(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0056054
(43) 공개일자 2023년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21H 1/12 (2006.01) *C25B 1/04* (2022.01)
G21B 3/00 (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)
H01L 31/0725 (2012.01) *H02S 10/10* (2014.01)
H02S 40/22 (2014.01) *H02S 40/32* (2014.01)
H02S 40/38 (2014.01)
(52) CPC특허분류
G21H 1/12 (2013.01)
C25B 1/04 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2023-7012332(분할)
(22) 출원일자(국제) 2014년04월01일
심사청구일자 2023년04월19일
(62) 원출원 특허 10-2021-7034526
원출원일자(국제) 2014년04월01일
심사청구일자 2021년10월26일
(85) 번역문제출일자 2023년04월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/032584
(87) 국제공개번호 WO 2015/134047
국제공개일자 2015년09월11일
(30) 우선권주장
61/947,019 2014년03월03일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
브릴리언트 라이트 파워, 인크.
미합중국 뉴저지주 08512 크랜버리 올드 트렌톤 로드 493
(72) 발명자
밀스, 랜들
미국 뉴저지주 08512 크랜버리 올드 트렌톤 로드 493 블랙라이트 파워 인코포레이티드 내
(74) 대리인
김해중

전체 청구항 수 : 총 46 항

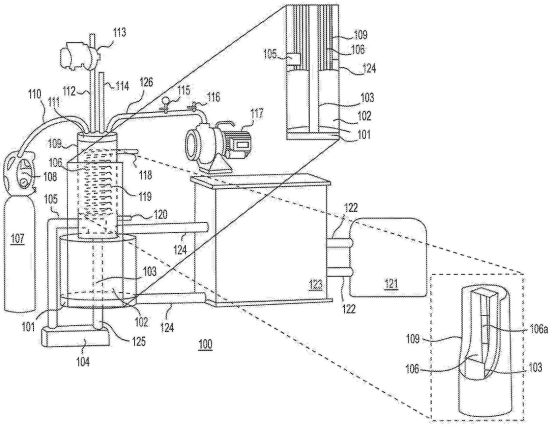
(54) 발명의 명칭 **광전 발전 시스템 및 이에 관한 방법**

(57) 요 약

전력 및 화력 중에서 적어도 하나를 제공하는 고체 연료 동력 소스를 제공한다. 이는 다음과 같은 구성 요소들을 포함한다. (1) 하이드리노를 형성하도록 원자 수소의 촉매 작용을 위한 적어도 하나의 반응, 전지 (2) 다음으로부터 선택되는 적어도 두 개의 구성요소를 포함하는 화학 연료 혼합물 1) H_2O 촉매의 소스 또는 H_2O 촉매; 2) 원

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2b



자 수소의 소스 또는 원자 수소: 3) H_2O 촉매 또는 H_2O 및 원자 수소의 소스 또는 원자 수소를 형성하기 위한 반응물들 4)원자 수소의 촉매 작용을 개시하기 위한 하나 이상의 반응물들, 및 5) 연료의 전도성을 높이기 위한 재료 (3) 연료를 한정하는 한 세트의 전극들, 하이드리노 반응의 운동에너지를 급속하게 개시하도록 저전압 대전류의 전기 에너지를 제공하는 전력 소스, 하이드리노를 형성함으로 기인하는 에너지 게인 (4) 예를 들어 증기 압축기와 같은 생성물 회복 시스템들 (5) 재장입 시스템 (6) 반응 생성물로부터 연료를 재생하기 위한 수화, 열적, 화학적, 전기화학적 시스템 (7) 동력 생성 반응들로부터 열을 수용하기 위한 열싱크 (8) 다음의 구성요소들을 포함하는 광전 컨버터: 적어도 하나의 태양열 집중 장치, 및 적어도 하나의 삼중접합 광전지, 단결정 전지, 다결정 전지, 비정질 전지, 스트링/리본 실리콘 전지, 다중접합 전지, 동질접합 전지, 이질접합 전지, p-i-n 장치, 박막 전지, 염료감응형 전지, 및 유기 광전지 반사방지 코팅, 광학 임피던스 정합 코팅, 또는 보호 코팅.

(52) CPC특허분류
G21B 3/00 (2013.01)
H01J 37/32009 (2013.01)
H01L 31/0725 (2013.01)
H02S 10/10 (2015.01)
H02S 40/22 (2015.01)
H02S 40/32 (2015.01)
H02S 40/38 (2015.01)
H01M 2250/402 (2013.01)
Y02E 10/52 (2013.01)

(30) 우선권주장
61/949,271 2014년03월07일 미국(US)
61/968,839 2014년03월21일 미국(US)
61/972,807 2014년03월31일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

직접적 전기 에너지와 열 에너지 중에서 적어도 하나를 발생시키는 동력 시스템으로서:

적어도 하나의 베셀과;

반응물들로서,

a) 적어도 하나의 발생기 H_20 소스;

b) 원자 수소 또는 적어도 하나의 원자 수소의 소스;

c) 전도체와 전도성 매트릭스 중 적어도 하나; 를 포함하는 반응물들과: 그리고

반응물들에 전류를 인가하도록 구성된 적어도 한 세트의 전극들과,

전기 에너지를 반응물들에 전달하여 반응물들의 반응을 개시시켜서 생성물들 및 플라즈마를 형성시키기 위한 전력 소스와;

생성물들로부터 반응물들을 재생하기 위한 적어도 하나의 시스템과, 그리고

적어도 하나의 플라즈마 동력학 컨버터(plasma dynamic converter) 또는 적어도 하나의 광전 컨버터(photovoltaic converter)를 포함하고, 상기 베셀은 대기압, 대기압 이상, 및 대기압 미만 중에서 적어도 하나의 압력이 될 수 있는 동력 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 발생기 H_20의 소스와 상기 원자 수소의 소스 중에서 적어도 하나는

a) 적어도 하나의 H_20의 소스;

b) 적어도 하나의 산소의 소스; 및

c) 적어도 하나의 수소의 소스

를 포함하는 동력 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은

a) H_20 및 H_20의 소스와;

b) 0_2, H_20, HOOH, OOH^-, 과산화이온, 초산화이온, 수소화물, H_2, 할로겐화물, 산화물, 옥시수산화물, 수산화물, 산소를 포함하는 화합물, 수화된 화합물, 및 할로겐화물, 산화물, 옥시수산화물, 수산화물, 산소를 포함하는 화합물 중에서 적어도 하나의 그룹으로부터 선택된 수화된 화합물과; 그리고

c) 전도성 매트릭스;

중에서 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 옥시수산화물은 TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH 의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함하며;

상기 산화물은 CuO, Cu_2O, CoO, CO_2O_3, CO_3O_4, FeO, Fe_2O_3, NiO, 및 Ni_2O 의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함하며;

상기 수산화물은 $Cu(OH)_2$, $Co(OH)_2$, $Co(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, 및 $i(OH)_2$의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함하며;

산소를 포함하는 화합물은 황산염, 인산염, 질산염, 탄산염, 탄산 수소염, 크롬산염, 파이로인산염, 과황산염, 과염소산염, 과브롬산염, 및 과옥소산염, MXO_3, MXO_4 (M = 예를 들어 Li, Na, K, Rb, Cs 같은 알칼리 금속과 같은 금속; X = F, Br, Cl, I), 산화마그네슘코발트(cobalt magnesium oxide), 산화마그네슘니켈(nickel magnesium oxide), 산화마그네슘구리(copper magnesium oxide), Li_2O, 알칼리 금속 산화물, 알칼리 토금속 산화물, CuO, CrO_4, ZnO, MgO, CaO, MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, MO, FeO, Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, P_2O_3, P_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, CoO, Co_2O_3, Co_3O_4, FeO, Fe_2O_3, NiO, Ni_2O_3, 희토류 산화물, CeO_2, La_2O_3, 옥시수산화물, TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH 의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함하며; 그리고

상기 전도성 매트릭스는 금속 분말, 탄소, 탄화물, 붕소화물, 질화물, 예를 들어 TiCN 같은 카르보니트릴, 또는 니트릴의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은 금속의 혼합물, 상기 금속의 금속 산화물, 및 H_2O를 포함하는 동력 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은 금속의 혼합물, 금속 할로겐화물, 및 H_2O를 포함하는 동력 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은 전이 금속의 혼합물, 알칼리토금속 할로겐화물, 및 H_2O를 포함하는 동력 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은 전도체, 흡착 물질, 및 H_2O를 포함하는 동력 시스템.

청구항 9

제 1 항 또는 제 8 항에 있어서, 상기 전도체는 금속 분말 또는 탄소 분말을 포함하는 동력 시스템.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 흡착 물질은 브롬화리튬, 염화칼슘, 염화마그네슘, 염화아연, 탄산칼륨, 인산칼륨, 예를 들어 $KMgCl_3 \cdot 6(H_2O)$ 같은 광로석, 시트르산철암모늄, 수산화칼륨 및 수산화나트륨 및 진한 황산 및 인산, 셀룰로오스 섬유들, 당, 캐러멜, 꿀, 글리세롤, 에탄올, 메탄올, 디젤유, 메탐페타민, 화학 비료, 염, 건조제, 실리카, 활성탄, 황산칼슘, 염화칼슘, 분자 여과체, 제올라이트, 용해성 물질, 염화아연, 염화칼슘, 수산화칼륨, 수산화나트륨 및 용해성 염 의 그룹 중에서 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 전도체, 흡착 물질, 및 H_2O의 혼합물을 포함하며, (금속) (흡착 물질) (H_2O) 의 상대적 몰량들의 범위는 (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000); (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000); (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000); (0.001 내지 100), (0.001 내지 100), (0.001 내지 100); (0.01 내지 100), (0.01 내지 100), (0.01 내지 100); (0.1 내지 10), (0.1 내지 10), (0.1 내지 10); 및 (0.5 내지 1), (0.5 내지 1), (0.5 내지 1) 중에서 하나인 동력 시스템.

청구항 12

제 5 항, 제 6 항, 제 7 항, 및 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 의 그룹의 적어도 하나인 동력 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 반응물들은 재생 시스템에서 H_2O의 첨가에 의해 재생되는 동력 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은 금속의 혼합물, 상기 금속의 금속 산화물, 및 H_2O를 포함하며, 상기 금속 산화물은 1000℃ 미만의 온도에서 H_2에 의해서 환원될 수 있는 동력 시스템.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은

1000℃ 미만의 온도에서 H_2에 의해 금속으로 환원될 수 있는 산화물을 형성하는 금속; 그리고

H_2O

의 혼합물을 포함하는 동력 시스템.

청구항 16

제 14항 또는 제 15 항에 있어서, 1000℃ 미만의 온도에서 H_2에 의해 금속으로 환원될 수 있는 산화물을 형성하는 상기 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 의 그룹의 적어도 하나인 동력 시스템.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들이 탄소 또는 활성탄 및 H_2O를 포함하는 동력 시스템.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 반응물들은 슬러리, 용액, 유제 및 화합물 중에서 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 19

제 1 항에 있어서, 반응물의 H_2O의 몰% 함량은 0.000001% 내지 100%, 0.00001% 내지 100%, 0.0001% 내지 100%, 0.001% 내지 100%, 0.01% 내지 100%, 0.1% 내지 100%, 1% 내지 100%, 10% 내지 100%, 0.1% 내지 50%, 1% 내지 25%, 그리고 1% 내지 10% 중에서 적어도 하나의 범위인 동력 시스템.

청구항 20

제 1 항에 있어서, 전력의 소스는 다음 중에서 적어도 하나를 포함하며;

100A 내지 1,000,000A, 1kA 내지 100,000A, 또는 10kA 내지 50kA의 범위에 있는 AC, DC, 또는 AC-DC 혼합의 전류를 발생시키도록 선택된 전압;

$100A/cm^2$ 내지 $1,000,000A/cm^2$, $1000A/cm^2$ 내지 $100,000A/cm^2$, 또는 $2000A/cm^2$ 내지 $50,000A/cm^2$의 범위에 있는 DC 또는 피크 AC 전류 밀도;

전압은 고체 연료 또는 활성 물질의 전도성에 의해서 결정되며, 여기서 전압은 소정의 전류와 고체 연료 또는 활성 물질 샘플의 저항을 곱함으로써 주어지고;

DC 또는 피크 AC 전압은 0.1V 내지 500kV, 0.1V 내지 100kV, 및 1V 내지 50kV로부터 선택될 수 있으며, 그리고

AC 주파수는 0.1Hz 내지 10GHz, 1Hz 내지 1MHz, 10Hz 내지 100kHz, 또는 100Hz 내지 10kHz의 범위일 수 있는 동력 시스템.

청구항 21

제 1 항에 있어서, 상기 재생 시스템은 수화, 열적, 화학적, 및 전기화학적 시스템 중에서 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 22

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 광자 대 전력 컨버터를 포함하는 동력 시스템.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 배광 시스템을 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 집중식 광전 기구를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 25

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 광자 대 화력 컨버터를 포함하는 동력 시스템.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 열 대 전력 컨버터를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 27

제 1 항에 있어서, 집중식 태양열 발전 기구를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 28

제 1 항에 있어서, 트랙커를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 29

제 1 항에 있어서, 에너지 저장 기구를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 30

제 1 항에 있어서, 상기 동력 시스템이 전력망에 작동 가능하게 연결된 동력 시스템.

청구항 31

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 다수의 다중 접합 광전지들을 포함하는 동력 시스템.

청구항 32

제 31 항에 있어서, 상기 다수의 광전지들은 삼중 접합 광전자들을 포함하는 동력 시스템.

청구항 33

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 진공 광전지 내에 위치된 동력 시스템.

청구항 34

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 반사방지 코팅, 광학 임피던스 정합 코팅, 또는 보호막 코팅 중에서 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 35

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 상기 광전 컨버터의 적어도 일부를 세정하도록 구성된 세정 시스템에 작동가능하게 결합된 동력 시스템.

청구항 36

제 1 항에 있어서, 광학 필터를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 37

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 단결정 전지, 다결정 전지, 비정질 전지, 스트링/리본 실리콘 전지, 다중접합 전지, 동질접합 전지, 이질접합 전지, p-i-n 장치, 박막 전지, 염료감응형 전지, 및 유기 광전지 중에서 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 38

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터는 다중접합 전지를 포함하며, 상기 다중접합 전지는 역 전지, 직립 전지, 격자 불일치 전지, 격자 일치 전지, 및 Ⅲ-Ⅴ족 반도체 재료들을 포함하는 전지 중에서 적어도 하나를 포함하는 동력 시스템.

청구항 39

제 1 항에 있어서, 상기 광전 컨버터에 작동 가능하게 연결된 출력 조절기와, 그리고

상기 출력 조절기에 작동 가능하게 연결된 출력 단자를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 40

제 1 항에 있어서, 인버터를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 41

제 1 항에 있어서, 출력 단자를 포함하는 에너지 저장 장치를 더 포함하는 동력 시스템.

청구항 42

제 41 항에 있어서, 상기 출력 단자로부터의 출력의 일부가 상기 에너지 저장 장치에 연결된 동력 시스템.

청구항 43

제 41 항에 있어서, 상기 출력 단자로부터의 출력의 일부가 동력 시스템의 부품에 연결된 동력 시스템.

청구항 44

제 41 항에 있어서, 상기 출력 단자로부터의 출력의 일부가 다수의 전극들에 연결된 동력 시스템.

청구항 45

제 41 항에 있어서, 상기 출력 단자로부터의 출력의 일부가 외부 부하에 연결된 동력 시스템.

청구항 46

제 41 항에 있어서, 상기 출력 단자로부터의 출력의 일부가 전력 망에 연결된 동력 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2014년 3월 3일자 출원된 미국 가출원 61/947,019, 2014년 3월 7일 출원된 미국 가출원 61/949,271, 2014년 3월 21일 출원된 미국 가출원 61/968,839, 및 2014년 3월 31일 출원된 미국 가출원 61/972,807의 우선권의 혜택을 주장하고 있으며, 이들 문헌은 모두가 참조로 여기에 포함되어 있다.

[0002] 본 발명은 발전(power generation) 분야에 관한 것이며, 특히 발전을 위한 시스템들, 장치들, 및 방법들에 관한 것이다. 보다 구체적으로 말하면, 본 발명의 실시 예들은 광출력(optical power), 플라즈마(plasma), 및 화력(thermal power)을 생산하고, 광출력 대 전력 컨버터(optical to electric power converter), 플라즈마 대 전력 컨버터(plasma to electric power converter), 광자 대 전력 컨버터(photon to electric power converter), 또는 화력 대 전력 컨버터(thermal to electric power converter)를 통해서 전력을 생산하는 발전 장치들 및 시스템들 뿐만아니라 관련 방법들에 관한 것이다. 더욱이, 본 발명의 실시 예들은 광전 컨버터(photovoltaic power converters)들을 이용하여 광출력(optical power), 기계적 동력(mechanical power), 전력, 및/또는 화력을 발생시키도록 물 또는 수계 연료 소스(water-based fuel source)의 점화를 이용하는 시스템들, 장치들, 및 방법들을 개시한다. 이들 또는 다른 관련 실시 예들은 본 발명에서 상세히 개시된다.

배 경 기 술

[0003] 발전은 플라즈마로부터 동력을 활용하는 많은 형태로 수행될 수가 있다. 플라즈마의 성공적인 상업화는 플라즈마를 효율적으로 형성할 수 있는, 그리고 생성되는 플라즈마의 동력을 캡처링(capturing) 할 수 있는 발전 시스템들에 따라서 결정될 수가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 플라즈마는 어떤 연료들의 점화 중에 형성될 수 있다. 이들 연료들은 물 또는 수계 연료 소스(water-based fuel source)를 포함할 수 있다. 점화 중에, 전자-상실 원자(electron-stripped atoms)들의 플라즈마 구름(plasma cloud)이 형성되며, 그리고 높은 광출력이 방출될 수 있다. 플라즈마의 높은 광출력은 본 발명의 전기 컨버터에 의해서 활용될 수가 있다. 이온들 및 여기 상태의 원자(excited state atoms)들이 재결합하고 전자 완화(electronic relaxation)를 수행할 수 있어서 광출력을 방출한다. 광출력은 광전변환공학(photovoltaics)에 의해서 전기로 변환될 수가 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 어떤 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 연료를 점화하고 플라즈마를 생성하기 위하여 연료에 동력을 전달하도록 구성된 다수의 전극들과; 다수의 전극들에 전기 에너지를 전달하도록 구성된 전력 소스와; 그리고 적어도 다수의 플라즈마 광자들을 수용하도록 위치된 적어도 하나의 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다.

[0006] 일 실시 예에서, 본 발명은 직접적 전기 에너지와 열 에너지 중에서 적어도 하나를 발생시키는 동력 시스템에 관한 것으로서:

[0007] 적어도 하나의 베셀(vessel)과;

[0008] a) 적어도 하나의 촉매 소스 또는 발생기 H_2O를 포함하는 촉매;

[0009] b) 적어도 하나의 원자 수소 소스 또는 원자 수소;

[0010] c) 전도체와 전도성 매트릭스 중 적어도 하나;

[0011] 를 포함하는 반응물들과:

[0012] 적어도 하나의 하이드리노 반응물을 한정하기 위한 적어도 한 세트의 전극들과,

[0013] 대전류(high-current) 전기 에너지의 단기간 폭발(short burst)을 전달하기 위한 전력 소스와;

[0014] 재장전 시스템과;

[0015] 반응 생성물들로부터 초기 반응물들을 재생하기 위한 적어도 하나의 시스템과, 그리고

[0016] 적어도 하나의 플라즈마 동력학 컨버터(plasma dynamic converter) 또는 적어도 하나의 광전 컨버터(photovoltaic converter)를 포함하는 동력 시스템에 관한 것이다.

[0017] 모범적 일 실시 예에서, 전력을 생산하는 방법은, 다수의 전극들 사이의 지역에 연료를 공급하는 단계와; 연료를 점화하여 플라즈마를 형성하도록 다수의 전극들에 동력을 공급하는(energizing) 단계와; 광전 컨버터에 의해서 다수의 플라즈마 광자들을 전력으로 변환시키는 단계와; 그리고 적어도 일부의 전력을 출력하는 단계를 포함한다.

[0018] 다른 모범적 실시 예에서, 전력을 생산하는 방법은, 다수의 전극들 사이의 지역에 연료를 공급하는 단계와; 연료를 점화하여 플라즈마를 형성하도록 다수의 전극들에 동력을 공급하는(energizing) 단계와; 광전 컨버터에 의해서 다수의 플라즈마 광자들을 화력으로 변환시키는 단계와; 그리고 적어도 일부의 전력을 출력하는 단계를 포함한다.

[0019] 본 발명의 일 실시 예에서, 동력을 발생시키는 방법은, 다수의 전극들 사이에 위치된 연료 장전 지역으로 상당한 양의 연료를 전달하는 단계와; 플라즈마, 빛, 및 열 중에서 적어도 하나를 생성하도록 다수의 전극들에 전류를 인가하여서 연료를 통하여 적어도 약 2,000 A/cm^2 의 전류를 유동시킴으로써 연료를 점화하는 단계와; 적어도 일부의 빛을 광전 컨버터 내에 수용하는 단계와; 광전 컨버터를 사용하여 빛을 다른 형태의 동력으로 변환시키는 단계와; 그리고 다른 형태의 동력을 출력하는 단계를 포함한다.

[0020] 추가 실시 예에서, 본 발명은 워터 아크 플라즈마 전력 시스템(water arc plasma power system)으로서, 적어도 하나의 밀폐 반응 베셀과; H_2O의 소스 및 H_2O 중에서 적어도 하나를 포함하는 반응물들과; 적어도 한 세트의 전극들과; H_2O의 처음의 높은 파손 전압을 전달하고 후속하는 대전류를 제공하는 전력의 소스와; 광전 컨버터와; 그리고 열교환기를 포함하고 있으며, 상기 동력 시스템이 아크 플라즈마, 빛, 및 열 에너지를 제공하는 물 아크 플라즈마 동력 시스템을 제공한다.

[0021] 본 발명의 어떤 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 2,000 A/cm^2 또는 적어도 약 5,000 kW의 전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 전극들과; 고체 연료를 수용하도록 구성된 연료 장전 지역으로서, 여기에서 다수의 전극들이 고체 연료에 전력을 전달하여 플라스마를 생성하도록 구성된 연료 장전 지역과; 그리고 반응에 의해 발생되는 플라즈마, 광자들, 및/또는 열의 적어도 일부를 수용하도록 위치된 컨버터, 광전 컨버터, 및 화력 대 전력 컨버터 중에서 적어도 하나를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 다른 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 다수의 전극들과; 다수의 전극들 사이로 위치되고 전도성 연료를 수용하도록 구성된 연료 장전 지역으로서, 여기에서 다수의 전극들이 전도성 연료를 점화시키기에 충분한 전류를 전도성 연료에 인가하여서 플라즈마 및 화력 중에서 적어도 하나를 발생시키도록 구성된 연료 장전 지역과; 전도성 재료를 연료 장전 지역으로 이동시키기 위한 전달 기구와; 그리고 플라즈마 광자들을 동력의 형태로 변환시키는 적어도 하나의 광전 컨버터, 또는 화력을 전력 또는 기계적 동력을 포함하는 비화력 형태(nonthermal form)의 동력으로 변환시키는 적어도 하나의 화력 대 전력 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 추가의 실시 예들은 발전 방법에 관한 것으로서, 다수의 전극들 사이에 위치된 연료 장전 지역으로 상당한 양의 연료를 전달하는 단계와; 플라즈마, 빛, 및 열 중에서 적어도 하나를 생성하도록 다수의 전극들에 전류를 인가하여서 연료를 통하여 적어도 약 2,000 A/cm^2 의 전류를 유동시킴으로써 연료를 점화하는 단계와; 적어도 일부의 빛을 광전 컨버터 내에 수용하는 단계와; 광전 컨버터를 사용하여 빛을 다른 형태의 동력으로 변환시키는 단계와; 그리고 다른 형태의 동력을 출력하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.

[0022] 추가의 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 5,000 kW의 전력 소스와; 다수의 이격된 전극들로

서, 여기에서 다수의 전극들은 적어도 부분적으로 연료를 둘러싸고, 전력 소스에 전기적으로 연결되며, 연료를 점화시키도록 전류를 수용하며, 그리고 다수의 전극들 중에서 적어도 하나가 이동 가능한 다수의 이격된 전극들과; 연료를 이동시키는 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생되는 플라즈마를 비-플라즈마 형태(non-plasma form)의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 본 발명에서 추가적으로 제공되는 것은 발전 시스템으로서, 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의 전력 소스와; 다수의 이격된 전극들로서, 여기에서 다수의 전극들은 적어도 부분적으로 연료를 둘러싸고, 전력 소스에 전기적으로 연결되며, 연료를 점화시키도록 전류를 수용하며, 그리고 다수의 전극들 중에서 적어도 하나가 이동 가능한 다수의 이격된 전극들과; 연료를 이동시키는 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생되는 플라즈마를 비-플라즈마 형태(non-plasma form)의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다.

[0023] 다른 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 5,000 kW 또는 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의 전력 소스와; 다수의 이격된 전극들로서, 여기에서 다수의 전극들 중에서 적어도 하나는 압축 기구를 포함하는 다수의 이격된 전극들과; 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 연료 장입 지역이 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있어서 적어도 하나의 전극의 압축 기구가 연료 장입 지역을 향해서 배향되며, 그리고 여기에서 다수의 전극들이 전력 소스에 전기적으로 연결되고 그리고 연료를 점화시키기 위하여 연료 장입 지역에 수용된 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키는 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생된 광자들을 비-광자 형태(non-photon form)의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 또 다른 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의 전력 소스와; 다수의 이격된 전극들로서, 여기에서 다수의 전극들 중에서 적어도 하나는 압축 기구를 포함하는 다수의 이격된 전극들과; 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 연료 장입 지역이 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있어서 적어도 하나의 전극의 압축 기구가 연료 장입 지역을 향해서 배향되며, 그리고 여기에서 다수의 전극들이 전력 소스에 전기적으로 연결되고 그리고 연료를 점화시키기 위하여 연료 장입 지역에 수용된 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키는 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생된 플라즈마를 비-플라즈마 형태(non-plasma form)의 동력으로 변환시키도록 구성된 플라즈마 전력 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다.

[0024] 본 발명의 실시 예들은 또한 발전 시스템으로서, 다수의 전극들과; 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있고 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 다수의 전극들이 연료 장입 지역 내에 위치된 연료를 점화시키도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 연료의 점화로부터 발생된 광자들을 비-광자 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터와; 점화된 연료의 부산물을 제거하기 위한 제거 시스템과; 그리고 점화된 연료의 제거된 부산물을 재생 연료 안으로 재생시키기 위하여 제거 시스템에 작동적으로 연결된 재생 시스템을 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 어떤 실시 예들은 또한 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 2,000 A/cm^2 또는 적어도 약 5,000 kW의 전류를 출력하도록 구성된 전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 이격된 전극들과; 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 연료 장입 지역은 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있고, 그리고 여기에서 다수의 전극들은 연료 장입 지역 내에 연료가 수용될 때 연료를 점화시키기 위하여 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생된 다수의 광자들을 비-광자 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 어떤 실시 예들은, 광전 컨버터에 작동적으로 연결된 하나 이상의 출력 동력 터미널과; 동력 저장 장치와; 동력 재생 시스템과 관련된 적어도 하나의 매개변수를 측정하도록 구성된 센서와; 그리고 동력 재생 시스템과 관련된 적어도 하나의 프로세스를 제어하도록 구성된 제어기를 더 포함할 수가 있다. 본 발명의 어떤 실시 예들은 또한 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 2,000 A/cm^2 또는 적어도 약 5,000 kW의 전류를 출력하도록 구성된 전력 소스와; 다수의 이격된 전극들로서, 여기에서 다수의 전극들은 적어도 부분적으로 연료를 둘러싸고, 전력 소스에 전기적으로 연결되며, 연료를 점화시키기 위해서 전류를 수용하도록 구성되어 있으며, 그리고 다수의 전극들 중에서 적어도 하나는 이동 가능한 다수의 이격된 전극들과; 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생된 광자들을 다른 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다.

[0025] 본 발명의 추가의 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 5,000 kW 또는 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의

전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 이격된 전극들과; 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 연료 장입 지역은 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있고, 그리고 여기에서 다수의 전극들은 연료 장입 지역 내에 연료가 수용될 때 연료를 점화시키기 위해서 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 연료의 점화로부터 발생된 다수의 광자들을 비-광자 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터와; 동력 재생 시스템과 관련된 적어도 하나의 매개변수를 측정하도록 구성된 센서와; 그리고 동력 재생 시스템과 관련된 적어도 하나의 프로세스를 제어하도록 구성된 제어기를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 추가의 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의 전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 이격된 전극들과; 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 연료 장입 지역은 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있고, 그리고 여기에서 다수의 전극들은 연료 장입 지역 내에 연료가 수용될 때 연료를 점화시키기 위해서 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 연료의 점화로부터 발생된 플라즈마를 비-플라즈마 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 플라즈마 전력 컨버터와; 동력 재생 시스템과 관련된 적어도 하나의 매개변수를 측정하도록 구성된 센서와; 그리고 동력 재생 시스템과 관련된 적어도 하나의 프로세스를 제어하도록 구성된 제어기를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다.

[0026] 본 발명의 어떤 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 5,000 kW 또는 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의 전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 이격된 전극들과; 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 연료 장입 지역은 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있고, 그리고 여기에서 다수의 전극들은 연료 장입 지역 내에 연료가 수용될 때 연료를 점화시키기 위해서 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있으며, 그리고 여기에서 연료 장입 지역 내의 압력은 부분 진공인 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생된 플라즈마를 비-플라즈마 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다. 일부 실시 예들은 하나 이상의 다음의 추가적 특징들을 포함할 수가 있는데: 광전 컨버터는 진공 광전지(vacuum cell) 내에 위치될 수 있으며; 광전 컨버터가 비반사성 코팅(antireflection coating), 광학 임피던스 정합 코팅(optical impedance matching coating), 또는 보호 코팅(protective coating) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있으며; 광전 컨버터는 광전 컨버터의 적어도 일부를 세정하도록 구성된 세정 시스템에 작동적으로 연결될 수 있으며; 재생 시스템이 광학 필터를 포함할 수 있으며; 광전 컨버터는 단결정 전지(muonocrystalline cell), 다결정 전지(polycrystalline cell), 비결정 전지(amorphous cell), 스트링/리본형 실리콘 전지(string/ribbon silicon cell), 다중-접합 전지(multi-junction cell), 동질 접합 전지(homojunction cell), 이질 접합 전지(heterojunction cell), p-i-n 장치(p-i-n device), 박막 전지(thin-film cell), 염료-감응형 전지(dye-sensitized cell), 및 유기적 광전지(organic photovoltaic cell) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있으며; 그리고 광전 컨버터는 다중-접합 전지(multi-junction cell)를 포함할 수 있고, 여기에서 다중-접합 전지는 반전 전지(inverted cell), 직립 전지(upright cell), 격자-불일치 전지(lattice-mismatched cell), 격자-일치 전지(lattice-matched cell), 및 3-5족 반도체 재료(Group Ⅲ-V semiconductor materials)들을 포함하는 전지 중에서 적어도 하나를 포함할 수가 있다.

[0027] 추가의 모범적 실시 예들은 동력을 생산하도록 구성된 시스템에 관한 것으로서, 연료를 공급하도록 구성된 연료 공급부와; 전력을 공급하도록 구성된 전력 공급부와; 그리고 연료 및 전력을 수용하도록 구성된 적어도 하나의 기어로서, 여기에서 적어도 하나의 기어가 국부 지역(local region)으로 전력을 선택적으로 보내서 연료를 국부 지역 내에서 점화시키는 적어도 하나의 기어를 포함하는 시스템에 관한 것이다. 일부 실시 예들에서, 시스템은 추가로 하나 이상의 다음의 특징들을 가질 수가 있는데: 연료는 분말(powder)을 포함할 수 있으며; 적어도 하나의 기어는 2개의 기어를 포함할 수 있으며; 적어도 하나의 기어는 제1 재료 및 제1 재료에 비해서 낮은 전도성을 가지는 제2 재료를 포함할 수 있고, 제1 재료가 국부 지역에 전기적으로 연결되어 있으며; 그리고 국부 지역은 적어도 하나의 기어의 톱니(tooth)와 간극(gap) 중에서 적어도 하나에 인접할 수 있다. 다른 실시 예들은 기어 대신에 지지 부재를 사용할 수 있으며, 반면에 또 다른 실시 예들은 기어 및 지지 부재를 사용할 수도 있다. 일부 실시 예들은 전력을 생산하는 방법에 관한 것으로서, 기어에 연료를 공급하는 단계와; 기어의 한 지역에서 연료의 적어도 일부를 국한시키도록(to localize) 기어를 회전시키는 단계와; 국한된(localized) 연료를 점화시켜서 에너지를 생산하도록 기어에 전류를 공급하는 단계와; 그리고 점화에 의해 생산된 에너지의 적어도 일부를 전력으로 변환시키는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 일부 실시 예들에서, 기어를 회전시키는 단계는 제1 기어 및 제2 기어를 회전시키는 단계를 포함할 수 있고, 그리고 전류를 공급하는 단계는 제1 및 제2 기어에 전류를 공급하는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 다른 실시 예들은 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의 전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 이격된 전극들과; 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 연료 장입 지역은 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있고, 그리고 여기에서 다수의 전극들은 연료 장입 지역 내에 연료가 수용될 때 연료를 점화시키기 위해서 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있으며; 그리고 여기에서 연료 장입 지역 내의 압력은 부분 진공인 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생된 플라즈마를 비-플라즈마 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다.

[0029] 추가의 실시 예들은 발전 전지(power generation cell)에 관한 것으로서, 진공 펌프에 연결된 배출구(outlet port)와; 적어도 5,000 kW의 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 이격된 전극들과; 다수의 H_2O(majority H_2O)를 포함한 수계 연료(water-based fuel)를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 다수의 전극들은 아크 플라즈마(arc plasma)와 화력 중에서 적어도 하나를 생산하기 위하여 수계 연료에 동력을 전달하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 그리고 아크 플라즈마와 화력 중에서 적어도 하나의 적어도 일부를 전력으로 변환시키도록 구성된 전력 컨버터를 포함하는 발전 전지에 관한 것이다. 또한, 적어도 5,000 A/cm^{2}의 전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 전극들과; 다수의 H_2O를 포함한 수계 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 여기에서 다수의 전극들은 아크 플라즈마(arc plasma)와 화력 중에서 적어도 하나를 생산하기 위하여 수계 연료에 동력을 전달하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 그리고 아크 플라즈마와 화력 중에서 적어도 하나의 적어도 일부를 전력으로 변환시키도록 구성된 전력 컨버터를 포함하는 발전 시스템이 개시된다. 일 실시 예에서, 전력 컨버터는 광출력을 전기로 변환시키는 광전 컨버터를 포함한다.

발명의 효과

[0030] 추가의 실시 예들은 발전 방법에 관한 것으로서, 다수의 전극들을 포함하는 연료 장입 지역 안으로 연료를 장입하는 단계와; 아크 플라즈마와 화력 중에서 적어도 하나를 생산하기 위하여 연료를 점화시키도록 적어도 약 2,000 A/cm^{2}의 전류를 다수의 전극들에 인가하는 단계와; 전력을 발생시키도록 광전 컨버터를 통해서 아크 플라즈마를 통과시키는 단계; 및 전력을 발생시키도록 화력-대-전력 컨버터(thermal-to-electric power converter)를 통해서 화력을 통과시키는 단계 중에서 적어도 하나의 단계를 수행하는 단계와; 그리고 발생된 전력의 적어도 일부를 출력하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 또한, 적어도 5,000 kW의 전력 소스와; 전력 소스에 전기적으로 연결된 다수의 전극들로서, 여기에서 다수의 전극들이 화력을 생산하기 위하여 다수의 H_2O를 포함하는 수계 연료에 전력을 전달하도록 구성되어 있는 다수의 전극들과; 그리고 적어도 일부의 화력을 전력으로 변환시키도록 구성된 열 교환기와; 그리고 적어도 일부의 빛을 전력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템이 개시된다. 추가로, 또 다른 실시 예는 발전 시스템에 관한 것으로서, 적어도 5,000 kW의 전력 소스와; 다수의 이격된 전극들로서, 여기에서 다수의 전극들 중에서 적어도 하나는 압축 기구를 포함하는 다수의 이격된 전극들과; 다수의 H_2O를 포함하는 수계 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역으로서, 연료 장입 지역이 다수의 전극들에 의해 둘러싸여 있어서 적어도 하나의 전극의 압축 기구가 연료 장입 지역을 향해서 배향되며, 다수의 전극들은 전력 소스에 전기적으로 연결되어 있고 그리고 연료를 점화하기 위해서 연료 장입 지역에 수용된 수계 연료에 동력을 공급하도록 구성되어 있는 연료 장입 지역과; 연료 장입 지역 안으로 수계 연료를 이동시키기 위한 전달 기구와; 그리고 연료의 점화로부터 발생된 플라즈마를 비-플라즈마 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터를 포함하는 발전 시스템에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0031] 본 명세서에 포함되어 명세서의 일부를 구성하는 첨부한 도면들은 본 발명의 여러 실시 예들을 도시한 것이며, 상세한 설명과 함께 본 발명의 원리들을 설명하는 역할을 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 플라즈마 동력학 컨버터(plasma dynamic converter)를 보여주는 SF-CIHT 전지 발전기(SF-CIHT cell power generator)의 개략도 이다.

도 2A는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광전 컨버터를 보여주는 SF-CIHT 전지 발전기의 개략도 이다.

도 2B는 본 발명의 일 실시 예에 따른 광전 컨버터를 보여주는 아크 H_2O 플라즈마 전지 발전기(arc H_2O plasma cell power generator)의 개략도 이다.

도 3은 모범적 일 실시 예에 따른 격자-연결된 광전 발전 시스템(grid-connected photovoltaic power generation system)의 개략도 이다.

도 4는 모범적 일 실시 예에 따른 하이브리드 광전 발전 시스템(hybrid photovoltaic power generation system)의 개략도 이다.

도 5는 모범적 일 실시 예에 따른 직접-연결식 광전 발전 시스템(direct-coupled photovoltaic power generation system)의 개략도 이다.

도 6A는 모범적 일 실시 예에 따른 직류 광전 발전 시스템(DC photovoltaic power generation system)의 개략도 이다.

도 6B는 모범적 일 실시 예에 따른 교류 광전 발전 시스템(AC photovoltaic power generation system)의 개략도 이다.

도 7은 모범적 일 실시 예에 따른 교류/직류 광전 발전 시스템(AC/DC photovoltaic power generation system)의 개략도 이다.

도 8은 모범적 일 실시 예에 따른 교류 광전 발전 시스템의 개략도이다.

도 9는 모범적 일 실시 예에 따른 광전 발전 시스템의 개략도이다.

도 10은 모범적 일 실시 예에 따른 광전 발전 시스템의 개략도이다.

도 11은 모범적 일 실시 예에 따른 광전 발전 시스템의 개략도이다.

도 12는 모범적 일 실시 예에 따른 광전 발전 시스템의 개략도이다.

도 13A은 모범적 일 실시 예에 따른, 광전 컨버터들이 반응 장소로부터 다른 지역에 위치된 광전 발전 시스템의 개략도 이다.

도 13B는 모범적 일 실시 예에 따른, 광전 컨버터들이 반응 장소와 동일한 다른 지역에 위치된 광전 발전 시스템의 개략도 이다.

도 14는 모범적 일 실시 예에 따른 시스템의 개략도이다.

도 15는 모범적 일 실시 예에 따른 기어의 개략도이다.

도 16은 모범적 일 실시 예에 따른 기어의 확대도 이다.

도 17은 모범적 일 실시 예에 따른 두 개의 기어들의 확대도 이다.

도 18A 및 도 18B는 모범적 일 실시 예에 따른 기어 톱니의 측면도들이다.

도 19A 및 도 19B는 모범적 일 실시 예에 따른 기어 톱니의 측면도들이다.

도 20A 및 도 20B는 모범적 일 실시 예에 따른 기어 톱니의 측면도들이다.

도 21A 및 도 21B는 모범적 일 실시 예에 따른 기어 톱니의 측면도들이다.

도 22A는 모범적 일 실시 예에 따른 기어 톱니 및 간극의 확대도 이다.

도 22B는 모범적 일 실시 예에 따른 기어 톱니 및 간극의 확대도 이다.

도 22C는 모범적 일 실시 예에 따른 기어 톱니 및 간극의 확대도 이다.

도 23A 및 23B는 모범적 실시 예들에 따른 기어들의 단면도들이다.

도 24는 모범적 일 실시 예에 따른 운동 시스템의 개략도이다.

도 25는 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 개략도이다.

도 26은 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 단면도이다.

도 27은 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 단면도이다.

도 28은 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 단면도이다.

도 29은 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 단면도이다.

도 30은 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 단면도이다.

도 31A 및 31B는 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 저면도들이다.

도 32A 내지 32D는 모범적 일 실시 예에 따른 작동 중인 접촉 부재들의 도면들이다.

도 33은 모범적 일 실시 예에 따른 지지 부재들의 도면들이다.

도 34는 모범적 일 실시 예에 따른 접촉 부재의 확대 단면도이다.

도 35A 내지 35D는 모범적 일 실시 예에 따른 작동 중인 접촉 부재들의 도면들이다.

도 36A 내지 36C는 모범적 일 실시 예에 따른 작동 중인 접촉 부재들의 도면들이다.

도 37A 내지 37C는 모범적 일 실시 예에 따른 작동 중인 접촉 부재들의 도면들이다.

도 38A 내지 38C는 모범적 일 실시 예에 따른 작동 중인 접촉 부재들의 도면들이다.

도 39는 모범적 일 실시 예에 따른 광전지(photovoltaic cell)를 갖춘 접촉 부재들의 개략도이다.

도 40은 모범적 일 실시 예에 따른, 양자 모두가 약 5800-6000K의 흑체 복사(blackbody radiation)를 방출하는 플라즈마 소스 및 썬 데몬스트레이팅(Sun demonstrating)의 가시 스펙트럼(visible spectra)의 정규형 중첩(normalized superposition) 이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 전자 각(electron shell)이 원자핵(nucleus)에 대해서 더 근접한 위치에 있는 저에너지 상태(lower energy states)들을 형성하도록 원자 수소로부터 에너지를 방출하는 촉매 시스템들이 여기에 개시된다. 방출된 동력은 발전용으로 활용되며, 게다가 새로운 수소 종(hydrogen species)들 및 화합물들은 원하는 부산물(desired products)들이다. 이들 에너지 상태들은 고전 물리 법칙들에 의해 예측되며, 상응하는 에너지-방출 전이(energy-releasing transition)를 수행하기 위해서 수소로부터 에너지를 수용하는 촉매를 필요로 한다.

[0033] 고전 물리학은 수소 원자, 수소화이온(hydride ion), 수소 분자 이온(hydrogen molecular ion), 및 수소 분자의 폐형 용액(closed-form solutions)들을 제공하며, 분수의 주 양자 수(fractional principal quantum numbers)들을 가지는 상응하는 종(species)들을 예측한다. 맥스웰 방정식(Maxwell's equations)을 사용하면, 전자의 구조가 경계치 문제(boundary-value problem)로서 유도되는데, 여기에서 전자는 경계(bound) n = 1 상태의 전자가 에너지를 방출할 수 없다는 제약과 함께 전이(transitions)들 중에 시간-가변성(time-varying) 전자기장들의 소스 전류(source current)를 포함한다. H 원자의 용해 작용(solution)에 의해서 예측되는 반응은, 이전의 생각에서 가능하던 것보다 더 낮은-에너지 상태들의 수소를 형성하기 위해서, 다른 안정된 원자 수소(otherwise stable atomic hydrogen)로부터 에너지를 수용할 수 있는 촉매로 공명의 비방사 에너지 전달(a resonant, nonradiative energy transfer)을 포함한다. 구체적으로, 고전 물리학은 다음을 예측하는데, 원자 수소가 원자 수소의 위치 에너지의 정수 배수의 정미 엔탈피(a net enthalpy of an integer multiple of the potential energy of atomic hydrogen) E_h = 27.2 eV의 반응을 제공하는 임의의 원자들, 여기이합체(엑시머스; excimers)들, 이온들, 및 2가 수소화물(diatomic hydrides)들과의 촉매 반응을 수행할 수 있으며, 여기서 E_h는 1 하트리(Hartree) 이다. 프로세스에 촉매 작용을 하기 위해서, 각각의 공지된 전자 에너지 레벨들에 근거하여 인식 가능한 특정 종(예를 들면, He+, Ar+, Sr+, K, Li, HCl, and NaH, OH, SH, SeH, 발생기 H_2O, nH (n=정수))들이 원자 수소와 함께 존재해야만 할 필요가 있다. 이러한 반응은 분수의 주 양자 수(fractional principal quantum numbers)들에 상응하는 미반응 원자 수소(unreacted atomic hydrogen) 보다 에너지가 낮은, 엄청난 고온의 여기-상태의(extraordinarily hot, excited-state) H 및 수소 원자를 형성하기 위해서, q · 13.6 eV 연속체 방출(continuum emission) 또는 q · 13.6 eV 전달(transfer)을 수반하는 비방사 에너지 전달(nonradiative energy transfer)을 포함한다. 즉, 수소 원자의 주 에너지 레벨들에 대한 공식에서:

$$E_n = -\frac{e^2}{n^2 8\pi\varepsilon_o a_H} = -\frac{13.598\ eV}{n^2}. \quad (1)$$

[0034] $$n = 1, 2, 3, \ldots \quad (2)$$ 여기서 a_H는 수소 원자

에 대한 보어 반경(Bohr radius)이고 (52.947 pm), e는 전자의 부하의 크기이며, ε_o 는 진공 유전율(vacuum permittivity) 이며, 분수의 양자 수(fractional quantum numbers)들은

[0035] $n = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \ldots, \frac{1}{p};$ (여기서, p ≤ 137 은 정수) (3) 여기 상태의 수소에 대한 뤼드베리 방정식(Rydberg equation)에서 잘 공지된 매개변수 n=정수를 대신하며, "하이드리노스(hydrinos)"라고 불리는 저-에너지-상태 수소 원자(lower-energy-state hydrogen atoms)들을 나타낸다. 또한, 맥스웰 방정식의 분석적 해법을 가지는 여기 상태와 유사하게, 하이드리노 원자도 전자, 양자(proton), 및 광자(photon)를 포함한다. 그러나 후자의 전계(electric field)는 여기 상태에서와 마찬가지로 에너지의 흡수(absorption)에 의해 중앙 필드(central field)를 감소시키기보다는 에너지의 탈착(desorption)에 상응하는 결속(binding)을 증가시키며, 하이드리노의 결과적인 광자-전자 상호 작용은 방사성(radiative)이기보다는 안정적이다.

[0036] 수소의 n=1 상태 및 수소의 n=1/정수 상태들은 비방사성(nonradiative)이지만, 그러나 두 개의 비방사성 상태들, 말하자면 n=1 에서 n=1/2까지, 사이의 전이(transition)는 비방사 에너지 전달을 통해서 가능하다. 수소는 방정식 (1) 및 (3) 에 의해서 주어진 안정한 상태들의 특별한 경우이고, 여기서 상응하는 수소 또는 하이드리노 원자의 상응하는 반경은 다음 방정식으로 주어지는데,

[0037] $r = \frac{a_H}{p},$ (4)

[0038] 여기서 p=1, 2, 3,... . 에너지를 보존하기 위해서, 에너지는 수소 원자로부터 다음 식 단위의 촉매로 전달되어야만 하며,

[0039] m · 27.2 eV, m = 1,2,3,4,.... (5)

[0040] 반경은 $\frac{a_H}{m+p}$ 까지 전이한다. 촉매 반응들은 에너지 방출의 두 단계를 포함하는데: 반경이 상응하는 안정한 최종 상태 까지 감소함에 따라서 촉매로의 비방사 에너지 전달은 추가 에너지 방출을 수반한다. 촉매 작용의 속도(rate of catalysis)는 반응의 정미 엔탈피(net enthalpy of reaction)가 m · 27.2 eV 에 더 근접하게 일치됨에 따라서 증가하는 것으로 보인다. m · 27.2 eV의 ±10%, 바람직하게 ±5% 내에서 반응의 정미 엔탈피를 가지는 촉매들이 대부분의 적용들에 적합한 것으로 확인되었다. 하이드리노 원자들의 저에너지 상태들로의 촉매 작용의 경우에서, m · 27.2 eV (방정식 (5))의 반응의 엔탈피는 하이드리노 원자의 위치에너지(potential energy)와 같은 인자(factor)에 의해서 상대론적으로 수정(relativistically corrected)된다.

[0041] 따라서, 일반적 반응은 다음 방정식으로 주어지며,

$$m \cdot 27.2\ eV + Cat^{q+} + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow Cat^{(q+r)+} + re^- + H^*\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right] + m \cdot 27.2\ eV \qquad (6)$$

$$H^*\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right] + [(m+p)^2 - p^2] \cdot 13.6\ eV - m \cdot 27.2\ eV \qquad (7)$$

[0042] $$Cat^{(q+r)+} + re^- \rightarrow Cat^{q+} + m \cdot 27.2\ eV \text{ and} \qquad (8)$$

[0043] 전체 반응은

[0044] $$H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right] + [(m+p)^2 - p^2] \cdot 13.6\ eV \qquad (9)$$

[0045] 이며, q, r, m, 및 p 는 정수들이다. $H^*\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right]$ 는 수소 원자의 반경(분모에서 1에 상응하는)과 양자의 중

앙 필드의 (m + p) 배에 상당하는 중앙 필드를 가지며, $H\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right]$ 는 H의 반경의 $\frac{1}{(m+p)}$ 배의 반경을 가지는 상응하는 안정한 상태이다. 전자가 수소 원지의 반경으로부터 이 거리의 $\frac{1}{(m+p)}$ 의 반경까지 반경 방향 가속을 수행함에 따라서, 특유의 빛의 방출(characteristic light emission)로서 또는 세 번째-물체 운동에너지(third-body kinetic energy)로서 에너지가 방출된다. 이러한 방출은 $[(p + m)^2 - p^2 - 2m] \cdot 13.6$ eV 또는 $\frac{91.2}{[(m+p)^2 - p^2 - 2m]}\ nm$ 에서 가장자리(edge)를 가지며 더 긴 파장들로 연장하는 극-자외선 연속체 방사(extreme-ultraviolet continuum radiation)의 형태로 될 수가 있다. 방사에 더하여, 고속 H(fast H)를 형성하도록 공명의 운동에너지 전달이 발생할 수 있다. 상응하는 H(n = 3) 급속 원자들의 방출을 수반하는 배경 H_2(background H_2)와의 충돌에 의한 이들 급속 H(n=1)의 후속 여기(subsequent excitation)는 확대 발머 α 방출(broadened Balmer α emission)을 일으킨다. 그렇지 않으면, 급속 H가 촉매로서 작용하는 H 또는 하이드리노의 직접 부산물이며, 여기에서 공명의 에너지 전달의 수용은 이온에너지보다는 위치에너지로 간주한다. 에너지 보존은 전자의 경우는 위치에너지의 이분의 일에 상응하는 운동에너지의 일부를 제공하고, 후자의 경우는 필수적으로 남는 촉매 이온을 제공한다. 급속 양자(fast protons)들의 H 재결합 방사(H recombination radiation)는 과잉의 동력 균형에 일치하는 고온 수소의 재고(inventory)에 대해 불균형인 확대 발머 α 방출(broadened Balmer α emission)을 일으킨다.

[0046] 본 발명에서, 하이드리노 반응(hydrino reaction), H 촉매 반응(H catalysis), H 촉매 반응 작용(H catalysis reaction), 수소를 언급한 촉매 반응(catalysis when referring to hydrogen), 하이드리노들을 형성하기 위한 반응(the reaction of hydrogen to form hydrinos), 및 하이드리노 형성 반응(hydrino formation reaction)과 같은 용어들은 모두가 방정식들 (1) 및 (3)에서 주어진 에너지 레벨들을 가지는 수소의 상태들을 형성하기 위해서 원자 H를 갖춘 방정식 (5) 에 의해 한정된 촉매의 방정식들 (6 - 9) 의 반응과 같은 반응에 적용된다. 하이드리노 반응물(hydrino reactants)들, 하이드리노 반응 혼합물(hydrino reaction mixture), 촉매 혼합물(catalyst mixture), 하이드리노 형성을 위한 반응물(reactants for hydrino formation)들, 저-에너지 상태의 수소 또는 하이드리노를 생산하는 또는 형성하는 반응물(reactants that produce or form lower-energy state hydrogen or hydrinos)들과 같은 상응하는 용어들은 또한, H의 촉매 작용이 방정식들 (1) 및 (3) 에 의해 주어진 에너지 레벨들을 가지는 H 또는 하이드리노 상태들에 대해서 수행되는 반응 혼합물을 언급할 때 교체적으로 사용된다.

[0047] 본 발명의 촉매 저-에너지 수소 전이(transitions)들은 촉매화되지 않은(uncatalyzed) 원자 수소의 위치에너지(27.2 eV)의 정수(m)의 흡열 화학 반응(endothermic chemical reaction) 형태가 될 수 있는 촉매가 필요하며, 이러한 촉매는 원자 H로부터 에너지를 수용하여서 전이(transition)를 야기한다. 흡열 촉매 반응은 원자 또는 이온과 같은 종(species)들로부터 하나 이상의 전자들의 이온화(전리; ionization)가 될 수 있으며(예를 들어, Li -> Li^{2+} 에 대해서 m = 3), 하나 이상의 초기 결합의 파트너(partners of the initial bond)들로부터 하나 이상의 전자들의 이온화(전리; ionization)를 가지는 결합 절단(bond cleavage)의 동시 반응(concerted reaction)을 더 포함할 수가 있다 (예를 들어, NaH -> Na^{2+} + H 에 대해서 m = 2). He^+ 는 2 · 27.2 eV 가 되는 54.417 eV 에서 이온화되기 때문에 27.2 eV의 정수 배수와 동일한 엔탈피 변화를 가지는 촉매 임계 - 화학적 또는 물리적 프로세스(the catalyst criterion - a chemical or physical process)를 수행한다. 수소 원자들의 정수(integer number)가 또한 27.2 eV의 정수 배수의 엔탈피의 촉매로서 작용할 수도 있다. 수소 원자들 H(1/p) p=1, 2, 3,...137 은 방정식들 (1) 및 (3) 에 의해 주어진 저-에너지 상태들로의 전이(transitions)들을 추가로 수행할 수가 있는데, 여기에서 한 원자의 전이(transition)는 위치에너지에서 수반되는 반대 변화(concomitant opposite change)를 가지는 m · 27.2 eV를 공명으로 그리고 비방사적으로(resonantly and nonradiatively) 수용하는 하나 이상의 부가의 H 원자들에 의해서 촉매화된다. m · 27.2 eV 에서 H(1/p')로의 공명 전달(resonance transfer)에 의해 유발되는 H(1/p)에서 H(1/(m + p))로의 전이(transition)에 대한 전체적인 일반 방정식은 다음으로 표현된다.

[0048]
$$H(1/p') + H(1/p) \rightarrow H + H(1/(m+p)) + \left[2pm + m^2 - p'^2 + 1\right] \cdot 13.6\ eV \qquad (10)$$

[0049] 수소 원자들은 촉매로서 작용하며, 여기에서 하나, 둘, 세 개의 원자들에 대한 m=1, m=2, 및 m=3 은 각각 다른

것들에 대한 촉매로서 작용한다. 두 개의-원자-촉매(two-atom-catalyst) 2H에 대한 속도(rate)는 2H를 형성하기 위해서 초 급속 H(extraordinarily fast H)가 분자와 충돌할 때 높아질 수 있는데, 여기에서 두 개의 원자들은 충돌 파트너(collision partners)들의 제3 수소 원자로부터 54.4 eV를 공명으로 그리고 비방사적으로(resonantly and nonradiatively) 수용한다. 동일한 방법으로, 두 개의 고온 H_2의 충돌은 제4 수소 원자에 대해서 3·27.2 eV의 촉매로 작용하도록 3H를 제공한다. 22.8nm 및 10.1nm에서의 극자외선 연속체(EUV continua), 이상 (>100 eV) 발머 α 라인 확대(extraordinary (>100 eV) Balmer α line broadening), 극도로 여기된 H 상태(highly excited H states)들, 생성 가스 $H_2(1/4)$(product gas $H_2(1/4)$), 및 큰 에너지 방출이 예측들과 일치하게 관측된다.

[0050] H(1/4)은 바람직하게 그 자체의 다극성(multipolarity) 칭 그 자체의 형성에 대한 선택 법칙(the selection rules for its formation)들에 근거한 하이드리노 상태이다. 따라서, H(1/3)이 형성되는 경우에, H(1/4)로의 전이는 방정식 (10) 에 따른 H에 의해 급속하게 촉매화된 상태로 발생할 수 있다. 마찬가지로, H(1/4)는 방정식 (5) 에서 m=3 에 상응하는 81.6 eV보다 크거나 또는 동일한 촉매 에너지에 대한 바람직한 상태이다. 이 경우에, 촉매로의 에너지 전달은 중간체의 감쇠(decay of the intermediate)로부터의 27.2 eV의 정수뿐만 아니라 방정식 (7) 의 H*(1/4) 중간체(intermediate)를 형성하는 81.6 eV도 포함한다. 예를 들면, 108.8 eV의 엔탈피를 가지는 촉매는 122.4 eV의 H*(1/4) 감쇠 에너지로부터의 27.2 eV뿐만 아니라 81.6 eV를 수용함으로써 H*(1/4)를 형성할 수 있다. 나머지 감쇠 에너지 95.2 eV는 바람직한 상태의 H(1/4)를 형성하도록 환경(the environment)으로 방출되며, 그 다음에 H(1/4)는 $H_2(1/4)$를 형성하도록 반응한다.

[0051] 그러므로 적절한 촉매는 m·27.2 eV의 반응의 양의 정미 엔탈피(net positive enthalpy)를 제공할 수가 있다. 즉, 촉매는 수소 원자들로부터 비방사 에너지 전달을 공명으로 수용하고, 이러한 에너지를 환경(surroundings)으로 방출하여서 분수의 양자 에너지 레벨(fractional quantum energy levels)들에 대한 전자 전이(electronic transitions)들에 영향을 준다. 비방사 에너지 전달의 결과로서, 수소 원자는 불안정하게 되고, 방정식들 (1) 및 (3) 에 의해 주어진 주 에너지 레벨(principal energy level)을 가지는 저-에너지 비방사 상태에 도달할 때까지 추가 에너지를 방출한다. 따라서, 촉매 작용은 수소 원자의 크기에서의 정합 감소(commensurate decrease)와 함께, $r_n = na_H$ (여기서 n은 방정식 (3)에 의해 주어진 값), 수소 원자로부터 에너지를 방출시킨다. 예를 들어, H(n=1)로부터 H(n=1/4)로의 촉매 작용은 204 eV를 방출시키며, 수소 반경은 aH 로부터 1/4 a_H 까지 감소한다.

[0052] 촉매 생성물 H(1/p)은 하이드리노 수소화이온 $H^-(1/p)$을 형성하도록 전자와 반응할 수 있으며, 또는 두 개의 H(1/p)가 상응하는 분자 하이드리노 $H_2(1/p)$를 형성하도록 반응할 수 있다. 구체적으로 말하면, 촉매 생성물 H(1/p)은 결합 에너지(binding energy) E_B 를 가지는 새로운 수소화이온 $H^-(1/p)$을 형성하도록 전자와 반응할 수도 있으며:

[0053]
$$E_B = \frac{\hbar^2\sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2\hbar^2}{m_e^2}\left(\frac{1}{a_H^3} + \frac{2^2}{a_0^3\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^3}\right) \qquad (11)$$

[0054] 여기서 p = 정수 > 1, s = 1/2, $\hbar$ 는 플랑크 상수 바(Planck's constant bar), μ_0 는 진공의 투자율 (permeability of vacuum), m_e 는 전자의 질량, μ_e 는 $\mu_e = \frac{m_e m_p}{\frac{m_e}{\sqrt{\frac{3}{4}}} + m_p}$ 에 의해서 주어진 감소된 전자 질량이며, 여기서 m_p 는 양자의 질량이고, a_0 는 보어 반경(Bohr radius)이며, 그리고 이온 반경은 $r_1 = \frac{a_0}{p}\left(1+\sqrt{s(s+1)}\right)$ 이다. 방정식 (11) 로 부터, 수소화이온의 계산된 이온화 에너지(전리 에너지; ionization energy)는 0.75418 eV 이고, 실험값은 6082.99±0.15 cm^{-1} (0.75418 eV) 이다. 하이드리노 수소화이

온들의 결합에너지들은 엑스선 광전자 분광법(X-ray photoelectron spectroscopy; XPS)에 의해서 측정될 수가 있다.

[0055] 높은 장-이동된 핵자기공명 정점(upfield-shifted NMR peaks)들은, 통상의 수소화이온에 비해 감소된 직경 및 양자(proton)의 반자성 차폐(diamagnetic shielding)에 있어서 증가를 가지는 저-에너지 상태의 수소의 존재에 대한 직접적 증거이다. 이동(shift)은 두 개의 전자들과 크기 p의 광자 계의 반자성의 분담들의 합(the sum of the contributions of the diamagnetism of the two electrons and the photon field of magnitude p)에 의해서 주어지며{밀스 GUTCT 방정식 (7.87); Mills GUTCP Eq. (7.87)}:

[0056]
$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\mu_0 \frac{pe^2}{12 m_e a_0 \left(1+\sqrt{s(s+1)}\right)} \left(1+p\alpha^2\right) = -\left(p29.9 + p^2 1.59\ X\ 10^{-3}\right) ppm \qquad (12)$$

[0057] 여기서 첫 번째 항은 H^- 에 대해서 적용하는데, H^- (1/p)에 대해서 p = 1 및 p = 정수 >1 이고, α는 미세 구조 상수(fine structure constant) 이다. 예측된 하이드리노 수소화 정점(hydrino hydride peaks)들은 통상의 수소화 이온에 비해서 엄청나게 높은 장 이동된다(extraordinarily upfield shifted). 일 실시 예에서, 정점들은 TMS의 높은 장(upfield)이다. TMS 와 관련한 NMR 이동은 통상의 H^-, H, H_2, 또는 H^+ 단독 혹은 혼합물을 포함하는 H^+ 중에서 적어도 어느 하나에 대하여 공지된 것보다 크다. 이러한 이동은 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -11, -12, -13, -14, -15, -16, -17, -18, -19, -20, -21, -22, -23, -24, -25, -26, -27, -28, -29, -30, -31, -32, -33, -34, -35, -36, -37, -38, -39, 및 -40 ppm 중에서 적어도 하나보다 더 클 수가 있다. 기본 양자(bare proton)에 관하여 TMS의 이동이 약 -31.5인, 기본 양자에 관한 절대 이동의 범위(the range of the absolute shift relative to a bare proton)는 약 ± 5 ppm, ± 10 ppm, ± 20 ppm, ± 30 ppm, ± 40 ppm, ± 50 ppm, ± 60 ppm, ± 70 ppm, ± 80 ppm, ± 90 ppm, 및 ± 100 ppm 중에서 적어도 하나의 범위 내에서 -(p29.9 + $p^2$2.74) ppm으로 될 수 있다(방정식 (12)). 기본 양자에 관한 절대 이동의 범위(the range of the absolute shift relative to a bare proton)는 약 0.1% 내지 99%, 1% 내지 50%, 및 1% 내지 10% 중에서 적어도 하나의 범위 내에서 -(p29.9 + $p^2$1.59 X 10^{-3}) ppm으로 될 수 있다(방정식 (12)). 다른 실시 예에서, 하이드리노 원자, 수소화이온, 또는 NaOH나 KOH와 같은 수산화물의 매트릭스(a matrix of a hydroxide)와 같은 고체 매트릭스 내의 분자와 같은 하이드리노 종(hydrino species)들의 존재는 매트릭스 양자(matrix protons)들을 높은 장으로 이동하게 한다. NaOH 또는 KOH의 매트릭스 양자들과 같은 매트릭스 양자들은 교환될 수 있다. 일 실시 예에서, 이동은 매트릭스 정점(matrix peak)을 TMS에 관하여 약 -0.1 ppm 내지 -5 ppm 의 범위에 있게 할 수가 있다. NMR 결정(NMR determination)은 매직각 회전 ^{1}H 핵자기공명 분광법(magic angle spinning lH nuclear magnetic resonance spectroscopy; MAS ^{1}H NMR spectroscopy)을 포함할 수 있다.

[0058] H(1/p)는 양자와 반응할 수 있고, 두 개의 H(1/p)는 각각 $H_2(1/p)^+$ 및 $H_2(1/p)$를 형성하도록 반응할 수 있다. 수소 분자 이온 및 분자 전하 그리고 전류 밀도 함수(current density functions)들, 결합 거리(bond distances)들, 및 에너지들은 비방사의 구속(constraint of nonradiation)에 의해 타원체 좌표계(ellipsoidal coordinates)들에서 라플라시안 연산(Laplacian)으로부터 해결된다.

[0059]
$$(\eta-\zeta)R_\xi \frac{\partial}{\partial\xi}(R_\xi \frac{\partial\phi}{\partial\xi}) + (\zeta-\xi)R_\eta \frac{\partial}{\partial\eta}(R_\eta \frac{\partial\phi}{\partial\eta}) + (\xi-\eta)R_\zeta \frac{\partial}{\partial\zeta}(R_\zeta \frac{\partial\phi}{\partial\zeta}) = 0 \qquad (13)$$

[0060] 장축 타원체 분자 궤도(prolate spheroid molecular orbital)의 각각의 초점(focus)에서 +pe 의 중앙 필드(central field)를 가지는 수소 분자 이온의 전체 에너지 E_τ 는

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_o a_H}(4\ln 3 - 1 - 2\ln 3)\left[1 + p\sqrt{\frac{2\hbar\sqrt{\frac{2e^2}{4\pi\varepsilon_o (2a_H)^3}}}{m_e}}{m_e c^2}\right] - \frac{1}{2}\hbar\sqrt{\frac{\frac{pe^2}{4\pi\varepsilon_o\left(\frac{2a_H}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\frac{3a_H}{p}\right)^3}}{\mu}} \right\} \tag{14}$$

[0061] $$= -p^2 16.13392\ eV - p^3 0.118755\ eV$$

[0062] 이며, 여기서 p 는 정수이고, c 는 진공에서의 빛의 속도이며, μ는 감소한 핵질량(reduced nuclear mass)이다. 장축 타원체 분자 궤도(prolate spheroid molecular orbital)의 각각의 초점(focus)에서 +pe 의 중앙 필드(central field)를 가지는 수소 분자의 전체 에너지는

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_o a_0}\left[\left(2\sqrt{2} - \sqrt{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)\ln\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1} - \sqrt{2}\right]\left[1 + p\sqrt{\frac{2\hbar\sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_o a_0^3}}}{m_e}}{m_e c^2}\right] - \frac{1}{2}\hbar\sqrt{\frac{\frac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\frac{a_0}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\frac{\left(1+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)a_0}{p}\right)^3}}{\mu}} \right\} \tag{15}$$

[0063] $$= -p^2 31.351\ eV - p^3 0.326469\ eV$$

[0064] 이다.

[0065] 수소 분자 $H_2(1/p)$의 결합 해리 에너지(bond dissociation energy) E_D 는 상응하는 수소 원자들의 전체 에너지와 E_T 사이의 차이(difference)이며,

[0066] $$E_D = E(2H(1/p)) - E_T \tag{16}$$

[0067] 여기서,

$$E(2H(1/p)) = -p^2 27.20\ eV \tag{17}$$

E_D is given by Eqs. (16-17) and (15):

$$\begin{aligned} E_D &= -p^2 27.20\ eV - E_T \\ &= -p^2 27.20\ eV - \left(-p^2 31.351\ eV - p^3 0.326469\ eV\right) \\ &= p^2 4.151\ eV + p^3 0.326469\ eV \end{aligned} \tag{18}$$

[0068]

[0069] $H_2(1/p)$는 엑스선 광전자 분광법(X-ray photoelectron spectroscopy; XPS)에 의해서 증명될 수가 있는데, 이온화된 전자에 더하여 이온화 생성물(전리 생성물 ionization product)은 예를 들어 두 개의 양자들과 전자, 수소(H) 원자, 하이드리노 원자, 분자 이온, 수소 분자 이온, 및 $H_2(1/p)^+$를 포함하는 것들과 같은 적어도 하나의 가

능성(possibilities)들이 될 수 있으며, 에너지들은 매트릭스에 의해서 이동될 수가 있다.

[0070] 촉매 반응-생성 가스(catalysis-product gas)의 NMR은 $H_2(1/p)$의 이론적으로 예측된 화학적 이동의 확정적인 시험을 제공한다. 일반적으로, $H_2(1/p)$의 ^1H NMR 공명은 타원 좌표(elliptic coordinates)들에서 분수의 반경으로 인하여 H_2의 공명으로부터 높은 장(upfield)에 있는 것으로 예측되는데, 여기서 전자들은 원자핵(nuclei)들에 상당히 근접하다. $H_2(1/p)$에 대하여 예측된 이동($\frac{\Delta B_T}{B}$)은 두 개의 전자들과 크기 p의 광자 계의 반자성의 분담들의 합(the sum of the contributions of the diamagnetism of the two electrons and the photon field of magnitude p)에 의해서 주어지며{밀스 GUTCT 방정식들 (11.415-11.416); Mills GUTCP Eqs. (11.415 - 11.416)}:

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\mu_0\left(4-\sqrt{2}\ln\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1}\right)\frac{pe^2}{36a_0m_e}\left(1+p\alpha^2\right) \tag{19}$$

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\left(p28.01+p^2 1.49\ X\ 10^{-3}\right)ppm \tag{20}$$

[0071]

[0072] 여기서 첫 번째 항은 H_2에 대해서 적용하는데, $H_2(1/p)$에 대해서 p = 1 및 p = 정수>1 이다. -28.0ppm의 실험적 절대 H_2 가스-상 공명 이동(experimental absolute H_2 gas-phase resonance shift)은 -28.01ppm의 예측된 절대 가스-상 이동(predicted absolute gas-phase shift)(방정식 (20))과 매우 잘 일치한다. 예측된 분자 하이드리노 정점들은 통상의 H_2에 대해서 엄청나게 높은 장 이동(extraordinarily upfield shifted)된다. 일 실시 예에서, 정점들은 TMS의 높은 장이다. TMS에 관한 NMR 이동은 통상의 H^-, H, H_2, 또는 H^+ 단독 혹은 혼합물을 포함한 H^+ 중에서 적어도 하나에 대하여 공지된 이동보다 더 크다. 이러한 이동은 0, -1 , -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -1 1, -12, -13, -14, -15, -16, -17, -18, -19, -20, -21, -22, -23, -24, -25, -26, -27, -28, -29, -30, - 31 , -32, -33, -34, -35, -36, -37, -38, -39, 및 -40 ppm 중에서 적어도 하나 보다 클 수가 있다. 기본 양자(bare proton)에 관한 TMS의 이동이 약 -31.5ppm이면, 기본 양자에 관한 절대 이동의 범위(the range of the absolute shift relative to a bare proton)는 약 ± 5 ppm, ± 10 ppm, ± 20 ppm, ± 30 ppm, ± 40 ppm, ± 50 ppm, ± 60 ppm, ± 70 ppm, ± 80 ppm, ± 90 ppm, 및 ± 100 ppm 중에서 적어도 하나의 범위 내에서 -(p28.01 + p22.56) ppm 이 될 수 있다(방정식 (20)). 기본 양자에 관한 절대 이동의 범위는 약 0.1% 내지 99%, 1% 내지 50%, 및 1% 내지 10% 중에서 적어도 하나의 범위 내에서 -(p28.01 + $p^2$1.49 X 10^{-3}) ppm 으로 될 수 있다(방정식 (20)).

[0073] 수소-계(hydrogen-type) 분자들 $H_2(1/p)$의 υ=0 내지 υ=1 전이(transition)에 대한 진동 에너지(E_{vib})들은

[0074]
$$E_{vib} = p^2 0.515902\ eV \tag{21}$$

[0075] 이며, 여기서 p는 정수이다.

[0076] 수소-계 분자들 $H_2(1/p)$의 J 내지 J + 1 전이(transition)에 대한 회전 에너지(E_{rot})들은

[0077]
$$E_{rot} = E_{J+1} - E_J = \frac{\hbar^2}{I}\left[J+1\right] = p^2\left(J+1\right)0.01509\ eV \tag{22}$$

[0078] 이며, 여기서 p는 정수이고, I는 관성 모멘트이다. $H_2(1/4)$의 회전-진동 방출(ro-vibrational emission)은 가스들 내의 전자-빔 여기 분자(e-beam excited molecules)들 상에서 관찰되며, 고형 매트릭스 내에 가둬진다(trapped in solid matrix).

[0079] 회전 에너지들의 p^2 의존성(p^2 dependence of the rotational energies)은 핵간 거리의 역 p 의존성(inverse p

dependence of the internuclear distance) 및 관성 모멘트(I) 상의 상응하는 충격으로부터 기인한다. $H_2(1/p)$에 대해서 예측된 핵간 거리(2c')는

[0080] $$2c' = \frac{a_o\sqrt{2}}{p} \tag{23}$$

[0081] 이다.

[0082] $H_2(1/p)$의 회전 및 진동 에너지들 중에서 적어도 하나는 전자-빔 여기 방출 분광법(electron-beam excitation emission spectroscopy), 라만 분광법(Raman spectroscopy), 및 푸리에 변환 적외선 분광법(Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy) 중에서 적어도 하나에 의해 측정될 수가 있다. $H_2(1/p)$는 MOH, MX, 및 M_2CO_3 (M = 알칼리; X = 할로겐화물) 매트릭스 중에서 적어도 하나와 같은 측정용 매트릭스 내에 가둬질 (trapped) 수가 있다.

[0084] <u>I. 촉매(Catalysts)</u>

[0085] He^+, Ar^+, Sr^+, Li, K, NaH, nH (n=정수), 및 H_2O는, 이들이 촉매 기준(catalyst criterion) - 원자 수소의 위치에너지 27.2 eV의 정수 배수와 동일한 엔탈피 변화를 가지는 화학적 또는 물리적 프로세스 - 을 충족시키기 때문에, 촉매들로서의 역할을 하는 것으로 예측된다. 구체적으로 말하면, 촉매 작용 시스템은 각각의 원자로부터 t 전자(t electrons)들의 이온화(전리) 에너지들의 합이 약 m·27.2 eV(여기서 m은 정수)이 되는 연속체 에너지 레벨(continuum energy level)까지 t 전자(t electrons)들의 이온화에 의해서 제공된다. 더욱이, 예를 들어 H(1/2)이 처음에 형성된 경우와 같이 추가의 촉매 전이(catalytic transitions)들이 발생할 수 있는데: $n = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{3},\ \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{4},\ \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{5}$, 등등이다. 일단 촉매 작용이 시작되면, 하이드리노(hydrinos)들은 H 또는 H(1/p)가 다른 H 또는 H(1/p')에 대한 촉매로서 작용하는(p는 p'와 동일할 수 있음) 소위 불균형(disproportionation)이라는 프로세스에서 추가로 자체 촉매 작용(autocatalyze)을 수행한다.

[0086] 수소 및 하이드리노(hydrinos)들은 촉매들로서 작용한다. 수소 원자들 H(1/p) p = 1, 2, 3,...137 은 방정식들 (1) 및 (3) 에 의해 주어진 저-에너지 상태들로의 전이(transitions)들을 수행할 수가 있는데, 여기서 하나의 원자의 전이는 그 위치 에너지에서 수반되는 반대의 변화를 가지는 m·27.2 eV를 공명으로 그리고 비방사적으로 수용하는 두 번째(a second)에 의해서 촉매화(catalyzed) 된다. m·27.2 eV 에서 H(1/p')로의 공명 전달(resonance transfer)에 의해 유도되는 H(1/p)에서 H{1/(m+p)}로의 전이(transition)에 대한 전체적인 일반 방정식은 방정식 (10) 에 의해 표현된다. 따라서, 수소 원자들은 촉매로서 역할을 할 수 있는데, 한 개, 두 개, 및 세 개의 원자들에 대한 m=1, m=2, 및 m=3 이 각각 다른 것에 대한 촉매로서 작용한다. 두 개의- 또는 세 개의- 원자-촉매 경우(the two- or three-atom-catalyst case)에 대한 속도(rate)는 H 밀도가 높을 때에만 주목할 만하다. 그러나 높은 H 밀도들은 흔하지 않은 것이 아니다. 세 번째 또는 네 번째(a third or fourth)에 대한 에너지 수용체(energy acceptor)로서 작용하는 2H 또는 3H의 높은 수소 원자 농도 허용(concentration permissive)은, 다수의 일분자층(multiple monolayers)을 지지하는 금속 표면들 상에서의 그리고 고도로 해리된 플라즈마(highly dissociated plasmas), 특히 핀치된 수소 플라즈마(pinched hydrogen plasmas) 내에서의 온도 및 중력 구동 밀도(due to the temperature and gravity driven density)로 인하여, 태양 및 별들의 표면에서와 같은 여러 환경들에서 성취될 수가 있다. 게다가, 세 개의-물체 H 상호작용(a three-body H interaction)은 고온의 H 와 H_2의 충돌로 두 개의 H 원자들이 발생할 때 용이하게 얻어진다. 이러한 사건은 대집단(large population)의 초급속 H(extraordinarily fast H)를 가지는 플라즈마 내에서 흔히 발생할 수가 있다. 이는 원자 H 방출의 특이한 강도(unusual intensity)에 의해서 입증된다. 그런 경우들에서, 에너지 전달은 다중극 결합(multipole coupling)을 통하여 통상적으로 수 옹스트롬(a few angstroms)이 되는 충분한 근접성(proximity) 내에서 수소 원자로부터 다른 두 개의 수소 원자로 일어날 수 있다. 그리고 나서, 2H가 촉매로서 작용하는 방식으로 두 개의 원자들이 세 번째 수소 원자로부터 54.4 eV를 공명으로 그리고 비방사적으로 수용하는 세 개의 수소 원자들 간의 반응은 다음 방정식으로 주어진다.

$$54.4\,eV + 2H + H \rightarrow 2H^{+}_{fast} + 2e^{-} + H^{*}\left[\frac{a_H}{3}\right] + 54.4\,eV \quad (24)$$

$$H^{*}\left[\frac{a_H}{3}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{3}\right] + 54.4\,eV \quad (25)$$

$$2H^{+}_{fast} + 2e^{-} \rightarrow 2H + 54.4\,eV \quad (26)$$

[0087]

[0088] 그리고 전체 반응은

$$H \rightarrow H\left[\frac{a_H}{3}\right] + [3^2 - 1^2]\cdot 13.6\,eV \quad (27)$$

[0089]

[0090] 이며, 여기서 $H^{*}\left[\frac{a_H}{3}\right]$ 는 수소 원자의 반경 및 양자의 중앙 필드(central field)의 3배에 상당하는 중앙 필드를 가지며, $H\left[\frac{a_H}{3}\right]$ 는 H의 반경의 1/3 의 반경을 가지는 상응하는 안정한 상태이다. 전자가 수소 원자의 반경으로부터 이러한 거리의 1/3의 반경까지 반경 방향 가속을 수행함에 따라서, 특성 빛 방출(characteristic light emission)로서 또는 세 번째-물체 운동 에너지(third-body kinetic energy)로서 에너지가 방출된다.

[0091] $\left[\frac{a_H}{4}\right]$ 상태로의 직접 전이를 포함하는 또 다른 H-원자 촉매 반응에서, 세 개의 H 원자들이 네 번째에 대한 3 · 27.2 eV의 촉매로서 작용하는 방식으로 두 개의 고온 H_2 분자들이 충돌하고 해리된다. 그리고 나서, 3H가 촉매로서 작용하는 방식으로 세 개의 원자들이 네 번째 수소 원자로부터 81.6 eV를 공명으로 그리고 비방사적으로 수용하는 네 개의 수소 원자들 간의 반응은 다음 방정식으로 주어진다.

$$81.6\,eV + 3H + H \rightarrow 3H^{+}_{fast} + 3e^{-} + H^{*}\left[\frac{a_H}{4}\right] + 81.6\,eV \quad (28)$$

$$H^{*}\left[\frac{a_H}{4}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{4}\right] + 122.4\,eV \quad (29)$$

[0092]

$$3H^{+}_{fast} + 3e^{-} \rightarrow 3H + 81.6\,eV \quad (30)$$

[0093] 그리고 전체 반응은 다음과 같다.

$$H \rightarrow H\left[\frac{a_H}{4}\right] + [4^2 - 1^2]\cdot 13.6\,eV \quad (31)$$

[0094]

[0095] 방정식 (28) 의 $H^{*}\left[\frac{a_H}{4}\right]$ 중간체(intermediate)로 인한 극-자외선 연속체 방사 대역(extreme-ultraviolet continuum radiation band)은 122.4 eV (10.1nm)에서 단파장 차단(short wavelength cutoff)을 가지는 것으로 예측되며 더 긴 파장들로 연장한다. 이러한 연속체 대역(continuum band)은 실험적으로 확인되었다. 일반적으로, m · 27.2 eV의 수용에 따른 H에서 $H\left[\frac{a_H}{p = m+1}\right]$ 로의 전이는 다음 방정식들로부터 주어진 단파장

차단(short wavelength cutoff) 및 에너지 $E_{\left(H \to H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]\right)}$ 를 가지는 연속체 밴드를 제공하며,

$$E_{\left(H \to H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]\right)} = m^2 \cdot 13.6\, eV \tag{32}$$

$$\lambda_{\left(H \to H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]\right)} = \frac{91.2}{m^2}\, nm \tag{33}$$

[0096]

[0097] 연속체 밴드는 상응하는 차단(cutoff)보다 더 긴 파장까지 연장한다. 일련의 10.1nm, 22.8nm, 및 91.2nm 연속체의 수소 방출은 성간 물질(interstellar medium), 태양, 및 백색왜성(white dwarf stars)들에서 실험적으로 관찰되었다.

[0098] H_2O의 위치에너지는 81.6 eV 이다(방정식 (43))[밀스(Mills) GUT]. 그렇다면, 동일한 방법에 의해서, 발생기 H_2O(nascent H_2O) 분자(고체, 액체, 또는 기체 상태로 결합된 수소가 아닌)가 촉매로서 작용할 수 있다(방정식들 (44-47). H로부터 소위 "하이드리노" 상태들인 저-에너지로의 이론적으로 예측된 전이(theoretically predicted transitions)들에 대하여 더 긴 파장들로 이행하는 10.1nm에서의 연속체 방사 대역(continuum radiation)은 블랙라이트 파워, 인크.{BlackLight Power, Inc.(BLP)}에서 펄스 핀치 수소 방출(pulsed pinched hydrogen discharges)들로부터만 발생하는 것으로 처음으로 관찰되었으며, 하버드 천체물리학 센터{the Harvard Center for Astrophysics (CfA)}에서 재현되었다. H로부터 하이드리노 상태들로의 예측된 전이(transitions)들에 일치하는 10 내지 30nm 지역에서의 연속체 방사는 HOH 촉매를 형성하도록 H 환원을 수행하기에 열역학적으로 바람직한 금속 산화물들과 함께 펄스 핀치 수소 방사(pulsed pinched hydrogen discharges)들로부터만 발생하는 것으로 관찰되었으며; 반면에, 실험된 저-융점 금속(low-melting point metals)들이 더 강력한 플라즈마 소스들 내에서 강한 단-파장 연속체(short-wavelength continua)를 가지는 금속이온 플라즈마들을 형성하는데 매우 바람직하다고 할지라도, 바람직하지 않은 금속 산화물들은 어떤 연속체도 보여 주지 않았다.

[0099] 대안으로, 급속 H를 형성하기 위한 공명 운동에너지 전달은 높은-운동에너지 H에 상응하는 이상 발머 α 라인 확대(extraordinary Balmer α line broadening)의 관찰과 일치하게 일어날 수 있다. 두 개의 H로의 에너지 전달은 또한 촉매 여기 상태들의 펌핑(pumping)을 야기할 수 있으며, 급속 H는 모범적 방정식들 (24), (28), 및 (47) 에 의해서 그리고 공명 운동에너지 전달에 의해서 주어진 바와 같이 직접적으로 생성된다.

