체, 과립체 또는 기타 다른 형태일 수도 있다. 본 발명에 있어서는 다른 적당한 고체연료도 언급된다. 충전제, 첨가제 및 다른 작용제나 화학제가 액상 반응제와의 접촉상태를 개선하기 위하여 고체연료 NaBH_4 에 첨가될 수 있다.

[0053] 연료도관(16)을 연결하기 위한 연결점(17)이 반응챔버(18)의 배면측 측벽(20c)에 형성되어 있다. 이러한 연결점(17)은 측벽(20c)의 상측부 또는 이에 인접한 부분에서 이를 관통한 간단한 통공의 형태일 수 있다. 이와 같은 경우, 연료도관(16)은 연결점(17)에 또는 이러한 연결점내에서 접촉체로 고정되는 것이 좋다. 그러나, 연결점(17)은 노즐을 포함할 수 있으며 이에 연료도관(16)이 억지끼워 맞춤으로 삽입되고 접촉체 등으로 고정될 수 있다. 또한 선택적으로 가스는 투과할 수 있으나 액체는 투과할 수 없는 격막(32)이 연결점(17)에서 반응챔버를 향하는 쪽에 부착될 수 있다. 이러한 격막(32)은 액체 또는 부산물이 연료도관(16)을 통하여 연료전지 측으로 이송되는 것을 방지한다. 액체 또는 부산물을 포착하여 폐색되는 것을 줄이기 위하여 충전제 또는 발포체가 격막(32)에 조합되어 사용될 수 있다. 격막(32)은 당해 기술분야의 전문가에게 잘 알려진 바와 같이 액체는 투과할 수 없고 가스는 투과할 수 있는 물질로 구성될 수 있다. 이러한 물질은 알칸기를 갖는 소수성 물질을 포함하나 이로써 한정되는 것은 아니다. 더 상세한 예로서는, 폴리에틸렌 조성물(polyethylene compositions), 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리글락틴(polyglactin: VICRY

®), 냉동건조 경막(lyophilized dura matter) 또는 이들의 결합물들을 포함하며 이에 한정되지 아니한다. 또한, 기체투과성 부재(32)는 다공성 부재를 덮은 가스 투과성/액체 불투과성 막을 포함할 수 있다. 이러한 막의 예로는 CELGARD® 및 GORE-TEX®이 있다. 본 발명에 사용가능한 다른 가스 투과성, 액체 불투과성 막으로는 Millipore Corporation로부터 구입가능한 대략 0.1 μ m 내지 대략 0.45 μ m의 기공 크기를 갖는 SURBENT® 폴리비닐리덴 플루오라이드(Polyvinylidene Fluoride: PVDF)를 포함하며 이에 한정되지 아니한다. SURBENT® PVDF의 기공 크기는 상기 장치를 빠져나가는 물의 양을 조절한다. 0.2 μ m 하이드로(hydro)를 갖는 전자환기형 물질(electronic vent type material)과 같은 물질들(W. L. Gore & Associates, Inc.)도 본 발명에서 사용될 수 있다. 또한, 약 10 μ m의 기공 크기를 갖는 0.25인치 직경 로드(rod), 또는 두께가 약 0.3 μ m의 2인치 직경 디스크(GenPore사)와, 소결되고 및/또는 약 10 μ m이하의 기공 크기를 갖는 세라믹 다공성 물질(Applied Porous Technologies Inc.)도 본 발명에서 사용가능하다. 또한, 나노그라스(nanograss: Bell Labs) 물질도 액체를 필터링하는데 사용될 수 있다. 나노그라스는 전기 전하를 풀(grass)의 잎을 닮은 특별 제작된 실리콘 면들에 인가하여 작은 액적의 움직임을 제어한다. 또한, 본 출원인의 현재 진행중인 미국특허출원 제10/356,793호에서 개시된 가스 투과성, 액체 불투과성 물질도 본 발명에서 사용될 수 있다. 이러한 막(32)은 여기 기술되는 모든 구현 예들에서 사용될 수 있다.

[0054] 유체주입밸브(26)가 반응챔버 반대측 측벽(20a)에 배치된다. 체크밸브의 형태인 이 유체주입밸브(26)는 저장기(44)로부터의 액체연료가 반응챔버(18)측으로 유동하는 것을 제어한다. 이러한 밸브(26)는 체크밸브와 같이 잘 알려진 압력개방형의 일방향 밸브이거나 임계압력에 도달하였을 때 개방되는 압력감응형 다이어프램을 갖는 밸브일 수 있다. 반응챔버(18)내에서, 밸브(26)는 반응챔버(18)내로 액체연료(22)를 분산시키는 노즐(28)을 포함한다. 본 발명의 기술분야에 전문가라면 잘 알 수 있는 바와 같이, 이러한 밸브(26)는 도 2에서 보인 바와 같이 선택적으로 생략될 수도 있다. 이 실시형태에서, 직경이 작은 소공(28a)이 반응챔버(18)측으로 액체연료(22)를 분산시키기 위한 압력트리거형 노즐로서 작용하며, 이를 제외한 모든 구성은 도 1에서 보인 실시형태와 동일하다. 소공(28a)은 저장기(44)측으로의 가스이동을 최소화하기 위하여 반응챔버(18)의 저면측에 배치되는 것이 좋다. 또한, 고체연료(24)는 저장기(44)측으로의 가스이동을 최소화하기 위하여 소공(28a)에 인접하여 배치될 수 있다.

[0055] 수소가스가 연료전지에 의하여 요구될 때, 도 1에서 보인 바와 같은 차단밸브, 즉, 온/오프 밸브(36)가 개방된다. 이러한 온/오프 밸브(36)는 당해 기술분야서 잘 알려진 것으로, 달리 제한되지는 않지만, 솔레노이드밸브, 체크밸브 등을 포함하는 밸브일 수 있으며, 사용자에 의하여 수동으로 개방되거나 또는 연료전지를 제어하는 제어기에 의하여 개방될 수 있다. 연료전지를 위한 연료로서 사용되는 가스를 발생하기 위하여, 액체연료(22)가 고체연료와 반응하도록 반응챔버(18)측으로 이송된다. 가스발생장치(12)는 이를 자동적으로 수행한다. 스프링(30)은 저장기(44)를 향하여 일정한 힘 F로 반응챔버(18)를 가압한다. 저장기(44)내의 정수압 HP 와 조합된 이 힘 F 는 밸브(26)의 저장기(44)측에 총저장기압력 P₂₂ 를 생성한다. 온/오프 밸브(26)가 개방되어 있는 동안에, 반응챔버(18)내의 반응챔버압력 P₁₈ 은 가스가 생성되었다가 연료도관(16)을 통하여 이송되므로 급격히 높은 압력으로부터 낮은 압력으로 순환된다. 총저장기압력 P₂₂ 이 반응챔버압력 P₁₈ 보다 높을 때, 밸브(26)가 개방되고 액체연료가 반응챔버(18)측으로 유동하며 이 반응챔버는 측벽(21a)을 향하여 이동한다. 총저장기압력 P₂₂ 과 반응챔버압력 P₁₈ 사이의 압력차가 밸브(26)의 트리거점 이하로 떨어질 때, 밸브(26)가 폐쇄되고 반응챔버(18)가 이동하는 것을 멈추며 그 내부에서 가스가 축적된다. 반응챔버압력 P₁₈ 이 트리거압력 TP 에 이르렀을 때, 연료밸브(34)가 개방되고 연료가스가 반응챔버(18)로부터 유동하기 시작한다. 반응챔버(18)로부터 충분한 양의 연료가스가 이송되었을 때, 유체밸브(26)가 개방되고 다시 액체연료가 반응챔버(18)측으로 주입되며 이러한 과정에서 가스는 계속하여 연료도관(16)을 통하여 반응챔버(18)로부터 이송된다. 결국에는 반응챔버압력 P₁₈ 이 트리거압력TP 이하로 떨어져 연료이송밸브(34)가 개방된 상태에 놓이도록 한다. 이로써 반응챔버(18)내에 연료가스가 축적되게 함으로서 연료이송밸브(26)가 폐쇄되도록 한다. 이러한 과정이 다음의 표 1에 요약되어 있다.

[0056] 표 1: 밸브(36)가 개방되어 있을 때 가스발생장치의 압력주기

[0057]

압력평형	유체이송밸브(26)의 상태	연료이송밸브(34)의 상태	반응챔버(18)의 이동
P ₂₂ > P ₁₈	개방	개방	저장기(22)를 향하여
P ₂₂ = P ₁₈	폐쇄	폐쇄	이동하지 않음
P ₂₂ ≤ P ₁₈	폐쇄	개방	이동하지 않음

$P_{22} > P_{18}$	개방	개방	저장기(22)를 향하여
$P_{22} > P_{18}$	개방	폐쇄	저장기(22)를 향하여

- [0058] 도 3은 가스발생장치(212)를 포함하는 연료공급시스템(210)의 다른 실시형태를 보인 것으로, 여기에서 상기 언급된 액체연료(22)와 유사한 액체연료(222)가 저장기(244)내에 수용되어 있으며 상기 언급된 고체연료(24)와 유사한 고체연료(224)를 수용하고 있는 반응챔버(218)측으로 이송된다. 이 실시형태에서, 반응챔버(218)는 3개의 측벽(220a-c)으로 구성된다. 반응챔버(218)의 저면개방부는 측벽(220b)(220c)사이의 약간의 여유를 두고 활동가능하게 삽입되는 고체연료캐리어(225)에 의하여 밀폐된다. 고체연료캐리어(225)는 O-링 또는 가스킷 등으로 구성되는 가변부재(238)에 의하여 저면개방부에서 밀폐된다. 또한, 비록 고체연료캐리어(225)가 스테인레스 스틸이나 플라스틱과 같은 견고한 물질로 구성되는 것이 좋으나 이러한 고체연료캐리어(225)는 그 자체가 적당히 변형가능한 밀폐물질로 구성될 수도 있다. 고체연료캐리어(225)는 수소화붕소나트륨의 타블렛 또는 파립체와 같은 고체연료(224)가 채워진 개방형 용기부분을 포함한다.
- [0059] 고체연료캐리어(225)는 당해 기술분야에서 잘 알려진 형태의 스프링인 바이어싱 스프링(230)에 의하여 반응챔버(218)측으로 탄지된다. 바이어싱 스프링(230)은 연료공급시스템(210)의 측벽, 연료전지 또는 기타 다른 유사한 플랫폼과 같은 고정베이스(231)에 고정적으로 착설되며, 이 바이어싱 스프링(230)은 고체연료캐리어(225)에 일정한 힘을 가한다.
- [0060] 고체연료캐리어(225)의 저면에는 크랭크 아암(242)이 고정적으로 부착되어 있다. 이 크랭크 아암(242)은 고체연료캐리어(225)의 저면으로부터 저장기(244)의 밀폐되는 저면개방부를 통하여 연장되고 그 단부는 저장기(244)와 반응챔버(218)의 경계부분에 형성된 유체이송공(226)의 상부에 위치하는 스톱퍼(240)에 이른다. 크랭크 아암(242)은 액체연료(222)와 반응하지 않는 견고한 물질로 구성되는 반면에, 스톱퍼(240)는 유체이송공(226)을 밀폐할 수 있는 고무 또는 실리콘과 같은 가변형 물질로 외부가 코팅되는 것이 좋다.
- [0061] 상부의 측벽(220a)을 통하여 유체이송공(226)은 액체연료저장기(244)를 반응챔버(218)에 연결한다. 도 1에 관련하여 상기 언급된 실시형태와 유사하게, 반응챔버(218)측으로 향하는 유체이송공(226)의 단부에는 노즐(228)이 구성되어 있어 유체이송공(226)을 통과하는 액체연료가 반응챔버(218)내에서 분산되도록 한다. 또한 상부의 측벽(220a)에는 반응챔버를 연료도관(216)에 연결하는 연료이송밸브(234)가 배치되어 있다. 상기 언급된 밸브(34)와 유사하게, 이 연료이송밸브(234)는 체크밸브와 같은 압력트리거형 밸브이고, 선택적으로 가스투과성을 가지나 액체불투과성을 갖는 격막(232)으로 덮일 수 있다. 이러한 격막은 당해 기술분야에서 잘 알려진 격막일 수 있다.
- [0062] 도 1에 관련하여 상기 언급된 바와 같은 실시형태와 유사하게, 가스발생장치(212)의 작동은 이러한 가스발생장치(212)내에서의 압력과 힘 사이의 평형에 의하여 자동적으로 제어되거나 반복순환되는 것이 좋다. 반응챔버압력 P_{218} 은 반응챔버(218)내에서의 연료가스발생과 연료이송밸브(234)를 통한 연료전지(도시하지 않았음)로의 연료가스이송에 의하여 동력학적으로 변화한다. 바이어싱 스프링(230)은 고체연료캐리어(225)를 향하여 상측으로 일정한 힘 F 를 가한다. P_{218} 로부터의 힘이 힘 F 보다 큰 경우, 고체연료캐리어(225)는 하측으로 가압됨으로서 크랭크 아암(242)에 이에 따라 하측으로 이동한다. 따라서, 고체연료캐리어(225)는 높은 압력 P_{218} 에 의하여 충분히 하측으로 이동하여 스톱퍼(240)를 밀어 반응챔버(218)측으로 액체연료가 유동하는 것을 차단한다. 연료이송밸브(234)는 압력 P_{218} 이 트리거압력 TP 보다 높을 때에만 개방된다.
- [0063] 반응챔버(218)는 연료 또는 불활성 가스로 채워져 고체연료캐리어(225)의 초기상태는 하측에 놓인 상태가 되고 스프링(230)은 압축된다. 이후, 사용자는 잘 알려진 기계적인 수단(예를 들어, 당김손잡이, 슬라이드 등)을 이용하여 수동으로 스톱퍼(240)의 밀폐상태를 해제하거나, 또는 스톱퍼(240)가 연료전지에 붙어 있는 경우 이러한 스톱퍼가 자동적으로 제거됨으로서 초기 압력이 필요치 않게 된다.
- [0064] 이 실시형태에서, 액체연료(222)는 블래더(도시하지 않았음)에 저장되고 저장기(244)가 압축가스, 액화가스, 압축발포체 또는 스프링에 의하여 가압됨으로서 저장기(244)가 어떠한 방향으로 배치되었을 때 액체연료(222)가 저장기(244)로부터 배출될 수 있다.
- [0065] 또한, P_{218} 은 밸브(234)의 TP 보다 높은 것이 좋다. 연료전지에 연결되었을 때, 가스가 반응챔버(218)로부터 이송되어 P_{218} 이 낮아진다. 충분한 가스가 이송되면 바이어싱 스프링(230)으로부터의 힘 F 가 P_{218} 로부터의 힘을

극복하여 고체연료캐리어(225)를 상측으로 밀어 올림으로서 크랭크 아암(242)을 통하여 스톱퍼(240)가 유체이송공(226)으로부터 분리되도록 한다. 이로써 액체연료(222)는 노즐(228)을 통하여 반응챔버(218)측으로 분사된다. 그러나, 가스는 P_{218} 이 TP 이하로 떨어질 때까지 반응챔버(218)로부터 계속하여 이송된다. 밸브가 폐쇄되었을 때, 반응챔버(218)내의 압력은 P_{218} 로부터의 힘이 바이어싱 스프링(238)의 힘을 극복할 때까지 다시 생성되고, 스톱퍼(240)는 다시 유체이송공(226)을 폐쇄한다. 이러한 과정이 표 2에 요약되어 있다.

표 2: 밸브(36)가 개방되었을 때 가스발생장치의 압력주기

힘의 평형	유체이송밸브(226)의 상태	연료이송밸브(234)의 상태	고체연료캐리어(225)의 이동
$F < P_{218}$	폐쇄	개방	이동하지 않음
$F = P_{218}$	폐쇄	개방	이동하지 않음
$F > P_{218}$	개방	개방	이동하지 않음
$F > P_{218}$	개방	개방	반응챔버(218)를 향하여
$F > P_{218}$	개방	폐쇄	반응챔버(218)를 향하여
$F < P_{218}$	개방	폐쇄	고정베이스(231)를 향하여

도 3에서 보인 바와 같이, 반응챔버(218)의 압력을 제어하기 위한 다른 장치는 2차연료전지(214')를 측벽(220b)에 배치하기 위한 것이다. 2차연료전지(214')는 온/오프 밸브(236)가 폐쇄되었을 때 압력 P_{218} 을 최소화하기 위하여 과잉의 수소를 소비한다. 도시된 바와 같이, 2차연료전지(214')는 그 애노드측(211)이 반응챔버(218)를 향하여 그 내부의 수소가스와 접촉되고 그 캐소드측(209)은 주위공기를 향하여 배치됨으로서 산소와 접촉하도록 측벽(220b)에 배치된다. 가스발생장치가 작동상태에 있을 때 공기가 2차연료전지(214')에 도달하는 것을 방지하여 메인 연료전지(도시하지 않았음)에 의하여 요구될 때 수소가 2차연료전지(214')에 의하여 불필요하게 소비되지 않게 가동형 커버 게이트(213)가 캐소드측을 덮도록 제공되는 것이 좋다. 사용자 또는 제어기가 밸브(236)를 개방할 때(또는 압력 P_{218} 이 임계레벨을 초과할 때) 커버 게이트(213)가 이동되어 공기가 캐소드측에 접촉하도록 함으로서 과잉의 수소가 소비될 수 있도록 한다. 2차연료전지(214')에 의하여 발생된 전기를 소비하기 위하여 개략적으로 도시한 바와 같은 저항(215), 발광다이오드 또는 유사한 전기소비 및/또는 분산회로와 같은 전기 에너지소비장치가 제공된다. 2차연료전지(214')와 커버 게이트(213)는 본 발명의 다른 실시형태에도 사용될 수 있다.

도 4는 도 3에 관련하여 언급된 것과 유사한 가스발생장치(212)를 보이고 있다. 그러나, 이 실시형태에서, 고체연료캐리어(225)의 저면에 직접 연결되는 크랭크 아암을 대신하여, 축(247)이 고체연료캐리어(225)의 저면과 크랭크 휠(246)에 힌지연결된다. 바이어싱 스프링(230)은 그 일측 단부에 크랭크 휠(246)에 고정되고 타측단부가 고정베이스(231)에 고정된다. 이러한 바이어싱 스프링(230)은 크랭크 휠(246)이 시계방향으로 회전될 수 있도록 하는 일정한 힘 F 를 가한다.

크랭크 아암(242)은 크랭크 휠(246)의 하측단부에서 이 크랭크 휠(246)에 고정적으로 착설된다. 크랭크 아암(242)의 상측단부는 활동형 스톱퍼(240)를 수용하는 취부점(239)에서 튜브(241)에 힌지연결된다. 스톱퍼(240)는 이러한 스톱퍼(240)가 튜브(241)내에서 용이하게 이동하면서 유체이송공(226)을 폐쇄할 수 있다면 다양한 재질과 형태로 구성될 수 있다.

크랭크 휠(246)이 회전하면 크랭크 아암(242)은 수직평면에서 이동한다. 크랭크 휠(246)이 시계방향으로 회전하면, 크랭크 아암(242)은 고정베이스(231)를 향하여 하측으로 이동한다. 크랭크 아암(242)의 이러한 하향이동은 튜브(241)를 끌어당기어 취부점(239)이 접근점(237)의 아래에 놓이도록 한다. 튜브(241)가 이러한 상태로 배치되었을 때, 스톱퍼(240)는 취부점(239)을 향하여 활동함으로써 유체이송공(226)이 개방되도록 한다. 크랭크 휠(246)이 반시계방향으로 회전할 때, 크랭크 아암(242)은 고정베이스(231)로부터 멀어지는 상측방향으로 이동한다. 다시 튜브(241)가 경사져서 취부점(239)이 접근점(237)의 상부측에 놓이게 된다. 튜브(241)가 이러한 상태에 배치되었을 때, 스톱퍼(240)가 접근점(237)측으로 활동하여 유체이송공(226)을 폐쇄한다.

도 3에서 보인 실시형태의 경우와 같이, 이러한 과정은 가스발생장치(212)내의 압력과 힘의 평형에 의하여 자동적으로 제어되는 것이 좋다. 예를 들어, 반응챔버(218)가 먼저 충전되어 반응챔버(218)내의 P_{218} 에 의한 힘이

하측으로 고체연료캐리어(225)를 가압하고 크랭크 아암(242)이 튜브(241)를 충분히 경사지게 함으로서 스톱퍼(240)가 점근점(237)을 향하여 활동하여 유체이송공(226)을 폐쇄하도록 하는 것이 좋다. 또한, P_{218} 이 TP 보다 높아서 연료전지에 연결되었을 때 밸브(234)가 개방되어 연료가스가 반응챔버(218)로부터 유동한다. 이때에, 반응챔버(218)내에서의 가스발생이 느려져 결국은 P_{218} 의 생성이 감소되도록 한다. P_{218} 은 결국 이러한 P_{218} 로부터의 힘이 더 이상 충분히 힘 F 를 극복할 수 없는 정도까지 감소하여 크랭크 휠(246)이 시계방향으로 회전되도록 한다. 이러한 운동은 크랭크 아암(242)을 통하여 튜브(241)를 경사지게 하여 스톱퍼(240)가 취부점(239)을 향하여 활동함으로써 유체이송공(226)을 개방시켜 액체연료(222)가 노즐(228)을 통하여 반응챔버(218)측으로 유동하도록 한다. 반응챔버(218)내에서 다시 가스가 발생된다. 이러한 가스는 반응챔버(218)내에서 가스가 계속 발생하는 속도 보다 느린 속도로 밸브(234)를 통하여 반응챔버(218)로부터 유출되므로, P_{218} 이 계속 생성된다. 만약 P_{218} 이 TP 이하로 떨어지는 경우, 밸브(234)가 폐쇄되어 반응챔버(218)내에 가스가 축적된다. 이러한 압력과 힘의 반복주기가 표 3에 요약되어 있다.

[0073] 표 3: 밸브(236)가 개방되었을 때 가스발생장치의 압력주기

힘의 평형	유체이송밸브(226)의 상태	연료이송밸브(234)의 상태	크랭크 휠(246)의 회전
$F < P_{218}$	폐쇄	개방	회전하지 않음
$F = P_{218}$	폐쇄	개방	회전하지 않음
$F > P_{218}$	개방	개방	반시계방향
$F > P_{218}$	개방	폐쇄	반시계방향
$F < P_{218}$	개방	폐쇄	시계방향

[0075] 도 5는 도 1-4에 관련하여 상기 언급된 것과 유사한 것으로, 측벽(320)으로 구성되는 반응챔버(318)를 갖는 또 다른 가스발생장치(312)를 보인 것이다. 체크밸브 형태의 연료이송밸브(334)가 측벽(320)의 하나에 배치되어 반응챔버(318)내에서 발생한 연료가스가 이를 통하여 도 3 및 도 4에 관련하여 상기 언급된 연료도관과 유사한 연료도관(316)으로 이송될 수 있도록 한다.