[0100]

[0101] <u>Ⅱ. 하이드리노(Hydrinos)</u>

[0103] 다음의 방정식에 의해 주어지는 결합 에너지(binding energy)를 가지는 수소 원자는 본 발명의 H 촉매 작용 반응의 생성물이며,

$$Binding\ Energy = \frac{13.6\, eV}{(1/p)^2} \tag{34}$$

[0104]

[0105] 여기서 p는 1보다 큰 정수, 바람직하게는 2 내지 137이다. 원자, 이온, 또는 분자의 결합 에너지는 이온화 에너지(전리 에너지; ionization energy)라고도 공지되었으며, 원자, 이온 또는 분자로부터 하나의 전자를 제거하는데 필요한 에너지이다. 방정식 (34) 에서 주어진 결합 에너지를 가지는 수소 원자는 이하 "하이드리노 원자" 또는 "하이드리노"라고 언급한다. a_H가 통상의 수소 원자(ordinary hydrogen atom)의 반경이고, p가 정수일 때, 반경 $\frac{a_H}{p}$ 의 하이드리노에 대한 지명은 $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$ 이다. 반경 a_H을 가지는 수소 원자는 이하 "통상의 수소 원자(ordinary hydrogen atom)" 또는 "정상의 수소 원자(normal hydrogen atom)"라고 언급한다. 통상의 원자 수소(ordinary atomic hydrogen)는 13.6 eV의 자체 결합 에너지에 의해서 특징지어진다.

[0106] 하이드리노(hydrinos)들은 다음 방정식의 반응의 정미 엔탈피(net enthalpy)를 가지는 적절한 촉매에 의한 통상의 수소 원자의 반응에 의해서 형성되는데,

[0107] $$m \cdot 27.2\ eV \qquad (35)$$

[0108] 여기서 m은 정수이다. 촉매의 속도(rate)는 반응의 정미 엔탈피가 m · 27.2 eV에 보다 근접하게 일치됨에 따라서 증가한다. m · 27.2 eV의 ±10%, 바람직하게 ±5% 내에서 반응의 정미 엔탈피를 가지는 촉매들이 대부분의 적용들에 적절하다는 사실이 확인되었다.

[0109] 이러한 촉매 작용은 수소 원자의 크기(size) $r_n = na_H$ 에 있어서의 상응하는 감소와 함께 수소 원자로부터 에너지를 방출한다. 예를 들면, H(n=1)로부터 H(n=1/2)로의 촉매 작용은 40.8 eV를 방출하며, 수소 반경은 a_H에서 $\frac{1}{2}a_H$ 까지 감소한다. 촉매 작용은, t 전자(t electrons)들의 전리 에너지들의 합이 약 m · 27.2 eV (여기서 m은 정수)가 되는, t 전자(t electrons)들의 각각의 원자로부터 연속체 에너지 레벨까지의 이온화(전리; ionization)에 의해서 제공된다. 전원으로서, 촉매 작용 중에 발산되는(given off) 에너지는 촉매로 손실되는 에너지보다 훨씬 크다. 방출된 에너지는 기존의 화학 반응들에 비해서 크다. 예를 들면, 다음의 방정식과 같이 수소 및 산소 가스들이 물을 형성하기 위해서 연소를 수행할 때

[0110] $$H_2\,(g) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(l) \qquad (36)$$

[0111] 물의 형성의 공지된 엔탈피는 $\triangle H_f$ = -286 kJ/몰 또는 수소 원자당 1.48 eV 이다. 대조적으로, 촉매 작용을 수행하는 각각의(n=1) 통상의 수소 원자는 정미의 (a net of) 40.8 eV를 방출한다. 더욱이, 추가의 촉매 전이들이 일어날 수 있다: $n = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{3},\ \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{4},\ \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{5},$ 기타 등등. 일단 촉매 작용이 시작되면, 하이드리노(hydrinos)들은 소위 불균형(disproportionation)이라는 프로세스에서 추가로 자체 촉매 작용(autocatalyze)을 수행한다. 이러한 구조는 무기이온 촉매 작용(inorganic ion catalysis)의 구조와 유사하다. 그러나 하이드리노 촉매 작용은, m · 27.2 eV에 대한 엔탈피의 더 나은 일치로 인하여(due to the better match of the enthalpy to m · 27.2 eV), 무기이온 촉매의 반응 속도(reaction rate)보다 더 높은 반응 속도를 가져야만 한다.

[0113] <u>Ⅲ. 하이드리노 촉매 및 하이드리노 생성물(Hydrino Catalysts and Hydrino Products)</u>

[0114] 하이드리노(이에 의해서 t 전자들이 원자 또는 이온으로부터 이온화되는)를 생성하기 위해서 약 m · 27.2 eV (여기서, m은 정수)의 반응의 정미 엔탈피를 제공할 수 있는 수소 촉매들이 표1에 주어진다. 첫 번째 열에 주어진 원자들 또는 이온들은 열 번째 열에 주어진 m · 27.2 eV의 반응의 정미 엔탈피(여기서, m은 열한 번째 열에 주어진다)를 제공하도록 이온화(전리)된다. 이온화에 참가하는 전자들이 이온화 전위(ionization potential; 이온화 에너지 또는 결합 에너지로도 불리는)에 의해서 제공된다. 원자 또는 이온의 n 번째 전자의 이온화 전위(전리 전압)는 IP_n 이라고 지정되며 CRC 에 의해서 제공된다. 이는 예들 들면, Li + 5.39172 eV → Li^+ + e^- 그리고 Li^+ + 75.6402 eV → Li^{2+} + e^- 이다. 첫 번째 이온화 전위 IP_1 = 5.39172 eV 및 두 번째 이온화 전위 IP_2 = 75.6402 eV 는 각각 두 번째 및 세 번째 열들에서 주어진다.

[0115] Li 의 이중 이온화(double ionization)에 대한 반응의 정미 엔탈피는 열 번째 열에서 주어진 바와 같이 81.0319 eV 이며, 열한 번째 열에 주어진 바와 같이 방정식 (5) 에서 m=3 이다.

[0117] [표 1]

[0118] <u>수소 촉매들.</u>

Catalyst	IP1	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6	IP7	IP8	Enthalpy	m
Li	5.39172	75.6402							81.032	3
Be	9.32263	18.2112							27.534	1
Mg	7.646235	15.03527	80.1437	109.2655	141.27				353.3607	13
K	4.34066	31.63	45.806						81.777	3
Ca	6.11316	11.8717	50.9131	67.27					136.17	5
Ti	6.8282	13.5755	27.4917	43.267	99.3				190.46	7
V	6.7463	14.66	29.311	46.709	65.2817				162.71	6
Cr	6.76664	16.4857	30.96						54.212	2
Mn	7.43402	15.64	33.668	51.2					107.94	4
Fe	7.9024	16.1878	30.652						54.742	2
Fe	7.9024	16.1878	30.652	54.8					109.54	4
Co	7.881	17.083	33.5	51.3					109.76	4
Co	7.881	17.083	33.5	51.3	79.5				189.26	7
Ni	7.6398	18.1688	35.19	54.9	76.06				191.96	7
Ni	7.6398	18.1688	35.19	54.9	76.06	108			299.96	11
Cu	7.72638	20.2924							28.019	1
Zn	9.39405	17.9644							27.358	1
Zn	9.39405	17.9644	39.723	59.4	82.6	108	134	174	625.08	23
Ga	5.999301	20.51514							26.5144	1
As	9.8152	18.633	28.351	50.13	62.63	127.6			297.16	11
Se	9.75238	21.19	30.8204	42.945	68.3	81.7	155.4		410.11	15
Kr	13.9996	24.3599	36.95	52.5	64.7	78.5			271.01	10
Kr	13.9996	24.3599	36.95	52.5	64.7	78.5	111		382.01	14
Rb	4.17713	27.285	40	52.6	71	84.4	99.2		378.66	14
Rb	4.17713	27.285	40	52.6	71	84.4	99.2	136	514.66	19
Sr	5.69484	11.0301	42.89	57	71.6				188.21	7
Nb	6.75885	14.32	25.04	38.3	50.55				134.97	5
Mo	7.09243	16.16	27.13	46.4	54.49	68.8276			220.10	8
Mo	7.09243	16.16	27.13	46.4	54.49	68.8276	125.664	143.6	489.36	18
Ru	7.3605	16.76	28.47	50	60				162.5905	6
Pd	8.3369	19.43							27.767	1
Sn	7.34381	14.6323	30.5026	40.735	72.28				165.49	6
Te	9.0096	18.6							27.61	1
Te	9.0096	18.6	27.96						55.57	2
Cs	3.8939	23.1575							27.051	1

[0119]

Ba	5.211664	10.00383	35.84	49	62		162.0555	6
Ba	5.21	10	37.3					
Ce	5.5387	10.85	20.198	36.758	65.55		138.89	5
Ce	5.5387	10.85	20.198	36.758	65.55	77.6	216.49	8
Pr	5.464	10.55	21.624	38.98	57.53		134.15	5
Sm	5.6437	11.07	23.4	41.4			81.514	3
Gd	6.15	12.09	20.63	44			82.87	3
Dy	5.9389	11.67	22.8	41.47			81.879	3
Pb	7.41666	15.0322	31.9373				54.386	2
Pt	8.9587	18.563					27.522	1
He^{+}		54.4178					54.418	2
Na^{+}		47.2864	71.6200	98.91			217.816	8
Mg^{2+}			80.1437				80.1437	3
Rb^{+}		27.285					27.285	1
Fe^{3+}				54.8			54.8	2
Mo^{2+}			27.13				27.13	1
Mo^{4+}					54.49		54.49	2
In^{3+}				54			54	2
Ar^{+}		27.62					27.62	1
Sr^{+}		11.03	42.89				53.92	2

[0120]

[0121] 본 발명의 하이드리노 수소화이온은, 전자 소스와 하이드리노의 반응, 즉 약 13.6 eV/n^2의 결합 에너지(여기서 n = 1/p 이고, p는 1보다 큰 정수)를 가지는 수소 원자와의 반응에 의해서 형성될 수가 있다. 하이드리노 수소화이온은 다음의 방정식들과 같이 $H^-(n=1/p)$ 또는 $H^-(1/p)$로 표시될 수가 있다:

$$H\left[\frac{a_H}{p}\right]+e^- \rightarrow H^-\left(n=1/p\right) \tag{37}$$

$$H\left[\frac{a_H}{p}\right]+e^- \rightarrow H^-\left(1/p\right). \tag{38}$$

[0122]

[0123] 하이드리노 수소화이온은 통상의 수소 원자핵(ordinary hydrogen nucleus) 및 0.8 eV의 결합 에너지를 가지는 두 개의 전자들을 포함하는 통상의 수소화이온과 구별된다. 후자는 이하 "통상의 수소화이온" 또는 "정상의 수소화이온"이라 언급한다. 하이드리노 수소화이온은 방정식들 (39) 및 (40) 에 따른 결합 에너지(binding energy)에서, 프로테움(단백질유전정보; proteum), 중수소(deuterium), 또는 삼중수소(tritium)를 포함하는 수소 원자핵, 및 두 개의 구별하기 어려운 전자들을 포함한다.

[0124] 하이드리노 수소화이온의 결합 에너지(binding energy)는 다음의 방정식에 의해 표시될 수 있는데:

$$Binding\ Energy=\frac{\hbar^2\sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^2}-\frac{\pi\mu_0 e^2\hbar^2}{m_e^2}\left(\frac{1}{a_H^3}+\frac{2^2}{a_0^3\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^3}\right) \tag{39}$$

[0125]

[0126] 여기서 p는 1보다 큰 정수이고, s=1/2, π는 파이(pi)이고, $\hbar$ 는 플랑크 상수 바(Pnlanck's constant bar)이

$$\mu_e = \frac{m_e m_p}{\frac{m_e}{\sqrt{\frac{3}{4}}} + m_p}$$

고, μ_o는 진공의 투자율(permeability of vacuum) 이고, m_e는 전자의 질량이고, μ_e는 방정식 (여기서 m_p는 양자의 질량)에 의해 주어진 환원 전자 질량(reduced electron mass)이고, a_H는 수소 원자의 반경이고, a_0는 보어 반경(Bohr radius)이고, 그리고 e 는 전기 소량(elementary charge)이다. 반경들은 다음 방정식에 의해서 주어진다.

[0127] $$r_2 = r_1 = a_0\left(1+\sqrt{s(s+1)}\right);\ s = \frac{1}{2}. \qquad (40)$$

[0128] p(여기서 p는 정수)의 함수로서 하이드리노 수소화 이온, H^-(n=1/p)의 결합 에너지(binding energies)들이 표2에 표시되어 있다.

[0129] <u>표2. p의 함수로서 하이드리노 수소화 이온 H^-(n=1/p)의 대표적 결합 에너지, 방정식 (39).</u>

[0130]

수소화이온	$r_1(a_0)$[a]	결합 에너지(eV)[b]	파장(nm)
$H^-(n=1)$	1.8660	0.7542	1644
$H^-(n=1/2)$	0.9330	3.047	406.9
$H^-(n=1/3)$	0.6220	6.610	187.6
$H^-(n=1/4)$	0.4665	11.23	110.4
$H^-(n=1/5)$	0.3732	16.70	74.23

[0131]

$H^-(n=1/6)$	0.3110	22.81	54.35
$H^-(n=1/7)$	0.2666	29.34	42.25
$H^-(n=1/8)$	0.2333	36.09	34.46
$H^-(n=1/9)$	0.2073	42.84	28.94
$H^-(n=1/10)$	0.1866	49.38	25.11
$H^-(n=1/11)$	0.1696	55.50	22.34
$H^-(n=1/12)$	0.1555	60.98	20.33
$H^-(n=1/13)$	0.1435	65.63	18.89
$H^-(n=1/14)$	0.1333	69.22	17.91
$H^-(n=1/15)$	0.1244	71.55	17.33
$H^-(n=1/16)$	0.1166	72.40	17.12
$H^-(n=1/17)$	0.1098	71.56	17.33
$H^-(n=1/18)$	0.1037	68.83	18.01
$H^-(n=1/19)$	0.0982	63.98	19.38
$H^-(n=1/20)$	0.0933	56.81	21.82
$H^-(n=1/21)$	0.0889	47.11	26.32
$H^-(n=1/22)$	0.0848	34.66	35.76
$H^-(n=1/23)$	0.0811	19.26	64.36
$H^-(n=1/24)$	0.0778	0.6945	1785

[0133]

[0134] a: 방정식 (40), b: 방정식 (39).

[0136] 본 발명에 따르면, 방정식 (39) 및 (40) 에 따른 결합 에너지를 가지는 하이드리노 수소화이온(H^-)이 제공되는데, 이러한 결합 에너지는 p=2 에서 23까지에 대해서는 통상의 수소화이온의 결합(약 0.75 eV)보다 더 크고 p=24 (H^-)에 대해서는 작다. 방정식들 (39) 및 (40) 의 p=2 내지 p=24에 대해서, 수소화이온의 결합 에너지들은 각각 3, 6.6, 11.2, 16.7, 22.8, 29.3, 36.1, 42.8, 49.4, 55.5, 61.0, 65.6, 69.2, 71.6, 72.4, 71.6, 68.8, 64.0, 56.8, 47.1, 34.7, 19.3, 그리고 0.69 eV 이다. 새로운 수소화 이온을 포함하는 모범적 조성물(compositions)들도 여기에 제공된다.

[0137] 하나 이상의 하이드리노 수소화이온들과 하나 이상의 다른 원소(elements)들을 포함하는 모범적 화합물(compounds)들도 제공된다. 이러한 화합물은 이하 "하이드리노 수소화 화합물(hydrino hydride compound)"로 언급한다.

[0138] 통상의 수소 종(species)들은 다음의 결합 에너지들에 의해서 특징지어지는데, (a) 수소화이온, 0.754 eV (" 통상의 수소화이온"); (b) 수소 원자("통상의 수소 원자"), 13.6 eV; (c) 이원자 수소 분자(diatomic hydrogen molecule), 15.3 eV ("통상의 수소 분자"); (d) 수소 분자 이온, 16.3 eV ("통상의 수소 분자 이온"); ㄱ그리고 (e) H_3^+, 22.6 eV ("통상의 삼수소 분자 이온(ordinary trihydrogen molecular ion)") 이다. 여기서, 수소의 형태들과 관련해서 "정상의(normal)" 및 "통상의(ordinary)"는 동의어이다.

[0139] 본 발명의 추가의 실시 예에 따르면, 예를 들어 다음의 (a) 내지 (f) 와 같은 증가 결합 에너지 수소 종(increased binding energy hydrogen species)들 중에서 적어도 하나를 포함하는 화합물이 제공되는데, (a) 약

0.9 내지 1.1 배 범위의 $\frac{13.6\,eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ (여기서, p는 2 내지 137의 정수)와 같이(약 $\frac{13.6\,eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ 의 결합 에너지를 가지는 수소 원자와; (b) 약 0.9 내지 1.1 배 범위의 결합 에너지(binding energy)와 같이 약

$$Binding\ Energy = \frac{\hbar^2\sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2\hbar^2}{m_e^2}\left(\frac{1}{a_H^3} + \frac{2^2}{a_0^3\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^3}\right)$$

(여기서, p는 2 내지 24의 정수) 의 결합 에너지를 가지는 수소화이온(H^-)과; (c) $H_4^+(1/p)$와; (d) 약 0.9 내지 1.1 배 범위의 $\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\,eV$ (여기서, p는 2 내지 137의 정수)와 같이 약 $\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\,eV$ 의 결합 에너지(binding energy)를 가지는 삼하이드리노 분자 이온 (trihydrino molecular ion) $H_3^+(1/p)$과; (e) 약 0.9 내지 1.1 배 범위의 $\frac{15.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\,eV$ (여기서, p는 2 내지 137의 정수)와 같이 약 $\frac{15.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\,eV$ 의 결합 에너지(binding energy)를 가지는 이하이드리노(dihydrino)와; 그리고 (f) 약 0.9 내지 1.1 배 범위의 $\frac{16.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\,eV$ (여기서, p는 정수, 바람직하게 2 내지 137의 정수)와 같이 약 $\frac{16.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\,eV$ 의 결합 에너지(binding energy)를 가지는 이하이드리노 분자 이온(dihydrino molecular ion) 이다.

[0140] 본 발명의 추가의 실시 예에 따르면, 예를 들어 다음의 (a) 및 (b) 와 같은 증가 결합 에너지 수소 종(increased binding energy hydrogen species)들 중에서 적어도 하나를 포함하는 화합물이 제공되는데, (a) 약 0.9 내지 1.1 배 범위의 전체 에너지 E_T 와 같이 약

$$E_T = -p^2\left\{\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_o a_H}(4\ln 3 - 1 - 2\ln 3)\left[1 + p\sqrt{\frac{2\hbar\sqrt{\frac{2e^2}{4\pi\varepsilon_o(2a_H)^3}}}{m_e c^2}}\right] - \frac{1}{2}\hbar\sqrt{\frac{\frac{pe^2}{4\pi\varepsilon_o\left(\frac{2a_H}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\frac{3a_H}{p}\right)^3}}{\mu}}\right\} \tag{41}$$

[0141] $$= -p^2 16.13392\,eV - p^3 0.118755\,eV$$

[0142] 의 전체 에너지{여기서, p는 정수이고, $\hbar$ 는 플랑크 상수 바(Planck's constant bar)이고, m_e 는 전자의 질량이고, c는 진공에서의 빛의 속도이고, 그리고 μ는 환원 핵 질량(reduced nuclear mass)이다}를 가지는 이하이

드리노 분자 이온(dihydrino molecular ion), 및 (b) 약 0.9 내지 1.1 배 범위의 전체 에너지 E_T 와 같이 약

[0143]
$$E_T = -p^2\left\{\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_o a_0}\left[\left(2\sqrt{2}-\sqrt{2}+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\ln\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1}-\sqrt{2}\right]\left[1+p\sqrt{\frac{2\hbar\sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_o a_0^3 m_e}}}{m_e c^2}}\right]-\frac{1}{2}\hbar\sqrt{\frac{\frac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\frac{a_0}{p}\right)^3}-\frac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\frac{\left(1+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)a_0}{p}\right)^3}}{\mu}}\right\}$$
$$=-p^2 31.351\,eV - p^3 0.326469\,eV \qquad (42)$$

[0144] 의 전체 에너지{여기서, p는 정수이고, 그리고 α_0는 보어 반경(Bohr radius)이다}를 가지는 이하이드리노 분자(dihydrino molecule) 이다.

[0145] 화합물이 음전하 증가 결합 에너지 수소 종(negatively charged increased binding energy hydrogen species)들을 함유하는 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 이러한 화합물은 양자, 통상의 H_2^+, 또는 통상의 H_3^+ 와 같은 하나 이상의 양이온(cations)들을 더 함유한다.

[0146] 적어도 하나의 하이드리노 수소화 이온을 함유한 화합물들을 준비하기 위한 방법이 여기에 제공된다. 이러한 화합물들은 이하 "하이드리노 수소화 화합물들"이라 언급한다. 이러한 방법은, 약 $\frac{13.6\,eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ 의 결합 에너지(여기서 p는 정수, 바람직하게 2 내지 137의 정수이다)를 가지는 증가 결합 에너지 수소 원자를 생성하기 위해서 약 $\frac{m}{2}\cdot 27\,eV$ 의 반응의 정미 엔탈피 (여기서 m은 1보다 큰 정수, 바람직하게 400 미만의 정수이다)를 가지는 촉매와 원자 수소를 반응시키는 단계를 포함한다. 촉매 작용의 추가 생산물은 에너지이다. 증가 결합 에너지 수소 원자(increased binding energy hydrogen atom)는 증가 결합 에너지 수소화이온(increased binding energy hydride ion)을 생성하도록 전자 소스와 반응될 수가 있다. 증가 결합 에너지 수소화이온은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소화이온을 함유한 화합물을 생성하도록 하나 이상의 양이온(cations)들과 반응될 수가 있다.

[0147] 물질의 새로운 수소 조성물들은:

[0148] (a) 적어도 하나의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들(이하 "증가 결합 에너지 수소 종(increased binding energy hydrogen species)들")로서,

[0149] (i) 상응하는 통상의 수소 종들의 결합 에너지보다 크거나, 또는

[0150] (ii) 통상의 수소 종들의 결합 에너지가 주변 조건들(표준 온도 및 압력, STP)에서의 열 에너지(thermal energies)들 보다도 작기 때문에 상응하는 통상의 수소 종들이 불안정하거나 관찰되지 않는, 또는 음성인 임의의 수소 종들의 결합 에너지 보다 큰

[0151] 결합 에너지를 가지는 적어도 하나의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들과; 그리고

[0152] (b) 적어도 하나의 다른 원소(element)를 포함할 수 있다. 본 발명의 화합물들은 이하 "증가 결합 에너지 수소 화합물"이라 언급한다.

[0153] 이와 관련해서, "다른 원소(other element)"는 증가 결합 에너지 수소 종들 외의 원소를 의미한다. 따라서, 다

른 원소는 통상의 수소 종들, 또는 수소 외의 임의의 원소가 될 수 있다. 한 그룹의 화합물들에서, 다른 원소 및 증가 결합 에너지 수소 종들은 중성이다. 다른 그룹의 화합물들에서, 다른 원소 및 증가 결합 에너지 수소 종들은 충전되는데(charged), 다른 원소가 중성의 화합물을 형성하도록 균형 전하(balancing charge)를 제공한다. 전자의 그룹의 화합물들은 분자 및 배위 결합(coordinate bonding)에 의해서 특징지어지며, 후자의 그룹의 화합물들은 이온 결합(ionic bonding)에 의해서 특징지어진다.

[0154] 새로운 화합물들 및 분자 이온들이 또한 제공되는데, 이러한 새로운 화합물들 및 분자 이온들은

[0155] (a) 적어도 하나의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들(이하 "증가 결합 에너지 수소 종(increased binding energy hydrogen species)들")로서,

[0156] (i) 상응하는 통상의 수소 종들의 전체 에너지보다 크거나, 또는

[0157] (ii) 통상의 수소 종들의 전체 에너지가 주변 조건들에서의 열 에너지(thermal energies)들 보다도 작기 때문에 상응하는 통상의 수소 종들이 불안정하거나 관찰되지 않는, 또는 음성인 임의의 수소 종들의 전체 에너지보다 큰

[0158] 전체 에너지를 가지는 적어도 하나의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들과; 그리고

[0159] (b) 적어도 하나의 다른 원소(elements)를 포함한다.

[0160] 수소 종들의 전체 에너지는 수소 종들로부터 모든 전자들을 제거하기 위한 에너지들의 합이다. 본 발명에 따른 수소 종들은 상응하는 통상의 수소 종들의 전체 에너지보다 큰 전체 에너지를 가진다. 본 발명에 따라 증가한 전체 에너지를 가지는 수소 종들은, 비록 증가한 전체 에너지를 가지는 수소 종들의 대부분의 실시 예들이 상응하는 통상의 수소 종들의 첫 번째 전자 결합 에너지보다 작은 첫 번째 전자 결합 에너지를 가진다 하여도, 또한 "증가 결합 에너지 수소 종들(increased binding energy hydrogen species)"이라 언급한다. 예를 들면, p=24에 대한 방정식들 (39) 및 (40) 의 수소화 이온은 통상의 수소화 이온의 첫 번째 결합 에너지보다 작은 첫 번째 결합 에너지를 가지는 반면에, p=24에 대한 방정식들 (39) 및 (40) 의 수소화 이온의 전체 에너지는 통상의 수소화 이온의 전체 에너지보다 훨씬 더 크다.

[0161] 새로운 화합물들 및 분자 이온들이 또한 여기에 제공되는데, 이러한 새로운 화합물들 및 분자 이온들은

[0162] (a) 다수의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들(이하 "증가 결합 에너지 수소 종(increased binding energy hydrogen species)들")로서,

[0163] (i) 상응하는 통상의 수소 종들의 결합 에너지보다 크거나, 또는

[0164] (ii) 통상의 수소 종들의 결합 에너지가 주변 조건들에서의 열 에너지(thermal energies)들 보다도 작기 때문에 상응하는 통상의 수소 종들이 불안정하거나 관찰되지 않는, 또는 음성인 임의의 수소 종들의 결합 에너지보다 큰

[0165] 결합 에너지를 가지는 다수의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들과; 그리고

[0166] (b) 선택적으로 하나의 다른 원소(element)를 포함한다. 본 발명의 이러한 화합물들은 이하 "증가 결합 에너지 수소 화합물(increased binding energy hydrogen compounds)들" 이라 언급한다.

[0167] 증가 결합 에너지 수소 종들은 하나 이상의 하이드리노 원자들을 하나 이상의 전자, 하이드리노 원자, 적어도 하나의 상기 증가 결합 에너지 수소 종들을 함유한 화합물, 및 증가 결합 에너지 수소 종들 외의 적어도 하나의 원자, 분자, 또는 이온과 반응시킴으로써 형성될 수가 있다.

[0168] 새로운 화합물들 및 분자 이온들이 또한 제공되는데, 이러한 새로운 화합물들 및 분자 이온들은

[0169] (a) 다수의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들(이하 "증가 결합 에너지 수소 종(increased binding energy hydrogen species)들")로서,

[0170] (i) 통상의 분자 수소의 전체 에너지보다 크거나, 또는

[0171] (ii) 통상의 수소 종들의 전체 에너지가 주변 조건들에서의 열 에너지(thermal energies)들 보다도 작기 때문에 상응하는 통상의 수소 종들이 불안정하거나 관찰되지 않는, 또는 음성인 임의의 수소 종들의 전체 에너지보다 큰

[0172] 전체 에너지를 가지는 다수의 중성, 양성, 또는 음성의 수소 종들과; 그리고

[0173] (b) 선택적으로 하나의 다른 원소(elements)를 포함한다. 이러한 본 발명의 이러한 화합물들을 이하 "증가 결합 에너지 수소 화합물들"이라 언급한다.

[0174] 일 실시 예에서, 다음의 (a) 내지 (d)로부터 선택된 증가 결합 에너지 수소 종들 중에서 적어도 하나를 포함하는 화합물로서, (a) 통상의 수소화 이온의 결합 에너지(약 0.8 eV) 보다 p = 2부터 23까지에 대해서는 크고 p = 24에 대해서는 작은 결합에너지를 가지는 수소화 이온("증가 결합 에너지 수소화 이온" 또는 "하이드리노 수소화 이온")과; (b) 통상의 수소 원자의 결합 에너지(약 13.6 eV)보다 큰 결합 에너지를 가지는 수소 원자("증가 결합 에너지 수소 원자" 또는 "하이드리노")와; (c) 약 15.3 eV보다 큰 결합 에너지를 가지는 수소 분자("증가 결합 에너지 수소 분자" 또는 "이하이드리노(dihydrino)")와; 그리고 (d) 16.3 eV보다 큰 결합 에너지를 가지는 분자 수소 이온("증가 결합 에너지 분자 수소 이온(increased binding energy molecular hydrogen ion)" 또는 "이하이드리노 분자 이온(dihydrino molecular ion)")을 가지는 화합물이 제공된다.

[0175] 본 발명에서, 증가 결합 에너지 수소 종들 및 화합물들은 또한 저-에너지 수소 종들 및 화합물들이라 언급한다. 하이드리노(hydrinos)들은 증가 결합 에너지 수소 종들 또는 동등하게 저-에너지 수소 종들을 포함한다.

[0177] <u>Ⅳ. 추가 MH-형 촉매 및 반응(Additional MH-Type Catalysts and Reactions)</u>

[0178] 일반적으로, M-H 결합 에너지와 t 전자들의 이온화 에너지들의 합이 약 m·27.2 eV(m은 정수)가 되도록, M-H 결합의 파손(breakage)과 각각의 원자(M)로부터 연속체 에너지 레벨까지의 t 전자들의 이온화에 의해서 제공되는 하이드리노(hydrinos)들을 생성하기 위한 촉매들이 표 3A에 주어진다. 각각의 MH 촉매는 첫 번째 열에 주어지고, 상응하는 M-H 결합 에너지는 두 번째 열에 주어진다. 첫 번째 열에 주어진 MH 종들의 원자(M)는 이온화되어서 두 번째 열에 주어진 결합 에너지의 추가에 의해 이온화되어서 m·21.2 eV의 반응의 정미 엔탈피를 제공한다. 촉매의 엔탈피는 여덟 번째 열에 주어지는데, 여기서 m은 아홉 번째 열에 주어진다. 이온화에 참여하는 전자들은 이온화 전위(이온화 에너지 또는 결합 에너지라고도 부르는)를 가지는 것으로 주어진다. 예를 들면, NaH 의 결합 에너지 1.9245 eV는 두 번째 열에 주어진다. n 번째 전자의 원자 또는 이온의 이온화 전위는 IPn 이라고 지정되며 CRC 에 의해서 주어진다. 예를 들면, Na + 5.13908 eV → Na^{+} + e^{-} 그리고 Na^{+} + 47.2864 eV → Na^{2+} + e^{-} 이다. 첫 번째 이온화 전위 IP_1 = 5.13908 eV와 두 번째 이온화 전위 IP_2 = 47.2864 eV는 각각 두 번째와 세 번째 열들에 주어진다. NaH 결합의 파손 및 Na의 이중 이온화(double ionization)에 대한 반응의 정미 엔탈피는 여덟 번째 열에 주어진 바와 같이 54.35 eV 이며, 아홉 번째 열에 주어진 바와 같이 방정식 (35) 에서 m=2이다. BaH 의 결합 에너지는 is 1.98991 eV 이고, IP_1, IP_2, 및 IP_3는 각각 5.2117 eV, 10.00390 eV, 및 37.3 eV 이다. BaH 결합의 파손 및 Ba의 삼중 이온화(triple ionization of)에 대한 반응의 정미 엔탈피는 여덟 번째 열에 주어진 바와 같이 54.5 eV 이며, 아홉 번째 열에 주어진 바와 같이 방정식 (36) 에서 m = 2이다. SrH 의 결합 에너지는 1.70 eV 이며, IP_1, IP_2, TP_3, IP_4, 및 IP_5는 각각 5.69484 eV, 11.03013 eV, 42.89 eV, 57 eV, 및 71.6 eV 이다. SrH 결합의 파손 및 Sr 에서 Sr^{5+} 까지의 이온화에 대한 반응의 정미 엔탈피는 여덟 번째 열에 주어진 바와 같이 190 eV 이며, 아홉 번째 열에 주어진 바와 같이 방정식 (35) 에서 m=7이다.

[0180] <u>표 3A. 약 m·27.2 eV의 반응의 정미 엔탈피를 제공할 수 있는 MH 형 수소 촉매들. 에너지들은 eV 이다.</u>

[0181]

촉매	M-H 결합 에너지	IP_1	IP_1	IP_1	IP_1	IP_1	엔탈피	m

AlH	2.98	5.985768	18.82855				27.79	1
AsH	2.84	9.8152	18.633	28.351	50.13		109.77	4
BaH	1.99	5.21170	10.00390	37.3			54.50	2
BiH	2.936	7.2855	16.703				26.92	1
CdH	0.72	8.99367	16.90832				26.62	1
ClH	4.4703	12.96763	23.8136	39.61			80.86	3
CoH	2.538	7.88101	17.084				27.50	1
GeH	2.728	7.89943	15.93461				26.56	1
InH	2.520	5.78636	18.8703				27.18	1
NaH	1.925	5.139076	47.2864				54.35	2
NbH	2.30	6.75885	14.32	25.04	38.3	50.55	137.26	5
OH	4.4556	13.61806	35.11730				53.3	2
OH	4.4556	13.61806	35.11730	54.9355			108.1	4
OH	4.4556	13.61806	35.11730				80.39	3
		+ 13.6 KE	+ 13.6 KE					
RhH	2.50	7.4589	18.08				28.0	1
RuH	2.311	7.36050	16.76				26.43	1
SH	3.67	10.36001	23.3379	34.79	47.222	72.5945	191.97	7
SbH	2.484	8.60839	16.63				27.72	1
SeH	3.239	9.75239	21.19	30.8204	42.9450		107.95	4
SiH	3.040	8.15168	16.34584				27.54	1
SnH	2.736	7.34392	14.6322	30.50260			55.21	2
SrH	1.70	5.69484	11.03013	42.89	57	71.6	190	7
TlH	2.02	6.10829	20.428				28.56	1

다른 실시 예들에서, MH 와 수용체(acceptor) A의 전자 친화력(electron affinity; EA)의 차이, M-H 결합 에너지, 및 t 전자들의 원자 M으로부터의 이온화 에너지들의 합이 약 m · 27.2 eV (여기서 m은 정수)이 되도록, 수용체 A로의 전자의 전달과, M-H 결합의 파손, 그리고 각각의 원자 M으로부터 연속체 에너지 레벨까지의 t 전자들의 이온화에 의해서 제공되는 하이드리노(hydrinos)들을 생성하기 위한 MH^- 형 수소 촉매들이 표 3B에 주어진다. 각각의 MH^- 촉매, 수용체 A, MH 의 전자 친화력, A의 전자 친화력, 및 M-H 결합 에너지가 첫 번째, 두 번째, 세 번째, 및 네 번째 열들에 각각 주어진다. 이온화에 참여하는 MH 의 상응하는 원자 M의 전자들은 이후의 열들에서 이온화 전위(이온화 에너지 또는 결합 에너지 라고도 부르는)를 가지는 것으로 주어지며, 촉매의 엔탈피 및 상응하는 정수 m은 마지막 열에서 주어진다. 예를 들면, OH 및 H의 전자 친화력들은 각각 1.82765 eV 및 0.7542 eV 이며, 전자 전달 에너지는 다섯 번째 열에서 주어진 바와 같이 1.07345 eV 이다. OH의 결합 에너지는 여섯 번째 열에서 주어진 4.4556 eV 이다. 원자 또는 이온의 n 번째 전자의 이온화 전위는 IP_n 으로 지정된다. 예를 들면, 0 + 13.61806 eV → $0^+ + e^-$ 및 0^+ + 35.11730 eV → $0^{2+} + e^-$ 이다. 첫 번째 이온화 전위 IP_1 = 13.61806 eV 및 두 번째 이온화 전위 IP_2 = 35.11730 eV 는 각각 일곱 번째 및 여덟 번째 열들에 주어진다. 전자 전달 반응, OH 결합의 파손, 및 O의 이중 이온화의 정미 엔탈피는 열한 번째 열에서 주어진 바와 같이 54.27 eV 이며, 열두 번째 열에 주어진 바와 같이 방정식 (35) 에서의 m=2이다. 다른 실시 예들에서, 하이드리노(hydrinos)들을 형성하기 위한 H에 대한 촉매는, 그 EA 와 하나 이상의 전자들의 이온화 에너지의 합이 약 m · 27.2 eV (여기서 m은 정수)가 되도록, 음성의 이온의 이온화에 의해서 제공된다. 대안으로서, 전자 전달 에너지와 하나 이상의 전자들의 이온화 에너지의 합이 약 약 m · 27.2 eV (여기서 m은 정수)가 되도록, 음성의 이온의 첫 번째 전자가 적어도 하나 이상의 전자의 이온화를 수반하는 수용체로 전달될 수도 있다. 전자 수용체는 H가 될 수 있다.

[0183] 표 3B. 약 m · 27.2 eV의 반응의 정미 엔탈피를 제공할 수 있는MH^- 형 수소 촉매들. 에너지들은 eV 이다.

[0184]

촉매	수용체(A)	EA (MH)	EA (A)	전자 전달	M-H 결합 에너지	IP_1		IP_2	IP_3	IP_4	엔탈

[0185] 다른 실시 예들에서, 하이드리노(hydrinos)들을 생성하기 위한 MH 형 수소 촉매들은, MH 및 공여체(donor) A의 이온화 에너지들의 차이, 결합 M-H 에너지, 및 t 전자들의 M으로부터의 이온화 에너지들의 합이 약 m · 27.2 eV (여기서 m은 정수)가 되도록, 음성으로 대전(negatively charged) 될 수 있는 공여체(donor) A로부터 전자의 전달, M-H 결합의 파손, 및 각각의 원자 M으로부터 연속체 에너지 레벨까지의 t 전자들의 이온화에 의해서 제공된다.

[0186] 일 실시 예에서, 촉매들은 m · 27.2 eV (m = 1, 2, 3, 4,.... 방정식 (5))의 에너지를 수용할 수 있는 기저 또는 여기 상태(the ground or excited state)의, 예를 들어 원자, 양성의 또는 음성의 전하이온, 양성의 또는 음성의 분자이온, 분자, 여기이합체(excimer), 화합물, 또는 이들의 임의의 화합물과 같은, 임의의 종들을 포함한다. 촉매 반응의 속도는 반응의 정미 엔탈피가 m · 27.2 eV 에 더 근접하게 일치됨에 따라서 증가하는 것으로 보인다. m · 27.2 eV의 ±10%, 바람직하게 ±5% 내에서 반응의 정미 엔탈피를 가지는 촉매들이 대부분의 적용들에 적합한 것으로 확인되었다. 하이드리노 원자들의 저에너지 상태들로의 촉매 반응의 경우에서, m · 27.2 eV (방정식 (5)) 의 반응의 엔탈피는 하이드리노 원자의 위치에너지와 같은 인자(factor)에 의해서 상대론적으로 수정(relativistically corrected)된다. 일 실시 예에서, 촉매는 원자 수소로부터 에너지를 공명으로 그리고 비방사적으로 (radiationless) 수용한다. 일 실시 예에서, 수용된 에너지는 대략 원자 수소로부터 전달된 양만큼 촉매의 위치에너지의 크기를 감소시킨다. 초기 결합 전자들의 운동에너지의 보존으로 인해 활성(Energetic) 이온들 또는 전자들이 발생한다. 적어도 하나의 원자 H는 적어도 하나의 다른 H에 대한 촉매로서 작용하는데, 여기서 수용체의 27.2 eV 위치에너지는 촉매화되는 공여체(donor) H 원자로부터의 전달 또는 27.2 eV에 의해서 상쇄된다. 수용체 촉매 H의 운동에너지는 급속 양자(protons)들 또는 전자들로서 보존될 수가 있다. 게다가, 촉매화 H에서 형성된 중간 상태(방정식 (7))는 세 번째 물체(third body) 내의 방사 또는 유발된 운동에너지의 형태로 연속체 에너지의 방출에 의해 붕괴(decays)한다. 이러한 에너지 방출들은 본 발명의 CIHT 전지에서 전류 흐름(current flow)을 야기한다.

[0187] 일 실시 예에서, 적어도 하나의 분자 또는 양성의 혹은 음성의 전하 분자 이온은 약 m · 27.2 eV 만큼의 분자 또는 양성의 혹은 음성의 전하 분자 이온의 위치에너지의 크기의 감소에 의해서 약 m · 27.2 eV를 수용하는 촉매로서 작용한다. 예를 들면, 밀스 GUTCP(Mills GUTCP) 에서 주어진 H_2O의 위치에너지는 다음의 방정식과 같다.

[0188]
$$V_e = \left(\frac{3}{2}\right)\frac{-2e^2}{8\pi\varepsilon_0\sqrt{a^2-b^2}}\ln\frac{a+\sqrt{a^2-b^2}}{a-\sqrt{a^2-b^2}} = -81.8715\ eV \qquad (43)$$

[0190] 동일한 에너지만큼 분자의 위치에너지의 크기의 감소에 의하여 원자 H로부터 m · 27.2 eV를 수용하는 분자는 촉매로서 작용할 수가 있다. 예를 들면, H_2O의 위치에너지에 대한 촉매 반응(m = 3)은 다음과 같다.

$$81.6\ eV + H_2O + H\left[a_H\right] \rightarrow 2H^+_{fast} + O^- + e^- + H^*\left[\frac{a_H}{4}\right] + 81.6\ eV \qquad (44)$$

$$H^*\left[\frac{a_H}{4}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{4}\right] + 122.4\ eV \qquad (45)$$

[0191]
$$2H^+_{fast} + O^- + e^- \rightarrow H_2O + 81.6\ eV \qquad (46)$$

[0192] 또한, 전체 반응은 다음과 같은데,

[0193]
$$H\left[a_H\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{4}\right] + 81.6\ eV + 122.4\ eV \qquad (47)$$

[0194] 여기서 $H^*\left[\frac{a_H}{4}\right]$ 는 수소 원자의 반경 및 양자의 중앙 지역의 4배에 상당하는 중앙 지역을 가지며, $H\left[\frac{a_H}{4}\right]$ 는 H의 반경의 1/4의 반경을 가지는 상응하는 안정한 상태이다. 전자가 수소 원자의 반경으로부터 이러한 거리의 1/4의 반경까지 반경 방향 가속을 수행함에 따라서, 특성 빛 방출(characteristic light emission)로서 또는 세 번째-물체 운동 에너지(third-body kinetic energy)로서 에너지가 방출된다. 0℃ 얼음으로부터 100℃ 물까지 진행하는 중에 증발열의 10% 에너지 변화에 근거하면, 끓는 물에서의 물 분자 당 평균 H 결합들의 수는 3.6이다. 따라서, 일 실시 예에서 H_20는 하이드리노(hydrinos)들을 형성하기 위한 촉매로서 작용하기 위하여 적절한 활성 에너지를 가지는 고립 분자들(isolated molecules)로서 화학적으로 형성되어야만 한다. 일 실시 예에서, H_20 촉매는 발생기 H_20이다.

[0195] 일 실시 예에서, nH, 0, nO, 0_2, OH, 및 H_20 (n = 정수) 중에서 적어도 하나는 촉매로서 작용할 수 있다. 촉매로서 H 및 OH의 생성물은 촉매 엔탈피가 약 108.8 eV 인 H(1/5)이 될 수 있다. 촉매로서 H 및 H_20의 반응의 생성물은 H(1/4)이 될 수 있다. 하이드리노 생성물은 저 상태(lower satates)들로 더 반응할 수 있다. 촉매로서 H(1/4) 및 H의 생성물은 촉매 엔탈피가 약 27.2 eV 인 H(1/5)이 될 수 있다. 촉매로서 H(1/4) 및 OH의 생성물은 촉매 엔탈피가 약 54.4 eV 인 H(1/6)이 될 수 있다. 촉매로서 H(1/5) 및 H의 생성물은 촉매 엔탈피가 약 27.2 eV 인 H(1/6)이 될 수 있다.

[0196] 게다가, OH의 위치에너지는 다음의 방정식이기 때문에 OH는 촉매로서 작용할 수가 있다.

[0197]
$$V_e = \left(\frac{3}{4}\right)\frac{-2e^2}{8\pi\varepsilon_0\sqrt{a^2-b^2}}\ln\frac{a+\sqrt{a^2-b^2}}{a-\sqrt{a^2-b^2}} = -40.92709\ eV \qquad (48)$$

[0198] H 상태들 p = 1과 p = 2 사이의 에너지의 차이의 40.8 eV 이다. 따라서, OH는 H(1/2)를 형성하기 위한 촉매로서 작용하기 위해서 H로부터 약 40.8 eV를 수용할 수 있다.

[0199] H_20와 마찬가지로, 밀스 GUTCP(Mills GUTCP)에 주어진 아미드 작용기(amide functional group) NH_2의 위치에너지는 -78.77719 eV 이다. CRC로부터, 각각의 상응하는 $\triangle H_f$로부터 계산된 KNH_2를 형성하기 위한 NH_2의 반응에 대한 △H는 (-128.9-184.9) kj/mole = -313.8 kj/mole (3.25 eV) 이다. CRC로부터, 각각의 상응하는 $\triangle H_f$로부터 계산된 $NaNH_2$를 형성하기 위한 NH_2의 반응에 대한 △H는 (-123.8-184.9) kj/mole = -308.7 kJ/mole (3.20 eV) 이다. CRC로부터, 각각의 상응하는 $\triangle H_f$로부터 계산된 $LiNH_2$를 형성하기 위한 NH_2의 반응에 대한 △H는 (-179.5-184.9) kj/mole = -364.4 kj/mole 이다. 따라서, 하이드리노(hydrinos)들을 형성하기 위한 H 촉매들로서 작용하는 알칼리 아미드(alkali amides) MNH_2(M = K, Na, Li)에 의해 수용될 수 있는 정미 엔탈피는, 아미드 기(amide group)의 위치에너지와 아미드 기로부터 아미드를 형성하기 위한 에너지의 합에 상응하게, 각각 약 82.03 eV, 81.98 eV, 및 82.56 eV (방정식 (5) 에서 m = 3) 이다. 예를 들어 분자 하이드리노와 같은 하이드리노 생성물은 예를 들어 MAS NMR과 같은 수단에 의해서 관찰된 높은 장 매트릭스 이동(upfield matrix shift)을 야기할 수 있다.

[0200] H_20와 마찬가지로, 밀스 GUTCP(Mills GUTCP)에 주어진 H_2S 작용기(H_2S functional group)의 위치에너지는 -72.81 eV 이다. 이러한 위치에너지의 상쇄(cancellation)는 3p 외각(shell)의 혼성(hybridization)과 관련된 에너지를 제거한다. 7.49 eV의 이러한 혼성 에너지는 수소 궤도 반경(orbital radius)과 외각의 전체 에너지의 초기 원자 궤도 반경 배수(initial atomic orbital radius times)들의 비에 의해서 주어진다. 게다가, 1.10 eV의 두 개의 S-H 결합들을 형성함으로 인한 S3p 외각의 에너지 변화는 촉매 에너지 내에 포함된다. 따라서, H_2S 촉매의 정미 엔탈피는 81.40 eV (방정식 (5) 에서 m=3) 이다. H_2S 촉매는 다음의 반응에 의해서 MHS(M = 알칼리)로부터 형성된다.

[0201] 2MHS 를 M_2S + H_2S 로 (49)

[0202] 이러한 가역 반응(reversible reaction) 은 H를 hydrino 로 촉매화 할 수 있는 H_2S를 생성하도록 전이 상태(transition state)에 있는 활성 촉매 상태의 H_2S 를 형성할 수가 있다. 반응 혼합물은 H_2S 및 원자 H의 소스(source)를 형성하는 반응물들을 포함할 수 있다. 예를 들어 분자 하이드리노와 같은 하이드리노 생성물은 예를 들어 MAS NMR과 같은 수단에 의해서 관찰된 높은 장 매트릭스 이동(upfield matrix shift)을 야기할 수 있다.

[0203] 더욱이, 원자 산소는 원자 수소의 보어 반경(Bohr radius)과 같은 동일한 반경에서 두 개의 짝이 없는 전자(unpaired electrons)들을 가지는 특별한 원자이다. 원자 H가 촉매로 작용할 때, 다른 H에 대한 촉매로서 작용하는 각각의 이온화된 H의 운동에너지가 13.6 eV가 되도록 27.2 eV의 에너지가 수용된다. 마찬가지로, 두 개의 바깥쪽의 짝이 없는 전자들의 차후의 이온화에 의해서 OH의 O-H 결합의 파손에 대한 정미 엔탈피가 표 3에 주어진 바와 같이 80.4 eV 가 되도록, O의 두 개의 전자들은 O 이온에 전달되는 운동에너지 13.6 eV에 의해서 이온화될 수 있다. OH^- 에서 OH로의 이온화 중에, H(1/4) 및 O^{2+} + $2e^-$ 에 대한 추가 반응을 위한 에너지 일치(energy match)가 발생할 수 있는데, 여기서 204 eV의 방출된 에너지는 CIHT 전지의 전력에 기여한다. 반응은 다음과 같이 주어진다.

$$80.4\,eV + OH + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow O_{fast}^{2+} + 2e^- + H\left[\frac{a_H}{(p+3)}\right] + [(p+3)^2 - p^2]\cdot 13.6\,eV \quad (50)$$

[0204]

$$O_{fast}^{2+} + 2e^- \rightarrow O + 80.4\,eV \quad (51)$$

[0205] 또한, 전체 반응은

[0206]

$$H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{(p+3)}\right] + [(p+3)^2 - p^2]\cdot 13.6\,eV \quad (52)$$

[0207] 이며, 여기서 방정식 (5) 의 m = 3이다. 운동에너지도 고온 전자들에서 보존될 수 있다. 수증기 플라즈마 내의 H 반전 집단(population inversion)의 관찰은 이러한 구조(mechanism)의 증거이다. 예를 들어 분자 하이드리노와 같은 하이드리노 생성물은 예를 들어 MAS NMR과 같은 수단에 의해서 관찰된 높은 장 매트릭스 이동(upfield matrix shift)을 야기할 수 있다. 예를 들어 FTIR, Raman, 및 XPS 와 같은 분자 하이드리노 생성물을 확인하는 다른 방법들이 본 발명에서 주어진다.

[0208] 산소 또는 산소 함유 혼합물이 산화 또는 환원 반응에 참여하는 일 실시 예에서, O_2는 촉매 또는 촉매 소스로서 작용할 수가 있다. 산소 분자의 결합 에너지는 5.165 eV 이고, 산소 원자의 첫 번째, 두 번째, 및 세 번째 이온화 에너지들은 각각 13.61806 eV, 35.11730 eV, 및 54.9355 eV 이다. $O_2 \rightarrow O + O^{2+}$, $O_2 \rightarrow O + O^{3-}$, 및 $2O \rightarrow 2O^+$ 의 반응들은 각각 약 2, 4, 및 1배수의 정미 엔탈피 E_h 를 제공하며, 하이드리노(hydrinos)들의 형성을 야기하는 이들 에너지들을 H로부터 수용함으로써 하이드리노를 형성하도록 촉매 반응들을 포함한다.

[0209] 일 실시 예에서, 분자 하이드리노 생성물은 약 1950 cm^{-1} 에서 역 라만 효과(IRE) 정점{inverse Raman effect(IRE) peak}으로서 관찰된다. 이러한 정점은 IRE 정점을 보여주도록 표면 향상 라만 산란{Surface Enhanced Raman Scattering(SERS)}을 지지하는 라만 파장에 비해서 손색이 없는 조도 특징(roughness features)들 또는 입자 크기를 포함하는 전도성 재료를 사용함으로써 향상된다.

[0211] <u>VI. 화학 반응기(Chemical Reactor)</u>

[0212] 본 발명은 또한, 예를 들어 이하이드리노(dihydrino) 분자들 및 하이드리노(hydrino) 수소 화합물들과 같은, 본 발명의 증가 결합 에너지 수소 종들 및 화합물들을 제조하기 위한 다른 반응기(reactors)들에 관한 것이다. 촉

매 반응의 추가 생산물들은 전지 형태(cell type)에 따라 동력과 선택적으로 플라즈마 그리고 빛이다. 이러한 반응기는 이하 "수소 반응기" 또한 "수소 전지"라고 언급한다. 수소 반응기는 하이드리노(hydrinos)들을 제조하기 위한 전지를 포함한다. 하이드리노들을 제조하기 위한 이러한 전지는, 예를 들어 가스 방출 전지, 플라즈마 토치 전지(plasma torch cell), 또는 마이크로파 전력 전지(microwave power cell), 및 (전기화학 전지(electrochemical cell)와 같은, 화학 반응기 또는 가스 연료 전지의 형태를 취할 수 있다. 하이드리노들을 제조하기 위한 전지의 모범적 실시 예들은 액체-연료 전지, 고체-연료 전지, 불균형-연료 전지(heterogeneous-fuel cell), CIHT 전지, 및 SF-CIHT 전지의 형태를 취할 수가 있다. 각각의 이들 전지들은, (i) 원자 수소의 소스(source)와; (ii) 하이드리노들을 제조하기 위한 고체 촉매, 용융 촉매, 액체 촉매, 기체 촉매, 또는 이들의 혼합물들로부터 선택된 적어도 하나의 촉매와; 그리고 (iii) 하이드리노들을 제조하기 위한 촉매와 수소를 반응시키는 베셀(vessel)을 포함한다. 본 발명에 의해 여기서 사용되고 고려되는 바와 같이, "수소"라는 용어는 달리 명시되지 않는 한 경수소(proteum; ^{1}H)뿐만 아니라 중수소(deuterium; ^{2}H) 및 삼중수소(tritium; ^{3}H)도 포함한다. 모범적 화학 반응 혼합물들 및 반응기들은 SF-CIHT, CIHT, 또는 열전지(thermal cell) 실시 예들을 포함할 수 있다. 추가의 모범적 실시 예들은 바로 여기 화학 반응기 부분에서 제공된다. 혼합물의 반응 중에 형성되는 촉매로서 H2O를 가지는 반응 혼합물들의 예들은 본 발명에서 제공된다. 예를 들어 표 1 및 3에 주어진 것들과 같은 다른 촉매들이 증가 결합 에너지 수소 종들 및 화합물들을 형성하도록 작용할 수도 있다. 표 3A에서 모범적 M-H 형 촉매는 NaH 이다. 반응들 및 조건들은, 예를 들어 반응물(reactants)들, 반응물 wt%(reactant wt%'s)들, H_2 압력, 및 반응 온도와 같은, 매개변수(parameters)들에서 이들 모범적 사례들로부터 조절될 수가 있다. 적절한 반응물들, 조건들, 및 매개변수 범위들은 모두 본 발명의 것들이다. 하이드리노(hydrinos)들 및 분자 하이드리노(hydrino)는, 밀스 선행 공개물들(Mills Prior Publications)에 보고된 바와 같이, H 라인들의 도플러 라인 확대(Doppler line broadening of H lines), H 라인들의 반전(inversion of H lines), 파손 영역들이 없는 플라즈마의 형성(formation of plasma without a breakdown fields), 및 변칙적 플라즈마 잔광 지속기간(anomalously plasma afterglow duration)에 의해서 측정된, 그렇지 않으면 설명할 수 없는 초급속 H 운동에너지들인, 정수 배수의 13.6 eV의 예측된 연속체 방사 대역들에 의해서 본 발명의 반응기들의 생성물들로 제시된다. 예를 들어 CIHT 전지 및 고체 연료들에 대한 데이터와 같은 데이터는, 다른 연구자들에 의해서는 소외된, 독립적으로 입증된 것이다. 본 발명의 전지들에 의한 하이드리노들의 형성도, 대안적 소스가 없이 10 이상의 인자(factor)에 의해서 대부분 경우에 입력을 초과하는 다수의 전기 입력의 배수인, 장기간에 걸친 연속적인 출력의 전기 에너지들에 의해 확인되었다. 예측된 분자 하이드리노 $H_2(1/4)$는, 전체적으로 여기에 참조문헌들로 포함된 밀스 선행 공개물들(Mills Prior Publications)과, R. Mills X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst Induced Hydrino Transition (CIHT) Electrochemical Cell)", International Journal of Energy Research, (2013)과, 그리고 R. Mills, J. Lotoski, J. Kong, G Chu, J. He, J. Trevey 의 "고전력 밀도 촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(High-Power-Density Catalyst Induced Hydrino Transition (CIHT) Electrochemical Cell)" (2014)에서 보고된 바와 같이, 약 -4.4 ppm의 예측된 높은 장 이동 매트릭스 정점(predicted upfield shifted matrix peak)을 제시한 MAS H NMR 과, m/e = M + n2 정점들{여기서 M은 어미 이온(parent ion)의 질량이고 n은 정수)로서 게터 매트릭스(getter matrix)에 복합된 $H_2(1/4)$을 제시한 ToF-SIMS 및 ESI-ToFMS 과, 16 또는 양자수 p = 4 제곱 배수의 H_2 에너지들을 가지는 $H_2(1/4)$의 예측된 회전 및 진동 스펙트럼을 제시한 전자-빔 여기 방출 분광법(electron-beam excitation emission spectroscopy) 및 광발광 방출 분광법(photoluminescence emission spectroscopy)과, 500 eV의 $H_2(1/4)$의 예측된 전체 결합 에너지를 제시한 XPS 과, 그리고 세 번째 물체(third body) H로 전달된 에너지에 의해 H에서 H(1/4)로의 예측된 에너지 방출에 일치되는 약 204 eV의 운동에너지를 가지는 H에 상응하는 m/e=1 정점(peak) 이전의 도달 시간을 가지는 ToF-SIMS 정점(peak)에 의해서, CHIT 전지들과 고체 연료들의 생성물로서 확인되었다.

[0213] 물 유동 열량계(water flow calorimeter) 및 Setaram DSC 131 시차주사 열량계(Setaram DSC 131 differential scanning calorimeter; DSC)를 사용하여, 60배수의 인자(factor)에 의해 최대 이론 에너지(maximum theoretical energy)를 초과하는 하이드리노-형성 고체 연료들로부터의 열 에너지(thermal energy)를 관찰함으로써, 예를 들어 화력(thermal power)을 발생시키기 위한 고체 연료를 포함하는 전지들과 같은 본 발명의 전지들에 의한 하이드리노들의 형성이 확인되었다. MAS H NMR 는 약 -4.4 ppm의 예측된 $H_2(1/4)$ 높은 장 매트릭스 이동(upfield matrix shift)을 제시하였다. 1950cm^{-1}에서 시작하는 라만 정점(Raman peak)은 $H_2(1/4)$의 자유 공간 회전 에너지(free space rotational energy; 0.2414 eV)와 일치하였다. 이들 결과들은, 전체적으로 참조문

헌으로 여기에 포함된, 밀스의 선행 공개물들(Mills Prior Publications) 및 R. Mills, J. Lotoski, W. Good, J. He 의 "HOH 촉매를 형성하는 고체 연료들(Solid Fuels that Form HOH Catalyst)", (2014)에서 보고된다.

[0214] 일 실시 예에서, 고체 연료 반응은 생성물들 또는 중간 반응 생성물들로서 H_2O 및 H를 형성한다. H_2O는 하이드리노들을 형성하기 위한 촉매로서 작용할 수 있다. 반응물들은 적어도 하나의 산화제(oxidant) 및 하나의 환원제(reductant)를 포함하며, 반응은 적어도 하나의 산화-환원 반응을 포함한다. 환원제는 예를 들어 알칼리 금속과 같은 금속을 포함할 수 있다. 반응 혼합물은 수소의 소스 및 H_2O의 소스를 더 포함할 수 있으며, 예를 들어 탄소(carbon), 탄화물(carbide), 붕소화물(boride), 질화물(nitride), TiCN 같은 카르보니트릴(carbonitrile), 또는 니트릴(nitrile)과 같은 지지체(운반체; support)를 선택적으로 포함할 수 있다. 지지체는 금속 분말을 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 수소 지지체는 예들 들어 MoPt, MoNi, MoCu, 및 MoCo 와 같이 본 발명의 것들과 같은 Mo 또는 Mo 합금(alloy)을 포함한다. 일 실시 예에서, 지지체의 산화는 예를 들어 지지체를 산화시키지 않는 반응 혼합물의 다른 성분들을 선택하는 단계와, 비-산화 반응 온도 및 조건들을 선택하는 단계와, 그리고 본 발명의 기술 분야에서 숙련자들에게 공지된 바와 같이 예를 들어 H_2 분위기(atmosphere)와 같은 환원 분위기를 유지하는 단계의 방법들에 의해서 방지된다. H의 소스(source)는 알칼리(alkali), 알칼리 토류(alkaline earth), 전이(transition), 내부 전이(inner transition), 희토류 수소화물(rare earth hydrides)들, 및 본 발명의 수소화물(hydrides)들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 수소의 소스는 또한 예를 들어 탄소나 알루미나 및 본 발명의 다른 지지체들과 같은 지지체 상에 예를 들어 귀금속과 같이 본 발명의 것들과 같은 분해자(dissociator)를 더 포함할 수 있다. 물의 소스는 예를 들어 Al, Zn, Sn, Cr, Sb, 및 Pb 의 수산화물(hydroxide) 또는 수산화물 복합체(hydroxide complex)와 같은 수산화물 또는 수산화물 복합체를 건조하는 화합물을 포함할 수 있다. 물의 소스는 수소의 소스 및 산소의 소스를 포함할 수 있다. 산소 소스는 산소를 함유한 화합물을 포함할 수 있다. 모범적 화합물들 또는 분자들은 O2, 알칼리 또는 알칼리토류 산화물(alkali earth oxide), 과산화물(peroxide), 또는 초산화물(superoxide), TeO_2, SeO_2, PO_2, P_2O_5, SO_2, SO_3, M_2SO_4, $MHSO_4$, CO_2, $M_2S_2O_8$, $MMnO_4$, $M_2Mn_2O_4$, $M_xH_yPO_4$ (x, y = 정수), $POBr_2$, $MClO_4$, MNO_3, NO, N_2O, NO_2, N_2O_3, Cl_2O_7, 및 O_2 {M = 알칼리; 그리고 알칼리토류(alkali earth) 또는 다른 양이온이 M을 대체할 수 있음} 이다. 다른 모범적 반응물들은 Li, LiH, L_1NO_3, LiNO, $LiNO_2$, Li_3N, Li_2NH, $LiNH_2$, LiX, NH_3, $LiBH_4$, $LiAlH_4$, Li_3AlH_6, LiOH, Li_2S, LiHS, LiFeSi, Li_2CO_3, $LiHCO_3$, Li_2SO_4, $LiHSO_4$, Li_3PO_4, Li_2HPO_4, LiH_2PO_4, Li_2MoO_4, $LiNbO_3$, Li_2B4O_7 (사붕산리튬; lithium tetraborate), $LiBO_2$, Li_2WO_4, $LiAlCl_4$, $LiGaCl_4$, Li_2CrO_4, $Li_2Cr_2O_7$, Li_2TiO_3, $LiZrO_3$, $LiAlO_2$, $LiCoO_2$, $LiGaO_2$, Li2GeO_3, $LiMn_2O_4$, LL,SiO_4, Li_2SiO_3, $LiTaO_3$, $LiCuCl_4$, $LiPdCl_4$, $LiVO_3$, L1IO_3, $LiBrO_3$, L1XO_3 (X = F, Br, CI, I), $LiFeO_2$, L1IO_4, $LiBrO_4$, $LiIO_4$, $LiXO_4$ (X = F, Br, CI, I), $LiScO_n$, $LiTiO_n$, $LiVO_n$, $LiCrO_n$, $LiCr_2O_n$, $LiMn_2O_n$, LiFeOn, $LiCoO_n$, LiNiOn, $LiNi_2On$, LiCuOn, 및 LiZnOn, (여기서 n = 1, 2, 3, 또는 4), 옥시음이온(oxyanion), 강산의 옥시음이온(oxyanion of a strong acid), 산화제(oxidant), 예를 들어 V_2O_3, I_2O_5, MnO_2, Re_2O_7, CrO_3, RuO_2, AgO, PdO, PdO_2, PtO, PtO_2, 및 NH_4X {여기서 X는 질산염(nitrate) 또는 CRC에 주어진 다른 적절한 음이온(anion)}와 같은 분자 산화제(molecular oxidant), 및 환원제(reductant)의 그룹으로부터 선택된 시약(reagents)들을 포함한다. 또 다른 알칼리 금속 또는 다른 양이온이 Li 를 대체할 수 있다. 산소의 추가의 소스들은 $MCoO_2$, $MGaO_2$, M_2GeO_3, MMn_2O_4, M_4SiO_4, M_2SiO_3, $MTaO_3$, MVO_3, MIO_3, $MFeO_2$, MIO_4, $MClO_4$, $MScO_n$, $MTiO_n$, MVO_n, $MCrO_n$, MCr_2O_n, MMn_2O_n, $MFeO_n$, $MCoO_n$, $MNiO_n$, MNi_2O_n, $MCuO_n$, and $MZnO_n$, 여기서 M은 알칼리이고 n = 1, 2, 3, 또는 4, 옥시음이온(oxyanion), 강산의 옥시음이온(oxyanion of a strong acid), 산화제(oxidant), 예를 들어 V_2O_3, I_2O_5, MnO_2, Re_2O_7, CrO_3, RuO_2, AgO, PdO, PdO_2, PtO, PtO_2, I_2O_4, I_2O_5, I_2O_9, SO_2, SO_3, CO_2, N_2O, NO, NO_2, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5, Cl_2O, ClO_2, Cl_2O_3, Cl_2O_6, Cl_2O_7, PO_2, P_2O_3, 및 P_2O_5 같은 분자 산화제(molecular oxidant)의 그룹으로부터 선택될 수가 있다. 반응물들은 하이드리노들을 형성하는 임의의 소정 비율이 될 수 있다. 모범적 반응 혼합물은 0.33g의 LiH, 1.7g의 $LiNO_3$, 그리고 1g의 MgH_2 와 4g의 활성 C 분말의 혼합물이다. 또 다른 모범적 반응 혼합물은, 예를 들어 KNO_3 (75 wt%), 대략 공식(about formulation) C_7H_4O 를 포함할 수 있는 무른 나무 목탄(softwood charcoal) (15 wt%), 및 S (10 wt%); KNO_3 (70.5 wt%) 및 무른 나무 목탄(29.5 wt%), 또는 약 ± 1-30 wt% 범위 내에서의 이들의 비율(ratios)들과 같은 화약(gun powder)의 혼합물이다. 수소의 소스는 대략 공식(about formulation) C_7H_4O 를 포함하는 목탄(charcoal)이 될 수 있다.

[0215] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 질소(nitrogen), 이산화탄소(carbon dioxide), 및 H_20를 형성하는 반응물(reactants)들을 포함하는데, 여기서 후자는 또한 반응에서 형성되는 H에 대한 하이드리노 촉매로서 작용한다. 일 실시 예에서, 반응 혼합물은, 질산염(nitrate), 황산염(sulfate), 과염소산염(perchlorate), 예를 들어 과산화수소(hydrogen peroxide)와 같은 과산화물(peroxide), 특별히 02 또는 니트로셀룰로오스(nitrocellulose)와 같은 니트로 화합물(nitro compound)과 같은 다른 산소 소스의 첨가에 의해서 H의 소스로서도 작용할 수 있는 예를 들어 트라이아세톤-트라이페옥사이드(triacetone-triperoxide; TATP) 또는 디아세톤-디페옥사이드(diacetone-diperoxide; DADP)와 같은 과산화 화합물(peroxy compound), 산소 또는 산소나 옥시음이온(oxyanion) 화합물을 함유한 다른 화합물을 포함하는, 수소의 소스 및 H_20의 소스를 포함한다. 반응 혼합물은 화합물의 소스 또는 화합물, 또는 작용기(functional group)의 소스 또는 수소, 탄소, 탄화수소, 및 질소와 결합한 산소(oxygen bound to nitrogen) 중에서 적어도 두 개를 포함하는 작용기를 포함할 수 있다. 반응물들은 질산염(nitrate), 아질산염(nitrite), 니트로기(nitro group), 및 니트라민(nitramine)을 포함할 수 있다. 질산염은 알칼리성 질산염과 같은 금속을 포함할 수 있고, 질산암모늄(ammonium nitrate), 또는 예를 들어 알칼리(alkali), 알칼리 토류(alkaline earth), 전이(transition), 내부 전이(inner transition), 또는 희토류 금속(rare earth metal), 또는 Al, Ga, In, Sn, 또는 Pb 질산염들과 같이 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 질산염들을 포함할 수 있다. 니트로 기(nitro group)는 예를 들어 니트로메탄(nitromethane), 니트로글리세린(nitroglycerin), 트리니트로톨루엔(trinitrotoluene) 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 유사한 화합물과 같은 유기 화합물의 작용기(functional group)를 포함할 수 있다. 모범적 반응 혼합물은, NH_4NO_3 및 당밀(molasses) 또는 설탕(sugar) 또는 예를 들어 니트로메탄(nitromethane)이나 예를 들어 분탄(coal dust)과 같은 니트로기(nitro)와 같이, 산소를 포함할 수 있는, 예를 들어 난방유(heating oil), 디젤유(diesel fuel), 등유(kerosene)와 같은, 예를 들어 긴사슬 탄화수소(long chain hydrocarbon; C_nH_{2n+2})와 같은 탄소 소스(carbon source)이다. H 소스(source) 또한 NH_4, 연료유(fuel oil)와 같은 탄화수소(hydrocarbon), 또는 설탕(sugar)을 포함할 수 있는데, 여기서 탄소에 대한 H 결합은 H의 제어된 방출을 제공한다. H 방출은 자유 라티칼 반응(free radical reaction)으로 될 수가 있다. C는 O와 반응하여서 H를 방출하고 예를 들어 CO, CO_2 및 포름산염(formate)과 같은 탄소-산소 화합물들을 형성할 수가 있다. 일 실시 예에서, 단일 화합물은 질소, 이산화탄소, 및 H_20를 형성하도록 기능성(functionalities)들을 포함할 수 있다. 탄화수소 기능성(hydrocarbon functionality)을 더 포함하는 니트라민(nitramine)은 흔히 사이크로나이트(Cyclonite) 또는 코드명 RDX 로 불리는 사이클로트리메틸렌-트리니트라민(cyclotrimethylene-trinitramine) 이다.

[0216] H의 소스와, 그리고 예를 들면 0의 소스 및 H의 소스 중에서 적어도 하나의 소스와 같은, H_20 촉매의 소스 중에서 적어도 하나의 소스로서 작용할 수 있는 다른 화합물은 다음의 그룹으로부터 선택된 적어도 하나이며, 이러한 그룹은 질산암모늄(ammonium nitrate; AN), 흑색 화약(black powder) (75% KNO_3 + 15% 목탄(charcoal) + 10% S), 질산암모늄/연료유(ammonium nitrate/fuel oil; ANFO) (94.3% AN + 5.7% 연료유), 에리트리톨 4질산염(erythritol tetranitrate), 트리니트로톨루엔(trinitrotoluene; TNT), 아마톨(amatol) (80% TNT + 20% AN), 테트리톨(tetrytol) (70% 테트릴(tetryl) + 30% TNT), 테트릴(tetryl) (2,4,6-트리니트로페닐메틸니트라민(trinitrophenylmethylnitramine) ($C_7H_5N_5O_8$)), C-4 (91% RDX), C-3 (RDX 염기), 조성(composition) B (63% RDX + 36% TNT), 니트로글리세린(nitroglycerin), RDX (사이클로트리메틸렌트리니트라민; cyclotrimethylenetrinitramine), 셈텍스(Semtex) (94.3% PETN + 5.7% RDX), PETN (4질산 펜타에리트리톨; pentaerythritol tetranitrate), HMX 또는 옥소겐(octogen) (옥타히드로(octahydro)-1,3,5,7-테트라니트로(tetranitro)-1,3,5,7-테트라조신(tetrazocine)), HNIW (CL-20) (2,4,6,8,10,12-헥사니트로(hexanitro)-2,4,6,8,10,12-헥사아자이소부르찌탄(hexaazaisowurtzitane)), DDF, (4,4'-디니트로(dinitro)-3,3'-디아제노푸록산(diazenofuroxan)), 헵타나이트로큐베인(heptanitrocubane), 옥타나이트로큐베인(octanitrocubane), 2,4,6-{트리스(트라이나이트로메틸; tris(trinitromethyl)}-1,3,5-트리아진(triazine), TATNB (1,3,5-트리니트로벤젠(trinitrobenzene), ,3,5-트리아지도(triazido)-2,4,6-트리니트로벤젠(trinitrobenzene), 트리니트로아날린(trinitroanaline), TNP (2,4,6-트리니트로페놀(trinitrophenol) 또는 피크르산(picric acid)), 듀나이트{dunnite; 암모늄 피크레이트(ammonium picrate)}, 메틸 피크레이트(methyl picrate), 에틸 피크레이트(ethyl picrate), 염화 피크레이트(picrate chloride) (2-클로로(chloro)-1,3,5-트리니트로벤젠trinitrobenzene)), 트리니트로크레졸(trinitocresol), 스티픈산납(lead styphnate) (납(lead) 2,4,6-트리니트로레졸시네이트(trinitroresorcinate), $C_6HN_3O_8Pb$), TATB (트리아미노트리니트로벤젠; triaminotrinitrobenzene), 질산 메틸

(methyl nitrate), 니트로글리콜(nitroglycol), 6질산 마니트(mannitol hexanitrate), 에틸렌디니트로아민(ethylenedinitramine), 니트로구아니딘(nitroguanidine), 테트라니트로글리콜우릴(tetranitroglycoluril), 니트로셀룰로오스(nitrocellulos), 우레아니트레이트(urea nitrate), 및 헥사메틸렌 트리퍼옥사이드 디아민(hexamethylene triperoxide diamine; HMTD) 이다. 수소, 탄소, 산소, 및 질소의 비(ration)는 임의의 소정 비(any desired ratio)로 될 수 있다. 질산암모늄/연료유(ammonium nitrate/fuel oil; ANFO)로 알려진 질산암모늄(ammonium nitrate; AN)과 연료유(fuel oil; FO)의 반응 혼합물의 일 실시 예에서, 균형 반응(balanced reaction)을 제공하기에 적합한 화학량론(suitable stoichiometry)는 약 94.3 wt% AN 및 5.7 wt% FO 이며, 그러나 FO 는 그 이상이 될 수도 있다. AN 및 니트로메탄(nitromethane)의 모범적 균형 반응은

[0218] $3NH_4NO_3 + 2CH_3NO_2 \rightarrow 4N_2 + 2CO_2 + 9H_2O$ (80)

[0219] 이며, 여기서 H의 일부도 예를 들어 p = 4 에서의 $H_2(1/p)$ 및 $H^-(1/p)$와 같이 저에너지 수소 종(lower energy hydrogen species)들로 전환된다. 일 실시 예에서, 수소, 질소, 및 산소의 몰 비율(molar ratios)들은 예를 들어 화학식 $C_3H_6N_6O_6$ 를 가지는 RDX 에서 같이 유사하다.

[0220] 일 실시 예에서, 에너지론(energetics)은, 예를 들어 알칼리(alkali), 알칼리 토류(alkaline earth), 전이(transition), 내부 전이(inner transition), 및 희토류 금속 수소화물(rare earth metal hydrides) 그리고, 예를 들어 탄소(carbon), 탄화물(carbide), 붕소화물(boride), 또는 질화물(nitride) 또는 실리카(silica) 또는 알루미나(alumina)와 같은 지지체(support) 상에 예를 들어 Ni, Nb, 또는 귀금속(noble metal)과 같은 분해자(dissociator)와 같은, 예를 들어 H_2 가스 또는 수소화물과 같은 원자 수소의 추가의 소스를 사용함으로써 증가한다. 반응 혼합물은 H_2O 촉매 및 원자 H를 형성하기 위한 반응 중에 동력학(kinetics)을 증가시켜서 하이드리노를 형성하도록 압축 또는 충격을 일으킬 수가 있다. 반응 혼합물은 적어도 하나의 반응물을 압축하여 반응 중에 열을 증가시켜서 H 및 H_2O 촉매를 형성할 수가 있다. 반응 혼합물은 고체 연료의 과립체(granules)들 또는 프릴(prills)들 사이로 확산할 수 있는 예를 들어 공기와 같은 산소 소스를 압축시킬 수가 있다. 예를 들면, AN 프릴들은 공기를 약 20% 압축시킬 수 있다. 모범적 일 실시 예에서, 예를 들어 Al과 같은 분말 금속이 반응의 열 및 운동학을 증가시키도록 첨가될 수 있다. 예를 들어, Al 금속 분말이 ANFO 에 첨가될 수 있다. 다른 반응 혼합물들은 H의 소스 및 예를 들어 H_2O와 같은 촉매의 소스를 또한 가지는 불꽃 재료(pyrotechnic materials)들을 포함한다. 일 실시 예에서, 하이드리노(hydrinos)들의 형성은 예를 들어 활동적인 또는 불꽃 재료들의 활동적인 반응에 의해서 제공될 수 있는 높은 활성 에너지를 가지며, 하이드리노들의 형성은 반응 혼합물의 자체-가열(self-heating)에 기여한다. 그 대신에, 1 1,600 K/eV 에 상응하는 높은 등가 온도(equivalent temperature)를 가지는 예를 들어 CIHT 전지의 전기화학 반응에 의해서 활성 에너지가 제공될 수도 있다.

[0221] 또 다른 모범적 반응 혼합물은, 약 0.01 atm 내지 100 atm 압력 범위에 존재할 수 있는 H_2 가스, KNO_3와 같은 예를 들어 알칼리성 질산염(alkali nitrate)과 같은 질산염(nitrate), 및 예를 들어 Pt/C, Pd/C, Pt/Al_2O_3, 또는 Pd/Al_2O_3 와 같은 수소 분해자(dissociator)이다. 혼합물은 예를 들어 흑연(graphite) 또는 등급 지티에이 그라포일(유니언 카바이드){Grade GTA Grafoil (Union Carbide)}과 같은 탄소를 더 포함할 수 있다. 반응 비율(reaction ratios)들은, 예를 들어 약 50 wt% 질산염(nitrate)과 혼합된 혼합물의 약 0.1 to 10 wt%에서 탄소 상에 약 1 내지 10% Pt or Pd, 그리고 균형 탄소와 같이 임의의 소정으로 될 수 있으며; 이러한 비율들은 모범적 실시 예들에서 약 5 내지 10의 인자(factor)에 의해 변경될 수도 있다. 탄소가 지지체로서 사용되는 경우, 온도는 예를 들어 탄산 알칼리(alkali carbonate)와 같은 탄산염의 화합물을 형성하기 위한 C 반응에서 발생한 온도 이하로 유지된다. 일 실시 예에서, 이러한 온도는 N_2 상으로 NH_3가 형성되도록 예를 들어 약 50℃ 내지 300℃ 또는 약 100℃ 내지 250℃ 와 같은 범위로 유지된다.

[0222] 반응물들 및 재생 반응(regeneration reaction) 및 시스템들은 본 발명의 내용과 본 출원인의 예를 들어 다음의 선행 미국 특허 출원들(Mills 선행 출원들)에 개시된 내용을 모두 포함하는데, 이들 출원들은 전체가 참조로 여기에 포함된 것들로서, 2008년 4월 24일 PCT 출원된 수소 촉매 반응기(Hydrogen Catalyst Reactor), PCT/US08/61455; 2009년 7월 29일 PCT 출원된 이종 수소 촉매 반응기(Heterogeneous Hydrogen Catalyst Reactor), PCT/US09/052072; 2010년 3월 18일 PCT 출원된 이종 수소 촉매 동력 시스템(Heterogeneous Hydrogen Catalyst Power System), PCT/US10/27828; 2011년 3월 17일 PCT 출원된 전기화학적 수소 촉매 동력 시스템

(Electrochemical Hydrogen Catalyst Power System, PCT/US/28889; 2012년 3월 30일 PCT 출원된 H_2O-기저 전기화학적 수소-촉매 동력 시스템(H_2O-Based Electrochemical Hydrogen-Catalyst Power System), PCT/US 12/31369; 2013년 5월 21일 PCT 출원된 CIHT 동력 시스템(CIHT Power System), PCT/US13/041938; 그리고 발전 시스템들 및 이에 관련한 방법들(Power Generation Systems and Methods Regarding Same, PCT IB2014/058177이다.

[0223] 일 실시 예에서, 반응은 질산염 대신에 예를 들어 N_2O, NO_2, 또는 NO 와 같은 질소산화물(nitrogen oxide)을 포함할 수 있다. 그 대신에, 가스가 반응 혼합물에 첨가될 수도 있다. NO, NO_2, 및 N_2O 그리고 알칼리성 질산염(alkali nitrates)들은 예를 들면 오스트발트 프로세스(Ostwald process)를 수반하는 하버 프로세스Haber process)와 같은 공지된 공업적 방법들에 의해서 발생될 수 있다. 일 실시 예에서, 단계들의 모범적 순서는 다음과 같다.

[0224]
$$N_2 \xrightarrow[\text{Haber process}]{H_2} NH_3 \xrightarrow[\text{Ostwald process}]{O_2} NO, N_2O, NO_2. \qquad (81)$$

[0225] 구체적으로, 하버 프로세스는 예를 들어 α-철 함유 일부 산화물과 같은 촉매를 사용하여 상승된 온도 및 압력에서 N_2 및 H_2로부터 NH_3를 생성하도록 사용될 수 있다. 오스트발트 프로세스는 예를 들어 고온의 백금 또는 백금-로듐(platinum-rhodium) 촉매와 같은 촉매에서 암모니아를 NO, NO_2, 및 N_2O로 산화시키도록 사용될 수 있다. 일 실시 예에서, 생성물들은 암모니아와 알칼리 화합물 중에서 적어도 하나이며, NO_2는 산화에 의해 NH_3로부터 형성될 수 있다. NO_2는 M 질산염(여기서 M은 알칼리)을 형성하도록 예를 들어 M_2O, MOH, M_2CO_3, 또는 $MHCO_3$ 와 같은 알칼리 화합물과 반응되는 질산(nitric acid)을 형성하기 위해서 물에서 용해될 수 있다.

[0226] 일 실시 예에서, H_2O 촉매를 형성하도록 예를 들어 MNO_3 (M = 알칼리)와 같은 산소의 소스의 적어도 하나의 반응과, (ii) 예를 들어 H_2와 같은 소스로부터 원자 H의 형성과, 그리고 (iii) 하이드리노(hydrinos)들을 형성하기 위한 반응은 예를 들어 Pt 와 같이 가열될 수 있는 귀금속과 같은 종래의 촉매에 의해서 또는 그러한 촉매 상에서 발생한다. 가열된 촉매는 고온의 필라멘트(hot filament)를 포함할 수 있다. 이러한 필라멘트는 고온의 Pt 필라멘트(hot Pt filament)를 포함할 수 있다. 예를 들면 MNO_3와 같은 산소의 소스는 적어도 부분적으로 기체로 될 수 있다. 이러한 기체 상태 및 그 증기압(vapor pressure)은 예를 들어 KNO_3와 같은 MNO_3를 가열함으로써 제어될 수 있다. 예를 들어 MNO_3와 같은 산소의 소스는 기체 MNO_3를 방출하도록 가열되는 개방 보트(open boat) 안에 존재할 수 있다. 가열은 고온의 필라멘트와 같은 가열기에 의해서 이루어질 수 있다. 모범적 일 실시 예에서, MNO_3는 석영 보트(quartz boat) 안에 위치되고, Pt 필라멘트가 가열기로서 작용하도록 보트 둘레로 감긴다. MNO_3의 증기압은 약 0.1 Torr 내지 1000 Torr 또는 약 1 Torr 내지 100 Torr 범위로 유지될 수 있다. 수소 소스는 약 1 Torr 내지 100 atm, 약 10 Torr 내지 10 atm, 또는 약 100 Torr 내지 1 atm 압력 범위로 유지되는 기체 수소가 될 수 있다. 필라멘트도 기체 라인을 통해서 전지로 공급될 수 있는 수소 기체를 분리시키는 작용을 한다. 전지는 또한 진공 라인을 포함할 수 있다. 전지 반응들은 하이드리노들을 형성하도록 반응하는 H_2O 촉매 및 원자 H를 발생시킨다. 반응은 진공, 주위 압력(ambient pressure), 또는 대기압보다 큰 압력 중에서 적어도 하나로 유지할 수 있는 베셀(vessel) 안에서 유지될 수 있다. 예를 들어 NH_3 및 MOH 와 같은 생성물들은 전지로부터 제거되어서 재생될 수가 있다. 모범적 일 실시 예에서, MNO_3는 별도의 반응 베셀 내에서 또는 산화에 의해 별도의 단계에서 재생되는 H_2O 촉매 및 NH_3를 형성하도록 수소 소스와 반응한다. 일 실시 예에서, 예를 들어 H_2 가스와 같은 수소의 소스는 전기분해 또는 열 중에서 적어도 하나에 의해서 물로부터 발생된다. 모범적인 열적 방법(thermal methods)들은 산화철 사이클(iron oxide cycle), 세륨(Ⅳ) 산화물-세륨(Ⅲ) 산화물 사이클{cerium(Ⅳ) oxide-cerium(Ⅲ) oxide cycle}, 아연 아연-산화물 사이클(zinc zinc-oxide cycle), 황-요오드 사이클(sulfur-iodine cycle), 구리-염소 사이클(copper-chlorine cycle) 및 하이브리드 황 사이클(hybrid sulfur cycle) 및 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 또 다른 사이클들이다. 하이드리노들을 형성하도록 H와 더 반응하는 H_2O 촉매를 형성하기 위한 모범적 전지 반응들은 다음과 같다.

$$KNO_3 + 9/2H_2 \rightarrow K + NH_3 + 3H_2O. \quad (82)$$

$$KNO_3 + 5H_2 \rightarrow KH + NH_3 + 3H_2O. \quad (83)$$

$$KNO_3 + 4H_2 \rightarrow KOH + NH_3 + 2H_2O. \quad (84)$$

$$KNO_3 + C + 2H_2 \rightarrow KOH + NH_3 + CO_2. \quad (85)$$

[0227] $$2KNO_3 + C + 3H_2 \rightarrow K_2CO_3 + 1/2N_2 + 3H_2O. \quad (86)$$

[0228] 질소산화물(nitrogen oxides)을 형성하기 위한 모범적 재생 반응은 등식은 (81) 에 주어진다. K, KH, KOH, 및 K_2CO_3 와 같은 생성물들은 KNO_2 또는 KNO_3 를 형성하도록 물에 질소산화물을 첨가함으로써 형성된 질산(nitric acid)과 반응될 수 있다. 반응물들 H_20 촉매 및 H2 중에서 적어도 하나를 형성하기 위한 추가의 적절한 모범적 반응들은 표 4, 5, 및 6에 주어진다.