[0076] 유체이송튜브(350)가 측벽, 바람직하게는 상부의 측벽을 통하여 반응챔버(318)측으로 연장되어 있다. 이러한 유체이송튜브는 그 일측단부가 액체연료(도시하지 않음)를 수용하고 있는 저장기에 연결된다. 여기에서 액체연료는 상기 언급된 액체연료와 유사하다.

[0077] 유체이송튜브(350)는 반응챔버(318)측으로 연장되어 있다. 유체이송튜브(350)의 전 길이에는 이러한 유체이송튜브(350)의 말단부를 향하여 다수의 유동채널공(352)이 형성되어 있다. 액체연료는 유체이송튜브(350)를 통하여 이송되어 액체연료가 유동채널공(352)으로부터 유출될 수 있다.

[0078] 유동채널공(352)은 고체연료(324)와 액체연료를 신속히 흡수하여 이를 고체연료(324)로부터 흡인하는 흡수재(354)로 구성되는 피복체로 둘러싸인다. 고체연료(324)는 과립체의 형태로 액체연료가 용이하게 통과할 수 있도록 하는 것이 좋다. 또한 흡수재(354)는 액체를 흡수할 수 있으나, 이러한 흡수재를 통하여 가스가 통과할 수 있도록 하는 것이 좋다. 이러한 흡수재의 한 예로서는 폴리아크릴산 나트륨 촉매가 함유된 종이솜(paper fluff)이 있다. 통상적으로 이러한 물질은 귀저기용으로 사용된다. 다른 예로서는 충전체와 발포체를 포함하나 이로써 제한되는 것은 아니다. 도 6에서 보인 실시형태에서, 유체이송튜브(350)의 둘레에는 수개 층의 고체연료(324a)(324b)와 흡수재(354a)(354b)가 권취되어 있다. 그러나, 단 하나의 층으로 구성될 수 있다. 액체연료가 고체연료를 통하여 흡인될 때, 연료가스가 생성되고 흡수재(354)를 통과하여 반응챔버(318)측으로 이동한다. 또한, 유체가 먼저 충전체 또는 발포체에 접촉하고, 이후에 모세관 작용을 통하여 고체연료측으로 이송된다.

[0079] 폴리아크릴산 나트륨 촉매는 물과 혼합되어 워터 젤(water gel)을 형성하고 이 워터 젤은 2006년 3월 15일자 본원 출원인의 미국특허출원 제60/782,632호 "연료전지용 연료조성물과 이를 이용한 가스발생기"에서 보인 바와 같이 금속수소화물과 반응한다. 상기 미국특허출원 제60/782,632호는 그 전체가 본 발명에 인용된다.

[0080] 유동채널공(352)을 통한 액체연료의 유동을 제어하기 위하여 유체이송튜브(350)내에 유체제어밸브(326)가 배치되는 것이 좋다. 이러한 유체제어밸브(326)는 반응챔버(318)내의 압력 P_{318} 에 응답하여 개방되고 폐쇄되는 압력 트리거형 밸브이다. 압력이송튜브(356)는 반응챔버(318)내에서 생성된 연료가스의 일부가 유체제어밸브측으로

노출될 수 있도록 한다. P₃₁₈ 이 유체제어밸브(326)의 트리거압력 보다 높을 때, 유체제어밸브(326)가 폐쇄되어 유체이송튜브(350)를 통한 액체연료의 유동을 차단한다. P₃₁₈ 이 유체제어밸브(326)의 트리거압력 이하로 떨어질 때, 유체제어밸브(326)가 개방되고 유체이송튜브(350)를 통하여 보다 많은 액체연료가 유동될 수 있도록 한다.

[0081] 또한, 유사하게, 연료이송밸브(334)가 P₃₁₈ 에 의하여 제어된다. P₃₁₈ 이 연료이송밸브(334)의 트리거압력 TP 보다 높을 때, 연료이송밸브(334)가 개방되어 연료가스가 연료도관(316)을 통하여 연료전지측으로 유동하도록 한다. P₃₁₈ 이 연료이송밸브(334)의 트리거압력 이하로 떨어질 때, 연료이송밸브(334)가 폐쇄되어 반응챔버내에서 가스압력이 생성되도록 한다. 상기 언급된 실시형태의 경우와 같이, 반응챔버는 제조시에 충전되어 처음부터 가스의 생성이 이루어질 수 있도록 하는 것이 좋다.

[0082] 도 7과 도 8은 연료공급시스템(410)의 가스발생장치(412)의 또 다른 실시형태를 보인 것이다. 이 실시형태에서, 반응챔버(418)는 팽창형의 블래더(458)로 구성된다. 이러한 팽창형 블래더(418)는 외부의 힘이 가하여지지 않고 팽창되고 수축될 수 있는 물질로 구성될 수 있다. 예를 들어, 팽창형 블래더(458)는 고무 또는 라텍스로 제조된 풍선형 구조일 수 있다. 또한, 팽창형 블래더(458)는 PET와 같이 비어 있을 때 본래의 형상으로 복귀될 수 있도록 열경화될 수 있는 플라스틱 물질로 구성될 수도 있다.

[0083] 팽창형 블래더(458)는 가스발생장치(412)의 중심 가까이에서 지지체(460)에 매달려 지지된다. 또한 팽창형 블래더(458)는 지지체(460)로부터 연장되고 수소화붕소나트륨과 같은 고체연료로 채워진 케이지(462)를 둘러싸고 있다. 고체연료는 과립체가 좋으나, 고체 타블렛 또는 환상체의 고체연료가 사용될 수 있다. 케이지(462)는 역시 팽창형 블래더(458)내에 배치되는 고체연료와 액체연료(422)에 대하여 불활성인 물질로 구성된다. 예를 들어, 케이지(462)는 스테인레스 스틸 또는 플라스틱으로 제조될 수 있다. 케이지(462)에는 통공(464)이 형성되어 있어 액체연료(422)가 고체연료에 접촉할 수 있다. 액체연료(422)는 상기 실시형태에서 언급된 액체연료와 유사하다.

[0084] 팽창형 블래더(458)의 제2단부는 반응챔버(418)내에서 생성된 연료가스를 연료전지측으로 이송할 수 있게 구성된 연료도관(416)에 부착된다. 연료도관(416)은 도 3-6에서 보인 실시형태에 관련하여 상기 언급된 연료도관들과 유사하다. 체크밸브와 같은 압력트리거형 밸브인 연료이송밸브(434)는 반응챔버(418)로부터의 가스유출을 제어할 수 있도록 구성된다.

[0085] 작동에 있어서, 팽창형 블래더(458)는 도 7에서 보인 바와 같이 처음에는 수축된 상태로 있다. 수축된 상태에 있을 때, 액체연료(422)는 케이지(462)와 접촉하게 된다. 이로써, 액체연료(422)는 고체연료와 반응하도록 통공(464)을 통하여 유동할 수 있다. 수소와 같은 연료가스가 발생된다. 연료가스가 반응챔버(418)내에서 축적됨에 따라서 팽창형 블래더(458)가 팽창한다. 반응챔버(418)내의 반응챔버압력(RCP)이 연료이송밸브(434)를 위한 트리거압력을 증가할 때, 연료이송밸브(434)가 개방되어 반응챔버(418)로부터의 연료가스가 연료전지측으로 이송될 수 있도록 한다. 팽창형 블래더(458)가 도 8에서 보인 바와 같이 최대로 팽창된 임계크기에 이르렀을 때, 모든 액체연료가 팽창형 블래더(458)의 저면측에 모이고 더 이상 케이지(462)내의 고체연료와 접촉하지 않는다. 이로써, 반응챔버(418)로부터 충분한 양의 가스가 연료전지측으로 이송될 때까지 액체연료(422)와 고체연료 사이에 부가적인 반응이 일어날 수 없다. 연료가스를 대기중으로 방출함으로써 팽창형 블래더(458)의 과잉압력을 방지하기 위하여 선택적인 일방향 릴리프 밸브(430)가 포함될 수 있다. 본 발명 기술분야의 전문가에 의하여 인정될 수 있는 바와 같이, 가스발생장치(412)는 어느 방향으로 배치되든지 작동될 수 있다.

[0086] 도 9와 도 10은 연료도관(516)을 통하여 연료전지(도시하지 않았음)에 연결될 수 있게 된 연료공급시스템(510)의 가스발생장치(512)의 또 다른 실시형태를 보인 것이다. 가스발생장치(512)는 측벽(52)내에 형성된 두개의 챔버, 즉, 가압형 액체연료챔버(544)와 반응챔버(518)를 포함한다. 측벽(520)은 가압형 액체연료챔버(544)내에 수용되는 물 또는 첨가제 함유의 물과 같은 액체연료(522)와 반응챔버(518)내에 수용되는 수소화붕소나트륨과 같은 고체연료(524)에 대하여 불활성인 물질로 구성되는 것이 좋다. 유체이송도관(588)은 가압형 액체연료챔버(544)와 반응챔버(518)를 연결한다. 상기 언급된 실시형태의 경우와 같이, 체크밸브와 같은 압력트리거형 밸브인 연료이송밸브(534)와 이러한 연료이송밸브(534)의 하류측에 배치되는 온/오프 밸브(36)(도시하지 않았음)는 반응챔버(518)로부터 연료도관(516)과 연료전지로 연료의 이송이 이루어질 수 있도록 한다.

[0087] 초기에 가압형 액체연료챔버(544)의 상부 또는 상부 가까이에는 스프링탄지형 피스톤(584)가 밀폐된 상태에서 활동할 수 있도록 배치된다. 이러한 피스톤(584)은 광유(petroleum jelly)와 같은 윤활밀폐제(586)로 밀폐되나, O-링 또는 가스킷과 같은 다른 밀폐요소가 사용될 수 있다. 이러한 피스톤(584)에 연속적인 힘 F를 가하기 위하여 바이어싱 스프링(530)이 피스톤의 상부에 배치되어 액체연료(522)가 반응챔버(518)측으로 끊임없이

가압된다. 상기 언급된 바와 유사하게, 이러한 스프링(530)은 예를 들어 부탄, 프로판 또는 이소프로판과 같은 액체상/기체상 탄화수소의 압축물질로 대체될 수 있다.

[0088] 개요성 유체튜브(582)가 이후 상세히 설명되는 바와 같이 유체이송도관(588)에 연결되고 그 상측단부가 반응챔버(518)의 개방부 또는 노즐(528)에 연결된다. 액체연료(522)는 개요성 유체튜브(582)를 통하여 반응챔버(518)측으로 선택적으로 통과한다. 개요성 유체튜브(582)는 메쉬형 피스틴(580)을 통하여 또는 이에 접촉하여 관통된다. 메쉬형 피스틴(580)은 바이어싱 스프링(572)에 의하여 고체연료(524)측으로 탄지된다. 바이어싱 스프링(572)은 메쉬형 피스틴(580)에 연속적인 힘을 가하여 메쉬형 피스틴이 연료도관(516)을 향하여 고체연료(524)측으로 탄지될 수 있도록 한다. 메쉬형 피스틴(580)은 스프링(572)에 의하여 고체연료(524)에 접촉이 유지되며, 이러한 고체연료는 메쉬형 피스틴(580)의 그물망 구멍을 통과할 수 없을 정도로 입자가 큰 과립체의 형태로 구성되는 것이 좋다. 그러나, 액체연료(522)가 노즐(528)을 통하여 반응챔버(518)측으로 유동하여 고체연료(524)와 반응함으로써, 도 10에서 보인 바와 같이, 연료가스와, 예를 들어 액상 봉산염과 같은 슬러리(590)가 생성된다. 슬러리(590)는 메쉬형 피스틴(580)의 하측에 축적되도록 메쉬형 피스틴(580)의 그물망 구멍을 통하여 유동할 수 있다. 그리고 스프링(572)은 메쉬형 피스틴(580)을 고체연료(524)의 반응하지 않은 부분측으로 계속하여 가압한다. 이로써, 노즐(528)로부터 유동하는 액체연료는 부산물이 거의 없는 고체연료에 연속하여 접촉한다.

[0089] 상기 언급된 실시형태와 유사하게, 이 가스발생장치(512) 역시 자기조절형이다. 메쉬형 피스틴(580)의 하측에 배치된 다이어프램(574), 선택적인 스프링(573) 및 밸브(526)은 반응챔버(518)내에서 압력 P_{518} 에 노출된다. 유체도관(575)이 다이어프램(574)을 통하여 형성되어 유체도관(588)을 개요성 유체튜브(582)에 연결한다. 반응챔버(518)내에서 압력이 생성되어 다이어프램(574)의 트리거 압력 TP 에 도달한다. 다이어프램(574)의 트리거압력에 이르렀을 때, 다이어프램(574)이 변형되어 밸브(526)(도시하지 않았음)를 폐쇄하고 액체연료가 반응챔버(518)측으로 유동하는 것을 차단한다. 연료가스는 P_{518} 이 TP 이하로 떨어질 때까지 연료이송밸브(534)로부터 유동하여, 이때에 다이어프램(574)은 다시 개방되어 부가적인 액체연료(522)가 반응챔버(518)측으로 주입됨으로서 연료가스의 생성이 다시 시작된다. 스프링(573)은 다이어프램(574)이 개방위치로 복귀하는 것을 돕는다. 밸브(526)는 체크 밸브와 같이 다이어프램(574)이 P_{518} 에 반응하여 개방되거나 폐쇄될 수 있다면 어떠한 형태의 밸브라도 사용될 수 있다.

[0090] 도 11은 연료도관(516)을 통하여 연료전지(도시하지 않았음)에 연결될 수 있게 된 가스발생장치(612)의 또 다른 실시형태를 보인 것이다. 이 실시형태에서, 반응챔버(618)에는 과립체 또는 분말형태인 다량의 고체연료(624)가 수용되어 있다. 반응챔버(618)는 상기 언급된 측벽(20)과 유사한 단일체의 비반응성 물질로 이루어진 두개의 대향된 측벽(620)을 포함한다. 그러나, 반응챔버(618)의 저면부(680)는 망체 또는 다수의 통공이 형성된 시이트체와 같은 다공성의 비반응성 물질로 구성되는 것이 좋다. 유리섬유가 저면부(680)를 구성하는데 적합한 많은 물질중의 하나이다. 이러한 저면부(680)의 통공은 고체연료(624)의 입자가 통과할 수 없는 정도의 크기를 갖는다.

[0091] 반응챔버(618)의 상측부(632)는 도 1에 관련하여 상기 언급된 바와 같은 격막(32)과 같이, 가스 투과성, 액체 불투과성 격막으로 구성되는 것이 좋다. 이러한 적당한 격막의 예로서는 CELGARD[®] 와 GORE-TEX[®] 가 있다. 연료가스저장기(619)는 격막(632)의 상부에 위치하며 이러한 격막을 통하여 반응챔버(618)내에서 생성된 연료가스가 연료가스저장기에 수용된다. 체크 밸브와 같은 밸브(634)가 연료가스저장기(619)로부터 연료도관(616)으로 연료가스가 유동하는 것을 제어한다. 밸브(634)는 당해 기술분야에서 잘 알려진 형태의 밸브이며 도 1에 관련하여 상기 언급된 밸브(34)의 구조와 기능이 유사하다.

[0092] 저면부(680)에 인접하여 매니폴드(679)가 배치되어 있다. 이러한 매니폴드(679)에는 수개의 유동채널(652a-f)이 형성되어 있다. 본 발명 기술분야의 전문가에 의하여 인정될 수 있는 바와 같이, 유동채널의 수는 연료의 형태, 연료전지의 형태와, 연료전지가 사용되는 장치를 포함하는 요인에 따라서 크게 달라질 수 있다. 유동채널의 수는 2~100개, 바람직하게는 약 50~75개인 것이 좋다.

[0093] 유동채널(652a-f)은 공급튜브(650)에 연결되고 이를 통하여 액체연료(도시하지 않았음)가 저장기(도시하지 않았음)으로부터 공급된다. 공급튜브(650)를 통한 유체의 초기유동은 부가적인 연료의 요구에 대한 신호를 보내어 액체연료 저장기와 공급튜브(650) 사이에 배치된 밸브(도시하지 않았음)를 개방하는 제어기(도시하지 않았음)에 의하여 제어되는 것이 좋다. 또한 사용자가 이러한 밸브를 개방하기 위한 스위치를 작동시킴으로써 유동이 시작될 수 있도록 할 수 있다. 매니폴드(679)는 어느 주어진 시간에 단 하나의 유동채널(652a-f)이 공급튜브(650)로부터 액체연료를 공급받을 수 있도록 구성되어 여러 영역에서 고체연료(624)가 반응될 수 있도록 한다. 환언컨데, 만약 액체연료가 유동채널(652a)을 통하여 유동하는 경우, 유동채널(652b-f)에는 액체연료가 수용되지 않

음으로써 사용되지 않은 유동채널(652b-f)의 상부에 위치하는 고체연료(624)는 건조된 상태에서 반응되지 않은 상태로 남아 있게 된다.

[0094] 유동채널(652a-f)의 이러한 연속적인 사용은 각 유동채널의 직경을 서로 다르게 함으로써 부분적으로 달성된다. 유동채널(652a)이 최대직경을 가지고 각 연속하는 유동채널은 유동방향으로 점진적으로 약간씩 작아지는 직경을 갖는 것이 좋다. 환언컨데, 유동채널(652b)의 직경이 유동채널(652c)의 직경 보다 크고 다음의 유동채널은 다시 그 다음의 유동채널 보다 직경이 크다. 당해 기술분야에서 잘 알려진 바와 같이, 유체는 최소저항을 갖는 유로를 통하여 유동한다. 하류측의 다음 유동채널의 보다 좁은 직경은 실질적으로 유체의 유동을 제한하므로, 유체는 최대 직경의 유동채널을 지나는 유로를 통하여 유동하는 경향을 보인다. 예를 들어, 유동채널(652a) 또는 유동채널(652b)을 지나는 유로가 있는 경우, 가장 많은 유체가 유동채널(652)를 통하여 유동할 것이다.

[0095] 최대직경의 유동채널을 통하여 유동하는 유체의 경향은 공급튜브(650)의 크기를 단계적으로 증가시킴으로서 선택적으로 향상시킬 수 있는 바, 여기에서, 공급튜브(650)의 직경은 다음의 연속하는 유동채널(652)에 이르기 전에 약간씩 증가된다. 예를 들어, 공급튜브(650)는 비교적 넓은 유동채널(652a)의 부근에서는 비교적 좁으므로, 공급튜브(650)의 유체는 공급튜브(650)를 따라 연속유동하지 않고 유동채널(652a)로 유입되는 경향을 보일 것이다.

[0096] 액체연료는 유동채널(652a)을 통하여 반응챔버(618)측으로 유동하므로, 액체연료는 고체연료(624)와 반응한다. 예를 들어, 고체연료가 수소화붕소나트륨이고 액체연료가 물 또는 어떠한 물질이 도핑된 물인 경우, 수소가스와 액상 붕산염의 슬러리가 생성된다. 만약 슬러리가 유동채널(652a)의 입구로부터 제거되지 않는 경우, 슬러리는 콘크리트처럼 경화되는 경향을 보인다. 이와 같이 경화된 슬러리는 결국 유동채널(652a)를 폐색시킬 것이다. 유동채널(652a)이 폐색되는 경우, 공급튜브(650)의 유체는 다음의 유효한 유로인 유동채널(652b)로 유동할 것이다. 일부의 유체가 유동채널(652b)을 통하여 유동하는 동안에, 유동채널(652b)이 역시 경화된 슬러리로 폐색될 때까지 그 유량은 나머지 유동채널(652c-f)의 어느 하나로 유동하는데 충분치 않다. 이러한 과정은 모든 유동채널(652a-f)이 폐색되거나 모든 고체연료가 소비될 때까지 계속된다.

[0097] 선택적으로, 제2의 메쉬(681)가 각 유동채널(652a-f)의 유입구에 배치된다. 이러한 제2의 메쉬(681)는 그물망 구멍의 크기가 매우 작아서 유체는 통과할 수 있으나 반응챔버(618)로부터 일부 통과한 슬러리는 포집되어 액체연료를 오염시키거나 공급튜브(650)를 폐색시키지 않도록 한다. 본 발명 기술분야의 전문가에 의하여 인정될 수 있는 바와 같이, 특정 유로를 선택하기 위하여 유체의 성향을 조절하도록 유동채널의 높이와 같은 유동채널(652)의 다른 수력학적 파라메타가 역시 달라질 수 있으며, 각 연속한 하류측 유동채널은 그 앞의 유동채널보다 높이가 높다. 수력학적 파라메타의 어떠한 조합이 이용될 수 있다.

[0098] 도 12에는 연속한 유동채널(752a-f)로의 접근을 허용하는 가스발생장치(712)의 다른 구조가 도시되어 있다. 도 11의 실시형태와 유사한 이 실시형태에서, 하류측 유동채널(752b-f)에 대한 접근은 일련의 밸브(753a-e)에 의하여 제어된다. 밸브(753a-e)는 체크 밸브 또는 다이어프램 밸브와 같은 압력트리거형 밸브인 것이 좋다. 유체가 공급튜브(750)를 통하여 유동할 때, 유체가 유동채널(752a)로만 유동할 수 있도록 모든 밸브(753a-e)는 폐쇄된다. 상기 언급된 바와 같이, 유동채널(752a)는 경화되는 슬러리로 폐색될 것이다. 유동채널(752a)이 폐색되었을 때, 공급튜브(750)내에서 유체의 압력은 제1밸브(753a)이 개방될 때까지 증가할 것이다. 밸브(753a)가 개방되었을 때, 이러한 밸브는 새로운 유로가 개방될 때 전형적으로 유동압력이 감소하는 것과 같이 내부에 취약성 부재를 가짐으로써 다시 폐쇄되지 않을 것이다. 본 발명 기술분야의 전문가에 의하여 인정될 수 있는 바와 같이, 각 밸브(753a-e)는 선택적으로 취약성 격막으로 대체될 수 있다. 유동채널(752a-f)이 폐색되는 과정과 밸브 또는 파단형의 취약성 격막이 개방되는 과정은 모든 유동채널(752a-f)이 폐색되거나 또는 모든 고체연료가 소비될 때까지 계속된다.