[0230] 표4. H_20 촉매 및 H_2. 에 관한 열적 가역 반응 사이클(Thermally reversible reaction cycles regarding H_20 catalyst and H_2).[L.C. Brown, G.E. Besenbruch, K.R. Schultz, A.C. Marshall, S.K. Showalter, P.S. Pickard 및 J.F. Funk, 열화학적 물-분리 사이클을 이용한 수소의 핵 생산(Nuclear Production of Hydrogen Using Thermochemical Water-Splitting Cycles), International Congress on Advanced Nuclear Power Plants (ICAPP) in Hollywood, Florida, June 19-13, 2002, and published in the Proceedings 에서 제시된 문서의 견본]

[0231]

사이클 명칭	T/E*	T(℃)	반응
1 Westinghouse	T	850	$2H_2SO_4(g) \rightarrow 2SO_2(g) + 2H_2O(g) + O_2(g)$
	E	77	$SO_2(g) + 2H_2O(a) \rightarrow \rightarrow H_2SO_4(a) + H_2(g)$
2 Ispra Mark 13	T	850	$2H_2SO_4(g) \rightarrow 2SO_2(g) + 2H_2O(g) + O_2(g)$
	E	77	$2HBr(a) \rightarrow Br_2(a) + H_2(g)$
	T	77	$Br_2(l) + SO_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2HBr(g) + H_2SO_4(a)$
3 UT-3 Univ. of Tokyo	T	600	$2Br_2(g) + 2CaO \rightarrow 2CaBr_2 + O_2(g)$
	T	600	$3FeBr_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 6HBr + H_2(g)$
	T	750	$CaBr_2 + H_2O \rightarrow CaO + 2HBr$
	T	300	$Fe_3O4 + 8HBr \rightarrow Br_2 + 3FeBr_2 + 4H_2O$
4 Sulfur-Iodine	T	850	$2H_2SO_4(g) \rightarrow 2SO_2(g) + 2H_2O(g) + O_2(g)$
	T	450	$2HI \rightarrow I_2(g) + H_2(g)$

[0232]

		T	120	$I_2 + SO_2(a) + 2H_2O \rightarrow 2HI(a) + H_2SO_4(a)$
5	Julich Center EOS	T	800	$2Fe_3O_4 + 6FeSO_4 \rightarrow 6Fe_2O_3 + 6SO_2 + O_2(g)$
		T	700	$3FeO + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2(g)$
		T	200	$Fe_2O_3 + SO_2 \rightarrow FeO + FeSO_4$
6	Tokyo Inst. Tech. Ferrite	T	1000	$2MnFe_2O_4 + 3Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2Na_3MnFe_2O_6 + 3CO_2(g) + H_2(g)$
		T	600	$4Na_3MnFe_2O_6 + 6CO_2(g) \rightarrow 4MnFe_2O_4 + 6Na_2CO_3 + O_2(g)$
7	Hallett Air Products 1965	T	800	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
		E	25	$2HCl \rightarrow Cl_2(g) + H_2(g)$
8	Gaz de France	T	725	$2K + 2KOH \rightarrow 2K_2O + H_2(g)$
		T	825	$2K_2O \rightarrow 2K + K_2O_2$
		T	125	$2K_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4KOH + O_2(g)$
9	Nickel Ferrite	T	800	$NiMnFe_4O_6 + 2H_2O \rightarrow NiMnFe_4O_8 + 2H_2(g)$
		T	800	$NiMnFe_4O_8 \rightarrow NiMnFe_4O_6 + O_2(g)$
10	Aachen Univ Julich 1972	T	850	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
		T	170	$2CrCl_2 + 2HCl \rightarrow 2CrCl_3 + H_2(g)$
		T	800	$2CrCl_3 \rightarrow 2CrCl_2 + Cl_2(g)$
11	Ispra Mark 1C	T	100	$2CuBr_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CuO + 2CaBr_2 + H_2O$
		T	900	$4CuO(s) \rightarrow 2Cu_2O(s) + O_2(g)$
		T	730	$CaBr_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2HBr$
		T	100	$Cu_2O + 4HBr \rightarrow 2CuBr_2 + H_2(g) + H_2O$
12	LASL- U	T	25	$3CO_2 + U_3O_8 + H_2O \rightarrow 3UO_2CO_3 + H_2(g)$
		T	250	$3UO_2CO_3 \rightarrow 3CO_2(g) + 3UO_3$
		T	700	$6UO_3(s) \rightarrow 2U_3O_8(s) + O_2(g)$
13	Ispra Mark 8	T	700	$3MnCl_2 + 4H_2O \rightarrow Mn_3O_4 + 6HCl + H_2(g)$
		T	900	$3MnO_2 \rightarrow Mn_3O_4 + O_2(g)$
		T	100	$4HCl + Mn_3O_4 \rightarrow 2MnCl_2(a) + MnO_2 + 2H_2O$
14	Ispra Mark 6	T	850	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
		T	170	$2CrCl_2 + 2HCl \rightarrow 2CrCl_3 + H_2(g)$
		T	700	$2CrCl_3 + 2FeCl_2 \rightarrow 2CrCl_2 + 2FeCl_3$

	T 420	$2FeCl_3 \rightarrow Cl_2(g) + 2FeCl_2$
15 Ispra Mark 4	T 850	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
	T 100	$2FeCl_2 + 2HCl + S \rightarrow 2FeCl_3 + H_2S$
	T 420	$2FeCl_3 \rightarrow Cl_2(g) + 2FeCl_2$
	T 800	$H_2S \rightarrow S + H_2(g)$
16 Ispra Mark 3	T 850	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
	T 170	$2VOCl_2 + 2HCl \rightarrow 2VOCl_3 + H_2(g)$
	T 200	$2VOCl_3 \rightarrow Cl_2(g) + 2VOCl_2$
17 Ispra Mark 2 (1972)	T 100	$Na_2O.MnO_2 + H_2O \rightarrow 2NaOH(a) + MnO_2$
	T 487	$4MnO_2(s) \rightarrow 2Mn_2O_3(s) + O_2(g)$
	T 800	$Mn_2O_3 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2O.MnO_2 + H_2(g) + H_2O$
18 Ispra CO/Mn3O4	T 977	$6Mn_2O_3 \rightarrow 4Mn_3O_4 + O_2(g)$
	T 700	$C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$
	T 700	$CO(g) + 2Mn_3O_4 \rightarrow C + 3Mn_2O_3$
19 Ispra Mark 7B	T 1000	$2Fe_2O_3 + 6Cl_2(g) \rightarrow 4FeCl_3 + 3O_2(g)$
	T 420	$2FeCl_3 \rightarrow Cl_2(g) + 2FeCl_2$
	T 650	$3FeCl_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 6HCl + H_2(g)$
	T 350	$4Fe_3O_4 + O_2(g) \rightarrow 6Fe_2O_3$
	T 400	$4HCl + O_2(g) \rightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O$
20 Vanadium Chloride	T 850	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
	T 25	$2HCl + 2VCl_2 \rightarrow 2VCl_3 + H_2(g)$
	T 700	$2VCl_3 \rightarrow VCl_4 + VCl_2$
	T 25	$2VCl_4 \rightarrow Cl_2(g) + 2VCl_3$
21 Ispra Mark 7A	T 420	$2FeCl_3(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2FeCl_2$
	T 650	$3FeCl_2 + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4 + 6HCl(g) + H_2(g)$
	T 350	$4Fe_3O_4 + O_2(g) \rightarrow 6Fe_2O_3$
	T 1000	$6Cl_2(g) + 2Fe_2O_3 \rightarrow 4FeCl_3(g) + 3O_2(g)$
	T 120	$Fe_2O_3 + 6HCl(a) \rightarrow 2FeCl_3(a) + 3H_2O(l)$
22 GA Cycle 23	T 800	$H_2S(g) \rightarrow S(g) + H_2(g)$
	T 850	$2H_2SO_4(g) \rightarrow 2SO_2(g) + 2H_2O(g) + O_2(g)$
	T 700	$3S + 2H_2O(g) \rightarrow 2H_2S(g) + SO_2(g)$

[0233]

	T	25	$3SO_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(a) + S$
	T	25	$S(g) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$
23 US -Chlorine	T	850	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
	T	200	$2CuCl + 2HCl \rightarrow 2CuCl_2 + H_2(g)$
	T	500	$2CuCl_2 \rightarrow 2CuCl + Cl_2(g)$
24 Ispra Mark	T	420	$2FeCl_3 \rightarrow Cl_2(g) + 2FeCl_2$
	T	150	$3Cl_2(g) + 2Fe_3O_4 + 12HCl \rightarrow 6FeCl_3 + 6H_2O + O_2(g)$
	T	650	$3FeCl_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 6HCl + H_2(g)$
25 Ispra Mark 6C	T	850	$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightarrow 4HCl(g) + O_2(g)$
	T	170	$2CrCl_2 + 2HCl \rightarrow 2CrCl_3 + H_2(g)$
	T	700	$2CrCl_3 + 2FeCl_2 \rightarrow 2CrCl_2 + 2FeCl_3$
	T	500	$2CuCl_2 \rightarrow 2CuCl + Cl_2(g)$
	T	300	$CuCl + FeCl_3 \rightarrow CuCl_2 + FeCl_2$

[0234]

[0235] *T = 열화학적, E = 전기화학적.

[0238] 표 5. H_2O 촉매 및 H_2에 관한 열적 가역 반응 사이클(Thermally reversible reaction cycles regarding H_2O catalyst and H_2. [C. Perkins and A.W. Weiraer, 재생가능한 수소의 태양-열 생성(Solar-Thermal Production of Renewable Hydrogen), AIChE Journal, 55 (2), (2009), pp. 286-293.]

[0239]

사이클	반응 단계들

[0240] 고온 사이클(High Temperature Cycles)

[0241] 탄산카드뮴(Cadmium carbonate)

$$CdO \xrightarrow{1450-1500\ ^\circ C} Cd + \frac{1}{2}O_2$$

[0242]

$$Cd + H_2O + CO_2 \xrightarrow{350\ ^\circ C} CdCO_3 + H_2$$

[0243]

$$CdCO_3 \xrightarrow{500\ ^\circ C} CO_2 + CdO$$

[0244] 하이브리드 카드뮴(Hybrid cadmium)

$$CdO \xrightarrow{1450-1500\ ^\circ C} Cd + \frac{1}{2}O_2$$

[0245]

$$Cd + 2H_2O \xrightarrow{25\ ^\circ C,\ electrochemical} Cd(OH)_2 + H_2$$

$$Cd(OH)_2 \xrightarrow{375\ ^\circ C} CdO + H_2O$$

[0246] 망간나트륨(Sodium manganese)

$$Mn_2O_3 \xrightarrow{1400-1600\ ^\circ C} 2MnO + \frac{1}{2}O_2$$

[0247]

$$2MnO + 2NaOH \xrightarrow{627\ ^\circ C} 2NaMnO_2 + H_2$$

$$2NaMnO_2 + H_2O \xrightarrow{25\ ^\circ C} Mn_2O_3 + 2NaOH$$

[0248] M-아철산염(Ferrite)(M = Co, Ni, Zn)

$$Fe_{3-x}M_xO_4 \xrightarrow{1200-1400\ ^\circ C} Fe_{3-x}M_xO_{4-\delta} + \frac{\delta}{2}O_2$$

[0249]

$$Fe_{3-x}M_xO_{4-\delta} + \delta H_2O \xrightarrow{1000-1200\ ^\circ C} Fe_{3-x}M_xO_4 + \delta H_2$$

[0251] 저온 사이클들(Low Temperature Cycles)

[0252] 황-요오드(Sulfur-Iodine)

$$H_2SO_4 \xrightarrow{850\ ^\circ C} SO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

[0253]

$$I_2 + SO_4 + 2H_2O \xrightarrow{100\ ^\circ C} 2HI + H_2SO_4$$

$$2HI \xrightarrow{300\ ^\circ C} I_2 + H_2$$

[0254] 하이브리드 황(Hybrid sulfur)

$$H_2SO_4 \xrightarrow{850\ ^\circ C} SO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

[0255] 하이브리드 염화동(Hybrid copper chloride)

$$Cu_2OCl_2 \xrightarrow{550\ ^\circ C} 2CuCl + \frac{1}{2}O_2$$

[0256]

$$2Cu + 2HCl \xrightarrow{425\ ^\circ C} H_2 + 2CuCl$$

$$4CuCl \xrightarrow{25\ ^\circ C,\ electrochemical} 2Cu + 2CuCl_2$$

$$2CuCl_2 + H_2O \xrightarrow{325\ ^\circ C} Cu_2OCl_2 + 2HCl$$

[0257]

[0259] 표6. H_2O 촉매 및 H_2 에 관한 열적 가역 반응 사이클(Thermally reversible reaction cycles regarding H20 catalyst and H2). [S. Abanades, P. Charvin, G. Flamant, P. Neveu, 집중된 태양 에너지에 의한 수소 생성에 대해서 잠재적으로 끌리는 물-분리 열 사이클 (Screening of Water-Splitting Thermochemical Cycles Potentially Attractive for Hydrogen Production by Concentrated Solar Energy), Energy, 31, (2006), pp. 2805-2822.]

[0260]

ID 번호	사이클 명칭	원소들의 목록	화학적 단계들의 수	최대 온도 (℃)	반응들

6	ZnO/Zn	Zn	2	2000	$ZnO \rightarrow Zn + 1/2O_2$
					$Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$
7	Fe_3O_4/FeO	Fe	2	2200	$Fe_3O_4 \rightarrow 3FeO + 1/2O_2$
					$3FeO + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2$
194	In_2O_3/In_2O	In	2	2200	$In_2O_3 \rightarrow In_2O + O_2$
					$In2O + 2H_2O \rightarrow In_2O_3 + 2H_2$
	(800 ºC)				
194	SnO_2/Sn	Sn	2	2650	$SnO_2 \rightarrow Sn + O_2$
					$Sn + 2H_2O \rightarrow SnO_2 + 2H_2$
83	$MnO/MnSO_4$	Mn, S	2	1100	$MnSO_4 \rightarrow MnO + SO_2 +$
$1/2O_2$	(1100 ºC)				
					$MnO + H_2O +$
$SO_2 \rightarrow MnSO_4 + H_2$		(250 ºC)			
84	$FeO/FeSO_4$	Fe, S	2	1100	$FeSO_4 \rightarrow FeO + SO_2 +$
$1/2O_2$	(1100 ºC)				
					$FeO + H_2O + SO_2 \rightarrow FeSO_4$
$+ H_2$	(250 ºC)				
86	$CoO/CoSO_4$	Co, S	2	1100	$CoSO_4 \rightarrow CoO + SO_2 +$
$1/2O_2$	(1100 ºC)				
					$CoO + H_2O + SO_2 \rightarrow CoSO_4$
$+ H_2$	(200 ºC)				
200	$Fe_3O_4/FeCl_2$	Fe, Cl	2	1500	$Fe_3O_4 + 6HCl \rightarrow 3FeCl_2 +$
$3H_2O + 1/2O_2$		(1500 ºC)			
					$3FeCl_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 +$
$6HCl + H_2$		(700 ºC)			
14	$FeSO_4$ Julich	Fe, S	3	1800	$3FeO(s) + H_2O \rightarrow Fe_3O_4(s)$
$+ H_2$	(200 ºC)				

[0261]

					$Fe_3O_4(s)$ +
$FeSO_4 \rightarrow 3Fe_2O_3(s) + 3SO_2(g) + 1/2O_2$			(800 ºC)		
					$3Fe_2O_3(s) + 3SO_2 \rightarrow 3FeSO_4$
+ 3FeO(s)		(1800 ºC)			
85	$FeSO_4$	Fe, S	3	2300	$3FeO(s) + H_2O \rightarrow Fe_3O_4(s)$
+ H_2	(200 ºC)				
					$Fe_3O_4(s)$ +
$3SO_3(g) \rightarrow 3FeSO_4 + 1/2O_2$		(300 ºC)			
					$FeSO_4 \rightarrow FeO + SO_3$
109	C7 IGT	Fe, S	3	1000	$Fe_2O_3(s) + 2SO_2(g)$ +
$H_2O \rightarrow 2FeSO_4(s) + H_2$		(125 ºC)			
					$2FeSO_4(s) \rightarrow Fe_2O_3(s)$ +
$SO_2(g) + SO_3(g)$		(700 ºC)			
					$SO_3(g) \rightarrow SO_2(g) + 1/2O_2(g)$
	(1000 ºC)				
21	Shell Process	Cu, S	3	1750	$6Cu(s) + 3H_2O \rightarrow 3Cu_2O(s)$
+ $3H_2$	(500 ºC)				
					$Cu_2O(s) + 2SO_2$ +
$3/2O_2 \rightarrow 2CuSO_4$		(300 ºC)			
	$2Cu_2O(s)+2CuSO_4 \rightarrow 6Cu+2SO_2+3O_2$			(1750 ºC)	
87	$CuSO_4$	Cu, S	3	1500	
	$Cu_2O(s)+H_2O(g) \rightarrow Cu(s)+Cu(OH)_2$		(1500 ºC)		
	$Cu(OH)_2+SO_2(g) \rightarrow CuSO_4+H_2$		(100 ºC)		
					$CuSO_4 + Cu(s) \rightarrow Cu_2O(s)$ +
$SO_2 + 1/2O_2$		(1500 ºC)			
110	LASL $BaSO_4$	Ba, Mo, S	3	1300	$SO_2 + H_2O$ +
$BaMoO_4 \rightarrow BaSO_3 + MoO_3 + H_2O$			(300 ºC)		
					$BaSO_3 + H_2O \rightarrow BaSO_4 + H_2$
					$BaSO_4(s)$ +
$MoO_3(s) \rightarrow BaMoO_4(s) + SO_2(g) + 1/2O_2$			(1300 ºC)		
4	Mark 9	Fe, Cl	3	900	$3FeCl_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4$ +
6HCl + H_2		(680 ºC)			
					$Fe_3O_4 + 3/2Cl_2$ +
$6HCl \rightarrow 3FeCl_3 + 3H_2O + 1/2O_2$		(900 ºC)			
					$3FeCl_3 \rightarrow 3FeCl_2 + 3/2Cl_2$

16	Euratom 1972	Fe, Cl	3	1000	$H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 1/2O_2$ $2HCl + 2FeCl_2 \rightarrow 2FeCl_3 +$ H_2 (600 ºC) $2FeCl_3 \rightarrow 2FeCl_2 + Cl_2$
20	Cr, Cl Julich	Cr, Cl	3	1600	$2CrCl_2(s, T_f = 815\ ºC) +$ $2HCl \rightarrow 2CrCl_3(s) + H_2$ (200 ºC) $2CrCl_3\ (s, T_f = 1150$ ºC) $\rightarrow 2CrCl_2(s) + Cl_2$ (1600 ºC) $H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 1/2O_2$
27	Mark 8	Mn, Cl	3	1000	$6MnCl_2(l) +$ $8H_2O \rightarrow 2Mn_3O_4 + 12HCl + 2H_2$ (700 ºC) $3Mn_3O_4(s) +$ $12HCl \rightarrow 6MnCl_2(s) + 3MnO_2(s) + 6H_2O$ (100 ºC) $3MnO_2(s) \rightarrow Mn_3O_4(s) + O_2$
37	Ta Funk	Ta, Cl	3	2200	$H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 1/2O_2$ $2TaCl_2 + 2HCl \rightarrow 2TaCl_3 +$ H_2 (100 ºC) $2TaCl_3 \rightarrow 2TaCl_2 + Cl_2$
78	Mark 3 Euratom JRC Ispra (Italy)	V, Cl	3	1000	$Cl_2(g) + H_2O(g) \rightarrow 2HCl(g)$ $+ 1/2O_2(g)$ (1000 ºC) $2VOCl_2(s) +$ $2HCl(g) \rightarrow 2VOCl_3(g) + H_2(g)$ (170 ºC) $2VOCl_3(g) \rightarrow Cl_2(g) +$ $2VOCl_2(s)$ (200 ºC)
144	Bi, Cl	Bi, Cl	3	1700	$H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 1/2O_2$ $2BiCl_2 + 2HCl \rightarrow 2BiCl_3 +$ H_2 (300 ºC) $2BiCl_3(T_f = 233\ ºC, T_{eb} = 441$ ºC) $\rightarrow 2BiCl_2 + Cl_2$ (1700 ºC)
146	Fe, Cl Julich	Fe, Cl	3	1800	$3Fe(s) + 4H_2O \rightarrow Fe_3O4(s) +$ $4H_2$ (700 ºC) $Fe_3O_4 + 6HCl \rightarrow 3FeCl_2(g)$ $+ 3H_2O + 1/2O_2$ (1800 ºC) $3FeCl_2 + 3H_2 \rightarrow 3Fe(s) + 6HCl$ (1300 ºC)
147	Fe, Cl Cologne	Fe, Cl	3	1800	$3/2FeO(s) + 3/2Fe(s) +$ $2.5H_2O \rightarrow Fe_3O_4(s) + 2.5H_2$ (1000 ºC)

[0262]

$Fe_3O_4 + 6HCl \rightarrow 3FeCl_2(g)$

$+ 3H_2O + 1/2O_2$ (1800 °C)

$3FeCl_2 + H_2O +$

$3/2H_2 \rightarrow {}_{3/2}FeO(s) + 3/2Fe(s) + 6HCl$ (700 °C)

25 Mark 2 Mn, Na 3 900

$Mn_2O_3(s)+4NaOH \rightarrow 2Na_2O \cdot MnO_2 + H_2O + H_2$ (900 °C)

$2Na_2O \cdot MnO_2 +$

$2H_2O \rightarrow 4NaOH + 2MnO_2(s)$ (100 °C)

$2MnO_2(s) \rightarrow Mn_2O_3(s) +$

$1/2O_2$ (600 °C)

28 Li, Mn LASL Mn, Li 3 1000 $6LiOH +$

$2Mn_3O_4 \rightarrow 3Li_2O \cdot Mn_2O_3 + 2H_2O + H_2$ (700 °C)

$3Li_2O \cdot Mn_2O_3 +$

$3H_2O \rightarrow 6LiOH + 3Mn_2O_3$ (80 °C)

$3Mn_2O_3 \rightarrow 2Mn_3O_4 + 1/2O_2$

199 Mn PSI Mn, Na 3 1500 $2MnO +$

$2NaOH \rightarrow 2NaMnO_2 + H_2$ (800 °C)

$2NaMnO_2 + H_2O \rightarrow Mn_2O_3$

$+ 2NaOH$ (100 °C)

$Mn_2O_3(l) \rightarrow 2MnO(s) +$

$1/2O_2$ (1500 °C)

178 Fe, M ORNL Fe, 3 1300 $2Fe_3O_4 + 6MOH \rightarrow 3MFeO_2$

$+ 2H_2O + H_2$ (500 °C)

(M = Li,K, Na) $3MFeO_2 + 3H_2O \rightarrow 6MOH +$

$3Fe_2O_3$ (100 °C)

$3Fe_2O_3(s) \rightarrow 2Fe_3O_4(s) +$

$1/2O_2$ (1300 °C)

33 Sn Souriau Sn 3 1700 $Sn(l) + 2H_2O \rightarrow SnO_2 + 2H_2$

$2SnO_2(s) \rightarrow 2SnO + O_2$

$2SnO(s) \rightarrow SnO_2 + Sn(l)$

177 Co ORNL Co, Ba 3 1000 $CoO(s)+xBa(OH)_2(s) \rightarrow$

$Ba_xCoO_y(s)+(y\text{-}x\text{-}$

$1)H_2+(1+2x\text{-}y)\ H_2O$ (850 °C)

$Ba_xCoO_y(s)+xH_2O \rightarrow xBa(OH)_2(s)+CoO(y\text{-}x)(s)$ (100 °C)

$CoO(y\text{-}x)(s) \rightarrow CoO(s) + (y\text{-}$

$x\text{-}1)/2O_2$ (1000 °C)

[0263]

183 Ce, Ti ORNL Ce, Ti, Na 3 1300 $2CeO_2(s) +$

$3TiO_2(s) \rightarrow Ce_2O_3 \cdot 3TiO_2 + 1/2O_2$ (800–1300 °C)

$Ce_2O_3 \cdot 3TiO_2 +$

$6NaOH \rightarrow 2CeO_2 + 3Na_2TiO_3 + 2H_2O + H_2$ (800 °C)

$CeO_2 + 3NaTiO_3 +$

$3H_2O \rightarrow CeO_2(s) + 3TiO_2(s) + 6NaOH$ (150 °C)

269 Ce, Cl GA Ce, Cl 3 1000 $H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 1/2O_2$

$2CeO_2 + 8HCl \rightarrow 2CeCl_3 +$

$4H_2O + Cl_2$ (250 °C)

$2CeCl_3 + 4H_2O \rightarrow 2CeO_2 +$

$6HCl + H_2$ (800 °C)

[0264]

[0266] H_2O 촉매를 형성하기 위한 반응물들은 예를 들어 O 종(species)들과 같은 O의 소스 및 H의 소스를 포함할 수 있다. O 종(species)들의 소스는 O_2, 공기, 및 O를 함유한 화합물 또는 화합물들의 혼합물(admixture) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 산소 함유 화합물은 산화제(oxidant)를 포함할 수 있다. 산소 함유 화합물은 산소, 옥시수산화물(oxyhydroxide), 수산화물(hydroxide), 과산화물(peroxide), 및 초산화물(superoxide) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 적절한 모범적 금속 산화물(metal oxides)들은, 예를 들어 Li_2O, Na_2O, 및 K_2O 같은 알칼리 산화물(alkali oxides)들과, 예를 들어 MgO, CaO, SrO, 및 BaO 같은 알칼리 토산화물(alkaline earth oxides)들과, 예를 들어 NiO, Ni_2O_3, FeO, Fe_2O_3, 및 CoO 같은 전이 산화물(transition oxides)들과, 그리고 내부 전이 및 희토류 금속 산화물(inner transition and rare earth metals oxides)들과, 그리고 Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, 및 Te, 그리고 이들과 산소 함유 다른 원소들의 혼합물들과 같은 다른 금속들 및 준 금속(metalloids)들 이다. 산화물(oxides)들은 예를 들어 금속 산화물 음이온(metal oxide anion)과 같이 본 발명의 것들과 같은 산화물 음이온(oxide anion), 및 양이온(cation)을 포함할 수 있으며, 양이온은 알칼리, 알칼리 토류, 전이, 내부 전이 및 희토류 금속 양이온, 및 예를 들어 $MM'_{2x}O3_{x+i}$ 또는 $MM'_{2x}O_4$ (M = 알칼리 토류, M' = Fe 또는 Ni 또는 Mn 같은 전이 금속, x = 정수r) 및 $M_2M'_{2x}O_{3x+i}$ 또는 $M_2M'_{2x}O_4$ (M = 알칼리, M' = Fe 또는 Ni 또는 Mn 같은 전이 금속, x = 정수)와 같이 Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, 및 Te 같은 다른 금속들 및 준 금속들의 양이온과 같은 것들이다. 적절한 모범적 금속 옥시수산화물(oxyhydroxides)들은 AlO(OH), ScO(OH), YO(OH), VO(OH), CrO(OH), MnO(OH){α-MnO(OH) 그로우타이트(groutite) 및 γ-MnO(OH) 아망간산염(manganite)}, FeO(OH), CoO(OH), NiO(OH), RhO(OH), GaO(OH), InO(OH), $Ni_{1/2}Co_{1/2}O(OH)$, 및 $Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}O(OH)$ 이다. 적절한 모범적 수산화물(hydroxides)들은 알칼리, 알칼리 토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류 금속들과, 그리고 Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, 및 Te 그리고 혼합물들 같은 다른 금속들 및 준 금속들과 같은, 금속들이다. 적절한 착이온 수산화물(complex ion hydroxides)들은 $Li_2Zn(OH)_4$, $Na_2Zn(OH)_4$, $Li_2Sn(OH)_4$, $Na_2Sn(OH)_4$, $Li_2Pb(OH)_4$, $Na_2Pb(OH)_4$, $LiSb(OH)_4$, $NaSb(OH)_4$, $LiAl(OH)_4$, $NaAl(OH)_4$, $LiCr(OH)_4$, $NaCr(OH)_4$, $Li_2Sn(OH)_6$, and $Na_2Sn(OH)_6$. 추가의 적절한 모범적 수산화물(hydroxides)들은 $Co(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, 다른 전이 금소 수산화물, $Cd(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, 및 Pb(OH) 이다. 적절한 모범적 과산화물(peroxides)들은 H_2O_2, 유기 화합물(organic compounds)들의 과산화물들, 및 예를 들어 M_2O_2와 같은 금속들의 과산화물(여기서 M은 Li_2O_2, Na_2O_2, K_2O_2 와 같은 알칼리 금속), Ca, Sr, 또는 Ba 과산화물들과 같은 알칼리 토과산화물들의 과산화물들과, 란탄계(lanthanides)의 과산화물들과 같은 다른 염기성 금속(electropositive metals)들의 과산화물들과, 그리고 Zn, Cd, 및 Hg의 과산화물과 같은 공유결합(covalent) 금속 과산화물들과 같은, 다른 이온 과산화물(other ionic peroxides)들 이다. 적절한 모범적 초산화물(superoxides)들은 MO_2 금속들의 초산화물들(여기서 M은 예를 들어 NaO_2, KO_2, RbO_2, 및 CsO_2 같은 알칼리 금속), 및 알칼리 토금속 초산화물(alkaline earth metal superoxides)들 이다. 일 실시 예에서, 고체 연료는 알칼리 과산화물과, 그리고 수소화물(hydride), 탄화수소(hydrocarbon), 또는 예를 들어 BH_3NH_3 같은 수소 저장 물질(hydrogen storage material)과 같은 수소 소스를 포함한다. 반응 혼합물은 알칼리, 알칼리 토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류 금속들과, 그리고 Al, Ga, In, Sn, Pb, 및 수산화물들을 형성하는 다른 원소들의 수산화물들과 같은 수산화물과, 그리고 알칼리, 알칼리토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류 금속들, 및 Al, Ga, In, Sn, Pb, 및 본 발명의 다른 금속들을 포함하는 탄산염(carbonate)과 같은 적어도 하나의 옥시음이온(oxyanion)을 포함하는 화합물과 같은 산소의 소스를 포함한다. 산소를 포함하는 다른 적절한 화합물들은 알루민산염(aluminate), 텅스텐산염(tungstate), 지르콘산염(zirconate), 티탄산염(titanate), 황산염(sulfate), 인산염(phosphate), 탄산염(carbonate), 질산염(nitrate), 크롬산염(chromate), 중크롬산염(dichromate), 및 망간산염(manganate), 산화물(oxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 과산화물(peroxide), 초산화물(superoxide), 규산염(silicate), 티탄산염(titanate), 텅스텐산염(tungstate), 및 본 발명의 다른 화합물들의 그룹 중에서 적어도 하나의 옥시음이온(oxyanion) 화합물이다. 수산화물과 탄산염의 모범적 반응은 다음 식에 의해서 주어진다.

[0267] $Ca(OH)_2 + Li_2CO_3 \rightarrow CaO + H_2O + Li_2O + CO_2$ (87)

[0268] 다른 실시 예들에서, 산소 소스(oxygen source)는 가스이거나 또는 예를 들어 NO_2, NO, N_2O, CO_2, P_2O_3, P_2O_5, 및 SO_2와 같은 가스를 순조롭게 형성한다. 예를 들어 C, N, NH_3, P, 또는 S 같은 H_2O 촉매의 형성으로부터 환원된

산소 생성물은 밀스 선행 출원들(Mills Prior Applications)에서 주어진 바와 같이 산소 또는 산소의 소스와의 연소에 의해서 산소로 다시 전환될 수 있다. 전지는 가열 적용들을 위해 사용될 수 있는 과잉의 열을 생산할 수 있고, 또는 이러한 열이 랭킨 또는 브레이턴 시스템(Rankine or Brayton system) 같은 수단에 의해서 전기로 전환될 수 있다. 그 대신에, 전지가 예를 들면 분자 하이드리노(molecular hydrino) 및 하이드리노 수소화물 이온(hydrino hydride ions)들 그리고 상응하는 화합물들 같은 저-에너지 수소 종(lower-energy hydrogen species)들을 합성하는데 사용될 수도 있다. 일 실시 예에서, 저-에너지 수소 종들 및 화합물들의 생산과 에너지의 생산 중에서 적어도 하나를 위한 하이드리노들을 형성하기 위한 반응 혼합물은 원자 수소의 소스와, 그리고 예를 들어 H_2O 촉매처럼 본 발명의 촉매들과 같은 H와 O 중에서 적어도 하나를 포함하는 촉매의 소스를 포함한다. 반응 혼합물은 예를 들어 H_2SO_3, H_2SO_4, H_2CO_3, HNO_2, HNO_3, $HClO_4$, H_3PO_3, 및 H_3PO_4 같은 산(acid), 또는 예를 들어 산 무수물(acid anhydride) 또는 무수물산(anhydrous acid) 같은 산의 소스(a source of an acid)를 더 포함할 수 있다. 후자는 SO_2, SO_3, CO_2, NO_2, N_2O_3, N_2O_5, Cl_2O_7, PO_2, P_2O_3, 및 P_2O_5 의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있다. 반응 혼합물은 염기(base)와, 그리고 예를 들어 M_2O(M=알칼리), M'O(M'=알칼리토류), ZnO 또는 다른 천이 금속 산화물, CdO, CoO, SnO, AgO, HgO, 또는 Al_2O_3 같은 염기성 무수물(basic anhydride)중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 추가의 모범적 무수물들은, 예를 들어 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 같이, H_2O에 대해서 안정한 금속들을 포함할 수가 있다. 무수물은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 산화물이 될 수 있으며, 수화된 화합물(hydrated compound)은 수산화물(hydroxide)을 포함할 수 있다. 반응 혼합물은 예를 들어 FeOOH, NiOOH, 또는 CoOOH 같은 옥시수산화물(oxyhydroxide)을 포함할 수 있다. 반응 혼합물은 H_2O의 소스와 H_2O 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. H_2O는 원자 수소의 존재하에 수화(hydration) 및 탈수(dehydration) 반응들에 의해서 가역적으로 형성될 수 있다. H_2O 촉매를 형성하기 위한 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$Mg(OH)_2 \text{ to } MgO + H_2O \quad (88)$$

$$2LiOH \text{ to } Li_2O + H_2O \quad (89)$$

$$H_2CO_3 \text{ to } CO_2 + H_2O \quad (90)$$

[0269] $$2FeOOH \text{ to } Fe_2O_3 + H_2O \quad (91)$$

[0270] 일 실시 예에서, H_2O 촉매는 양이온들의 인산염과 같은 인산염 소금(salts of phosphate)들, 인화수소(hydrogen phosphate), 및 인산이수소(dihydrogen phosphate) 와 같은 인산염(phosphate)을 포함하는 적어도 하나의 화합물의 탈수(dehydration)에 의해 형성되는데, 양이온은 알칼리, 알칼리 토류, 전이, 내부 전이 및 희토류 금속 양이온, 및 Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, 및 Te, 그리고 예를 들어 $[P_nO_{3n+1}]^{(n+2)-}$ 같은 폴리인산염(polyphosphates)들과, 예를 들어 $[(PO_3)_n]^{n-}$ (n≥3) 같은 긴 사슬 메타인산염(long chain metaphosphates)들과, 예를 들어 $[(PO_3)_n]^{n-}$ 같은 순환적 메타인산염(cyclic metaphosphates)들과, 그리고 예를 들어 P_4O_{10} 같은 초인산염(ultraphosphates)들 중에서 적어도 하나와 같은 축합 인산염(condensed phosphate)을 형성하기 위한 혼합물들의 다른 금속들과 준 금속(metalloid)들을 포함한다. 모범적인 반응들은 다음과 같다.

$$(n\text{-}2)NaH_2PO_4 + 2Na_2HPO_4 \xrightarrow{heat} Na_{n+2}P_nO_{3n+1} \text{ (polyphosphate)} + (n\text{-}1)H_2O \quad (92)$$

[0271] $$nNaH_2PO_4 \xrightarrow{heat} (NaPO_3)_n \text{ (metaphosphate)} + nH_2O \quad (93)$$

[0272] 탈수 반응의 반응물들은 $Al(OH)_3$, and Al_2O_3 중에서 적어도 하나를 포함하는 R-Ni를 포함할 수가 있다. 반응물들은 알칼리 금속(alkali metal)과, 금속 수소화물(metal hydride) MH 와, 그리고 알칼리 수산화물(alkali hydroxide) 및 고유의 수소(intrinsic hydrogen)뿐만 아니라 예를 들어 H_2 같은 수소의 소스와 같이 본 발명의

금속들과 같은 금속 수산화물(metal hydroxide)과 같은, 본 발명의 금속들과 같은 금속 M을 더 포함할 수 있다. 모범적인 반응들은 다음과 같다.

$$2Al(OH)_3 + \text{to } Al_2O_3 + 3H_2O \quad (94)$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \text{ to } 2NaAlO_2 + H_2O \quad (95)$$

$$3MH + Al(OH)_3 + \text{to } M_3Al + 3H_2O \quad (96)$$

[0273] $$MoCu + 2MOH + 4O_2 \text{ to } M_2MoO_4 + CuO + H_2O \ (M = Li, Na, K, Rb, Cs) \quad (97)$$

[0274] 반응 생성물은 합금을 포함할 수 있다. 재수화(rehydration) 에 의해서 R-Ni가 재생될 수 있다. H_2O 촉매를 형성하기 위한 반응 혼합물 및 탈수(dehydration) 반응은 다음의 모범적 반응에서 주어진 바와 같이 예를 들어 본 발명의 옥시수산화물(oxyhydroxide)과 같은 옥시수산화물을 포함할 수 있고 그리고 연관시킬 수 있다.

[0275] $$3Co(OH)_2 \text{ to } 2CoOOH + Co + 2H_2O \quad (98)$$

[0276] 원자 수소는 H_2 가스로부터 해리(dissociation)에 의해서 형성될 수 있다. 수소 분해자(dissociator)는 예를 들어 R-Ni 또는 귀금속 또는 탄소나 Al_2O_3 상의 예를 들어 Ni 또는 Pt 또는 Pd 같은 지지체(support) 상에 있는 전이 금속(transition metal)과 같이 본 발명의 금속들 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. 그 대안으로, 원자 H는 본 발명의 것들과 같은 막(membrane)을 통한 H 삼투(permeation)로부터 형성될 수도 있다. 일 실시 예에서, 전지는 H_2O 확산을 방지하는 동시에 H_2를 선택적으로 확산시키기 위하여 예를 들면 세라믹 막과 같은 막을 포함한다. 일 실시 예에서, H_2와 원자 H 중에서 적어도 하나가 H_2O를 포함하는 수분함유 또는 용융 전해액(aqueous or molten electrolyte)과 같은 수소의 소스를 포함하는 전해액의 전기분해(electrolysis)에 의해서 전지로 공급된다. 일 실시 예에서, H_2O 촉매는 산(acid) 또는 염기(base)의 탈수에 의해 무수물(anhydride) 형태로 가역적으로 형성된다. 일 실시 예에서 촉매 H_2O 및 하이드리노(hydrinos)들을 형성하기 위한 반응은 전지 pH 또는 활성(activity), 온도, 및 압력 중에서 적어도 하나를 변화시킴으로써 전파되는데, 여기서 압력은 온도를 변화시킴으로써 변화될 수 있다. 산, 염기, 또는 무수물과 같은 종(species)들의 활성은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 바와 같이 소금을 첨가함으로써 변화될 수 있다. 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 하이드리노들을 형성하는 반응에 H_2 또는 산 무수물 가스 같은 가스의 소스를 흡수하거나 또는 가스의 소스로 될 수 있는, 예를 들어 탄소와 같은 물질을 포함할 수 있다. 반응물들은 임의의 소정 농도(concentrations)들 및 비율(ratios)들이 될 수 있다. 반응 혼합물은 용융될 수 있거나 또는 수분함유 슬러리(slurry)를 포함할 수 있다.

[0277] 또 다른 실시 예에서, H_2O 촉매의 소스는 예를 들어 하이드로할리치 산(hydrohalic acid), 황산(sulfuric), 질산(nitric), 및 아질산(nitrous)과, 그리고 염기(base) 사이의 반응과 같이, 산과 염기 사이의 반응이다.

[0278] 다른 적절한 산 반응물들은 H_2SO_4, HCl, HX (X-할로겐화물(halide)), H_3PO_4, $HClO_4$, HNO_3, HNO, HNO_2, H_2S, H_2CO_3, H_2MoO_4, $HNbO_3$, $H_2B_4O_7$ (M 사중붕산염(tetraborate)), HBO_2, H_2WO_4, H_2CrO_4, $H_2Cr_2O_7$, H_2TiO_3, $HZrO_3$, $MAlO_2$, HMn_2O_4, HIO_3, HIO_4, $HClO_4$ 의 수분함유 용액들, 또는 예를 들어 포름산 또는 아세트산(formic or acetic acid) 같은 산성 유기물(organic acidic) 이다. 적절한 모범적 염기들은 수산화물(hydroxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 또는 알칼리(alkali), 알칼리 토류(alkaline earth), 전이(transition), 내부 전이(inner transition), 또는 희토류 금속(rare earth metal), 또는 Al, Ga, In, Sn, 또는 Pb 를 포함하는 산화물(oxide)이다.

[0279] 일 실시 예에서, 반응물들은 H_2O 촉매 및 각각 염기의 양이온과 산성 무수물(acid anhydride)의 음이온의 화합물 또는 염기성 무수물(basic anhydride)의 양이온과 산의 음이온의 화합물을 형성하도록, 염기 또는 산성 무수물과 각각 반응하는 산 또는 염기를 포함한다.

[0280] 산성 무수물 SiO_2 와 염기 NaOH의 모범적 반응은 다음과 같고,

[0281] $$4NaOH + SiO_2 \text{ to } Na_4SiO_4 + 2H_2O \quad (99)$$

[0282] 여기서 상응하는 산의 탈수 반응은 다음과 같다.

[0283] $$H_4SiO_4 \text{ to } 2H_2O + SiO_2 \quad (100)$$

[0284] 다른 적절한 모범적 무수물(anhydrides)들은 예를 들어 Mo, Ti, Zr, Si, Al, Ni, Fe, Ta, V, B, Nb, Se, Te, W, Cr, Mn, Hf, Co, 및 Mg 의 그룹으로부터 하나와 같은 원소, 금속, 합금, 또는 혼합물을 포함할 수 있다. 상응하는 산화물은 MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, NiO, Ni_2O_3, FeO, Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, MnO, Mn_3O_4, Mn_2O_3, MnO_2, Mn_2O_7, HfO_2, Co_2O_3, CoO, Co_3O_4, Co_2O_3, 및MgO 에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 모범적 실시 예에서, 염기는 예를 들면 Li_2O_3 같이, M_2O 와 같은 상응하는 염기 산화물(basic oxide)을 형성할 수 있는, 예를 들어 LiOH 같이 MOH (M = 알칼리)의 알칼리 수산화물과 같은 수산화물과, 그리고 H_2O를 포함할 수 있다. 염기 산화물은 생성물 산화물(product oxide)을 형성하도록 무수물 산화물(anhydride oxide)과 반응할 수 있다. H2O의 방출에 의한 LiOH 의 무수물 산화물과의 모범적 반응에서, 생성물 산화물은 Li_2MoO_3 또는 Li_2MoO_4, Li_2TiO_3, Li_2ZrO_3, Li_2SiO_3, $LiAlO_2$, $LiNiO_2$, $LiFeO_2$, LiTaO , $LiVO_3$, $Li_2B_4O_7$, Li_2NbO_3, Li_2SeO_3, Li_3PO4, Li_2SeO_4, Li_2TeO_3, Li_2TeO_4, Li_2WO_4, Li_2CrO_4, $Li_2Cr_2O_7$, Li_2MnO_4, Li_2HfO_3, $LiCoO_2$, 및 MgO 를 포함할 수 있다. 다른 적절한 모범적 산화물들은 As_2O_3, As_2O_5, Sb_2O_3, Sb_2O_4, Sb_2O_5, Bi_2O_3, SO_2, SO_3, CO_2, NO_2, N_2O_3, N_2O_5, Cl_2O_7, PO_2, P_2O_3, 및 P_2O_5, 그리고 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 유사한 산화물들의 그룹의 적어도 하나이다. 또 다른 예는 식 (91) 에 의해서 주어진다. 금속 산화물들의 적절한 반응들은 다음과 같다.

$$2LiOH + NiO \text{ to } Li_2NiO_2 + H_2O \quad (101)$$

$$3LiOH + NiO \text{ to } LiNiO_2 + H_2O + Li_2O + 1/2H_2 \quad (102)$$

$$4LiOH + Ni_2O_3 \text{ to } 2Li_2NiO_2 + 2H_2O + 1/2O_2 \quad (103)$$

[0285] $$2LiOH + Ni_2O_3 \text{ to } 2LiNiO_2 + H_2O \quad (104)$$

[0286] 예를 들어 Fe, Cr, 및 Ti 같은 다른 전이 금속들과, 내부 전이, 및 희토류 금속들과 그리고 예를 들어 Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, 및 Te 같은 다른 금속들 또는 준 금속들은 Ni 로 대체될 수 있으며, 예를 들어 Li, Na, Rb, 및 Cs 같은 다른 알칼리 금속은 K로 대체될 수 있다. 일 실시 예에서, 산화물은 Mo 를 포함할 수 있으며, 여기서 H_2O를 형성하기 위한 반응 중에 발생기 H_2O 촉매 및 H는 하이드리노들을 형성하도록 추가 반응하는 것을 형성할 수 있다. 모범적 고체 연료 반응들 및 가능한 산화 환원 경로들은 다음과 같다.

$$3MoO_2 + 4LiOH \rightarrow 2Li_2MoO_4 + Mo + 2H_2O \quad (105)$$

$$2MoO_2 + 4LiOH \rightarrow 2Li_2MoO_4 + 2H_2 \quad (106)$$

$$O^{2-} \rightarrow 1/2O_2 + 2e^- \quad (107)$$

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2 \quad (108)$$

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H + H(1/4) \quad (109)$$

[0287] $$Mo^{4+} + 4e^- \rightarrow Mo \quad (110)$$

[0288] 반응은 예를 들어 수소 가스와 같은 수소의 소스와, 그리고 예를 들어 Pd/Al_2O_3 같은 분해자(dissociator)를 더 포함할 수 있다. 수소는 경수소(proteium), 중수소(deuterium) 또는 삼중수소(tritium) 또는 이들의 조합물(combinations)들 중에서 어느 것으로 될 수 있다. H_2O 촉매를 형성하기 위한 반응은 물을 형성하기 위한 두 개의 수산화물들의 반응을 포함한다. 수산화물들의 양이온(cations)들은 예를 들어 알칼리 금속 수산화물과 전이

금속 또는 알칼리토류 수산화물의 반응의 산화 상태(oxidation states)들과 같이 서로 다른 산화 상태들을 가질 수 있다. 반응 혼합물 및 반응은 다음의 모범적 반응에서 주어진 바와 같이 소스로부터 H_2를 더 포함할 수 있고 그리고 연관시킬 수 있다.

[0289] $$LiOH + 2Co(OH)_2 + 1/2H_2 \text{ to } LiCoO_2 + 3H_2O + Co \quad (111)$$

[0290] 반응 혼합물 및 반응은 다음의 모범적 반응에서 주어진 바와 같이 예를 들어 알칼리 또는 알칼리 토금속과 같은 금속 M을 더 포함할 수 있고 그리고 연관시킬 수 있다.

[0291] $$M + LiOH + Co(OH)_2 \text{ to } LiCoO_2 + H_2O + MH \quad (112)$$

[0292] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 금속 산화물과, 그리고 H의 소스 및 선택적으로 H의 다른 소스로서 작용할 수 있는 수산화물을 포함하는데, 여기서 금속 산화물의 예를 들어 Fe 같은 금속은 복수의 산화 상태들을 가질 수가 있어서, H_2O를 형성하는 반응 중에 하이드리노들을 형성하도록 H와 반응하는 촉매로서 작용하는 산화-환원 반응을 수행한다. 예로서 FeO 가 있는데, 여기서 촉매를 형성하는 반응 중에 Fe^{2+} 는 Fe^{3+} 로의 산화 작용을 수행할 수 있다. 모범적 반응은 다음과 같다.

[0293] $$FeO + 3LiOH \text{ to } H_2O + LiFeO_2 + H(1/p) + Li_2O \quad (113)$$

[0294] 일 실시 예에서, 예를 들어 금속 산화물(metal oxide), 수산화물(hydroxide), 또는 옥시수산화물(oxyhydroxide) 같은 적어도 하나의 반응물이 산화제(oxidant)로서 작용하는데, 여기서 예를 들어 Fe, Ni, Mo, 또는 Mn 같은 금속 원자(metal atom)는 다른 가능한 산화 상태보다 높은 산화 상태로 될 수가 있다. 촉매 및 하이드리노들(hydrinos)를 형성하는 반응은 원자가 적어도 하나의 더 낮은 산화 상태(lower oxidation state)로의 환원(reduction)을 수행하도록 야기할 수 있다. 촉매를 형성하는 금속 산화물(metal oxides)들, 수산화물(hydroxides)들, 및 옥시수산화물(oxyhydroxides)들의 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$2KOH + NiO \text{ to } K_2NiO_2 + H_2O \quad (114)$$

$$3KOH + NiO \text{ to } KNiO_2 + H_2O + K_2O + 1/2H_2 \quad (115)$$

$$2KOH + Ni_2O_3 \text{ to } 2KNiO_2 + H_2O \quad (116)$$

$$4KOH + Ni_2O_3 \text{ to } 2K_2NiO_2 + 2H_2O + 1/2O_2 \quad (117)$$

$$2KOH + Ni(OH)_2 \text{ to } K_2NiO_2 + 2H_2O \quad (118)$$

$$2LiOH + MoO_3 \text{ to } Li_2MoO_4 + H_2O \quad (119)$$

$$3KOH + Ni(OH)_2 \text{ to } KNiO_2 + 2H_2O + K_2O + 1/2H_2 \quad (120)$$

$$2KOH + 2NiOOH \text{ to } K_2NiO_2 + 2H_2O + NiO + 1/2O_2 \quad (121)$$

$$KOH + NiOOH \text{ to } KNiO_2 + H_2O \quad (122)$$

[0295] $$2NaOH + Fe_2O_3 \text{ to } 2NaFeO_2 + H_2O \quad (123)$$

[0296] 예를 들어 Ni, Fe, Cr, 및 Ti 같은 다른 전이 금속들, 내부 전이, 및 희토류금속들 그리고 예를 들어 Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, 및 Te 같은 다른 금속들 또는 준 금속(metalloids)들은 Ni 또는 Fe로 대체될 수 있으며, 예를 들어 Li, Na, K, Rb, 및 Cs 같은 다른 알칼리 금속들은 K 또는 Na로 대체될 수 있다. 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 산화물과, 그리고 예들 들어 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 같이 H_2O에 안정한 금속들의 수산화물 중에서 적어도 하나를 포함한다. 추가로, 반응 혼합물은 예를 들어 H_2 가스와 같은 수소의 소스, 및 선택적으로 예를 들어 지지체 상의 귀금속과 같은 분해자를 포함한다. 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질(energetic material)은, 예를 들어 $FeBr_2$ 같은 브롬화물(bbromide) 같이, 적어도 하나의 전이 금속

할로겐화물(transition metal halide)과 같은 적어도 하나의 금속 할로겐화물과, 그리고 옥시산화물, 수산화물, 또는 산화물 및 H_2O를 형성하는 금속의 혼합물을 포함한다. 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 적어도 하나의 금속 산화물(metal oxide)과, 수산화물(hydroxide)과, 그리고 예를 들어 Ni_2O_3 및 H_2O 같이, 적어도 하나의 전이 금속 산화물(transition metal oxide)과 같은 옥시수산화물(oxyhydroxide)의 혼합물을 포함한다.

[0297] 염기 무수물(basic anhydride) NiO와 산(acid) HCl의 모범적 반응은 다음과 같고,

[0298] $$2HCl + NiO \text{ to } H_2O + NiCl_2 \quad (124)$$

[0299] 여기서 상응하는 염기의 탈수 작용은 다음과 같다.

[0300] $$Ni(OH)_2 \text{ to } H_2O + NiO \quad (125)$$

[0301] 반응물은 루이스(Lewis) 산 또는 염기와 브론스테드-로우리(Bronsted-Lowry) 산 또는 염기 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0302] 반응 혼합물 및 반응은 산소를 포함하는 화합물을 더 포함할 수 있고 그리고 연관시킬 수 있는데, 여기서 산(acid)은 다음의 모범적 반응에서 주어진 바와 같이 물을 형성하도록 산소를 포함한 화합물과 반응한다:

[0303] $$2HX + POX_3 \text{ to } H_2O + PX_5 \quad (126)$$

[0304] (X = 할로겐화물). POX_3와 유사한 화합물은 예를 들어 P를 S로 대체된 화합물과 같이 적절하다. 다른 적절한 모범적 무수물들은, Mo, Ti, Zr, Si, Al, Ni, Fe, Ta, V, B, Nb, Se, Te, W, Cr, Mn, Hf, Co, 및 Mg의 그룹으로부터 하나와 같이, 알칼리, 알칼리토류, 전이, 내부 전이, 또는 희토류 금속, 또는 Al, Ga, In, Sn, 또는 Pb를 포함하는 수산화물, 옥시수산화물, 또는 산화물과 같이 산(acid)에서 용해성이 있는, 원소, 금속, 합금, 또는 혼합물의 산화물을 포함할 수 있다. 상응하는 산화물은 MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, NiO, FeO 또는 Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, MnO, Mn_3O_4, Mn_2O_3, MnO_2, Mn_2O_7, HfO_2, Co_2O_3, CoO, Co_3O_4, Co_2O_3, 및 MgO 를 포함할 수 있다. 다른 적절한 모범적 산화물들은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 의 그룹의 산화물들이다. 모범적 일 실시 예에서, 산은 하이드로할릭 산(hydrohalic acid)을 포함하며, 생성물은 H_2O 및 산화물의 금속 할로겐화물(metal halide) 이다. 반응 혼합물은 예를 들어 H_2 가스와 같은 수소의 소스와, 그리고 예를 들어 Pt/C 같은 분해자를 더 포함하며, 여기서 H와 H_2O 촉매가 하이드리노들을 형성하도록 반응한다. 일 실시 예에서, 고체 연료는 예를 들어 삼투막(permeation membrane) 또는 H_2 가스와 같은 H_2 소스와, 예를 들어 Pt/C 같은 분해자(dissociator)와, 그리고 H_2O로 환원되는 산화물 또는 수산화물을 포함하는 H_2O 촉매의 소스를 포함한다. 산화물 또는 수산화물의 금속은 H의 소스로서 작용하는 금속 할로겐화물(metal hydride)을 형성할 수 있다. 알칼리 수산화물과 예를 들어 LiOH 및 Li_2O 같은 산화물의 모범적 반응들은 다음과 같다.

[0305]
$$LiOH + H_2 \text{ to } H_2O + LiH \quad (127)$$
$$Li_2O + H_2 \text{ to } LiOH + LiH \quad (128)$$

[0306] 반응 혼합물은, 예를 들어 Cu, i, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 의 금속들과 같이, H_2O에 대한 수소 환원(reduction)을 수행하는 금속들의 산화물들 또는 수산화물들과, 예를 들어 H_2 가스와 같은 수소의 소스와, 그리고 예를 들어 Pt/C 같은 분해자(dissociator)를 포함할 수 있다.

[0307] 또 다른 실시 예에서, 반응 혼합물은 예를 들어 H_2 가스와 같은 H_2 소스, 예를 들어 Pt/C 같은 분해자(dissociator), 및 H_2O 촉매와 예를 들어 O_2같이 산소를 포함하는 다른 생성물들로 분해되는 H_2O_2 같은 과산화

화합물(peroxide compound)을 포함한다. H_2의 일부와 예를 들어 O_2 같은 분해 생성물(decomposition product)이 또한 H2O 촉매를 형성하도록 반응할 수도 있다.

[0308] 일 실시 예에서, 촉매로서 H_2O를 형성하는 반응은, 예를 들어 설탕과 같이 다가 알코올(polyalcohol) 같은 알코올(alcohol)의 유기 탈수 반응(organic dehydration reaction)과 같이, 알데히드(aldehyde) 및 H_2O에 대한 유기 탈수 반응을 포함한다. 일 실시 예에서, 탈수 반응을 알데히드를 형성하도록 최종 알코올(terminal alcohol)로부터 H_2O 방출을 수반한다. 최종 알코올은 촉매로서 작용할 수 있는 H_2O를 방출하는 설탕 또는 그 유도체(derivative)를 포함할 수 있다. 적절한 모범적 알코올은 메조-에리쓰리톨(meso-erythritol), 갈락티톨(galactitol) 또는 덜시톨(dulcitol), 및 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol; PVA) 이다. 모범적 반응 혼합물은 예를 들어 Pd/Al_2O_3 + H_2 같은 설탕 + 수소 분해자(hydrogen dissociator)를 포함한다. 대안으로, 반응 혼합물은 예를 들어 적어도 하나의 수화 수(water of hydration)를 가지는 금속염(metal salt)과 같은 금속염의 탈수를 포함한다. 일 실시 예에서, 탈수(dehydration)는 예를 들어 아쿠아 이온(aqua ions)들과 같은 수화물(hydrates)들과 예를 들어 BaI_2 $2H_2O$ 및 $EuBr_2$ nH_2O 같은 염수화물(salt hydrates)들로부터 촉매로서 작용하는 H_2O 손실(loss of H_2O)을 포함한다.

[0309] 일 실시 예에서, H_2O 촉매를 형성하는 반응은 예를 들어 CO 같이 산소를 포함하는 화합물과, 예를 들어 MNO_3 (M = 알칼리) 같은 옥시음이온(oxyanion)과, 예를 들어 NiO, Ni_2O_3, Fe_2O_3, 또는 SnO 같은 금속 산화물과, 예를 들어 $Co(OH)_2$ 같은 수산화물(hydroxide)과, 예를 들어 FeOOH, CoOOH, 및 NiOOH 같은 옥시수산화물(oxyhydroxides)들과, 그리고 예를 들어 본 발명의 것들과 같이, H_2O로 수소 환원 가능한(hydrogen reducible) 물질의 화합물들, 옥시음이온들, 수산화물들, 옥시수산화물들, 과산화물(peroxides)들, 초산화물(superoxides)들, 및 다른 조성물(compositions)들의 수소 환원(hydrogen reduction)을 포함한다. 산소 또는 옥시음이온을 포함하는 모범적 화합물들은 $SOCl_2$, $Na_2S_2O_3$, $NaMnO_4$, $POBr_3$, $K_2S_2O_8$, CO, CO_2, NO, NO_2, P_2O_5, N_2O_5, N_2O, SO_2, I_2O_5, $NaClO_2$, NaClO, K_2SO_4, 및 $KHSO_4$ 이다. 수소 환원을 위한 수소 소스는 H_2 가스, 및 예를 들어 본 발명의 금속 수산화물과 같이 금속 수산화물 같은 수산화물이 될 수 있다. 반응 혼합물은 산소를 포함하는 화합물 또는 이온을 형성할 수 있는 환원제(reductant)를 더 포함한다. 옥시음이온(oxyanion)의 양이온(cation)은 예를 들어 할로겐화물(halide) 같은 다른 음이온(anion), 다른 칼코겐화물(chalcogenide), 인화물(phosphide), 다른 옥시음이온(oxyanion), 질화물(nitride), 규화물(silicide), 비화물(arsenide), 또는본 발명의 다른 음이온을 포함하는 생성물 화합물을 형성할 수 있다.

[0310] 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$4NaNO_3(c) + 5MgH_2(c) \text{ to } 5MgO(c) + 4NaOH(c) + 3H_2O(l) + 2N_2(g) \quad (129)$$

$$P_2O_5(c) + 6NaH(c) \text{ to } 2Na_3PO_4(c) + 3H_2O(g) \quad (130)$$

$$NaClO_4(c) + 2MgH_2(c) \text{ to } 2MgO(c) + NaCl(c) + 2H_2O(l) \quad (131)$$

$$KHSO_4 + 4H_2 \text{ to } KHS + 4H_2O \quad (132)$$

$$K_2SO_4 + 4H_2 \text{ to } 2KOH + 2H_2O + H_2S \quad (133)$$

[0311]

[0312]

$LiNO_3 + 4H_2$ to $LiNH_2 + 3H_2O$ (134)

$GeO_2 + 2H_2$ to $Ge + 2H_2O$ (135)

$CO_2 + H_2$ to $C + 2H_2O$ (136)

$PbO_2 + 2H_2$ to $2H_2O + Pb$ (137)

$V_2O_5 + 5H_2$ to $2V + 5H_2O$ (138)

$Co(OH)_2 + H_2$ to $Co + 2H_2O$ (139)

$Fe_2O_3 + 3H_2$ to $2Fe + 3H_2O$ (140)

$3Fe_2O_3 + H_2$ to $2Fe_3O_4 + H_2O$ (141)

$Fe_2O_3 + H_2$ to $2FeO + H_2O$ (142)

$Ni_2O_3 + 3H_2$ to $2Ni + 3H_2O$ (143)

$3Ni_2O_3 + H_2$ to $2Ni_3O_4 + H_2O$ (144)

$Ni_2O_3 + H_2$ to $2NiO + H_2O$ (145)

$3FeOOH + 1/2H_2$ to $Fe_3O_4 + 2H_2O$ (146)

$3NiOOH + 1/2H_2$ to $Ni_3O_4 + 2H_2O$ (147)

$3CoOOH + 1/2H_2$ to $Co_3O_4 + 2H_2O$ (148)

$FeOOH + 1/2H_2$ to $FeO + H_2O$ (149)

$NiOOH + 1/2H_2$ to $NiO + H_2O$ (150)

$CoOOH + 1/2H_2$ to $CoO + H_2O$ (151)

$SnO + H_2$ to $Sn + H_2O$ (152)

[0313]

[0315] 반응 혼합물은 음이온의 소스 또는 음이온과, 그리고 예를 들어 산소 함유 화합물과 같은 산소의 소스 또는 산소를 포함할 수 있으며, 여기서 H_2O 촉매를 형성하기 위한 반응은 H_20를 형성하는 산소와 반응하는 소스로부터 H_2와 선택적으로 음이온-산소 교환 반응을 포함한다. 모범적 반응들은 다음과 같다.

$2NaOH + H_2 + S$ to $Na_2S + 2H_2O$ (153)

$2NaOH + H_2 + Te$ to $Na_2Te + 2H_2O$ (154)

$2NaOH + H_2 + Se$ to $Na_2Se + 2H_2O$ (155)

[0316] $LiOH + NH_3$ to $LiNH_2 + H_2O$ (156)

[0317] 또 다른 실시 예에서, 반응 혼합물은 예를 들어 O와 S를 포함하는 반응물들 사이의 교환 반응(exchange reaction)과 같은 칼코겐화물(chalcogenides)들 사이의 교환 반응을 포함한다. 예를 들어 사면체 암모늄 테트라티오몰리브데이트(tetrahedral ammonium tetrathiomolybdate)와 같은 모범적 칼코겐화물 반응물은 ($[MoS_4]^{2-}$)

음이온을 함유한다.

[0318] 발생기 H_2O 촉매 및 선택적으로 발생기 H를 형성하는 모범적 반응은 암모니아의 존재하에 몰리브덴산염(molybdate) $([MoS_4]^{2-})$ 과 황화수소(hydrogen sulfide)의 다음 반응을 포함한다:

[0319] $$[NH_4]_2[MoO_4] + 4H_2S \text{ to } [NH_4]_2[MoS_4] + 4H_2O \quad (157)$$

[0320] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 수소의 소스, 산소를 포함하는 화합물, 그리고 반응 혼합물의 적어도 하나의 다른 원소를 가지는 합금을 형성할 수 있는 적어도 하나의 원소를 포함한다. H_2O 촉매를 형성하는 반응은 산소 화합물의 산소 및 합금을 형성할 수 있는 원소의 산소 화합물의 양이온과의 교환 반응을 포함할 수 있으며, 여기서 산소는 H_2O를 형성하는 소스로부터의 수소와 반응한다. 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$NaOH + 1/2H_2 + Pd \text{ to } NaPb + H_2O \quad (158)$$

$$NaOH + 1/2H_2 + Bi \text{ to } NaBi + H_2O \quad (159)$$

$$NaOH + 1/2H_2 + 2Cd \text{ to } Cd_2Na + H_2O \quad (160)$$

$$NaOH + 1/2H_2 + 4Ga \text{ to } Ga_4Na + H_2O \quad (161)$$

$$NaOH + 1/2H_2 + Sn \text{ to } NaSn + H_2O \quad (162)$$

[0321] $$NaAlH_4 + Al(OH)_3 + 5Ni \text{ to } NaAlO_2 + Ni_5Al + H_2O + 5/2H_2 \quad (163)$$

[0322] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 예를 들어 옥시수산화물과 같은 산소를 포함하는 화합물과, 그리고 예를 들어 산화물을 형성하는 금속과 같은 환원제를 포함한다. H_2O 촉매를 형성하는 반응은 옥시수산화물과 금속수산화물 및 H_2O를 형성하는 금속과의 반응을 포함할 수 있다. 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$2MnOOH + Sn \text{ to } 2MnO + SnO + H_2O \quad (164)$$

$$4MnOOH + Sn \text{ to } 4MnO + SnO_2 + 2H_2O \quad (165)$$

[0323] $$2MnOOH + Zn \text{ to } 2MnO + ZnO + H_2O \quad (166)$$

[0324] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 예를 들어 수산화물과 같이 산소를 포함하는 화합물과, 수소의 소스와, 그리고 예를 들어 할로겐화물(halide)과 같은 다른 음이온을 포함하는 적어도 하나의 다른 화합물 또는 다른 원소를 포함한다. H_2O 촉매를 형성하는 반응은 할로겐화물과 다른 화합물 또는 원소의 반응을 포함할 수 있으며, 여기서 음이온 또는 원소가 할로겐화물과 교환되어서 음이온 또는 원소의 다른 화합물을 형성하며, 할로겐화물과 H_2의 반응에 의해서 H_2O가 형성된다. 음이온은 할로겐화물을 포함할 수 있다. 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$2NaOH + NiCl_2 + H_2 \text{ to } 2NaCl + 2H_2O + Ni \quad (167)$$

$$2NaOH + I_2 + H_2 \text{ to } 2NaI + 2H_2O \quad (168)$$

$$2NaOH + XeF_2 + H_2 \text{ to } 2NaF + 2H_2O + Xe \quad (169)$$

[0325] $$BiX_3 \text{ (X=halide)} + 4Bi(OH)_3 \text{ to } 3BiOX + Bi_2O_3 + 6H_2O \quad (170)$$

[0326] 수산화물과 할로겐화물 화합물들은 H_2O 및 다른 할로겐화물을 형성하는 반응이 열적으로 가역가능하게 선택될 수 있다. 일 실시 예에서, 일반적인 교환 반응은 다음과 같으며,

[0327] $$NaOH + 1/2H_2 + 1/yM_xCl_y = NaCl + 6H_2O + x/yM \quad (171)$$

[0328] 여기서 모범적 화합물들 MxCly 은 $AlCl_3$, $BeCl_2$, $HfCl_4$, $KAgCl_2$, $MnCl_2$, $NaAlCl_4$, $ScCl_3$, $TiCl_2$, TiCl , UCl_3,

UCl_4, $ZrCl_4$, $EuCl_3$, $GdCl_3$, $MgCl_2$, $NdCl_3$, 및 YCl_3이다. 상승된 온도에서, 예를 들어 약 100℃ 내지 2000℃ 범위에 있는 방정식 (171) 의 반응은 약 0 kJ의 엔탈피와 자유 에너지 중에서 적어도 하나를 가지며 가역적이다. 가역적 온도는 각각의 반응의 상응하는 열역학적 매개변수(parameters)들로부터 계산된다. 전형적인 온도 범위들은 NaCl-$ScCl_3$ 약 800K-900K, NaCl-$TiCl_2$ 약 300K-400K, NaCl-UCl_3 약 600K-800K, NaCl-UCl_4 약 250K-300K, NaCl-ZrC 약 250K-300K, NaCl-$MgCl_2$ 약 900K-1300K, NaCl-$EuCl_3$ 약 900K-1000K, NaCl-$NdCl_3$ 약 > 1000K, 그리고 NaCl-YCl_3 약 > 1000K이다.

[0329] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 예를 들어 알칼리, 알칼리토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류금속 산화물들과 그리고 예를 들어 Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, 및 Te 같은 금속들 및 준 금속들 같은, 다른 금속들 및 준 금속들의 금속 산화물 같은 산화물(oxide)과, 예를 들어 M_2O_2 (여기서 M은 예를 들어 $L1_2O_2$, Na_2O_2, 및 K_2O_2 같은 알칼리 금속)와 같은 과산화물(peroxide)과, 그리고 예를 들어 MO_2 (여기서 M은 예를 들어 NaO_2, KO_2, RbO_2, 및 CsO_2,같은 알칼리 금속, 및 알칼리토금속 초산화물들)과 같은 초산화물(superoxide)과, 그리고 수소의 소스를 포함한다. 이온성 과산화물(ionic peroxides)들은 Ca, Sr, 또는 Ba 를 더 포함할 수 있다. H_20 촉매를 형성하는 반응은 H_20를 형성하도록 산화물, 과산화물, 또는 초산화물의 수소 환원을 포함할 수 있다. 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$Na_2O + 2H_2 \text{ to } 2NaH + H_2O \quad (172)$$

$$Li_2O_2 + H_2 \text{ to } Li_2O + H_2O \quad (173)$$

[0330] $$KO_2 + 3/2H_2 \text{ to } KOH + H_2O \quad (174)$$

[0331] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 예를 들어 적어도 하나의 H_2 같은 수소의 소스와, 알칼리, 알칼리토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류금속 수소화물 및 본 발명의 수소화물 중에서 적어도 하나와 같은 수소화물과, 그리고 수소 또는 예를 들어 금속 아미드(metal amide)와 같은 가연성 수소를 포함하는 다른 화합물의 소스와, 그리고 O_2 같은 산소의 소스를 포함한다. H_20 촉매를 형성하는 반응은 H_20를 형성하도록 H_2, 수소화물, 또는 예를 들어 금속 아미드와 같은 수소 화합물의 산화(oxidation)를 포함할 수 있다. 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$2NaH + O_2 \text{ to } Na_2O + H_2O \quad (175)$$

$$H_2 + 1/2O_2 \text{ to } H_2O \quad (176)$$

$$LiNH_2 + 2O_2 \text{ to } LiNO_3 + H_2O \quad (177)$$

[0332] $$2LiNH_2 + 3/2O_2 \text{ to } 2LiOH + H_2O + N_2 \quad (178)$$

[0333] 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 수소의 소스 및 산소의 소스를 포함한다. H_20 촉매를 형성하는 반응은 H_20를 형성하도록 수소의 소스와 산소의 소스 중에서 적어도 하나의 분해(decomposition)를 포함할 수 있다. 모범적 반응들은 다음과 같다.

$$NH_4NO_3 \text{ to } N_2O + 2H_2O \quad (179)$$

$$NH_4NO_3 \text{ to } N_2 + 1/2O_2 + 2H_2O \quad (180)$$

$$H_2O_2 \text{ to } 1/2O_2 + H_2O \quad (181)$$

[0334] $$H_2O_2 + H_2 \text{ to } 2H_2O \quad (182)$$

[0335] 본 화학 반응 섹션(Chemical Reactor section)에서 여기에 개시된 반응 혼합물들은 하이드리노(hydrinos)들을 형성하는 수소의 소스를 더 포함한다. 이러한 소스는 수소 분해자(dissociator) 및 H_2 가스, 또는 예를 들어 본 발명의 분해자들과 금속 수소화물들 같은 금속 수소화물과 같은 원자 수소의 소스가 될 수 있다. 원자 수소를 제공하기 위한 수소의 소스는 예를 들어 수산화물 또는 옥시수산화물 같이 수소를 포함하는 화합물이 될 수 있다. 하이드리노들을 형성하도록 반응하는 H는 하나 이상의 반응물들의 반응에 의해 형성된 발생기 H가 될 수 있

으며, 여기서 적어도 하나는 예를 들어 수산화물과 산화물의 반응과 같이 수소의 소스를 포함한다. 반응은 또한 H_2O 촉매를 형성할 수 있다. 산화물과 수산화물은 동일한 화합물을 포함할 수 있다.

[0336] 예를 들면, FeOOH 같은 옥시수산화물은 H_2O 촉매를 제공하도록 그리고 또한 탈수 중에 하이드리노 반응에 대한 발생기 H를 제공하도록 다음과 같이 탈수될 수 있으며,

[0337] $$4FeOOH \text{ to } H_2O + Fe_2O_3 + 2FeO + O_2 + 2H(1/4) \qquad (183)$$

[0338] 여기서 반응 중에 형성된 H는 하이드리노에 작용한다. 다른 모범적 반응들은 예를 들어 $NaFeO_2$ + H_2O 같은 알칼리 금속 산화물을 형성하도록 예를 들어 NaOH + FeOOH 또는 Fe_2O_3 같은 수산화물, 옥시수산화물 또는 산화물이며, 여기서 반응 중에 형성된 발생기 H는 하이드리노를 형성할 수 있고, H_2O는 촉매로서 작용한다. 산화물과 수산화물은 동일한 화합물을 포함할 수 있다.

[0339] 예를 들면, FeOOH 같은 옥시수산화물은 H_2O 촉매를 제공하도록 그리고 또한 탈수 중에 하이드리노 반응에 대한 발생기 H를 제공하도록 다음과 같이 탈수될 수 있으며,

[0340] $$4FeOOH \text{ to } H_2O + Fe_2O_3 + 2FeO + O_2 + 2H(1/4) \qquad (184)$$

[0341] 여기서 반응 중에 형성된 발생기 H는 하이드리노에 작용한다. 다른 모범적 반응들은 예를 들어 $NaFeO_2$ + H_2O 같은 알칼리 금속 산화물을 형성하도록 예를 들어 NaOH + FeOOH 또는 Fe_2O_3 같은 수산화물, 옥시수산화물 또는 산화물이며, 여기서 반응 중에 형성된 발생기 H는 하이드리노를 형성할 수 있고, H_2O는 촉매로서 작용한다. 수산화물 이온은 H_2O 및 산소 이온을 형성하면서 환원되고 또한 산화된다. 산소 이온은 OH^- 를 형성하도록 H_2O와 반응할 수 있다. 예를 들어 다음과 같이 수산화물-할로겐화물 교환 작용을 가지는 동일한 경로가 제공될 수 있다.

[0342] $$2M(OH)_2 + 2M'X_2 \rightarrow H_2O + 2MX_2 + 2M'O + 1/2O_2 + 2H(1/4) \qquad (185)$$

[0343] 여기서 모범적 M 및 M' 금속들은 각각, 예를 들어 such as $Cu(OH)_2$ + $FeBr_2$, $Cu(OH)_2$ + $CuBr_2$, or $Co(OH)_2$ + $CuBr_2$ 같은 알칼리토류 및 전이 금속들이다. 일 실시 예에서, 고체 연료는 금속 수산화물과 금속 할로겐화물을 포함할 수 있으며, 여기서 적어도 하나의 금속은 Fe 이다. H_2O와 H_2 중에서 적어도 하나가 반응물들을 재생시키도록 첨가될 수 있다. 일 실시 예에서, M 및 M'는 알칼리, 알칼리토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류금속들, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, 그룹 13, 14, 15, 및 16 원소들, 및 예를 들어 본 발명의 것들과 같은 수산화물 또는 할로겐화물의 다른 양이온들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. HOH 촉매, 발생기 H, 및 하이드리노(hydrino) 중에서 적어도 하나를 형성하는 모범적 반응은 다음과 같다.

[0344] $$4MOH + 4M'X \rightarrow H_2O + 2M'_2O + M_2O + 2MX + X_2 + 2H(1/4) \qquad (186)$$

[0345] 일 실시 예에서, 예를 들어 반응 혼합물은 본 발명의 화합물들과 같은 수산화물 및 할로겐화물 화합물 중에서 적어도 하나를 포함한다. 일 실시 예에서, 할로겐화물은 발생기 HOH 촉매 및 H 중에서 적어도 하나의 형성 및 유지 중에서 적어도 하나를 용이하게 하도록 작용을 할 수 있다. 일 실시 예에서, 혼합물은 반응 혼합물의 용해점(melting point)을 낮추는 작용을 할 수 있다.

[0346] 일 실시 예에서, 고체 연료는 $Mg(OH)_2$ + $CuBr_2$ 의 혼합물을 포함한다. 생성물 CuBr 은 비휘발성(nonvolatile) MgO 에서 분리된 CuBr 축합체(condensation product)를 형성하도록 승화될(sublimed) 수 있다. Br_2 는 저온 트랩(cold trap)으로 가둘 수가 있다. CuBr은 $CuBr_2$를 형성하도록 Br_2와 반응될 수 있으며, MgO는 $Mg(OH)_2$를 형성하도록 H_2O와 반응될 수 있다. $Mg(OH)_2$는 재생 고체 연료(regenerated solid fuel)를 형성하도록 $CuBr_2$와 결합될 수 있다.

[0347] 산-염기 반응은 H2O 촉매에 대한 또 다른 접근법이다. 따라서, 열화학 반응(thermal chemical reaction)은 하이드리노들을 형성하는 전기화학 반응과 유사하다. 모범적 할로겐화물 및 수산화물 혼합물들은 Bi, Cd, Cu, Co,

Mo, 및 Cd의 혼합물들과, 그리고 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, 및 Zn으로 이루어진 그룹의 물에 대한 낮은 반응성(low water reactivity)을 가지는 금속들의 수산화물과 할로겐화물의 혼합물이다. 일 실시 예에서, 반응 혼합물은 H와 예를 들어 발생기 H_2O 같은 촉매 중에서 적어도 하나의 소스로서 작용할 수 있는 H_2O를 더 포함한다. 물은 반응 중에 분해하거나 또는 그렇지 않으면 반응하는 수화물(hydrate)의 형태로 될 수 있다.

[0348] 일 실시 예에서, 고체 연료는 H_2O의 반응 혼합물(reaction mixture)과, 그리고 발생기 H 및 발생기 H_2O를 형성하는 무기화합물(inorganic compound)을 포함한다. 이러한 무기화합물은 H_2O와 반응하는 금속 할로겐화물과 같은 할로겐화물을 포함한다. 반응 생성물은 수산화물, 옥시수산화물(oxyhydroxide), 산화물, 옥시할로겐화물(oxyhalide), 하이드로옥시할로겐화물(hydroxyhalide), 및 수화물(hydrate) 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. 다른 생성물들은 예를 들어 XO^-, XO^-_2, XO^-_3, 및 XO^-_4 (X = 할로겐) 같이 산소와 할로겐을 포함하는 음이온들을 포함할 수 있다. 생성물은 또한 환원된 양이온 및 할로겐 가스 중에서 적어도 하나로 될 수 있다. 할로겐화물(halide)은 예를 들어 알칼리(alkali), 알칼리 토류(alkaline earth), 전이(transition), 내부 전이(inner transition), 및 희토류 금속(rare earth metal), 및 Al, Ga, In, Sn, Pb, S, Te, Se, N, P, As, Sb, Bi, C, Si, Ge, 및 B, 그리고 할로겐화물을 형성하는 다른 원소들 중에서 하나와 같은 금속 할로겐화물이다. 금속 또는 원소는 또한 수산화물, 옥시수산화물, 산화물, 옥시할로겐화물, 하이드로옥시할로겐화물, 수화물 중에서 적어도 하나를 형성하는 금속 또는 원소와, 그리고 예를 들어 XO^-, XO^-_2, XO^-_3, 및 XO^-_4 (X = 할로겐) 같이 산소와 할로겐을 포함하는 음이온을 가지는 화합물을 형성하는 금속 또는 원소가 될 수 있다. 적절한 모범적 금속들 및 원소들은 알칼리, 알칼리토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류 금속, 그리고 Al, Ga, In, Sn, Pb, S, Te, Se, N, P, As, Sb, Bi, C, Si, Ge, 및 B 중에서 적어도 하나이다. 모범적 반응은 다음과 같으며,

[0349]
$$5MX_2 + 7H_2O \text{ to } MXOH + M(OH)_2 + MO + M_2O_3 + 11H(1/4) + 9/2X_2 \qquad (187)$$

[0350] 여기서 M은 예를 들어 Cu 같이 전이 금속과 같은 금속이고, X는 예를 들어 Cl 같은 할로겐이다.

[0351] 일 실시 예에서, H_2O는 발생기 H_2O를 제공하도록 낮은 농도에서 유지되는 촉매로서 작용한다. 일 실시 예에서, 낮은 농도는 고체, 액체, 또는 가스와 같은 다른 물질 내에서 H_2O의 확산(dispersion)에 의해 이루어진다. H_2O 분자들은 발생기 분자들의 고립의 한계(the limit of isolated of nascent molecules) 까지 희석될 수 있다. 물질은 또한 H의 소스를 포함한다. 물질은 예를 들어 KCl 같은 포타슘 할로겐화물(potassium halide) 또는 예를 들어 $CuBr_2$ 같은 전이 금속 할로겐화물처럼, 알칼리 할로겐화물과 같은 유기화합물을 포함한다. 발생기 H를 형성하기 위한 낮은 농도는 또한 동적으로 이루어지며, 여기서 H_2O가 반응에 의해 형성된다. 생성물 H_2O는 발생기 H 및 발생기 HOH 중에서 적어도 하나를 제공하도록 정상 상태의 낮은 온도로 결과되는 형성의 속도에 관련된 속도로 이동될 수 있다. H_2O를 형성하는 반응은 탈수, 연소, 산-염기 반응들 및 본 발명의 반응들과 같은 다른 반응들을 포함할 수 있다. H_2O는 증발(evaporation) 및 응축(condensation)과 같은 수단에 의해서 이동 될 수 있다. 모범적 반응물들은 산화철 및 H_2O를 형성하기 위한 FeOOH 이며, 여기서 발생기 하이드리노들을 형성하기 위한 추가의 반응으로 H가 또한 형성된다. 다른 모범적 반응 혼합물들은 Fe_2O_3 + NaOH와 H_2 중에서 적어도 하나, 그리고 FeOOH + NaOH and H_2 중에서 적어도 하나이다. 반응 혼합물은 예를 들어 100℃ 내지 600℃ 와 같이 상승된 온도에서 유지될 수 있다. H_2O 생성물은 100℃ 이하로 유지되는 가스 라인과 같은 반응기의 냉점(cold spot)에서 증기의 응축에 의해 이동될 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 예를 들어 KCl 같은 포타슘 할로겐화물(potassium halide)과 같이, 예를 들어 알칼리 할로겐화물 같은 유기 화합물의 격자(lattice)와 같은 격자 안에서 확산하거나 또는 흡수된, 예를 들어 H_2O 같은 혼합물 또는 화합물을 포함하거나 또는 그 일부로서 H_2O를 포함하는 물질은 고에너지 입자(energetic particles)들의 충격(bombardment)과 함께 사건(incident)이 될 것이다. 입자들은 광자(photons)들, 이온들, 및 전자들 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 입자들은 전자 빔(electron beam)과 같은 빔을 포함할 수 있다. 충격은 하이드리노(hydrinos)들을 형성하는 반응의 H_2O 촉매, H, 및 활성화(activation) 중에서 적어도 하나를 제공할 수 있다. SF-CIHT 전지의 실시 예들에서, H_2O 함량(content)은 높을 것이다. H_2O는 대전류(high current)에 의해 고속으로 하이드리노(hydrinos)들을 형성하도록

점화될 것이다.