[0099] 도 13은 또 다른 가스발생장치(812)를 보이고 있다. 앞의 실시형태와 유사하게, 반응챔버(818)는 하우징(820)내에 수용되어 있다. 하우징(820)은 가스발생반응이 이루어질 수 있는 물질, 바람직하게는 플라스틱 또는 스테인레스 스틸과 같이 반응에 대하여 불활성인 물질로 구성될 수 있다. 하우징(820)의 일측단부는 스톱퍼(840)로 밀폐된다. 이 스톱퍼(820)는 반응중에 생성된 가스 또는 액체연료(822)가 누출되지 않게 하우징(820)을 밀폐할 수 있는 물질로 구성된다. 하우징(820)의 반대측 단부는 연료전지(도시하지 않았음)측으로 유도하는 밸브(834) 또는 연료전지(도시하지 않았음)측으로 연장된 도관을 포함한다. 밸브(834)는 본문에 언급된 다른 밸브와 유사하며 체크 밸브 또는 온/오프 밸브인 것이 좋다.

[0100] 수소화붕소나트륨과 같은 고체연료(824)가 하우징(820)의 측벽내에 부착되어 있다. 고체연료(824)는 분말 또는 과립체의 형태인 것이 좋으나 이러한 고체연료(824)는 타블렛의 형태일 수도 있다. 만약 고체연료(824)가 분말

또는 과립체의 형태로 제공되는 경우, 고체연료(824)상에는 스크린 또는 메쉬(827)가 배치된다. 메쉬(827)의 그물망 구멍의 크기는 고체연료(824)가 그대로 남아 있는 상태에서 액체연료(822)가 고체연료(824)측으로 접근할 수 있을 정도로 충분히 작다. 고체연료(824)는 분할벽(825)에 의하여 수개의 격실에 나누어져 수용될 수 있다. 분할벽(825)은 각 격실을 밀폐할 수 있는 물질로 만들어져 액체연료(822)가 일측 분할벽으로부터 다음의 분할벽으로 이동할 수 없도록 한다. 선택적으로, 과립체 형태의 고체연료(824)는 서방형 물질(time-release material)의 케이스내에 용입될 수 있으며, 서방형 물질은 다양한 두께를 갖는 수용성 물질과 같은 여러가지 물질이 사용된다. 이로써, 일부의 고체연료(824)는 신속히 사용될 수 있는 반면에, 나머지 고체연료(824)는 추후 이용을 위하여 보존될 수 있다.

[0101] 액체연료(822)는 상기 언급된 액체연료와 유사한 물 또는 워터 겔인 것이 좋다. 이러한 워터 겔은 물에 폴리아크릴산나트륨 결정과 같은 친수성 화합물을 혼합하여 얻을 수 있다. 워터 겔은 이미 언급된 바 있으며 앞서 인용한 미국특허출원 제60/782,632호에 기술되어 있다. 액체연료(822)는 블래더(844)내에 수용된다. 이러한 블래더(844)는 고무, 실리콘 또는 얇은 플라스틱과 같이 실질적으로 액체연료(822)에 대하여 불활성인 가변형의 물질로 구성된다. 블래더(844)는 다수의 주름이 잡힌 구조로 되어 있어 블래더(844)가 보다 용이하게 제어되는 형태로 신축될 수 있도록 한다.

[0102] 이러한 블래더(844)에는 단부에 노즐(828)을 갖는 유체도관(882)이 연결된다. 유체도관(882)과 노즐(828)은 액체연료(822)를 단일 격실내의 고체연료(824)와 같은 특정부분의 고체연료측으로 향할 수 있도록 하는 유로를 형성한다. 유체도관(882)과 노즐(828)은 비교적 작은 통공을 갖는 구성요소로서 어느 한 시점에서 소량의 액체연료(822)만이 공급될 수 있도록 한다. 도 13a에서 보인 바와 같이, 도 13의 노즐(828)이 단일의 노즐인 것에 반하여, 유체도관(882')에 연결된 노즐(828')이 예를 들어 블래더(844)에 연결되어 동시에 다수의 유체유출이 이루어질 수 있도록 하는 다중동시유출형 유체유출구로서 사용될 수 있도록 형성된 다수의 통공을 갖는 중공형 링과 같은 다중유출구를 포함한다.

[0103] 스프링(830)이 유체도관(882)과 노즐(828)에 대항된 블래더(844)의 단부측에 배치된다. 이러한 스프링(830)은 일정한 힘을 가하는 스프링인 것이 좋다. 스프링(830)은 판스프링 또는 태엽스프링과 같이 일정하게 당기는 힘을 가할 수 있는 스프링일 수 있다. 스프링(830)은 플라스틱 또는 스테인레스 스틸과 같이 액체연료(822)에 대하여 실질적으로 불활성인 물질로 구성된다. 스프링(830)의 일측단부는 유체도관(882)에서 또는 이에 근접하여 블래더(844)의 대항측 단부에 고정될 수 있도록 블래더(844)의 일측단부를 통하여 연장된다. 이와 같이 함으로서, 스프링(830)은 블래더(844)의 노즐단부측을 스톱퍼(840)측으로 당기고 있다. 스프링(830)이 당기어짐으로서 블래더(844)가 압착되어 유체도관(882)과 노즐(828)을 통하여 액체연료(822)가 강제로 고체연료(824)측으로 주입될 수 있도록 한다. 가스가 반응챔버(818)내에서 발생된다. 반응챔버(818)내의 압력이 임계값에 이르렀을 때, 밸브(834)가 개방되어 가스가 연료전지측으로 이송될 수 있도록 한다. 또한 밸브(834)는 온/오프 밸브이고 사용자 또는 제어기에 의하여 개방될 수 있다. 블래더(844)가 비었을 때, 노즐(828)은 이후 상세히 설명되는 바와 같이 스톱퍼(840)측으로 이동하여 액체연료(822)가 다음 격실의 고체연료(824)측으로 주입될 수 있도록 한다.

[0104] 스프링(830)이 블래더(844)를 당길 때에, 액체연료(822)가 고체연료(824)측으로 주입됨으로써 가스가 연속적으로 발생된다. 그러나, 중단없이 가스가 발생하는 것은 바람직하지 않다. 예를 들어, 온/오프 밸브인 밸브(834)가 폐쇄될 때, 수소의 발생은 중단되어야 한다. 이러한 밸브는 사용자에게 의하여 수동으로 또는 연료전지에 의한 연료의 사용을 모니터링하는 제어기를 통하여 트리거될 수 있다. 따라서, 발생한 가스로부터의 압력이 반응챔버(818) 또는 하우징(820)내에서 생성될 것이다. 이러한 압력은 압력방출 체크밸브(도시하지 않았음) 또는 상기 언급된 바와 같이 하우징(820)의 측벽에 배치되는 2차연료전지에 의하여 방출되는 동안에, 가스의 발생은 온/오프 밸브의 폐쇄후 중단되어야 한다.

[0105] 따라서, 가스발생장치(812)에는 스프링(830)이 감기는 것을 중지시킬 수 있도록 구성된 압력감응형 슬라이브(832)가 구비되는 것이 좋다. 이러한 압력감응형 슬라이브(832)는 스톱퍼(840)에 인접하여 적어도 스프링(830)의 일부분에 근접배치된다. 압력감응형 슬라이브(832)는 플라스틱, 수지, 금속 등과 같이 하우징(820)내의 압력에 의하여 용이하게 이동될 수 있는 견고한 물질로 구성되는 것이 좋다. 압력감응형 슬라이브(832)는 간극(831)을 형성하도록 스톱퍼(840)로부터 간격을 두고 하우징(820)내에 활동가능하게 배치되어 압력감응형 슬라이브(832)가 간극(831)측으로 향하거나 이로부터 멀어지도록 하우징(820)내에서 자유롭게 이동된다. 압력감응형 슬라이브(832)는 스프링(829)에 의하여 스톱퍼(840)로부터 멀어지는 방향으로 탄지된다. 이러한 스프링은 코일형 압축스프링과 같은 잘 알려진 형태의 스프링이거나 또는 이러한 스프링의 기능을 갖는 수단으로서 기체상 또는 액체상 탄화수소가 대체되어 사용될 수 있다.

- [0106] 반응챔버(818)내의 압력이 임계레벨에 이르렀을 때, 스톱퍼(840)로부터 멀어지는 방향으로 압력감응형 슬라이브(9832)를 탄지하는 스프링(829)에 의하여 가하여지는 힘이 극복되어 압력감응형 슬라이브(832)가 스톱퍼(840)를 향하여 이동한다. 이와 같이 함으로서, 압력감응형 슬라이브(832)는 스프링(830)을 눌러주어 스프링(830)이 더 이상 감기는 것을 방지한다. 이로써, 스프링(830)은 더 이상 블래더(844)를 당기지 않고 블래더(844)로부터 액체연료가 더 이상 배출되지 않는다. 가스가 다시 하우징(820)으로부터 방출되어 그 내부의 압력이 임계레벨 이하로 떨어질 때, 스프링(829)이 확장되고 압력감응형 슬라이브(832)가 본래의 위치로 복귀이동하여 스프링(830)이 풀리게 된다. 다시 스프링(830)은 블래더(844)의 노즐단부를 당기어 가스가 다시 발생된다.
- [0107] 또 다른 가스발생장치(912)가 도 14에 도시되어 있다. 이 가스발생장치(912)는 상기 언급된 다른 가스발생장치의 하우징과 유사한 하우징(920)을 포함한다. 하우징(920)은 수소화붕소나트륨과 같은 고체연료(924)가 수용된 반응챔버(918)와, 물과 같은 액체연료(922)가 수용된 액체연료챔버(944)를 갖는 구조로 되어 있다. 본 발명 기술분야의 전문가에 의하여 인정될 수 있는 바와 같이, 본 발명에서 언급된 고체연료 또는 액체연료는 이 실시형태에 사용하기에 적합한 것이다.
- [0108] 하우징(920)내에 활동가능하게 배치된 피스톤(980)은 하우징(920)의 내부를 액체연료챔버(944)와 반응챔버(918)로 나눈다. 피스톤(980)은 하우징(920)내에 밀폐가능하게 배치된다. 피스톤(980)은 액체연료(922), 고체연료(924) 및 이들 사이의 반응에 의하여 생성되는 가스에 대하여 불활성이며, 피스톤(980)의 밀폐특성을 향상시키고 슬라이딩 운동을 용이하게 하는 광유와 같은 겔상 물질로 피복되는 가변형 물질로 구성되는 것이 좋다. 또한 도 14에서 보인 바와 같이, 피스톤(980)은 상기 언급된 가변형 물질과 같은 비반응성인 견고한 물질로 구성될 수 있으나, 고무 또는 실리콘 O-링 또는 광유 등의 윤활물질과 같은 적어도 하나의 밀폐요소(938)를 포함할 수 있다. 스프래그(sprag)(981) 또는 이와 유사한 구조가 반응챔버(918)내에서 피스톤(980)에 인접하여 배치됨으로써 피스톤(980)은 액체연료챔버(944)측으로만 활동할 수 있다. 이러한 스프래그(981)는 변부가 예리하게 되어 있는 플라스틱 또는 금속제의 요입형 디스크 또는 플레이트로 구성되고 요입된 부분의 반대측 방향으로 이동하는 것을 방지하기 위하여 하우징(920)의 측벽에 대하여 파지 또는 고정될 수 있게 되어 있다.
- [0109] 하우징(920)의 일측단부는 스톱퍼(940)로 밀폐되어 액체연료챔버(944)는 스톱퍼(940), 하우징(920) 및 피스톤(980)으로 둘러싸이는 부분으로 형성된다. 스톱퍼(940)는 반응중에 생성된 가스나 액체연료가 누출되는 것을 방지할 수 있도록 고무 또는 실리콘 등과 같이 하우징(920)을 밀폐할 수 있는 물질로 구성된다. 액체연료(922)는 액체연료챔버(944)를 전체적으로 채우는 것이 좋다. 또한, 액체연료(922)는 수소 또는 유사한 연료가스로 가압되어 액체연료챔버(944)로부터 액체연료(922)의 유동이 증가되도록 할 수 있다. 가압가스는 액체연료챔버(944)내에 배치되어 액체연료챔버(944)로부터 액체연료(922)를 밀어낼 수 있도록 팽창되는 구조의 탄성 블래더내에 수용될 수 있다. 선택적으로, 체크 밸브 또는 압력방출밸브(도시하지 않았음)가 액체연료챔버(944)를 형성하는 하우징(920)의 측벽에 배치되어 공기 또는 다른 주위의 기체가 액체연료챔버(944)측으로 유입될 수 있도록 함으로서 액체연료챔버의 내부에 진공이 형성되어 피스톤(980)의 운동이 정지되는 것을 방지한다.
- [0110] 하우징(920)의 대향된 단부는 스톱퍼(940)와 구조와 물질이 유사한 제2스톱퍼(935)를 포함한다. 이와 같이 함으로서, 반응챔버(918)는 제2스톱퍼(935), 하우징(920) 및 피스톤(980)으로 둘러싸이는 부분으로 형성된다. 그러나, 밸브(934)는 연료전지(도시하지 않았음) 또는 연료전지측으로 연장된 도관(도시하지 않았음)으로 향하는 유로를 형성하기 위하여 제2스톱퍼(935)에 배치된다. 밸브(934)는 본문에 언급된 다른 밸브들과 유사하고, 반응챔버(918)내의 압력이 임계레벨에 이르렀을 때에만 개방될 수 있게 된 온/오프 밸브 또는 체크밸브인 것이 좋다. 고체연료(924)는 제2스톱퍼(935)에 인접하여 반응챔버내에서 하우징(920)의 측벽에 배치된다. 고체연료(924)는 링형의 구조를 이루도록 하우징(920)의 측벽에 가압되거나 그밖에 접촉되는 타블렛 형태인 것이 좋다. 또한, 고체연료(924)는 과립체 또는 분말의 형태이고 그물망 구멍의 크기가 고체연료(924)의 과립체는 통과하지 못하나 액체연료(922)는 통과하여 고체연료(924)와 반응할 수 있도록 선택된 메쉬 또는 스크린에 의하여 하우징(920)의 측벽에 고정된다.
- [0111] 유체이송튜브(982)가 액체연료챔버(944)를 반응챔버(918)에 연결하기 위하여 피스톤(980)을 통하여 제공된다. 유체이송튜브(982)는 액체연료(922)를 고체연료(924)측으로 이송할 수 있는 관체 또는 파이프의 형태이다. 그러나, 유체이송튜브(982)는 액체연료(922), 고체연료(924) 및 이들 사이의 반응으로 생성된 가스에 대하여 실질적으로 불활성인 물질로 구성되는 직경이 작은 견고한 튜브이다. 유체이송튜브(982)의 내경은 약 0.001~0.01 인치이고, 더욱 바람직하게는 유체이송튜브(982)의 내경이 약 0.005 인치이다.
- [0112] 유체이송튜브(982)의 길이는 스톱퍼(940)를 향하는 피스톤(980)의 운동으로 유체이송튜브(982)의 단부로부터 단한 방울의 액체연료가 고체연료(924)측으로 방출될 수 있도록 선택된다. 유체이송튜브(982)는 초기위치에 있을