[0352] 반응 혼합물은 예를 들어 표면적이 큰 전기 전도성 지지체(electrically conductive, high surface area support)와 같은 지지체를 더 포함할 수 있다. 적절한 모범적 지지체들은 예를 들어 Ni 또는 R-Ni 같은 금속 분말, 예를 들어 Ni 같은 금속 스크린, Ni 셀메트(celmet), Ni 메시(mesh), 탄소(carbon), 예를 들어 TiC 및 WC 같은 탄화물(carbides)들, 및 붕소화물(borides)과 같은 본 발명의 지지체들이다. 지지체는 예를 들어 Pd/C 또는 Pd/C 같은 분해자(dissociator)를 포함할 수 있다. 반응물들은 임의의 소정 몰 비(molar ratio)로 될 수 있다. 일 실시 예에서, 화학량론(stoichiometry)은 H_2O 촉매를 형성하고 H를 제공하여 하이드리노들을 형성하는 반응의 완성을 도와준다. 반응 온도는 예를 들어 주변(ambient) 온도 내지 약 1500℃ 범위와 같이 임의의 소정 범위로 될 수 있다. 압력 범위는 예를 들어 약 0.01 Torr 내지 500 atm 같이 임의의 소정 범위로 될 수 있다.

[0353] 반응들은 여기에 개시된 그리고 전체로 여기에 참고로 포함된 다음 문헌들(밀스 선행 출원들)에서 개시된 방법들에 의해 재생 및 가역 중에서 적어도 하나가 된다: 2008년 4월 24일 PCT 출원된 수소 촉매 반응기(Hydrogen Catalyst Reactor), PCT/US08/61455; 2009년 7월 29일 PCT 출원된 이종 수소 촉매 반응기(Heterogeneous Hydrogen Catalyst Reactor), PCT/US09/052072; 2010년 3월 18일 PCT 출원된 이종 수소 촉매 동력 시스템(Heterogeneous Hydrogen Catalyst Power System), PCT/US 10/27828; 2011년 3월 17일 PCT 출원된 전기화학적 수소 촉매 동력 시스템(Electrochemical Hydrogen Catalyst Power System), PCT/US 11/28889; 2012년 3월 30일 PCT 출원된 H_2O-기저의 전기화학적 수소-촉매 동력 시스템(H2O-Based Electrochemical Hydrogen-Catalyst Power System), PCT/US 12/31369, 및 2013년 5월 21 출원된 CIHT 동력 시스템(CIHT Power System), PCT/US 13/041938. H_2O를 형성하는 반응들은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 바와 같이 H_2O를 소모하는 가역 반응이 발생하도록 예를 들어 온도와 압력 같은 반응 조건들을 변화시킴으로써 가역적으로 될 수 있다. 예를 들면, H_2O 압력은 재수화(rehydration)에 의해 생성물들로부터 반응물들을 재형성하는 역반응에서 증가할 수 있다. 다른 경우들에서 수소-환원된 생성물은 예를 들어 산소와 H_2O 중에서 적어도 하나와의 반응에서 같이 산화에 의해서 재생될 수가 있다. 일 실시 예에서, 가역 반응 생성물은 가역 또는 재생 반응이 진행되도록 반응으로부터 제거될 수 있다. 가역 반응은 평형 열역학에 근거하여 유리함이 없다 하여도 적어도 하나의 가역 반응 생성물을 제거함으로써 유리하게 될 수 있다. 모범적 일 실시 예에서, 재생 반응물(가역 또는 재생 반응 생성물)은 예를 들어 알칼리 수산화물 같은 수산화물을 포함한다. 수산화물은 예를 들어 용매화(solvation) 또는 승화(sublimation)와 같은 방법들에 의해 제거될 수 있다. 후자의 경우는, 알칼리 수산화물 승화가 약 350℃ 내지 400℃ 범위의 온도에서 변화되지 않았다. 반응들은 밀스 선행 출원들의 발전 시스템들(power plants systems of Mills Prior Applications)에서 유지될 수 있다. 동력을 생산하는 전지로부터의 열에너지는 앞에서 개시된 바와 같이 재생을 수행하는 적어도 하나의 다른 전지에 열을 제공할 수 있다. 대안으로, H_2O 촉매를 형성하는 반응들과 가역 재생 반응의 평형은 앞에서 개시된 바와 같이 전지의 선택된 지역에서 냉각수(coolant)로 인한 온도 구배(temperature gradient)를 가지는 시스템 설계의 수관벽(water wall)의 온도를 조절함으로써 달라질 수 있다.

[0354] 일 실시 예에서, 할로겐화물과 산화물은 교환 반응을 수행할 수 있다. 교환 반응의 생성물들은 서로 분리될 수 있다. 교환 반응은 생성물 혼합물을 가열함으로써 수행될 수 있다. 분리는 가열과 진공의 적용 중에서 적어도 하나에 의해 만들어질 수 있는 승화에 의해서 될 수 있다. 모범적 실시 예에서, $CaBr_2$ 및 CuO는 $CuBr_2$ 및 CaO를 형성하도록 예를 들어 약 700℃ 내지 900℃ 범위에서와 같은 고온으로의 가열에 의한 교환 반응을 수행할 수 있다. 예를 들어 100℃ 내지 2000℃ 범위와 같은 임의의 다른 적절한 온도 범위가 사용될 수도 있다. $CuBr_2$는 열과 저압을 가함으로써 이루어질 수 있는 승화에 의해 분리되고 수집될 수 있다. $CuBr_2$는 분리 밴드(separate band)를 형성할 수 있다. CaO는 $Ca(OH)_2$를 형성하도록 H_2O와 반응될 수 있다.

[0355] 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 일중항 산소(singlet oxygen)를 포함한다. 일중항 산소를 분리하는 모범적 반응은 다음과 같다.

[0356] $$NaOCl + H_2O_2 \text{ to } O_2 + NaCl + H_2O \qquad (188)$$

[0357] 또 다른 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 예를 들어 H_2O_2와 같은 펜톤 반응(Fenton reaction)의 소스 또는 시약(reagents)들을 포함한다.

[0358] 일 실시 예에서, 저 에너지 수소 종들 및 화합물들은 H 및 예를 들어 H2O 같은 O 중에서 적어도 하나를 포함하

는 촉매를 이용하여 합성된다. 모범적 저에너지 수소 화합물 MHX(여기서 M은 알칼리이고 예를 들어 알칼리토류와 같은 다른 금속이 될 수도 있으며, 화합물은 상응하는 화학량론(stoichiometry)을 가지며, H는 예를 들어 하이드리 수소화물과 같은 하이드리노(hydrino)이며, 그리고 X는 예를 들어 할로겐화물과 같은 음이온 이다)를 합성하기 위한 반응 혼합물은, 예를 들어 KCl 같은 알칼리 할로겐화물 및 예를 들어 알칼리 금속과 같은 금속 환원제와 같은 M 및 X의 소스와, 예를 들어 Ni 스크린 또는 R- Ni 같이, Ni 같은 수소 분해자 및 선택적으로 예를 들어 탄소와 같은 지지체와, 예를 들어 M 및 H2 가스를 대체할 수 있는 MH 같은, 적어도 하나의 금속 수소화물과 같은 수소의 소스와, 그리고 예를 들어 금속 산화물 또는 산소를 함유한 화합물과 같은 산소의 소스를 포함한다. 적절한 모범적 금속 산화물들은 Fe_2O_3, Cr_2O_3, 및 NiO 이다. 반응 온도는 약 200℃ 내지 1500℃ 또는 약 400℃ 내지 800℃ 범위로 유지될 수 있다. 반응물들은 임의의 소정 비율(ratios)들로 될 수 있다. KHC1 을 형성하는 반응 혼합물은 K, Ni 스크린, KC1, 수소 가스, 그리고 Fe_2O_3, Cr_2O_3, 및 NiO 중에서 적어도 하나이다. 모범적 중량 및 조건들은 1.6g K, 20g KC1, 40g Ni screen, 예를 들어 1.5 g Fe_2O_3 및 1.5g NiO 같은 금속 산화물로부터 K와 동일한 산소의 몰(moles), 1 atm H2, 그리고 약 550-600℃의 환원 온도이다. 반응은 H가 금속 산화물로부터의 O와 반응함으로써 H_2O 촉매를 형성하며, H는 생성물 KHC1 을 형성하는 하이드리노(hydrinos)들 및 하이드리노 수소화물 이온(hydrino hydride ions)들을 형성하도록 촉매와 반응한다. KHI 를 형성하는 반응 혼합물은 K, R-Ni, KI, 수소 가스, 그리고 Fe_2O_3, Cr_2O_3, 및 NiO 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 모범적 중량들 및 조건들은 1g K, 20g KI, 15g R-Ni 2800, 예를 들어 1g Fe_2O_3 및 1g NiO 같은 금속 산화물로부터 K와 동일한 산소의 몰(moles), 1 atm H2, 그리고 약 450-500℃의 환원 온도이다. 반응은 H가 금속 산화물로부터의 O와 반응함으로써 H_2O 촉매를 형성하며, H는 생성물 KHI 를 형성하는 하이드리노(hydrinos)들 및 하이드리노 수소화물 이온(hydrino hydride ions)들을 형성하도록 촉매와 반응한다. 일 실시 예에서, CIHT 전지, SF-CIHT 전지, 고체 연료, 또는 화학 전지(chemical cell) 중에서 적어도 하나의 생성물은 높은 장 H NMR 매트릭스 이동(upfield H NMR matrix shift)을 야기하는 $H_2(1/4)$ 이다. 일 실시 예에서, 예를 들어 NaOH 또는 KOH 같은 수산화물의 매트릭스와 같은 고체 매트릭스 내에 예를 들어 하이드리노 원자 또는 분자와 같은 하이드리노 종들의 존재는 매트릭스 양자(protons)들을 높은 장으로 이동시킨다. 예를 들어 NaOH 또는 KOH 같은 매트릭스 양자들은 교환될 수 있다. 일 실시 예에서, 이동(shift)은 매트릭스 정점을 TMS에 관련하여 약 -0.1 내지 -5ppm 범위에 있게 한다.

[0359] 일 실시 예에서, 예를 들어 $Cu(OH)_2$ + $CuBr_2$ 같은 수산화물 및 할로겐화물 화합물의 재생 반응은 H_2와 H_2O 중에서 적어도 하나의 첨가가 될 수 있다. 예를 들어 할로겐화물들과 산화물들 같은 생성물들은 할로겐화물의 승화(sublimation)에 의해서 분리될 수 있다. 일 실시 예에서, H_2O는 반응 생성물로부터 예를 들어 $CuBr_2$ 및 $Cu(OH)_2$ 같은 수산화물 및 할로겐화물을 형성하게 하는 가열 조건들하에서 반응 혼합물에 첨가될 수 있다. 일 실시 예에서, 재생은 열 사이클의 단계로 이루어질 수 있다. 일 실시 예에서, 예를 들어 $CuBr_2$ 같은 할로겐화물은 수용성(H_2O soluble)인 반면에, 예를 들어 $Cu(OH)_2$ 같은 수산화물은 불용성(insoluble) 이다. 재생 화합물들은 여과(filtering) 또는 침전(precipitation)에 의해서 분리될 수 있다. 반응으로부터 열에너지가 될 수 있도록 화학물질들이 말려진다(dried). 열은 날아간 수증기(the driven off water vapor)로부터 회복될 수 있다. 이러한 회복은 가열을 위해서 또는 예를 들어 터빈 및 발전기를 이용하여 전기를 발생하도록 열교환기에 의해 또는 직접적으로 증기를 사용함으로써 이루어질 수 있다. 일 실시 예에서, CuO로부터 $Cu(OH)_2$의 재생은 H_2O를 분열시키는 촉매(H_2O splitting catalyst)를 사용함으로써 이루어진다. 적절한 촉매들은 예를 들어 Pt/Al_2O_3 같은 지지체 상의 귀금속, 그리고 CuO 및 Al_2O_3 의 소결(sintering)에 의해 형성된 $CuAlO_2$, 코발트-인산염(cobalt-phosphate), 코발트 붕산염(balt borate), 코발트 메틸 붕산염(cobalt methyl borate), 니켈 붕산염(nickel borate), RuO_2, $LaMnO_3$, $SrTiO_3$, TiO_2, 그리고 WO_3이다. H_2O를 분열시키는 촉매(H_2O splitting catalyst)를 형성하는 모범적 방법은 각각 pH 9.2, 전위 0.92 및 1.15 V (정상의 수소 전극에 비해), 약 0.1 M 인산 칼륨 붕산염 전해액(potassium phosphate borate electrolyte) 내에서 Co^{2+} 및 Ni^{2+}의 제어된 전기분해이다.

[0360] 모범적 열 가역성 고체 연료 사이클들은 다음과 같다.

[0361]

$$T\ 100\quad 2CuBr_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CuO + 2CaBr_2 + H_2O \qquad (189)$$

$$T\ 730\quad CaBr_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2HBr \qquad (190)$$

$$T\ 100\quad CuO + 2HBr \rightarrow CuBr_2 + H_2O \qquad (191)$$

[0362]

$$T\ 100\quad 2CuBr_2 + Cu(OH)_2 \rightarrow 2CuO + 2CaBr_2 + H_2O \qquad (192)$$

$$T\ 730\quad CuBr_2 + 2H_2O \rightarrow Cu(OH)_2 + 2HBr \qquad (193)$$

$$T\ 100\quad CuO + 2HBr \rightarrow CuBr_2 + H_2O \qquad (194)$$

[0363] 일 실시 예에서, 환원제로서 적어도 하나의 H_2와, 생성물로서 H_2O와, 그리고 환원제와 생성물 중 적어도 하나로서 하나 이상의 H_2 또는 H_2O를 가지는 고체 연료의 반응 혼합물은, 어떤 통상의 반응의 최대 이론 자유 에너지(maximum theoretical free energy)가 제한 시약(limiting reagent)의 -500 내지 +500 kJ/mole 범위 내에서, 또는 바람직하게 제한 시약의 -100 내지 +100 kJ/mole 범위 내에서, 약 0 이 되도록 선택된다. 온도는 약 +/- 500℃ 또는 바람직하게 최적의 약 +/- 100℃ 범위 내로 될 수 있다. 모범적 혼합물들 및 반응 온도는 800K에서 화학량론적 혼합물 Fe, Fe_2O_3, H_2 및 H_2O, 그리고 800K에서 화학량론적 혼합물 Sn, SnO, H_2 및 H_2O 이다.

[0364] 일 실시 예에서, 예를 들어 K 또는 Li 같은 알칼리 금속, 및 nH(n=정수), OH, O, 2O, O_2, 및 H_2O 중에서 적어도 하나가 촉매로서 작용하며, H의 소스는 예를 들어 MH 같은 금속 수소화물 중에서 적어도 하나이며, 금속 M과 금속 수소화물 MH 중에서 적어도 하나가 H를 형성하도록 H의 소스와 반응한다. 하나의 생성물은 예를 들어 산화물 또는 수산화물과 같은 산화된 M이 될 수 있다. 원자 수소와 촉매 중에서 적어도 하나를 생성하는 반응은 전자 전달 반응 또는 산화-환원 반응으로 될 수 있다. 반응 혼합물은 H_2와, 예를 들어 Ni 스크린 또는 R-Ni 같이 본 발명의 분해자들과 같은 H_2 분해자와, 그리고 예를 들어 탄소, 및 탄화물, 붕소화물, 및 탄소차아질산(carbonitride)과 같은 본 발명의 지지체들뿐만 아니라 분해자들 및 다른 것들과 같은 전기 전도성 지지체 중에서 적어도 하나를 더 포함한다. M 또는 MH 의 모범적 산화 반응은

[0365]

$$4MH + Fe_2O_3\ to + H_2O + H(1/p) + M_2O + MOH + 2Fe + M \qquad (195)$$

[0366] 이며, 여기서 H_2O 및 M 중에서 적어도 하나가 H(1/p)을 형성하도록 촉매로서 작용한다. 예를 들어 반응 혼합물은 KCl 또는 KI 같은 알칼리 할로겐화물 염(alkali halide salt)과 같은 할로겐화염(halide salt)의 염과 같은 화합물의 하이드리노 용 게터(getter)를 더 포함할 수 있다. 생성물은 MHX (M = 예를 들어 알카리와 같은 금속; X는 예를 들어 할로겐화물 같은 반대 이온(counter ion) 이며; H는 하이드리노 종(hydrino species)들이다)로 될 수 있다. 다른 하이드리노 촉매들은 예를 들어 표 1의 촉매들과 같은 본 발명의 촉매들과 같이 M을 대체할 수 있다.

[0367] 일 실시 예에서, 산소의 소스는 산소 소스 화합물의 환원된 생성물과 수산화물 사이의 산소의 교환이 최소 에너지 방출로 발생하도록 물의 소스와 유사한 열의 형성을 가지는 화합물이다. 적절한 모범적 산소 소스 화합물들은 CdO, CuO, ZnO, SO_2, SeO_2, 및 TeO_2 이다. 예를 들어 금속 산화물과 같은 다른 것들도 H_2O의 소스로서 탈수 작용들은 수행할 수 있는 산들 또는 염기들의 무수물(anhydrides)들이 될 수 있으며, MnOx, AlOx, 및 SiOx 이다. 일 실시 예에서, 산화물 층 산소 소스(oxide layer oxygen source)는 예를 들어 수소화팔라듐(palladium hydride) 같은 금속 수소화물과 같이 수소의 소스를 대신할 수 있다. 하이드리노를 형성하도록 추가로 반응하는 원자 H 및 H_2O 촉매를 형성하는 반응은 예를 들어 금속 산화물 코팅된 수소화팔라듐(metal oxide coated palladium hydride)과 같은 산화물 코팅 수소 소스를 가열함으로써 개시될 수 있다. 수소화팔라듐은 예를 들어 금막 층(layer of gold film)과 같은 수소화물 불투과성 층(hydrogen impermeable layer)에 의해 산소 소스의 반대쪽에 코팅될 수 있어서, 방출된 수소를 예를 들어 금속 산화물과 같은 산화물 층의 산소의 소스로 선택적으로 이동하게 한다. 일 실시 예에서, 하이드리노 촉매 및 재생 반응을 형성하는 반응은 각각 산소 소스 화합물과 수소 사이의 그리고 물과 환원된 산소 소스 화합물 사이의 산소 교환을 포함한다. 적절한 환원된 산소 소스는 Cd, Cu, Zn, S, Se, 및 Te 이다. 일 실시 예에서, 산소 교환 반응은 열적으로 수소 가스를 형성하는데 사용되는 산소 교환을 포함할 수 있다.

[0368] 모범적 열적 방법들은

[0369] 산화철 사이클(iron oxide cycle), 세륨(Ⅳ) 산화물-(Ⅲ) 산화물 사이클(cerium(Ⅳ) oxide-cerium(Ⅲ) oxide cycle), 아연 아연-산화물 사이클(zinc zinc-oxide cycle), 황-요오드 사이클(sulfur-iodine cycle), 구리-염소 사이클(copper-chlorine cycle) 및 황산하이브리드 사이클(hybrid sulfur cycle), 그리고 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 사이클들이다. 일 실시 예에서, 예를 들어 산소 교환 반응과 같이 하이드리노 촉매 및 재생 반응을 형성하기 위한 반응은 동일한 반응 베셀에서 동시에 발생한다. 온도와 압력 같은 조건들은 반응의 동시성을 이루도록 제어될 수가 있다. 또는, 본 발명 및 밀스 선행 출원들에서 주어진 바와 같이 동력 형성 반응의 조건들과 다른 조건들에서 발생할 수 있는 적어도 하나의 다른 별도의 베셀에서 생성물들이 제거되고 재생될 수도 있다.

[0370] 일 실시 예에서, 예를 들어 $LiNH_2$ 같은 아미드(amide)의 NH_2 그룹은 촉매로서 작용하며, 여기서 위치에너지는 방정식 (5) 에서 m=3에 상응하는 약 81.6 eV 이다. 산 또는 염기에서 무수물로 그리고 그 반대로 사이에서의 가역성 H_2O 제거 또는 부가 작용과 유사하게, 아미드와 이미드(imide) 또는 질화물 사이의 가역 반응은 하이드리노들을 형성하도록 원자 H와 추가로 반응하는 NH_2 촉매의 형성을 결과한다. 아미드와 이미드 및 질화물 중에서 적어도 하나의 사이에서의 가역 반응은 예를 들어 원자 H와 같은 수소의 소스로서 작용할 수도 있다.

[0371] 일 실시 예에서, 예를 들면 분자 하이드리노 또는 하이드리노 수소화물 이온과 같은 하이드리노 종(hydrino species)들은 H와 OH 및 H2O 중에서 적어도 하나와의 반응에 의해서 합성된다. 하이드리노 종들은 예를 들어 알칼리, 알칼리토류, 전이, 내부 전이, 및 희토류금속들과 같은 금속, Al, Ga, In, Ge, Sn, Pb, As, Sb, 및 Te, 예를 들어 $LaNi_5H_6$ 같은 금속 수소화물 및 본 발명의 다른 금속들, 0.1 M에서 포화 농도까지 예를 들어 KOH 같은 알칼리 수산화물과 같이 수분을 함유한 수산화물, 예를 들어 탄소, Pt/C, 증기 탄소(steam carbon), 카본 블랙(carbon black), 탄화물(carbide), 붕소화물(boride), 또는 니트릴(nitrile), 및 산소의 그룹으로부터 적어도 두 개에 의해서 생성될 수 있다. 예를 들어 분자 하이드리노와 같은 하이드리노 종들을 형성하기 위한 적절한 모범적 반응 혼합물들은 (1) Co PtC KOH (sat), O_2는 있거나 없거나; (2) Zn or Sn + $LaNi_5H_6$ + KOH (sat), (3) Co, Sn, Sb, 또는 Zn + O_2 + CB + KOH (sat), (4) Al CB KOH (sat), (5) Sn Ni-코팅된 흑연 KOH (sat) O_2는 있거나 없거나, (6) Sn + SC 또는 CB + KOH (sat) + O_2, (7) Zn Pt/C KOH (sat) O_2, (8) Zn R-Ni KOH (sat) O_2, (9) Sn $LaNi_5H_6$ KOH (sat) O_2, (10) Sb $LaNi_5H_6$ KOH (sat) O_2, (11) Co, Sn, Zn, Pb, 또는 Sb + KOH (Sat aq) + K_2CO_3 + CB-SA, 그리고 (12) $LiNH_2$ LiBr 및 LiH 또는 Li 및 H_2 또는 그 소스 및 선택적으로 예를 들어 Ni 또는 R-Ni 같은 수소 분해자이다. 추가의 반응 혼합물들은 용용 수산화물, 수소 소스, 산소 소스, 및 수소 분해자이다. 예를 들어 분자 하이드리노와 같은 하이드리노 종들을 형성하기 위한 적절한 모범적 반응 혼합물들은 (1) Ni(H_2) LiOH-LiBr 공기 또는 O_2, (2) Ni(H_2) NaOH-NaBr 공기 또는 O_2, 및 (3) Ni(H_2) KOH-NaBr 공기 또는 O_2이다.

[0372] 일 실시 예에서, 하이드리노들을 형성하기 위한 화학, SF-CIHT, 및 CIHT 전지 중에서 적어도 하나의 전지의 생성물은 무기 화합물과 복합된, 예를 들어 $H_2(1/p)$와 같은 하이드리노 또는 저-에너지 수소 종들을 포함하는 화합물이다. 이러한 화합물은 예를 들어 알칼리 또는 알칼리토류 탄산염 또는 수산화물 또는 본 발명의 다른 그러한 화합물들과 같은 옥시음이온 화합물(oxyanion compound)을 포함한다. 일 실시 예에서, 생성물은 $M_2CO_3 \cdot H_2(1/4)$ 및 $MOH \cdot H_2(1/4)$ (M = 알칼리 또는 본 발명의 다른 양이온) 복합체 중에서 적어도 하나를 포함한다. 생성물은 각각 $M(M_2CO_3 \cdot H_2(1/4))^+_n$) 및 $M(KOH \cdot H_2(1/4))^+_n$ 을 포함하는 양의 스펙트럼(positive spectrum)에서 일련의 이온들(a series of ions)로서 ToF-SIMS 라고 식별될 수 있으며, 여기서 n은 정수이고, 정수와 정수 p > 1 는 4를 대체할 수 있다. 일 실시 예에서, 예를 들어 SiO_2 또는 석영(quartz)과 같이 실리콘과 산소를 포함한 화합물은 $H_2(1/4)$ 대한 게터(getter)로서 작용할 수 있다. $H_2(1/4)$ 대한 게터는 전이 금속, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 내부 전이 금속, 희토류 금속, 금속들의 조성물들, 예를 들어 MoCu 같이 Mo 합금과 같은 합금, 및 예를 들어 본 발명의 수소 저장 물질들과 같은 수소 저장 물질들을 포함할 수 있다.

[0373] 본 발명의 방법들에 의해 합성된 저-에너지 수소 화합물들은 공식 MH, MH_2, 또는 M_2H_2 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리 양이온이고, H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 이러한

화합물은 공식 MH_n 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 1 또는 2이고, M은 알칼리토류 양이온이고, H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 MHX 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리 양이온이고, X는 예를 들어 할로겐 원자와 같은 중성 원자(neutral atom), 분자, 또는 예를 들어 할로겐 음이온과 같은 단일의 음전하 음이온(singly negatively charged anion) 중에서 하나이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 MHX 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리토류 양이온이고, X는 단일의 음전하 음이온(singly negatively charged anion) 이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 MHX 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리토류 양이온이고, X는 이중 음전하 음이온(double negatively charged anion) 이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 M_2HX 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리 양이온이고, X는 단일의 음전하 음이온(singly negatively charged anion) 이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 MH_n 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 정수이고, M은 알칼리 양이온이고, 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 M_2H_n 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 정수이고, M은 알칼리토류 양이온이고, 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 M_2XH_n 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 정수이고, M은 알칼리토류 양이온이고, X는 단일의 음전하 음이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $M_2X_2H_n$ 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 1 또는 2이고, M은 알칼리토류 양이온이고, X는 단일의 음전하 음이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 M_2X_3H 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리토류 양이온이고, X는 단일의 음전하 음이온이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 M_2XH_n 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 1 또는 2이고, M은 알칼리토류 양이온이고, X는 이중 음전하 음이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $M_2XX'H$ 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리토류 양이온이고, X는 단일의 음전하 음이온이고, X'는 이중 음전하 음이온이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 $MM'H_n$ 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 1 내지 3의 정수이고, M은 알칼리토류 양이온이고, M'는 알칼리 금속 양이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $MM'XH_n$ 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 1 또는 2이고, M은 알칼리토류 양이온이고, M'는 알칼리 금속 양이온이고, X는 단일의 음전하 음이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 MM'XH 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리토류 양이온이고, M'는 알칼리 금속 양이온이고, X는 이중 음전하 음이온이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 MM'XX'H 를 가질 수 있는데, 여기서 M은 알칼리토류 양이온이고, M'는 알칼리 금속 양이온이고, X 및 X'는 단일의 음전하 음이온이고, 그리고 H는 증가 결합 에너지 수소화물이온 또는 증가 결합 에너지 수소 원자이다. 화합물은 공식 $MXX'H_n$ 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 1 내지 5의 정수이고, M은 알칼리 또는 알칼리토류 양이온이고, X는 단일의 또는 이중 음전하 음이온이고, X'는 금속 또는 준 금속, 전이 원소, 내부 전이 원소, 또는 희토류 원소이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 MH_n 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 정수이고, M은 예를 들어 전이 원소, 내부 전이 원소, 또는 희토류 원소와 같은 양이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 MXH_n 을 가질 수 있는데, 여기서 n은 정수이고, M은 예를 들어 알칼리양이온, 알칼리토류 양이온과 같은 양이온이고, X는 전이 원소, 내부 전이 원소, 또는 희토류 원소 양이온과 같은 또 다른 양이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_n 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $[KH_mKCO_3]_n$ 을 가질 수 있는데, 여기서 m 및 n은 각각 정수이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_m 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $[KH_mKNO_3]^+_nX^-$ 를 가질 수 있는데, 여기서 m 및 n은 각각 정수이고, X는 단일의 음전하 음이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_m 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $[KHKNO_3]_n$을 가질 수 있는데, 여기서 n은 정수이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H

는 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $[KHKOH]_n$을 가질 수 있는데, 여기서 n은 정수이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H는 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $[MH_mM'X]_n$을 가질 수 있는데, 여기서 m 및 n은 각각 정수이고, M 및 M'는 각각 알칼리 또는 알칼리토 양이온이고, X는 단일의 또는 이중 음전하 음이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_m 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 화합물은 공식 $[MH_mM'X']^+_n\ nX^-$를 가질 수 있는데, 여기서 m 및 n은 각각 정수이고, M 및 M'는 각각 알칼리 또는 알칼리토 양이온이고, X 및 X'는 단일의 또는 이중 음전하 음이온이고, 그리고 화합물의 수소 함량 H_m 은 적어도 하나의 증가 결합 에너지 수소 종들을 포함한다. 음이온은 본 발명의 음이온들 중 하나를 포함할 수 있다. 적절한 모범적 단일의 음전하 음이온들은 할로겐화물 이온(halide ion), 수산화물 이온(hydroxide ion), 탄산수소염 이온(hydrogen carbonate ion), 또는 질산염 이온(nitrate ion) 이다. 적절한 모범적 이중 음전하 음이온들은 탄산염 이온(carbonate ion), 산화물, 또는 황산염 이온(sulfate ion) 이다. 일 실시 예에서, 증가 결합 에너지 수소 화합물 또는 혼합물은 예를 들어 금속성 또는 이온성 격자(metallic or ionic lattice) 같이 결정 격자(crystalline lattice)와 같은 격자 안에 내재된(embedded), 예를 들어 하이드리노 원자, 하이드리노 수소화물 이온(hydrino hydride ion), 및 이하이드리노 분자(dihydrino molecule)와 같은 적어도 하나의 저 에너지 수소 종(lower energy hydrogen species)들을 포함한다. 일 실시 예에서, 격자는 저 에너지 수소 종들과 반응하지 않는다. 매트릭스는 예를 들어 내재된 하이드리노 수소화물 이온들의 경우에서 같이 비양자성(aprotic)일 수 있다. 화합물 또는 혼합물은 예를 들어 할로겐화물(halide) 같이 알칼리 또는 알칼리토류 염(alkali or alkaline earth salt)과 같은 염 격자(salt lattice) 안에 내재된 H(1/p), H_2(1/p), 및 H^-(1/p) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 모범적 알칼리 할로겐화물(alkali halides)들은 KC1 및 KI 이다. 염(salt)은 내재된 H^-(1/p)의 경우에 어떠한 H_2O도 없을 수 있다. 다른 적절한 염 격자들은 본 발명의 격자들을 포함한다. 저 에너지 수소 종들은 예를 들어 표 1의 촉매들과 같이 비양자성(aprotic) 촉매를 가지는 수소의 촉매 작용에 의해서 형성될 수 있다. 본 발명의 화합물들은 바람직하게 순 원자백분율(atomic percent pure) 0.1 이상이다. 더욱 바람직하게, 화합물들은 순 원자백분율 1 이상이다. 더더욱 바람직하게, 화합물들은 순 원자백분율 10 이상이다. 가장 바람직하게, 화합물들은 순 원자백분율 50 이상이다. 다른 실시 예에서, 화합물들은 순 원자백분율 90 이상이다. 또 다른 실시 예에서, 화합물들은 순 원자백분율 95 이상이다.

[0374] 하이드리노(hydrinos)들을 형성하는 화학 반응기의 또 다른 실시 예에서, 하이드리노들을 형성하고 예를 들어 화력과 같은 동력을 방출하기 위한 전지는 내연기관, 로켓 엔진, 또는 가스 터빈의 챔버를 포함한다. 반응 혼합물은 촉매 및 하이드리노들을 발생시키도록 수소의 소스 및 산소의 소스를 포함한다. 촉매의 소스는 수소를 포함하는 종들과 산소를 포함하는 종들 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. 종(species)들 또는 추가 반응 생성물들은 예를 들어 H_2, H, H^+, O_2, O_3, O^+_3, O^-_3, O, O^+, H_2O, H_3O^+, OH, OH^+, OH^-, HOOH, OOH^-, O^-, O^{2-}, O^-_2, 및 O^{2-}_2와 같이 O와 H 중에서 적어도 하나를 포함하는 종들 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. 촉매는 예를 들어 H_2O와 같이 산소 또는 수소 종들을 포함할 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 촉매는 nH, nO (n = 정수), O_2, OH, 및 H_2O 촉매 중에서 적어도 하나를 포함한다. 예를 들어 수소 원자들과 같이 수소의 소스는 예를 들어 H_2 가스 또는 탄화수소(hydrocarbon)와 같은 수소-함유 연료를 포함할 수 있다. 수소 원자들은 탄화수소 연소 중에 탄화수소의 열분해(pyrolysis)에 의해 생성될 수 있다. 반응 혼합물은 본 발명의 수소 분해자(dissociator)와 같은 수소 분해자를 더 포함할 수 있다. H 원자들은 또한 수소의 해리(전리; dissociation)에 의해 형성될 수도 있다. O의 소스는 공기로부터 O_2를 더 포함할 수 있다. 반응물들은 H와 O 중에서 적어도 하나의 소스로서 작용할 수 있는 H_2O를 더 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 물은 전지 내에서의 H_2O의 전리(해리)에 의해서 공급될 수 있는 수소와 산소 중에서 적어도 하나의 추가 소스로서 작용한다. 물은 예를 들어 실린더 또는 피스톤 헤드와 같이 표면상에서 열적으로 또는 촉매 반응으로 수소 원자들로 해리될 수 있다. 이러한 표면은 물을 수소와 산소로 해리시키는 물질을 포함할 수 있다. 물을 해리시키는 물질은 전이 원소들 또는 내부 전이 원소들의 원소, 화합물, 합금, 또는 혼합물, 철, 백금(platinum), 팔라듐(palladium), 지르코늄(zirconium), 바나듐(vanadium), 니켈, 티타늄, Sc, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Y, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Ag, Cd, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Au, Hg, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Vb, Lu, Th, Pa, U, 활성탄(탄소; activated charcoal; carbon), 또는 세슘 삽입 탄소{Cs intercalated carbon (graphite; 그래파이트 혹은 흑연)}을 포함할 수 있다. H와 O는 촉매 및 H를 형성하도록 반응하여서 하이드리노(hydrinos)들을 형성할 수 있다. 수소와 산소의 소스는

예를 들어 흡입 밸브(intake valves)들 또는 매니폴드(manifolds)들과 같은 상응하는 포트(ports)들 또는 흡입구(intakes)들을 통해서 빨아 들여질(drawn in) 수 있다. 생성물들은 배기 포트(exhaust ports)들 또는 배출구(outlets)들을 통해서 배출될 수 있다. 유동은 각각의 포트들을 통하여 입출구 속도들을 제어함으로써 제어될 수 있다.

[0375] 일 실시 예에서, 하이드리노(hydrinos)들은 촉매의 소스와 예를 들어 본 발명의 고체 연료와 같은 수소의 소스를 가열시킴으로써 형성된다. 가열은 열적 가열과 격발 가열(percussion heating) 중에서 적어도 하나로 될 수 있다. 실험적으로, 라만 분광법(Raman spectroscopy)은 예를 들어 Li 같은 알칼리 금속들을 포함하는 혼합물과 같이 수산화물과 할로겐화물의 혼합물 같은 고체 연료를 보올 밀링(ball milling)함으로써 하이드리노(hydrinos)들이 형성된다는 사실을 보여준다. 예를 들면, 2308 cm^{-1} 에서 보올 밀링된 LiOH + LiI 및 LiOH + LiF 로부터 역 라만 효과 정점(inverse Raman effect peak)이 관찰되었다. 따라서, 적절한 모범적 혼합물은 LiOH + LiI 또는 LiOH + LiF 이다. 일 실시 예에서, 적어도 하나의 열적 및 격발 가열은 급속 반응에 의해서 이루어진다. 이 경우, 추가의 활성 반응(energetic reaction)이 하이드리노를 형성함으로써 제공된다.

[0377] <u>Ⅶ. 고체 연료 촉매 유발 하이드리노 전이 전지 및 동력 컨버터(Solid Fuel Catalyst Induced Hydrino Transition (SF-CIHT) Cell and Power Converter)</u>

[0378] 일 실시 예에서, 직접적 전기 에너지와 열 에너지 중에서 적어도 하나를 발생시키는 동력 시스템은: 적어도 하나의 베셀(vessel)과; a) 적어도 하나의 촉매 소스 또는 발생기 H_2O를 포함하는 촉매, b) 적어도 하나의 원자 수소 소스 또는 원자 수소, 및 c) 전도체와 전도성 매트릭스 중 적어도 하나를 포함하는 반응물들과; 하이드리노 반응물들을 한정하기 위한 적어도 한 세트의 전극들과; 대전류(high-current) 전기 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 전달하기 위한 전력 소스와; 재장전 시스템과; 반응 생성물들로부터 초기 반응물들을 재생하기 위한 적어도 하나의 시스템과; 그리고 예를 들어 PDC(플라즈마 동력학 컨버터; plasma dynamic converter)와 같은 적어도 하나의 플라즈마 대 전기 컨버터, 광전 컨버터(photovoltaic converter), 및 적어도 하나의 화력 대 전력 컨버터(thermal to electricity converter) 중에서 적어도 하나와 같은, 적어도 하나의 직접 컨버터(direct converter)를 포함한다. 추가의 실시 예에서, 베셀은 대기압, 대기압 이상, 및 대기압 이하 중에서 하나의 압력을 가질 수 있다. 일 실시 예에서, 재생 시스템은 적어도 하나의 수화(hydration), 열적, 화학적, 및 전기화학적 시스템을 포함할 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 적어도 하나의 직접 플라즈마 대 전기 컨버터는 플라즈마 동력학 전력 컨버터(plasmadynamic power converter), 직접 $\vec{E}\times\vec{B}$ 직접 컨버터($\vec{E}\times\vec{B}$ direct converter), 자기유체동력학 전력 컨버터(magnetohydrodynamic power converter), 자기경 자기유체동력학 전력 컨버터(magnetic mirror magnetohydrodynamic power converter), 전하 드리프트 컨버터(charge drift converter), 포스트 또는 베니션 블라인드 전력 컨버터(Post or Venetian Blind power converter), 자이로트론, 광자 번칭 마이크로파 전력 컨버터(gyrotron, photon bunching microwave power converter), 및 광전 컨버터(photoelectric converter)의 그룹의 적어도 하나를 포함할 수 있다. 추가의 실시 예에서, 적어도 하나의 화력 대 전기 컨버터는 열 기관(heat engine), 증기 기관(steam engine), 증기 터빈 및 발전기(steam turbine and generator), 가스 터빈 및 발전기(gas turbine and generator), 랭킨-사이클 기관(Rankine-cycle engine), 브레이턴-사이클 기관(Brayton-cycle engine), 스털링 기관(Stirling engine), 열전자 발전 컨버터(thermionic power converter), 및 열전 발전 컨버터(thermoelectric power converter)를 포함할 수 있다.

[0379] 일 실시 예에서, H_2O는 하이드리노(ydrinos)들을 형성하도록 화력, 플라즈마, 및 전자기(광)력 중에서 적어도 하나의 형태의 높은 방출 에너지에 의해서 점화된다. (본 발명에서 점화(ignition)"는 하이드리노들을 형성하기 위한 H의 매우 높은 반응 속도(reaction rate)를 의미하며, 파열(burst), 펄스(pulse), 또는 다른 형태의 높은 동력 방출로 나타날 수 있다.) H_2O는 예를 들어 약 2,000 A 내지 100,000 A 범위와 같은 대전류(high current)를 가함으로써 점화될 수 있는 연료를 포함한다. 이는 예를 들어 아크(arc)와 같은 높은 전도성 플라즈마를 맨먼저 형성하도록 예를 들어 5,000 내지 100,000 V 고압을 가함으로써 이루어질 수 있다. 대안으로, 대전류가 H_2O를 포함한 화합물 또는 혼합물을 통과될 수도 있으며, 여기서 예를 들어 고체 연료와 같이, 결과로 발생된 연료의 전도성은 매우 높다. (본 발명에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 예를 들면 HOH 및 H와 같이 하이드리노들을 형성하도록 추가로 반응하는 촉매를 형성하는 반응 혼합물을 의미하는 것으로 사용된다. 하지만, 반응 혼합물은 고체가 아닌 다른 물리적 상태들을 포함할 수도 있다. 여러 실시 예들에서, 반응 혼합물은 가스, 액체, 고

체, 슬러리(slurry), 졸 겔(sol gel), 용액, 혼합물, 분체(gaseous suspension), 공압 유동(pneumatic flow), 및 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 상태들 중에서 적어도 하나의 상태가 될 수 있다.) 일 실시 예에서, 매우 낮은 저항을 가지는 고체 연료는 H_2O를 포함하는 반응 혼합물을 포함한다. 낮은 저항은 반응 혼합물의 전도체(conductor) 성분으로 인한 것일 수 있다. 여러 실시 예들에서, 고체 연료의 저항은 약 10-9 ohm 내지 100 ohms, 10-8 ohm 내지 10 ohms, 10-3 ohm 내지 1 ohm, 10-4 ohm 내지 10-1 ohm, 그리고 10-4 ohm 내지 10-2 ohm의 범위 중에서 적어도 하나이다. 또 다른 실시 예에서, 낮은 저항을 가지는 연료는 첨가된 화합물 또는 혼합물의 극미량 또는 작은 몰 백분율(trace or minor mole percentage)을 포함하는 H_2O를 포함한다. 후자의 경우는, 대전류가 연료를 통하여 유동할 수 있어서 예를 들어 아크 또는 아크 플라즈마 같은 높은 전도 상태를 형성하도록 파손(breakdown)을 야기함으로써 점화가 이루어진다.

[0380] 일 실시 예에서, 반응물들은 H_2O의 소스와, 그리고 촉매의 소스, 촉매, 원자 수소의 소스, 및 원자 수소화물 중에서 적어도 하나를 형성하는 전도성 매트릭스를 포함할 수 있다. 추가의 실시 예에서, H_2O의 소스를 포함하는 반응물들은 대용량(bulk) H_2O와, 대용량이 아닌 상태의 H_2O와, 그리고 H_2O를 형성하고 결합(bound) H_2O를 방출하는 반응 중에서 적어도 하나의 반응을 수행하는 화합물 또는 화합물들을 포함할 수 있다. 또한, 결합(bound) H_2O는 흡착(absorbed) H_2O, 결합(bound) H_2O, 물리흡착(physisorbed) H_2O, 및 수화수(waters of hydration)들 중에서 적어도 하나의 상태에 있는 H_2O와 상호작용하는 화합물을 포함할 수 있다. 여러 실시 예들에서, 반응물들은 전도체(conductor)와, 그리고 대용량(bulk) H_2O, 흡착(absorbed) H_2O, 결합(bound) H_2O, 물리흡착(physisorbed) H_2O, 및 수화 수(waters of hydration)들 중에서 적어도 하나의 방출을 수행하고 반응 생성물로서의 H_2O를 가지는 하나 이상의 화합물들 또는 혼합물들을 포함한다. 다른 실시 예들에서, 발생기 H_2O 촉매의 소스와 원자 수소의 소스 중에서 적어도 하나는 (a) 적어도 하나의 H_2O의 소스, (b) 적어도 하나의 산소의 소스, (c) 적어도 하나의 수소의 소스 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0381] 추가의 실시 예들에서, 촉매의 소스, 촉매, 원자 수소의 소스, 및 원자 수소 중에서 적어도 하나를 형성하기 위한 반응물들은, H_2O 및 H_2O의 소스 중에서 적어도 하나와; O2, H_2O, HOOH, OOH^-, 과산화 이온(peroxide ion), 초산화 이온(superoxide ion), 수소화물(hydride), H_2, 할로겐화물(halide), 산화물(oxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 수산화물(hydroxide), 및 산소, 수화된 화합물(hydrated compound), 그리고 할로겐화물(halide), 산화물(oxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 수산화물(hydroxide), 산소를 포함하는 화합물의 적어도 하나의 그룹으로부터 선택된 수화된 화합물을 포함하는 화합물과; 그리고 전도성 매트릭스를 포함한다. 어떤 실시 예들에서, 옥시수산화물(oxyhydroxide)은 TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며; 산화물(oxide)은 CuO, Cu_2O, CoO, CO_2O_3, CO_3O_4, FeO, Fe_2O_3, NiO, 및 Ni_2O_3 로 이루어진 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며; 수산화물(hydroxide)은 $Cu(OH)_2$, $Co(OH)_2$, $Co(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, 및 $Ni(OH)_2$ 로 이루어진 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며; 산소를 포함하는 화합물은 황산염(sulfate), 인산염(phosphate), 질산염(nitrate), 탄산염(carbonate), 탄산 수소염(hydrogen carbonate), 크롬산염(chromate), 파이로인산염(pyrophosphate), 과황산염(persulfate), 과염소산염(perchlorate), 과브롬산염(perbromate), 및 과옥소산염(periodate), MXO_3, MXO_4 (M = 예를 들어 Li, Na, K, Rb, Cs 같은 알칼리 금속과 같은 금속; X = F, Br, Cl, I), 산화마그네슘코발트(cobalt magnesium oxide), 산화마그네슘니켈(nickel magnesium oxide), 산화마그네슘구리(copper magnesium oxide), Li_2O, 알칼리 금속 산화물(alkali metal oxide), 알칼리 토금속 산화물(alkaline earth metal oxide), CuO, CrO_4, ZnO, MgO, CaO, MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, $A1_2O_3$, MO, FeO, Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, P_2O_3, P_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, CoO, Co_2O_3, Co_3O_4, FeO, Fe_2O_3, NiO, Ni_2O_3, 희토류 산화물(rare earth oxide), CeO_2, La_2O_3, 옥시수산화물(oxyhydroxide), TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH 의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며; 그리고 전도성 매트릭스(conductive matrix)는 금속 분말(metal powder), 탄소(carbon), 탄화물(carbide), 붕소화물(boride), 질화물(nitride), 예를 들어 TiCN 같은 카르보니트릴(carbonitrile), 또는 니트릴(nitrile)로 이루어진 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0382] 여러 실시 예들에서, 반응물들은 금속, 그러한 금속의 금속 산화물, 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 금속과 H_2O의 반응은 열역학적으로 유리하지 않다. 다른 실시 예들에서, 반응물들은 금속의 혼합물, 금속 할로겐화물, 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 금속과 H_2O의 반응은 열역학적으로 유리하지 않다. 추가의 실시 예들에서, 반응물들은 전이 금속의 혼합물, 알칼리 토금속 할로겐화물, 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 금속과 H_2O의 반응은 열역학적으로 유리하지 않다. 또한, 추가의 실시 예들에서 반응물들은 전도체의 혼합물, 흡착 물질(hydroscopic material), 및 H_2O를 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 전도체는 금속 분말 또는 탄소 분말을 포함할 수 있으며, 여기서 금속과 H_2O의 반응은 열역학적으로 유리하지 않다. 여러 실시 예들에서, 흡착 물질(hydroscopic material)은 브롬화리튬(lithium bromide), 염화칼슘(calcium chloride), 염화마그네슘(magnesium chloride), 염화아연(zinc chloride), 탄산칼륨(potassium carbonate), 인산칼륨(potassium phosphate), 예를 들어 $KMgCl_3 \cdot 6(H_2O)$ 같은 광로석(carnallite), 시트르산철암모늄(ferric ammonium citrate), 수산화칼륨(potassium hydroxide) 및 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 진한 황산 및 인산(concentrated sulfuric and phosphoric acids), 셀룰로오스 섬유(cellulose fibers)들, 당(sugar), 캐러멜(caramel), 꿀(honey), 글리세롤(glycerol), 에탄올(ethanol), 메탄올(methanol), 디젤유(diesel fuel), 메탐페타민(methamphetamine), 화학 비료(fertilizer chemical), 염(salt), 건조제(desiccant), 이산화규소(실리카; silica), 활성탄(activated charcoal), 황산칼슘(calcium sulfate), 염화칼슘(calcium chloride), 분자 여과기(여과체; molecular sieves), 제올라이트(비석; zeolite), 용해성 물질(deliquescent material), 염화아연(zinc chloride), 염화칼슘(calcium chloride), 수산화칼륨(potassium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 용해성 염(deliquescent salt)의 그룹 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 어떤 실시 예들에서, 동력 시스템은 전도체, 흡착 물질(hydroscopic material), 및 H_2O의 혼합물을 포함할 수 있으며, 여기서 상대적 몰 량의 (금속/도전체) (흡착 물질) (H_2O) 범위는 약 (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000); (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000); (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000); (0.001 내지 100), (0.001 내지 100), (0.001 내지 100); (0.01 내지 100), (0.01 내지 100), (0.01 내지 100); (0.1 내지 10), (0.1 내지 10), (0.1 내지 10); and (0.5 내지 1), (0.5 내지 1), (0.5 내지 1) 중에서 적어도 하나이다. 어떤 실시 예들에서, H_2O와 열역학적으로 유리하지 않은 반응을 가지는 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In의 그룹에서 적어도 하나가 될 수 있다. 추가의 실시 예들에서, 반응물들은 H_2O의 첨가에 의해 재생될 수 있다.

[0383] 추가의 실시 예들에서, 반응물들은 금속의 혼합물, 그러한 금속의 금속 산화물, 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 금속 산화물은 1000℃ 미만의 온도에서 H_2 환원이 가능하다. 다른 실시 예들에서, 반응물들은 H_2에 의해 용이하게 환원되지 않고 가볍게 가열되는 산화물의 혼합물과, 1000℃ 미만의 온도에서 H_2에 의해 금속으로 환원될 수 있는 산화물을 가지는 금속과, 그리고 H_2O를 포함할 수 있다. 여러 실시 예들에서, 1000℃ 미만의 온도에서 H_2에 의해 금속으로 환원될 수 있는 산화물을 가지는 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In의 그룹 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. 여러 실시 예들에서, H_2에 의해 용이하게 환원되지 않고 가볍게 가열되는 금속 산화물은 알루미나(alumina), 알칼리토산화물(alkaline earth oxide), 및 희토류산화물(rare earth oxide) 중에서 적어도 하나를 포함한다.

[0384] 여러 실시 예들에서, 고체 연료는 탄소(carbon) 또는 활성탄(activated carbon) 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 혼합물은 H_2O의 첨가를 포함하는 재수화(rehydration)에 의해 재생된다. 추가의 실시 예들에서, 반응물들은 슬러리(slurry), 용액(solution), 유제(emulsion), 조성물(composite), 및 화합물 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 여러 실시 예들에서, 대전류(high-current) 전기 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 전달하기 위한 전력의 소스의 전류는 하이드리노 반응물(hydrino reactants)들이 하이드리노(hydrinos)들을 고속으로 형성하는 반응을 수행하게 하기에 충분하다. 여러 실시 예들에서, 대전류(high-current) 전기 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 전달하기 위한 전력의 소스는 다음 중에서 적어도 하나를 포함하는데: 100A 내지 1,000,000A, 1kA 내지 100,000A, 10kA 내지 50kA 중에서 적어도 하나의 범위에 있는 높은 AC, DC, 또는 AC-DC 혼합의 전류

를 발생시키도록 선택된 전압; 100A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 1000A/cm^2 내지 100,000A/cm^2, 및 2000A/cm^2 내지 50,000A/cm^2 중에서 적어도 하나의 범위에 있는 DC 또는 피크 AC 전류 밀도(DC or peak AC current density); 전압은 고체 연료 또는 활성 물질의 전도성에 의해서 결정되며, 여기서 전압은 소정의 전류 배수들의 고체 연료 또는 활성 물질 샘플의 저항에 의해서 주어지고; DC 또는 피크 AC 전압은 약 0.1V 내지 500kV, 0.1V 내지 100kV, 및 1V 내지 50kV로부터 선택된 적어도 하나의 범위일 수 있으며, 그리고 AC 주파수는 약 0.1Hz 내지 10GHz, 1Hz 내지 1MHz, 10Hz 내지 100kHz, 및 100Hz 내지 10kHz의 범위일 수 있다. 여러 실시 예들에서, 고체 연료 또는 활성 물질 샘플의 저항은 약 0.001 milliohm 내지 100 Mohm, 0.1 ohm 내지 1 Mohm, 및 10 ohm 내지 1 kohm 로부터 선택된 적어도 하나의 범위에 있으며, 하이드리노들을 형성하도록 작동하는 전극 면적당 적절한 부하의 도전율(conductivity)은 약 10^{-10} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{6} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-5} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{6} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-4} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{5} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-3} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{4} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-2} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{3} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-1} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{2} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 및 1 $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10 $ohm^{-1}cm^{-2}$로부터 선택된 적어도 하나의 범위에 있다.

[0385] 일 실시 예에서, 고체 연료는 전도성이다. 여러 실시 예들에서, 고체 연료의 부분(portion), 알갱이(pellet), 또는 표본(aliquot)의 저항은 약 10^{-9} ohm 내지 100 ohm, 10^{-8} ohm 내지 10 ohm, 10^{-3} ohm 내지 1 ohm, 10^{-3} ohm 내지 10^{-1} ohm, 및 10^{-3} ohm 내지 10^{-2} ohm 이다. 일 실시 예에서, 하이드리노(hydrino) 반응 속도는 대전류(high current)의 적용(application) 또는 전개(development)에 따라 다르다. 예를 들어 활성 하이드리노 촉매 작용 반응과 같은 하이드리노 촉매 작용 반응은 전도성 연료를 통한 저-전압(low-voltage), 대-전류(high-current) 흐름에 의해서 개시될 수 있다. 에너지 방출은 매우 높을 수 있으며, 충격파(shock wave)가 형성될 수 있다. 일 실시 예에서, 전압은 예를 들어 100A 내지 1,000,000A, 1kA 내지 100,000A, 10kA 내지 50kA 중에서 적어도 하나의 범위에 있는 대전류 점화를 발생시키는 높은 AC, DC, 또는 AC -DC 혼합의 전류를 발생시키도록 선택된다. 전류 밀도는 예를 들어 압축 알갱이(pressed pellet)와 같은 알갱이를 포함할 수 있는 연료의 100A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 1000A/cm^2 내지 100,000A/cm^2, 그리고 2000A/cm^2 내지 50,000A/cm^2 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다. DC 또는 피크 AC 전압은 약 0.1V 내지 100kV, 0.1V 내지 1kV, 0.1V 내지 100V, 그리고 0.1V 내지 15V 로부터 선택된 적어도 하나의 범위일 수 있다. AC 주파수는 약 0.1Hz 내지 10GHz, 1Hz 내지 1MHz, 10Hz 내지 100kHz, 그리고 100Hz 내지 10kHz 범위일 수 있다. 펄스 시간(pulse time)은 약 10^{-6}s 내지 10s, 10^{-5}s 내지 1s, 10^{-4}s 내지 0.1s, 그리고 10^{-3}s 내지 0.01s 로부터 선택된 적어도 하나의 범위일 수 있다.

[0386] 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 H_2O의 소스 또는 H_2O를 포함할 수 있다. H_2O 몰% 함량은 약 0.000001% 내지 100%, 0.00001% 내지 100%, 0.0001% 내지 100%, 0.001% 내지 100%, 0.01% 내지 100%, 0.1% 내지 100%, 1% 내지 100%, 10% 내지 100%, 0.1% 내지 50%, 1% 내지 25%, 그리고 1% 내지 10% 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다. 일 실시 예에서, 하이드리노 반응 속도(hydrino reaction rate)는 대전류의 적용 또는 전개에 따라 다르다. 일 실시 예에서, 전압은 100A 내지 1,000,000A, 1kA 내지 100,000A, 10kA 내지 50kA 중에서 적어도 하나의 범위에 있는 높은 AC, DC, 또는 AC-DC 혼합의 전류를 발생시키도록 선택된다. DC 또는 피크 AC 전류 밀도는 100A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 1000A/cm^2 내지 100,000A/cm^2, 및 2000A/cm^2 내지 50,000A/cm^2 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다. 일 실시 예에서, 전압은 고체 연료 또는 활성 물질의 도전율(conductivity)에 따라 정해진다. 고체 연료 또는 활성 물질 샘플의 저항은 약 0.001 milliohm 내지 100 Mohm, 0.1 ohm 내지 1 Mohm, 및 10 ohm 내지 1 kohm 로부터 선택된 적어도 하나의 범위이다. 하이드리노들을 형성하도록 작동하는 전극 면적당 적절한 부하의 도전율(conductivity)은 약 10^{-10} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{6} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-5} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{6} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-4} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{5} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-3} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{4} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-2} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{3} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-1} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{2} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 및 1 $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10 $ohm^{-1}cm^{-2}$로부터 선택된 적어도 하나의 범위에 있다. 일 실시 예에서, 전압은 소정의 전류 배수들의 고체 연료 또는 활성 물질 샘플의 저항에 의해서 주어진다. 저항이 대략 1 mohm 정도인 모범적 예에서, 전압은 예를 들어 < 10V 와 같이 낮다. 본질적으로 저항이 무한대의 본질적으로 순수한 H_2O의 모범적 예에서, 점화를 위한 대전류를 이루기 위해서 인가된 전압은 예를 들어 약 5kV 이상으로 높은, H_2O의 파손 전압(breakdown voltage) 이상의 전압과 같이 높다. 여러 실시 예들에서, DC 또는 피크 AC 전류 밀도는 약 0.1V 내지 500kV, 0.1V 내지 100kV, 및 1V 내지 50kV로부터 선택된 적어도 하나의 범위일 수 있다. AC 주파수는 약 0.1Hz 내지 10GHz, 1Hz 내지 1MHz, 10Hz 내지 100kHz, 그리고 100Hz 내

지 10kHz 범위일 수 있다. 일 실시 예에서, DC 전압은 이온화된 H_2O를 포함하는 플라즈마를 창출하도록 방출되며, 여기서 전류는 감쇠되고(underdamped) 그리고 쇠퇴하면서 진동한다(oscillates).

[0387] 일 실시 예에서, 대전류는 소정의 전압 및 전류를 이루도록 직렬 및 병렬 중에서 적어도 하나로 연결될 수 있는 예를 들어 슈퍼커패시터(supercapacitors)들과 같은 축전기(capacitors)들의 방전에 의해서 이루어지며, 여기서 전류는 DC 가 되거나 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 저전압 변압기(low voltage transformer)와 같이, 전압기 같은 회로 요소(circuit elements)들에 의해 조절될 수 있다. 축전기는 그리드 전력(grid power), 발전기(generator), 연료 전지(fuel cell), 또는 배터리(battery)와 같은 전원(electrical source)에 의해서 충전될 수 있다. 일 실시 예에서, 배터리는 전기를 공급한다. 일 실시 예에서, 적절한 주파수, 전압, 및 전류 파형(current waveform)은 축전기들 또는 배터리의 출력을 조절하는 전력에 의해서 이루어질 수 있다.

[0388] 고체 연료 또는 활성 물질은 금속, 탄소, 또는 탄화물과 같은 전도체 또는 전도성 매트릭스 또는 지지체와, 그리고 H_2O를 형성하도록 반응할 수 있는 또는 본 발명의 결합 H_2O와 같은 결합 H_2O를 방출할 수 있는 화합물 또는 화합물들과 같은 H_2O 또는 H_2O의 소스를 포함할 수 있다. 고체 연료는 H_2O, H_2O와 상호작용하는 화합물 또는 혼합물, 및 전도체를 포함할 수 있다. H_2O는 예를 들어 물리흡착(physisorbed) H_2O 또는 수화수(waters of hydration)들과 같이 흡착(absorbed) H_2O 또는 결합(bound) H_2O와 같은 대용량(bulk) H_2O가 아닌 상태로 존재할 수 있다. 또는, H_2O가 높은 전도성인 또는 적절한 전압의 인가에 의해서 높은 전도성으로 만들어진 혼합물 내에 대용량(bulk) H_2O로서 존재할 수도 있다. 고체 연료는 H_2O와, 높은 전도성을 제공하는 금속 분말 또는 탄소와 같은 물질 또는 화합물과, 그리고 H 및 HOH 촉매를 형성하기 용이하도록 예를 들어 금속 산화물과 같이 산화물 같은 물질 또는 화합물을 포함할 수 있다. 모범적 고체 연료는 R-Ni 단독으로 그리고 예를 들어 전이 물질 및 Al의 첨가제들과 같은 첨가제와 함께 포함할 수 있으며, 여기서 R-Ni는 수화된(hydrated) Al_2O_3 및 $Al(OH)_3$의 분해(decomposition)에 의해서 H 및 HOH를 방출한다. 적절한 모범적 고체 연료는, 예를 들어 TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, OOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH 같은 적어도 하나의 산화물과, 그리고 예를 들어 금속 분말과 탄소 분말 중에서 적어도 하나와 같은 전도성 매트릭스와, 그리고 선택적으로 H_2O를 포함한다. 고체 연료는, 예를 들어 $Cu(OH)_2$, $Co(OH)_2$, $Fe(OH)_2$ 및 $Ni(OH)_2$ 같이, 그리고 예를 들어 $Al(OH)_3$ 같은 수산화알루미늄과 같이, 전이 금속 수산화물 같은 적어도 하나의 수산화물과, 예를 들어 탄소 분말과 금속 분말 중에서 적어도 하나와 같은 전도체와, 그리고 선택적으로 H_2O를 포함할 수 있다. 고체 연료는 예를 들어 CuO, Cu_2O, NiO, Ni_2O_3, FeO 및 Fe_2O_3 중에서 적어도 하나와 같이, 적어도 하나의 전이 금속 산화물과 같은 적어도 하나의 산화물과, 예를 들어 탄소 분말과 금속 분말 중에서 적어도 하나와 같은 전도체와, 그리고 H_2O를 포함할 수 있다. 고체 연료는, 예를 들어 $MgCl_2$ 같이 알칼리토금속 할로겐화물 같은 금속 할로겐화물과 같은 적어도 하나의 할로겐화물과, 예를 들어 Co 또는 Fe 같은 금속 분말 중에서 적어도 하나와 같은 전도체와, 그리고 H_2O를 포함할 수 있다. 고체 연료는 수산화물, 옥시수산화물, 산화물, 및 예를 들어 금속 할로겐화물과 같은 할로겐화물 중에서 적어도 두 개와, 적어도 하나의 전도체 또는 전도성 매트릭스와, 그리고 H_2O를 포함하는 고체 연료와 같은, 고체 연료들의 혼합물을 포함할 수 있다. 전도체는 반응 혼합물의 하나 이상의 다른 성분들로 코팅된 적어도 하나의 금속 스크린을 포함할 수 있으며, 반응 혼합물은 고체 연료, R-Ni, 예를 들어 전이 금속 분말과 같은 금속 분말, Ni 또는 Co 셀메트(celmet), 탄소, 또는 탄화물 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 전도체 또는 전도성 지지체 또는 전도성 매트릭스를 포함한다. 일 실시 예에서, 수계(H_2O-based) 고체 연료의 적어도 하나의 전도체는 예를 들어 Cu, Al, 및 Ag 같이 적어도 하나의 전이 금속과 같은, 금속 분말의 금속을 포함한다.

[0389] 일 실시 예에서, 고체 연료는 예를 들어 활성탄(activated carbon)과 같은 탄소와 H_2O를 포함한다. 플라즈마를 형성하기 위한 점화가 진공 또는 불활성 분위기(inert atmosphere) 하에서 발생하는 경우, 플라즈마-대-발전에 후속하는, 플라즈마로부터 응축된 탄소는 재생 사이클에서 고체를 재형성하도록 재수화(rehydrated) 될 수 있다. 고체 연료는 산성, 염기성, 또는 중성의 H_2O와, 활성탄(activated carbon), 목탄(charcoal), 흑연(soft charcoal), 적어도 하나의 증기 및 수소 처리된 탄소(steam and hydrogen treated carbon)와, 그리고 금속 분말의 적어도 하나의 혼합물을 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 탄소-금속 혼합물의 금속은 적어도 부분적으로 H_2O와 반응하지 않는다. H_2O와의 반응에 대해서 적어도 부분적으로 안정적인 적절한 금속들은 Cu, i, Pb, Sb,

Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In의 그룹 중에서 적어도 하나이다. 혼합물은 H_2O의 첨가를 포함하는 재수화(rehydration)에 의해서 재생될 수 있다.

[0390] 일 실시 예에서, 기본적인 필수 반응물들은 H의 소스와, O의 소스와, 그리고 점화 중에 대전류가 물질에 스며들게 하는 양호한 전도체이다. 고체 연료 또는 활성 물질은, 예를 들어 밀봉 알루미늄 베셀과 같이, 밀봉 금속 베셀과 같은 밀봉 베셀 내에 수용될 수 있다. 고체 연료 또는 활성 물질은, 예를 들어 테일러-윈필드 모델 ND-24-75 점 용접기(Taylor- Winfield model ND-24-75 spot welder)의 두 개의 구리 전극들 사이의 감금(confinement)에 의해서 이루어지는 것과 같이, 점 용접기에 의해서 생기는 저-전압 대-전류 펄스와 같은 펄스에 의해서 반응될 수 있으며, 저-전압 대-전류 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 받게 된다. 60Hz 전압은 약 5 내지 20V RMS가 될 수 있으며, 전류는 약 10,000 내지 40,000A/cm^2 이 될 수 있다.

[0391] 모범적 활성 물질들 및 조건들은, 예를 들어 슬러리(slurry)와 같은 메시 스크린(mesh screen)상으로 코팅되고 건조된 다음에 약 60 Hz, 8 V RMS의 전기 펄스를 40,000 A/cm^2 까지 받는 TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, SmOOH, $Ni_2O_3 \cdot H_2O$, $La_2O_3 \cdot H_2O$, 및 $Na_2SO_4 \cdot H_2O$ 중에서 적어도 하나이다.

[0392] 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 발생기 H_2O 및 H를 형성하도록 H_2O, 분산자(dispersant) 및 분해자(dissociator)를 포함한다. 적절한 모범적 분산자들 및 분해자들은, FeBr2 같은 브롬화물(bromide)과 같이 전이 금속 할로겐화물 같은 금속 할로겐화물의 할로겐화 화합물과, 예를 들어 $CuBr_2$ 같은 수화물(hydrate)을 형성하는 화합물과, 그리고 복수의 산화 상태들이 가능한 금속을 가지는 예를 들어 산화물 및 할로겐화물과 같은 화합물들이다. 다른 화합물들은, 예를 들어 CoO, Co_2O_3, Co_3O_4, CoOOH, $Co(OH)_2$, $Co(OH)_3$, NiO, Ni_2O_3, OOH, $Ni(OH)_2$, FeO, Fe_2O_3, FeOOH, Fe(OH), CuO, Cu_2O, CuOOH, 및 $Cu(OH)_2$ 같이, 전이 원소들의 화합물들과 같은 산화물들, 옥시수산화물들, 또는 수산화물들이다. 다른 실시 예들에서, 전이 금속은 예를 들어 알칼리, 알칼리토류, 내부 전이, 및 희토류 금속, 및 그룹 13 및 14 금속들 같은 다른 것들로 대체된다. 적절한 예들은 La_2O_3, CeO_2, 및 LaX_3 (X = 할로겐화물) 이다. 또 다른 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 예를 들어 산화물,옥시수산화물, 수산화물, 또는 할로겐화물과 같은 무기 화합물의 수화물(hydrate)로서 H_2O를 포함한다. 다른 적절한 수화물(hydrates)들은 황산염, 인산염, 질산염, 탄산염, 탄산수소염, 크롬산염, 파이로인산염(pyrophosphate), 과황산염(persulfate), 차아염소산염(hypochlorite), 아염소산염(chlorite), 염소산염(chlorate), 과염소산염(perchlorate), 하이포아브롬산염(hypobromite), 브로마이트(bromite), 브롬산염(bromate), 과염소산염(perchlorate), 하이포아요오드산염(hypoiodite), 아이어다이트(iodite), 요오드산염(iodate), 과옥소산염(periodate), 황산 수소염(hydrogen sulfate), 인산 수소 또는 이수소(hydrogen or dihydrogen phosphate), 옥시음이온을 가지는 다른 금속 화합물들, 및 금속 할로겐화물들이다. 예를 들어 금속 산화물 또는 할로겐화 화합물과 같은 분산자 및 분해자(dispersant and dissociator)의 몰 비율(moles ratios)들은 점화 이벤트를 일으키는 임의의 소정된 비율이다. H_2O 몰 수에 대한 적어도 하나의 화합물의 적절한 몰 수는 약 0.000001 내지 100000, 0.00001 내지 10000, 0.0001 내지 1000, 0.01 내지 100, 0.1 내지 10, 그리고 0.5 내지 1 중에서 적어도 하나의 범위이며, 여기서 비율은 (화합물 몰수/H_2O 몰수) 이다. 고체 연료 또는 활성 물질은 전이 금속 분말, Ni 또는 Co 셀메트, 탄소 분말, 또는 탄화물 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 전도체, 또는 전도성 지지체 또는 전도성 매트릭스를 추가로 포함할 수 있다. 전도체의 몰 수에 대하여 적어도 하나의 H_2O 화합물을 포함하는 수화된 화합물의 몰 수의 적절한 몰 비율은 약 0.000001 내지 100000, 0.00001 내지 10000, 0.0001 내지 1000, 0.01 내지 100, 0.1 내지 10, 그리고 0.5 내지 1 중에서 적어도 하나의 범위이며, 여기서 비율은 (수화된 화합물 몰수/전도체 몰수) 이다.

[0393] 일 실시 예에서, 반응물은 H_2O의 첨가에 의해서 생성물로부터 재생된다. 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 H_2O와, 그리고 점화를 발생시키기 위해서 수화된 물질을 통하여 유동하도록 본 발명의 저-전압 고-전류에 적합한 전도성 매트릭스를 포함한다. 전도성 매트릭스 물질은 금속 표면, 금속 분말, 탄소, 탄소 분말, 탄화물, 붕소화물, 질화물, 예를 들어 TiCN 같은 카르보니트릴(carbonitrile), 니트릴(nitrile), 본 발명의 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 물질이다. 고체 연료 또는 활성 물질을 형성하고 이를 생성물로부터 방출

하기 위한 H_2O의 첨가는 연속적이거나 또는 간헐적일 수 있다.

[0394] 고체 연료 또는 활성 물질은 전도성 매트릭스의 혼합물, 예를 들어 전이 금속과 예를 들어 Fe, Cu, Ni, 또는 Co로부터 선택된 산화물과 같이 그러한 전이 금속의 산화물들 중에서 적어도 하나와의 혼합물과 같이, 금속과 상응하는 금속 산화물의 혼합물과 같은 산화물, 및 H_2O를 포함할 수 있다. H_2O는 수화된 산화물의 형태로 될 수 있다. 다른 실시 예들에서, 금속/금속 산화물 반응물들은 금속으로 용이하게 환원될 수 있는 산화물에 상응하게 H_2O와의 낮은 반응성을 가지는 또는 하이드리노 반응 중에 산화하지 않는 금속을 포함한다. H_2O와의 낮은 반응성을 가지는 적절한 모범적 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr 로부터 선택된 하나이다. 금속은 반응 중에 산화물로 변환될 수 있다. 금속 반응물에 상응하는 산화물 생성물은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 시스템들 및 방법들에 따른 수소 환원에 의해서 초기 금속으로 재생될 수 있다. 수소 환원은 상승 온도에서 될 수 있다. 수소는 H_2O의 전기 분해(electrolysis)에 의해서 공급될 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 금속은 예를 들어 산소에 더 활동적인 금속과 같은 환원제에 의한 환원인 탄소-변형(carbo-reduction)에 의해서, 또는 예를 들어 용융 염(molten salt) 내에서의 전기 분해와 같은 전기 분해에 의해서 산화물로부터 재생된다. 산화물로부터 금속의 형성은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 시스템들 및 방법들에 의해서 이루어질 수 있다. 금속 대 금속 산화물 대 H_2O의 몰량(molar amount)은 본 발명에서 주어진 바와 같이 전기의 저-전압 대전류 펄스를 받을 때 점화를 발생하는 임의의 바람직한 양이다. (금속), (금속 산화물), (H_2O)의 상대적 몰량(molar amounts)들의 적절한 범위들은 약 (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000); (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000); (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000); (0.001 내지 100), (0.001 내지 100), (0.001 내지 100); (0.01 내지 100), (0.01 내지 100), (0.01 내지 100); (0.1 내지 10), (0.1 내지 10), (0.1 내지 10); 그리고 (0.5 내지 1), (0.5 내지 1), (0.5 내지 1)이다. 고체 연료 또는 활성 물질은 슬러(slurry), 용액(solution), 유제(emulsion), 조성물(composite), 및 화합물 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0395] 고체 연료 또는 활성 물질은 전도성 매트릭스의 혼합물, 예를 들어 제1 금속과 상응하는 제1 금속 할로겐화물 또는 제2 금속 할로겐화물과의 혼합물과 같은 할로겐화물, 및 H_2O를 포함할 수 있다. H_2O는 수화된 할로겐화물의 형태가 될 수 있다. 제2 금속 할로겐화물은 제1 금속 할로겐화물보다 더 안정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 금속은 금속으로 용이하게 환원될 수 있는 산화물에 상응하게 H_2O와의 낮은 반응성을 가지거나 또는 하이드리노 반응 중에 산화하지 않는다. 낮은 H_2O 반응성을 가지는 적절한 모범적 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr로부터 선택된 하나이다. 금속 대 금속 할로겐화물 대 H_2O의 몰량(molar amount)은 본 발명에서 주어진 바와 같이 전기의 저-전압 대전류 펄스를 받을 때 점화를 발생하는 임의의 바람직한 양이다. (금속), (금속 할로겐화물), (H_2O)의 상대적 몰량(molar amounts)들의 적절한 범위들은 약 (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000); (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000); (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000); (0.001 내지 100), (0.001 내지 100), (0.001 내지 100); (0.01 내지 100), (0.01 내지 100), (0.01 내지 100); (0.1 내지 10), (0.1 내지 10), (0.1 내지 10); 그리고 (0.5 내지 1), (0.5 내지 1), (0.5 내지 1) 이다. 고체 연료 또는 활성 물질은 슬러(slurry), 용액(solution), 유제(emulsion), 조성물(composite), 및 화합물 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0396] 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 예를 들어 금속 또는 탄소와 같이 본 발명의 전도체와 같은 전도체, 흡착 물질(hydroscopic material), 및 H_2O를 포함할 수 있다. 흡착 물질(hydroscopic material)은 브롬화리튬(lithium bromide), 염화칼슘(calcium chloride), 염화마그네슘(magnesium chloride), 염화아연(zinc chloride), 탄산칼륨(potassium carbonate), 인산칼륨(potassium phosphate), 예를 들어 $KMgCl_3 \cdot 6(H_2O)$ 같은 광로석(carnallite), 시트르산철암모늄(ferric ammonium citrate), 수산화칼륨(potassium hydroxide) 및 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 진한 황산 및 인산(concentrated sulfuric and phosphoric acids), 셀룰로오스 섬유(cellulose fibers)들, 당(sugar), 캐러멜(caramel), 꿀(honey), 글리세롤(glycerol), 에탄올(ethanol), 메탄올(methanol), 디젤유(diesel fuel), 메탐페타민(methamphetamine), 많은 화학 비료(fertilizer chemicals)들, 식탁용 소금을 포함한 염(salt including table salt), 및 예를 들어 이산화규소(실리카; silica)와 같은 건조제(desiccant), 활성탄(activated charcoal), 황산칼슘(calcium sulfate), 염화칼슘

(calcium chloride), 분자 여과기(여과체; molecular sieves - 통상적으로, 제올라이트(비석; zeolite)), 또는 예를 들어 염화아연(zinc chloride), 염화칼슘(calcium chloride), 수산화칼륨(potassium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 이 기술 분야의 숙련자에게 공지된 많은 다른 용해성 염(deliquescent salts)들과 같은 용해성 물질(deliquescent material) 뿐만 아니라, 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다양한 다른 물질(substances)들을 포함할 수 있다. (금속), (흡착 물질), (H_2O)의 상대적 몰량(molar amounts)들의 적절한 범위들은 약 (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000); (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000); (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000); (0.001 내지 100), (0.001 내지 100), (0.001 내지 100); (0.01 내지 100), (0.01 내지 100), (0.01 내지 100); (0.1 내지 10), (0.1 내지 10), (0.1 내지 10); 그리고 (0.5 내지 1), (0.5 내지 1), (0.5 내지 1)이다. 고체 연료 또는 활성 물질은 슬러(slurry), 용액(solution), 유제(emulsion), 조성물(composite), 및 화합물 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 모범적 활성 물질에서, 0.05 ml(50 mg)의 H_2O가 알루미늄 DSC 팬(알루미늄 도가니 30μl, D:6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프 찍힌, 꽉 조여지지 않은 (Setaram, S08/HBB37409)) 안에 밀봉된 20mg에 혹은 Co_3O_4 또는 CuO 어느 하나에 첨가되고, 테일러-윈필드 모델 ND-24-75 점 용접기(Taylor- Winfield model ND-24-75 spot welder)를 이용하여 약 8V RMS 에서 15,000 내지 25,000 A 사이의 전류로 점화된다. 각각 활성의 고도로-이온화된 팽창 플라즈마로서 샘플들을 증발시키는 큰 에너지의 폭발이 관찰되었다. 동일한 방법으로 유사한 결과를 가지며 점화된 또 다른 모범적 고체 연료는 알루미늄 DSC 팬 (71.1 mg)(알루미늄 도가니 30μl, D:6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프 찍힌, 꽉 조여진 (Setaram, S08/HBB37409)) 안에 밀봉된 Cu (42.6 mg) + CuO (14.2 mg) + H_2O (16.3 mg) 를 포함한다.

[0397] 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 발생기 H_2O 촉매의 소스 및 H의 소스를 포함한다. 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 전도성이거나 또는 발생기 H_2O의 촉매의 소스와 H의 소스의 혼합물을 전도성으로 되게 하는 전도성 매트릭스 재료를 포함한다. 발생기 H_2O의 촉매의 소스와 H의 소스 중에서 적어도 하나의 소스는 적어도 O 및 H를 포함하는 화합물 또는 화합물들의 혼합물 및 물질이다. O를 포함하는 화합물 또는 물질은 산화물, 수산화물, 그리고 예를 들어 알칼리, 알칼리 토류, 전이 금속, 내부 전이 금속, 희토류 금속, 및 그룹 13 및 14 금속 산화물, 할로겐화물 및 옥시수산화물과 같은 옥시수산화물 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. O를 포함하는 화합물 또는 물질은 황산염(sulfate), 인산염(phosphate), 질산염(nitrate), 탄산염(carbonate), 탄산수소염(hydrogen carbonate), 크롬산염(chromate), 파이로인산염(pyrophosphate), 과황산염(persulfate), 과염소산염(perchlorate), 과브롬산염(perbromate), 및 과옥소산염(periodate), 및 MXO_3, MXO_4 (M = 예를 들면 Li, Na, K, Rb, Cs 같은 알칼리 금속과 같은 금속; X = F, Br, CI, I), 산화마그네슘코발트(cobalt magnesium oxide), 산화마그네슘니켈(nickel magnesium oxide), 산화마그네슘구리(copper magnesium oxide), Li_2O, 알칼리 금속 산화물(alkali metal oxide), 알칼리 토금속 산화물(alkaline earth metal oxide), CuO, CrO_4, ZnO, MgO, CaO, MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, MO, FeO, Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, P_2O_3, P_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, 예를 들어 CeO_2 또는 La_2O_3 같은 희토류 산화물(rare earth oxide), 예를 들어 TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH, 같은 옥시수산화물(oxyhydroxide)로 될 수 있다. 모범적인 H의 소스들은 H_2O과, 그리고 예를 들어 수화물(hydrate), 수산화물(hydroxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 또는 황산 수소염(hydrogen sulfate), 인산 수소 또는 이수소(hydrogen or dihydrogen phosphate), 및 탄화수소(hydrocarbon) 같은 결합 또는 흡착 H_2O(bound or absorbed H_2O)를 가지는 화합물이다. 전도성 매트릭스 물질은 금속 분말, 탄소, 탄소 분말, 탄화물, 붕소화물, 질화물, 예를 들어 TiCN 같은 카르보니트릴(carbonitrile), 또는 니트릴(nitrile) 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. 본 발명의 전도체는, 전도체를 가지는 혼합물을 포함하는 고체 연료 또는 활성 물질이 전도성이 되게 하는, 예를 들면 대용량(bulk), 미립자(particulate), 동력(power), 나노 분말(nanopowder) 및 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 형태들과 같이 다른 실시 예들에서 다른 물리적 형태들로 될 수가 있다.

[0398] 모범적 고체 연료 또는 활성 물질들은 H_2O 및 전도성 매트릭스 중에서 적어도 하나를 포함한다. 모범적 실시 예에서, 고체 연료는 H_2O와, 그리고 예를 들어 Fe 금속 분말 전도체와 같은 형태 및 예를 들어 수산화철(iron hydroxide), 산화철(iron oxide), 옥시수산화철(iron oxyhydroxide), 및 할로겐화철(iron halide) 같은 Fe 화

합물의 형태와 같이, Fe 같은 전이 금속의 금속 전도체를 포함하며, 여기서 후자는 H_2O의 소스로서 작용하는 수화물(hydrate)로서 H_2O를 대체할 수 있다. 다른 금속들이 예를 들어 대용량(bulk), 시트(sheet), 스크린(screen), 메시(mesh), 와이어(wire), 미립자(particulate), 분말(powder), 나노 분말(nanopowder), 및 고체, 액체, 기체와 같은 형태들뿐만 아니라, 예를 들어 금속들 및 화합물들과 같은 각각의 임의의 물리적 형태들로 Fe를 대체할 수가 있다. 전도체는 예를 들어 대용량 탄소(bulk carbon), 미립자 탄소(particulate carbon), 탄소 분말(carbon powder), 탄소 에어로졸(carbon aerogel), 탄소 나노튜브(carbon nanotubes)들, 활성탄(activated carbon), 그라핀(graphene), KOH 활성탄(KOH activated carbon) 또는 나노 튜브(nanotubes)들, 탄화물 유도 탄소(CVC; carbide derived carbon), 탄소 섬유 직물(carbon fiber cloth), 및 플러린(fullerene) 중에서 적어도 하나와 같은 하나 이상의 물리적 형태들의 탄소를 포함할 수 있다. 적절한 모범적 고체 연료들 또는 활성 물질들은, $CuBr_2$ + H_2O + 전도성 매트릭스; $Cu(OH)_2$ + $FeBr_2$ + 예를 들어 탄소 또는 금속 분말과 같은 전도성 매트릭스 물질; FeOOH + 예를 들어 탄소 또는 금속 분말과 같은 전도성 매트릭스 물질; Cu(OH)Br + 예를 들어 탄소 또는 금속 분말과 같은 전도성 매트릭스 물질; AlOOH 또는 $Al(OH)_3$ + Al 분말, 여기서 첨가물 H_2는 AlOOH 또는 $Al(OH)_3$ 의 분해(decomposition)로부터 형성되는 H_2O와 Al의 반응에 의해서 하이드리노(hydrinos)들을 형성하도록 반응들에 공급된다; 예를 들어 증기 작동될 수 있는 탄소 나노 튜브들 및 플러렌(carbon nanotubes and fullerene)과 같은 전도성 나노입자(conducting nanoparticles)들 내의 H_2O 및 금속화 제올라이트(metalized zeolites)들 내의 H_2O, 여기서 유처리제(dispersant)가 예를 들어 탄소와 같은 습식 소수성(wet hydrophobic) 물질에 사용될 수 있다; NH_4NO_3 + H_2O + NiAl 합금 분말; $LiNH_2$ + $L1NO_3$ + Ti 분말; $LiNH_2$ + $L1NO_3$ + Pt/Ti; $LiNH_2$ + NH_4NO_3 + Ti 분말; BH_3NH_3 + NH_4NO_3; BH_3NH_3 + 질산염(nitrates), 탄산염(carbonates), 황산염(sulfates)뿐만 아니라 CO_2, SO_2, NO_2; LiH + NH_4NO_3 + 전이 금속(transition metal), 희토류 금속(rare earth metal), Al 또는 다른 산화하기 쉬운 금속(oxidizable metal); NH_4NO_3 + 전이 금속(transition metal), 희토류 금속(rare earth metal), Al 또는 다른 산화하기 쉬운 금속(oxidizable metal); NH_4NO_3 + R-Ni; 각각 본 발명의 수산화물 $LiNO_3$, $LiClO_4$ 및 S_2O_8를 가지는 P_2O_5 + 전도성 매트릭스; 및 수산화물(hydroxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 예를 들어 하나 이상의 본 발명의 수소 저장 물질(hydrogen storage material), 디젤 연료(diesel fuel)와 같은 H의 소스와, 그리고 예를 들어 P_2O_5 같은 전자 수용체(electron acceptor) 및 예를 들어 CO_2, SO_2, 또는 NO_2 같은 다른 산 무수물(acid anhydrides)들로 될 수 있는 산소의 소스이다.