때 유체이송튜브(982)의 말단부가 고체연료(924)를 통하여 제2스토퍼(935)측으로 연장될 수 있도록 충분한 길이를 갖는 것이 좋다. 이로써, 피스틴(980)이 이동할 때, 유체이송튜브(982)가 고체연료(924)의 새로운 공급원으로 이동된다. 또한, 예를 들어 액체연료(922)가 액체연료챔버(944)내에 공급된 액화탄화수소로 채워진 블래더로 가압되는 경우 피스틴(980)은 이동되지 않는다. 이러한 경우에 있어서, 액화탄화수소는 일정한 압력으로 팽창하여 액체연료챔버(944)로부터 액체연료(922)를 밀어낸다.

[0113] 작동에 있어서, 초기에 액체연료(922)의 유동은 사용자가 액체연료(922)를 가압하거나 유체이송튜브(982)의 말단부를 덮고 있는 밀봉(도시하지 않았음)을 구멍내거나 제거함으로써 시작될 수 있다. 그리고 액체연료(922)는 유체이송튜브(982)를 통하여 반응챔버측으로 유동하고 고체연료(924)에 적가된다. 액체연료(922)와 고체연료(924)는 반응하여 수소를 발생한다. 충분한 압력이 반응챔버(918)내에서 생성되었을 때, 체크밸브(934)가 개방되어 연료가스가 연료전지(도시하지 않았음)측으로 유동한다. 이러한 체크밸브(934)는 사용자 또는 제어기에 의하여 개방될 수도 있다. 만약 반응챔버(918)내의 압력이 더욱 증가하는 경우, 결국 반응챔버압력 P_{918} 은 이러한 반응챔버압력 P_{918} 이 피스틴(980)을 스톱퍼(940)측으로 밀어내는 레벨에 이른다. 그러나, 반응챔버압력 P_{918} 에서의 부가적인 증가는, 반응챔버압력 P_{918} 이 액체연료챔버압력 P_{944} 보다 높을 때 압력기울기 때문에 액체연료(922)가 반응챔버(918)측으로 유동할 수 없는 경우와 같이, 부가적인 액체연료(922)가 유체이송튜브(982)로부터 유동하는 것을 방지할 것이다. 환언컨데, 액체연료챔버압력 P_{944} 는 X psi 와 같은 일정한 양만큼 반응챔버압력 P_{918} 보다 높아야 한다. 유체이송튜브(982)는 예를 들어 유체이송튜브(982)를 통하여 유동하는 유체에 대하여 X 가 2psi 가 되도록 충분히 긴 것이 좋다. 밸브(934)를 통한 반응챔버로부터의 이송에 의한 것과 같이 반응챔버압력 P_{918} 이 낮아졌을 때, 액체연료(922)는 다시 유체이송튜브(982)를 통하여 유동함으로써 부가적인 가스가 발생된다. 환언컨데, 발생된 수소가 반응챔버압력 P_{918} 를 비교적 낮게 유지할 수 있을 정도인 비율로 가스발생장치(912)로부터 유출되는 한, 액체연료(922)는 계속하여 반응챔버(918)측으로 이송된다.

[0114] 본 발명에 사용된 연료의 예는 알카라인 또는 알카리금속 수소화물 또는 그 혼합물과 같은 원소주기율표의 IA-IVA 족 원소의 수소화물과 그 혼합물을 포함하나, 이로써 한정되는 것은 아니다. 알카리금속-알루미늄 수소화물(알라네이트)과 알카리금속 붕소수소화물과 같은 다른 화합물이 사용될 수 있다. 금속수소화물의 보다 특수한 예는 수소화리튬, 리튬 알루미늄 수소화물, 수소화나트륨, 수소화붕소나트륨, 수소화칼륨, 수소화붕소칼륨, 수소화마그네슘, 수소화칼슘 및 그 염 및/또는 그 유도체를 포함하나, 이로써 한정되는 것은 아니다. 이들 수소화물중에서는 수소화붕소나트륨, 수소화붕소마그네슘, 수소화붕소리튬과, 수소화붕소칼륨이 좋다. 수소함유연료는 고체형태의 NaBH_4 , $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$, 또는 메탄올을 포함하는 고체인 메탄올 클라드레이트 화합물(MCC)로 구성되는 것이 좋다. 고체형태에서, NaBH_4 는 물이 없는 경우 가수분해되지 않아 카트리지의 저장수명을 개선한다. 그러나, 액상 NaBH_4 와 같은 액상형태의 수소함유연료도 본 발명에서 사용될 수 있다. 액상의 NaBH_4 가 사용될 때, 액상 NaBH_4 를 수용하는 챔버는 안정화제를 포함한다. 예시적인 안정화제는 금속 및 알카리금속 수산화물과 같은 금속 수산화물을 포함하나 이로써 한정되는 것은 아니다. 이러한 안정화제의 예는 본 발명에 그 전체가 인용되는 미국특허 제6,683,025호에 기술되어 있다. 바람직한 것은 안정화제가 NaOH 인 것이다.

[0115] 고체형태의 수소함유연료는 액체형태인 것보다 우수하다. 일반적으로, 액체연료가 고체연료에 비하여 비교적 에너지가 적고 액체연료가 고체연료에 비하여 안정적이지 못하기 때문에 고체연료가 액체연료에 비하여 더 유리하다. 따라서, 본 발명에서 가장 좋은 연료는 분말 또는 괴상체 분말의 수소화붕소나트륨이다.

[0116] 본 발명에 따라서, 액체연료는 수소를 발생하기 위한 선택적인 촉매의 존재하에 수소함유 고체연료와 반응할 수 있는 것이 좋다. 액체연료는 물, 알코올 및/또는 희석산을 포함하나 이로써 한정되는 것은 아니다. 가장 널리 사용되는 액체연료는 물이다. 상기 언급된 바와 같이 그리고 이후 설명되는 화학식에서 보인 바와 같이, 물은 수소를 발생하기 위하여 선택된 촉매의 존재하에 $\text{Na}(\text{BH}_4)$ 와 같은 수소함유연료와 반응한다.



[0118] 여기에서, X 는 Na, Mg, Li 및 모든 알카리금속을 포함하나 이로써 한정되는 것은 아니며, y 는 정수이다.

[0119] 또한 액체연료는 용액의 pH 를 증감시키는 선택적인 첨가물을 포함한다. 액체연료의 pH 는 수소가 발생하는 속도를 결정하는데 사용된다. 예를 들어, 액체연료의 pH 를 낮추는 첨가제는 수소발생속도를 높일 것이다. 이러한 첨가제는 아세트산 및 황산과 같은 산을 포함하나 이로써 한정되는 것은 아니다. 반대로, pH 를 높이는 첨가제

는 거의 수소가 발생되지 않을 정도로 반응속도를 낮출 수 있다. 본 발명의 용액은 pH 값이 약 1~6 인 것과 같이 pH 값이 7 이하, 바람직하게는 약 3~5 사이일 수 있다.

[0120] 일부의 예시적인 실시형태에서, 액체연료는 액체연료가 고체연료와 반응하는 속도를 증가시킴으로써 수소가스의 생성이 시작될 수 있도록 하거나 수소가스의 발생이 용이하게 이루어질 수 있도록 하는 촉매를 포함한다. 이들 실시형태의 촉매는 요구된 반응을 촉진할 수 있다면 어떠한 형상이나 크기의 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 촉매는 분말의 형태로 충분히 작을 수 있거나, 또는 촉매의 요구된 표면적에 따라서 반응챔버 만큼 클 수도 있다. 일부의 실시형태에서, 촉매는 촉매층(catalyst bed)으로 구성될 수 있다. 촉매는 액체연료 또는 고체연료의 적어도 어느 하나가 촉매에 접촉될 수만 있다면 반응챔버의 내부 또는 반응챔버에 근접하여 배치될 수 있다.