[0399] 하이드리노(hydrinos)들을 형성하기 위한 고체 연료 또는 활성 물질은 예를 들어 NH_4NO_3, 트리토날(tritonal), RDX, PETN, 및 본 발명의 다른 물질들과 같은 적어도 하나의 고 반응성(highly reactive) 또는 활성 물질을 포함할 수 있다. 고체 연료 또는 활성 물질은 적어도 하나의 전도체와, 예를 들어 금속 분말(metal powder), 탄소(carbon), 탄소 분말(carbon powder), 탄화물(carbide), 붕소화물(boride), 질화물(nitride), 예를 들어 TiCN 같은 카르보니트릴(carbonitrile), 또는 니트릴(nitrile), 예를 들어 디젤 연료와 같은 탄화수소(hydrocarbon), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 수산화물(hydroxide), 산화물(oxide)과 같은 전도성 매트릭스 또는 전도성 물질과, 그리고 H_2O를 추가로 포함할 수 있다. 모범적 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 예를 들어 NH_4NO_3, 트리토날(tritonal), RDX, PETN 같은 고 반응성(highly reactive) 또는 활성 물질과, 그리고 예를 들어 Al 같은 금속 분말 또는 전이 금속 분말 및 탄소 분말 중에서 적어도 하나와 같은 전도성 매트릭스를 포함한다. 고체 연료 또는 활성 물질은 본 발명에서 주어진 바와 같은 대전류(high current)로 반응될 수 있다. 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 활성 물질은 예를 들어 유리 미소-구체(glass micro-spheres)와 같은 감광제(sensitizer)를 더 포함한다.

[0401] <u>A. 플라즈마동력학 컨버터(Plasmadynamic Converter; PDC)</u>

[0402] 플라즈마의 양전하의 질량은 전자의 질량의 적어도 1800배이며, 따라서 사이클로트론 궤도(cyclotron orbit)는 1800배 이상이다. 이러한 결과는 전자들이 자력선(magnetic field lines)들 상에 자기적으로 갇히는(magnetically trapped) 동시에 이온들은 이동(drift)할 것이다. 전하 분리(charge separation)가 발생하여서 플라즈마 동력 컨버터에 전압을 제공할 수가 있다.

[0404] B. 자기유체동력학 컨버터(Magnetohydrodynamic (MHD) Converter)

[0405] 교차 자기장(crossed magnetic field)에서의 이온들의 질량 유량(mass flow)의 형성에 근거한 전하 분리는 자기유체역학(MHD) 전력 컨버터(magnetohydrodynamic (MHD) power converter)로 잘 공지된 기술이다. 양전하와 음전하들은 양방향들로 로렌츠 방향(Lorentzian direction)을 수행하고, 상응하는 MHD 전극들에서 수용되어서 전극들 사이의 전압에 영향을 준다. 이온들의 질량 유량을 형성하기 위한 대표적인 MHD 방법은 전자들이 뿌려진(seeded with) 고압가스를 노즐을 통하여 팽창시켜서, 편향된 이온들을 수용하는 편향 장(deflecting field)에 대해서 교차하는 한 세트의 MHD 전극들을 가지는 교차 자기장을 통한 고속 유동을 창출하는 것이다. 본 발명에서, 통상적으로 압력은 대기압보다 크지만 반드시 그런 것은 아니며, 지향성 질량 유량(directional mass flow)은 고도로 이온화되어 급속하게 팽창하는 플라즈마를 형성하기 위한 고체 연료의 반응에 의해서 이루어질 수 있다.

[0407] C. 전자기 직접(교차 장 또는 드리프트) 컨버터. $\vec{E}\times\vec{B}$ 직접 컨버터(Electromagnetic Direct (Crossed Field or Drift) Converter. $\vec{E}\times\vec{B}$ Direct Converter}

[0408] 자기장 및 교차 전기장(magnetic and crossed electric fields)들에서 하전 입자들의 선회중심 이동(guiding center drift)은 공간적으로 분리된 $\vec{E}\times\vec{B}$ 전극들에서 전하를 분리하고 수집하는데 활용될 수 있다. 장치가 입자 에너지를 유도장(guide field)에 대해서 수직으로 추출하기 때문에, 플라즈마 팽창은 필요치 않다. 최적화된 $\vec{E}\times\vec{B}$ 컨버터의 성능은 교차 전기장 방향들에 대해서 마주하는 $\vec{E}\times\vec{B}$ 전극들에서의 전하 분리 및 전압 생성의 소스인 전극들과 이온들 사이의 관성의 차이(inertial diffenence)에 의존한다. $\nabla\vec{B}$ 드리프트 수집은 또한 $\vec{E}\times\vec{B}$ 수집과 독립적으로 또는 결합하여 사용될 수 있다.

[0410] D. 전하 드리프트 컨버터(Charge Drift Converter)

[0411] Timofeev와 Glagolev에 의해서 발표된 [A. V. Timofeev, "플라즈마 에너지의 전기로의 직접 변환을 위한 장치(A scheme for direct conversion of plasma thermal energy into electrical energy)," Sov. J. Plasma Phys., Vol. 4, No. 4, July-August, (1978), pp. 464-468; 그리고 V. M. Glagolev, 및 A. V. Timofeev, 에 의해서 발표된 "원자핵의 전기로의 직접 변환, 드라콘 시스템(Direct Conversion of thermonuclear into electrical energy a drakon system,)" Plasma Phys. Rep., Vol. 19, No. 12, December (1993), pp. 745-749]에서 기술된 직접 동력 컨버터(direct power converter)는 플라즈마로부터의 동력을 추출하기 위해서 분리된 양이온들을 이동(drifting)시키는 전하 주입(charge injection)에 의존한다. 이러한 전하 드리프트 컨버터(charge drift converter)는 자력선(field lines)들의 곡률(curvature)을 가지는 자기 플럭스 B 의 소스 및 자기 플럭스 B 의 소스의 방향을 가로지르는 방향으로 자기장 구배(magnetic field gradient)를 포함한다. 두 가지 경우 모두에서, 음전하 및 양전하 이온들의 이동(drifting)은 B에 의해서 형성된 평면에 수직한 양방향으로 그리고 자기장 구배의 방향 또는 B가 곡률을 가지는 평면의 방향으로 움직인다. 각각의 경우에, 분리된 이온들은 이온들의 열에너지의 상응하는 감소와 함께 평면에 대해서 평행한 마주하는 축전기(capacitor)들에서 전압을 발생시킨다. 전자들은 한쪽 전하 드리프트 컨버터 전극에서 수용되고, 양이온들은 다른 한쪽에 수용된다. 이온들의 유동성은 전자들의 유동성에 비해서 매우 작기 때문에, 전자 주입(electron injection)은 직접적으로 수행되거나 또는 가열된 전하 드리프트 컨버터 전극으로부터 전자들이 떨어져나가게 비등(boiling)에 의해서 수행될 수 있다. 동력 균형에 비용을 들이지 않으면서 동력 손실은 적다.

[0413] E. 자기 밀폐 (Magnetic Confinement)

[0414] 폭발(blast) 또는 점화(ignition) 이벤트를 고려하는 것은 하이드리노(hydrinos)들을 형성하기 위한 H의 촉매가 매우 고속으로 가속할 때이다. 일 실시 예에서, 폭발이나 점화 이벤트로부터 생성되는 플라즈마는 팽창하는 플라즈마 이다. 이 경우에, 자기유체동력학(MHD)은 적절한 변환 시스템 및 방법이다. 그 대안으로, 일 실시 예에서 플라즈마기 밀폐된다. 이 경우에, 변환은 플라즈마동력학 컨버터, 자기유체동력학 컨버터, 전자기 직접 (교차 장 또는 드리프트) 컨버터, $\frac{\vec{E}\times\vec{B}}{}$ 직접 컨버터, 및 전하 드리프트 컨버터 중에서 적어도 하나에 의해 이루어진다. 이 경우에, SF-CIHT 전지와, 그리고 점화, 재장전, 재생, 연료 취급, 및 플라즈마 대 전력 변환 시스템을 포함하는 발전 설비에 더하여, 발전 시스템은 플라즈마 밀폐 시스템을 더 포함한다. 밀폐는 예를 들어 솔레노이드 장(solenoidal fields)과 같은 자기장에 의해 이루어진다.

[0415] 자석은 영구 자석들과, 예를 들어 비냉식, 수냉식 중에서 적어도 하나와 같은 전자석들과, 그리고 상응하는 극저온 관리 시스템을 갖춘 초전도자석들 중에서 적어도 하나를 포함하며, 극저온 관리 시스템은 액체 헬륨 듀어(dewar), 액체 질소 듀어 중에서 적어도 하나와, 구리로 구성될 수 있는 방사 배플과, 고진공 절연물과, 방사 차폐물과, 그리고 하이드리노-기저의 발전기의 전력 출력에 의해 가동될 수 있는 극저온 펌프 및 압축기를 포함한다. 자석들은 예를 들어 헬름홀츠 코일(Helmholtz coils)과 같은 개방형 코일들로 구성될 수 있다. 플라즈마는 자기 병(magnetic bottle) 안에서 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 시스템들 및 방법들에 의해서 추가로 밀폐될 수 있다.

[0416] 두 개 또는 그 이상의 자기 미러(magnetic mirrors)들이 하이드리노(hydrinos)들을 형성하도록 H의 촉매 작용에 의해서 형성된 플라즈마를 밀폐하기 위한 자기 병을 형성할 수도 있다. 밀폐의 이론은 전체로 여기에 참조로 포함된 본 출원인의 선행 출원들, 예를 들면 마이크로파 동력 전지, 화학 반응기, 및 동력 컨버터, 2002년 3월 7일 출원된 PCT/US02/06955 (짧은 버전), 2002년 3월 7일 출원된 PCT/US02/06945 (긴 버전), 그리고 2003년 3월 7일 출원된 미국 특허출원 10/469,913 에 제공되어 있다.

[0417] 중앙 지역에 있는 자기 병 내에서 생성된 이온들은 축선을 따라서 나선형으로 움직이지만, 각각의 말단에서 자기 미러들에 의해서 반사될 것이다. 소정의 축선들에 대해서 평행한 큰 속도 성분을 가지는 더 활동적인 이온들은 병의 말단들에서 탈출하게 될 것이다. 따라서, 일 실시 예에서 병은 자기 병의 말단들로부터 자기유체동력학 컨버터까지 이온들의 본질적으로 선형인 유동을 발생시킬 수 있다. 전자들은 양이온들에 비해서 자체의 낮은 질량으로 인하여 바람직하게 밀폐될 수 있기 때문에, 본 발명의 플라즈마동력학적 실시 예에서 전압이 발생된다. 밀폐된 전자들과 접촉하는 양극(애노드; anode)과 양이온들은 수집하는 예를 들어 밀폐 베셀 벽(confinement vessel wall)과 같은 음극(캐소드; cathode)의 사이로 전력이 흐른다.

[0419] <u>F. 고체 연료 촉매 유발 하이드리노 전이(SF-CIHT) 전지 {Solid Fuel Catalyst Induced Hydrino Transition (SF-CIHT) Cell}</u>

[0420] 본 발명의 화학 반응물들은 고체 연료 또는 활성 물질들 또는 양자 모두로 언급될 수 있다. 고체 연료는 하이드리노를 형성하기 위해서 매우 높은 반응 운동학을 야기하도록 조건들이 만들어지고 유지될 때 활성 물질로서 작동을 수행하여서 활성 물질을 구성할 수 있다. 일 실시 예에서, 하이드리노 반응 속도는 대전류의 적용 또는 전개에 의존한다. SF-CIHT 전지의 실시 예에서, 하이드리노들을 형성하는 반응물들은 매우 급속한 반응 속도 및 에너지 방출을 초래하는 저 전압, 대전류, 큰 전력 펄스를 받는다. 속도는 충격파를 발생시키기에 충분하다. 모범적 일 실시 예에서, 60Hz 전압은 15V 피크 미만이며, 전류는 10,000A/cm^2 내지 50,000A/cm^2피크 이며, 전력은 150,000W/cm^2 and 750,000W/cm^2 이다. 다른 주파수들, 전압들, 전류들, 및 전력들은 이들 매개변수들의 약 1/100 배수들 내지 100배수들의 범위들에서 적절하다. 일 실시 예에서, 하이드리노 반응은 대전류의 적용 또는 전개에 의존한다. 일 실시 예에서 일 실시 예에서, 전압은 예를 들어 100A 내지 1,000,000A, 1kA 내지 100,000A, 10kA 내지 50kA 중에서 적어도 하나의 범위에 있는 AC, DC, 또는 AC -DC 혼합의 전류를 발생시키도록 선택된다. DC, 또는 피크 AC 전류 밀도는 100A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 1000A/cm^2 내지 100,000A/cm^2, 그리고 2000A/cm^2 내지 50,000A/cm^2 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다. DC 또는 피크 AC 전압은 약 0.1V 내지 100kV, 0.1V 내지 1kV, 0.1V 내지 100V, 그리고 0.1V 내지 15V 로부터 선택된 적어도 하나의 범위일 수 있다. AC 주파수는 약 0.1Hz 내지 10GHz, 1Hz 내지 1MHz, 10Hz 내지 100kHz, 그리고 100Hz 내지 10kHz 범위일 수 있다. 펄스 시간(pulse time)은 약 10^{-6}s 내지 10s, 10^{-5}s 내지 1s, 10^{-4}s 내지 0.1s, 그리고 10^{-3}s 내지 0.01s로부

터 선택된 적어도 하나의 범위일 수 있다. 하이드리노에 대한 H 촉매 작용 중에, 전자들은 HOH 로 촉매 변화되는 H로부터 전달되는 에너지에 의해서 HOH 촉매들로부터 이온화된다. 촉매 반응의 단계들은 (1) 원자 수소가 촉매라 불리는 에너지 수용체와 반응하며, 에너지는 원자 수소로부터 에너지 수용으로 인하여 양이온들과 이온화된 전자들을 형성하는 촉매로 전달된다. (2) 다음으로, H의 음성의 전자는 양성의 양자에 보다 근접하게 낮은 외각(shell)으로 떨어져서 더 작은 수소 원자, 하이드리노를 형성하며, 시스템의 설계에 따라 전기 또는 열을 생성하는 에너지를 방출한다. (3) 촉매의 양이온들은 그 잃어버린 전자들을 다시 얻어서, H(원자 수소)로부터 수용된 초기 에너지의 방출과 함께 다른 사이클에 대한 촉매를 재형성한다. SF-CIHT 전지의 높은 전류가 촉매의 잃어버린 전자들로부터 전하 축적의 한계 효과(the limiting effect of the charge accumulation)에 대응하여서 이례적으로(catastrophically) 높은 반응 속도를 발생시킨다. 이러한 전자들(단계 2)은 인가된 대전류로 전달되어서 전하 축적에 의한 촉매 작용 반응의 자체-제한(self-limiting)을 방지할 수 있다. 대전류는 추가로 전자 자극 전이(electron stimulated transitions)들 또는 전자 자극 캐스케이드(electron stimulated cascade)를 발생시키는데, 하나 이상의 전류 전자들은 수소(H) 원자 전자가 하이드리노를 형성하기 위한 전이를 수행하는 속도를 증가시킨다. 대전류는 이례적인 쇠퇴(catastrophic decay) 또는 이례적인 하이드리노 반응 속도를 야기할 수 있다. 하이드리노에 의해 형성된 플라즈마 동력은 직접 전기로 변환될 수 있다.

[0421] 폭발은 차례로 거대한 전자 이온화를 유발하는 급속한 동력학에 의해서 생성된다. 여러 실시 예들에서, 고체 연료의 점화로부터 플라즈마 동력은 예를 들어 MHD, PDC, 및 $\frac{\vec{E}\times\vec{B}}{}$ 직접 컨버터 중에서 적어도 하나와 같은 플라즈마 대 전기 컨버터를 사용하여 전력으로 변환된다. 이들 및 다른 플라즈마 대 전력 컨버터에 대한 세부 사항들은, 여기에 참조로 전부 포함되어 있는 나의 선행 공개 문헌들, 예를 들어 저자 R. M. Mayo, R. L. Mills, M. Nansteel 의 "플라즈마 화력 대 전기의 직접 플라즈마동력학 변환(Direct Plasmadynamic Conversion of Plasma Thermal Power to Electricity)", IEEE Transactions on Plasma Science, October, (2002), Vol. 30, No. 5, pp. 2066-2073; 저자 R. M. Mayo, R. L. Mills, M. Nansteel 의 "마이크로분배 동력 적용들을 위한 신규의 플라즈마 소스로부터 동력의 직접 및 MHD 변환의 포텐셜에 대하여(On the Potential of Direct and MHD Conversion of Power from a Novel Plasma Source to Electricity for Microdistributed Power Applications)", IEEE Transactions on Plasma Science, August, (2002), Vol. 30, No. 4, pp. 1568-1578; 저자 R. M. Mayo, R. L. Mills 의 "마이크로분배 동력 적용들을 위한 플라즈마 화력 대 전기의 직접 플라즈마동력학 변환(Direct Plasmadynamic Conversion of Plasma Thermal Power to Electricity for Microdistributed Power Applications)", 40th Annual Power Sources Conference, Cherry Hill, NJ, June 10-13, (2002), pp. 1-4 ("밀스의 선행 플라즈마 동력 변환 공개 문헌들(Mills Prior Plasma Power Conversion Publications"), 그리고 여기에 참조로 전부 포함되어 있는 나의 선행 출원들, 예를 들어 2002년 3월 7일 출원된 "마이크로파 동력 전지, 화학 반응기, 및 동력 컨버터(Microwave Power Cell, Chemical Reactor, And Power Converter)", PCT/US02/06955 (짧은 버젼), 2002년 3월 7일 출원된 PCT/US02/06945 (긴 버젼), 2003년 9월 5일 출원된 미국 특허출원 10/469,913; 2004년 4월 8일 출원된 "저-에너지 수소 종들을 생성하기 위한 플라즈마 반응기 및 프로세스(Plasma Reactor And Process For Producing Lower-Energy Hydrogen Species)" PCT/US04/010608, 2015년 10월 12일 출원된 미국 특허출원 10/552,585; 및 2002년 11월 8일 출원된 "수소 동력, 플라즈마, 및 레이저 반응기, 및 동력 변환(Hydrogen Power, Plasma, and Reactor for Lasing, and Power Conversion)" PCT/US02/35872, 2004년 5월 6일 출원된 미국 특허출원 10/494,571 {"밀스 선행 플라즈마 동력 변환 공개 문헌들(MKills Prior Plasma Power Conversion Publications)}"에 제시되어 있다.

[0422] 전기로 변환된 플라즈마 에너지는 외부 회로에서 소멸한다. 밀스 선행 플라즈마 동력 변환 공개 문헌들에서 계산에 의해 그리고 실험적으로 입증된 바와 같이, 플라즈마 에너지의 전기로의 변환의 50% 이상이 이루어질 수 있다. 플라즈마뿐만 아니라 열도 각각의 SF-CIHT 전지에 의해 생성된다. 예를 들어 증기기관(steam engine) 또는 증기 또는 가스 터빈(steam or gas turbine) 및 발전기, 랭킨 또는 브레이턴 사이클 엔진(Rankine or Brayton-cycle engine), 또는 스털링 엔진(Stirling engine)과 같은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 컨버터들을 사용하여, 열은 직접 사용되거나 또는, 예를 들어 증기기관(steam engine) 또는 증기 또는 가스 터빈(steam or gas turbine) 및 발전기, 랭킨 또는 브레이턴 사이클 엔진(Rankine or Brayton-cycle engine), 또는 스털링 엔진(Stirling engine)과 같은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 컨버터들을 사용하여, 기계적 동력 또는 전력으로 변환될 수가 있다. 동력 변환을 위해서, 각각의 SF CIHT 전지는 예를 들어 열기관, 증기 또는 가스 터빈 시스템, 스털링 엔진, 또는 열이온식 혹은 열전식 컨버터와 같이, 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 컨버터들뿐만 아니라 밀스 선행 공개 문헌들에 기술된 열에너지 또는 플라즈마 대 기계적 동력 또는 전력의 임의의 컨버터들과 접속될 수가 있다. 추가의 플라즈마 컨버터들은 밀스 선행 공개 문헌들에 기술된 플라즈마동력

한 동력 컨버터(plasmadynamic power converter), $\vec{E}\times\vec{B}$ 직접 컨버터($\vec{E}\times\vec{B}$ direct converter), 자기유체동력학 동력 컨버터(magnetohydrodynamic power converter), 자기 미러 자기유체동력학 컨버터(magnetic mirror magnetohydrodynamic power converter), 전하 드리프트 컨버터(charge drift converter), 포스트 또는 블라인드 동력 컨버터(Post or Venetian Blind power converter), 자이로트론, 광자 번칭 마이크로파 전력 컨버터(gyrotron, photon bunching microwave power converter), 및 광전 컨버터(photoelectric converter) 중에서 적어도 하나를 포함한다. 일 실시 예에서, 밀스 선행 화력 변환 공개 문헌들, 밀스 선행 플라즈마 변환 공개 문헌들, 및 밀스 선행 출원들에 제시된 바와 같이, 전지는 내연기관의 적어도 하나의 실린더를 포함한다.

[0423] 도 1에 도시된 고체 연료 촉매 유발 하이드리노 전이(SF-CIHT) 전지 발전기는 고체 연료(3)의 샘플, 알갱이(pellet), 부분(portion), 또는 표본(aliquot)을 한정하는 적어도 두 개의 전극(2)을 각각 가지는 구조 지지 프레임(1a)을 갖춘 적어도 하나의 SF-CIHT 전지(1)와, 그리고 연료(3)를 통해서 저-전압, 대전류 전기 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 전달하기 위한 전력의 소스(4)를 포함한다. 전류가 연료를 점화하여서 하이드리노(hydrinos)들을 형성하는 것으로부터 에너지를 방출시킨다. 동력은 직접 전기로 변환될 수 있는 연료(3)의 화력 및 고도로 이온화된 플라즈마의 형태이다. (여기서 "점화하다 또는 폭발을 형성하다"는 연료에 가해지는 대전류로 인한 고도의 하이드리노 반응의 확립(establishment)을 나타낸다.) 플라즈마는 전도성 또는 전도성의 지속 시간을 증가시키도록 뿌려질(seeded) 수 있다. 일 실시 예에서, 예를 들어 K_2CO_3 같은 알칼리 금속 또는 알칼리 금속 화합물과 같이, 원소 또는 화합물과 같은 물질의 조성이 고체 연료와 플라즈마 중에서 적어도 하나에 첨가되어서 충전된 이온들에 뿌려진다. 일 실시 예에서, 플라즈마는 플라즈마가 냉각될 때 전도성을 유지하는 예를 들어 알칼리 금속 또는 알칼리 금속 화합물과 같이 이온을 뿌리는(seeding) 소스를 포함한다. 플라즈마를 형성하도록 고체 연료의 점화를 이루기 위한 모범적 전력의 소스들은 테일러-윈필드 모델 ND-24-75 점 용접기(Taylor- Winfield model ND-24-75 spot welder) 및 EM 테스트 모델 CSS 500N10 전류 급증 발전기, 8/20US 10KA UP TO (EM Test Model CSS 500N10 CURRENT SURGE GENERATOR, 8/20US UP TO 10KA) 이다. 일 실시 예에서, 전력의 소스(4)는 DC 이며, 플라즈마 대 전력 컨버터는 DC 자기장에 적합하다. DC 자기장과 협동하는 적절한 컨버터들은 자기유체동력학, 플라즈마동력학, 및 $\vec{E}\times\vec{B}$ 컨버터들이다.

[0424] 일 실시 예에서, 모범적 고체 연료 혼합물은 전이 금속 분말, 그 산화물, 및 H_2O를 포함한다. 미세 분말은 전극(2)들이 개방될 때 이들 사이에 형성된 틈새(gap) 안으로 공압식으로(pneumatically) 분무될 수 있다. 다른 실시 예에서, 연료는 분말 및 슬러리(slurry) 중에서 적어도 하나를 포함한다. 연료는 소정 지역 안으로 분사되어서 전극(2)들 사이에서 한정되고 대전류에 의해 점화될 수가 있다. 분말을 더 잘 한정하기 위해서 전극(2)들이 연료를 유지하는 챔버(chamber)를 형성하도록 암수 절반부(male-female halves)들을 가질 수도 있다. 일 실시 예에서, 연료가 전극간 지역(inter-electrode region) 안으로 유동하여서 연료가 점화되는 각각의 전극(2)의 소정 지역으로 정전 식으로 달라붙도록(electrostatically sticks), 연료가 마주하며 정전 식으로 대전될(oppositely electrostatically charged) 수 있다.

[0425] 도 1에 도시된 발전기의 일 실시 예에서, 전극들의 표면(2)들이 중력 축과 평행하게 될 수 있고, 고체 연료 분말(3)은 간헐적 흐름(intermittent stream)으로서 오버헤드 호퍼(5)로부터 중력식으로 유동할 수 있는데, 여기서 전극(2)들이 유동하는 분말 연료(3)를 수용하도록 개방되고 연료 흐름을 점화시키도록 폐쇄됨에 따라서 간헐적 흐름의 시기(timing)는 전극(2)들의 치수에 맞춰진다. 다른 실시 예에서, 전극(2)들은 그 단부들에 롤러(2a)들을 더 포함하고 있는데, 이들 단부는 연료 유동으로 채워지는 작은 틈새에 의해서 분리되어 있다. 전기적으로 전도성인 연료(3)는 전극(2)들 사이로 회로를 갖추고 있으며, 연료를 통한 대전류 유동이 이러한 회로를 점화시킨다. 연료(3)의 흐름(3) 팽창하는 플라즈마가 연료 흐름의 유동을 방해하는 것을 방지하도록 간헐적이 될 수 있다.

[0426] 또 다른 실시 예에서, 전극(2)들은 구조 부재(2b)에 의해서 지지 되는 한 세트의 기어(2a)들을 포함한다. 이들 기어 세트는 구동 기어 모터(2d)로 구동되는 구동 기어(2c)에 의해서 회전될 수 있다. 구동 기어(2c)는 또한 각각의 기어(2a)에 대한 열싱크(heat sink)로서 작용할 수 있는데, 열은 구동 기어(2c)로부터 열을 수용하는 예를 들어 전극 열교환기(10)에 의해서 제거될 수 있다. 예를 들어 헤링본 기어(herringbone gears)와 같은 기어(2a)들은 각각 정수 n 톱니들을 포함하고 있는데, 여기서 $n-1^{th}$ 톱니간 틈새(inter-tooth gap) 내에 있는 연료는 맞물리는 기어의 n-1 톱니에 의해서 압축되기 때문에 연료는 n^{th} 톱니간 틈새 또는 저지대(bottom land) 안으로

유동한다. 예를 들어 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 서로 맞물리는 다각형 또는 삼각형-톱니 기어(interdigitated polygonal or triangular-toothed gears)들, 나선형 기어(spiral gears)들, 및 오거(augers)들과 같은 기어들에 대한 다른 기하학적 구조들 또는 기어들의 작용은 본 발명의 범위 안에 있다. 일 실시 예에서, 연료와 예를 들어 저지대(bottom land) 같은 전극(2a)들의 기어 톱니들의 소정 지역은, 톱니들이 맞물릴 때 연료가 점화되는 하나 또는 양쪽 모두의 전극(2a)들의 소정 지역으로 안으로 연료가 유입되어서 그러한 소정 지역에 정전 식으로 달라붙도록 서로 마주하며 정전 식으로 대전될 수 있다. 일 실시 예에서, 예를 들어 미세 분말과 같은 연료(3)는 기어(2a)들의 소정 지역 안으로 공압식으로 분무된다. 또 다른 실시 예에서, 연료(3)는 대전류에 의해서 점화되는 기어(2a)들의 톱니들의 교합 지역(interdigitation region)과 같이 전극(2a)들 사이로 형성된 소정 지역 안으로 분사된다. 일 실시 예에서, 롤러들 또는 기어(2a)들은 예를 들어 스프링 작용에 의한 또는 공압식 또는 유압식 작동에 의한 것과 같은 수단에 의해서 서로에 대한 장력(tension)을 유지한다. 톱니들의 맞물림 및 압축은 전도성 연료를 통하여 맞물리는 톱니들 사이의 전기적 접촉을 야기한다. 일 실시 예에서, 전류가 연료를 통해서 선택적으로 유동하도록, 기어들은 맞물리는 중에 연료와 접촉하는 교합 지역 내에서는 전도하며 다른 지역들에서는 절연한다. 일 실시 예에서, 기어(2a)는 교합 지역에서 전도성이 되도록 금속 코팅되거나 또는 접지 경로가 없이 전기적으로 절연된 세라믹 기어들을 포함한다. 또한, 구동 기어(2c)는 비전도성 또는 접지 경로 없이 전기적으로 절연될 수도 있다. 톱니들의 교합 부분들이 되는 전극(2)들로부터 전기적 접촉 및 공급은 브러시(brushes)들에 의해서 제공될 수 있다. 모범적인 브러시는 예를 들면 스프링에 의해서 기어와 접촉하게 밀려지는 탄소 막대 또는 탄소 봉(carbon bar or rod)을 포함한다.

[0427] 또 다른 실시 예에서, 톱니들의 교합 부분들에 대한 전극(2)들의 전기적 접촉 및 공급은 상응하는 기어 허브(hub) 또는 베어링들을 통해서 직접적으로 제공될 수도 있다. 구조 부재(2b)는 전극(2)들을 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 전극들의 각각의 전극(2)은 각각의 기어 상에 중심을 두고 각각의 기어의 중심에 연결되어서 구조 부재(2b) 및 전극(2) 모두로서 작용할 수도 있는데, 여기서 각각의 기어(2a)의 샤프트 또는 허브에 연결된 기어 베어링들은 전기 접점(electrical contact)으로서 작용하며, 유일한 접지 경로는 마주하는 기어들의 접촉 톱니들의 사이이다. 일 실시 예에서, 각각의 기어의 외부는 그 중심 허브 둘레로 돌려져서 더 큰 반경에서 추가의 베어링들을 통한 더 많은 전기 접촉을 가진다. 허브도 넓은 열 싱크(large heat sink)로서 작용할 수 있다. 전극 열교환기(10)도 허브에 부착되어서 기어들로부터 열을 제거할 수 있다. 열교환기(10)는 예를 들어 다이아몬드 또는 다이아몬드와 유사한 탄소 피막(carbon film) 같은 높은 열 전도성을 가지는 전기 절연체와 같은 얇은 절연 층에 의해 허브로부터 전기적으로 절연될 수 있다. 기어들의 전화(electrification)는 컴퓨터 및 예를 들어 브러시 없는 DC 전동기(brushless DC electric motors)들에 사용되는 것과 같은 스위칭 트랜지스터(switching transistor)들을 사용하여서 시간이 맞춰지게 할 수 있다. 일 실시 예에서, 기어들은 기어들이 맞물릴 때 대전류가 연료를 통해서 유동하도록 간헐적으로 동력을 공급받는다. 연료의 유동은 기어들이 맞물리고 전류가 연료를 통해서 유동하도록 야기됨에 따라서 이들 기어들로의 연료의 전달과 일치되게 시간이 맞춰질 수 있다. 결과로 발생하는 대전류 유동은 연료를 점화시킨다. 연료는 틈새를 통해서 연료를 몰고 가도록 회전하는 기어들 또는 롤러(2a)들을 통해서 연속적으로 유동한다. 연료가 한 세트의 기어들의 맞물리는 지역들 또는 한 세트의 롤러들의 마주하는 측면들을 포함하는 전극(2)들 사이의 공간을 채우도록 회전함에 따라서 연료는 연속적으로 점화될 수 있다. 이 경우에, 출력은 고정적이다. 일 실시 예에서, 결과로 발생하는 플라즈마는 기어들의 측면으로 팽창하여서 전기 컨버터(6)로 유동한다. 플라즈마 팽창 유동은 각각의 기어의 샤프트에 평행하고 연료 흐름(3)의 유동 방향을 가로지르는 축선을 따라서 이루어질 수 있다. 이러한 축선 방향 유동은 도 1에 도시된 바와 같은 PDC 컨버터 또는 MHD 컨버터로 될 수 있다. 추가의 방향성 유동은 예를 들어 헬름홀쯔 코일(Helmholtz coils)들 또는 자기 병(magnetic bottle; 6d)과 같은 밀폐 자석(confining magnets)들에 의해서 이루어질 수 있다.

[0428] 전극들은 고체 연료(3)의 부품으로부터 금속에 의해서 연속적으로 또는 간헐적으로 중에서 적어도 하나로 될 수 있다. 고체 연료는 예를 들어 작동 중에 부식되거나 또는 닳아 없어지는 물질과 같이 전극(2a)을 대체하도록 표면에 대한 어떤 접착물, 퓨즈, 용접, 또는 합금과 같이 점화 중에 녹여지는 형태의 금속을 포함할 수 있다. SF-CIHT 전지 발전기는 예를 들어 기어(2a)들의 톱니들과 같은 전극들의 형상을 보수하는 수단을 더 포함할 수 있다. 이러한 수단은 성형 주조(cast mold), 그라인더(grinder), 및 밀링머신(milling machine) 중에서 적어도 하나를 포함한다. 기어 부식은 작동 중에 연속적으로 보수될 수 있다. SF-CIHT 전지의 기어 전극들은 방전가공기(electrical discharge machining; EDM) 또는 예를 들어 EDM 전기도금(EDM electroplating)에 의해서 연속적으로 보수될 수 있다. 예를 들어 저온 분사코팅(cold spray), 열 분무기(thermal spray), 또는 박막증착(sputtering)과 같은, 진공에서의 작동 중에 기어들의 연속적인 재정비 시스템들 및 방법들은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지되어 있다.

[0429] 일 실시 예에서, 교합하는 기어들은 높은 전도성을 가지는 예를 들어 고체 연료 분말과 같은 과잉의 고체 연료를 가두도록 설계된다. 예를 들어 각각의 톱니 및 상응하는 기어 저지대와 같은 기어 지역들은 과잉 양의 연료의 일부만이 폭발하도록 기하학적 구조 및 선택적 전화(electrification) 중에서 적어도 하나를 가진다. 선택된 부분은 선택되지 않고 폭발하지 않는 연료에 의해서 기어들의 표면들과 분리될 수 있다. 교합 지역에서의 연료의 부피 형상은 선택된 작은 부피가 폭발에 관대한 충분한 대전류를 가지도록 될 수 있으며, 반면에 전류가 통과하는 주변의 넓은 부피는 폭발에 필요한 전류 밀도 이하의 전류 밀도를 가질 수 있다. 일 실시 예에서, 과잉의 가두어진 연료는 연료의 넓은 지역 또는 부피를 통과하여 작은 지역 또는 부피 안으로 집중되는 전류를 전도하는데, 여기서 폭발에 대한 전류 한계치가 초과하고 폭발은 높은 전류 밀도를 가지는 연료의 선택된 부분에서 일어난다. 일 실시 예에서, 연료의 부분들을 통한 전류 경로의 길이를 결정하는 기하학적 구조 및 선택적 전화로 인하여, 선택된 연료 부분은 선택되지 않은 부분에 비해서 낮은 저항성을 가진다. 일 실시 예에서, 기어의 기하학적 구조는 선택된 지역에서 저항이 더 낮도록 선택된 지역이 선택되지 않은 지역보다 연료의 압축을 더 많이 받게 한다. 그 결과, 전류 밀도는 선택된 지역에서 더 높고 폭발 한계치 이상이다. 그에 반해서, 저항은 선택되지 않은 지역에서 더 높다. 그 결과, 전류 밀도는 선택되지 않은 지역에서 더 낮으며 폭발 한계치 이하이다. 모범적 일 실시 예에서, 선택된 지역은 연료의 모래시계 형상의 부분 표본(aliquot)의 작은 부분(pinch)을 포함한다.

[0430] 주변의 과잉의 폭발하지 않는 연료는 기어들이 중간에 끼어드는 폭발하지 않는 고체 연료가 없는 조건들에 직접 노출된다면 기어들에 대한 부식을 야기할 수 있는 조건들의 적어도 일부를 흡수한다. 이러한 조건들은 예를 들면 충격파 또는 충격파 과압(blast over pressure), 발사체(projectiles)들, 플라즈마, 전자들, 및 이온들로 인한 것과 같은 고열, 고압 중에서 적어도 하나에 대한 충격(폭격) 또는 노출(bombardment or exposure)을 포함한다. 폭발하지 않는 연료는 연료 회복 시스템에 의해서 연결되어 재순환될 수 있다. 도 1 및 도 2에 관하여, 연료 회복 및 재순환 시스템들은 증기 응축기(vapor condenser; 15), 슈트(chute; 6a), 생성물 제거기/연료 장입기(product remover/fuel loader; 13), 재생 시스템(14), 및 호퍼(5)이다.

[0431] 또 다른 실시 예에서, 기어들은 예를 들어 내연기관의 피스톤 시스템의 시스템 및 방법과 유사하게 크랭크 샤프트에 부착되고 이에 의해서 작동되는 왕복 운동하는 커넥팅 로드와 같은 체결 기구(fastened mechanism)에 의해 가동될 수 있다. 기어들의 마주하는 전극 부분들이 마주하는 위치로 회전함에 따라서, 마주하는 전극들은 함께 압축되며 체결 기구에 의해서 그 다음의 점화로 이동한다. 마주하는 전극들은 연료의 적어도 일부가 선택된 지역에서 더 큰 압축을 받도록 그리고 선택된 지역에서 전류 밀도가 더 커지도록 임의의 소정 형상으로 될 수 있고 선택적으로 전화될(electrified) 수 있다. 마주하는 전극들은 중앙에서 제일 큰 압력으로 연료를 압축하는 반구형 외각(semispherical shell)을 형성할 수 있다. 중앙 지역에서 폭발에 대한 한계치를 선택적으로 달성하기 위해서 제일 큰 전류 밀도도 중앙에서 있을 수 있다. 팽창하는 플라즈마는 반구형 외각의 개방부로 유출될 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 마주하는 전극들은 모래시계 형상을 형성할 수 있으며, 여기서 선택된 지역은 모래시계의 허리 또는 목부를 포함할 수 있다.

[0432] 또 다른 실시 예에서, 기어는 적어도 두 개의 물질들로 구성될 수 있는데, 여기서 적어도 하나의 물질은 전도체이다. 적어도 하나의 경화된 물질은 폭발의 조건들에 노출될 때 부식에 대해 저항의 용도로 작용할 수 있으며, 여기서 폭발은 경화 재료와 접촉하여 또는 근접하여 발생할 수 있다. 높은 전도성 물질은 폭발하지 않는 고체 연료에 의해서 폭발로부터 분리될 수 있다. 적어도 두 개의 형태의 물질들이 배열은 선택되지 않은 지역 위로 선택된 지역의 선택적 압축 및 선택적 전화 중에서 적어도 하나를 제공한다. 모범적 일 실시 예에서, 기어들의 교합은 모래시계 또는 꼬집힌(pinched) 형상을 형성한다. 모래시계의 목부 또는 허리는 예를 들어 세라믹과 같은 절연체가 될 수 있는 매우 안정한 또는 경화 물질에 의해 형성될 수 있다. 기어들의 허리가 아닌 또는 둥근 부분들(bulb portions)은 예를 들어 전이, 내부 전이, 희토류, 그룹 13, 그룹 14, 및 그룹 15 금속 중에서 적어도 하나와 같은 금속 또는 적어도 두 개의 이들 금속들의 합금 또는 예를 들어 TiC 및 WC 같은 탄화물과 같은 전도체를 포함한다. 허리 부분은 선택된 지역을 포함하며, 전류는 허리 지역에서 집중되도록 허리가 아닌 또는 둥근 지역들 사이로 통과한다. 그렇게 함으로써, 전류 밀도는 폭발 한계치가 달성되도록 허리를 포함하는 선택된 지역에서 증가한다. 전도체로 이루어진 허리가 아닌 또는 둥근 지역들은 선택되지 않은 연료 지역과 접촉하는데, 여기서 폭발과 이에 상응하는 기어 표면들 사이로 끼어드는 연료는 이들 표면들을 폭발에 의한 부식으로부터 보호한다.

[0433] 시동(startup) 동력 소스로서도 작용하는 점화 동력 소스(4)는 점화를 이루는데 필요한 저전압 대전류를 공급하는 예를 들어 일렬의(a bank of) 저전압 대용량 축전기(capacitor)들과 같은 적어도 하나의 축전기를 포함한다. 축전기 회로는 축전기들의 수명을 증가시키기 위해서 방전 중에 잔결(ripple) 또는 울림(ringing)을 방지하도록

설계될 수 있다. 수명은 예를 들어 약 1 내지 20년의 범위와 같이 길어질 수 있다. 축전기 열의 전력 공급은 전류가 고체 연료의 둥근 부분 안으로 관통하지 못하게 할 수도 있는 방전 중의 표피 효과(skin effect)를 방지하는 회로를 포함할 수 있다. 전력 회로는 고체 연료를 점화하도록 축전기 방출을 위한 LRC 회로를 포함할 수 있는데, 여기서 시간 상수(time constant)는 전류가 샘플 점화시키기 위해서 샘플을 통해 유동하는 것을 방해하는 고주파수 성분들을 포함하는 고주파수 진동(high frequency oscillations) 또는 펄스 방전(pulse discharge)을 방지하기에 충분히 길다.

[0434] 임의의 단속(intermittence)을 약화시키기 위해서, 일부 전력은 축전기 및 선택적으로 대전류 변압기, 배터리, 또는 다른 에너지 저장 기구에 저장될 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 하나의 전지로부터의 전기 출력은 다른 전지의 연료를 점화시키는 저전압 대전류 전기 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 전달할 수 있다. 출력 전력은 전원 커넥터(power connectors; 8a 및 8b)들에 의해 연결된 출력 조절기(output power conditioner; 7)에 의해서 추가로 조절될 수 있다. 출력 조절기(7)는 예를 들어 배터리 또는 수퍼커패시터(supercapacitor), DC 대 AC (DC/AC) 컨버터 또는 인버터(inverter), 및 변압기와 같은 부품들을 포함할 수 있다. DC 전력은 고전압을 가지는 다른 형태의 DC 전력으로 변환될 수 있으며, 이러한 전력은 AC, 또는 DC 및 AC 혼합 전력들로 변환될 수 있다. 출력 전력은 예를 들어 60Hz AC 출력과 같이 소정 파형으로 조절되어서 출력단(9)들을 통해서 부하로 공급될 수 있다. 일 실시 예에서, 출력 조절기(7)는 전력을 광전(photovoltaic) 컨버터 또는 화력 대 전력 컨버터로부터, 예를 들어 미국 및 유럽에서 각각 표준인 60 또는 50 Hz 가 아닌 AC 주파수와 같은, 소정의 주파수 및 파형으로 변환시킬 수 있다. 다른 주파수는, 예를 들어 기관차, 항공, 해양, 가정용, 공구, 및 기계류, 전기 가열 및 공간 조절, 통신, 및 전자 응용들과 같이, 전동기와 같은 다른 주파수를 위한 부하들을 정합(matching)하는데 적용될 수 있다. 출력단(9)들에서 출력 전력의 일부는 예를 들어 약 5-10 V, 10,000-40,000A DC 전력과 같이 전력의 소스(4)의 전력에 사용될 수 있다. PDC 전력 컨버터들은 나중에 공급되는 연료의 점화를 야기하는 전극(2)들을 재가동시키는데 매우 적합한 저전압 대전류 DC 전력을 출력할 수 있다. 저전압 대전류의 출력은 DC 부하들에 공급될 수 있다. 이러한 DC는 DC/DC 컨버터에 의해서 조절될 수 있다. 모범적 DC 부하들은, 예를 들어 기관차, 항공, 해양, 가정용, 공구들, 및 기계류, DC 전기 가열 및 공간 조절, DC 통신들, 및 DC 전자 응용들의 전동기들과 같이, 전기적으로 정류된 전동기들과 같은 DC 전동기들을 포함한다.

[0435] 점화는 출력 플라즈마 및 화력을 발생시킨다. 플라즈마 동력은 광전 컨버터(6)에 의해서 전기로 직접 변환될 수 있다. 전지는 대기에 개방된 상태로 작동될 수 있다. 일 실시 예에서, 전지(1)는 진공 또는 대기압 미만의 압력을 유지할 수 있다. 진공 또는 대기압 미만의 압력은 이온들이 고체 연료(3)의 점화의 팽창하는 플라즈마에 대해서 대기 가스들과의 충돌이 없도록 허용하는 진공 펌프(13a)에 의해서 유지될 수 있다. 일 실시 예에서, 진공 또는 대기압 미만의 압력은 플라즈마 발생 전지(1) 및 이에 연결된 광전 컨버터(6)를 포함한 시스템 내에서 유지된다.

[0436] 전극 냉각수 유입 라인(11) 및 전극 냉각수 배출 라인(12)을 통해서 유동하는 냉각수를 갖춘 전극 열교환기(10)와, 그리고 PDC 냉각수 유입 라인(19) 및 PDC 냉각수 배출 라인(20)을 통해서 유동하는 냉각수를 갖춘 PDC 열교환기(18) 중에서 적어도 하나에 의해서 화력이 추출될 수 있다. 다른 열교환기들은 예를 들어 베셀(1)의 적어도 하나의 벽, PDC 컨버터의 적어도 하나의 다른 벽, 및 PDC 컨버터의 전극(17)들의 뒤에 추가로 적용될 수 있는 수관벽(water-wall) 형태와 같은 하이드리노 반응으로부터 화력을 수용하는데 사용될 수 있다. 일 실시 예에서, 열교환기 및 열교환기 부품 중에서 적어도 하나는 열 파이프(전열관; heat pipe)를 포함한다. 열 파이프 유체는 용융 염(molten salt) 또는 금속을 포함한다. 모범적인 금속들은 세슘(cesium), NaK, 포타슘(칼륨; potassium), 나트륨(sodium), 리튬(lithium), 및 은(silver) 이다. 반응으로부터 열을 효율적으로 그리고 비용효과가 높게 제거하기 위한 이들 및 다른 열교환기의 설계들은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지되어 있다. 열은 열 부하로 전달될 수 있다. 따라서 동력 시스템은 열 부하로 열을 전달하는 열교환기 또는 열 부하로 가는 적어도 하나의 냉각수 배출구 라인(12 및 20)들에 의해서 공급되는 열을 가지는 가열기를 포함할 수 있다. 냉각된 냉각수는 적어도 하나의 냉각수 유입 라인(11 및 19)들에 의해서 회수될 수 있다. 적어도 하나의 냉각수 배출 라인(12 및 20)들에 의해서 공급되는 열은 열기관, 증기기관, 증기터빈, 가스터빈, 랭킨 사이클 엔진, 브레이턴 사이클 엔진, 및 스털링 사이클 엔진으로 유동하여서 예를 들어 샤프트, 승용차, 발전기, 항공 터보 팬 또는 터보 프로펠러, 해양 프로펠러, 임펠러, 및 회전하는 샤프트 기계류 중에서 적어도 하나를 회전시키는 것와 같은 기계적 동력으로 변환될 수 있다. 이와는 다르게, 화력이 적어도 하나의 냉각수 배출 라인(12 및 20)들로부터 본 발명의 화력 대 전기 컨버터와 같은 컨버터로 유동할 수도 있다. 적절한 모범적 화력 대 전기 컨버터는 열기관, 증기기관, 증기터빈 및 발전기, 가스터빈 및 발전기, 랭킨 사이클 엔진, 브레이턴 사이클 엔진, 스털링 사이클 엔진, 열이온 동력 컨버터, 및 열전 동력 컨버터의 그룹의 적어도 하나를 포함한다. 화력 대 전기 컨버터로부터의 출력은 화력 대 전기 컨버터는 부하에 동력을 공급하는데 사용될 수 있으며, 그 일부는 예를 들어

전원(4)의 소스와 같은 SF-CIHT 전지 발전기의 부품들에 작동시킬 수 있다.

[0437] 연료(3)의 반응물들의 점화는 동력 및 생성물들을 생성하는데, 여기서 동력은 생성물들의 플라즈마의 형태가 될 수 있다. 일 실시 예에서, 연료(3)는 하이드리노 반응 폭발 이벤트 중에 예를 들어 플라즈마와 같은 가스의 물리적 상태로 부분적으로 내지는 대체로 기화된다. 플라즈마는 플라즈마를 통해서 전력 컨버터(6)로 이동한다. 그렇지 않으면, 플라즈마가 광전 컨버터(6)로 빛을 방출하고, 재결합된 플라즈마는 가스 상태의 원자들 및 화합물들을 형성한다. 이들은 증기 응축기(vapor condenser; 15)에 의해서 응축되고 수집되며, 재생 시스템(14)에 대한 컨베이어 연결부 및 추가로 호퍼(5)에 대한 컨베이어 연결부를 포함하는 생성물 제거-연료 장입기(13)에 의해서 재생 시스템(13)으로 전달된다. 증기 응축기(15) 및 생성물 제거-연료 장입기(13)는 예를 들어 적어도 하나의 정전 수집 시스템과, 그리고 적어도 하나의 오거, 컨베이어 또는 예를 들어 진공 또는 흡입 시스템과 같은 공압 시스템과 같은 시스템들을 포함할 수 있다. 플라즈마 생성물 및 재생 시스템(14)으로부터 재생된 연료는 정전된(electrostatically charged) 컨베이어 벨트(13) 상에서 이동되는데, 여기서 연료 및 생성물 입자들은 들러붙어서 이동된다. 재생된 연료 입자들은 재생 챔버(14)로부터 컨베이어 벨트에 대한 입자들의 강력한 정전기 인력(electrostatic attraction)으로 인하여 재생 챔버 위의 파이프(컨베이어 벨트; 13) 안으로 끌어당겨 질 수 있다. 적절한 시스템들은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지되었다.

[0438] 재생 시스템(14)은 대기압보다 큰 압력의 폐쇄된 베셀 또는 챔버 및 재생 챔버 내의 열교환기를 포함할 수 있다. 재생 열교환기는 전극 열교환기(10) 및 PDC 열교환기(18) 중에서 적어도 하나와 같은 열의 소스와 연결될 수 있다. 일 실시 예에서, 물이 탱크 소스(14a)로 부터 재생 열교환기 상으로 떨어져서 증기를 형성하며, 이러한 증기는 플라즈마 생성물을 수화시키도록 처리한다. 증기는 재생 챔버(14)로부터 물 탱크(14a) 까지 라인(21)을 가지는 물 응축기(22)에 의해서 재생 챔버(14)로부터 물 탱크(14a) 까지 환류(refluxed) 될 수 있다. 수화(hydration)는

[0439] 냉가 흐름과 응축의 단계들을 수반하는 배치 재생(batch regeneration)으로 진행될 수 있는데, H_20를 물 탱크(14a)로 재순환시키고, 재생된 고체 연료를 생성물 제거기/연료 장입기(13)를 통하여 호퍼(5)로 이동시키고, 그리고 다른 사이클을 개시하도록 생성물 제거기/연료 장입기(13)를 통해서 플라즈마를 재생 챔버(14)에 다시 채운다.

[0440] 일 실시 예에서, 예를 들어 광전 컨버터(6)를 포함하는 플라즈마동력학 컨버터 또는 발전 시스템과 같은 플라즈마 대 전기 컨버터(6)는 생성물을 생성물 제거기-연료 장입기(13) 안으로 이송하기 위한 슈트 또는 채널(6a)을 포함한다. PDC 컨버터(6)의 바닥(floor), 슈트(6a), 및 PDC 전극(17) 중에서 적어도 하나는 생성물 유동이 중력식 유동으로 인하여 적어도 부분적으로 되도록 경사지게 될 수 있다. PDC 컨버터(6)의 바닥(floor), 슈트(6a), 및 PDC 전극(17) 중에서 적어도 하나는 유동을 도와 주도록 기계적으로 흔들리거나 또는 진동될 수 있다. 유동은 고체 연료의 점화에 의해 형성되는 충격파에 의해서 도움을 받을 수도 있다. 일 실시 예에서, PDC 컨버터(6)의 바닥(floor), 슈트(6a), 및 PDC 전극(17) 중에서 적어도 하나는 생성물을 상응하는 표면으로부터 생성물 제거기-연료 장입기(13)로 이동시키도록 기계적 스크랩퍼 또는 컨베이어(scraper or conveyor)를 포함한다.

[0441] 호퍼(5)는 생성물 제거기-연료 장입기(13)에 의해서 재생 시스템(14)으로부터 재생된 연료로 채워질 수 있다. 예를 들어 하이드리노의 형성에서 소모된 어떤 H 또는 H_20는 H_20 소스(14a)로부터 H_20로 만들어질 수 있다. 여기서, 소모된 연료는 원래의 반응물 안으로 또는 H_20 소스(14a)로부터 H_20로 만들어진 예를 들어 하이드리노의 형성에서와같이 소모된 H 또는 H_20를 가지는 연료 안으로 재생된다. 물의 소스는 탱크, 전지, 또는 대용량 또는 가스 상태의 H_20, 또는 H_20 또는 예를 들어 $H_2 + O_2$ 와 같이 H_20를 형성하는 하나 이상의 반응물들을 포함하는 물질 또는 화합물 중에서 적어도 하나를 수용할 수 있는 베셀(14a)을 포함할 수 있다. 이와는 다르게, 소스는 대기압 수증기, 또는 브롬화리튬(lithium bromide), 염화칼슘(calcium chloride), 염화마그네슘(magnesium chloride), 염화아연(zinc chloride), 탄산칼륨(potassium carbonate), 인산칼륨(potassium phosphate), 예를 들어 $KMgCl_3 \cdot 6(H_20)$ 같은 광로석(carnallite), 시트르산철암모늄(ferric ammonium citrate), 수산화칼륨(potassium hydroxide) 및 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 진한 황산 및 인산(concentrated sulfuric and phosphoric acids), 셀룰로오스 섬유(cellulose fibers)들, 당(sugar), 캐러멜(caramel), 꿀(honey), 글리세롤(glycerol), 에탄올(ethanol), 메탄올(methanol), 디젤유(diesel fuel), 메탐페타민(methamphetamine), 화학비료(fertilizer chemical), 염(salt), 건조제(desiccant), 이산화규소(실리카; silica), 활성탄(activated charcoal), 황산칼슘(calcium sulfate), 염화칼슘(calcium chloride), 분자 여과기(여과체; molecular sieves), 제올라이트(비석; zeolite), 용해성 물질(deliquescent material), 염화아연(zinc chloride), 염화칼

슘(calcium chloride), 수산화칼륨(potassium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 많은 다른 용해성 염(deliquescent salt)과 같은 흡착 물질(hydroscopic material)과 같이 대기압으로부터 H_2O를 추출하는 수단을 포함할 수 있다.

[0442] 일 실시 예에서, SF-CIHT 전지 발전기는 임의의 생성물 산소 및 분자 하이드리노 가스를 제거할 수 있는 진공 펌프(13a)를 더 포함한다. 일 실시 예에서, 산소와 분자 하이드리노 중에서 적어도 하나가 상용 제품으로서 탱크 내에 수집된다. 펌프는 산소와 하이드리노 가스를 분리하기 위한 선택적 막(selective membranes)들, 밸브(valves)들, 시브(sieves)들, 크라이오필터(cryofilters)들, 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 수단을 더 포함할 수 있으며, H_2O 증기를 추가로 수집할 수 있으며, 재생 시스템(14)으로 H_2O를 공급하여서 재생된 연료 안에서 재순환되게 할 수 있다. 예를 들어 기어들 또는 PDC 또는 MHD 전극들과 같은 발전기 부품드의 어떤 산화를 방지하기 위해서 H_2 가스가 베셀 챔버에 첨가될 수 있다.

[0443] 일 실시 예에서, 연료(3)는 재생된 또는 재처리된 고체 연료를 볼 밀링 가공(ball milling)함으로써 형성될 수 있는 미세 분말을 포함하는데, 여기서 재생 시스템(14)은 볼 밀(ball mill), 그라인더(grinder) 또는 이 기술 분야에서 공지된 그라인딩 또는 밀링 수단과 같이 큰 입자들로부터 작은 입자를 형성하는 다른 수단을 더 포함할 수 있다. 모범벅 고체 연료 혼합물은 예를 들어 전이 금속, 은, 또는 알루미늄, 그 산화물의 분말과 같이 전도성 물질 분말과 같은 전도체와, 그리고 H_2O 를 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 연료(3)는 재생 시스템(14) 내에서 압축될 수 있는 고체 연료의 펠릿(pellets)들을 포함할 수 있다. 고체 연료 펠릿는 금속 산화물과 H_2O, 그리고 선택적으로 금속 분말을 수용하는 분말 금속의 박막(thin foil)을 포함할 수 있다. 이 경우에, 재생 시스템(14)은 예를 들어 진공에서의 가열, 환원 수소 분위기 하에서의 가열, 및 예를 들어 용융 염 전극과 같은 전해액과 같은 전해액으로부터의 전기 분해 중에서 적어도 하나와 같은 수단에 의해서 금속 박막을 재생시킨다. 재생 시스템(14)은 재생된 박막 금속 재고로부터 박막을 형성하도록 예를 들어 압연(rolling) 또는 밀링과 같은 금속 처리 수단을 더 포함한다. 스탬핑 머신(stamping machine) 또는 프레스(press)에 의해 재킷(jacket)이 형성될 수 있는데, 여기서 캡슐화된 고체 연료는 내부에서 스탬프 가공 또느 프레스 가공된다.

[0444] 모범적 일 실시 예에서, 고체 연료는 예를 들어 H_2의 첨가, H_2O의 첨가, 열적 재생, 및 전해식 재생 중에서 적어도 하나와 같이 본 발명에서 제시된 바와 같은 수단에 의해 재생된다. 반응을 개시하기 위한 입력 에너지에 비해서 매우 큰 에너지 게인의 하이드리노 반응으로 인하여, 예를 들면 NiOOH 의 경우에는 (모범적인 SF-CIHT 전지 실험 결과 부분에서 제시된 바와 같이 46 J 입력에 비해서 3.22 kj 출력) 약 100배가 되는 것과 같이, 예를 들면 Ni_2O_3 및 NiO 같은 생성물들은 수산화물로 변환될 수 있으며, 본 발명에서 제시된 그리고 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 바와 같이, 그 다음으로 화학 반응들뿐만 아니라 전기화학적 반응들에 의해서 옥시수산화물로 변환될 수 있다. 다른 실시 예들에서, 예를 들어 Ti, Gd, Co, In, Fe, Ga, Al, Cr, Mo, Cu, Mn, Zn, and Sm, 및 본 발명이 금속들과 같이 상응하는 산화물, 할로겐화물, 및 옥시산화물과 같은 다른 금속들이 Ni를 대체할 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 고체 연료는 전도성 매트릭스로서 금속 산화물과 H2O, 그리고 전도성 매트릭스로서 상응하는 금속을 포함한다. 생성물은 금속 산화물이 될 것이다. 고체 연료는 금속 산화물의 일부가 금속으로 수소 환원됨으로써 재생될 수 있으며, 그리고 다음으로 금속은 재수화된(rehydrated) 산소와 혼합된다. 예를 들어 100℃ 이하의 온화한 열(mild heat) 및 수소에 의해서 금속들로 용이하게 환원될 수 있는 산화물을 가지는 적절한 금속들은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 이다. 또 다른 실시 예에서, 고체 연료는 (1) 알루미늄, 알칼리토 산화물, 및 희토류 산화물 중에서 적어도 하나와 같이 H_2 및 온화한 열에 의해 용이하게 환원되지 않는 산화물과, (2) 예를 들어 100℃ 미만과 같은 보통의 온도에서 H_2 에 의해서 금속으로 용이하게 환원될 수 있는 금속과, 그리고 H_2O를 포함한다. 모범적 연료는 MgO + Cu + H_2O이다. 따라서, H_2 환원 가능한 산화물과 환원 불가능한 산화물의 생성 혼합물은 오직 환원 가능한 금속 산화물만 금속으로 변환되도록 H_2에 의해서 처리되고 온화한 조건들에서 가열될 수 있다. 이러한 혼합물은 재생 고체 연료를 구성하도록 수화될 수 있다. 모범적 연료는 MgO + Cu + H_2O이며, 여기서 생성물 MgO + CuO는 H_2 환원 처리를 수행하여서 고체 연료로 수화되는 MgO + Cu를 생성한다.

[0445] 또 다른 실시 예에서, 예를 들어 CuO 또는 AgO 같은 산화물 생성물은 진공 및 불활성 가스 흐름 중에서 적어도 하나에서 가열에 의해 재생된다. 온도는 약 100℃ 내지 3000℃, 300℃ 내지 2000℃, 500℃ 내지 1200℃, 그리고 500℃ 내지 1000℃ 중에서 적어도 하나의 범위로 될 수 있다. 일 실시 예에서, 재생 시스템은 예를 들어 약

10nm 내지 1cm, 100nm 내지 10mm, 0.1 um 내지 1mm, 및 1 um 내지 100 um (u = 마이크로) 중에서 적어도 하나의 범위의 입자 크기를 가지는 미세 분말과 같은 분말들로 대용량 산화물 및 금속 중에서 적어도 하나를 밀링 가공하도록 볼 밀(ball mill)과 슈레딩/그라인딩 밀(shredding/grinding mill) 중에서 적어도 하나와 같은 밀을 더 포함할 수도 있다.

[0446] 또 다른 실시 예에서, 재생 시스템은 금속 이온들을 포함하는 예를 들어 용융 염 전기분해 전지(molten salt electrolysis cell)와 같은 전기분해 전지를 포함할 수도 있는데, 여기서 금속 산화물 생성물의 금속은 이 기술 분야의 숙련자에게 공지된 시스템들 및 방법들을 이용한 전해석출(전착; electrodeposition)에 의해서 전기분해 전지 캐소드(음극) 상으로 도금될 수 있다. 시스템은 전기도금된 금속으로부터 소정 크기의 금속 입자들을 형성하도록 밀 또는 그라인더를 더 포함할 수 있다. 금속은 재생 고체 연료를 형성하도록 예를 들어 H_2O와 같은 반응 혼합물의 다른 성분들로 첨가될 수 있다.

[0447] 일 실시 예에서, 도 1의 전지(1)는 진공 또는 대기압 미만의 압력을 유지할 수 있다. 진공 또는 대기압 미만의 압력은 펌프(13a)에 의해 전지(1) 내에 유지될 수 있으며, 또한 플라즈마 소스인 전지(1)로부터 활성 플라즈마를 수용하는 커넥팅 플라즈마 대 전기 컨버터(6) 안에서도 유지될 수 있다. 일 실시 예에서, 고체 연료는 H_2O와의 반응을 향해서 실질적으로 열역학적으로 안정하여서 산화 금속으로 되는 금속을 포함한다. 이 경우에, 고체 연료의 금속은 생성물들을 형성하는 반응 중에는 산화되지 않는다. 모범적인 고체 연료는 금속, 산화된 금속, 및 H_2O이다. 그리고 나서, 초기 금속과 금속 산화물으 혼합물로서 생성물은 생성물 제거기-연료 장입기(13)에 의해 제거되어서 H_2O의 첨가에 의해 재생될 수가 있다. 실질적으로 H_2O와의 유리하지 않은 반응을 가지는 적절한 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In 의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 다른 실시 예들에서, 고체 연료는 H_2O와 비반응성의 금속과, 그리고 H_2O, 금속 산화물, 수산화물, 및 동일한 또는 적어도 하나의 다른 금속을 포함할 수 있는 옥시수산화물 중에서 적어도 하나를 포함한다.

[0448] 일 실시 예에서, 고체 연료를 신속하고 효율적으로 그리고 비용면에서 효과적으로 재생하기 위해서 H_2 환원, 진공하에서의 환원, 및 재수화가 수행된다.

[0449] 일 실시 예에서, 고체 연료는 H_2O를 포함하는 흡착 물질(hydroscopic material)과 전도체의 혼합물을 포함한다. 모범적 연료는 예를 들어 MgX_2 (X = F, CI, Br, I)와 같이 수화된 알칼리토금속 할로겐화물 및 예를 들어 Co, Ni, Fe, or Cu 같이 전이 금속과 같은 전도체이다.

[0450] 고체 연료는 낮은 융점, 높은 전도성, 및 낮은 일 함수(work function) 중에서 적어도 하나를 갖춘 금속과 같이 원소 또는 화합물과 같은 물질의 조성을 포함할 수 있는데, 여기서 일 함수는 고온에서 매우 낮으며, H_2O의 소스와 H_2O 중에서 적어도 하나를 더 포함한다. 일 실시 예에서, 고체 연료는 녹는 금속과 같은 전도체를 포함하며, 전원(4)으로부터 고전류가 예를 들어 금속과 같은 전도체를 녹여서 열이온 부식(thermionic emission)을 일으켜서 저전압 아크 플라즈마를 형성하며, 아크 플라즈마는 H_2O 점화를 야기시킨다. 일 실시 예에서, 고체 연료는 높은 전도성을 가지며, 고온에서 낮은 일 함수를 가지는 적어도 하나의 저융점 금속을 포함하여서, 연료의 H2O 존재시 저전압 아크 플라즈마를 일으키며, 여기서 연료는 결과적으로 점화한다. 일 실시 예에서, 고체 연료는 하이드리노를 형성하도록 방정식 (6 - 9) 에 따른 mH 촉매의 소스가 될 수 있는, 예를 들어 탄화수소와 같은 H의 소스를 포함한다. 고체 연료는 전도체와, 예를 들어 탄소 또는 다른 소수성(hydrophobic) 매트릭스와 같은 수소의 소스를 결합하는 물질과, 그리고 예를 들어 탄화수소와 같은 수소의 소스를 포함한다. 고체 연료는 하이드리노를 형성하도록 촉매로 작용하여 반응하는 H의 고농도의 형성을 가져오는 대전류로 나타낼 수 있다.

[0451] 발전기는 또한 가변 출력을 위한 수단 및 방법들을 포함한다. 일 실시 예에서, 발전기의 출력은 전극(2)들 또는 롤러들 또는 기어(2a)들 안으로 연료(3)의 가변의 또는 차단 가능한(interruptible) 유동 속도와, 그리고 전원(4)에 의한 연료의 가변의 또는 차단 가능한 점화 속도를 제어함으로서 제어된다. 롤러들 또는 기어들의 회전 속도는 또한 연료 점화 속도를 제어하도록 제어된다. 일 실시 예에서, 출력 조절기(7)는 DC 가 될 수 있는 출력을 제어하도록 전력 제어기(7)를 구성한다. 전력 제어기는 구동 기어(2c)를 회전시키고 다시 기어(2a)를 회전시키는 기어 구동 모터(2d)를 제어함으로써 연료의 유동 속도와 기어들의 회전 속도를 제어할 수 있다. 연료 소모 속도 또는 불타는 속도(firing rate) 중에서 적어도 하나의 기계적 또는 전기적 제어에 근거한 응답 시간은 예를 들어 10ms 내지 1 us 범위와 같이 매우 빠르다. 전력은 또한 플라즈마 대 전기 컨버터의 컨버터 전극들의 연

결성(connectivity)을 제어함으로써 제어될 수 있다. 예를 들면, 직렬로 연결하는 PDC 전극들은 전압을 증가시키고 병렬로 연결하는 컨버터 전극들은 전류를 증가시킨다. PDC 전극들의 각도를 변경함으로서 또는 적어도 하나의 자기장 방향에 대해서 다른 각도들에서 PDC 전극(17)들의 세트를 선택적으로 연결함으로써, 전압과 전류 중에서 적어도 하나의 변화에 의해서 수집되는 전력을 변화시킨다.

[0452] 도 2A에 도시된 일 실시 예에서, 전력 변환기(6)는 광전 또는 태양광 전지 시스템을 포함한다. 일 실시 예에서, 출력 제어기/조절기(7)는 광전 컨버터(6)로부터 전력을 수용하고, 전력의 소스(4)를 구동하기에 적절한 형태로 전력의 일부를 전력의 소스(4)에 전달하여서 고체 연료(3)의 점화를 소정의 반복 속도로 발생시킨다. 출력 제어기/조절기(7)에 의해 수용되고 조절되는 추가의 전력은 전기 부하로 전달되는 출력이 될 것이다. 연료 점화 전기 시스템, 전력의 소스(4), 및 부하의 전력 조건들에 따라서 광전 출력의 적절한 통합은 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 태양열 산업 분야에서 사용되는 출력 제어기/조절기(7)로 이루어질 수 있다. 적절한 태양열 발전 조절기는 예를 들어 120V및 그 배수들과 같이 그리드에 대한 적절한 전압 범위에서 AC 전력을 출력한다.

[0453] 전력 조절기(7)는 전압들, 전류들, 및 전력들과 같은 입출력 매개변수들의 센서들을 포함한다. 센서들로부터의 신호들은 발전기를 제어하는 프로세서로 공급된다. 전류 증가 시간(ramp-up time), 전류 감소 시간(ramp-down time), 전압, 전류, 전력, 파형, 및 주파수 중에서 적어도 하나가 제어될 수 있다. 발전기는 예를 들어 분류기(shunt resistor)와 같은 저항기를 포함할 수 있는데, 이러한 분류기를 통해서 전력 부하에 필요한 또는 소정의 전력 이상의 과잉 전력이 소멸될 수 있다. 분류기는 출력 조절기 또는 출력 제어기(7)에 연결될 수 있다. 발전기는 발전기의 기능을 억제하는 능력을 가질 수도 있는 원격 조정을 제공하기 위해서 내장된 프로세서 및 시스템을 포함할 수 있다.

[0454] 일 실시 예에서, 전력 출력의 일부는 단자(9)들에서 전력의 소스(4), 기어(롤러) 구동 모터(2d), 생성물 제거기-연료 장입기(13), 펌프(13a), 및 재생 시스템(14) 중에서 적어도 하나로 공급되어서, 반응 생성물들로부터 원래의 고체 연료를 재생시키도록 화학 반응들을 전파한다. 일 실시 예에서, 냉각수 유입 라인(11 및 19) 들에 의한 냉각수 복귀 순환과 함께, 전극 열교환기(10)와 PDC 열교환기 중에서 적어도 어느 하나로부터 열의 일부는 냉각수 배출 라인(12 및 20)들에 의해서 고체 연료 재생 시스템(10)으로 유입되어 화력 및 에너지를 제공하여서, 반응 생성물들로부터 원래의 고체 연료를 재생하도록 화학 반응들을 전파한다. 화력 대 전기 컨버터(6)로부터 출력의 일부는 SF-CIHT 전지 발전기의 다른 시스템들뿐만 아니라 재생 시스템을 구동하는데도 사용될 수가 있다.

[0456] <u>G. 플라즈마동력학 플라즈마 대 전력 컨버터(Plasmadynamic Plasma to Electric Power Converter)</u>

[0457] 플라즈마 동력은 자기 공간 전하 분리(magnetic space charge separation)에 근거한 플라즈마동력학 전력 컨버터를 이용하여 전기로 변환될 수 있다. 전자들은 그 질량이 양이온들에 비해 작기 때문에, 예를 들어 원통형 PDC 전극 또는 자기장 내의 PDC 전극과 같이 자화된 PDC 전극의 자속선(magnetic flux lines)들에 우선적으로 갇힌다(confined). 전자들은 운동성이 제한되는 반면에 양이온들은 본질적으로 또는 비본질적으로 자화된 PDC 전자와의 충돌이 비교적 자유롭다. 이들 전자들 및 양이온들은 비자화(unmagnetized) PDC 전극들과 완전히 충돌하게 된다. 플라즈마동력학 변환은 플라즈마의 열 및 위치에너지로부터 직접적으로 전력을 추출하며 플라즈마 유동에 의존하지 않는다. 대신에, PDC 에 의한 전력 추출은 플라즈마에 잠겨진 자화된 그리고 비자화된 PDC 전극 간의 전위차를 이용하여 외부 부하에 있는 전류를 구동하며, 따라서 저장된 플라즈마 열에너지로부터 직접적으로 전력을 추출한다. 플라즈마 열에너지의 전기로의 플라즈마동력학 변환(PDC)은 적어도 두 개의 떠 있는(floating) 전도체를 직접적으로 고온의 플라즈마 본체 안으로 삽입함으로써 이루어진다. 이들 전도체 중에서 어느 하나는 외부 전자기장 또는 영구자석에 의해서 자화되며, 또는 그 자체가 본질적으로 자성을 가진다. 다른 하나는 비자화된다. 무거운 양이온들과 가벼운 전자들의 전하 유동성의 큰 차이로 인하여 전위차가 발생한다. 이러한 전압은 전기 부하를 가로지르며 가해진다.

[0458] 여러 실시 예들에서, 도 1에 도시된 전력 시스템은 추가의 내부 또는 외부 전자석들 또는 영구자석들을 포함하거나, 또는 예를 들어 핀 PDC 전극(pin PDC electrodes)들과 같은, 원통형 PDC 전극들과 같이 본질적으로 자화된 그리고 비자화된 다수의 PDC 전극들을 포함한다. 각각의 PDC 핀 전극(6b)에 평행하게 균일한 자기장 B의 소스가 예를 들어 헬름홀쯔 코일(6d)들과 같은 전자석에 의해서 제공될 수 있다. 자석들은 예를 들어 할바흐 배열 자석(Halbach array magnets)들과 같은 영구자석들, 및 비냉식, 수냉식, 및 초전도 전자석들 중에서 적어도 하나가 될 수 있다. 모범적 초전도 자석들은 NbTi, NbSn, 또는 고온 초전도 물질들을 포함할 수 있다. 다수의 양극(anode) 핀 전극(6b)들로부터의 음의 전압이 양극 또는 음의 PDC 전극(17)에 의해서 수집된다. 일 실시 예에

서, 적어도 하나의 자화된 PDC 핀 전극(6d)은 적용된 자기장 B에 평행하고; 반면에 적어도 하나의 상응하는 반대편 PDC 핀 자석(6c)은 자기장 B에 대해서 수직이어서 자기장 B의 방향에 대해 그 배향으로 인하여 비자화된다. 다수의 음극(cathod) 핀 전극(6c)들로부터의 양의 전압은 음극의 또는 양의 PDC 전극(17a)에 의해서 수집된다. 전력은 음의 전극 전력 커넥터(8) 및 양의 전극 전력 커넥터(7a)를 통해서 전력 조절기/제어기로 전달될 수 있다. 일 실시 예에서, 전지 벽(cell wall)은 PDC 전극으로서 작용한다. 일 실시 예에서, PDC 전극들은 예를 들어 고온 스테인레스 스틸 및 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 재료들과 같은 고온의 대기 환경에서 안정한 내화성 금속을 포함한다. 일 실시 예에서, 플라즈마동력학 컨버터는 플라즈마를 한정하여 전기로서 더 많은 활성 이온들의 전력을 추출하도록 예를 들어 자성 병(bottle) 또는 헬름홀쯔 코일(6d)들과 같은 솔레노이드 장의 소스와 같은 플라즈마 밀폐 구조물을 더 포함한다.

$$v_{\parallel} >> v_{\perp}$$

[0459] 동력 컨버터의 추가의 실시 예에서, z 축선, , 을 따르는 이온들의 유동은 증가하는 축선 방향 자기장 구배를 포함하는 압축 부분으로 유입될 수 있는데, 여기서, z축선 방향에 평행한 전자 운동의 성분 $v_{\parallel}$ 는 단열 불변량(adiabatic invariant) $\frac{v_{\perp}^{2}}{B}$ = 상수로 인하여 적어도 부분적으로 수직 운동 $v_{\perp}$ 으로 변환된다. $v_{\perp}$ 로 인한 방위방향 전류는 z축선 둘레로 형성된다. 전류는 축선방향 자기장에 의해서 운동의 평면에서 급속하게 방향을 바꾸어서 디스크 발전기(disk generator) 자기유체동력학 전력 컨버터(magnetohydrodynamic power converter)의 MHD 전극의 내부 링과 외부 링 사이에 홀 전압(Hall voltage)을 발생시킨다. 전압은 전기 부하를 통한 전류를 구동한다. 플라즈마 동력은 $\vec{E} \times \vec{B}$ 직접 컨버터 또는 본 발명의 다른 플라즈마 대 전기 장치들을 사용하여 전기로 변환될 수 있다. 일 실시 예에서, 예를 들어 헬름홀쯔 코일(6d)의 자기장과 같은 자기장이 플라즈마를 밀폐하여서, 플라즈마동력학 전력 변환기로 구성될 수 있는 전기 컨버터에 플라즈마에 의해서 전기로 변환될 수 있다. 일 실시 예에서, 헬름홀쯔 코일들은 자기 병(magnetic bottle)으로 구성된다. 도 1에 도시된 바와 같이, PDC 컨버터(6)는 헬름홀쯔 코일들에 대해서 플라즈마 소스에 근접하게 될 수 있다. 전지 베셀의 외부에 설치된 자석을 포함하는 플라즈마 대 전기 컨버터의 구성 부품들을 위해서, 분리 벽들은 예를 들어 스테인레스 스틸과 같은 비철 물질(nonferrous material)을 포함할 수 있다. 예를 들면, PDC 컨버터 또는 MHD 컨버터의 플라즈마를 수용하는 베셀(1) 또는 측벽들로부터 헬름홀쯔 코일(6)들을 분리하는 벽은 자속이 용이하게 관통하는 예를 들어 스테인레스 강과 같은 재료를 포함한다. 이러한 실시 예에서, 자석들은 외부로 위치되어서, 자화된 횡단 배향의 PDC 핀 양극(애노드)들을 가로지르는 또는 MHD 컨버터의 플라즈마 팽창 방향을 가로지르는 자기 플럭스(자속; magnetic flux)을 제공한다.

[0460] 각각의 전지는 또한, 유입 및 배출 냉각수 라인(11 및 12)들에 의해서 각각 전극 열교환기(10)로부터, 그리고 유입 및 배출 냉각수 라인(19 및 20)들에 의해서 각각 PDC 열교환기(18)로부터 화력(thermal power)을 출력한다. 화력은 직접 열로 사용되거나 또는 전기로 변환될 수 있다. 여러 실시 예들에서, 동력 시스템은 화력 대 전기 컨버터를 포함한다. 변환은, 예를 들어 보일러, 증기 터빈, 및 발전기를 포함하는 증기 발전소 또는 예를 들어 외부에서 가열되는 가스 터빈 및 발전기와 같은 가스 터빈을 포함하는 발전소와 같이, 종래 기술의 랭킨 또는 브레이턴 발전 설비를 이용하여 이루어질 수 있다. 적절한 반응 및 시스템들, 그리고 발전 설비들은 다음과 같은 선행 미국 특허출원들{"밀스 선행 출원들(Mills Prior Applications)"}과 선행 공개 문헌들{"밀스 선행 화력 변환 공개 문헌들(Mills Prior Thermal Power Conversion Publications)"}에서 개시된 본 발명의 내용을 포함하는데, 선행 미국 특허출원들로서는 2008년 4월 24일 출원된 수소 촉매 반응기(Hydrogen Catalyst Reactor), PCT/US08/61455; 2009년 7월 29일 출원된 이종 수소 촉매 반응기(Heterogeneous Hydrogen Catalyst Reactor), PCT/US09/052072; 2010년 3월 18일 출원된 이종 수소 촉매 동력 시스템(Heterogeneous Hydrogen Catalyst Power System), PCT/US 10/27828; 2011년 3월 17일 출원된 전기화학 수소 촉매 동력 시스템(Electrochemical Hydrogen Catalyst Power System), PCT/US1 1/28889; 2012년 3월 20일 출원된 전기 화학 수소 촉매 동력 시스템(H20-Based Electrochemical Hydrogen-Catalyst Power System), PCT/US 12/31369, 그리고 2013년 5월 21일 출원된 CIHT 동력 시스템 (CIHT Power System), PCT/US 13/041938 {"밀스 선행 출원들(Mills Prior Applications)"} 이고, 선행 공개 문헌들로서는 저자 R. L. Mills, M. Nansteel, W. Good, G. Zhao 의, "수소 촉매 시스템들에 근거한 블랙라이트 파워 멀티-전지 열적 결합 반응기에 대한 설계(Design for a BlackLight Power Multi-Cell Thermally Coupled Reactor Based on Hydrogen Catalyst Systems)", Int. J.

Energy Research, Vol. 36, (2012), 778-788; doi: 10.1002/er. 1834와; 저자 R. L. Mills, G. Zhao, W. Good 의, "연속적 열 동력 시스템(Continuous Thermal Power System)", Applied Energy, Vol. 88, (2011) 789-798, doi: 10.1016/j.apenergy.2010.08.024 과; 그리고 저자 R. L. Mills, G. Zhao, K. Akhtar, Z. Chang, J. He, X. Hu, G. Wu, J. Lotoski, G. Chu 의, "새로운 동력원으로서 열적 가역성 하이드리노 촉매 시스템들(Thermally Reversible Hydrino Catalyst Systems as a New Power Source)", Int. J. Green Energy, Vol. 8, (2011), 429^173 이 있으며, 이들은 모두가 참조로 여기에 포함되어 있다. 다른 실시 예들에서, 동력 시스템은, 예를 들어 열이온(열전자) 또는 열전기 동력 컨버터들 같은 직접 컨버터들 및 예들 들어 스털링 엔진들과 같은 다른 열기관들과 같이, 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 화력 대 전기 컨버터들 중에서 하나를 포함한다.

[0461] 일 실시 예에서, 10MW 발전기는 다음 단계들을 수행한다:

[0462] 1. 연료가 호퍼로부터 상호연결 지역(interdigitating regions)들에서 높은 전도성 고체 연료 약 0.5 g 표본(aliquots)들을 한정하는 한 쌍의 기어들 및/또는 지지 부재들 안으로 유동하는데, 여기서 저전압 대전류가 연료를 통해 흘러서 연료를 점화시킨다. 점화는 표본당 에너지 약 10 kJ을 방출한다. 기어들은 60개의 톱니를 포함하며, 발화 속도가 10MW에 상응하게 1kHz 가 되도록 1000 RPM으로 회전한다. 일 실시 예에서, 기어는 이들 기어들과 직접 접촉하는 연료 분무 층이 폭발에 대한 임계 전류 밀도를 수반하지 않도록 설계되고, 반면에 대부분 지역은 연료의 점화로부터 폭발에 의한 기어의 부식을 방지하도록 설계된다.

[0463] 2. 본질적으로, 완전히 이온화된 플라즈마가 기어들에 대해서 수직한 축선 상에서 기어들로부터 팽창되어서 자기유체동력학 또는 자기동력한 컨버터로 유입되며, 여기서 플라즈마 유동은 전기로 변환된다. 또는, 광전 컨버터를 사용하여 전기로 변환된는 플라즈마로부터 밝은 빛이 방사된다.

[0464] 3. 전기의 일부는 전극들에 대한 전력의 소스를 구동시키고, 나머지는 외부 부하로 공급될 수 있으며 다음으로 상응하는 유닛에 의해서 전력 조절된다. 전극 열교환기에 의해 기어 허브로부터 제거된 열은 재생 시스템 열교환기로 유동하며, 나머지는 외부 열부하에 유동한다.

[0465] 4. 플라즈마 가스는 H_2O 없는 고체 연료를 포함하는 생성물로 응축된다.

[0466] 5. 제약 또는 식품 산업들에서 사용되는 오거(auger)가 생성물 분말을 재생시스템으로 이송하는데, 여기서 분말은 증기에 의해서 재수화되며, 증기는 재생시스템 열교환기의 고온 코일들 위의 H_2O 저장소로 부터 H_2O 유동에 의해서 형성된 것이다.

[0467] 6. 재생된 고체 연료는 오거에 의해서 호퍼로 이송되어서 H_2O 첨가만으로 연료의 연속적인 사용이 가능해진다.

[0468] 고체 연료 0.5g이 1kJ의 에너지를 생산한다고 가정하자. 연료의 밀도는 Cu의 밀도 8.96 g/cm^3 이라 가정하면, 이에 따라 상호연결 지역에서 톱니 당 연료의 체적은 0.056 cm^3 이다. 연료를 통한 높은 전도성을 얻기 위해서 전도 깊이는 2mm 라고 가정하면, 이에 따라 각각의 기어의 삼각형 톱니의 상호연결 틈새(gap)에 의해서 한정되는 연료 기저부(base)는 4mm이며, 기어의 폭은 0.11 cm^3/(0.2)(0.4) = 1.39 cm이다. 또 다른 실시 예에서, 모범적 10MW 발전기의 H_2O 소비는 다음과 같이 주어진다.