[0121] 본 발명의 촉매는 원소주기율표의 VIIIB 족으로부터 선택되는 하나 이상의 천이금속을 포함할 수 있다. 예를 들어, 촉매는 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os) 및 이리듐(Ir)과 같은 천이금속을 포함한다. 아울러, IB 족의 천이금속, 즉, 동(Cu), 은(Ag) 및 금(Au), 그리고 IIB 족의 천이금속, 즉, 아연(Zn), 카드뮴(Cd) 및 수은(Hg)이 본 발명의 촉매로서 사용될 수 있다. 또한 촉매는 스칸듐(Sc), 티타늄(Ti), 바나듐(V), 크롬(Cr) 및 망간(Mn)을 포함하는 다른 천이금속을 포함할 수 있으나 이로써 한정되는 것은 아니다. 본 발명에 유용한 천이금속 촉매는 그 전체가 본 발명에 인용되는 미국특허 제5,804,329 호에 상세히 기술되어 있다. 본 발명의 경우 CoCl₂의 촉매가 사용되는 것이 좋다.

[0122] 본 발명의 일부 촉매는 다음의 일반식으로 정의될 수 있다.



[0124] 여기에서, M 은 천이금속의 양이온이고, X는 음이온이며, "a" 와 "b" 는 천이금속 착체의 전하평형에 요구되는 바와 같은 1~6 의 정수이다.

[0125] 천이금속의 적당한 양이온은 철(II)(Fe²⁺), 철(III)(Fe³⁺), 코발트(Co²⁺), 니켈(II)(Ni³⁺), 루테튬(III)(Ru³⁺), 루테튬(IV)(Ru⁴⁺), 루테튬(V)(Ru⁵⁺), 루테튬(VI)(Ru⁶⁺), 루테튬(VIII)(Ru⁸⁺), 로듐(III)(Rh³⁺), 로듐(IV)(Rh⁴⁺), 로듐(VI)(Rh⁶⁺), 팔라듐(Pd²⁺), 오스뮴(III)(Os³⁺), 오스뮴(IV)(Os⁴⁺), 오스뮴(V)(Os⁵⁺), 오스뮴(VI)(Os⁶⁺), 오스뮴(VIII)(Os⁸⁺), 이리듐(III)(Ir³⁺), 이리듐(IV)(Ir⁴⁺), 이리듐(VI)(Ir⁶⁺), 백금(II)(Pt²⁺), 백금(III)(Pt³⁺), 백금(IV)(Pt⁴⁺), 백금(VI)(Pt⁶⁺), 구리(I)(Cu⁺), 구리(II)(Cu²⁺), 은(I)(Ag⁺), 은(II)(Ag²⁺), 금(I)(Au⁺), 금(III)(Au³⁺), 아연(Zn²⁺), 카드뮴(Cd²⁺), 수은(I)(Hg⁺), 수은(II)(Hg²⁺) 등을 포함하며 이에 한정되지 아니한다.

[0126] 적합한 음이온은 수소화물(H⁻), 불화물(F⁻), 염화물(Cl⁻), 브롬화물(Br⁻), 요오드화물(I⁻), 산화물(O²⁻), 황화물(S²⁻), 질화물(N³⁻), 인화물(P⁴⁻), 하이포아염소산염(ClO⁻), 아염소산염(ClO₂⁻), 염소산염(ClO₃⁻), 과염소산염(ClO₄⁻), 아황산염(SO₃²⁻), 황산염(SO₄²⁻), 황산수소염(HSO₄⁻), 수산화물(OH⁻), 시안화물(CN⁻), 티오시안산염(SCN⁻), 시안산염(OCN⁻), 과산화물(O₂²⁻), 망간산염(MnO₄²⁻), 과망간산염(MnO₄⁻), 중크롬산염(Cr₂O₇²⁻), 탄산염(CO₃²⁻), 탄산수소염(HCO₃⁻), 인산염(PO₄²⁻), 인산수소염(HPO₄⁻), 인산이수소염(H₂PO₄⁻), 알루미늄산염(Al₂O₄²⁻), 비산염(AsO₄³⁻), 질산염(NO₃⁻), 아세테이트(CH₃COO⁻), 옥살산염(C₂O₄²⁻) 등을 포함하며 이에 한정되지 아니한다. 본 발명의 바람직한 촉매는 염화코발트이다.

[0127] 일부의 예시적인 실시형태에 있어서, 액체연료내에 포함되어 있거나 반응챔버내에 있는 선택적인 첨가제는 액체연료 및/또는 고체연료의 동결을 방지하거나 빙점을 낮출 수 있는 조성물이다. 일부의 실시형태에서, 첨가제는 부동제와 같은 알코올을 주성분으로 하는 조성물일 수 있다. 본 발명의 첨가제는 CH₃OH 이다. 그러나, 상기 언급된 바와 같이, 액체연료 및/또는 고체연료의 빙점을 낮출 수 있는 다른 첨가제가 사용될 수 있다.

[0128] 본 발명의 다른 실시형태는 본 발명 명세서의 이해와 본문에 기재된 본 발명의 실시를 통하여 본 발명의 기술분야의 전문가에게는 명백하게 될 것이다. 본 발명의 명세서 내용과 실시형태는 단순히 예시적인 것이며 본 발명의 실질적인 범위와 기술사상은 다음의 청구범위와 이러한 청구범위에 동등한 내용에 의하여 이해되어야 한다.

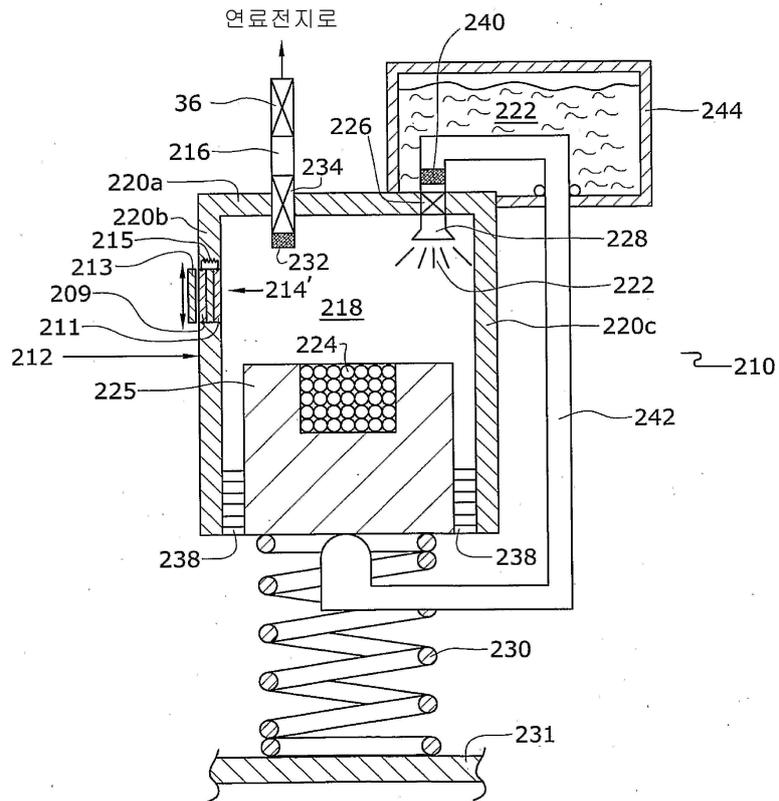
[0129] 본문에 기재된 본 발명의 실시형태가 본 발명의 목적은 만족시키는 것이지만, 본 발명 분야의 전문가에 의하여

다수의 변경실시형태 및 다른 실시형태가 제시될 수 있을 것이다. 예를 들어, 본 발명에서 밸브는 마이크로프로세서와 같은 전자제어기에 의하여 트리거될 수 있다. 더욱이, 체크밸브(34, 234, 334, 434, 534, 634, 834, 934) 및/또는 온/오프 밸브(36, 834, 934)를 포함하는 실시형태에서, 이들 밸브의 하나 또는 모두가 생략될 수 있으며 체크 밸브와 온/오프 밸브는 서로 바뀌어 사용될 수 있다. 아울러, 어떠한 실시형태로부터의 구조나 요소들은 이들이 그대로 사용되거나 다른 실시형태로부터의 구조나 요소들과 조합되어 사용될 수 있다. 따라서, 첨부된 청구범위는 본 발명의 기술사상과 범위내에 포함될 수 있다면 이러한 변경실시형태 모두를 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 특히, 특허출원, 논문 및 문헌 등이 제한없이 포함되는 본문에 기술된 모든 공개자료는 이들 전체가 본 발명에 인용된다.

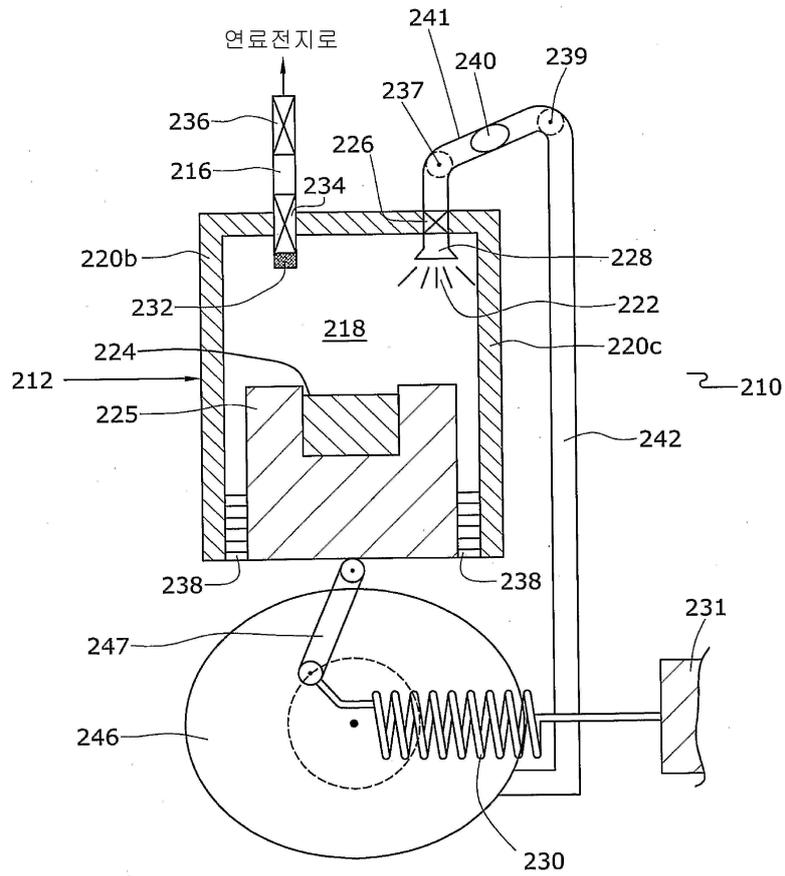
도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 가스발생장치의 단면도.
- [0028] 도 2는 도 1에서 보인 본 발명 가스발생장치의 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0029] 도 3은 본 발명에 따른 가스발생장치의 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0030] 도 4는 도 3에서 보인 본 발명 가스발생장치의 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0031] 도 5는 흡수성 롤에 의하여 덮이는 유동파이프를 이용하는 본 발명에 따른 가스발생장치의 또 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0032] 도 6은 도 5에서 보인 가스발생장치의 흡수성 롤의 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0033] 도 7은 팽창체를 갖는 본 발명에 따른 가스발생장치의 또 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0034] 도 8은 팽창체가 팽창된 상태에 있는 도 7에서 보인 가스발생장치의 단면도.
- [0035] 도 9는 액체저장기와 스크린요소를 포함하는 별도의 반응챔버를 갖는 본 발명에 따른 가스발생장치의 또 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0036] 도 10은 스크린요소가 반응챔버측으로 전진된 것을 보인 도 9의 가스발생장치의 단면도.
- [0037] 도 11은 직경이 다양한 다수의 유동채널이 형성된 매니폴드를 갖는 본 발명에 따른 가스발생장치의 또 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0038] 도 12는 다수의 압력이송밸브가 구비된 매니폴드를 갖는 본 발명에 따른 가스발생장치의 또 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0039] 도 13은 액체챔버가 스프링탄지형의 가변형 블래더인 본 발명에 따른 가스발생장치의 또 다른 실시형태를 보인 단면도.
- [0040] 도 13A는 유체도관의 사시도.
- [0041] 도 14는 액체저장기를 타블렛형 고체연료(solid fuel tablet)에 연결하는 소경의 압력조절튜브를 갖는 본 발명에 따른 가스발생장치의 또 다른 실시형태를 보인 단면도.