[0469] $H_2O \rightarrow H_2(1/4) + 1/2O_2$ (50 MJ/몰 H_2O); 10 MJ/s/50 MJ/몰 H_2O = 0.2 몰 (3.6 g) H_2O/s 또는 13kg/h = 13리터/시간이다. 고체 연료가 점화에 의해서 재순환되는 모범적 예를 고려하면, 1분에 0.5g 재생에 의해서 10 kJ을 발생시키며, 고체 연료의 재고(inventory)는 다음과 같이 주어진다: 10 MJ/s X 0.5 g/10 kJ = 500g/s (30kg/분), 고체 연료의 재고는 30kg 또는 약 3 리터이다.

[0471] <u>H. 광출력의 광 변환을 가지는 아크 및 높은 DC, AC, 및 DC-AC 혼합 전류 하이드리노 플라즈마 전지 (Arc and High- DC, AC, and DC-AC Mixture Current Hydrino Plasma Cells Having Photovoltaic Conversion of Optical Power)</u>

[0472] 본 발명의 모범적 실시 예들에서 광출력의 광전 변환을 가지는 동력 시스템은 SF-CIHT 전지들에 대해 여기서 기술된 어떤 부품들도 포함할 수 있다. 예를 들면, 어떤 실시 예들은 하나 이상의 다음 사항들을 포함하는데: 베셀은 대기압의, 대기압 이상의, 그리고 대기압 미만의 중에서 적어도 하나의 압력이 될 수 있다; 반응물들은 촉매의 소스, 촉매, 원자 수소의 소스, 및 원자 수소 중에서 적어도 하나를 형성하도록 H_2O의 소스 및 전도성 매

트릭스를 포함할 수 있다; 반응물들은 대용량 H_2O, 대용량이 아닌 상태의 H_2O, H_2O를 형성하고 결합 H_2O를 방출하는 반증 중에서 적어도 하나를 수행하는 화합물 또는 화합물들 중에서 적어도 하나를 포함하는 H_2O의 소스를 포함할 수 있다; 결합 H_2O는 H_2O와 반응하는 화합물을 포함할 수 있으며, 여기서 H_2O는 흡착 H_2O, 결합 H_2O, 물리흡착(physisorbed) H_2O, 및 수화수(waters of hydration)들 중에서 적어도 하나의 상태에 있다; 반응물들은 대용량 H_2O, 흡착 H_2O, 결합 H_2O, 물리흡착(physisorbed) H_2O, 및 수화수(waters of hydration)들의 방출 중에서 적어도 하나를 수행하는 전도체 및 하나 이상의 화합물들 또는 물질들을 포함할 수 있으며, 반응 생성물로서 H_2O를 가진다; 발생기 H_2O 촉매의 소스와 원자 수소의 소스 중에서 적어도 하나는 a) 적어도 하나의 H_2O의 소스, b) 적어도 하나의 산소의 소스, 및 c) 적어도 하나의 수소의 소스 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다; 반응물들은 촉매의 소스, 촉매, 원자 수소의 소스, 및 원자 수소를 형성할 수 있으며, a) H_2O 및 H_2O의 소스, 02, H_2O, HOOH, OOH^-, 과산화 이온(peroxide ion), 초산화 이온(superoxide ion), 수소화물(hydride), H_2, 할로겐화물(halide), 산화물(oxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 수산화물(hydroxide), 산소를 포함하는 화합물, 수화된 화합물(hydrated compound), 그리고 할로겐화물(halide), 산화물(oxide), 옥시수산화물(oxyhydroxide), 수산화물(hydroxide), 산소를 포함하는 화합물의 적어도 하나의 그룹으로부터 선택된 수화된 화합물, 그리고 c) 전도성 매트릭스 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다; 옥시수산화물(oxyhydroxide)은 TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 산화물(oxide)은 CuO, Cu_2O, CoO, CO_2O_3, CO_3O_4, FeO, Fe_2O_3, NiO, 및 Ni_2O_3 로 이루어진 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 수산화물(hydroxide)은 $Cu(OH)_2$, $Co(OH)_2$, $Co(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, 및 $Ni(OH)_2$ 로 이루어진 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 산소를 포함하는 화합물은 황산염(sulfate), 인산염(phosphate), 질산염(nitrate), 탄산염(carbonate), 탄산 수소염(hydrogen carbonate), 크롬산염(chromate), 파이로인산염(pyrophosphate), 과황산염(persulfate), 과염소산염(perchlorate), 과브롬산염(perbromate), 및 과옥소산염(periodate), MXO_3, MXO_4 (M = 예를 들어 Li, Na, K, Rb, Cs 같은 알칼리 금속과 같은 금속; X = F, Br, Cl, I), 산화마그네슘코발트(cobalt magnesium oxide), 산화마그네슘니켈(nickel magnesium oxide), 산화마그네슘구리(copper magnesium oxide), Li_2O, 알칼리 금속 산화물(alkali metal oxide), 알칼리 토금속 산화물(alkaline earth metal oxide), CuO, CrO_4, ZnO, MgO, CaO, MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, MO, FeO, Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, P_2O_3, P_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, CoO, Co_2O_3, Co_3O_4, FeO, Fe_2O_3, NiO, Ni_2O_3, 희토류 산화물(rare earth oxide), CeO_2, La_2O_3, 옥시수산화물(oxyhydroxide), TiOOH, GdOOH, CoOOH, InOOH, FeOOH, GaOOH, NiOOH, AIOOH, CrOOH, MoOOH, CuOOH, MnOOH, ZnOOH, 및 SmOOH 의 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 그리고 전도성 매트릭스(conductive matrix)는 금속 분말(metal powder), 탄소(carbon), 탄화물(carbide), 붕소화물(boride), 질화물(nitride), 예를 들어 TiCN 같은 카르보니트릴(carbonitrile), 또는 니트릴(nitrile)로 이루어진 그룹으로부터 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0473] 본 발명의 또 다른 실시 예들에서, 동력 시스템은 하나 이상의 다음 사항들을 포함하는데: 반응물들은 금속, 그러한 금속의 금속 산화물, 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 금속과 H_2O의 반응은 열역학적으로 유리하지 않다; 반응물들은 전이 금속의 혼합물, 알칼리 토금속 할로겐화물, 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 금속과 H_2O의 반응은 열역학적으로 유리하지 않다; 반응물들은 전도체의 혼합물, 흡착 물질(hydroscopic material), 및 H_2O를 포함할 수 있다; 전도체는 금속 분말 또는 탄소 분말을 포함할 수 있으며, 여기서 금속과 H_2O의 반응은 열역학적으로 유리하지 않다; 흡착 물질(hydroscopic material)은 브롬화리튬(lithium bromide), 염화칼슘(calcium chloride), 염화마그네슘(magnesium chloride), 염화아연(zinc chloride), 탄산칼륨(potassium carbonate), 인산칼륨(potassium phosphate), 예를 들어 $KMgCl_3 \cdot 6(H_2O)$ 같은 광로석(carnallite), 시트르산철암모늄(ferric ammonium citrate), 수산화칼륨(potassium hydroxide) 및 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 진한 황산 및 인산(concentrated sulfuric and phosphoric acids), 셀룰로오스 섬유(cellulose fibers)들, 당(sugar), 캐러멜(caramel), 꿀(honey), 글리세롤(glycerol), 에탄올(ethanol), 메탄올(methanol), 디젤유(diesel fuel), 메탐페타민(methamphetamine), 화학 비료(fertilizer chemical), 염(salt), 건조제(desiccant), 이산화규소(실리카; silica), 활성탄(activated charcoal), 황산칼슘(calcium sulfate), 염화칼

슘(calcium chloride), 분자 여과기(여과체; molecular sieves), 제올라이트(비석; zeolite), 용해성 물질(deliquescent material), 염화아연(zinc chloride), 염화칼슘(calcium chloride), 수산화칼륨(potassium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide) 및 용해성 염(deliquescent salt)의 그룹 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다; 동력 시스템은 전도체, 흡착 물질(hydroscopic material), 및 H_2O의 혼합물을 포함할 수 있으며, 여기서 상대적 몰 량의 (금속/도전체) (흡착 물질) (H_2O) 범위는 약 (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000), (0.000001 내지 100000); (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000), (0.00001 내지 10000); (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000), (0.0001 내지 1000); (0.001 내지 100), (0.001 내지 100), (0.001 내지 100); (0.01 내지 100), (0.01 내지 100), (0.01 내지 100); (0.1 내지 10), (0.1 내지 10), (0.1 내지 10); and (0.5 내지 1), (0.5 내지 1), (0.5 내지 1) 중에서 적어도 하나이다; H_2O와 열역학적으로 유리하지 않은 반응을 가지는 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In의 그룹에서 적어도 하나가 될 수 있다; 반응물들은 H_2O의 첨가에 의해 재생될 수 있다; 반응물들은 금속의 혼합물, 그러한 금속의 금속 산화물, 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 금속 산화물은 1000℃ 미만의 온도에서 H_2 환원이 가능하다; 반응물들은 H_2에 의해 용이하게 환원되지 않고 가볍게 가열되는 산화물의 혼합물과, 1000℃ 미만의 온도에서 H_2에 의해 금속으로 환원될 수 있는 산화물을 가지는 금속과, 그리고 H_2O를 포함할 수 있다; 1000℃ 미만의 온도에서 H_2에 의해 금속으로 환원될 수 있는 산화물을 가지는 금속은 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In의 그룹 중에서 적어도 하나가 될 수 있다; H_2에 의해 용이하게 환원되지 않고 가볍게 가열되는 금속 산화물은 알루미나(alumina), 알칼리토산화물(alkaline earth oxide), 및 희토류산화물(rare earth oxide) 중에서 적어도 하나를 포함한다; 고체 연료는 탄소(carbon) 또는 활성탄(activated carbon) 및 H_2O를 포함할 수 있으며, 여기서 혼합물은 H_2O의 첨가를 포함하는 재수화(rehydration)에 의해 재생된다; 그리고 반응물들은 슬러리(slurry), 용액(solution), 유제(emulsion), 조성물(composite), 및 화합물 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다; H_2O 몰% 함량은 약 0.000001% 내지 100%, 0.00001% 내지 100%, 0.0001% 내지 100%, 0.001% 내지 100%, 0.01% 내지 100%, 0.1% 내지 100%, 1% 내지 100%, 10% 내지 100%, 0.1% 내지 50%, 1% 내지 25%, 그리고 1% 내지 10% 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다; 대전류(high-current) 전기 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 전달하기 위한 전력의 소스의 전류는 하이드리노 반응물(hydrino reactants)들이 하이드리노(hydrinos)들을 고속으로 형성하는 반응을 수행하게 하기에 충분하다.

[0474] 본 발명의 어떤 실시 예들에서, 동력 시스템은 하나 이상의 다음 사항들을 포함하는데: 대전류(high-current) 전기 에너지의 짧은 폭발(short burst)을 전달하기 위한 전력의 소스는 100A 내지 1,000,000A, 1kA 내지 100,000A, 10kA 내지 50kA 중에서 적어도 하나의 범위에 있는 높은 AC, DC, 또는 AC-DC 혼합의 전류를 발생시키도록 선택된 전압, 및 100A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 1000A/cm^2 내지 100,000A/cm^2, 및 2000A/cm^2 내지 50,000A/cm^2 중에서 적어도 하나의 범위에 있는 DC 또는 피크 AC 전류 밀도(DC or peak AC current density)를 포함하며, 전압은 고체 연료 또는 활성 물질의 전도성에 의해서 결정되며, 여기서 전압은 소정의 전류 배수들의 고체 연료 또는 활성 물질 샘플의 저항에 의해서 주어지고, DC 또는 피크 AC 전압은 약 0.1V 내지 500kV, 0.1V 내지 100kV, 및 1V 내지 50kV로부터 선택된 적어도 하나의 범위일 수 있으며, 그리고 AC 주파수는 약 0.1Hz 내지 10GHz, 1Hz 내지 1MHz, 10Hz 내지 100kHz, 및 100Hz 내지 10kHz의 범위일 수 있다; 고체 연료 또는 활성 물질 샘플의 저항은 약 0.001 milliohm 내지 100 Mohm, 0.1 ohm 내지 1 Mohm, 및 10 ohm 내지 1 kohm 로부터 선택된 적어도 하나의 범위에 있으며, 하이드리노들을 형성하도록 작동하는 전극 면적당 적절한 부하의 도전율(conductivity)은 약 10^{-10} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{6} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-5} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{6} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-4} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{5} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-3} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{4} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-2} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{3} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 10^{-1} $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10^{2} $ohm^{-1}cm^{-2}$, 및 1 $ohm^{-1}cm^{-2}$ 내지 10 $ohm^{-1}cm^{-2}$로부터 선택된 적어도 하나의 범위에 있다; 재생 시스템은 적어도 하나의 수화, 열적, 화학적, 및 전기화학적 시스템을 포함할 수 있다; 광전 컨버터는 광자 대 전력 컨버터를 포함할 수 있다; 동력 시스템은 광 분배 시스템(light distribution system) 또는 집중 광전 기구(concentrated photovoltaic device)를 포함할 수 있다; 동력 시스템은 광전 컨버터는 광자 대 화력 컨버터를 포함할 수 있다; 동력 시스템은 화력 대 전력 컨버터, 집중 태양열 발전 장치, 트랙커(tracker), 또는 에너지 저장 장치를 포함할 수 있다; 동력 시스템은 전력망(power grid)을 포함할 수 있다; 동력 시스템은 독립 시스템(stand-alone system)을 포함

할 수 있다; 광전 컨버터는 다수의 다중접합(multi-junction) 광전지들을 포함할 수 있다; 다중접합 광전지들은 삼중접합(triple-junction) 광전지들을 포함할 수 있다; 광전 컨버터는 진공 전지(vacuum cell) 내에 위치될 수 있다; 광전 컨버터는 반사방지 코팅(antireflection coating), 광학 임피던스 정합 코팅(optical impedence matching coating), 또는 보호 코팅(protective coating) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다; 광전 컨버터는 광전 컨버터의 적어도 일부를 세정하도록 구성된 세정 시스템과 작동 가능하게 연결될 수 있다l; 동력 시스템은 광학 필터를 포함할 수 있다; 광전 컨버터는 단결정 전지(monocrystalline cell), 다결정 전지(polycrystalline cell), 비정질 전지(amorphous cell), 스트링/리본 실리콘 전지(string/ribbon silicon cell), 다중접합 전지(multi-junction cell), 동질접합 전지(homojunction cell), 이질접합 전지(heterojunction cell), p-i-n 장치(p-i-n device), 박막 전지(thin-film cell), 염료감응형 전지(dye-sensitized cell), 및 유기 광전지(organic photovoltaic cell) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다; 광전지는 다중접합 전지를 포함할 수 있는데, 여기서 다중접합 전지는 역 전지(inverted cell), an 직립 전지(upright cell), 격자 불일치 전지(lattice-mismatched cell), 격자 일치 전지(lattice-matched cell), 및 Ⅲ-Ⅴ족 반도체 재료들을 포함하는 전지(cell comprising Group III-V semiconductor materials) 중에서 적어도 하나를 포함한다; 동력 시스템은 광전 컨버터에 작동 가능하게 연결된 출력 조절기 및 출력 조절기에 작동 가능하게 연결된 출력 단자를 포함할 수 있다; 동력 시스템은 인버터(inverter) 또는 에너지 저장 장치를 포함할 수 있다; 출력 단자로부터의 출력의 일부가 에너지 저장 장치 또는 동력 시스템의 부품 또는 다수의 전극들 또는 외부 부하 또는 전력 망(power grid)으로 보내질 수 있다.

[0475] 일 실시 예에서, CIHT 전지는 하이드리노 플라즈마 전지라고 불리는 하이드리노 형성 플라즈마 전지를 포함하는데, 여기서 광 동력(optic power)의 적어도 일부가 광전 컨버터에 의해 전기로 변환된다. 대전류는 DC, AC, 또는 이들의 조합들로 될 수 있다. 플라즈마 가스는 H의 소스 및 H_2O와 같은 HOH 촉매의 소스 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 추가의 적절한 플라즈마 가스들은 H_2O, H의 소스, 산소의 소스, O_2, 및 예를 들어 희가스(noble gas) 같은 불활성 가스 중에서 적어도 하나의 화합물이다. 가스 압력은 약 0.001 Torr 내지 100atm, 1 Torr 내지 50atm, 및 100 Torr 내지 10atm의 적어도 하나의 범위로 될 수 있다. 전압은 예를 들어 50V 내지 100kV, 1kV 내지 50kV, 및 1kV 내지 30kV 중에서 적어도 하나의 범위와 같이 높을 수 있다. 전류는 약 0.1 miA 내지 100A, 1mA 내지 50A, 및 1mA 내지 10A 중에서 적어도 하나의 범위로 될 수 있다. 플라즈마는 예를 들어 약 1A 내지 100kA, 100A 내지 50kA, 및 1kA 내지 20kA 중에서 적어도 하나의 범위와 같이 높은 전류를 가지는 아크(arcs)들을 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 대전류는 하이드리노 반응 속도를 가속화시킨다. 일 실시 예에서 전압 및 전류는 AC 이다. 구동 주파수는 예를 들어 3kHz 내지 15kHz의 범위와 같이 가청 주파수이다. 일 실시 예에서, 주파수는 약 0.1 Hz 내지 100GHz, 100Hz 내지 10GHz, 1kHz 내지 10GHz, 1MHz 내지 1GHz, 및 10MHz 내지 1GHz의 적어도 하나의 범위이다. 플라즈마 가스에 노출된 적어도 하나의 전극의 전도체는 아크 플라즈마를 지지하기 위해서 전자 열이온 및 전계 방출(electron thermionic and field emission)을 제공할 수 있다.

[0476] 일 실시 예에서, 전지는 H의 소스 및 HOH 촉매의 소스를 포함하는 플라즈마 가스 내에서의 분열(breakdown)을 이루기 위해서 가해지는 대전류 전원을 포함한다. 플라즈마 가스는 수증기, 수소, 산소의 소스, 및 예를 들어 아르곤과 같은 희가스 같이 불활성 가스 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 높은 전압의 전력은 직류(DC), 교류(AC), 그 혼합물들을 포함할 수 있다. 플라즈마 가스 내에서의 분열은 전도성을 매우 증가시킨다. 전원은 대전류(current)로 될 수 있다. 파괴 전압보다 낮은 전압에서의 대전류가 가해져서 HOH 촉매에 의한 H의 하이드리노로의 촉매작용이 고속으로 발생한다. 대전류는 직류(DC), 교류(AC), 및 그 혼합물들을 포함할 수 있다.

[0477] 대전류 플라즈마 전지의 일 실시 예는 HOH 촉매 및 H를 형성할 수 있는 플라즈마 가스를 포함한다. 플라즈마 가스는 HOH의 소스와, 그리고 예르르 들어 H_2O 및 H_2 가스들와 같은 H의 소스 를 포함한다. 플라즈마는 HOH 촉매 및 H를 허용하고, 향상시키고, 또는 유지하는 추가 가스들을 더 포함한다. 다른 적절한 가스들은 희가스(noble gases)들이다. 전지는 적어도 하나의 전극들과, 적어도 하나의 안테나와, 적어도 하나의 RF 코일과, 그리고 안테나를 포함할 수 있는 적어도 하나의 마이크로파 공동(microwave cavity) 중에서 적어도 하나를 포함하며, 플라즈마 가스의 전기적 분열을 야기하기에 충분한 전압 또는 전자 또는 이온 에너지를 생산할 수 있는 전원과 같은 적어도 하나의 분열 전원을 더 포함한다. 전압은 예를 들어 10V 내지 100kV, 100V 내지 50kV, 및 1kV 내지 20kV 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다. 플라즈마 가스는 초기에 가스 상태뿐만 아니라 액체 상태로 될 수 있다. 플라즈마는 액체 H20 또는 액체 H2O를 포함하는 매체(medium)에서 형성될 수 있다. 가스 압력은 약 0.001 Torr 내지 100atm, 0.01 Torr 내지 760 Torr, 및 0.1 Torr 내지 100 Torr의 적어도 하나의 범위로 될 수 있다. 전지는 일단 분열이 이루어지면 대전류를 제공하는 전력의 적어도 하나의 2차 소스를 포함할 수 있다. 대전류는 또한 분열 전력 소스에 의해 제공될 수도 있다. 각각의 전력 소스들은 DC 또는 AC 모두 가능하다. 이들의 주파

수 범위는 약 0.1 Hz 내지 100GHz, 100Hz 내지 10GHz, 1kHz 내지 10GHz, 1MHz 내지 1GHz, 및 10MHz 내지 1GHz의 적어도 하나의 범위일 수 있다. 대전류는 1A 내지 100kA, 10A 내지 100kA, 1000A 내지 100kA, 및 10kA 내지 50kA 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다. 높은 방전 전류 밀도는 0.1A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 1A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 10A/cm^2 내지 100,000A/cm 100A/cm^2 내지 1,000,000A/cm^2, 및 1,000,000A/cm^2 내지 1kA/cm^2 중에서 적어도 하나의 범위일 수 있다. 일 실시 예에서, 파열 및 2차 대전류 전력 소스들 중에서 적어도 하나가 간헐적으로 가해질 수 있다. 간헐적 주파수는 약 0.001 Hz 내지 1GHz, 0.01Hz 내지 100MHz, 0.1Hz 내지 10MHz, 1Hz 내지 1MHz, 및 10Hz 내지 100kHz의 적어도 하나의 범위일 수 있다. 반복률(duty cycle)은 약 0.001% 내지 99.9%, 1% 내지 99%, 및 10% 내지 90%의 적어도 하나의 범위일 수 있다. 일 실시 예에서, 예를 들어 RF 전원과 같은 AC 및 DC 전원을 포함하는 일 실시 예에서, DC 전원은 적어도 하나의 축전기에 의해 AC 전원과 분리되어 있다. 일 실시 예에서, 예를 들어 H_2 및 H_2O 중에서 적어도 하나와 같이 하이드리노를 형성하는 H의 소스는 하이드리노 성분을 예를 들어 1 같은 소정의 전지 게인(desired cell gain)이 제공되는 출력으로 유지시키는 속도로 전지에 공급되는데, 여기서 하이드리노 전력 성분은 입력 전기 전력을 초과한다.

[0478] 일 실시 예에서, 플라즈마 가스는 순수한 또는 예를 들어 소금물(brine)과 같은 수성의 염 용액(aqueous salt solution)을 포함하는 액체 H_2O로 대체된다. 용액은 RF 또는 마이크로파 여기(RF or microwave excitation)와 같은 고주파 방사의 AC 여기와 함께 입사될(incident) 수 있다. 예를 들어 소금물과 같은 H_2O를 포함하는 여기 매체(excited medium)는 RF 송신기와 수신기 사이로 위치될 수 있다. RF 수신기 또는 안테나는 H_2O를 포함하는 매체에 의해서 흡수될 수 있는 주파수 및 전력의 RF 신호를 발생시킬 수 있는 RF 발전기로부터 RF 전력을 수용한다. 전지 및 여기 매개변수들은 개시된 것들 중 하나가 될 수 있다. 일 실시 예에서, RF 주파수는 약 1MHz 내지 20MHz 범위가 될 수 있다. RF 여기 소스는 부하의 임피던스를 수신기에 맞추도록 튜닝 회로 또는 매칭 네트워크(tuning circuit or matching network)를 포함한다. 금속 입자들은 H_2O 또는 염 용액 안에 떠 있을 수 있다. 입사 전력(incident power)은 약 0.1 W/cm^2 내지 100kW/cm^2, 0.5 W/cm^2 내지 10kW/cm^2, 그리고 0.5 W/cm^2 내지 1kW/cm^2 중에서 적어도 하나의 범위와 같이 높아서 금속 입자들과 입사 방사의 상호작용으로 인하여 플라즈마 내에 아크(arcs)들을 발생시킬 수 있다. 금속 입지들의 크기는 아크 형성을 최적화하도록 조절될 수가 있다. 적절한 입자 크기들은 약 0.1 um to 10mm 범위이다. 아크들은 하이드리노 반응을 높은 운동학적으로 발생시키도록 높은 전류를 동반한다. 또 다른 실시 예에서, 플라즈마 가스는 예를 들어 H_2O 증기와 같은 H_2O를 포함하며, 전지는 예를 들어 RF 또는 마이크로파와 같은 고주파 방사와 함께 또한 입사되는 금속 물체들을 포함한다. 금속 물체들 상의 날카로운 지점들에서의 장 집중(field concentration)은 하이드리노 반응 속도의 큰 향상과 함께 H_2O를 포함한 플라즈마 가스 내에 아크들을 발생시킨다.

[0479] 일 실시 예에서, 대전류(high-current) 플라즈마는 아크를 포함한다. 아크 플라즈마는 글로우 방전 플라즈마(glow discharge plasma) 상으로 특이성(distinguishing characteristic)을 가질 수 있다. 앞에서의 경우, 전자 및 이온 온도가 비슷할 것이고, 뒤에서의 경우 전자 열에너지가 이온 열에너지보다 훨씬 클 것이다. 일 실시 예에서, 아크 플라즈마 전지는 핀치 플라즈마(pinch plasma)를 포함한다. 예를 들어 H_2O를 포함하는 플라즈마 가스와 같은 플라즈마 가스는 아크 플라즈마를 형성하기에 충분한 온도로 유지된다. 압력은 약 100 Torr 내지 100atm 범위와 같이 높을 것이다. 일 실시 예에서, 분열 및 대전류 공급들은 동일할 것이다. 아크 형성 및 유지에 의해 저항과 전압이 감소함에 따라서 증가할 수 있는 예를 들어 약 1kV 내지 50kV 범위의 높은 전압과 대전류를 공급할 수 있는 일렬의 축전기들로 구성된 다수의 축전기들을 포함하는 전원에 의해서 액체 H_2O를 포함하는 고압 H_2O 내에서 아크가 형성될 수 있으며, 여기서 전류는 약 0.1nA 내지 100,000A 범위가 될 것이다. 축전기들을 직렬로 연결함으로써 전압이 증가될 수 있으며, 축전기들을 병렬로 연결함으로써 정전용량(capacitance)이 제공될 수 있다. 정전용량은 예를 들어 24시간 이상으로 0.1s와 같은 긴 기간에 플라즈마를 유지하기에 충분할 것이다. 전력 회로는 예를 들어 2차 대전류 전원과 같이 일단 형성된 아크를 유지하기 위한 추가 요소들을 가질 수 있다. 일 실시 예에서, 전원은 아크에 연속적으로 전력을 공급할 수 있는 다수의 일련의 축전기들을 포함하며, 여기서 각각의 일련의 축전기들은 정해진 충전 열의 축전기들이 방전됨에 따라서 충전 전원에 의해 재충전될 수 있다. 다수의 일련의 축전기들은 아크 플라즈마를 정상 상태로 충분히 유지할 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 아크 플라즈마에 플라즈마 분열과 대전류 중에서 적어도 하나를 제공하는 전원은 적어도 하나의 변압기(transformer)를 포함한다. 일 실시 예에서, 아크는 예를 들어 약 0.01 Hz 내지 1MHz 범위와 같이 높은 DC 반복 속도(DC repetition rate)로 형성된다. 일 실시 예에서, 음극과 양극(cathode and anode)의 역할은 주기적으로

역전될 수 있다. 역전 속도는 아크 플라즈마를 유지하도록 낮을 수 있다. 교류의 순환 속도(cycle rate)는 약 0Hz 내지 1000Hz, 0Hz 내지 500Hz, 그리고 0Hz 내지 100Hz 중에서 적어도 하나로 될 수 있다. 전원은 하이드리노 반응 속도를 소정의 속도로 유지하는 최대 전류 한계치를 가진다. 일 실시 예에서, 대전류는 가변 출력을 제공하기 위해서 하이드리노 생성 전력을 제어하도록 가변적이다. 전원에 의해 제어되는 대전류 한계치는 약 1kA 내지 100kA, 2kA 내지 50kA, 그리고 10kA 내지 30kA 중에서 적어도 하나의 범위로 될 수 있다. 아크 플라즈마는 전류 증가로 전압이 감소하는 작용을 포함한 부저항(negative resistance)을 가진다. 플라즈마 아크 전지 전력 회로는 소정 수준의 안정한 전류를 설정하도록 예를 들어 전기 안정기(electrical ballast)와 같은 정상 임피던스(positive impedance)의 형태를 포함할 수 있다. 전극들과 이들 전극들 사이의 전기장이 소정의 기하학적 형상으로 될 수 있다. 적절한 기하학적 형상들은 중심 원통형 전극 및 외부 동심 전극(a center cylindrical electrode and an outer concentric electrode), 평행판 전극(parallel-plate electrodes)들, 그리고 마주하는 핀들 또는 원통들(opposing pins or cylinders) 중에서 적어도 하나이다. 전극들은 아크 플라즈마를 지지하도록 음극에 전자 열이온 및 전계 방출(electron thermionic and field emission) 중에서 적어도 하나를 제공할 수 있다. 예를 들어 약 106 A/cm^2 같이 높은 대전류 밀도들과 같은 대전류 밀도들이 형성될 수 있다. 전극은 예를 들어 W 또는 Mo 및 탄소와, 그리고 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, 및 In의 그룹으로부터 하나의 물질과 같이, 물과 낮은 반응성(reactivity)을 가지는 물질과 같은 내화성 금속의 그룹으로부터 선택된 물질과 같이 높은 융점을 가지는 물질 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 일 실시 예에서, 전극들은 가동성일 수 있다. 전극들은 서로 근접하게 또는 직접 접촉하게 위치될 수 있고, 그리고 아크 플라즈마를 개시하고 유지하도록 기계적으로 분리될 수 있다. 이러한 경우, 분열 전압은 전극들이 고정된 틈새만큼 영구적으로 분리된 경우보다 매우 작을 수 있다. 가동의 또는 틈새 조절가는한 전극들에 의해 아크를 형성하기 위해 인가되는 전압은 약 0.1V 내지 20kV, 1V 내지 10kV, 그리고 10V 내지 1kV 중에서 적어도 하나의 범위로 될 수 있다. 전극 분리는 소정의 전류 또는 전류 밀도에서 정상 아크를 유지하도록 조절될 수 있다.

[0480] 일 실시 예에서, OH, HOH, O_2, nO, 및 nH (n 은 정수) 중에서 적어도 하나를 포함하는 촉매는 수중 아크 플라즈마(water-arc plasma)에서 발생된다. H_2O 아크 플라즈마 전지 발전기(100)의 개략도가 도 2B에 도시되어 있다. 아크 플라즈마 전지(109)는 예를 들어 외부의 원통형 전극(106) 및 중앙의 축선방향 전극(103)과 같이 두 개의 전극들을 포함하는데, 예를 들어 중앙의 봉(center rod)과 같은 축선방향 전극(103)은 전지 캡(111) 및 절연 기저부(102)를 가지며, 절연 기저부(102)는 진공, 대기압, 및 대기압 이상의 압력 중에서 적어도 하나의 압력으로 될 수 있는 전지(109)의 아크 플라즈마 챔버를 한정할 수 있다. 전지(109)에는 예를 들어 H20 같은 아크 플라즈마 가스 또는 액체가 공급된다. 이와는 다르게, 전극들(103 및 106)이 베셀(109)에 수용된 예를 들어 H_2O 같은 아크 플라즈마 가스 또는 액체 안에 잠겨질 수도 있다. H_2O는 더 낮은 전압에서 아크 분열을 얻기 위해서 예를 들어 염과 같이 용해될 수 있는 이온성 화합물 같은 이온들의 소스를 첨가함으로써 보다 전도성으로 될 수 있다. 염은 예를 들어 알칼리 수산화물 또는 할로겐화물 또는 기술된 다른 것들과 같이 수산화물 또는 할로겐화물을 포함할 수 있다. 공급은 밸브(108) 및 라인(110)을 가지는 탱크(107)와 같은 소스로부터 제공되는데, 라인(110)을 통해서 가스 또는 액체가 전지(109) 안으로 유입되며, 배기가스들은 전지로부터 배출 라인(126)을 통해서 유출되는데, 배출 라인(126)은 소정의 유동 및 압력 중에서 적어도 하나를 유지하도록 전지(109)로부터 가스들을 제거하는 펌프(117) 내에 적어도 하나의 게이지(1150 및 밸브(116)를 가지고 있다. 일 실시 예에서, 플라즈마 가스는 예를 들어 대기압과 같은 고압에서 예를 들어 초음속 유동과 같은 높은 유동 조건으로 유지되며, 반응물들의 적절한 질량 유량을 하이드리노 반응에 제공하여서 하이드리노에 근거한 동력(hydrino-based power)을 소정 수준으로 생산한다. 적절한 모범적 유량은 입력을 초과하는 하이드리노에 근거한 동력을 달성한다. 이와는 다르게, 액체 물은 예를 들어 경계(boundaries)들로서 전극들을 가지는 저수조(reservoir) 안에서와같이 전지(109) 안에 있을 수 있다. 전극들(103 및 106)은 전지 전력 커넥터(124)들을 통해서 고전압 대전류 전력 공급원(123)에 연결된다. 중앙 전극(103)에 대한 연결은 기판(101)을 통해서 이루어진다. 일 실시 예에서, 전원(123)은 커넥터(122)를 통해서 예를 들어 충전 전원(121)과 같은 또 다른 전원에 의해 공급될 수도 있다. 고전압 대전류 전원(123)은 고전압을 제공하도록 직렬로 그리고 고용량 대전류를 제공하도록 병렬로 구성될 수 있는 일렬의 축전기들을 포함할 수 있으며, 전원(123)은 다수의 그러한 축전기 열들을 포함할 수 있는데, 여기서 각각의 축전기 열은 연속적인 출력을 이룰 수 있도록 출력을 제공하기 위해서 일시적으로 방전되고 충전될 수가 있다. 축전기 열 또는 열들은 충전 전원(121)에 의해서 충전될 수 있다.

[0481] 일 실시 예에서, 중앙 전극(103)과 같은 전극은 예를 들어 테슬라 코일(Tesla coil) 같은 RF 발전기에 의해서 제공되는 것과 같이 고전력 및 고주파수로 될 수 있는 AC 전원(123)에 의해서 구동될 수 있다. 다른 실시 예에

서, 전극(103)들은 마이크로파 플라즈마 토치(microwave plasma torch)의 안테나를 포함한다. 주파수와 전력은 예를 들어 각각 약 100kHz 내지 100MHz 또는 100MHz 내지 10GHz 및 리터당 100W 내지 500kW 범위와 같이 개시된 것들 중에서 하나로 될 수 있다. 일 실시 예에서, 원통형 전극은 단지 전지 벽(cell wall)만을 포함할 수 있으며, 석영, 세라믹, 또는 알루미늄 같은 절연체로 구성될 수 있다. 전지 캡(111)은 예를 들어 접지된 또는 접지되지 않은(ungrounded) 전극과 같은 전극을 더 포함할 수 있다. 전지는 아크 플라즈마 전지(109)의 내부의 전극(103)을 적어도 부분적으로 덮어주는 플라즈마 아크들 또는 H_2O의 기다란 띠(streamers)들을 형성하도록 작동될 수 있다.

[0482] 일 실시 예에서, 아크 플라즈마 전지(109)는 열에너지 방출을 한정하도록 폐쇄된다. 그래서 밀봉된 전지의 내부의 물은 이 기술 분야의 숙련자에게 공지된 바와 같이 소정의 작동 온도 및 압력에 대한 H_2O 상태도에 따라 기액 혼합물의 표준 조건들에 있다. 작동 온도는 약 25℃ 내지 1000℃ 범위로 될 수 있다. 작동 압력은 약 0.001atm 내지 200atm, 0.01 atm 내지 200atm, 그리고 0.1 atm 내지 100atm 중에서 적어도 하나의 범위로 될 수 있다. 전지(109)는 보일러를 포함할 수 있는데, 여기서 가열된 물, 과열된 물(super heated water), 증기, 및 과열 증기(super heated steam)를 포함하는 적어도 하나의 상(phase)이 증기 배출구(114)로 유출되며 예를 들어 증기 터빈 같은 열 또는 기계적 부하를 공급하여서 전기를 발생시킨다. 배출 유동의 냉각 및 증기의 응축의 프로세스들 중에서 적어도 하나는 부하에 대한 화력 전달과 함께 발생하며, 냉각된 증기 또는 물은 복귀(112)를 통해서 전지로 복귀된다. 이와는 다르게, 보강 증기 또는 물이 복귀된다. 시스템은 냉각수로서 작용하는 H_2O의 물리적 상태에서 이를 순환시키도록 예를 들어 H_2O 순환 또는 복귀 펌프와 같은 펌프(113)를 더 포함할 수 있다. 전지는, 냉각수 유입구(118)를 통해서 유입되고 냉각수 배출구(120)를 통해서 배출되는 냉각수 내로 열에너지를 제거하도록, 내부의 또는 외부의 전지 벽에 제공될 수 있는 열교환기(119)를 더 포함할 수 있다. 그 후에, 고온의 냉각수는 예를 들어 순수한 열 부하와 같은 열 부하로, 또는 화력 대 기계 동력 컨버터로, 또는 예를 들어 증기 또는 가스 터빈 또는 예를 들어 증기기관 같은 열기관 등의 화력 대 전기 컨버터로, 그리고 선택적으로 발전기로 유동한다. 화력 대 기계 동력 또는 화력 대 전력의 추가의 모범적 컨버터들은 랭킨 또는 브레이턴 사이클 엔진들, 스털링 엔진들, 열이온 및 열전 컨버터들 및 기술 분야에 공지된 다른 시스템들이다. 화력 대 기계 또는 전기 변환의 시스템 및 방법들은 전체가 참조로 여기에 포함된 밀스 선행 출원들에도 개시되어 있다.

[0483] 일 실시 예에서, 예를 들어 텅스텐 또는 구리 전극들과 같이 탄소 또는 금속 전극들과 같은 전극들(103 및 106)은 플라즈마로 인하여 약화되기 때문에 전지(109) 안으로 공급될 수 있다. 전극들은 충분히 약해졌을 때 교체되거나 연속적으로 교체될 수 있다. 부식 생성물은 전지로부터 예를 들어 퇴적물(sediment) 형태로 수집되어서 새로운 전극으로 재생될 수 있다. 따라서, 아크 플라즈마 발전기는 전극 부식 생성물 회복 시스템(105), 전극 재생 시스템(104), 및 재생 전극 연속 공급부(125)를 더 포함한다. 일 실시 예에서, 예를 들어 중앙 전극(103) 같이 대부분의 부식에 약한 예를 들어 음극(cathode)과 같은 적어도 하나의 전극은 본 발명의 시스템들 및 방법들에 의해서 재생될 수 있다. 예를 들면, 전극은 예를 들어 H2 처리, 가열 및 진공 상태에서의 가열 중에서 적어도 하나에 의해 환원될 수 있는 상응하는 산화물을 가지는 Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, and In 으로부터 선택된 하나의 금속을 포함할 수 있다. 재생 시스템(104)은 산화물 및 금속 및 주물(cast) 중에서 적어도 하나를 용융시키거나 또는 재생된 금속으로부터 전극을 압출하는 로(furnace)를 포함한다. 금속을 제련(smelting) 및 성형(shaping) 또는 밀링(milling)하는 시스템들 및 방법들은 이 기술 분야의 숙련자들에게 잘 공지되어 있다. 또 다른 실시 예에서, 재생 시스템은 예를 들어 금속 이온들을 포함하는 용융 염 전기분해(electrolysis)와 같은 전기분해 전지를 포함할 수 있는데, 여기서 전극 금속은 이 기술 분야의 숙련자에게 잘 공지된 시스템들 및 방법들을 이용한 전착(electrodeposition)에 의해서 전극 상으로 도금될 수 있다.

[0484] 도 2B에 도시된 아크 플라즈마 전지(109)와 같은 플라즈마 전지의 일 실시 예에서, H_2O 아크 플라즈마 전지는 광 출력을 출력하며, 빛은 광전 컨버터에 의해 전기로 변환된다. 일 실시 예에서, 전지 캡(111)은 높은 광 출력을 수용하여 이를 전기로 변환시키는 광전 컨버터를 포함한다. 다른 실시 예에서, 적어도 하나의 전극(103 및 106)들은 적어도 부분적으로 빛에 투명한 그리드 전극(grid electrode)을 포함한다. 투명도(transparency)는 전극의 전도 부분들 사이의 틈새(gaps)들로 인한 것일 수 있다. 광전 컨버터는 광출력을 전기로 변환시키도록 그리드 전극의 뒤에 위치된다. 또 다른 실시 예에서, 전극들(103 및 106)은 평행 판(parallel plates)들을 포함한다. 평행 판 전극들은 밀봉되는 전지(109) 안에 한정될 수 있다. 높은 광 출력은 전극들에 의해 형성되는 평면들을 가로지르는 광전 컨버터(106a)에 의해서 수용될 수 있다. 광전 컨버터는 광전지들을 포함할 수 있으며, 또한 광 출력에 대해서 투명한 윈도우(window)를 더 포함하여서 전지들이 아크 플라즈마의 압력파로부터 손상되는

것을 방지할 수 있다. 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 바와 같이 플라즈마 및 예를 들어 H_2O를 포함하는 아크 플라즈마와 같은 아크 플라즈마를 지지하고 광전 컨버터에 대한 빛의 투과를 위한 적어도 하나의 지역을 포함하는 전극들의 다른 실시 예들과 전극의 구성들은 모두가 본 발명의 범위 내에 있다.

[0485] 일 실시 예에서, 하이드리노 전지는 하이드리노 연속체(continuum) 방사를 형성하는 핀치 플라즈마 소스(pinched plasma source)를 포함한다. 전지는 핀치 플라즈마를 형성하도록 음극(캐소드), 양극(애노드), 전원, 및 수소의 소스와 HOH 촉매의 소스 중에서 적어도 하나를 포함한다. 플라즈마 시스템은 이 기술 분야에 공지된 것과 같은 조밀 플라즈마 초점 소스(dense plasma focus source)를 포함한다. 플라즈마 전류는 예를 들어 1kA 이상과 같이 매우 높다. 플라즈마는 아크 플라즈마로 될 수 있다. 현저한 특징들은 플라즈마 가스가 H 및 HOH 또는 H 촉매 중에서 적어도 하나을 포함한다는 점과, 그리고 플라즈마 조건들이 수소 연속체 방사를 제공하도록 최적화될 수 있다는 점이다. 일 실시 예에서, 광 출력은 광전 컨버터(106a 또는 111)에 의해서 전기로 변환된다.

[0487] <u>I. 광전식 광 대 전력 컨버터 (Photovoltaic Optical to Electric Power Converter)</u>

[0488] 도 2A에 도시된 SF-CIHT 전지 발전기의 다른 플라즈마 동력 컨버터(6)에서, 고체 연료(3)의 점화로 생성된 플라즈마는 고도로 이온화된다. 하이드리노 형성에 방출된 에너지뿐만 아니라 방정식들 (6-9) 및 (44-47) 에 의해 주어진 것과 같은 하이드리노 촉매 작용 반응은 연료의 이온화로 결과된다. 이온들은 자유 전자들과 재결합하여서 빛을 방출한다. 여기 상태의 원자들, 이온들, 분자들, 화합물들, 및 물질들이 쇠퇴함으로써 추가의 빛이 방출된다. 빛은 광전 컨버터(6) 상에 입사된다. 광전 컨버터(6)는 각각 음극 및 양극 출력 커넥터(8a 및 8b)에 의해 출력 조절기/제어기(7)에 연결된 음극(6c) 및 양극(6b)을 포함한다. 빛은 진공 베셀(1)의 내부의 예를 들어 광 타일링(tiling) 같은 광 대 전기 컨버터(6)에 의해서 수용된다. 광전 컨버터는 광전 냉각수 유입 라인(19)을 통해서 냉각수를 유입하고 광전 냉각수 배출 라인(20)을 통해서 고온의 냉각수를 방출하는 적어도 하나의 열교환기(18)에 의해서 냉각될 수 있다. 여기서 제시된 SF-CIHT 전지의 광 출력 대 전기의 광전 변환에 대한 기술은 또한 광 출력의 광전 전환을 가지는 아크 및 높은 DC, AC, 및 DC-AC 혼합 전류 하이드리노 플라즈마에 대해서도 적용된다.

[0489] 광전 컨버터(6)는 광학 임피던스 정합(optical impedance matching) 및 플라즈마 또는 운동 물질 부식 또는 손상으로부터의 보호를 위하여 비반사 층(antireflection layer) 또는 예를 들어 일산화 규소(silicon monoxide)와 같은 코팅 중에서 적어도 하나의 코팅을 포함할 수 있다. 막(film)은 윈도우(window)를 포함할 수 있다. 윈도우는 윈도우를 덮어서 광전 컨버터로의 빛의 전달을 적어도 부분적으로 차단하는 폭발 생성물들을 세정하기 위한 시스템을 더 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 광학 윈도우는 세정된다. 세정은 화학적 세정 또는 에칭(etching) 및 플라즈마 세정 또는 에칭의 시스템 및 방법 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 윈도우는 각각 제거가능한 다수의 윈도우들을 포함할 수 있는데, 하나가 다른 하나를 대체하여 빛을 컨버터로 전달하도록 작용하는 동안에 다른 하나는 폭발 생성물을 세정하게 된다. 일 실시 예에서, 광학 윈도우는 세정된다. 세정은 화학적 세정 또는 에칭(etching) 및 플라즈마 세정 또는 에칭의 시스템 및 방법 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 생성물들이 보호 윈도우, 광섬유 케이블과 미러들 중에서 적어도 하나와 같은 수집 시스템들, 및 광전 컨버터 중에서 적어도 하나를 코팅하는 것을 방지하기 위해서, 불활성 가스와 같은 가스의 흐름이 팽창하는 점화된 플라즈마에 마주하는 방향으로 유입된다.

[0490] SF-CIHT 발전기(도 2A)의 광전 컨버터는 조밀한 설계로 배열될 수 있는 다수의 광전지들에 SF-CIHT 전지의 광출력을 제공하는 광 분배 시스템을 더 포함한다. 광전 컨버터(6)의 일 실시 예에서, 빛의 출력(광 출력)은 다수의 광전 컨버터(6)들로 향한다. 광출력은 예를 들어 미러(mirrors)들 및 렌즈(lensed)들 중에서 적어도 하나를 포함하는 시스템과 같은 광 분배 시스템들에 의해서 분배될 수 있다. 일 실시 예에서, 빛은 포물면 미러(parabolic mirror)의 초점에서 렌즈에 의해 빔(beam)으로 형성되며, 광전지(6) 상에 입사되는 평행한 광선들을 출력하는 다른 포물면 미러의 초점에서 렌즈로 향해진다. 시스템은 그러한 포물면 미러들, 렌즈들, 및 광전지들로 구성된다. 빛은 또한 빔 분할기(beams splitter), 프리즘(prisms)들, 그라팅(gratings)들, 디퓨저(diffusers)들, 및 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 부재들을 사용하여 배향되고 분배될 수 있다. 프리즘과 그라팅 같은 부재들은 각각의 대역(band)의 파장 범위 내에서 광 대 전기 변환의 최대 효율을 가지는 광전 컨버터로 배향될 수 있도록 광출력의 다수의 파장 범위들 또는 대역들을 분리할 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 광출력은 한 다발의 광섬유 케이블 안에 수집된다. 적어도 하나 이상의 렌즈들과 그리고 사분의 일 파장판(quarter wave plate) 같은 하나 이상의 광학 임피던스 정합 판들에 의해 이루어질 수 있다. 광 분배 시스템은

광섬유 케이블로부터 반사된 빛을 케이블 유입구, 광 수집 시스템, 및 케이블에 대한 임피던스 정합판 중에서 적어도 하나로 다시 반사하는 적어도 하나의 미러(mirrow)를 더 포함한다. 미러는 점화의 중심에 놓여질 수 있으며, 여기서 빛은 미러의 중심으로부터 점광원(point source)으로 작용한다. 미러는 도 1 및 2의 기어 전극들의 평면에 놓여질 수 있다. 미러는 도 2A에 도시된 바와 같이 마주하며 정합된 광전 컨버터들에 대해서 반대 방향으로 빛을 반사하는 한 쌍의 미러들을 포함할 수 있다. 마주하는 미러들은 예를 들어 광섬유 케이블들을 포함하는 광분배 시스템들 같은 광분배 시스템 안으로 다시 빛을 반사할 수 있다. 미러는 뒤로-반사된(back-reflected) 빛의 광분배 시스템들로의 반사를 최적화하는 형상을 가질 수 있다. 광섬유 케이블의 광섬유 케이블 부재들은 대역의 파장 범위 내에서 광 대 전기 변환의 최대 효율을 가지는 다수의 정합 광전지들로 선택적으로 빛을 전달할 수 있는 대역의 파장들에 대해서 선택적으로 될 수 있다. 다른 실시 예에서, 광 분배 시스템 및 광전 컨버터는 더미(stack)로 배열된 다수의 투명한 또는 반투명한 광전지들을 포함하는데, 빛이 이러한 더미 안으로 관통함에 따라서 그러한 더미의 부재들에서 점화로부터의 광출력은 전기로 변환된다. 일 실시 예에서, 점화로부터의 빛은 팽창과 같은 기구에 의해서 흑체 복사(blackbody radiation)가 냉각하기 전에 수집된다. 플라즈마는 팽창 또는 충돌 손실들을 방지하도록 헬름홀쯔 코일(6d)들에 의해 생산되는 것과 같은 자기 병(magnetic bottle) 안에 유지될 수 있어서, 최대 출력이 방사에 의해서 추출될 수 있다.

[0491] 일 실시 예에서 광전 컨버터는 열광전(thermophotovoltaic) 컨버터를 포함할 수 있다. 전지는 연료의 점화로부터 열을 흡수하는 적어도 하나의 벽을 포함할 수 있으며, 가열된 벽이 광전 컨버터(6) 빛을 방사한다. 광전 컨버터(6)는 밀봉된 전지(1)의 외부에 놓여질 수 있다. 광전 열교환기(18)와 같은 열교환기들은 높은 열전달이 가능한 냉각수를 가진다. 냉각수는 물 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 용제 또는 액체 금속들 또는 염과 같은 다른 액체를 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 열교환기와 열교환기 부품 중에서 적어도 하나는 열 파이프를 포함할 수 있다. 열 파이프 유체는 용융 염 또는 금속을 포함할 수 있다. 모범적인 금속은 세슘, NaK, 포타슘, 소듐, 리튬, 및 은이다.

[0492] 또 다른 실시 예에서, 플라즈마는 광자 대 전기 컨버터와의 플라즈마의 접촉을 최소화하기 위해서 자기장 또는 전기장 밀폐 중에서 적어도 하나에 의해서 한정된다. 자기 밀폐(magnetic confinement)는 자기 병을 포함할 수 있다. 자기 밀폐는 헬름홀쯔 코일(6d)들에 의해서 제공될 수 있다. 추가의 일 실시 예에서, 컨버터는 예를 들어 활성 물질들, 이온들, 및 수소 원자들과 같이 플라즈마 내의 대전된 또는 중립의 종들로부터의 운동에너지를 전기로 변환시킨다. 이러한 컨버터는 플라즈마와 접촉하여 활성 종들을 수용할 수 있다.

[0493] 일 실시 예에서, SF-CIHT 발전기는 방정식 (1) 에 의해 주어진 결합 에너지를 가지는 수소들 및 예를 들어 연료의 물질들의 원자들 및 이온들과 같이 높은 밀도의 전기적으로 여기된 상태의 원자들 및 이온들 중에서 적어도 하나를 생성하는 수소 촉매 작용 전지를 포함한다. 출력은 자연 방출(spontaneous emission) 또는 유도 방출(stimulated emission)의 광자들로서 방출된다. 빛은 예를 들어 광전지와 같은 본 발명의 광자 대 전기 컨버터를 사용하여 전기로 변환된다. 일 실시 예에서, 출력 전지는 본 발명의 수소 레이저를 더 포함한다.

[0494] 일 실시 예에서, 광자들은 광전지 상에 전파하여 입사하는 작동 그리고 레이저 공동(laser cavity)의 반투명 미러를 떠나서 광전지를 비춰주는 작동 중에서 적어도 하나를 수행한다. 비간섭(incoherent) 동력 및 레이저 동력은 레이저 동력을 전력으로 변환하는 광전지의 다음 참조 문헌들에 기술된 바와 같이 광전지들을 이용하여 전기로 변환될 수 있으며, 참조 문헌들은 전체가 참조로 여기에 포함되어 있는 것들로서, 저자 L. C. Olsen, D. A. Huber, G. Dunham, F. W. Addis 의 "고효율 단색 GaAs 태양 전지들 (High efficiency monochromatic GaAs solar cells)", in Conf. Rec. 22nd IEEE Photovoltaic Specialists Conf., Las Vegas, NV, Vol. I, Oct. (1991), pp. 419-424 과; 저자 A. Lowe, G. A. Landis, P. Jenkins 의 "펄스 레이저 조명에 대한 광전들의 응답 (Response of photovoltaic cells to pulsed laser illumination)", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 42, No. 4, (1995), pp. 744-751 과; 저자 R. K. Jain, G. A. Landis 의, "레이저 펄스 하에서 갈륨 비소 및 실리콘 태양 전지의 단기적 응답 (Transient response of gallium arsenide and silicon solar cells under laser pulse)", Solid-State Electronics, Vol. 4, No. 1 1, (1998), pp. 1981-1983 과; 저자 P. A. lies 의, " 비-태양 광전지들(Non-solar photovoltaic cells", in Conf. Rec. 21st IEEE Photovoltaic Specialists Conf, Kissimmee, FL, Vol. I, May, (1990), pp. 420-423 이다.

[0495] 빔 형성 광학을 이용하여 광 및 레이저 동력 변환 중에서 적어도 하나의 일 실시 예에서, 광 빔과 레이저 빔 중에서 적어도 하나가 넓은 면적에 걸쳐서 환원되고 퍼지며, 이는 여기에 전체가 참조로 포함되어 있는 저자 L. C. Olsen, D. A. Huber, G. Dunham, F. W. Addis 의 "고효율 단색 GaAs 태양 전지들 (High efficiency monochromatic GaAs solar cells)", in Conf. Rec. 22nd IEEE Photovoltaic Specialists Conf, Las Vegas, NV, Vol. I, Oct. (1991), pp. 419-424 에서 기술된 바와 같다. 빔 형성 광학은 렌즈 또는 디퓨저(diffuser)가

될 수 있다. 전지는 빛을 광전 상으로 배향시키는 미러들 또는 렌즈들을 포함한다. 미러들은 충돌 또는 광자들에 의해서 더 활성화될 활성 상태들을 유지시키도록 예를 들어 수소 라이만 계열 방출(hydrogen Lyman series emission)과 같은 빛의 경로 길이를 증가시키기 위해서 전지 벽에 존재할 수도 있다.

[0496] 또 다른 실시 예에서, 물-기저 연료 플라즈마로부터의 자연 또는 유도 방출은 광전에 의해서 전력으로 변환된다. 자연 및 유도 방출 중에서 적어도 하나의 전기 변환은 파장들에 정합된 대역 간격(band gap)을 가지는 기존의 광전(PV) 전지들을 사용하여 큰 동력 밀도들 및 효율들에서 이루어질 수 있다. 자외선 및 극자외선(extreme ultraviolet) 빛에 응답하는 본 발명의 동력 변환기의 광전지는 방사 경화된 기존의 전지들을 포함한다. 광자들의 높은 에너지로 인하여 낮은 에너지 광자들을 변환시키는 것에 비해서 잠재적으로 높은 효율이 달성될 수 있다. 경화는 예를 들어 백금 또는 다른 귀금속의 원자 층과 같은 보호 코팅에 의해 달성될 수 있다. 일 실시 예에서, 광전은 예를 들어 질화갈륨(gallium nitride) 같이 높은 대역 간격을 가진다.

[0497] 동력 변환을 위해서 광전(photovoltaic)을 이용하는 일 실시 예에서, 고에너지는 인광 물질(인광체; phosphor)에 의해 저에너지로 변환될 수 있다. 일 실시 예에서 인광 물질은 짧은 파장의 전지를 광전에 더 반응적인 긴 파장의 빛으로 효율적으로 변환시키는 가스이다. 인광 물질 가스의 백분율은 예를 들어 약 0.1% 내지 99.9%, 0.1 내지 50%, 1% 내지 25%, 그리고 1% 내지 5% 중에서 적어도 하나의 범위와 같이 임의의 소정 범위로 될 수 있다. 인광 물질 가스는 예를 들어 희가스(noble gas) 또는 알칼리, 알카리토, 또는 전이 금속 같은 금속의 폭발에 의해 가스로 만들어진 원소 또는 화합물의 가스와 같은 불활성 가스로 될 수 있다. 일 실시 예에서, 아르곤은 전기로의 광전 변환에 적합한 가시 범위에 있는 밝은 빛을 방출하도록 폭발물에 사용되는 아르곤 양초(argon candle)를 포함한다. 일 실시 예에서, 인광체는 전지의 투명한 벽들에 코팅되어서, 활성화된 인광 물질에 의해 방출된 광자들은 인광 물질로 코팅된 벽들을 둘러쌀 수 있는 광전의 피크 파장 효율에 더 근접하게 일치된다. 일 실시 예에서, 엑시머(excimers)들을 형성하는 종들이 플라즈마에 첨가되어서, 하이드리노의 형성으로부터 동력을 흡수하고 활성화된 상태들의 대집단(large population) 및 반전 집단(inverted population) 중에서 적어도 하나의 형성에 기여한다. 일 실시 예에서, 고체 연료 또는 첨가 가스는 할로겐화합물을 포함한다. 예를 들어 헬륨, 네온, 및 아르곤과 같은 적어도 하나의 희가스가 엑시머들을 형성하도록 첨가될 수 있다. 동력은 자발적인 엑시머 또는 레이저 방출에 의해 추출될 수 있다. 광 동력은 광전 컨버터(6)에 입사되어 전기로 변환된다.

[0498] 이러한 모범적 실시 예에서, SF-CIHT 전지 발전 시스템은 연료 점화 반응에 의해서 발생된 플라즈마 광자들을 포착하여 이들을 사용가능한 에너지로 변환시키는 광전 컨버터를 포함한다. 여러 실시 예들에서, 높은 변환 효율은 바람직하다. 반응기는 플라즈마를 여러 방향, 예를 들면 적어도 두 방향으로 축출할 수 있으며, 반응의 반경은 수 밀리미터 내지 수 미터, 예를 들면 반경 약 1mm 내지 약 25cm 의 크기로 될 수 있다. 게다가, 연료의 점화에 의해 발생된 플라즈마의 스펙트럼은 태양에 의해 발생된 플라즈마의 스펙트럼과 유사하거나 및/또는 추가의 짧은 단파장 방사(short wavelength radiation)를 포함할 수 있다.

[0499] 비인의 변위 법칙(Wien's displacement law)으로부터 [저자 A. Beiser 의 현대 물리학의 개념(Concepts of Modern Physics), Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, (1978), pp. 329-340], T= 6000K 에서 흑체의 최대 에너지 밀도를 가지는 파장 λ_{max} 는 다음과 같다.

[0500]
$$\lambda_{max} = \frac{hc}{4.965kT} = 483\ nm \qquad (196)$$

[0501] 스테판-볼츠만 법칙(Stefan-Boltzmann law)에서 [저자 A. Beiser 의, 현대 물리학의 개념(Concepts of Modern Physics), Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, (1978), pp. 329-340], 단위 면적당 물체에 의해 방사되는 동력 R은 방사율(emissivity) e 곱하기 스테판-볼츠만 상수 σ 곱하기 온도의 4제곱 T^4과 같다.

[0502] $R = e\sigma T^4$ (197)

[0504] 흑체를 포함하는 광학적으로 두꺼운 플라즈마에 대한 방사율은 e = 1 이고, σ = 5.67 X $10^{-8}Wm^{-2}K$-4, 그리고 측정된 흑체 온도는 6000K이다. 따라서, 점화된 고체 연료에 의한 단위 면적당 방사되는 동력은 다음과 같다.

[0505] $$R=(1)\left(\sigma=5.67\ X\ 10^{-8}\ Wm^{-2}K^{-4}\right)\left(6000K\right)^{4}=7.34X10^{7}\ Wm^{-2} \qquad (198)$$

[0506] 6000K의 플라즈마 구의 반경 r_{ps} 은 R 및 1000J의 폭발의 에너지 E_{blast} 의 몫에 의해서 주어진 통상의 폭발의 동력 P_{blast} 그리고 폭발의 시간 τ로부터 다음과 같이 계산될 수 있다.

[0507] $$r_{ps}=\sqrt{\frac{P_{blast}}{R4\pi}}=\sqrt{\frac{\frac{1000\ J}{20X10^{-6}\ s}}{\left(7.34X10^{7}\ Wm^{-2}\right)4\pi}}=0.23\ m=23\ cm \qquad (199)$$

[0509] 따라서, 6000K의 평균 흑체 온도에서 팽창하는 플라즈마 구의 평균반경은 23cm이다. Beiser 로부터 [저자 A. Beiser, 현대 물리학의 개념(Concepts of Modern Physics, Fourth Edition), McGraw-Hill Book Company, New York, (1978), pp. 329-340], 반경 23cm를 가지는 체적에서 전체 광자들의 수 N은 다음과 같다.

[0510] $$N=8\pi\left(\frac{4}{3}\pi r_{ps}^{3}\right)\left(\frac{kT}{hc}\right)^{3}\left(2.405\right)=2.23X10^{17}\ photons \qquad (200)$$

[0511] Beiser로부터 [1], 광자들의 평균 에너지 $\bar{\varepsilon}$ 는 다음과 같다.

[0512] $$\bar{\varepsilon}=\frac{4\sigma T^{4}}{\frac{cN}{\frac{4}{3}\pi r_{ps}^{3}}}=\frac{\sigma c^{2}h^{3}T}{2.405\left(2\pi k^{3}\right)}=2.24X10^{-19}\ J=1.40\ eV \qquad (201)$$

[0513] 추가적인 플라즈마 온도, 플라즈마 방사율, 단위 면적당 방사되는 동력, 플라즈마 반경들, 광자들의 전체 수, 및 광자들의 평균 에너지는 모두가 본 발명의 범위이다. 일 실시 예에서, 플라즈마 온도는 약 500 내지 100,000K, 1000K 내지 10,000K, 그리고 5000K 내지 10,000K 중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서, 플라즈마 방사율은 약 0.01 내지 1, 0.1 내지 1 , 그리고 0.5 내지 1 중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서, 방정식 (198) 에 따른 단위 면적당 방사되는 동력은 약 10^{3} Wm^{-2} 내지 10^{10} Wm^{-2}, 10^{4} Wm^{-2} 내지 10^{9} Wm^{-2}, 그리고 10^{5} Wm^{-2} 내지 10^{8} Wm^{-2}중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서, 광자들의 반경 및 전체 수는 단위 면적당 방사되는 동력 R, 폭발의 에너지 E_{blast} 의 몫에 의해서 주어진 폭발의 동력 P_{blast}, 및 폭발의 시간 τ에 따라 방정식들 (199) 및 (200) 에 의해서 주어진다. 일 실시 예에서, 에너지는 약 10 J to 1 GJ, 100 J to 100 MJ, 200 J to 10 MJ, 300 J to 1 MJ, 400 J to 100 kJ, 500 J to 10 kJ, and 1 kJ to 5 kJ 중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서, 시간은 약 100ns 내지 100s, 1 내지 10s, 10 us 내지 Is, 100 us 내지 100ms, 100 us 내지 10ms, 그리고 100 us J 내지 1ms 중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서, 동력은 약 100W 내지 100 GW, 1kW 내지 10 GW, 10 kW 내지 1 GW, 10kW 내지 100MW, and 100kW 내지 100MW 중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서 반경은 약 100nm 내지 10m, 1mm 내지 1m, 10mm 내지 100cm, ㄱ그리고 10cm 내지 50cm 중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서, 방정식 (200) 에 따른 광자들의 전체 수는 약 107 내지 1025, 1010 내지 1022, 1013 내지 1021, 그리고 1014 내지 1018 중에서 적어도 하나의 범위이다. 일 실시 예에서, 방정식 (201) 에 따른 광자들의 평균 에너지는 0.1 eV 내지 100 eV, 0.5 eV 내지 10 eV, 그리고 0.5 eV 내지 3 eV 중에서 적어도 하나의 범위이다.

[0514] 도 2A에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 광전 컨버터(6)들은 반응에 의해 발생되는 광자들을 수용하도록 플라즈

마 반응에 대해서 배향(경사진 또는 간격을 두고)될 수 있다. 예를 들면, 광전 컨버터(6)는 플라즈마 광자들을 수용하도록 유동 경로에 위치될 수 있다. 두 개 이상의 플라즈마 흐름(streams)들이 서로 다른 축선 방향들로 방출되는 실시예들에서, 광전 컨버터는 포획되는 광자들의 수를 증가시키도록 각각의 흐름들의 유동 경로에 위치될 수 있다. 어떤 실시 예들에서는, 광전 컨버터(6)가 광자들을 직접 전기로 변환시킬 수 있는 반면에, 다른 실시 예들에서는 광전 컨버터(6)가 광자들을 열에너지로 변환시킨 다음에 열 대 전력 컨버터가 열에너지를 전기에너지로 변환시킬 수도 있다.

[0515] 광전 컨버터(6)는 플라즈마 반응 중에 발생되는 광자들을 수용하고, 포획하고, 그리고 변환시키도록 구성된 다수의 광전지들을 포함하고 있다. 다수의 광전지들이 하나 이상의 모듈(modules)들 안으로 배열될 수 있다. 복수의 모듈들이 예를 들어 직렬, 병렬, 또는 이들의 조합으로 패키지화되어 서로에 대해서 상호작용한다. 어떤 실시 예들에서, 복수의 광전 모듈들은 광전 모듈들의 열(arrays)들을 형성한다(즉, 광전 어레이). 예를 들면, 하나의 광전 어레이는 광전 모듈 스트링(strings)들 안으로 연결된 다수의 광전 모듈들을 포함하는데, 이는 다시 광전 모듈 서브-어레이로 그룹 지어질 수 있다. 개개의 광전지들은 단지 수 와트의 동력 또는 1와트 미만의 동력을 생산하는 반면에, 개개의 전지들을 모듈들로 연결함으로써 더 큰 동력을 발생시킬 수 있으며, 어레이들과 같은 아주 큰 유닛을 형성함으로써 아주 큰 동력 발생이 이루어질 수 있다.

[0516] 광전 어레이들 및/또는 모듈들은 축출되는 플라즈마 광자들의 방향으로 전지들을 배향하도록 지지 구조물 상에 설치될 수도 있다. 모범적 광전 컨버터(6)들은 또한 광자 포획을 최적화하기 위해서 축출된 플라즈마와 광전지들 사이의 입사각을 감소시키도록 어레이들을 조절하는 트랙커(tracker)를 포함할 수 있다. 이러한 트랙커들은 효율을 유지시키기 위하여 축출되는 플라즈마 광자들의 경로들에서의 어떠한 변화들(shifts)에 대해서 반응성일 수 있다. 어떤 실시 예들에서, 광전 컨버터(6)는 변화하는 플라즈마 방출 조건들에 근거한 최대 동력을 얻기 위해서 광전지들의 출력을 샘플화 하여서 적절한 저항을 적용하도록 하나 이상의 최대 전력점 추적(maximum power point tracking; MPPT) 장치들을 포함할 수 있다.

[0517] 결정질 실리콘 광전지는 통상의 광전지 유형이다. 결정질 실리콘 전지들은 예를 들어 단결정(단일 결정; monocrystalline) 전지들, 다결정(polycrystalline) 전지들, 및 에지-한정(Edge-Defined), 필름-이송 리본 실리콘(Film-Fed ribbon silicon) 및 실리콘 시트-한정 필름 성장 전지들(silicon sheet-defined film growth cells)을 포함한다. 이들은 결정 격자를 형성하기 위해서 서로 결합된 원자들을 포함한다. 광전 반도체들은 n-층 및 p-층을 포함하며, 사이에 접점(junction; p/n 접점이라 함)을 갖추고 있다. n-형 실리콘층은 과잉의 전자들을 가지며, 반면에 p-층 실리콘층은 과잉의 구멍들을 가지며, p/n 접점은 그들의 인터페이스에 전기장을 발생시킨다. 광자들이 광전지에 의해서 흡수될 때, 전자들은 결정 격자 구조물 내에서 자유로워 질 것이다. 과잉의 전자들은 n-형 측면으로부터 p-형 측면으로 이동하여 n-층을 따라 양의 전하를 그리고 p-층을 따라 음의 전하를 형성한다. p/n 접점에서 전기장을 발생시키는 것은 이들 자유 전자들의 분리(separation)이다.

[0518] 단결정 실리콘 광전지에서, 다른 원소의 하나의 원자를 실리콘 결정 안으로 도입하도록 도핑(doping)이 사용되어서 그 전기 특성을 변경시켜 p-층 및 n-층을 형성한다. 도입된 원소(도펀트; dopant)는 일반적으로 기판 재료보다 하나 이상의 원자가 전자(n-층을 형성하도록) 또는 기판 재료보다 하나 미만의 원자가 전자(y-층을 형성하도록) 중 어느 하나를 가진다. 예를 들면, 실리콘-기저 전지들에서, 도펀트는 일반적으로 3 또는 5 원자가 전자들(실리콘이 가지는 4 원자가 전자들보다 하나 이상 또는 하나 미만의)을 가진다. 도펀트는 정상적으로 기판의 얇은 층의 상부 지역 및 바닥 지역으로 가해져서, 입자 대역 간격 에너지를 가지는 p/n 접점을 발생시킨다. 예를 들면, 실리콘 기판은 인(5원자가 전자들)로 상부면에 도핑되어 n-층을 형성하고, 그리고 붕소(3원자가 전자들)로 바닥면에 도핑되어서 p-층을 형성한다.

[0519] 광전지를 타격하는 플라즈마 광자가 반사되어서 흡수되거나 또는 통과될 것이다. 흡수된 광자들만이 전기를 발생시킨다. 대역 간격에너지는 결정 격자로부터 전자를 자유롭게 하는데 필요한 에너지이다. 광자가 대역 간격보다 적은 에너지를 가지면, 광자는 수집되지 못할 것이다. 이와는 다르게, 광자가 대역 간격보다 많은 에너지를 가지면, 완화(relaxation)를 통해서 과잉의 에너지를 잃어버리게 되고, 이는 다시 과잉의 에너지를 열로 바꾸어서 흑체 손실들을 증가시킬 수 있다. 결정질 실리콘은 약 101 eV의 대역 간격 에너지를 가지며, 통상의 광전 물질들은 약 1.0 eV 내지 약 2.0 eV 범위의 대역 간격을 가질 수 있다. 예를 들면, 비화 갈륨(gallium arsenide)은 약 1.43 eV 대역 간격을 가지며, 알루미늄 갈륨 비화물(aluminum gallium arsenide)은 약 1.7 eV 대역 간격을 가진다.

[0520] 따라서, 일부 광전지들은 다수의 형태의 물질들로 형성될 수가 있다. 다수의 물질들로 이루어진 전지들은 다수의 대역 간격들을 가지며, 따라서 다수의 광 파장들에 응답할 수 있다. 결과적으로, 다수의 다른 물질들(즉, 다

중접합 전지들)로 구성된 전지들은 복수의 파장들로 전류를 발생시키고, 그러지 않으면 손실될 수도 있는 에너지를 포획하여 변환시킬 수 있기 때문에 매우 효율적일 것이다. 광전지들은 물질의 특성들 및/또는 주어진 적용의 효율성 필요 조건들에 근거하여 선택되고 및/또는 조합될 수 있는 다수의 서로 다른 물질들 또는 그러한 물질들의 조성물들로 형성될 수 있다. 서로 다른 물질들은 서로 다른 결정성들, 흡수 특성들, 소수 운반자 수명(minority carrier lifetimes)들, 유동성들 및/또는 제조상 고려 사항들을 가질 수 있다. 예를 들면, 강한 흡수계수(absorption coefficients)들, 높은 소수 운반 수명들, 및/또는 높은 유동성들은 더 양질의 성능 특성을 제공할 수 있다. 모범적 물질들은 단수 결정(단결정) 실리콘 복수결정(다결정) 실리콘, 또는 무정질(amorphous) 실리콘을 포함하는 예를 들어 실리콘을 포함할 수 있다. 예를 들어 구리, 이셀레늄화인듐(indium diselenide), 텔루르화카드뮴(cadmium telluride), 또는 박막 실리콘을 포함하는 다결정 박막들이 사용될 수 있다. 예를 들어 비화 갈륨(gallium arsenide), 게르마늄(germanium), 또는 인화 인듐(indium phosphide), 웨이퍼들, 실리콘, 또는 그 합금들을 포함하는 단결정 박막들이 사용될 수 있다. 결정성은 원자들의 결정 구조가 어떻게 배열되었는지, 그리고 어떤 물질들이 예를 들어 단결정, 다결정, 및 무결정를 포함한 다수의 형태의 결정성에 들어오게 되었는지를 나타낸다.

[0521] 앞서 설명한 바와 같이, 광전지들은 단일 물질로 구성되거나, 또는 다수의 물질들의 구성될 수가 있다. 동질접합(homojunction) 장치는 단일 물질 또는 유사한 특성이 있는 물질들을 포함한다. 동일한 특성들이 있는 서로 다른 재료들이 사용된다면 재료들은 실질적으로 동일한 대역 간격들을 가질 것이다. 서로 다른 물질들의 원자가 전자들의 수에서 전위 차이들로 때문에 각각의 물질들의 n-층 및 p-층에는 앞에서 설명한 이유로 인하여 서로 다른 도펀트가 사용될 수 있다. 앞서 설명한 결정질 실리콘 실시 예는 동질 장치의 예이다. 동질 광전지의 효율을 향상시키기 위해서, p/n 접점의 깊이, 도펀트의 양, 도펀트의 분포, 결정성, 및/또는 사용되는 물질(들)의 순도가 변화될 것이다.

[0522] 이질접합(heterojunction) 장치는 동일하지 않은 대역 간격, 예를 들어 서로 다른 결정질 반도체들의 두 층을 가지는 서로 다른 물질들을 포함한다. 이질접합 장치에서, 상부 층은 윈도우, 즉 큰 대역 간격을 가지는 투명한 물질이고, 반면에 하부 층은 빛을 흡수하는 작은 대역 간격을 가진다. 서로 다른 물질들이 p-층들 및 n-층들의 서로 다른 물질들에 사용되기 때문에, 매우 다양한 도펀트들이 이질접합 장치들에 사용될 것이고, 광전지를 최적화하는 증가된 능력이 잠재적으로 제공될 수 있다. 모범적 이질접합 장치는 구리 인듐 디셀레니드(copper indium diselenide) 전지를 포함하는데, p/n 접합은 황화카드뮴(cadmium sulfide)과 구리 인듐 디셀레니드의 접촉에 의해 형성된다. p-i-n 장치 또는 a n-i-p 장치는 p-층과 n-층 사이로 끼워진 중앙 비도핑(본질적 또는 i-형; intrinsic or i-type) 층을 포함하며, p/n 접합을 따라서 발생된 전기장이 넓은 지역에 걸쳐 연장할 수 있다. 모범적 p-i-n 장치는 비정질 실리콘 전지이며, 실리콘 p-층, 본질적 실리콘 중앙 층, 및 실리콘 n-층으로 이루어진다.

[0523] 다중접합 장치는 서로 다른 반도체 물질들로 제조된 다수의 p/n 접점들을 포함한다. 이들은 티타늄, 삼중접합, 사중접합, 오중접합, 육중접합 또는 n접합 전지들을 포함할 수 있다. 다중 접합 장치는 하나가 다른 하나의 상부에 포개지는 서로 다른 대역 간격을 가지는 개개의 전지들로 형성된다. 각각의 대역 간격은 빛의 서로 다른 파장에 응답하여 전류를 생성한다. 광자들에 의해 맨 먼저 타격된 상부 층은 제일 넓은 대역 간격을 가진다. 상부 층에 흡수되지 못한 광자들은 다음 층으로 전달되고, 등등, 나머지 광자들이 제일 좁은 대역 간격을 가지는 바닥층에 도달할 때까지 그렇게 전달된다. 다중접합 장치는 하나 이상의 p/n 접합들, 윈도우 층(표면 재결합 속도를 감소시키도록), 터널 접합(낮은 전기 저항성 및 선택적으로 서브 전지들 사이의 저손실 연결들을 제공하도록), 배면 장 층(터널 접합을 향한 캐리어들의 스캐터링을 감소시키도록), 반사방지 코팅들, 금속 접촉들(예를 들어, 알루미늄), 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0524] 다중 접합 광전지를 형성하기 위해서, 개개의 전지들은 독립적으로 제조된 후에 하나가 다른 하나의 상부에 기계적으로 포개질 수가 있다. 이와는 다르게, 하나의 전지가 먼저 제조될 수 있으며, 다음 전지에 대한 층(에피택시를 통해서, 예를 들면 액상, 유기금속 증기상(organometallic vapor phase), 분자-빔, 원자 층, 수소화물 증기상, 화학증기 증착)들이 첫 번째 층 상에서 성장되거나 또는 증착될 수가 있다. 다중접합 광전지들은 일반적으로 그룹 Ⅲ-Ⅴ 반도체 물질들을 사용한다. 그룹 Ⅲ-Ⅴ 물질들은, 예를 들어 알루미늄 갈륨 비화물(aluminium gallium arsenide), 인듐 갈륨 비화물(indium gallium arsenide), 인듐 갈륨 인화물(indium gallium phosphide), 알루미늄 인듐 비화물(aluminium indium arsenide), 알루미늄 인듐 안티몬화물(aluminium indium antimonide), 갈륨 비소 질화물(gallium arsenide nitride), 갈륨 비소 인화물(gallium arsenide phosphide), 갈륨 비소 안티몬화물(gallium arsenide antimonide), 알루미늄 갈륨 질화물(aluminum gallium nitride), 알루미늄 갈륨 인화물(aluminium gallium phosphide), 인듐 갈륨 질화물(indium gallium nitride),

인듐 비소 안티몬화물(indium arsenide antimonide), 인듐 갈륨 안티몬화물(indium gallium antimonide), 알루미늄 갈륨 인듐 인화물)aluminium gallium indium phosphide), 알루미늄 갈륨 비소 인화물(aluminium gallium arsenide phosphide), 인듐 갈륨 비소 인화물(indium gallium arsenide phosphide), 인듐 갈륨 비소 안티몬화물(dium gallium arsenide antimonide), 인듐 비소 안티몬 인화물(indium arsenide antimonide phosphide), 알루미늄 인듐 비소 인화물(aluminium indium arsenide phosphide), 알루미늄 갈륨 비소 질화물(aluminium gallium arsenide nitride), 인듐 갈륨 비소 질화물(indium gallium arsenide nitride), 인듐 알루미늄 비소 질화물(indium aluminium arsenide nitride), 갈륨 비소 안티몬 질화물(gallium arsenide antimonide nitride), 갈륨 인듐 질소 비화물(gallium indium nitride arsenide antimonide), 및 갈륨 인듐 비소 안티몬 인화물(gallium indium arsenide antimonide phosphide)을 포함한다. 이와는 다르게 또는 추가로, 그룹 Ⅱ- Ⅳ 합금들, 그룹-Ⅳ, Ⅱ- Ⅳ 다결정 조성물들, 및/또는 그룹 Ⅲ-Ⅴ 결정질, 미정질(microcrystalline), 또는 무정질(amoiphous) 반도체들이 사용될 수 있다. 다중접합 장치 물질들은 예를 들어 무정질 실리콘, 구리 인듐 디셀레니드(copper indium diselenide), 구리 인듐 갈륨 디셀레니드(copper indium gallium diselenide), 갈륨 비화물, 갈륨 인듐 인화물, 황화 카드뮴(cadmium sulfide), 텔루륨화카드뮴(cadmium telluride), 또는 텔루르화 아연(zinc telluride)을 포함할 수 있다. 모범적 다중접합 전지는 황화 카드뮴 p-층, 텔루륨화카드뮴(cadmium telluride) i-층, 및 텔루르화 아연(zinc telluride) n-층을 가지는 텔루륨화카드뮴(cadmium telluride) 전지이다. 다른 모범적 다중접합 전지는 GaInP, GaInAs, 및 Ge 의 스택(stack)을 포함한다. 적절한 다중접합 장치들은 예를 들어 결자-정합, 직립 변성(upright metamorphic), 및 반전 변성(inverted metamorphic) 다중접합 장치들을 포함한다.

[0525] 다중접합 광전지들에서, 물질들은 또한 격자-정합 및/또는 전류 정합에 근거하여 선택될 수 있다. 최적의 성장 및 결정 질을 위해서, 서로 다른 물질들의 결정 격자 상수(crystal lattice constant)가 동일하거나 또는 거의 일치될 수 있다. 결정 격자 구조가 부정합할 수록 성장 결함(grown imperfections) 및 결정 결함(crystal defects)이 많이 발생하여서 전기적 특성의 저하로 인한 효율의 감소를 초래한다. 물질들은 대역 간격을 감소시킴에 따라 층을 이루는데, 적절한 대역 간격(따라서 적절한 재료들)은 전류 정합을 이루기 위해서 설계 스펙트럼이 각각의 서브-셀에서의 전류 발생을 균형 잡도록 선택될 수 있다. 격자 정합을 이루기 위한 적절한 제조 기술들은 예를 들어 금속-유기 화학 증기 증착 또는 분자 빔 에피텍시를 포함한다. 격자-정합 구조물들은 보통 초박막 층(ultra-thin layers)들의 단일 결정 반도체들, 예를 들어 그룹 Ⅲ-Ⅴ 반도체들로 형성된다. 그러나 어떤 실시 예들에서는, 격자 부정합 장치들이 또한 높은 효율을 이루기도 한다. 예를 들면, 약간 부정합된 광전지들은 격자-정합 장치들에 비해서 유사한 효율, 도는 더 높은 효율을 나타내는 Ⅲ-Ⅴ광전 장치들을 생산하는 단계-등급 층(step-graded layers)들 및 완충 층들을 포함할 수도 있다. 모범적 부정합 광전지들은 전기적으로 독립된 실리콘 전지의 상부에 기계적으로 포개진 InGaP/GaAs PV 전지 및 Ga/InP/CaInAs/Ge 전지를 포함한다.

[0526] 삼중접합 광전지들은 더 효율적인 대역 간격 조합을 가지는 배열이 결과되는 모든 세 개의 서브전지들의 전류-정합을 제공하는 것으로 밝혀졌다. 격자-부정합 층들의 물질 특성을 개선함으로써 및/또는 예를 들어 $Ga_{1-y}In_yAs$ 같은 완충 구조와 같이 기판과 중앙 전지 사이에 고도로 완화된 완충 구조물(highly relaxed buffer structure)을 성장시킴으로써 효율이 또한 증가될 수 있다. 모범적 다중접합 광전지들은: 예를 들어 GaInP/GaInAs/Ge 구조를 가지는 전지들과 같은 삼중접합 광전지들과; 예를 들어 GaInP/AlGaInAs/GaInAs/Ge 구조를 가지는 전지들과 같은 사중접합 광전지들, 예를 들어 AlGaInP/GaInP/AlGaInAs/GaInAs/Ge 또는 AlGaInP/AlGaInAs/GaInAs/GaInAs/Ge 구조를 가지는 전지들과 같은 오중접합 광전지들; 그리고 예를 들어 GaInP/GaInP/AlGaInAs/GaInAs/GaInAs/Ge 구조를 가지는 전지들과 같은 육중접합 전지들을 포함한다. 임의의 적절한 수 및/또는 형태의 물질들이 본 발명의 모범적 광전지들을 생산하는데 사용될 수 있다.

[0527] 반전 변성(Inverted metamorphic) 다중접합 전지들(IMM 전지들 또는 반전 격자 부정합 전지들)은 기판에 대한 격자의 부정합의 정도를 증가시킨 접점들을 성장시킴으로써 형성된다. 이는 장치 구조를 통해서 변형-유발(strain-induced) 결함들의 전파를 감소시킨다. 따라서, 제일 큰 대역 간격 물질이 제일 먼저 성장하면서, 다음으로 큰 대역 간격 물질이 성장할 수 있는 실질적으로 변형- 및 결함- 없는 표면을 남겨 둔다. 제일 작은 대역 간격 물질이 마지막으로 성장하여서, 그 변형-유발 결함이 다른 접점들 상에서 감소하는 효과를 가진다. 제일 큰 대역 간격으로부터 제일 작은 대역 간격으로 접점들이 성장함으로써 표준 다중접합 전지들(또는 직립 전지들)의 역순이 된다. 이러한 역순에서 접점들을 성장시키도록 광자들이 제일 큰 대역 간격 층으로 들어가게 하기 위해서 기판은 제거되어야 한다. 단계-등급 완충 층(Step-graded buffer layers)들도 변형을 완화하고 변위를 제한하기 위해서 포함될 수 있다.