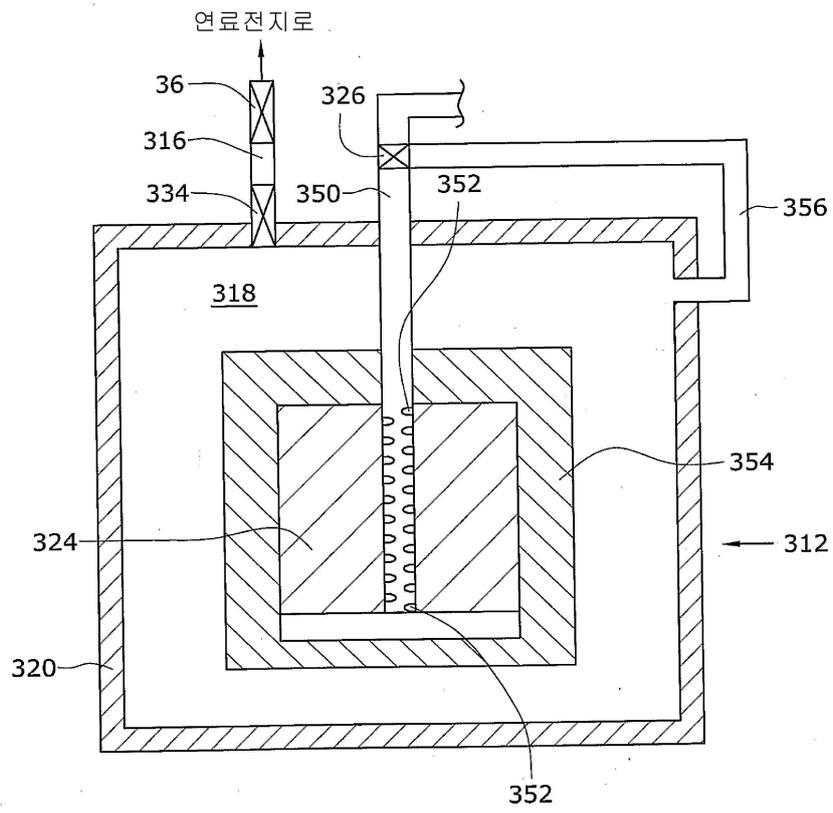
도면3



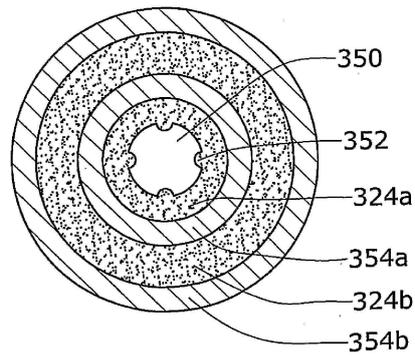
도면4



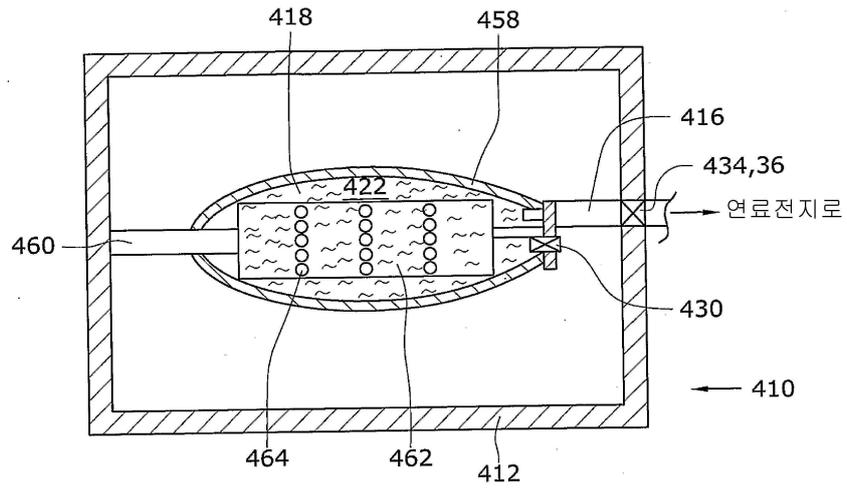
도면5



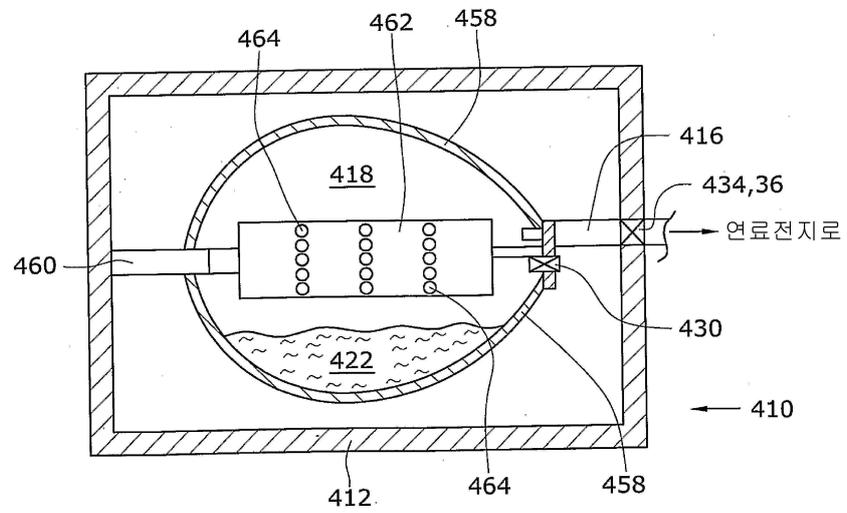
도면6



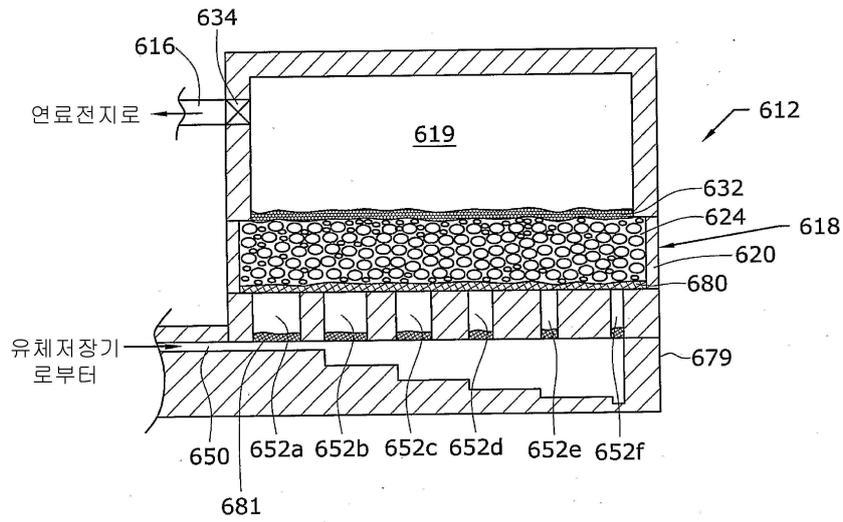
도면7



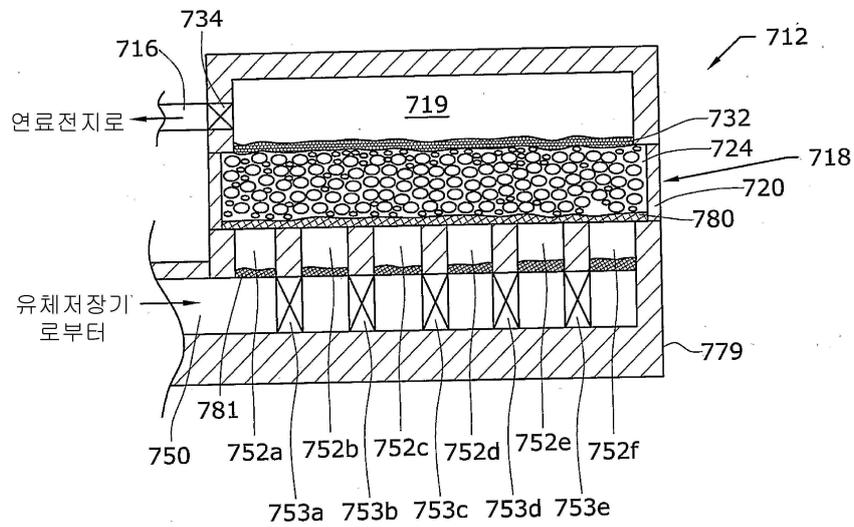
도면8



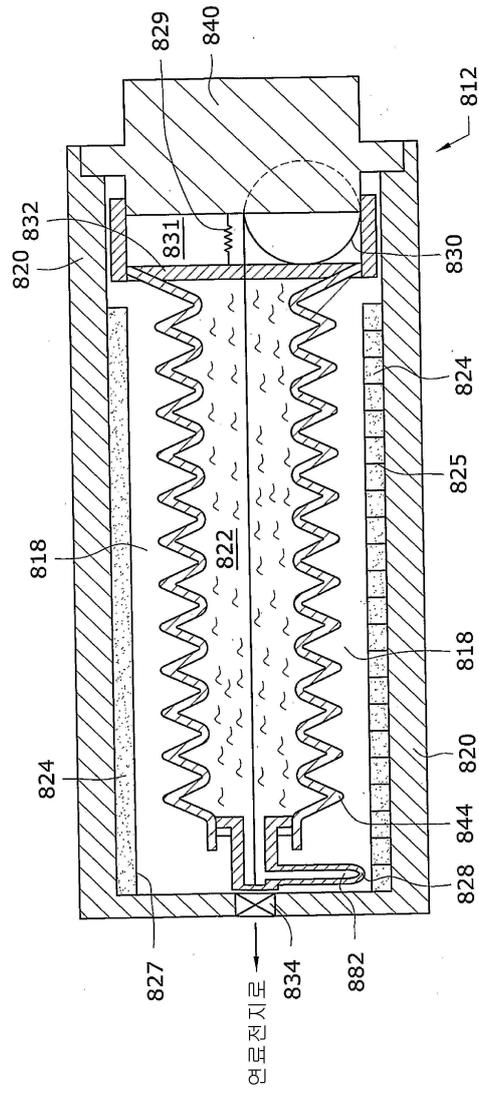
도면11



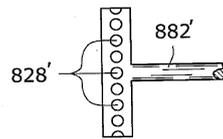
도면12



도면13



도면13a



도면14