[0528] 적절한 광전지들은 기판 상에 광전 물질의 하나 이상의 얇은 층들(예를 들어, 수 나노미터 내지 십 수 마이크로

미터)을 증착시킴으로서 만들어진 박막 전지들이다. 적절한 기판들은 예를 들어 유리, 중합체(polymers)들, 금속, 또는 이들의 조성물들이다. 이들 물질은 구조적으로 결정이 아니다. 일부 통상의 박막 전지들은 무정질(amorphous) 및 미세형(micromorph) 실리콘, 원형결정질(protocrystalline) 실리콘, 나노결정질(nanocrystalline) 실리콘, 블랙 실리콘(black silicon), 텔루륨화카드뮴(cadmium telluride), 구리 인듐 셀렌화물(copper indium selenide), 구리 인듐 갈륨 셀렌화물(copper indium gallium selenide), 염료감응형(dye-sensitized), 또는 다른 유기 광전지들을 포함할 수 있다. 모범적 무정질 실리콘 태양 전지는 실리콘 및 기판에 도포된 미세결정질 실리콘의 층들을 가지는 실리콘 전지를 포함하는 다중접합 박막 실리콘 전지이다. 염료감응형 전지들은 감광성 양극(photo-sensitized anode)과 전해액 사이로 끼워진 반도체 구조들로 형성된 광-전기화학 태양열 전지들을 사용한다. 유기 광전지들은 예를 들어 유기 중합체 또는 작은 유기 분자들과 같은 유기 또는 중합체 물질들을 포함한다. 모범적 광전지들은 또한 앞서 설명한 결정질 실리콘 전지들과 유사한 물질들을 포함하는 스트링/리본 실리콘을 포함한다. 이들 전지들은 어떤 실시 예들에 사용한 주물 실리콘(cast silicon)보다 높은 변환 효율성을 발생할 수 있는 용융 실리콘으로부터 인출될 수 있다.

[0529] 어떤 실시 예들에서, 빛의 파장들을 광전 물질(들)의 대역 간격들과 더 근접하게 일치하도록 변경시키기 위해서, 발전 시스템은 플라즈마 반응과 광전지들 사이에 하나 이상의 프리즘들 또는 광학 필터들을 포함할 수 있다. 필터들의 유형은 롱패스(longpass), 쇼트패스(shortpass), 및 대역통과(bandpass) 필터들을 포함한다. 모범벅 광학 필터들은 흡수성 필터(absorptive filters)들, 이색성 필터(dichroic filters)들, 노치 필터(notch filters)들, 단색 필터(monochromatic filters)들, 적외선 필터(infrared filters)들, 안내-모드 공진 필터(guide-mode resonance filters)들, 또는 금속 메쉬 필터(metal mesh filters)들, 또는 임의의 적절한 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0530] 본 발명의 모범적 광전 발전 시스템들은 다수의 적절한 부품들을 포함할 수 있는데, 예를 들면 하나 이상의 AC 대 DC 전력 컨버터(예를 들어 인버터 또는 마이크로-인버터와 같은), 전력 조절 유닛, 온도 센서, 배터리, 충전기, 시스템 및/또는 배터리 제어기, 열싱크, 열교환기, 모선(busbar), 에너지 생산을 측정하기 위한 스마트 미터(smart meter), 단방향 및/또는 양방향 계량기(unidirectional and/or bidirectional meter), 모니터(예를 들어 주파수 또는 전압용), 집중기(concentrator){예를 들어 프레넬 렌즈(Fresnel lenses)와 같은 굴절 렌즈들, 포물형 또는 카사그레인식 광반사용 접시(reflective dishes like parabolic or cassegrain)들, 또는 광섬유 장비들(light guide optics)} 또는 임의의 적절한 이들의 조합이다. 광전 시스템들은 또한, 예를 들어 와이어, 퓨즈, 과전류(overcurrent), 서지 보호 및 차단 장치(surge protectionand disconnect devices)들, 및/또는 다른 적절한 전력 처리 장비를 포함하는 시스템 하드웨어 밸런스(balance of system (BOS) hardware)를 포함할 수 있다.

[0531] 광전 컨버터(6)에 의해서 발생하는 전력은 예를 들어 배터리와 같은 저장 장치에 의해서 저장되고 및/또는 보호될 수 있다. 다른 저장 장치들은 축전기, 대전류 변압기, 배터리, 플라이휘일, 또는 전력 저장 장치에 적합한 임의의 다른 장치들 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 발전 시스템은 예를 들어 과잉의 충전 또는 방전으로 인한 배터리 손상을 피하고, 또는 MPPT 에 의한 전지들 또는 모듈들의 생산을 최적화하기 위한 부하 제어기(charge controller)를 더 포함할 수 있다. 광전 컨버터(6)에 의해서 생성된 전기 에너지를 저장하고 및/또는 필요에 따라 전기 부하들에 에너지를 공급하기 위해서, 배터리들은 발전 시스템 안에 포함될 수도 있다. 광전 어레이를 그 최대 전력 지점 부근에서 작동하여서 안정한 전압들에서 전기 부하들에 동력을 공급하기 위해서 및/또는 전기 부하들 및 인버터들에 서지 전류(surge currents)들을 공급하기 위해서, 하나 이상의 배터리들이 포함될 수도 있다. 배터리를 과충전 및/또는 과방전으로부터 보호하도록 배터리 충전 제어기가 사용될 수도 있다.

[0532] 어떤 실시 예들에서, 광전 컨버터(6)는 모니터링 시스템들을 포함할 수도 있다. 이러한 시스템들은 광전지 고장을 검출하고 및/또는 광전지들이 작동을 최적화할 수 있다. 모니터링 시스템들은 또한 시스템 내에서의 이상들을 검출하거나 또는 생산된 전력과 부하의 요건들 사이의 불일치를 검출할 수 있다. 모니터링 시스템들은 잠재적인 문제를 나타내는 경고 신호를 제공할 수 있으며 및/또는 검출된 조건들이 어떤 한계 수준 이상 또는 이하로 떨어지면 발전을 감소시키거나 광전 컨버터(6)를 정지시키도록 구성될 수 있는 제어기와 작동 가능하게 연결된 수 있다. 이러한 모니터링 시스템들은 광전 컨버터(6)의 하나 이상의 매개변수들을 검출하도록 하나 이상의 센서들을 포함할 수 있다. 검출되는 모범적 매개변수들은 온도, 압력, 전류, 주파수, 와트 출력, 임피던스, 효율, 또는 임의의 적절한 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0533] 발전 시스템은 또한 광전지들의 좁은 면적 상으로 축출된 광자들을 집중하기 위해서 하나 이상의 집중기(concentrators)들을 포함할 수 있다. 광자들을 좁은 면적 상에 집중시킴으로써 집중된 광전(CPV) 기술을 포함하는 시스템들은 광전지들의 크기를 감소시킬 수가 있다. 집중기는 광자들을 집중하도록 배향된 하나 이상의 광

학 부품들(예를 들어, 미러들 및/또는 렌즈들)을 포함할 수 있으며, 또한 농도의 소정 수준을 이루기 위해서 하나 이상의 트랙커(trackers)들을 포함할 수 있다. 어떤 실시 예들에서, CPV 장치들을 갖춘 능동 또는 수동 냉각 시스템들이 사용될 수 있으며, 반면에 냉각하지 않는 시스템이 필요에 따라 사용될 수도 있다. CPV를 포함하는 광전 시스템들은 표준 광전 시스템들보다 높은 효율들을 얻을 수가 있다. 어떤 실시 예들에서, CPV 시스템들은 다중접합 광전지들과 함께 사용될 수 있다.

[0534] 다른 실시 예들에서, 집중된 광자들을 열로 변환시키기 위해서 광전지의 좁은 면적 상으로 광자들을 집중시키도록 집중 태양열 발전(concentrated solar power; CSP) 기술이 사용될 수 있다. 집중기는 서로 적절한 배열{(예를 들면, 포물선 트로프(parabolic trough) 또는 접시(dish)}로 배향된 하나 이상의 광학 부품들(예들 들면, 미러들 및/또는 렌즈들) 및 열을 발생시키는 중앙 수신기를 포함할 수 있다. 보통 증기의 형태인 열은 직접적으로 사용되거나 또는 발전기에 연결될 수 있는 예를 들어 열기관, 증기기관, 증기 또는 가스 터빈 및 발전기, 랭킨 또는 브레이턴 사이클 엔진, 스털링 엔진을 포함하는 임의의 적절한 컨버터 또는 컨버터들의 조합을 이용하여 기계적 동력 또는 전력으로 변환될 수도 있다. 이와는 다르게 또는 추가로, 열이 열화학 반응에 동력을 제공하도록 사용될 수 있다. 몇몇 모범적 실시 예들에서, 포물선 트로프는 광자들을 트로프의 중앙 아래로 연결된 파이프 상에 집중시키도록 기다란, 사각형, 곡선형 미러들을 사용하여 광자들을 집중할 수 있다. 파이프는 가열되면 흐름(stream) 내로 유입되는 용이하게 가열되는 유체를 포함할 수 있다. CSP 기술을 이용한 실시 예들은 또한 소정 수준의 집중을 얻기 위해서 하나 이상의 트랙거들을 포함할 수도 있다.

[0535] 플라즈마뿐만 아니라 열도 플라즈마를 발생시키기 위한 연료의 점화에 의해서 발생할 수 있다는 점에 주목해야 한다. CSP 기술을 이용한 실시 예들에서, 광전지들에 의해 발생되는 열에 이외의 이러한 열은 직접 사용될 수도 있고, 또는 예를 들어 열기관, 증기기관, 증기 또는 가스 터빈 및 발전기, 랭킨 또는 브레이턴 사이클 엔진, 스털링 엔진을 포함하는 임의의 적절한 컨버터 또는 컨버터들의 조합을 이용하여 기계적 동력 또는 전력으로 변환될 수도 있다. 광자 에너지가 직접 전기 에너지로 변환되는 몇몇 실시 예들에서, 이러한 열은 예를 들어 냉각 시스템의 사용을 통해서 소멸될 수도 있고, 또는 광자 대 전력 컨버터들에 평행하게 전기 에너지로 변환될 수도 있다. 예를 들면, 발전 시스템은 광자 대 전력 컨버터 및 열 대 전기 컨버터를 포함할 수 있다. 동력 변환을 위해서, 각각의 전지는 예를 들어 열기관, 증기 또는 가스 터빈 시스템, 스털링 엔진, 또는 열이온식 또는 열전기식 컨버터와 같은 열에너지 또는 플라즈마 대 기계 동력 또는 전력의 임의의 컨버터와 접속될 수가 있다.

[0536] 앞서 설명한 바와 같이, 발전 시스템은 또한 온도 조절 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들면, 냉각 시스템은 광전 시스템에 의해서 및/또는 플라즈마를 형성하기 위한 연료의 점화에 의해서 발생되는 열을 제거할 수 있다. 모범적 냉각 시스템들은 열교환기 또는 열싱크를 포함할 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 예를 들어 재생 시스템(14), 제거 시스템, 플라즈마 반응 생성물들로부터 연료를 재생하는데 필요한 화학적 반응들 및/또는 플라즈마의 발생을 위한 연료 점화에 동력을 제공하기 위한 전극들에 열을 전파하도록 구성된 부품들과 같은, 발전 시스템 내의 다른 부품들로 열의 일부가 전달될 수 있다.

[0537] 일단 전력이 발생하면, 광전지들로부터 직접적으로 또는 먼저 열에너지로 그 후에 전기에너지로 전력이 조절될 수 있다. 발전 시스템은 발생한 전력의 특성(quality)을 변경하도록 광전 컨버터(6)에 작동 가능하게 연결된 하나 이상의 출력 조절기/제어기(7)를 포함할 수 있어서, 전력이 전달되는 내부 또는 외부의 전기 부하 장비 및/또는 저장 장치와 호환될 수가 있다. 발생한 전력의 특성(quality)은 예를 들어 전류, 전압, 주파수, 소음/간섭성(coherence), 또는 임의의 다른 적절한 질을 포함할 수 있다. 출력 조절기/제어기(7)는 전력의 조절을 변화시키기 위해서, 예를 들면 전기적 부하의 필요조건들 또는 시스템에 의해 발생한 전력의 변화를 반영하기 위해서 조절될 수 있다. 조절기는 예를 들어 전압 조정, 역률 보상(power factor correction), 소음 억제 또는 일시적 충격 보호를 포함하는 하나 이상의 기능들을 수행한다. 모범적 일 실시 예에서, 출력 조절기는 발전 시스템에 의해서 발생된 전력을 소정의 파형 예를 들면 60Hz AC 전력으로 조절하여서 가변하는 부하들에 더 일정한 전압을 유지시킨다.

[0538] 일단 조절이 되고 나면, 발생한 전력은 제어기/조절기(7)로부터 출력 단자(9)들을 통해서 부하 및/또는 저장 장치로 이동할 수 있다. 임의의 적절한 수 및 배열의 제어기/조절기 및 출력 단자들이 발전 시스템 내에 포함될 수 있다.

[0539] 몇몇 실시 예들에서, 앞서 설명한 바와 같이 출력 단자(9)들에서 출력 전력의 일부는 예들 들어 약 5-10 V, 10,000-40,000 A DC 전력을 제공하는 전력 소스에 전력을 공급하는데 사용될 수 있다. 광전 컨버터들은 저전압 대전류 DC 동력을 출력할 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 수퍼축전기(supercapacitor) 또는 배터리는 초기 점화를 위해 전력을 공급함으로써 플라즈마를 발생시키도록 연료의 점화를 개시하는데 사용될 수 있어서, 후속의 점

화들을 위한 동력이 출력 조절기에 의해서 제공되며, 이는 다시 광전 컨버터(6)에 의해서 동력을 공급받는다. 광전 시스템의 특정 부품들 및 배역들은 일단 변환된 다음에 에너지가 어떻게 사용될 것인지에 부분적으로 의존할 것이다.

[0540] 광전 컨버터(6) 및 발전 시스템은 독립형으로 또는 다목적으로 상호작용하게 사용될 수도 있고, 또는 배전망(grid)에 연결될 수도 있다. 광전 시스템은 다목적 배전망(utility grid)과 상호연결되어 또는 독립적으로 작동될 수 있으며, 다른 에너지 소스들 및/또는 에너지 저장 시스템들과 연결될 수도 있다. 예를 들면, 몇몇 실시예들에서 광전 컨버터(6)는 배전망 또는 다른 부하에 연결될 수도 있지만, 또한 플라즈마 반응 시스템에 강력한 에너지 또는 능동적으로 에너지를 공급할 수 있다. 본 발명의 광전 시스템들은 DC 및/또는 AC 전력 서비스를 제공하도록 설계될 수 있다.

[0541] 배전망에 연결된 광전 시스템은 일반적으로 광전 어레이에 의해 발생하는 DC 전력을 배전망의 전압 및 전력 특징 필요 사항들에 일치하게 AC 전력으로 변환하고 조절하는 인버터를 포함한다. 광전 모듈들 및/또는 어레이들의 양 및 음의 단자들은 전력망으로의 통합을 위해서 인버터에 전기적으로 연결될 수 있다. 인버터는 또한 다목적 배전망(utility grid)이 전력을 공급할 수 없을 때 배전망에 대한 전력의 유동을 자동적으로 정지시키도록 구성될 수도 있다. 이러한 배열에서, 양방향 접속기(bidirectional interface)가 도 3에 도시된 바와 같이 예를 들면 분배 패널에서 광전 시스템 및 전기 다목적 네트워크의 AC 출력 회로들 사이에 존재할 수 있다. 이는 광전 시스템에 의해 발생되는 AC 전력을 현장 전기 부하들에 공급하거나, 또는 예를 들어 광전 시스템 출력이 현장의 부하 요구보다 클 때는 다시 배전망으로 이송하는 것을 가능하게 한다. 전기 부하들이 광전 시스템 출력보다 클 때는 부하들에 의해 요구되는 전력의 균형이 배전망으로부터 수신된다. 이러한 안정적 특징은 많은 배전망이 연결된 광전 시스템들에서 광전 시스템이 작동을 계속하는 것을 방지하고 예를 들어 점검 또는 수리를 위해서 배전망이 다운될 때 배전망으로 다시 이송되는 것을 방지한다.

[0542] 배전망이 연결된 실시 예들에서, 광자들은 앞에서 설명한 바와 같이 전기 에너지로 변환될 수 있다. 발생되는 모든 전력이 배전망으로 공급될 수도 있고, 또는 전력이 배전망 및 하나 이상의 외부 부하, 발전 시스템 내의 저장 장치, 또는 발전 시스템 내의 다른 작동 부품들에 공급될 수 있으며, 또는 임의의 적절한 이들의 조합으로 공급될 수도 있다. 게다가, 전력은 다수의 요인들, 예를 들면 작동 조건들, 전력 요구들, 환경적 조건들, 등등에 따라 서로 다른 장소들에 공급될 수 있다.

[0543] 몇몇 실시 예들에서, 배전망 연결된 시스템은 에너지 저장 장치를 포함하고 있으며, 다른 실시 예들 에서는 배전망 연결된 시스템이 에너지 저장 장치를 포함하지 않고 있다. 배전망 시스템에 포함된 경우에, 저장 장치는 예를 들어 축전지, 대전류 변압기, 배터리, 플라이휘일, 또는 임의의 다른 적절한 저장 장치 또는 이들의 조합으로 될 수 있다. 저장 장치는, 예를 들면 발전 시스템에 의해서 추후 사용하도록 그리고 다른 장치(예를 들면, 외부 부하)에 의해서 추후 사용하도록 광전 컨버터(6)에 의해 발생한 전력을 저장하기 위해서, 또는 어떤 간헐적 상태를 약화시키 위해서, 발전 시스템에 연결될 수 있다. 발전 시스템 및 광전 컨버터(6)는 저장 장치를 재충전하거나 또는 채우도록 구성될 수 있는데, 이는 일단 채워져서 전원에 대한 별도의 장치에 연결되면 그 후에 제거될 수가 있다. 발전 시스템은 발전 시스템에 의해서 추후 사용하기 위해 발생한 전력의 일부를 수용하고 저장하도록 구성된 저장 장치를 예를 들어 백업 전원과 같이 선택적으로 포함할 수 있다. 게다가, 배전망 연결된 실시 예들에서 발전 시스템은 도 4에 도시된 바와 같이 배전망으로 전력을 공급하는 외에 또는 그 대신에 배전망으로부터 전력을 수용할 수도 있다.

[0544] 독립형 실시 예들에서, 광전 발전 시스템은 배전망과 독립적으로 작동하도록 설계될 수 있다. 이러한 시스템들은 전기 부하들에 AC, DC, 또는 AC 및 DC 전력 모두를 공급하도록 설계되고 구성될 수 있다. 독립형 실시 예들은 광전 어레이에 의해서만 전력을 공급받을 수 있거나, 또는 도 4에 도시된 바와 같이 광전-하이브리드 시스템을 창출하도록 보조 전원에 의해서 보충될 수가 있다. 독립형 시스템에서는, 배전망에 연결하는 대신에, 하이브리드 시스템이 발전기, 예를 들면 엔진 발전기를 보조 전원으로서 포함할 수 있다. 직접 연결 시스템에서는, 광전 모듈 또는 어레이의 DC 출력이 직접 DC 부하에 연결될 수 있다. 따라서, 일부 직접 연결 시스템은 도 5에 도시된 바와 같이 어떠한 에너지 저장 장치(예를 들면, 배터리)도 포함하지 않을 수 있다. 이와는 다르게, 도 6A에 도시된 바와 같이, 직접 연결 시스템이 전기 에너지 저장 장치, 예를 들면 시스템에 의해서 그리고 외부 전원에 의해서 추후 사용하도록 광전 컨버터(6)에 의해 발생한 전력을 저장하거나 또는 임의의 간헐적 중단을 완화하도록 전기 에너지 저장 장치를 포함할 수 있다. 직접 연결 시스템에서, 전기 부하의 임피던스는 최적의 성능을 위해서 광전 어레이의 최대 출력에 일치될 필요가 있을 것이고, 적절한 조절 부품들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 사용가능한 어레이 최대 출력의 더 나은 활용을 촉진하기 위해서 어레이와 부하 사이에 MPPT가 사용될 수 있다. DC 및 AC 부하들이 전력을 공급받거나 또는 단지 AC 부하들만이 전력을 공급받는 다른 실시

예들에서, 독립형 시스템들은 도 6A 및 도 6B에 도시된 바와 같이 에너지 저장 장치(예를 들면, 배터리들)을 포함할 수 있다.

[0545] 독립형 실시 예들에서, 플라즈마 광자들은 앞에서 설명한 바와 같이 전기 에너지로 변환될 수 있다. 발생된 모든 전력이 하나 이상의 저장 장치, 또는 발전 시스템 내의 다른 부품들, 또는 그들의 임의의 적절한 조합으로 공급될 수 있는데, 이는 도 7 및 도 8에 도시되어 있다.

[0546] 모범적 저장 장치들은 예를 들어 축전기, 대전류 변압기, 배터리, 플라이휘일, 또는 임의의 적절한 저장 장치 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 저장 장치는 예를 들면 시스템에 의해서 그리고 다른 장치(예를 들면, 외부 부하)에 의해서 추후 사용하도록 광전 컨버터(6)에 의해 발생한 전력을 저장하거나 또는 임의의 간헐적 중단을 완화하도록 발전 시스템 안에 포함될 수 있다. 발전 시스템 및 광전 컨버터(6)는 저장 장치를 재충전하거나 또는 채우도록 구성될 수 있는데, 이는 일단 채워져서 전원에 대한 별도의 장치에 연결되면 그 후에 제거될 수가 있다. 발전 시스템은 발전 시스템에 의해서 추후 사용하기 위해 발생한 전력의 일부를 수용하고 저장하도록 구성된 저장 장치를 예를 들어 백업 전원과 같이 선택적으로 포함할 수 있다.

[0547] 앞에서 설명한 바와 같이 광자들을 전력 또는 화력으로 변환시키는 임의의 적절한 광전 컨버터(6)는 여기에 설명된 임의의 적절한 플라즈마 발생 발전 시스템들과 함께 사용될 수 있다. 예를 들면, 임의의 적절한 단결정, 다결정, 비정질, 스트링/리본 실리콘, 다중접합(예를 들어 반전, 직립, 격자 부정합, 격자 정합, 그룹 Ⅲ-Ⅴ), 동질접합, 이질접합, p-i-n, 박막, 염료감응형, 또는 유기 광전지, 또는 광전 전지들의 조합이 본 발명의 모범적 플라즈마 발전 시스템에 포함될 수 있다.

[0548] 예를 들어, 발전 시스템은 도 9의 실시 예에 도시된 바와 같이, 연료를 점화하고 플라즈마를 발생시키도록 연료(1003)에 전력을 전달하도록 구성된 다수의 전극(1002)들과, 다수의 전극(1002)들에 전기 에너지를 전달하도록 구성된 전력의 소스(1004)와, 그리고 적어도 다수의 플라즈마 광자들을 수용하도록 위치된 광전 컨버터(1006)을 포함할 수 있다. 이러한 시스템은 또한, 도 10의 실시 예에 도시된 바와 같이, 광전 컨버터(1006)에 작동 가능하게 연결된(도 12의 전력 커넥터(1008)을 통해서) 출력 조절기(1007), 및 출력 조절기(1007)에 작동 가능하게 연결된 출력 단자(1009)를 포함할 수 있다.

[0549] 또 다른 모범적 발전 시스템은 적어도 약 2,000 A/cm^2 또는 적어도 약 5,000 kW의 전원(1004), 및 전원(1004)에 전기적으로 연결된 다수의 전극(1002)들을 포함할 수 있다. 이 시스템은 또한 고체 연료(1003)을 수용하도록 구성된 연료 장입 지역(1017)을 포함할 수 있으며, 다수의 전극(1002)들은 플라즈마를 발생시키기 위해서 고체 연료(1003)에 전력을 전달하도록 구성될 수 있다. 시스템은 또한 다수의 플라즈마 광자들을 수용하도록 구성된 광전 컨버터(1006)를 포함할 수 있다.

[0550] 일 실시 예에서, 발전 시스템(1020)은 적어도 약 5,000 kW 또는 적어도 약 2,000 A/cm^2 의 전력을 전달하도록 구성된 전원(1004)를 포함할 수 있다. 다수의 전극(1002)들은 적어도 부분적으로 연료(1003)를 둘러싸도록 구성될 수 있으며, 전극(1002)들은 전원(1004)에 전기적으로 연결될 수 있고 연료(3)를 점화시키기 위해서 전류를 수용하도록 구성될 수 있다. 다수의 전극들 중에서 적어도 하나는 이동 가능하게 구성될 수 있다. 발전 시스템은 또한 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 연료를 이동시키기 위한 전달 기구(1005)와, 그리고 연료의 점화에 의해 발생된 광자들을 서로 다른 형태의 분말로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터'(1006)을 포함할 수 있다.

[0551] 또 다른 모범적 실시 예에서, 동력 발생 시스템(1020)은 적어도 약 5,000 kW 또는 적어도 약 2,000 A/cm^2 의 전력을 전달하도록 구성된 전원(1004)을 포함할 수 있다. 다수의 전극(1002)들은 연료를 수용하도록 구성된 연료 장입 지역(1007)을 둘러쌀 수 있어서, 적어도 하나의 전극의 압축 기구가 연료 장입 지역을 향하여 배향되어 있다. 전극(1002a)들은 연료를 점화하도록 연료 장입 지역(1017) 내에 수용된 연료(1003)에 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 발전 시스템(1020)은 또한 연료(1003)를 연료 장입 지역(1017) 안으로 이동시키기 위한 전달 기구(1005)(도 10), 및 연료의 점화로부터 발생되는 광자들을 비광자 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터(1006)를 포함할 수 있다.

[0552] 일 실시 예에서, 발전 시스템(1020)은 연료 장입 지역(1017)을 둘러싸는 다수의 전극(1002)들을 포함할 수 있다. 전극(1002)들은 연료 장입 지역(1017) 내에 위치된 연료(1003)를 점화시키도록 구성될 수 있다. 발전 시스템은 또한 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 연료 장입 지역(1017) 안으로 연료(1003)를 이동시키기 위한 전달 기구(1005)와, 연료의 점화로부터 발생되는 광자들을 비광자 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터(1006)와, 점화된 연료의 부산물을 제거하기 위한 제거 시스템(1013)과, 그리고 점화된 연료의 제거된 부

산물을 재생 연료로 재순환시키도록 제거 시스템(1013)에 작동 가능하게 연결된 재생 시스템(1014)을 포함할 수 있다.

[0553] 본 발명에 따른 다른 모범적 발전 시스템은 적어도 약 5,000 kW 또는 적어도 약 2,000 A/cm^2 의 전력을 전달하도록 구성된 전원(1004)을 포함할 수 있다. 다수의 이격된 전극(1002)들이 전원(1004)에 전기적으로 연결될 수 있으며, 연료 장입 지역(1017)을 둘러쌀 수 있다. 연료 장입 지역(1007)은 연료(1003)를 수용하도록 구성될 수 있으며, 다수의 전극(1002)들은 연료 장입 지역(1017)로 수용될 때 연료(1003)를 점화시키기 위해서 연료에 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 발전 시스템응 또한 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 연료 장입 지역(1017) 안으로 연료를 이동시키도록 구성된 전달 기구(1005)와, 연료의 점화에 의해 발생되는 다수의 광자들을 비광자 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터(1006)와, 발전 시스템과 연관된 적어도 하나의 매개변수를 측정하도록 구성된 센서(1025)와, 그리고 발전 시스템에 연관된 적어도 하나의 프로세스를 제어하도록 구성된 제어기(1030)를 포함할 수 있다.

[0554] 또 다른 실시 예에서, 발전 시스템은 적어도 약 5,000 kW 또는 적어도 약 2,000 A/cm^2 의 전력을 전달하도록 구성된 전원(1004), 및 전원(1004)에 전기적으로 연결된 다수의 서로 이격된 전극(1002)들을 포함할 수 있다. 다수의 전극(1002)들은 연료 장입 지역(1017)을 둘러쌀 수 있으며, 연료 장입 지역(1017) 안에 수용될 때 연료를 점화시키기 위해서 연료(1003)에 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 연료 장입 지역(1017) 내의 압력은 부분 진공이 될 수 있다. 발전 시스템은 또한 연료 장입 지역(1017) 안으로 연료(1003)를 이동시키기 위한 전달 기구(1005), 및 연료의 점화로부터 발생되는 다수의 광자들을 비광자 형태의 동력으로 변환시키도록 구성된 광전 컨버터(1006)를 포함할 수 있다.

[0555] 여기서 설명된 모범적 발전 시스템은 다목적 배전망과 상호연결되게 또는 독립적으로 작동할 수 있으며, 다른 에너지 소스들 및/또는 에너지 저장 시스템들과 연결될 수 있다. 이들은 또한 임의의 적절한 부품들, 예를 들어 하나 이상의 AC 대 DC 전력 컨버터(예를 들어 인버터 또는 마이크로-인버터와 같은), 전력 조절 유닛, 온도 센서, 배터리, 충전기, 시스템 및/또는 배터리 제어기, 응축기, 냉각 시스템(1011/1012)(예를 들어 열싱크, 열교환기(1010)), 모선(busbar), 에너지 생산을 측정하기 위한 스마트 미터(smart meter), 단방향 및/또는 양방향 계량기(unidirectional and/or bidirectional meter), 모니터(예를 들어 주파수 또는 전압용), 집중기(concentrator){예를 들어 프레넬 렌즈(Fresnel lenses)와 같은 굴절 렌즈들, 포물형 또는 카사그레인식 광반사용 접시(reflective dishes like parabolic or cassegrain)들, 또는 광섬유 장비들(light guide optics)} 또는 임의의 적절한 이들의 조합이다. 광전 시스템들은 또한, 예를 들어 와이어, 퓨즈, 과전류(overcurrent), 서지 보호 및 차단 장치(surge protectionand disconnect devices)들, 및/또는 다른 적절한 전력 처리 장비를 포함하는 시스템 하드웨어 밸런스(balance of system (BOS) hardware)를 포함할 수 있다.

[0556] 또한, 광전 발전 시스템은 광전지들을 플라즈마가 발생하는 점화 반응들 근처에 위치시킨다. 따라서 모범적 발전 시스템은 광전지들 상에 축적될 수 있는 어떤 잔해 또는 잔류물을 제거하기 위해서 및/또는 광자들의 일부가 광전에 의해 흡수되는 것을 차단할 수 있는 또는 광전에 손상을 줄 수 있는 다른 성분들을 제거하기 위해서 앞에서 설명한 바와 같이 임의의 적절한 세정 시스템을 포함할 수 있다. 게다가, 광전 컨버터는 플라즈마를 발생시키는 폭발 중에 축출될 수 있는 입자들 또는 충격파의 효과들을 감소시키는 동시에 방출된 광자들을 포획하도록 설치될 수가 있다. 예를 들면, 광전은 충격파들을 약화시키도록 구성된 배플(baffles)들 상에 또는 그 둘레로 간격을 두고 제공될 수 있다. 박막 광전지들은 더 탄성의 기판들, 예를 들어 유리, 중합체, 금속, 또는 이들의 조합들에 적용될 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 광전 컨버터는 이동 가능하게 설치될 수 있으며 트랙커 또는 다른 센서들은 반응으로 인한 손상을 감소시키기 위해서 폭발 매개변수들에 따라 광전의 각도 및/또는 위치를 조절할 수 있다. 몇몇 실시 예들에서, 투명한 패널들 또는 메시 스크린들이 완충물 및/또는 배플로서 작동하도록 광전들의 앞에 설치될 수도 있다. 광전은 보호 코팅들을 포함할 수 있다. 냉각 시스템들은 반응들 중에 발생한 열을 소멸시키거나 및/또는 전용시킬 수 있다. 따라서, 광전 컨버터들은 광자들을 포획하는 동시에 연료 점화 및 플라즈마 반응들로부터 광전지들을 보호하기 위해서 발전 시스템 내에 배열될 수도 있다. 이와는 다르게, 몇몇 실시 예들에서 폭발이 광전지들에 부정적으로 영향을 주지 않도록 반응들이 억제될 수도 있다. 예를 들면, 반응이 별도의 투명한 베셀(1001) 내에서 발생할 수 있으며(대기압, 그 이상, 또는 예를 들어 진공 베셀과 같이 대기압 이하의 압력), 광전지(1006)들이 베셀의 외벽에 적용될 수 있으며 및/또는 베셀(1001)의 바로 외부면에 설치될 수도 있다. 광전 컨버터(1006)들은 개시된 임의의 적절한 발전 시스템에서 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있으며, 임의의 적절한 부품들 및 부품들의 형상들을 포함할 수 있다. 도 13A는 연료 장입 지역(1017)이 광전 컨버터(1006)와 떨어져서 설정되고 반응들이 광전 컨버터(1006)들로부터 분리된 지역에서 발생하는 실시

예를 도시한 것이며, 반면에 도 13B의 실시예는 반응들이 동일한 지역에서(예를 들면, 베셀(1001)의 내부 또는 외부)에서 발생하는 것을 보여준다.

[0557] 동력 컨버터의 일 실시 예에서, 플라즈마 광자들은 전자들이 방출되어 그리드 또는 전극에서 수집되도록 자연 방출의 파장 또는 레이저에 빠르게 반응하는 광전 물질상에 입사된다. 예를 들어 바륨(barium), 텅스텐(tungsten), 순수 금속(예들 들어, Cu, Sm), Ba, Cs_2Te, K_2CsSb, LaB6, Sb - 알칼리, GaAs 같은 광전 물질은 광음극(양극)으로서 작용하는데, 이는 전체가 참조로 여기에 포함된 다음의 참조 문헌들에 제시된 바와 같다: 저자 M. D. Van Loy 의 "4개의 엑시머 파장들에서 바륨 광음극 양자 수율(Measurements of barium photocathode quantum yields at four excimer wavelengths)", Appl. Phys. Letts., Vol. 63, No. 4, (1993), pp. 476-478; 저자 S. D. Moustaizis, C. Fotakis, J. P. Girardeau-Montaut 의 "대전류 전원에 대한 레이저 광음극 전개(Laser photocathode development for high-current electron source)", Proc. SPIE, Vol. 1552, pp. 50-56, Short-wavelength radiation sources, Phillip Sprangle, Ed.; 저자 D. H. Dowell, S. Z. Bethel, . D. Friddell 의 "평균 전력 레이저 실험 광음극 분사 테스트의 결과(Results from the average power laser experiment photocathode injector test)", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Vol. 356, (1995), pp. 167-176; 저자 A. T. Young, B. D'Etat, G. C. Stutzin, K. N. Leung, W. B. Kunkel 의 "레이저-여기 광음극으로부터 나노세컨드-길이 전자 펄스들(Nanosecond-length electron pulses from a laser-excited photocathode)", Rev. Sci. Instrum., Vol. 61 , No. 1, (1990), pp. 650-652; 저자 Q. Minquan, et al. 의 "레이저 구동 광음극의 연구(Investigation of photocathode driven by a laser", Qiangjiguang Yu Lizishu/High Power Laser and Particle Beams", Nucl. Soc. China, Vol. 9, No. 2, May (1997), pp. 185-191. 전자 수집기는 양극(음전극)으로 작용할 수 있다. 부하를 통하여 이들 전극들 사이로 완성된 전기 회로는 전극들 사이로 전개되는 전압이 전류를 구동하도록 되어 있다. 전력이 전달되어 부하에서 소멸한다.

[0558] 본 발명의 또 다른 적용은 광원이다. 광 전력은 본 발명의 고체 연료의 점화로부터 나온다. 광원은 도 1 및 도 2에 도시된 전지(1)의 적어도 하나의 투명한 또는 반투명한 벽을 포함한다. 투명한 또는 반투명한 벽은 빛을 포함하는 에너지를 소정의 파장 대역으로 변환시키도록 인광체(phosphor)로 코팅될 수 있다. 점화는 빛이 일정하게 나타나도록 충분한 주파수에서 발생할 수 있다. 일 실시 예에서, 고체 연료의 점화로부터 형성된 플라즈마는 짧은 파장들에서 높은 출력을 생산한다. 충분한 광 출력이 EUV 및 약한 X-레이 지역에서 존재할 수 있다. 짧은 파장의 광원은 사진평판(photolithography)에 사용될 수 있다.

[0560] <u>J. 기어 섹션 (Gear Section)</u>

[0561] 도 2A에 도시된 SF-CIHT 전지를 참조하면, 기존의 기어 세트는 통상적으로 기계적 에너지를 한 기어에서 다른 기어로 전달하도록 설계되었다. 이들 기어는 다양한 배열을 포함하지만 일반적으로 충격파 또는 열을 흡수하도록 설계되지는 않았다. 어떤 적용들에서, 예들 들어 앞에서 설명된 바와 같이 기어들이 이동하면서 큰 충격 및 열 전달을 또한 지탱할 것이 요구된다. 이하 설명되는 기어들 및 방법들은 종래 기술의 한계들의 적어도 일부를 극복하며, 앞서 설명한 시스템들 및 방법들에 사용하기에 적합하다.

[0562] 본 발명의 기어들은 전기 전도, 압력 파(pressure waves)들, 또는 열전달을 포함하는 프로세스들에 함께 사용하도록 구성되어 있다. 예들 들면, 약 2,000 내지 약 100,000 amps 범위의 전류 및 약 1 내지 100,000 volts 범위의 전압이 앞에서 설명한 바와 같이 하나 이상의 기어들에 가해질 수 있다. 압력 파들과 열전달 및/또는 이온들 및/또는 플라즈마 생성물이 생성될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 본 발명의 기어들은 예를 들어 고체 연료 분말과 같은 고체 연료와 협동하도록 구성될 수 있다.

[0563] 도 14에 도시된 바와 같이, 시스템(10)은 앞에서 설명한 바와 같이 에너지를 생산하도록 구성될 수 있다. 시스템(10)은 연료 유동(5)을 나타내는 화살표로 표시된 바와 같이 연료(30)를 하나 이상의 기어(40)들에 공급하도록 구성된 연료 공급부(20)를 포함한다. 하나 이상의 기어(40)들은 또한 하나 이상의 기어(40)들에 동력을 제공하도록 구성된 하나 이상의 전원(60)들과 연결될 수 있다.

[0564] 이하 설명되는 바와 같이, 연료(30)는 하나 이상의 기어(40)에 전력이 공급되는 것과 함께 하나 이상의 기어(40)들로 공급될 수 있다. 반응이 발생하여서 열과 빛(70), 압력(80), 또는 이온들(90)을 포함하는 적어도 다량의 광자들이 생성될 수 있다. 반응의 생성물들 중 일부는 나중에 전기 에너지로 변환될 수 있는 반면에, 기어(40)들은 전원(60)에 의해 공급되는 전기를 전도하고 반응으로 생성된 열과 빛(70), 압력(80), 또는 이온들(90)에 견뎌야만 한다. 기어(40) 및 여기서 기술된 방법들은 시스템과 협동할 수 있다.

[0565] 도 14에 도시된 바와 같이 시스템(10)은 두 개의 기어(40)들을 포함할 수 있다. 다른 실시 예들에서, 하나 이상의 기어(40)들이 사용될 수도 있다. 기어(40)들은 또한 모두 회전하는 것으로 도시되어 있다. 다른 실시 예들에서 랙 및 피니언(rack and pinion) 배열이 사용될 수도 있다. 더욱이, 기어(40)는 스퍼, 헬리칼, 베벨, 웜, 또는 다른 방식의 기어를 포함할 수 있다. 기어(40)는 다양한 연료(30) 및 다양한 연료 유동(50)과 협동할 수 있다. 예를 들면, 연료(30)는 고체, 액체 또는 기체의 형태를 포함할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 이들 연료들은 물 또는 물-기저(water-based)의 연료 소스를 포함할 수 있다.

[0566] 기어(40)는 또한 전도성 또는 비전도성 성분들을 포함한 하나 이상의 적절한 재료들로 형성될 수 있다. 예를 들면, 기어(40)의 적어도 일부는 순수 금속, 금속 합금, 또는 세라믹 재료를 포함할 수 있다. 다양한 재료들 및 배열들은 기어(40)를 압력, 열, 및 주위 환경의 변동들과 협동할 수 있게 한다.

[0567] 도 15에 도시된 바와 같이 기어(40)는 하나 이상의 톱니(100)를 포함할 수 있다. 두 개의 인접한 톱니(100)들 사이에 간극(100)이 존재할 수 있다. 톱니(100)들 및 간극(100)은 이하 더 상세히 설명되는 바와 같이 임의의 형상 및 치수로 될 수 있다. 기어(40)는 또한 회전 운동을 제공하거나 또는 출력을 제공하도록 구성된 샤프트(도시 안 됨)를 수용하도록 구성된 하나 이상의 구멍(120)들을 포함할 수 있다. 더하여, 기어(40)는 회전 운동을 모니터하거나 또는 제어하도록 제공되는 하나 이상의 다른 부재들(도시 안 됨)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 기어는 다양한 베어링, 부싱, 또는 다른 기계적 부재들을 포함할 수 있다.

[0568] 도 16에 도시된 바와 같이, 기어(40)는 하나 이상의 재료들을 포함할 수 있다. 톱니(100)와 간극(110)은 모두 제1 재료(130) 및 제2 재료(140)를 가지는 것으로 도시되어 있지만, 하나 이상의 톱니(100)들 및 간극(110)은 둘 이상의 재료들을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 적어도 부분적으로 기어(40)를 형성하기 위한 다양한 재료들이 사용될 수 있으며, Cu, Ag, Ti, W, Mo, TiC, WC, 및 다른 적절한 원소들은 적절한 전도성, 경도, 연성 또는 바람직한 특성들이 있다.

[0569] 몇몇 실시 예들에서, 제1 재료(130)는 제2 재료(140)보다 전기적으로 더 전도성이 있을 수 있다. 예를 들면, 제1 재료(130)는 제2 재료(140)보다 낮은 저항값을 가질 수 있다. 제1 재료(130)가 제1 재료(140)와 다른 재료를 포함할 수도 있고, 또는 제2 재료와 다른 프로세스를 사용하여 형성될 수도 있다. 제1 재료(130)는 전도성이지만 제2 재료는 절연성일 수 있다. 다른 구성의 재료들(130, 140)이 가능하다.

[0570] 작동에서, 도 17에 도시된 기어(40, 40')들이 각각 서로에 대해서 회전 가능하다는 것은 당연하다. 그러한 회전은 연료(30)를 기어(40)의 간극(110)과 기어(40')의 간극(110') 사이로 가둘 수 있다. 기어(40, 40')들에 인가된 전력은 간극(110)의 제1 재료(130)를 통과하고, 연료(30)를 통과하고, 그리고 톱니(100')의 제2 재료(130')를 통과할 수 있다. 제1 재료(130)와 그 둘레의 제2 재료(140)의 전도율의 차이로 인하여, 전류가 우선적으로 연료(30)의 작은 부분을 통해서 흐를 것이다. 그러한 우선적 유동은 국부적 반응을 야기할 것이고, 여기서 방출되는 어떤 생성물들은 제1 재료(130, 130)의 표면에 의해 한정되는 지역으로부터 유래하게 될 것이다.

[0571] 다른 실시 예들에서, 재료(130, 140)들은 서로 다른 특성이 있을 수 있다. 예를 들면, 하나의 재료가 다른 재료에 비해서 더 단단하고, 압력 펄스에 더 저항성이 있으며, 부식에 대해서 더 저항성이 있으며, 기타 등등이다.

[0572] 어떤 양상에서, 기어(100)들, 간극(110), 또는 이들 모두는 국부적 반응을 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 18A - 21B에 도시된 바와 같이 톱니(100)들은 다양한 배열을 가진다. 간극(110)도 유사하게 국부 지역에 대해서 특정한 기하학적 형상을 제공하도록 구성될 수 있음은 당연하다.

[0573] 도 18A, 19A, 20A, 및 21A는 다양한 실시 예들에 따른 톱니(100)들의 측 단면들이다. 도 18B, 19B, 20B, 및 21B는 도 18A, 19A, 20A, 및 21A에 도시된 톱니(100)들의 상응하는 측면도들이다. 특히, 도 18A는 상부면(150), 두 개의 측면(170)들, 그리고 상부 면(150)과 측면(170)들 사이에 위치된 두 개의 경사면(160)들을 가지는 톱니(100)를 도시한다. 도 18B는 이러한 표면(150, 160, 170)들이 톱니(100)의 제1 측면(180)으로부터 톱니(100)의 제2 측면(190) 까지 전체적으로 연장하는 것을 보여준다.

[0574] 도 19A는 상부면(200) 및 중간 면(220)으로부터 연장하는 측면(210)을 갖춘 톱니(100)를 도시한 것이다. 상부면(150)과 유사하게, 상부면(200)도 인접한 표면(도시 안 됨)과 감소한 접촉 면적을 제공한다. 상부면(200)은 일차적으로 측면(170)들 사이의 지역의 부분을 따라 연장하다가 전체적으로 제1 표면(180)과 제2 표면(190) 사이로 연장한다. 이러한 배열은 도 18B에 도시된 측면도와 유사한 도 19B에 도시되어 있다.

[0575] 도 20A는 도 18A와 유사하지만, 도 20B에 도시된 측면도 도 18B에 도시된 측면도와 다르다. 구체적으로 설명하면, 표면(150')은 제1 표면(180)으로부터 제1 표면(190) 까지 완전히 연장하지 않고, 경사면(160')들의 부분이

제1 표면(180)에서부터 제2 표면(190) 까지 연장하며, 측면(170')들은 제1 표면(180)으로부터 제2표면(190) 까지 완전하게 연장한다. 마찬가지로, 도 21A는 상부 면(200')이 제1 표면(180)으로부터 제2 표면(190) 까지 부분적으로만 연장하는 실시 예를 보여준다.

[0576] 도 18A - 21B에 도시된 표면들은 편평하고 선형이지만, 아치형으로 될 수도 있고 다른 표면 특징들을 가질 수도 있다. 이들 표면들은 모두 코팅될 수 있으며, 돌기(projections)들, 깎인 자국(indentations)들, 또는 편차(deviations)들을 포함할 수도 있다.

[0577] 도 22A에 도시된 실시 예에서, 톱니(100)는 정상 평면(240)에 대해서 세타 각(angle theta; Θ, Ø)으로 위치된 경사면(220)을 포함한다. 간극(110')도 정상 평면(240)에 대해서 파이 각(angle phi; ϕ, Ø)으로 위치된 경사면(230)을 포함한다. 양 표면(220, 230)들이 모두 그렇게 도시되어 있지만, 한 표면만 정상 평면에 대해서 대체로 평행하게 될 수도 있다.

[0578] 표면(220, 230)들은 톱니(100)와 간극(110') 사이의 특정 위치에서 연료(30; 도시 안 됨)의 추가 압축 또는 집중을 제공함으로써 작동할 수 있다. 도 22A에 도시된 바와 같이, 간극(110')의 좌측면 상의 제1 또는 선택 지역(250)은 연료의 더 높은 집중을 가질 수 있거나 또는 연료가 간극(110')의 우측면 상의 제2 지역(260)에 비해서 더 큰 압축을 받는다. 다른 실시 예들에서, 제1 지역(250)은 톱니(100), 간극(110'), 또는 톱니(100)과 간극(110')의 조합에 대해서 가변적으로 위치될 수 있다. 예를 들면, 도 22B에 도시된 바와 같이, 톱니(100)는 아치형 표면(270)을 포함할 수 있고, 틈새(110')는 아치형 표면(280)을 포함할 수 있다. 아치형 표면(270, 280)들은 틈새(110') 내의 거의 중심이 맞춰진 선택 지역(250)을 제공하도록 구성될 수 있으며, 제2 지역(260)들은 양쪽에 위치된다. 더욱이, 표면(270, 280)들 중에서 적어도 하나의 표면은 도 18A-19B에서 다른 표면들에 대해서 도시된 바와 같이 톱니(100) 및 간극(110')을 가로지르며 연장할 수 있다. 다른 실시 예들에서, 표면들(270, 280) 중에서 적어도 하나의 표면은 도 20A-21B에서 다른 표면들에 대해서 도시된 바와 같이 톱니(100) 및 간극(110')을 부분적으로 가로지르며 연장할 수 있다.

[0579] 도 22B에 도시된 바와 같이, 기어(40, 40')들의 서로 맞물림(inter-digitation)은 모래시계 또는 꼬집힌 형상(hourglass or pinched shape)을 형성할 수 있다. 모래시계의 목부 또는 허리부(280 지역)에 바로 인접한 재료는 예를 들어 세라믹과 같은 절연체로 될 수 있는 매우 안정한 또는 경화 재료(hardened material)에 의해서 형성될 수 있다. 예를 들면, 표면(270, 280)들의 중앙 지역들은 안정되거나 경화될 수 있다. 기어(40, 40')들의 허리가 아닌 또는 전구 부분(bulb portions)들에 인접한 재료는 예를 들어 전이, 내부 전이, 희토류, 그룹 13, 그룹 14, 및 그룹 15 금속 또는 적어도 두 개의 이들 금속들의 합금과 같은 금속으로 전도성을 더 가지는 재료를 포함할 수 있다. 표면(270, 280)들의 허리부는 선택 지역(280)을 포함할 수 있으며, 전류는 허리가 아닌 또는 전구 지역들 사이를 통과하여 허리 지역에서 집중된다. 이에 따라서, 전류 밀도는 폭발 한계치(detonation threshold)가 제공되도록 허리를 포함하는 선택 지역(280)에서 증가할 수 있다. 허리는 경화 재료를 포함한 허리 재료의 부식에 대한 저항성에 의해서 반응으로부터의 손상을 방지할 수 있다. 전도체로 이루어진 허리가 아닌 또는 전구 지역들은 선택되지 않은 연료 지역과 접촉하며, 여기서 반응 생성물들과 상응하는 기어 표면들 사이로 끼어드는 연료가 이들 표면들을 반응 및 그 생성물들에 의한 부식으로 부터 보호할 수 있다.

[0580] 모래시계 배치 형태에 대해 다른 변형 예들은 도 22C에 도시된 실시 예를 포함한다. 도시된 바와 같이, 기어(40)는 예를 들어 금속과 같은 전도성 재료(282)에 의해 둘러싸인 챔버(286)를 포함한다. 기어(40)는 또한 플라즈마 형성에 견디도록 구성된 표면 재료(248)를 포함한다. 어떤 실시 예들에서, 재료(284)는 세라믹을 포함할 수 있다. 마찬가지로, 기어(40')는 전도성 재료(282')로 둘러싸인 챔버(286')을 포함할 수 있으며, 표면 재료(248')를 포함한다.

[0581] 작동에서, 도 22C의 기어(40, 40')들은 도시된 바와 같이 대체로 정렬되어 있다. 그 다음에, 챔저(286, 286')들 내에서 압축된 연료(도시 안됨)에 의해 전류가 기어(40, 40')들로부터 챔버(286, 286')들을 통해서 종방향으로 인가될 수 있다. 특히, 전류는 챔버(286) 내의 연료를 통해서 유동하여 표면 재료(284)를 통과하고, 포면 재료(284')를 통과하여, 챔버(286') 안으로 유입될 수 있다. 반응되지 않은 연료는 반응 생성물들로부터 전도성 재료(282, 282')들을 적어도 부분적으로 보호하도록 챔버(286, 286;) 내에 남을 수 있다. 더욱이, 표면 재료(284, 284') 들은 재료(282, 282')들보다 더 효율적으로 반응 생성물들에 견디도록 구성될 수 있다. 그 결과, 도 22C에 도시된 기어(40, 40')는 오직 재료(282, 282')로만 형성된 기어(40, 40')들보다 긴 작동 수명을 가질 수 있다.

[0582] 일부 실시 예들에서, 기어(40)는 반응에 의해 발생한 열을 소멸시키도록 냉각이 필요할 수 있다. 따라서, 기어(40)는 냉각수를 수용하도록 구성된 하나 이상의 도관들을 포함할 수 있다. 냉각수는 물, 또는 예를 들어 용제(solvent) 또는 이 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 다른 액체 금속들과 같은 액체를 포함할 수 있다. 이들 도관들은 높은 열전달을 가지도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도관(290)은 도 23A에 도시된 바와 같이 열전달을 도와주는 넓은 표면적을 포함할 수 있다. 다른 실시 예들에서, 복수의 도관(300, 310)들이 도 23B에 도시된 바와 같이 기어(40)의 내부 구조물 내에 형성될 수도 있다.

[0583] 하나 이상의 기어(40, 40')들은 또한 도 24에 도시된 바와 같이 작동 시스템(320, 320')을 포함할 수 있다. 작동 시스템(30, 320')은 하나 이상의 기어(40, 40')를 작동시키도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 작동 시스템(320)은 도 24에 도시된 바와 같이 기어(40)를 좌우로 이동시킬 수 있다. 이와 같이 기어(40')를 향한 또는 멀어지는 운동은 기어(40)와 기어(40')의 사이로 위치된 연료(30)를 압축하거나 또는 집중시킬 수 있다. 작동 시스템(320)은 반응에 의해 생성된 충격의 일부를 흡수하도록 구성된 예를 들어 스프링 같은 완충기(dampener)를 포함할 수 있다는 점도 고려된다. 기어의 기능 또는 수명을 향상시키도록 다른 장치들 및 시스템들이 또한 구성될 수도 있다.

[0584] 다른 실시 예에서, 하나 이상의 기어(40)는 예를 들어 크랭크축에 연결되어 작동되는 왕복형 커넥팅 로드와 같이 고정된 기구에 의해서 작동 가능하다. 이는 내연기관의 피스톤 시스템 및 방법과 유사할 수 있다. 예를 들면, 기어(40, 40')들의 마주하는 전극 부분들이 마주하는 정합 위치로 회전함에 따라서 마주하는 전극들은 함께 압축 상태에서 구동된다. 이들은 고정 기구에 의해 다음 점화에서 멀어지게 이동될 수 있다. 마주하는 전극들은 임의의 소정형상으로 구성되며, 연료의 적어도 일부가 선택 지역에서 더 높은 압축을 수행하도록 또는 전류 밀도가 선택 지역에서 더 커지도록 선택적으로 전화(electrified)될 수 있다. 마주하는 전극들은 연료를 중앙에서 최대 압력으로 압축하도록 반구형 외각(shell)을 형성할 수 있다(도 22B 참조). 최대 전류 밀도 또한 중앙 지역의 폭발에 대한 임계치를 선택적으로 달성하도록 중앙에서 최대가 될 것이다. 팽창하는 플라즈마는 반구형 외각의 개방부로 유출될 것이다. 또 다른 실시 예에서, 마주하는 전극들은 모래시계 형상을 형성할 수 있는데, 여기서 선택 지역은 모래시계의 허리 또는 목부를 포함할 수 있다(도 22C 참조).

[0585] 시스템(10)이 유사한 방식으로 기어(40)들에 작용하는 다른 부품들을 포함할 수 있음은 당연하다. 예를 들면, 일부 실시 예들에서 시스템(10)은 하나 이상의 지지 부재(400)들을 포함할 수 있다(도25 참조). 또한, 하나 이상의 기어(40)들, 부재(400)들, 또는 유사한 부품들이 단일 시스템으로 조합하여 사용되거나 또는 한 시스템 내에서 사용되는 각각의 부품의 부분들로서 사용될 수도 있다.

[0586] 도 25에 도시된 바와 같이, 제1 지지 부재(410)는 제2 지지 부재(420)에 대체로 인접하게 샤프트(430)가 샤프트(440)와 동심으로 정렬된 상태로 위치될 수 있다. 또한 도 25에 화살표로 도시된 바와 같이, 위에서 볼 때 제1 부재(410)는 반시계방향으로 회전할 수 있고 제2 부재는 시계방향으로 회전할 수 있다. 더욱이, 제1 부재(410)는 제1 샤프트(430)에 연결될 수 있고, 제2 부재(420)는 제2 샤프트(440)에 연결될 수 있다. 하나 이상의 지지 부재(400)들이 회전 운동을 허용하도록 다양하게 연결될 수 있다. 예를 들면, 하나의 지지 부재(400)는 회전할 수 있는 반면에 다른 하나는 계속 정지될 수 있다. 하나 이상의 지지 부재(400)는 또한 정기적으로, 연속해서 이동할 수 있고, 또는 하나 이상의 서로 다른 속도로 이동하도록 제어될 수 있다.

[0587] 앞서 설명한 기어(40)와 유사하게, 지지 부재(400)들은 여기서 제시된 바와 같이 반응을 야기하도록 구성될 수 있다. 지지 부재(400)들은 반응을 허용하도록 구성된 하나 이상의 접촉 부재들을 포함할 수 있는데, 이는 다음에 설명된다. 반응은 대전류의 적용을 통해서 개시될 수 있다. 예를 들면, 전류는 서로 인접한 두 개의 접촉 부재를 가로지르며 인가된다. 여기서 "접촉"이란 부재들 사이의 물리적 접촉을 포함하는 것은 아닐 수도 있으며, 단지 하나의 접촉 부재에서 다른 하나로 전류의 흐름을 허용하기에 충분히 가까워야만 한다. 이러한 전류는 여기에 기술된 연료, 예를 들면 금속과 금속 혼합물을 포함하는 분말과 같은 연료를 통해서 유동할 수 있다. 앞서 설명한 기어(40)들과 유사하게, 지지 부재(400)의 적어도 일부는 전도성일 수 있다.

[0588] 도 26은 모범적 실시 예에 따른 샤프트(430, 440)들을 도시한 것이다. 이 실시 예에서, 샤프트(430)는 샤프트(440)의 적어도 일부를 통해서 동심으로 정열되어 있다. 이러한 배열은 지지 부재(410, 420)들 간의 상대 회전을 가능케 한다. 도 26은 또한 하나 이상의 접촉 부재(450)들을 갖춘 지지 부재(410, 420)를 보여준다. 앞서 설명한 바와 같이, 접촉 부재(450)들은 여기서 설명한 반응이 발생할 수 있는 지역을 제공하도록 서로 또는 다른 구조물과 상호작동하도록 구성될 수 있다. 상호작동이란 물리적 접촉, 인접한 접촉, 또는 하나의 부재로부터 다른 부재로 전류 유동을 허용하도록 구성된 거리만큼 하나의 부재가 다른 부재로부터 떨어져 위치된 것을 포함한다. 예를 들면, 제1 접촉 부재(452)는 제2 접촉 부재의 근처에 있을 수 있으며, 활성 반응을 일으키도록 전류가

연료를 통과하기에 충분하게 전압이 부재(452, 454)들을 가로지르며 인가될 수 있다. 그러한 반응으로부터 에너지의 방출은 도 26에 도시된 바와 같이 지지 부재(410) 및/또는 지지 부재(420)를 편향시킬 수 있다. 이러한 편향(deflection)은 반응에 의해서 방출되는 에너지의 일부를 흡수하는 에너지 흡수 기구를 제공할 수 있다.

[0589] 도 27은 하나 이상의 커플러(460)들을 포함하는 모범적 실시 예에 따른 지지 부재(400)를 도시한 것이다. 커플러(460)는 하나 이상의 부재(400)들의 운동을 허용하도록 구성된 다양한 장치들 또는 시스템들을 포함할 수 있다. 예들 들면, 커플러(460)는 샤프트(430)에 회전 운동을 전달하도록 구성된 기어, 풀리, 또는 다른 장치를 포함할 수 있다. 특히, 커플러는 운동을 발생시키도록 구성된 예를 들어 전기적, 기계적, 또는 다른 방식의 모터와 같은 모터(도시 안 됨)에 연결될 수 있다. 커플러(460)는 또한, 지지 부재(400)의 회전 운동을 제어하는 클러치, 브레크, 또는 유사한 기구를 포함할 수 있다. 커플러(462)는 또한 지지 부재(410), 샤프트(430), 또는 제1 접촉 부재(452)에 가해지는 힘의 적어도 일부를 흡수하는 능동적 또는 수동적 완충기(dampener)를 포함할 수 있다. 제1 지지 부재(410) 또는 제1 샤프트(430)에 가해지는 힘은 화살표(432)로 표시된 바와 같이 다른 부품의 운동을 야기할 수 있다. 그러한 수직방향 운동은 접촉 부재(450)들 사이의 활성 반응들이 지지 부재(410)에 상당한 힘을 가할 때 발생할 수 있다. 능동적 완충 시스템은 그러한 운동을 허용하거나 또는 그러한 운동을 부분적으로 감소시키는 대항력(counteracting force)을 제공하도록 구성된 프로세서(도시 안 됨)를 포함할 수 있다. 수동적 완충 시스템은 가해지는 힘의 일부를 흡수하도록 구성된 스프링, 탄성 중합체(elastomer), 또는 다른 장치를 포함할 수 있다.

[0590] 도시된 바와 같이, 제1 커플러(462)는 기계적으로 제1 샤프트(430)에 연결되고, 제2 커플러(464)는 제2 샤프트(440)에 기계적으로 연결된다. 하나 이상의 두 개의 커플러(460)들이 지지 부재(400)들과 함께 사용될 수 있다. 하나 이상의 커플러(460)가 샤프트(430, 440)들과 상응하는 지지 부재(410, 420)들의 사이로 위치될 수 있는 것도 고려해볼 만하다. 게다가, 제3 커플러(466)가 지지 부재(400)들 사이로 설치될 수도 있다. 제3 커플러(466)는 큰 압축 부하들하에 하나 이상의 지지 부재(400)들의 회전 운동을 허용하도록 구성된 트러스트 베어링 또는 유사한 장치를 포함할 수 있다. 높은 활성 반응들이 발생한다면, 지지 부재(400)들에 가해지는 큰 힘들의 효과들에 대응하기 위해서 지지 부재(400)들이 큰 압축 부하들하에 위치될 수 있다. 그 결과, 커플러(42, 464)들은 압축 부하들을 샤프트(430, 440)들과 지지 부재(410, 420)들에 전달할 수가 있다.

[0591] 도 28은 지지 부재(400)들의 다른 실시 예를 도시한 것으로서, 샤프트(430, 440)들이 오프-액시스(탈축; off-axis) 상태에 있다. 도시된 바와 같이, 지지 부재(410, 420)들은 서로 평행하지는 않지만 접촉 부재들 사이의 거리가 우측에서는 더 짧아지고 좌측에서는 더 커지도록 각을 이루며 위치되어 있다. 이러한 비대칭은 우측에서 반응을 발생시킬 목적으로 접촉 부재들(도시 안됨)을 더 용이하게 서로에 대해서 상호작용하게 하는 동시에 좌측 지역에서는 어떤 유사한 반응에도 대체로 자유롭게 허용한다.

[0592] 다른 실시 예에서, 지지 부재(410, 420)들은 도 29에 도시된 바와 같이 배열될 수 있다. 여기서, 샤프트(430, 440)들은 탈축(off-axis) 상태로 서로에 대해서 평행하다. 이러한 배열은 지지 부재(410, 420)들이 중앙 지역(444)에서 도시된 바와 같이 겹쳐지게 한다. 반응은 지역(444) 내에서 발생할 수 있고, 다시 높은 에너지가 방출된다. 반응에 의해 발생한 힘들은 지지 부재(410, 420) 및/또는 도 27에서 앞에 설명한 바와 같은 장치의 굽힘(flexing)에 의해 부분적으로 흡수될 수 있다. 도 29에 도시된 바와 같이, 샤프트(430, 440)들과 함께 사용되는 커플러(도시 안됨)는 샤프트(430, 440) 상에서 발생하는 측 방향 힘들과 협동하는 반경 방향 트러스트 베어링(radial thrust bearing)을 포함할 수 있다.

[0593] 지지 부재(400)들은 도 30에 도시된 바와 같이 하나 이상의 연료 공급 부(20)를 사용하여 연료를 공급할 수도 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 연료 공급 부(20)는 하나 이상의 지지 부재(400)들의 지역들을 선택하도록 앞서 설명한 여러 유형의 연료를 제공할 수 있다. 또한, 하나 이상의 운영 부재(470)들이 제공될 수도 있다. 운영 부재(470)는 지지 부재(400)를 모니터, 세정, 제어, 또는 적어도 부분적으로 재생시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 운영 부재(470)는 지지 부재(400)를 점검하도록 시각, 적외선, 초음파, 또는 다른 파장을 작동하는 카메라를 포함할 수 있다. 이러한 점검은 지지 부재(400)가 적절하게 작동하지 않거나, 보수가 필요하거나, 또는 고장 날 것 같은 상황을 시스템에 알려주도록 조기경보 시스템을 제공할 수 있다. 운영 부재(470)는 또한 적어도 부분적으로 지지 부재(400)를 세정하도록 구성된 브러시, 노즐, 스크래퍼, 또는 다른 장치를 포함한다. 운영 부재(470)는 지지 부재(400)의 속도 또는 지지 부재(400)에 가해지는 힘을 제어할 수 있으며 또는 브레이크로서 작동할 수 있다. 운영 부재(470) 는 또한 지지 부재(400)를 적어도 부분적으로 재생시키는 장치들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 운영 부재(470)는 지지 부재를 부분적으로 보수하도록 지지 부재의 표면을 덧칠하거나(reapply), 또는 지지 부재에 가열 또는 냉각을 가하는 장치들을 포함할 수 있다. 운영 부재(470)는 지지 부재(400) 상에 보호 코팅을 도포하도록 구성될 수도 있는데, 이는 이러한 코팅을 고정하고 고착시키도록 가열 또는

냉각 단계를 수반할 수 있다. 정기적인 보수도 운영 부재(470)를 사용하여 수행될 수 있다.

[0594] 하나 이상의 지지 부재(400)들의 작동은 하나 이상의 접촉 부재(450)들의 존재 및 작동이 필요하며, 이는 이하 상세히 설명하기로 한다. 앞서 설명한 바와 같이, 기어(40)의 톱니(100) 및 간극(110))과 마찬가지로, 접촉 부재(450)들은 연료(30)를 포함하는 반응을 위한 지역을 제공하기 위해서 상호작용하도록 구성되어 있다. 앞에서와 유사하게 , 하나 이상의 지지 부재(400)들도 □하나 이상의 지지 부재(400)들에 전력을 제공하도록 구성된 하나 이상의 전원(60)에 연결될 수 있다.

[0595] 일부 실시 예들에서, 지지 부재(400)는 지지 부재(410)의 밑면(480)을 보여주는 도 31A에 도시된 바와 같이 대체로 원형이 될 수 있다. 부재(400)는 또한 임의의 적절한 형상 및 크기로 될 수도 있다. 표면(480)은 하나 이상의 제1 접촉 부재(452)를 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 접촉 부재(452)는 대체로 표면(480)의 주변을 중심으로 위치될 수 있다. 다른 실시 예들에서, 하나 이상의 접촉 부재(452)들이 표면(480)을 가로지르며 다양하게 위치될 수 있다. 다른 실시 예들에서, 도 31B에 도시된 바와 같이 지지 부재(410)는 대체로 샤프트(430)로부터 연장하는 하나 이상의 지지 부재(490)들을 포함할 수 있다. 지지 부재(490)들은 하나 이상의 제1 지지 부재(452)들에 대한 지지를 제공하도록 임의의 적절한 형상, 크기, 또는 배열을 가질 수 있다. 다른 실시 예들에서, 접촉 부재(452)들은 정지된 표면 상에 위치될 수 있다.

[0596] 도 32A-D는 일 실시 예에 따라 서로에 대해서 상대 이동하는 접촉 부재(452, 454)들의 측 단면도들이다. 도시된 바와 같이, 지지 부재(410)(도시 안 됨)에 연결된 접촉 부재(452)는 오른쪽으로 이동하고, 지지 부재(420)(도시 안 됨)에 연결된 접촉 부재(454)는 왼쪽으로 이동한다. 다른 실시 예들에서, 단지 하나의 접촉 부재(450)만이 이동할 수 있고 다른 접촉 부재는 정지를 유지할 수 있다. 처음에, 도 32A에 도시된 바와 같이 제1 접촉 부재(452)가 제2 접촉 부재(454)의 왼쪽 위로 위치된다. 제1 접촉 부재(452)는 오른쪽으로 이동하고 제2 접촉 부재(454)는 왼쪽으로 이동하여서, 제1 접촉 부재(452)의 아래쪽 지역이 제2 접촉 부재(454)에 매우 인접하게 또는 물리적으로 접촉하게 된다. 이하 설명되는 바와 같이, 이러한 접근(예를 들어, 인접) 또는 물리적 접촉은 반응을 발생시킬 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 도 33에 도시된 바와 같이 하나 이상의 접촉 부재(452, 454)들이 동시에 서로에 대해서 상호작용할 수도 있다.

[0597] 도 34는 접촉 부재(450)의 확대 단면도이다. 앞서 설명한 바와 같이, 접촉 부재(450)는 지지 부재(400)에 또는 지지 부재로부터 다양하게 연결될 수 있다. 접촉 부재(450)는 또한 하나 이상의 루멘(lumens; 500)들을 포함할 수 있다. 하나 이상의 루멘들은 접촉 부재(450)에 냉각을 제공하고, 연료를 전달하며, 또는 접촉 부재(450)의 파장을 감소시킬 수 있다. 도관(290)에 대해서 앞서 설명한 바와 같이, 하나 이상의 루멘(500)들도 열전달을 도와주도록 넓은 표면적을 포함할 수 있다. 접촉 부재(450)는 또한 하나 이상의 접촉 지역(510)들을 포함할 수 있다. 접촉 지역(500)은 접촉 부재(450)의 재료와 다른 재료를 포함할 수 있다. 접촉 지역(510)은 또한 접촉 부재(450)와는 다른 프로세스를 통해서 형성될 수 있다. 도시되지는 않았지만, 접촉 부재(45 0)의 다른 부분들도 하나 이상의 접촉 지역(500)들을 포함할 수 있다.

[0598] 접촉 부재(450)는 또한 전연부(512) 및 후연부(514)를 포함할 수 있다. 곡선으로 도시되었지만, 접촉 부재(450)의 하나 이상의 연부들은 선형으로 될 수도 있다(예를 들어, 도 36 참조). 접촉 부재(450)는 예를 들어 반응 조건들에 의해 요구되는 구조적 필요조건들에 따라 임의의 적절한 형상 및 크기로 될 수 있다. 게다가, 접촉 부재(450)는 지지 부재(400)(도시 안됨)에 다양하게 연결될 수 있다. 연결은 물리적 결합(예를 들어, 용접, 접착제), 기계적 연결(예를 들어, 리벳, 볼트, 등), 또는 다른 연결 장치들에 의해서 될 수 있다. 하나 이상의 접촉 부재들이 하나 이상의 지지 부재(400)들과 일체가 되는 것도 고려된다. 이러한 일체식 구조는 터빈의 날개들과 유사하게 제조상 잇점들, 무게 잇점들, 향상된 반응 조건들에 대한 내구성, 및 용이한 수리 요건들을 제공할 수 있다. 하이브리드, 복합체 및 다른 구성들도 가능하다. 기어(40)에 대해서 앞서 설명한 바와 같이 접촉 부재(450)는 전도성이 가능하며, 하나 이상의 전도성 물질(도시 안됨)을 포함할 수 있다. 이러한 전도성은 일반적인 전도성을 포함할 수도 있고, 또는 부재(450)의 특정 경로들 또는 지역들이 전도성일 수도 있다. 부재(450) 다른 부분들도 서로 다른 전도성을 가질 수 있다.

[0599] 몇몇 실시 예들에서, 도 25에 도시된 바와 같이 하나 이상의 접촉 부재(450)들의 편향(굴절; deflection)이 필요할 수 있다. 예를 들면, 하나 이상의 지지 부재(400) 사이의 선택 지역 내에서 반응을 발생하게 하기 위해서이다. 접촉 부재(450)를 편향시키기 위해서, 편향 부재(520)가 사용될 수 있다. 편향 부재(520)는 하나 이상의 접촉 부재(450)들을 적어도 부분적으로 편향시키도록 위치될 수 있다. 예를 들면, 도 35A-D에 도시된 바와 같이, 편향 부재(520)는 접촉 부재(452)의 운동을 변경시키도록 위치될 수 있다. 도 35A에 도시된 바와 같이 접촉 부재(452)는 오른쪽으로 이동할 수 있다. 그리고 나서, 편향 부재(520)와 접촉하면(도35B 참조) 접촉 부재

(452)는 또한 하류 방향으로 이동하여서 접촉 부재(452)가 접촉 부재(454)와 접촉하게 된다. 일단 두 부재(452, 454)들이 접촉하게 되면(도 35C 참조), 부재(452, 454)들을 가로지르며 전류가 인가됨으로써 반응이 발생할 수 있다. 반응 이후에 접촉 부재(452)는 편향 부재(520)를 통과하여 이동할 수 있고, 도 35D에 도시된 바와 같이 상향 이동할 수 있다.

[0600] 이하, 접촉 부재(452, 454)들과 연료의 반응을 일부 실시 예들에 따라서 더 상세히 설명하기로 한다. 도 36A-C에 도시된 바와 같이, 연료 층(350)은 대체로 제1 접촉 부재(42)와 제2 접촉 부재(454)의 사이에 위치될 수 있다. 연료 층(530)은 제1 접촉 부재(452) 및/또는 제2 접촉 부재(454)의 접촉 지역(510)을 적어도 부분적으로 가로지르며 연장할 수 있다. 연료 층(530)은 연료(20)를 포함한 다양한 물질들을 포함할 수 있으며, 앞서 설명한 바와 같이 다양한 장치들 및 방법들을 사용하여 제공될 수 있다. 연료 층(530)은 또한 대체로 접촉 부재(452, 454)들의 사이로 위치될 수 있는데, 어느 하나의 부재 또는 이들 모두와의 물리적 접촉이 필요하지 않기 때문이다(도 36A).

[0601] 접촉 부재(452, 454)들 사이로 연료 층(530)을 적절히 위치시킨 후에는, 접촉 부재(452, 454)들을 가로지르며 전류가 인가될 수 있다. 앞서 기어(40)에 대해서 설명한 것과 유사하게, 접촉 부재(452, 454)들의 일부 또는 전부가 전도성으로 될 수 있다. 예를 들면, 하나 이상의 전도성 물질이 접촉 부재(452, 454)들의 내부에 또는 접촉 부재(452, 454)들에 대해서 제공될 수 있다. 인가된 전압 및 전류는 여기서 기술되었으며, 연료층(530)에 포함된 연료(20)의 유형에 따라 달라질 수 있다. 전류가 인가된 후에는 높은 에너지 반응이 일어날 수 있으며, 접촉 부재(452, 454)들을 서로 멀어지게 이동시킨다(도 36B). 어떤 이동의 규모는, 예를 들면 반응에 의해 방출되는 에너지 및 동력, 접촉 부재들 및 임의의 지지 구조의 형상, 크기, 및 재료를 포함한 여러 요인들에 따라 달라진다.

[0602] 도 36C에 도시된 바와 같이, 반응 후에는 접촉 부재(452, 454)들이 서로를 향해서 이동할 수 있다. 이동은 도 27에 관련하여 앞에서 설명한 바와 같이 관련된 구조물들과 장치들에 따라서 크게 감쇠될 수 있다. 어떤 양태에서는, 약간의 진동 운동이 발생될 수 있다.

[0603] 앞에서 설명한 실시 예들은 접촉 부재(452, 454)들 사이에 회전 운동을 포함한 반면에, 다른 유형의 운동이 사용될 수 있음도 고려해야 한다. 예를 들면, 왕복운동이 사용될 수도 있다. 도 37A-C는 접촉 부재(452)가 추(pendulum; 540)에 연결된 왕복 운동이 실시 예를 도시한다. 작동에서, 추(540)는 제2 부재 너머로 앞뒤로 운동한다. 접촉 부재(452, 454)들은 서로 상호작용하며, 연료층(530)은 대체로 접촉 부재(452, 454)들 사이에 위치될 수 있다(도 37A). 제1 접촉 부재(452)가 제2 접촉 부재(454)에 거의 인접하게 또는 그 위로 위치될 때, 접촉 부재(452, 454)들을 가로지르며 전류가 인가될 수 있다. 결과적인 에너지 방출은 제1 접촉 부재(452)를 제2 접촉 부재(454)로부터 멀어지게 흔들어주며, 방출된 에너지의 일부가 추(540) 및 제1 접촉 부재(452)에 의해서 흡수될 수 있다. 추(540)는 다시 복귀하고, 사이클이 반복될 수 있다.

[0604] 또 다른 실시 예에서, 접촉 부재들은 서로에 대해서 선형 방향으로 이동할 수 있다. 예를 들면, 도 38A-C에 도시된 바와 같이 제1 접촉 부재(452)는 제1 접촉 부재(452)를 수용하도록 구성된 통로(550) 내에 위치될 수 있다. 통로(550)의 구멍(552)은 제2 접촉 부재(454)에 인접하게 위치될 수 있어서, 접촉 부재(452, 454)들은 서로를 향해서 또는 서로 멀어지게 대체로 선형 운동으로 이동할 수가 있다. 도 38A에 도시된 바와 같이, 제1 접촉 부재(452)는 제2 접촉 부재(454) 상에 위치된 연료층(530)을 향해서 이동할 수 있다. 전류는 제1 접촉 부재(452)에 인가되어서 통로(550)의 벽(554)을 통해서 또는 다른 구조를 통해서 연료층(530) 까지 유동할 수 있다(도 38B). 반응은 그 후에 제1 접촉 부재(452)를 제2 접촉 부재(454)와 멀어지게 그리고 통로(550) 내에서 상향으로 몰아낼 수 있다(도 38C).

[0605] 접촉 부재(450)들 사이의 서로 다른 운동에 대해 다양한 시스템들은 앞서 설명한 하나 이상의 특징들과 결합할 수 있다. 예를 들면, 앞서 설명한 원판, 추, 또는 통로 실시 예들은 도 27에 도시되고 설명된 하나 이상의 특징들을 포함할 수 있다. 스프링(도시 안 됨)은 제1 접촉 부재(452)에 대해서 약화시키는 힘을 제공하도록 통로의 실시 예(도 38A-C)의 통로(550) 내에 설치될 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 커플러(도시 안 됨)가 추(540)의 상단부에 설치될 수 있어서 그러한 실시 예(도 37A-C)에서 운동, 속도, 수용된 힘, 또는 제1 접촉 부재(452) 상에 가해지는 힘을 적어도 부분적으로 제어할 수 있다.

[0606] 여기서 설명된 다양한 실시 예들은 앞에서 설명한 바와 같이 하나 이상의 광전지들과 결합될 수도 있다. 광전지(570), 또는 유사한 장치의 성능을 향상시키기 위해서, 다양한 부품들이 여기서 설명한 반응들에 의해서 방출되는 에너지의 충격 또는 효과를 감소시키도록 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 39에 도시된 바와 같이, 하나 또는 양쪽 접촉 부재(452, 454)들과 광전지(570)의 사이에 적어도 부분적으로 보호 막(protective membrane)을 설치

할 수 있다. 보호막(560)은 충격파를 부분적으로 확산시키고, 반응에 의해 발생하는 일부 입자들을 편향시키고, 또는 광전지(570)에 대한 추가 보호를 제공하도록 적어도 부분적인 방벽을 제공하도록 구성될 수 있다. 막(560)은 연속적인 재료로 형성될 수 있고, 투명한 재료로 제조될 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 막(560)은 하나 이상의 파장들을 여과할 수도 있다. 막(560)은 전지(570)에 직접 연결되거나, 또는 전지(570)로부터 일정 거리를 두고 설치될 수도 있다.

[0607] 다른 실시 예들에서, 직렬의 배터리(580)들이 제공될 수 있다. 접촉 부재(452, 454)들과 전지(570) 사이의 반응의 장소의 대체로 사이에 방벽(Barriers)들이 설치될 수도 있다. 방벽(580)들은 전지(570)에 대한 보호를 도와주거나 제공하도록 유사한 반경을 따라서 또는 서로 다른 반경의 층들을 따라서 다양하게 배열되거나 위치될 수 있다. 예를 들어 방벽(580)들은 전지(570)를 보호하도록 충격파를 배향시키거나 또는 분산시키도록 일련의 배플(baffles)들, 케이지 부재(cage members)들, 또는 다른 물체들을 포함할 수 있다. 또 다른 실시 예들에서, 막(560) 또는 방벽(580)의 하나 이상의 작동들 또는 구조들이 단일 구조로 전지(5702)에 포함되거나 또는 전지(570) 일부로 형성될 수 있다.

[0609] <u>K. SF-CIHT 전지 구동 축 방향 팬 적용 (SF-CIHT Cell Powered Axial Fan Application)</u>

[0610] 하이드리노 반응으로부터 광출력의 광전 변환은 정착된 태양열 산업에 대한 새로운 시장이다. 중요한 산업을 포함하는 재생가능 에너지의 추가적인 소스는 풍력으로 간주하며, 풍자는 전기를 생산하는데 사용된다. 풍력 발전 농장의 결정 요인 중 하나는 바람의 패턴을 변화시킴으로써 중요한 환경 지역들의 기후를 변화시킨다는 점이다. 풍력 발전 농장은 국부적 기후를 변화시킬 수 있다. SF-CIHT 발전기의 일 실시 예에서, 풍차는 소정의 방식으로 기후를 변화시키는데 사용된다. 일 실시 예에서, 다수의 풍차는 SF-CIHT 발전기로 각각 구동되어 습기가 없는 바람을 응축된 땅위로 불어넣고 건조지를 촉발시켜서 건조하지 않게 만든다.

[0611] 중요한 산업을 포함하는 재생가능 에너지의 추가적인 소스는 풍력으로 간주하며, 풍자는 전기를 생산하는데 사용된다. 풍력 발전 농장의 결정 요인 중 하나는 바람의 패턴을 변화시킴으로써 중요한 환경 지역들의 기후를 변화시킨다는 점이다. 풍력 발전 농장은 국부적 기후를 변화시킬 수 있다. SF-CIHT 발전기의 일 실시 예에서, 풍차는 소정의 방식으로 기후를 변화시키는데 사용된다. 일 실시 예에서, 다수의 풍차는 SF-CIHT 발전기로 각각 구동되어 습기가 없는 바람을 응축된 땅위로 불어넣고 건조지를 촉발시켜서 건조하지 않게 만든다. 땅으로 이동될 수 있는 물의 양은 풍력 터빈의 동력 방정식으로부터 계산될 수 있다. 풍차를 통한 바람의 운동학적 힘 P은 다음과 같으며,

[0612]
$$P = 1/2\rho A v^3 \qquad (202)$$

[0614] 여기서 ρ는 공기의 밀도 (1.3 kg/m3) 이고, A는 블레이드에 의해서 쓸려나가는 면적이며, v는 터빈을 가동할 때 바람의 속도이다. 속도 v는 또한 SF-CIHT 발전기에 의해서 가해지는 힘 P에 의해 가동될 때 면적 A 위로 터빈이 생산할 수 있는 바람의 속도이며, 여기서 상응하는 축 방향 팬의 성능 계수(performance factor)는 추정되는 크기의 1/2 이다. 현재, 상용의 풍차들은 7MW 전력을 생산하는 164m 직경을 가지는 블레이드들을 사용하고 있다. 따라서, 바람의 속도는 다음과 같다.

[0615]
$$v = \left(\frac{2P}{\rho A}\right)^{\frac{1}{3}} = 8\ m/s \qquad (203)$$

[0616] 단위 시간당 이동되는 공기의 질량 dm/dt 은 다음과 같이 주어진다.

[0617]
$$\frac{dm}{dt} = \rho A v = 2.2X10^5\ kg/s \qquad (204)$$

[0618] H_2O의 양은 불어오는 공기의 질량의 3% 또는 $\frac{dm}{dt}(H_2O) = 6.6X10^3\ kg/s$ 이다. 땅의 면적은 43,560sq ft 또는 $4\times10^7 cm^2$ 이다. 1cm 깊이의 비는 H_2O의 $4\times10^7 cm^3$ 또는 $4\times10^7 kg$ 을 필요로 한다. 이러한 H_2O의 양은 $\frac{4\ X10^4\ kg\ of\ H_2O}{6.6X10^3\ kg/s} = 6\ s/acre$ 마다 공급될 수 있다. 따라서, 일주일에 100,000 에이커(acres)의 땅이 생기가 돌게 할 수 있다. 150개의 풍차를 포함하는 풍차 농장은 1500 백만 에이커의 땅에 물을 대는 것이다. 미국 스탠포드 대학[http://www.youtube.com/watch?v=M7uRtxl8j2U]에서 연구된 허리케인에 취약한 지역에서의 다른 유익한 적용은 수동식(발전형) 풍차들이 허리케인의 강한 바람을 약화시키고 돌풍을 형성하기 전에 분산시키는 것으로 밝혀졌다. 이러한 적용은 SF-CIHT 발전기로 풍차들에 동력을 공급함으로써 바람을 반대방향으로 불어넣게 하는 것을 매우 두드러지게 할 수 있다. 따라서, 이러한 적용에 사용된 풍력 농장의 수용력은 크게 감소될 수 있다.

[0620] <u>XL 실험 (Experimental)</u>

[0622] <u>A. 에너지 및 고체 연료 발전에 대한 실험적 SF-CIHT 전지 시험 결과 (Exemplary SF-CIHT Cell Test Results on Energy and Solid Fuel Regeneration</u>

[0624] 실험에서, 샘플은 NiOOH, 11 wt % 탄소, 및 27 wt% Ni 분말의 얇은(< 1mm 두께) 테이프 캐스트 코팅으로 코팅된 $1cm^2$ 니켈 스크린 전도체로 이루어진 샘플을 시험한다. 재료는 Taylor- Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기의 두 개의 구리 전극들 사이로 밀폐되어 저전압 대전류 저기 에너지의 짧은 폭발을 받는다. 인가된 60Hz 전압은 약 8V 피크이며, 전류는 약 20,000A이다. 46J의 에너지 입력으로 약 0.14ms 후에, 재료가 약 1ms에서 기화된다. 합선된 대전류 수 킬로볼트 전류의 대용량 축전기들로 관찰된 전선의 늘어나는 현상을 일으키기에 8V가 충분할지를 결정하기 위해서 여러 와이어 게이지들이 시험 되었다, 빨갛게 탈 때까지 그리고 녹을 때까지 가열하는데 대한 공지된 저항의 0.25 mm직경의 Au 전선에서 관찰되었다. 350mg NiOOH 및 50mg Ni 금속을 기화시키기 위하여 열역학적으로 계산된 에너지는 3.22 kJ 또는 9.20 kJ/g NiOOH 이다. NiOOH 분해 에너지는 본질적으로 0 이기 때문에, 이러한 실험은 큰 에너지 방출을 입증하였다. 무시할 수 있는 전체 에너지 40J 후에 시작된 폭발(강한 바람; blast)이 가해졌다. 이러한 폭발은 1,100,000W (1.1 MW) 열동력에 상응하는 3ms에 방출되는 3.22 kJ 열에너지가 발생되었다. 샘플 크기를 1 cm^2 의 면적 및 < 1 mm 두께라 하면, 체적 전력밀도는 열 11 X 109 W/l 이상이 되었다. 흑체 방사 곡선(blackbody radiation curve)에 대해서 Ocean Optics의 가시 분광기(visible spectrometer)로 기록된 피트(fit)로부터, 가스 온도는 5500K이었다.

[0625] 반응 혼합물의 350mg NiOOH 및 50mg Ni 메시 성분들의 관찰된 증발을 이루기 위해 계산된 열에너지는 3.22 kJ임을 고려한다. 350 mg의 NiOOH 고체 연료에서 H_2의 몰수는 2mmoles이다. H의 2/3가 HOH 촉매로 되고 1/3은 하이드리노 $H_2(1/4)$로 된다는 화학양론에 따라 H_2에서 $H_2(1/4)$로의 하이드리노 반응에 대한 계산된 엔탈피 50 MJ/mole $H_2(1/4)$에 근거하여, $H_2(1/4)$를 형성하는 것으로부터 상응하는 최대 이론 에너지는 33 kJ 이며; 따라서 약 10%의 이용 가능한 수소가 $H_2(1/4)$로 변환된 것이다. 상응하는 하이드리노 반응 생산은 64.4 umoles $H_2(1/4)$ 이다.

[0626] 또 다른 실시 예의 고체 연료는 100mg의 Co 분말 및 20mg의 수화된 $MgCl_2$ 로 구성되었다. 반응물들은 알개이로 압축되었고, 알갱이에 저전압 대전류 에너지의 짧은 폭발을 가함으로써 Taylor- Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기에 의해서 점화되었다. 인가된 60Hz 전압은 약 8V 피크이며, 피크 전류는 약 20,000A이다. 폭발은 아르곤으로 채워진 글로브 백(glove bag) 안에서 발생되었고 3 kJ의 추정된 플라즈마 에너지를 방출하였다. 플라즈마 입자들은 나노 분말(nanopowder)로 응축되었다. 생성물은 10mg H_2O에 의해 수화되었고, 점화가 반복되었다. 재생된 고체 연료의 반복 폭발은 처음보다 강력했고, 약 5kJ의 에너지를 방출하였다. 또 다른 실시 예에서 Ag는 Co

로 대체되었다.

[0628] B. SF-CIHT 전지의 고체 연료의 열량 측정 (Calorimetrv of Solid Fuel of the SF-CIHT Cell)

[0630] 열량 측정은 고체 연료 알갱이에 대해서 Parr 6774 열량계 온도계 옵션을 갖는 Parr 1341 플레인 쟈켓 열량계(plain-jacketed calorimeter) 을 사용하여 수행되었다. Parr 1108 산소 연소 챔버 열량계는 대전류로 화학 반응을 개시하도록 변경되었다. Copper rod ignition electrodes that comprised 1/2" 외경(OD) 및 12" 길이의 구리 실린더로 구성된 구리 봉 점화 전극들이 열량계 또는 고체 연료 알갱이의 열용량의 보정(calibration)을 위한 제어 저항성 봉으로서 그래파이트 알갱이(graphite pellet)를 포함한 밀봉 챔버(-1000 mg, L x W x H = 0.18" x 0.6" x 0.3")를 통해서 공급되었으며, 끝 부분들에는 각각의 샘플을 단단히 밀폐하는 구리 클램프(clamp)가 제공되었다. 열량계 수조가 2,000g DI 물로 채워졌다(Parr 명세서에 따름). 고체 연료 알갱이의 보정 및 점화를 위한 전원은 약 8V RMS의 60Hz 저전압 및 약 15,000 내지 20,000A의 대전류 형태의 전기 에너지의 짧은 폭발을 공급하는 Taylor- Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기였다. 고체 연료의 보정 및 점화의 입력 에너지는 입력의 시간 적분에 대한 전압과 전류의 곱으로서 주어진다. 전압은 National Instruments USB-6210 데이터 획득 모듈 및 Labview VI를 갖춘 PC를 포함한 데이타 획득 시스템(data acquisition system; DAS)에 의해서 측정되었다. 전류는 또한, 시그날 소스(signal source) 0.3%까지 정확한 700mm 케이블을 갖춘 로고우스키 코일(Rogowski coil) 모델 CWT600LF을 이용한 동일한 DAS에 의해서 측정되었다. V 및 I 입력 데이터가 10 KS/s 에서 얻어졌고, USB-6210의 +/-10V 범위 이내까지 아날로그 입력 전압을 가져오도록 전압 감쇠기(attenuator)가 사용되었다.

[0631] 열량계 및 전극 장치의 보정된 열용량은 점 용접기에 의한 에너지 입력 995J로 그래파이트 알갱이를 사용하여 12,000 J/℃로 결정되었다. 알루미늄 DSC 팬 (70mg) {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 Cu(45mg) + CuO(15mg) + H_2O(15mg)을 포함하는 고체 연료의 샘플이 인가된 3V의 피크 60 Hz 전압 및 약 11,220A의 피크 전류에 의해 점화되었다. 점 용접기의 전력 펄스에 의한 전체 입력 899J를 가지는 파형에서의 분열 스파이크(disruption spike)로 표시된 샘플을 점화시키기 위한 시간에 따른 전압 및 전류로부터 측정된 입력 에너지는 46J이며, 보정된 열용량을 사용한 점화된 고체 연료로부터의 에너지 방출에 대한 열량계 열 반응에 대해서 계산된 전체 출력 에너지는 3,035.7 J이었다. 입력 에너지를 빼면, 정미 에너지는 0.075g 샘플에 대해서 2,136.7 J 이었다. H_2O에 의한 제어 실험들에서, 알루미나 팬은 반응을 수행하지 않고 폭발에 기화되어 버렸다. XRD 또한, 어떠한 알루미늄 산화물 형성도 보여주지 못했다. 따라서, 이론적 화학 반응 에너지는 0이며, 고체 연료는 하이드리노의 형성에서 28,500 J/g의 과잉의 열을 생산하였다.

[0633] C. Photovolataic Power Conversion

[0634] 알루미늄 DSC 팬 (70mg) {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 Cu(45mg) + CuO(15mg) + H_2O(15mg)을 포함하는 고체 연료의 샘플이 인가된 3-6V의 피크 60 Hz 전압 및 약 10,000-15,000A의 피크 전류에 의해 점화되었다. 가시 스펙트럼이 Ocean Optics 가시 분광기 (Ocean Optics Jaz, 내장 ILX51 lb 검출기(detector), OFLV-3 필터, L2 렌즈, 5 μm 슬릿, 350 - 1000 nm)로 기록되었다. 스펙트럼은 약 6000K의 흑체(blackbody)에 적합하였다. 태양의 흑체 온도는 5800K이다. 태양과 SF-CIHT 플라즈마 모두 5800K 내지 6000K(도 40)이기 때문에, 태양은 지구에서 1000W/m^2의 표준 흑체 이며, 태양 전지는 역률 계(power meter)로서 작용한다. 점화 중심으로부터 태양 전지까지의 주어진 거리에서 플라즈마의 광 출력 밀도가 태양의 출력 밀도에 비례하여 플라즈마 소스에 대한 상대 태양 전지 출력 밀도 응답에 근거하여 계산되었다. 플라스마 소스의 전체 광출력은 출력 밀도와 밀도가 결정되는 구형 외각(spherical shell)의 입체각 면적(solid angle area)의 곱이다.

[0635] 표준 광원으로서 햇빛의 출력 1000 W/m^2을 고려하여, 단결정 태양 패널의 효율이 결정된다. 단결정 태양 패널 상에 기록된 에너지를 그 면적, 초당 150,000 프레임의 초고속 비디오로 결정된 20μs의 점화 기간과 함께 사용하면, 플라즈마의 출력 밀도는 6 X 10^6 W/m^2으로 결정되었다. 플라즈마의 광 출력은 Ocean Optics 분광기로 확

인되었다. 스펙트럼 강도(spectral intensity)로 결과되는 플라즈마 중심으로부터 광섬유 케이블의 유입되는 분리 거리가 표준 지점-소스 출력 광원과 일치하도록 결정되었다. 그러면, 플라즈마 소스의 출력은 표준 출력을 분리 거리 제곱에 의해 보정함으로써 주어진다. 일반적인 분리 거리는 700cm이다.

[0636] 출력 밀도를 10인치 반경에서 입체각 구 면적, 점화 중심과 태양 패널 사이의 거리로 곱하면, 플라즈마의 전체 광 출력은 $0.8m^2$ X 6 X $106W/m^2$ = 4.8 X 106W 광 출력이 된다. 전체 출력과 20μs의 폭발 기간을 곱해서 주어진 전체 에너지는 (4.8 X 106 W)(20 X 10"6 s) = 96 J이다. 통상의 열량계로 측정된 고체 연료의 폭발에 의해서 방출되는 에너지는 약 1000J이다. 기록된 광 에너지의 줄어든 양은 급속 팽창 방출의 난점인 단결정 태양 전지의 늦은 반응 시간으로 인한 것으로 고려되었다. GaAs 전지가 더 적합할 수 있다.

[0637] 태양과 점화 플라즈마의 흑체 온도 5800K는 거의 동일한데, 이는 가열 장치가 H에서 하이드리노가 되는 촉매 작용의 두 경우에서 동일하기 때문이다. 고온의 소스가 하이드리노의 형성이기 때문에 큰 폭발의 온도 또한 예상되는 바와 같이 5500K로 높다. 태양 전지는 흑체 방사 5800K를 전기로 광전 변환하기 때문에, 이들 시험들로부터 확인된 바와 같이 태양 전지를 사용하는 것은 SF-CIHT 발전기의 전력 변환의 적절한 수단이다.

[0638]

[0639] 알루미늄 DSC 팬 (75mg) {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 100 mg Cu + 30 mg 탈염수(deionized water)를 각각 포함하는 고체 연료 알갱이들에 대한 연속적인 폭발(a series of ignitions)들이 수행되었다. 알갱이들은 1.9cm 간격으로 구리 금속 스트립에 부착되었고, 이 스트립은 National Electric Welding machines 시임 용접기(100 kVA 모델 #100AOPT SPCT 24)의 롤러 디스크 둘레로 형성되었고, 인가된 4-8V의 피크 60 Hz 전압 및 약 10,000-35,000A의 피크 전류에 의해 점화되었다. 회전속도는 롤러가 각각의 알갱이를 폭발 주파수 1Hz에서 시임 용접기의 상사점 위치까지 이동시켰을 때 폭발이 발생하도록 조절되었다. 빛의 밝은 섬광(flashes)은 광전 컨버터에 의해서 전기로 변화되었고, 전기는 빛을 방사하는 다이오드(LED) 어레이 내에서 소멸하였다.

[0640] Lexan 벽들에 부착된 세-측면 금속 프레임이 용접기 디스크들로부터 사각형 동봉물(enclosure)의 벽들의 가장 가까운 분리가 15cm가 되도록 시임 용접기 디스크들의 둘레로 배열되었다. 30W, 12V 태양전지판(solar panel)이 동봉물의 세 개의 벽들에 각각 부착되었다. 각각의 태양전지판은 고효율의 6" 다결정 전지들, 저철강화유리(low iron tempered glass) 및 양극산화(anodized) 알루미늄 합금 프레임(6063-T5 타입)으로 전지를 갖춘 캡슐화된 전지에 대한 TPT 백시트를 갖춘 EVA로 구성되었다 (ULSolar,http://www.ulsolar.com/30_Watt_12_Volt_multicrystalline_solarj3anelj3/stp030p). 태양전지판의 다른 세부사항들은 다음과 같다: 전지(다결정 실리콘): 156mm x 39mm; 전지 및 연결부의 수: 36 (4×9); 모듈의 크기: 26.2× 16.2 x 0.98 in; 중량: 8 lbs. 전기적 특성은, STC 에서 전력: 30 Watt; 최대 전압(Vpm): 17.3 Volt; 최대 전류(Ipm): 1.77 Amp; 개방 회로 전류(Voc): 21.9 Volt; 단락 회로 전류(Isc): 1.93 Amp; 저항(Tolerance): ±5%; 표준 시험 조건(Standard Test Conditions): 온도 25℃, 조도(Irradiance) 1000W/M2, AM=1.5; 최대 시스템 전압: 600V DC; 시리즈 퓨즈 등급(Series Fuse Rating): 10 Amp; 온도 계수(Temperature Coefficient) Isc: 0.06%/K, Voc: -0.36%/K, Pmax: -0.5%/ ; 작동 온도: -40℃ 내지 +85℃; 저장 습도: 90%; 출력 단자 타입: 접속 배선함; 케이블: 9 ft, 3000mm였다.

[0641] 태양전지판은 LED 어레이에 연결되었다. LED 어레이는 다음과 같이 구성되었는데, Genssi LED 오프 로드 라이트(Off Road Light) 4×4 작업 라이트 방수(Work Light Waterproof) 27W 12V 6000K (30℃) http://www.amazon.com/Genssi-Light-Waterpoof-6000K-Degree/dp/B005WWLQ8G/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1396219947&sr=8-1&keywords=B005WWLQ8G, LED 도매업자(wholesalers) 16.4 Feet (5미터) 가요성 LED 라이트 스트립 내장 300×SMD3528 및 접착제 뒷면(Adhesive Back), 12 Volt, 화이트, 2026WH (24W 전체), http://www.amazon.com/LEDwholesalers-Flexible-LED-Strip-300xSMD3528/dp/B002Q8V8DM/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1396220045&sr=8-1&keywords=B002Q8V8DM, 및 9W 12V 수중 LED 라이트 랜드스케이프 화운틴 폰드 램프 전구 화이트 http://www.amazon.com/Underwater-Light-Landscape-Fountain-White/dp/B00AQWVHJ/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1396220111&sr=8-1&keywords=B00AQWVHJU. 정격 전압 및 전력량에서 LED들의 전체 추정 출력 전력은 27 W + 24W + 9W = 60W였다. 세 개의 태양전지판의 전체 출력 전력은 하루 태양 정상 상태 조건에서 90W였다.

[0642] 1Hz에서 연속하는 순차적 폭발들은 전체 빛 출력에서 LED 어레이를 기본적으로 연속적인 작동하게 유지시켰다. 각각의 고체-연료-알갱이 폭발들로부터 세 개의 태양전지판 모음의 에너지 균형을 고려한다. 폭발이 크고 짧았음에도(100μs), LED들은 약 1s에 대해서 약 60W를 출력하였다. 다결정 광전 재료는 수 메가와트의 짧은 폭발에

대해서 적합하지 않은 반응 시간 및 최대 출력을 가졌다. 그러나 전지는 1s 시간 간격에 걸쳐서 약 60J의 적산계(integrator)로서 작용한다. Lexan에서 빛의 편향은 50%로 결정되었고, 다결정 전지들은 5800K 빛을 전기로 변환시키면서 약 10% 효율이었다. 보정에 대한 60J 및 10% 효율을 고치면 1200J에 상응한다. 100μs에 걸친 이러한 상응하는 광 출력은 12MW이다. 독립적인 폭탄 열량 측정으로 측정된 각각의 알갱의 폭발에 의해 방출된 에너지는 약 1000J이다. 폭발 시간은 광전 다이오드(photodiode)로 급속 탐지에 의해 100 μs가 되도록 결정되었다. 출력은 약 10MW가 되도록 결정되었다. 가시 분광기에 의해 결정된 광 출력의 전력 밀도는 약 200cm 이상의 거리에서 1MW/m^2 이상이었다. 광 출력 밀도는 스테판 볼쯔만 법칙에 따라 6000K에서 흑체에 대한 예상 방사와 일치되도록 결정되었다. 광전 컨버터는 열량계식 및 스펙트럼식 출력 결과에 비해 합리적인 에너지 균형을 제공한다.

[0644] D. 플라즈마동력학 전력 변환(Plasmadynamic Power Conversion)

[0645] 0.05ml(50mg)의 H_2O가 알루미늄 DSC 팬 {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 20 mg Co_3O_4 또는 CuO 에 첨가되었다. Taylor- Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기를 사용하여, 각각의 샘플이 외경(OD) 5/8", 길이 3"의 구리 실린더들로 인가되는 약 8V RMS에서 약 15,000 내지 20,000A의 전류로 점화되었으며, 여기서 편평한 단부들이 샘플을 밀폐하였다. 각각의 샘플을 활성의 고도로 이온화된 팽창 플라즈마로 기화시키는 큰 출력 폭발이 관찰되었다. PDC전극들은 1/16" OD 구리 와이어들로 구성되었다. 자화된 PDC 전극들은 연료 샘플의 평면에서 점화 전극들의 원주방향 둘레로 설치된 직경 1"의 개방 루프의 형상이었다. 전류가 축 방향이기 때문에 대전류로부터 자기장은 루프 PDC 전극들의 윤곽에 평행하게 반경 방향이다. 반대편의 비 자화된 PDC 전극은 점화 전극들에 대해서 평행하게 그리고 대전류의 방향이며; 이에 따라서, 반경 방향 자력선들은 이러한 PDC 전극에 대해서 수직 하였다. 반대편 PDC 전극은 2.5" 위로 그리고 샘플의 평면 아래로 연장하였다. PDC 전압은 표준 0.1 ohm 저항기를 가로지르며 측정되었다. 점화에 따르는 PDC 전극들의 전압은 25V이었다.

[0647] E. 고체 연료의 시차주사 열량계 (Differential Scanning Calorimetry (DSC) of Solid Fuels)

[0649] 고체 연료들은 Au 코팅된 도가니(crucibles)들을 사용하는 Setaram DSC 131 시차주사 열량계를 사용하여 최대 이론 이상의 과잉 에너지에 대해서 시험되었으며, 대표적인 결과가 표 7에 제시된다.

[0654] 표 7. 실험적 DSC 시험 결과들 (Exemplary DSC Test Results).

일자	반응물들	질량 (mg)	온도 (℃)	가열 (J/g)	냉각 (J/g)	실험. 전체 (J/g)	열에너지 (J/g)

[0655]

[0656] F. 분자 하이드리노의 분광 분석 확인 (Spectroscopic Identification of Molecular Hydrino

[0658] 0.05ml(50mg)의 H_2O가 알루미늄 DSC 팬 {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 20mg Co_3O_4 또는 CuO 에 첨가되었고,

Taylor- Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기를 사용하여, 약 8V RMS에서 약 15,000 내지 20,000A의 전류로 점화되었다. 각각의 샘플을 활성의 고도로 이온화된 팽창 플라즈마로 기화시키는 큰 출력 폭발이 관찰되었다. MoCu 포일 위트니스 플레이트(foil witness plate)(50-50 at%, AMETEK, 0.020" 두께)가 점화 샘플의 중앙으로부터 3.5 인치 간격을 두고 위치되었고, 팽창하는 플라즈마가 표면 안으로 $H_2(1/4)$ 분자들을 끼워넣도록 표면 상에 입사되었다.

[0659] 매크로 모드(macro mode)의 780nm 다이오드 레이저를 갖춘 Thermo Scientific DXR SmartRaman를 사용하여, 40 cm^{-1} 의 광범위한 흡수 피크(broad absorption peak)가 MoCu 포일 상에서 플라즈마를 포함한 $H_2(1/4)$에 노출된 다음에 관찰되었다. 이러한 피크는 원래의 합금에서는 관찰되지 않았으며, 피크 강도는 플라즈마 강도 및 레이저 강도가 증가함에 따라서 증가하였다. 적외선 라인(infrared line) 근처의 1.33 eV (780 nm 레이저의 에너지에서 1950 cm^{-1}을 뺀)에서 단일 40 cm^{-1} (0.005 eV) 를 흡수할 수 있는 어떠한 원소 또는 화합물도 알려진 바 없기 때문에 $H_2(1/4)$가 고려되었다. 1950cm^{-1}에서 시작된 흡수 피크는 네 개의 유효 숫자들(significant figures)에 $H_2(1/4)$(0.2414 eV)의 자유 공간 회전 에너지를 일치시켰으며, 40cm^{-1}의 폭은 궤도-핵 커플링 에너지 분할(orbital-nuclear coupling energy splitting)과 일치한다[밀스 GUTCP].

[0660] $H_2(1/4)$ 회전에너지와 일치하는 흡수 피크는 실제 피크이며, 기존의 종(species)들에 의해서 설명될 수 없다. 하이드리노 회전의 여기는 역 라만 효과(inverse Raman effect; IRE)에 의한 흡수 피크에 기인할 수 있다. 여기서, 레이저에 기인한 연속체(continuum)는 흡수되어서 레이저 주파수로 이동되며, 연속체는 회전 여기 상태 집단(rotational excited state population)을 유지하기에 충분하여서 반스톡스 에너지 기여(antiStokes energy contribution)를 허용한다. 통상적으로, 레이저 동력은 IRE에 대해서 매우 높으며, 그러나 MoCu 표면은 표면 향상 라만 분산(surface enhanced Raman scattering; SERS)을 유발하는 것으로 밝혀졌다. 흡수는 J' = 1 에서 J" = 0으로의 전이(transition)에 대한 $H_2(1/4)$ 회전 에너지를 위한 역 라만 효과(inverse Raman effect; IRE)에 할당되었다. 이러한 결과는 $H_2(1/4)$이 실리콘 매트릭스 내의 H2의 경우인 자유 회전자(free rotor)임을 보여 준다. 플라즈마 노출된 MoCu 포일들에 대한 결과들은, 여기에 전체가 참조로 포함된 밀스 선행 공개 문헌: 저자 R. Mills, J. Lotoski, J. Kong, G Chu, J. He, J. Trevey 의 높은 동력 밀도 촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(High-Power-Density Catalyst Induced Hydrino Transition (CIHT) Electrochemical Cell), (2014)에서 보고된 바와 같이, CIHT 전지에 대해서 이전에 관찰된 것들과 일치한다.

[0661] MAS ^{1}H NMR, 전자-빔 여기 방출 분광학(electron-beam excitation emission spectroscopy, 라만 분광학(Raman spectroscopy), 및 광루미네선스 방출 분광학(photoluminescence emission spectroscopy)은 CIHT 전해액(electrolyte), CIHT 전극들, 및 밀폐 CIHT 전지들의 밀봉 컨테이너 안에 설치된 유기 화합물 게터 KCl-KOH 혼합물(inorganic compound getter KCl-KOH mixture)을 포함한 반응 생성물들의 샘플들 상에서 수행되었다.

[0662] 프로틱 매트릭스(protic matrix) 내에 가둬진 분자 하이드리노의 MAS NMR는 하이드리노가 이러한 매트릭스와의 상호작용을 통해서 그 식별을 위한 분자 하이드리노의 독특한 특성을 이용하기 위한 수단임을 나타낸다. NMR에 관련한 독특한 특성은 가능한 분바 하이드리노 양자 상태(quantum states)들이다. H_2 여기 상태들과 유사하게, 분자 하이드리노 $H_2(1/p)$는 l = 0, 1, 2,..., p-1 상태들을 가진다. l = 0 양자 상태조차도 비교적 큰 사극자 능률(quadrupole moment)을 가지며, 게다가 l ≠ 0 상태들의 상응하는 궤도 각 모멘텀은 높은 장 매트릭스 이동(upfield matrix shift)을 유발할 수 있는 자기 모멘트를 발생시킨다. 이러한 효과는 매트릭스가 예를 들어 수화의 물들을 가지는 매트릭스 또는 알칼리 수산화물 고체 매트릭스와 같은 치환성(exchangeable) H를 포함할 때 특히 바람직하며, 여기서 $H_2(1/p)$와의 국부적 상호작용은 급속한 변화로 인하여 대집단(larger population)에 영향을 준다. CIHT 전지 게터(CIHT cell getter KOH-KCl)는 밀봉된 CIHT 전지의 내부의 대기압에 노출된 후 매트릭스 (KOH)의 MAS NMR 활성 성분의 +4.4 ppm 에서 약 -4 내지 -5 ppm까지의 이동을 보여준다. 예를 들어, 초기의 KOH-KCl (1:1) 게터의 MAS NMR 스펙트럼과, 그리고 각각 125% 게인에서 2.5 W, 80mA 및 186% 게인에서 6.49 W, 150mA를 출력하는 [MoNi/LiOH-LiBr/NiO] 및 [CoCu (H 삼투)/LiOH-LiBr/NiO] 를 포함하는 CIHT 전지로부터의 KOH-KCl (1:1) 게터의 MAS NMR스펙트럼은, OH 매트릭스의 공지된 낮은 장 피크(downfield peak)가 약 +4ppm으로부터 높은 장 지역으로 약 -4 ppm까지 이동되었음을 보여준다. CIHT 전지에 의해서 생성된 분자 하이드리노는 매트릭스를 양으로부터 상당히 높은 장으로 이동시켰다. p = 4 상태에 대한 가능한 서로 다른 l 양자수(quantum numbers)들은 -4ppm의 지역에서 다수의 그러한 피크들의 관찰과 일치하는 서로 다른 높은 장 매트릭

스 이동들을 일어나게 할 수 있다. 높은 장 이동된 수산화물 이온(OH)이 자유 회전자(free rotor)로서 작용할 때 격렬(sharp)하게 될 수 있는 분자 하이드리노를 갖춘 복합체(complex)를 형성함에 따라 높은 장 이동된 KOH 매트릭스의 MAS NMR 피크는 기존의 관찰들과 일치한다. MAS-NMR 결과들은 M:H2 (M = KOH 또는 K_2CO_3) 구조의 부분으로서 이수소(di-hydrogen)를 갖춘 매트릭스 화합물들의 다합체 무리(multimer clusters)들을 보여주었던 기존의 양이온 ToF-SIMS 스펙트럼들과 일치한다. 구체적으로 말하면, 예를 들어 K_2CO_3-KC1 (30:70 wt%)와 같이 KOH 및 K_2CO_3를 포함하는 기존의 CIHT 전지 게터들의 양이온 스펙트럼들은 구조에서 복합체(complex)로서 $H_2(1/p)$과 일치하는$K^+(H_2{:}KOH)_n$ 및 $K^+(H_2{:}K_2CO_3)_n$ 을 보여 주었다[저자 R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell)",(2014), International Journal of Energy Research].

[0663] 이례적으로 높은 회전-진동 에너지(extraordinarily high ro-vibrational energies)들이라는 그 특성에 의한 분자 하이드리노의 직접적 증명은 라만 분광법(Raman spectroscopy)을 이용하여 시도되었다. 또 다른 뚜렷한 특성은 분자 하이드리노에 대한 선택 법칙(selection rules)들이 통상의 분자 수소의 선택 법칙들과는 다르다는 점이다. 여기 상태들의 H_2와 유사하게, 분자 하이드리노들은 l = 0, 1, 2,..., p-1 상태들을 가지는데, 여기서 $H_2(1/p)$; p = 1, 2, 3,..., 137의 장축 타원체 광자 장(prolate spheroidal photon fields)들은 반장축(semimajor axis)에 대해서 양자 수 l 의 구형 조화 각도 성분(spherical harmonic angular components)들을 가진다[밀스 GUT). 이들 장축 타원에 조화 상태들 사이의 전이들은 H_2 여기 상태들에 대해서 관찰된 바와 같이 전자적 전이 없이 순수 진동 전이 중에 △J = 0, ±1 의 회전 전이들을 허용한다. 각도 상태들의 수명들은 $H_2(1/p)$이 선택 법칙 △J = 0, ±1 을 가지는 순수 회전 진동을 유일하게 수행할 수 있도록 충분히 길다.

[0664] 방출하는 회전-진동 분자 하이드리노 상태는 높은 에너지 전자 충돌에 의해서 또는 레이저에 의해서 여기될 수 있는데, 여기서 회전 에너지 $p^2(J+1)0.01509$ eV 로 인하여[밀스 GUT] 상응하는 열에너지가 0.02 eV 미만이기 때문에 여기된 회전 상태들은 주위 온도들에서 통계열역학적 집단(a statistical thermodynamic population)으로 집단화할 수 없다. 따라서, 회전-진동 운동 상태 집단 분포는 외부 소스의 여기 가능성을 반영한다. 더욱이, 회전 에너지 이상의 3-5 배 더 높은 진동 에너지 $p^2 0.515$ eV로 인하여, 단지 첫 번째 레벨, υ = 1 만이 외부 소스에 의해서 여기되는 것으로 예측된다. 분자 하이드리노 상태들은 주위 온도에서 l 양자 수 변화들을 수행할 수 있고 J 양자 상태는 힘이 열중성자화(thermalized) 됨에 따라서 e-빔(e-beam) 또는 레이저 조사 중에 변화될 수 있을 것이다. 따라서 초기 상태는 J 양자 수와는 독립적으로 l = 0, 1, 2, 3 의 어느 하나가 될 수 있다. 따라서, 회전 및 회전-진동 전이들은 R, Q, P 분기(branches)들이 허용된는 라만 및 IR 활성(Raman and IR active)이며, 여기서 각 운동량(angular momentum)은 회전 및 전자 상태 변화들 사이에서 보존된다. l 양자 수에서의 변화에 의해서 허용되는, 회전 에너지 업 버전 (J' - J" = -1), 다운 버전 (J' - J" = +1), 및 무변화 (J' - J" = 0)를 갖는 탈-여기 진동 전이(de-excitation vibrational transition) υ = 1 → υ = 0 는 P, R, 및 Q 분기들을 각각 발생시킨다. 순수한 진동 전이 υ = 1 -> υ = 0; AJ = 0 에 상응하는 Q-분기 피크는 높은 정도의 전이 피크들의 P 및 R 열(the P and R series of transition peaks of higher order)들에 대한 강도(intensity)의 급속한 감소를 가지는 가장 집중한(the most intense with a rapid decrease) 상태로 예측되는데, 여기서 내부 변환(internal conversion)의 이용가능한 에너지로 인하여 R 분기에 비해서 P 분기에 대한 더 높은 강도의 많은 피크들이 예측된다. 매트릭스의 영향은 자유 회전자의 이동으로부터 진동 에너지 이동을 야기하는 것으로 예측되며, 매트릭스 회전 에너지 방벽(matrix rotational energy barrier)은 회전 피크들의 선형 에너지 분리의 비제로 인터셉트(nonzero intercept)로서 나타나는 P 및 R 분기 피크들의 각각에 대한 동일한 에너지 이동을 유발하는 것으로 예측된다.

[0665] 이미 보고된 바 있듯이 [저자 R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell)" (2014), International Journal or Energy Research], CIHT 전지의 게터들의 결정 격자에 가둬진 $H_2(1/4)$의 회전-진동 방출은 5 X 10^{-6} Torr의 압력 범위에서 빔 전류 8μA를 가지는 입사(incident) 전력 6 keV 전자 건에 의해서 여기되었으며, 윈도우 없는 UV 분광기에 의해서 기록되었다. 동일한 방법에 의해서, MoCu의 금속 결정 격자에 가둬진 $H_2(1/4)$이 전자-빔 여기 방출 분광기에 의해서 관찰되었다. 190% 게인에서 출력 5.97 Wh, 80mA의 CIHT 전지 [MoCu(50/50) (H 삼투)/LiOH+LiBr/NiO]의 MoCu 양극으로부터 기록된 $H_2(1/4)$의 용해된 회전-진동 스펙트럼

(소위 260 nm 대역)의 예는 0.2491 eV의 동일한 간격을 가지는 피크들의 대표 위치들 227, 238, 250, 263, 277, 및 293 nm 과 함께 258 nm 에서의 최대 피크를 보여주었다. 이러한 결과들은 각각 υ = 1 -> υ = 0 및 Q(0), R(0), R(1), P(1), P(2), 및 P(3)의 매트릭스-이동된 진동 및 자유 회전자 진동 전이들에 대한 H_2(1/4)에 관한 예측 값들과 매우 잘 일치하며, 여기서 Q(0)는 열들의 가장 집중한 최대 피크로서 인식 가능하다. 피크 폭(FWHM)은 4nm 였다. 결정 격자에서 보통의 H_2에 관련하여 H_2(1/4)의 회전-진동 전이들의 확대는 포함된 에너지들이 대단하기 때문에 16배 더 높을 것으로 예측되며, 또한 격자의 음자 대역(phonon bands)들에 대한 상당한 연결은 공명의 확대를 결과한다. 260nm 대역은 MoCu 개시 물질 상에서는 관찰되지 않았다. 260nm 대역은 앞에서 설명한 바와 같이, CIHT 전지들 내에 밀봉되었을 때 게터로서 작용하는 KOH-KCl 결정들로부터 2차 라만 발광 스펙트럼(second order Raman fluorescence spectrum)으로서 관찰되었다 [저자 R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell)", (2014), International Journal or Energy Research]. 260nm 대역은 CoCu 양극 상에서도 관찰되었다.

[0666] H_2(1/4)은 또한 오르소(ortho)와 파라(para) 사이의 큰 에너지 차이로 인하여 라만 분광기를 사용하여 확인되었는데, 여기서 후자는 집단(population)을 지배하느 것으로 예측되었다. 파라가 짝수로 주어진다면, 순수 회전 전이를 위한 대표적인 선택은 짝수 정수들에 대해서 △J = ±2 이다. 그러나, 궤도-회전 각 모멘텀 커플링은 회전 레벨을 여기시키는 광자의 각 모멘텀의 보존으로 l 양자 수에서의 변화를 일으키며, 여기서 공진 광자 에너지는 l 양자 수의 부재에서 전이에 관련하여 궤도-핵 초미세 에너지(orbital-nuclear hyperfine energy)에 의해 주파수에서 이동된다. 더욱이, 참조 문헌[밀스 GUT]의 12장에 제시된 바와 같이, l ≠ 0 에 대해서 핵들은 원자핵 간 축선(internuclear axis)을 따라서 정렬된다. 초기 상태 - 최종 상태로 정의된 Stokes 스펙트럼에 대해 회전 선택 법칙은 △J = J' - J" = -1 이고, 궤도 각 모멘텀 섹션 법칙(orbital angular momentum selection rule)은 △J = ±1이며, 회전 및 궤도 각 모멘텀 여기들의 결합 중에 각 모멘텀의 보존에 의해서 전이는 허용된다[밀스 GUT]. 그리고, 핵 스핀(nuclear spin)에 대한 어떠한 강도 의존도 없는 것으로 예측된다.

[0667] 매크로 모드에서 780nm 다이오드 레이저를 갖춘 Thermo Scientific DXR SmartRaman을 사용하여, 과잉의 전기의 발생 후에 40 cm^{-1}의 넓은 흡수 피크가 MoCu 수소 침투 양극(hydrogen permeation anodes)들에서 관찰되었다. 피크는 원래의 합금에서는 관찰되지 않았고, 과잉의 전류 및 레이저 강도의 증가에 따라서 피크 강도가 증가하였다. 더욱이, SEM-EDX에 의해 확인된 바와 같이 소스로서 가능한 원소들로 Mo, Cu, H, 및 O 만이 고려되는 사전 및 사후 초음파 분해(pre and post sonication)가 존재한다. 제어 화합물들의 치환(permutations of control compounds)은 피크를 재생하지 않는다.

[0668] 예를 들어 186% 게인에서 출력 6.49 Wh, 150mA의 전지[CoCu (H 삼투)/LiOH-LiBr/NiO] 및 176% 게인에서 출력 2.40 Wh, 80mA의 전지 [MoNiAl (45.5/45.5/9 wt%)/LiOH-LiBr/NiO]와 같이 Mo, CoCu, 및 MoNiAl를 가지는 전지들 상에서 피크가 관찰되었다. 별도의 실험들에서 이들 전지들로 부터 KOH-KCl 게터 가스는 H_2(1/4) 회전-진동에 할당된 피크들의 매우 강한 발광(fluorescence) 또는 광루미네넌스(photoluminescence) 열들을 제공하였다. 적외선 라인(infrared line) 근처의 1.33 eV (780 nm 레이저의 에너지에서 1950 cm^{-1}을 뺀)에서 단일 40 cm^{-1} (0.005 eV) 를 흡수할 수 있는 어떠한 원소 또는 화합물도 알려진 바 없기 때문에 H_2(1/4)가 고려되었다. H_2(1/4) 회전에너지와 일치하는 흡수 피크는 실제 피크이며, 기존의 종(species)들에 의해서 설명될 수 없다. 하이드리노 회전의 여기는 두 가지 방법 의해서 흡수 피크를 유발할 수 있다. 첫 번째는 스톡스 광(Stokes light)이 격자 포함(lattice inclusion)으로서 회전하는 하이드리노의 강력한 상호작용으로 인한 격자에 의해서 흡수된다. 이는 260 nm e-빔 대역으로 관찰된 공진 확대와 유사하다. 두 번째는 기존의 역라만 효과를 포함한다. 여기서, 레이저에 기인한 연속체(continuum)는 흡수되어서 레이저 주파수로 이동되며, 연속체는 회전 여기 상태 집단(rotational excited state population)을 유지하기에 충분하여서 반스톡스 에너지 기여(antiStokes energy contribution)를 허용한다. 통상적으로, 레이저 동력은 IRE에 대해서 매우 높으며, 그러나 분자 하이드리노는 그 비제로 l 양자 수 및 상응하는 선택 법칙들로 인하 특별한 경우가 될 것이다. 더욱이, MoCu는 금속들의 혼합물의 Mo 및 Cu 알갱이 경계들의 작은 크기들로 인하여 표면 향상 라만 분산(surface enhanced Raman scattering; SERS)을 유발하는 것으로 예상된다. 그래서, 이러한 결과들이 후자의 방법의 맥락으로부터 논의된다.

[0669] 흡수는 J' = 1 에서 J" = 0으로의 전이[밀스 GUT]에 대한 H_2(1/4) 회전 에너지를 위한 역 라만 효과(inverse

Raman effect; IRE)에 할당되었다. 이러한 결과는 $H_2(1/4)$이 실리콘 매트릭스 내의 H2의 경우인 자유 회전자(free rotor)임을 보여 준다. 더욱이, $H_2(1/4)$는 MAS NMR 및 ToF-SIMs에 의해서 보여진 바와 같이 수산화물과 복합체(complexes)들을 형성할 수 있기 때문에, 그리고 매트릭스 이동은 격자 내에 위치된 $H_2(1/4)$에서 국부적 환경의 영향으로 인하여 전자-빔 여기 방출 스펙트럼 및 광루미네선스 스펙트럼으로 관찰되기 때문에, IRE는 서로 다른 매트릭스들 내에서 그리고 압력에 의해서 이동이 잘 이루어지는 것으로 예측된다[저자 R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, I. Lotoski D 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell)", (2014), International Journal or Energy Research]. 마찬가지로, 매트릭스로서 H_2의 라만 피크들은 압력으로의 이동을 포함한다. 여러 예가 금속들 및 유기 화합물의 라만 스펙트럼 스크린에 의해 관찰되었다. Ti와 Nb는 1950 cm^{-1}에서 시작하는 약 20회의 작은 흡수 피크를 보여 주었다. Al은 훨씬 넓은 피크를 보여 주었다. 무기화합물들의 예로서 2308cm^{-1} 및 2608cm^{-1}에서 각각 피크를 보여주는 LiOH 및 LiOH-LiBr를 포함하였다. LiOH-LiBr를 볼 밀링가공하면 IRE 피크를 크게 강화하는 반응을 유발하여 이를 LiOH 와 같이 2308 cm^{-1}에서 중심이 맞춰지게 이동시켰으며 1990 cm^{-1}에서 중심이 맞춰진 피크를 형성하였다. 특히 강력한 흡수 피크가 H_2O를 형성하는 $Ca(OH)_2$ 로부터 2447 cm^{-1}에서 관찰되었다. 후자는 512℃에서 $Ca(OH)_2$의 탈수시에 또는 CO_2와의 반응에 의해서 $H_2(1/4)$를 형성하는 촉매로서 작용할 수 있다. 이들은 이전에 보고된 바와 같이 하이드리노를 형성하기 위한 고체 연료 방식이다[저자 R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell)" ,(2014), International Journal or Energy Research]. LiOH와 $Ca(OH)_2$는 모두가 $H_2(1/4)$ IRE 피크를 보여 주었으며, LiOH는 통상적으로 $L1_2CO_3$와의 반응에 의해 $Ca(OH)_2$로부터 형성된다. 따라서, $Ca(OH)_2$ + $L1_2CO_3$ 혼합물은 볼 밀링 가공에 의해서 반응하도록 유발되며, 매우 강렬한 $H_2(1/4)$ IRE 피크가 중심 맞춰진 1997 cm^{-1}에서 관찰되었다.

[0670] 인듐 포일(foil)은 일련의 고체 연료 알갱이 점화들의 각각의 점화에 이어서 가스를 생성하도록 일 분 동안 노출된다. 알루미늄 DSC 팬 (70mg) {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 100 mg Cu + 30 mg 탈염수(deionized water)를 각각 포함하는 아르곤 분위기에서 50 개의 고체 연료 알갱이들이 점화되었다. 고체 연료 알갱이의 각각의 점화는 약 8V RMS의 60Hz 저전압 및 약 15,000 to 20,000 A 형태의 전기 에너지의 짧은 폭발이 공급되는 Taylor- Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기를 사용하여 수행되었다. 매크로 모드의 780nm 다이오드 레이저를 갖춘 Thermo Scientific DXR SmartRaman를 사용하여 1950 cm^{-1} IRE 피크가 관찰되었다. 원래의 샘플 내에서 관찰되지 않았던 피크는 $H_2(1/4)$ 회전에 할당되었다.

[0671] 고체 연료 반응물들의 생성물로서 $H_2(1/4)$는 이전에 보고되었다 [저자 R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell)", (2014), International Journal of Energy Research; 저자 R. Mills, J. Lotoski, W. Good, J. He 의 "HOH 촉매를 형성하는 고체 연료들(Solid Fuels that Form HOH Catalyst)" (2014)].

[0672] 방정식들 (6-9) 에 따라 하이드리노를 형성함으로써 방출되는 에너지는 높은 운동에너지 H^-를 발생시키는 것으로 보였다. $Al(OH)_3$의 분해 및 Li와 H_2O 및 $Ling_2$의 반응에 의해서 H 및 HOH 촉매를 형성할 수 있는 고체 연료 Li + $LiNH_2$ + 분해자 RU-Al_2O_3를 사용하면, m/e = 1전에 도달하는 이온들이 ToF-SIMS에 의해 관찰되었으며, 방정식 (9) 의 에너지 방출이 확인되었다. 방정식 (9) 는 높은 운동에너지로서 H^-를 보여준다. 예를 들어 산소(m/e = 16)와 같은 다른 이온들은 어떤 조기 피크(early peak)도 보여주지 않았다. 비행 시간 T, 질량 m, 및 가속 전압 v 사이의 관계는 다음과 같으며,

[0673]
$$T = A\sqrt{\frac{m}{V}} \qquad (205)$$

[0675] 여기서 A는 이온의 비행 거리에 의존하는 상수이다. 3 kV이 가속 전압으로 m/e = 0.968 에서 관찰된 조기 피크로부터, 하이드리노 반응으로 부터 H 종들로 전해진 운동에너지는 약 204 eV 이며, 이는 방정식들 (6-9)에서 주어진 HOH 촉매 반응에 일치한다. 동일한 조기 스펙트럼이 상응하는 H+에서 관찰되었으나, 강도는 낮았다.

[0676] XPS가 고체 연료 상에서 수행되었다. Li, LiBr, $LiNH_2$, 분해자 R-Ni (약 2wt% $Al(OH)_3$를 포함)의 반응 및 1 atm H_2에 의해서 형성된 LiHBr의 XPS는 어떤 기존의 원소들에 대해서도 할당될 수 없는 두 개의 서로 다른 경로들을 반응 생성물 상에서의 XPS 스펙트럼에 대한 피크를 494.5 eV 및 495.6 eV 에서 보여 주었다. Li, Br, C, 및 O의 피크들만이 관찰되었기 때문에, Na, Sn, 및 Zn 은 이들 원소의 어떠한 다른 상응하는 피크들도 없다는 것에 근거하여 가능성에서 용이하게 제거되었다. 피크는 분자 하이드리노 $H_2(1/4)$의 이론적으로 허용된 이중 이온화의 에너지와 일치하였다[저자 R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell," (2014), International Journal or Energy Research]. 분자 하이드리노는 또한 라만 및 FTIR 분광기에 의해서 생성물로서 확인되었다. 고체 연료 생성물 LiHBr의 라만 스펙트럼은 $H_2(1/4)$ 역 라만 효과 흡수 피크가 1994cm^{-1}에서 중심이 맞춰져 있다는 것을 보여주었다. 고체 연료 생성물 LiHBr의 FTIR 스펙트럼은 $H_2(1/4)$의 자유 회전 에너지에 거의 일치하는 1994cm^{-1}에서 새로운 급격한 피크를 보여주었다. 그뿐만 아니라, MAS NMR는 다른 CIHT 전지 KOH-KC1 (1:1) 게터 샘플들에 대해서 보여준 것과 일치되는 강력한 높은-장 이동된 피크를 보여주었는데, 이러한 게터 샘플은 예를 들어 게인 125%에서 2.5 Wh, 80mA를 출력하고 -4.04 및 -4.38 ppm 에서 높은 장 이동된 매트릭스 피크들을 보여주는[Mo/LiOH-LiBr/NiO] 를 포함하는 CIHT 전지로부터 하나의 샘플과, 그리고 게인 186%에서 6.49 Wh, 150mA를 출력하고 -4.09 및 -4.34 ppm 에서 높은 장 이동된 매트릭스 피크들을 보여주는 [CoCu (H 삼투)/LiOH-LiBr/NiO]를 포함하는 CIHT 전지로부터 하나의 샘플과 같은 KOH-KC1 (1:1) 게터 샘플이다.

[0677] XPS는 또한, 예를 들어 [MoCu (H 삼투)/LiOH-LiBr/NiO] (189% 게인에서 1.56 Wh, 50mA), 및 [MoNi (H 삼투)/LiOH-LiBr/NiO] (190% 게인에서 1.53 Wh, 50mA)와 같은 CIHT 전지의 양극들에서 수행되었다. 496 eV 피크 잘 관찰되었다. 피크는 다른 가능성들이 제거되었기 때문에 $H_2(1/4)$로 할당되었다. 구체적으로 설명하면, 각각의 경우에 496 eV 피크는 Mo 1s에 할당되지 않았는데, 이는 그 강도가 Mo 3p 피크들 보다 훨씬 작고 에너지는 관찰된 것보다 크기 때문이며, Na KLL에도 할당되지 않았는데, Na 1는 스펙트럼에 전혀 존재하지 않기 때문이다.

[0678] 리하이 대학(Lehigh University)에서 Scienta 300 XPS 분광기를 사용하여, 알루미늄 DSC 팬 (70mg) {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 100 mg Cu + 30 mg 탈이온화된 물을 포함하는 고체 연료의 점화로 부터 가스들을 노출시킨 다음에 강력한 1940 cm^{-1} IRE 피크를 보여주는 인듐 금속 게터에 대해 XPS가 수행되었다. 496 eV 피크가 관찰되었고, 이는 어떤 공지된 원소에 할당되지 않았고 $H_2(1/4)$에 할당되었다.

[0679] 하이드리노 스펨트럼에 대한 연구에서 다른 성공적인 교차-확인(cross-confirmatory) 기술은 라만 분광기의 사용을 포함하는데, 여기서 206nm e-빔 대역(band)과 일치하는 $H_2(1/4)$의 회전-진동(ro- vibration)이 두 번째 형광으로서 관찰되었다. 전지들, [Mo, 이극성 분리판(bipolar plates)들/LiOH-LiBr-MgO/NiO] (234% 게인에서, 2550.5 Wh, 1.7A, 9.5V), [MoCu/LiOH-LiBr/NiO] (120% 게인에서, 3.5 Wh, 80 mA), KOH-KC1(50-50 at%)로 게터된 [Mo i/LiOH-LiBr/NiO] (140% 게인에서, 1.8 Wh, 80 mA), 및 [CoCu (H 삼투)/'LiOH-LiBr/NiO] (186% 게인에서, 6.49 Wh, 150mA)로부터의 가스와 라만 스펙트럼이 게터에 대해서, 40X 크기의 마이크로스코프 모드에서 HeCd 325nm 레이저를 갖춘 Horiba Jobin Yvon LabRAM Aramis 라만 분광기를 사용하여 기록되었다. 각각의 경우에, 동일한 에너지 간격으로 강력한 1000 cm^{-1}(0.1234 eV)의 열(series)을 이룬 라만 피크들이 8000 cm^{-1} 내지 18,000 cm^{-1} 지역에서 관찰되었다. 라만 스펙트럼의 발광(fluorescence) 또는 광루미네넌스(photoluminescence) 스펙트럼으로의 변환은 최초로 e-빔 여기에 의해 관찰된 260nm에 상응하는 $H_2(1/4)$의 이차 회전-진동 스펙트럼과의 일치(match)가 밝혀졌다[저자 Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski 의 "촉매 유발 하이드리노 전이 전기화학 전지(Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell)", (2014), International Journal or Energy Research]. 스펙트럼들에 대한 Q, R, 및 P에 대한 피크 할당(peak assignments)들은 각각 12,199, 1 1,207, 10,191, 9141, 8100, 13, 183, 14, 168, 15, 121 , 16,064, 16,993, 및 17,892 cm^{-1}에서 Q(0), R(0), R(1), R(2), R(3), R(4), P(1), P(2), P(3), P(4), P(5), 및 P(6)이다. 여기

(excitation)는 레이저의 높은-에너지 UV 및 EUV He 및 Cd 방출에 의한 것으로 고려되었으며, 여기서 레이저 광학은 적어도 170nm 까지 투명하고, 그라팅(1024 X 26 μm^2 픽셀 CCD를 갖춘 Labram Aramis 2400g/mm 460mm 초점 거리 시스템)은 전파성(dispersive)이 있으며, 그리고 260 nm 대역의 동일한 스펙트럼 범위의 짧은 파장 측면에서 최대 효율을 가진다. 예를 들면, 칼슘은 e-빔 여기 데이터에 근거한 KCI 매트릭스에서 H_2(1/4)의 회전-진동 여기 에너지와 일치하는 214.4nm (5.8 eV)에서 매우 강렬한 라인을 가진다. CCD 또한 500 nm에서 가장 반응성이 좋으며, 이차의 지역 260 nm 대역은 520 nm에 중심이 맞춰진다.

[0680] 광루미네선스 대역들은 또한 높은 장 이동된 NMR 피크들과 상관관계(correlated)를 가진다. 예를 들면, -4.04 및 -4.38 ppm 에서 높은 장 이동된 매트릭스 피크들을 가지는 [Mo/LiOH-LiBr/NiO] 를 포함하는 MoNi 양극 CIHT 전지들로부터 KOH-KC1 (1:1) 게터와, 그리고 -4.09 및 -4.34 ppm 에서 높은 장 이동된 매트릭스 피크들을 보여주는 [CoCu (H 삼투)/LiOH-LiBr/NiO]를 포함하는 CoCu H 삼투 양극 CIHT 전지들로부터 KOH-KC1 (1:1) 게터는 260nm e-빔에 상응하는 광루미네선스 피크들의 열(series)들을 보여주었다.

[0681] 라만 스펙트럼은 알루미늄 DSC 팬 (70mg) {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 CuO (30mg) + Cu (100 mg) + H_2O (14.5 mg) 를 각각 포함하는 15개의 분리된 고체 연료 알갱이들의 15 연속적인 개시들의 중심으로부터 2" 떨어져서 고정된 1g KOH-KC1 (1:1) 게터 샘플에 대해서 수행되었다. 각각의 고체 연료는 저전압 고전류의 전기 에너지를 공급하는 Taylor- Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기로 점화되었다. 인가된 60Hz 전압은 약 8V 피크이고, 피크 전류는 약 20,000A이다. 게터 샘플은 도가니 둘레로 결합된 중합체 메시 와이어(polymer mesh wire)로 덮인 알루미늄 도가니 안에 수용되었다. 메시는 임의의 반응 생성물들이 샘플로 유입되는 것을 방지하는 동시에 가스는 통과시킨다. 15개의 분리된 고체 연료 샘플들은 급속하게 연속적으로 점화되었으며, 15 노출을 축적한 게터 샘플이 Ar 글로브 박스(glove box)로 전달되었고, 글로브 박스에서 게터 샘플은 절구공이(mortar and pestle)를 사용하여 균질하게 혼합되었다. 크기 40X의 마이크로 모드에서 HeCd 325 nm 레이저를 갖춘 Horiba Jobin Yvon LabRAM Aramis 라만 분광기를 사용하여, $\upsilon = 1 \rightarrow \upsilon = 0$ 전이 내에서 H_2(1/4)의 이차 회전 방출과 일치하는, 1000 cm^{-1}의 동일한 간격을 둔 열(series)들이 관찰되었다. 구체적으로 설명하면, Q, R, 및 P 분기 피크들 Q(0), R(0), R(1), R(2), P(1), P(2), P(3), P(4), 및 P(5)이 각각 12,194, 11,239, 10,147, 13,268, 14,189, 15,127, 16,065, 17,020, and 17,907 cm^{-1}에서 관찰되었으며, 점화된 고체 연료의 활성 폭발의 소스로서 분자 하이드리노 H_2(1/4)를 확인하였다.

[0682] 하이드리노 게터 KOH:KCl(1:1)가 250℃에서 15분 동안 가열되고, 냉각되었고(제어), 그리고 나서 도가니 안에 놓이고, 평온의 아르곤 분위기에서 50 연속적 고체 연료 알갱이들의 점화들에 노출되었다. 알루미늄 DSC 팬 (70mg) {알루미늄 도가니 30μl, D : 6.7x3 (Setaram, S08/HBB37408) 및 알루미늄 덮개 D: 6,7, 스탬프된, 기밀 (Setaram, S08/HBB37409)} 안에 밀봉된 100 mg Cu + 탈이온화된 물을 각각 포함하는 50개의 분리된 고체 연료 알갱이들이 아르곤 분위기에서 연속적으로 점화되었다. 각각의 고체 연료 알갱이들의 점화는 60Hz 약 8V RMS의 저전압 및 약 15,000 내지 20,000A의 대전류의 형태로 전기 에너지의 짧은 폭발이 공급되는 Taylor-Winfield 모델 ND-24-75 점 용접기를 사용하여 수행되었다. 크기 40X의 마이크로 모드에서 HeCd 325 nm 레이저를 갖춘 Horiba Jobin Yvon LabRAM Aramis 라만 분광기를 사용하여 라만 스펙트럼이 기록되었다. H_2(1/4)의 이차 회전-진동 스펙트럼으로 지정된 8000 cm^{-1} 내지 18,000 cm^{-1} 지역에서 강렬한 1000 cm^{-1}(0.1234 eV)의 열들의 라만 피크들이 동일한 에너지 간격을 두고 관찰되었다.

[0683] 종합적으로, 예를 들면 0.241 eV (1940 cm^{-1})의 라만 역 라만 효과 피크 및 260nm e-빔 스펙트럼에 일치하는 0.2414 eV-간격의 라만 광루미네선스 대역과 같은 라만 결과들은 H_2의 1/4 핵간 거리를 가지는 분자 하이드리노의 확증이다. 후자의 경우에서 증명은 이론적 예측들과 일치하는 네 개의 유효 숫자에서의 매트릭스 피크의 일차 피크들이 전혀 알려지지 않았고 또는 할당할 수 있지도 않은 지역이 존재함으로써 더 입증된다.

[0684] EUV 분광학은 5 $X10^{-4}$ Torr 까지 비워진 진공 챔버 안에 수용된 NiOOH, 11 wt% 탄소, 및 27 wt% Ni 분말의 얇은 (<1 mm 두께) 테이프 주조 코팅으로 코팅된 0.08cm^2의 니켈 스크린 전도체를 포함하는 고체 연료 샘플 상에서 수행되었다. 재료는 샘플의 수평면이 정렬 레이저에 의해 확인되는 바와 같이 EUV 분광기의 광학과 정렬되도록 Acme Electric Welder Company 모델 l 3-42-75, 75 KVA 점 용접기의 두 개의 전극들 사이로 갇힌다. 샘플은 저전압 대전류 전기 에너지의 짧은 폭발을 받는다. 인가된 60Hz 전압은 약 8V 피크이며, 피크 전류는 약

20,000A이다. EUV 스펙트럼은 배금 도금된 600 g/mm 그라파이트 및 가시 광선을 차단하기 위한 알루미늄(Al)(800 nm 두께, Luxel Corporation) 필터를 갖춘 McPherson grazing incidence EUV 분광기(모델 248/310G)를 사용하여 기록되었다. 입사각은 87° 이다. 폭 100μm 의 입구 슬릿을 갖춘 파장 해상도(wavelength resolution)는 50nm의 CCD 파장대 윈도(wavelength range window)의 CCD 중앙에서 약 0.15 nm 그리고 경계에서 0.5 nm이다. 고체 연료가 점화되는 플라즈마 소스로 부터 점화된 분광기 입구 까지의 거리는 70cm이다. EUV 광은 -60℃까지 냉각된 CCD 검출기(Andor iDus)에 의해서 검출되었다. CCD 검출기는 35nm에서 중심이 맞춰져 있었다. 10 내지 40nm 지역에서 연속체 방사가 검출되었다. Al 윈도는 폭발 스펙트럼의 기록 후에도 손상되지 않았음이 확인되었다. 가시광선을 바이패스하여 임의의 EUV 광을 절단하는 석영 윈도우 외부의 폭발은 짧은 파장이 Al 필터를 통과하여 흩어진 가시광선으로 인한 것이 아님을 확인해 주는 편평한 스펙트럼을 보여주었다. 고압의 헬륨 핀치 방전 스펙트럼(pinch discharge spectrum)은 스펙트럼의 파장 보정에 사용되는 He 원자 및 이온 라인들만을 보였다. 따라서, 큰 에너지의 빛은 실제 신호라고 확인되었다. 최대 인가 전압이 8V 미만이기 때문에 약 125 eV의 에너지 방사는 장(field) 가속도로 인하여 가능하지 않으며, 더욱이 어떠한 화학 반응도 수 eV 이상을 방출하는 것은 알려지 있지 않다. 발생기 H2O는 $9^2 \cdot 13.6$ eV = 122 A eV 의 에너지 차단 및

$$\lambda_{\left(H \to H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]\right)} = \frac{91.2}{3^2}\ nm = 10.1\ nm$$

(방정식들 (32-33))의 단파장 차단을 가지는 연속체 대역의 방사와 함께 쇠퇴하는 중간체(intermediate)를 형성하도록 81.6 eV (m = 3)을 수용함으로써 촉매로서 작용할 수 있다. 10 nm 지역에서 더 긴 파장으로 연장하는 연속체 방사 대역(continuum radiation band)은 방정식들 (43-47)에 따라 H에서 하이드리노 상태 H(1/4) 로의 이론적으로 예측된 전이와 일치하였다.

[0686] G. HOH 촉매에 의한 H이 촉매 작용에 근거한 물 아크 플라즈마 동력 소스(Water Arc Plasma Power Source Based on the Catalysis of H by HOH Catalyst)

[0687] H2O 아크 플라즈마 시스템은 구리 기판-및-봉 전극과 물을 수용하는 동심 외부 구리 원통형 전극의 사이로 연결된 에너지 저장 축전기를 포함하고 있으며, 기판-및-봉 전극의 봉은 물 기둥 아래에 있다. 봉은 원통형 전극 부분 내의 절연체 슬리브 안에 그리고 기판과 원통 사이의 나일론 블록에 끼워 넣어져 있다. 중앙 봉 전극과 외부 원통형 및 원주형 전극 사이로 수돗물의 기둥이 세워져 있다. 축전기 뱅크는 평행한 두 개의 구리 플레이트들에 연결된 여섯 개의 축전기들(115 nF, ± 10% 20 kV DC, 모델 M104A203B000)을 포함하며, 두개의 플레이트 중 하나의 리드는 접지되어 있고, 다른 하나의 리드는 물 아크 전지의 기판에 연결되어 있다. 축전기 뱅크는 1Mohm 저항기를 가지는 연결부를 통해서 고전압 전원(Universal Voltronics, 20kV DC, 모델 1650R2)에 의해서 충전되며, 스테인레스 강 전극들로 구성된 대기압-공기 스위치에 의해서 방전된다. 고전압은 약 -8 kV 내지 -14 kV 범위이다. 시험되는 개방 전지 내에서 H2O 4ml에 에 대한 실험 매개변수들은

[0688] 정전용량 0.68 μF, 고유 저항 0.3 Ω, 원통형 전극의 내경(ID) 및 깊이 각각 0.5 인치 및 2.5 인치, 봉 외경(OD) 1/4 인치, 원통형 전극과 중앙 봉 사이의 거리 1/8 인치, 충전 전압 약 -8 kV 내지 -14 kV, 및 회로 시상수 약 0.2μs이다. 고속으로 하이드리노를 형성하기 위한 H_2O 점화는 제동기(triggered) 물 아크 방전에 의해서 이루어지며, 아크가 원자 수소 및 HOH 촉매의 형성을 유발하여서 이들의 반응에 의해 큰 동력의 자유로운 하이드리노를 형성한다. 큰 동력은 실험실 안으로 10피트 정도 높이 전체 H_2O 내용물의 초음속 방출의 생성에 의해 증명되었으며, 여기서 방출된 기둥이 천장에 충격을 가했다.

[0689] 열량 측정은 Parr 6775 A 데이터 로깅 듀얼 채널 디지털 온도계, 및 대전류와의 화학 반응의 개시를 허용하도록 변경되는 Parr 1108 산소 연소 챔버를 갖춘 Parr 1341 평면-재킷 열량계(plain-jacketed calorimeter)을 사용하여 수행된다. 1/4 인치 외경(OD)으로 구성된 구리 봉 점화 전극들의 리드들이 밀봉 챔버를 통해서 이동하여 아크 전지 전극들과 연결된다. H_2O 아크 플라즈마 전지는 200g 물이 채워지고 나머지 체적은 공기로 채워진 물 속으로 잠겨진 Parr 봄 전지 안으로 위치된다. 열량계 수조는 1800g의 수도물(전체 H2O는 2,000 Parr 매뉴얼에 따라)의 부하를 받으며, 봄 전지는 이러한 수조에 잠겨져 있다. 축전지의 충전 전압은 고전압 탐침(0.02%의 NIST 기준 탐칭으로 보정된 CPS HVP-252 0252-00-0012)에 의해 측정되었으며, NIST 추적가능하게 보정된 Fluke 45 디지털 유량계로 이동된다. Fluke에 의해 측정된 축전기의 충전 전압은 고압 탐침(Tektronix 6015)에 의해서

$$E_{input} = \frac{1}{2} CV^2$$

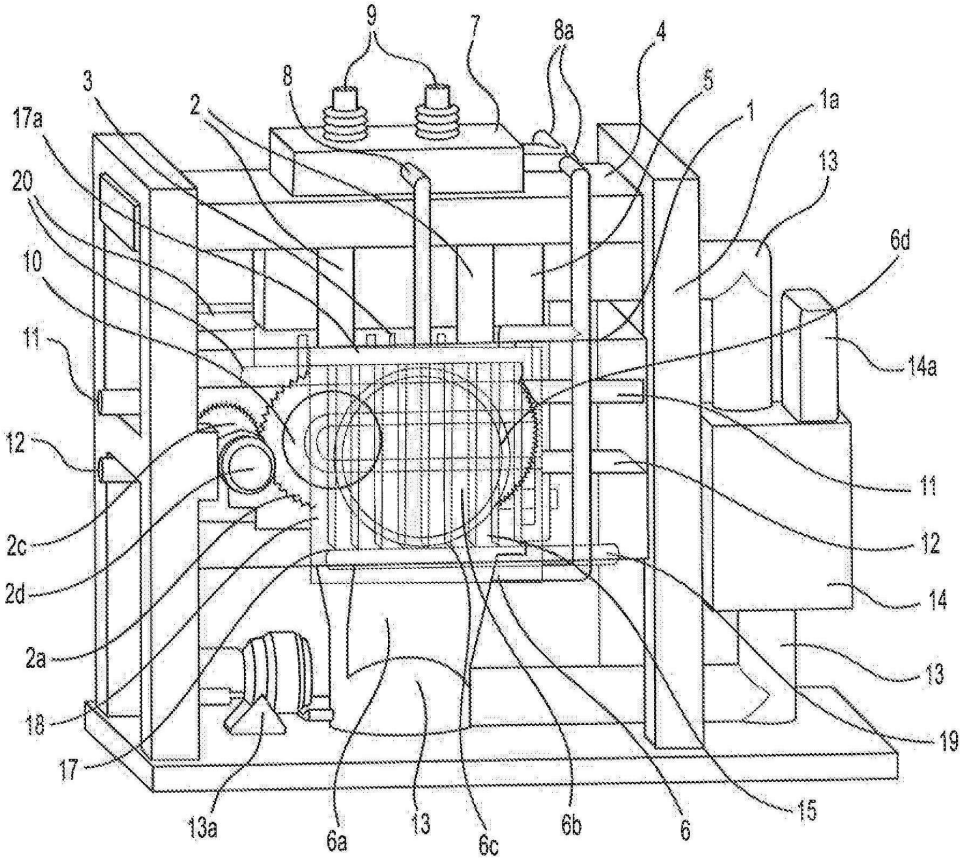
확인되며 오실로스코프에 의해서 변위된다. 물 아크 전지 플라즈마에 대한 입력 에너지는 에 의해서 계산되는데, 여기서 C 는 축전기 뱅크의 용량, V는 축전기들의 방전 전의 전압이다. 수조의 온도는 물속에 잠겨 있는 서미스터 탐침으로 측정된다.

[0690] 열량계의 열용량은 수조를 저항기(10 Ohm) 및 DC 정전류 전원으로 가열함으로써 보정된다. 또한, 동일한 저항기와 축전기 뱅크로부터 방전 전류로 보정이 이루어 질 수도 있다.

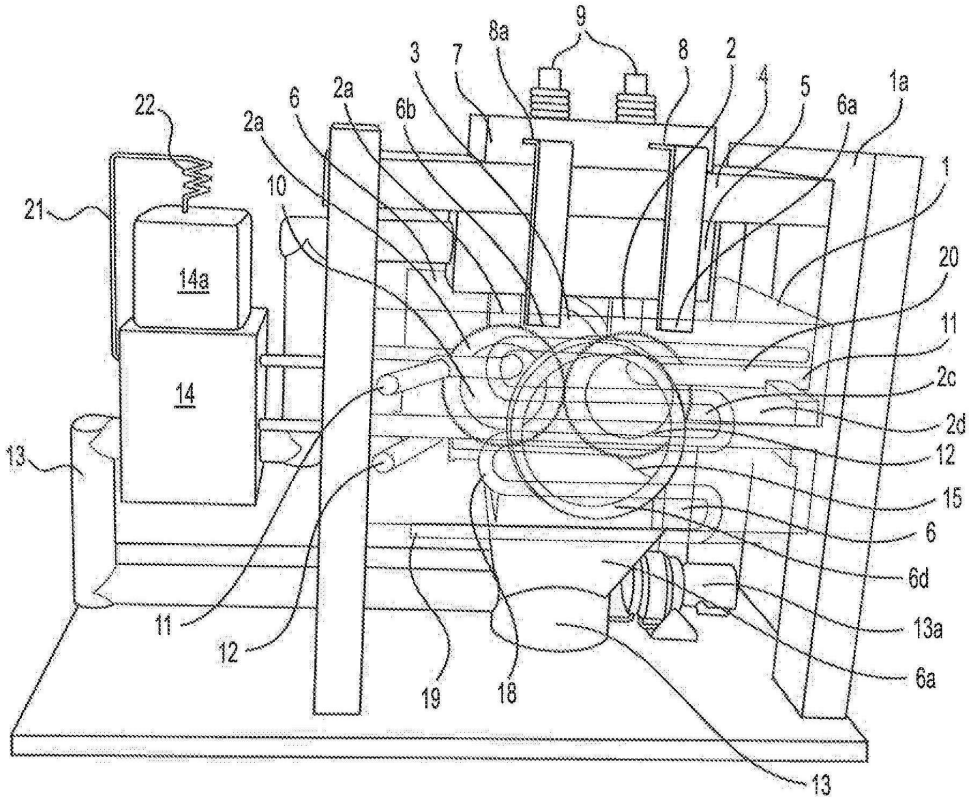
[0691] 열량계의 열용량은 10300 J/K로 정해졌다. 실험에서, 입력 에너지는 약 500 J 이고, 10회 방전에 대해서 C = 0.68 uF 및 V = -12 kV 이었다. 상응하는 출력 에너지는 약 800 J 이다.

도면

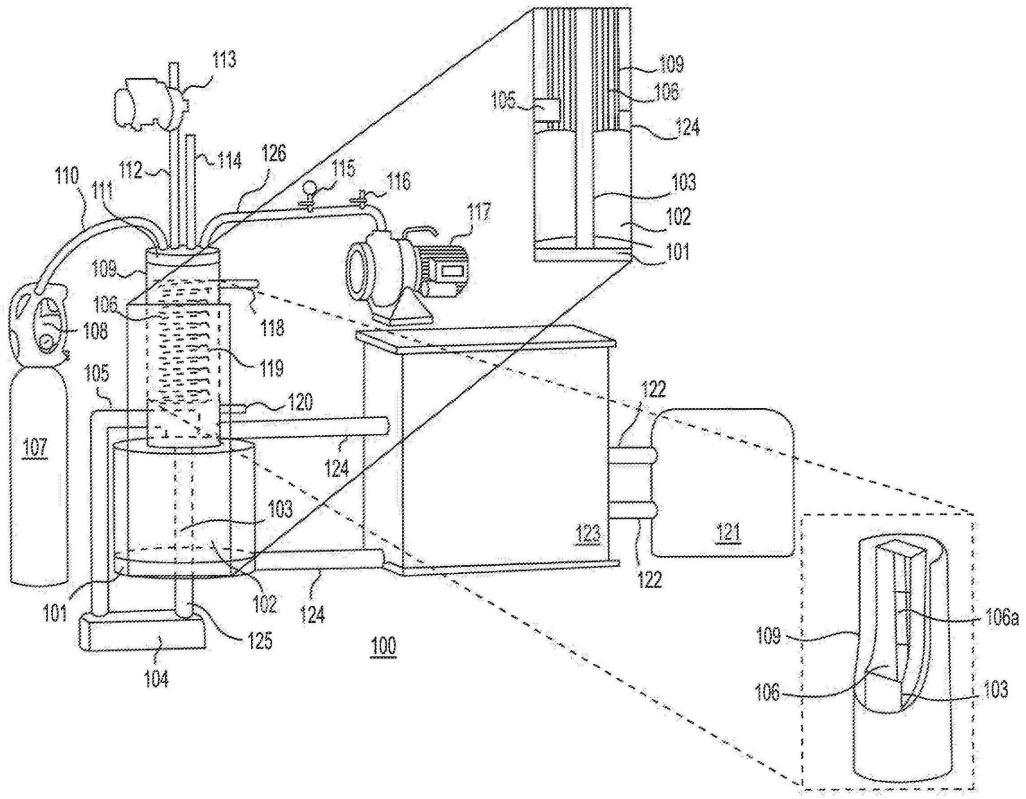
도면1



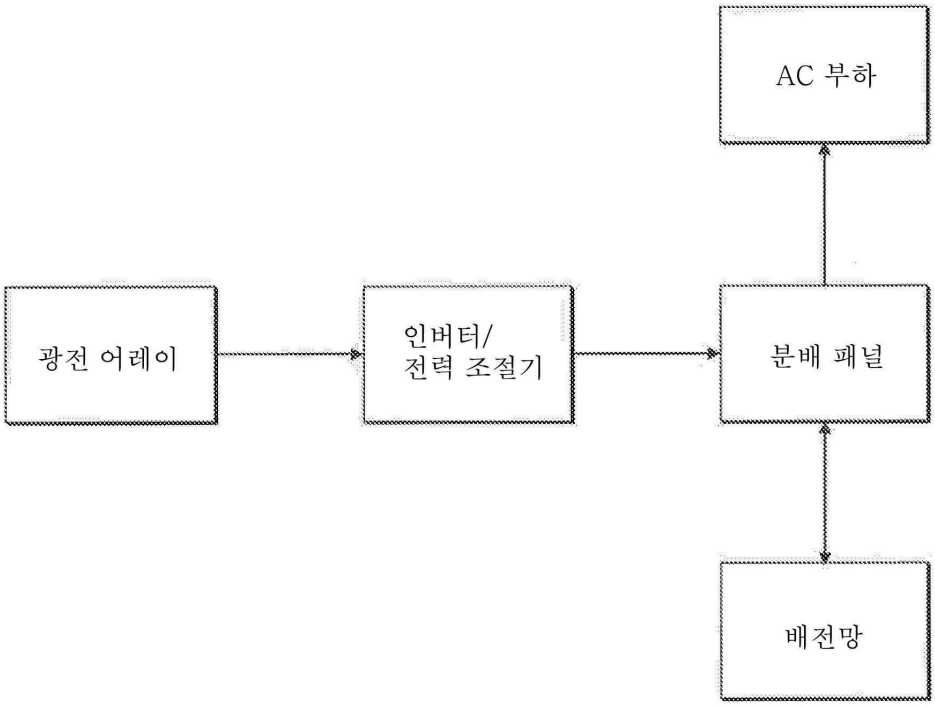
도면2a


9
8a
3
7
8
2
4
5
6a
1a
22
6
2a
6b
2a
10
1
21
14a
20
11
14
2c
2d
13
12
15
6
6d
11
13a
12
6a
19
18
13

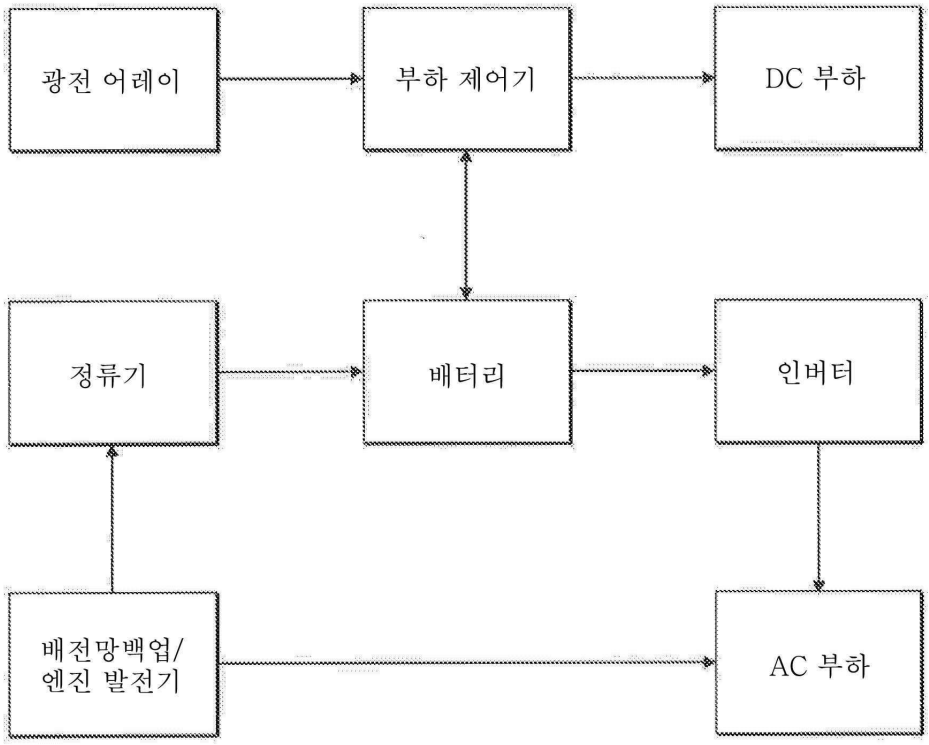
도면2b


113
109
105
106
124
114
126
115
116
110
112
111
103
117
102
101
109
106
118
108
119
105
120
122
107
124
103
123
121
101
102
124
122
125
100
104
109
106a
106
103

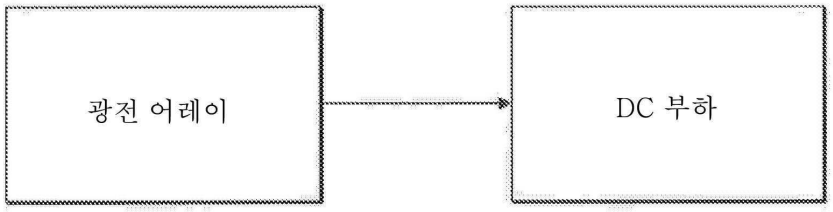
도면3


AC 부하
광전 어레이
인버터/
전력 조절기
분배 패널
배전망

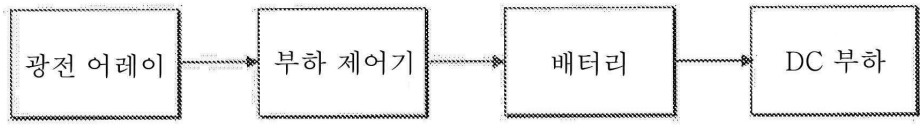
도면4


광전 어레이
부하 제어기
DC 부하
정류기
배터리
인버터
배전망백업/
엔진 발전기
AC 부하

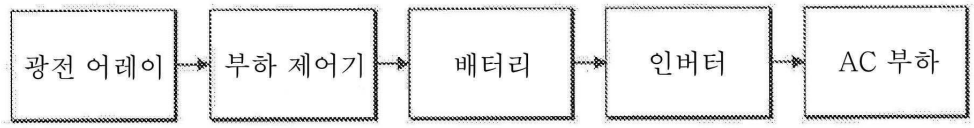
도면5



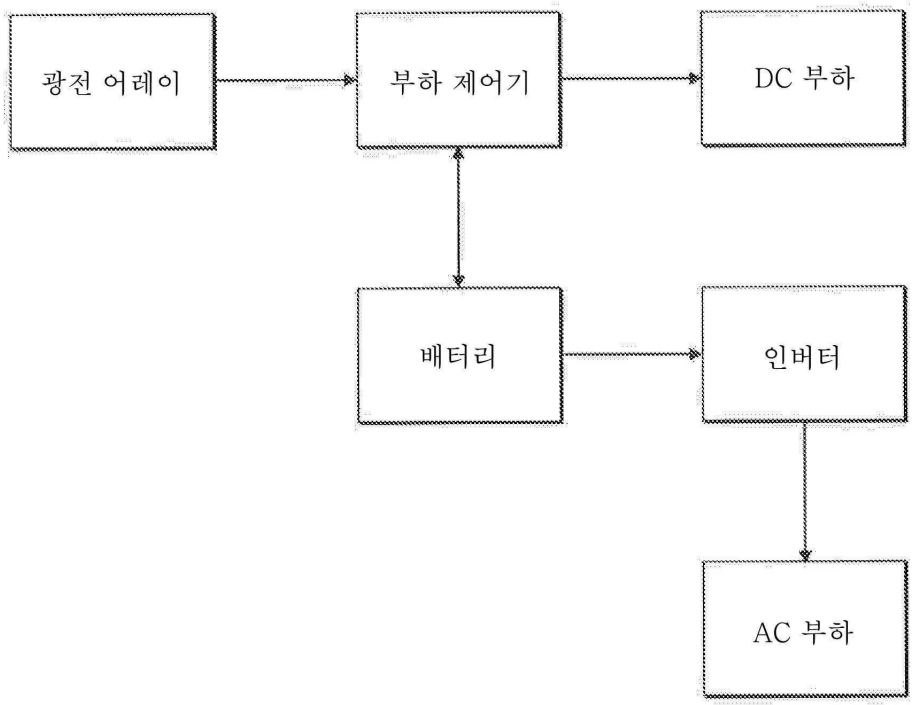
도면6a



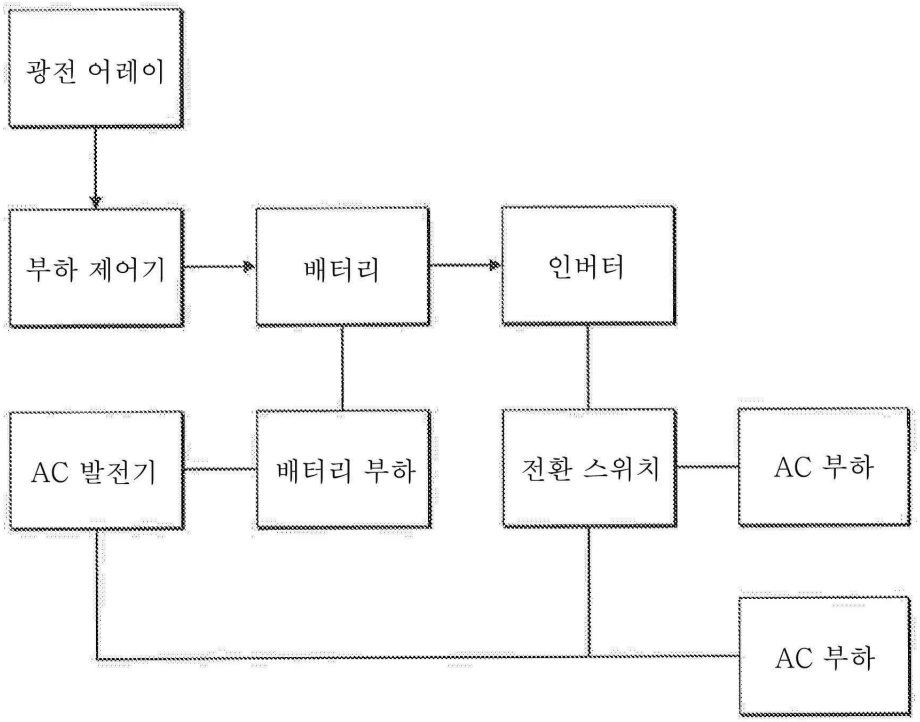
도면6b



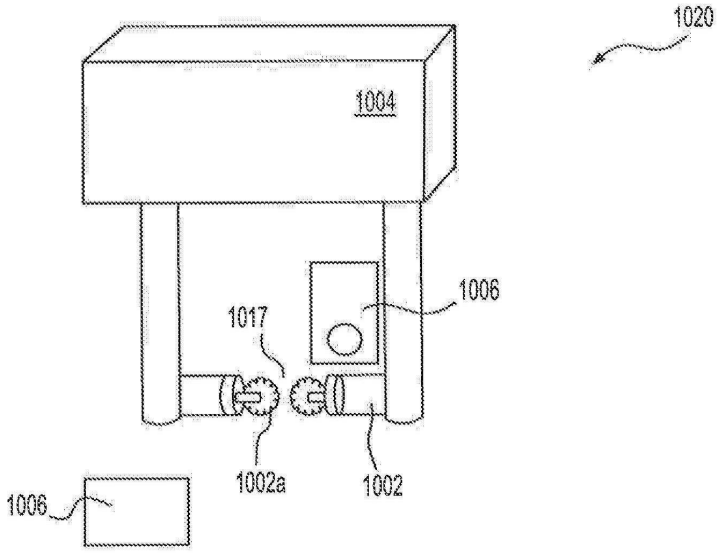
도면7



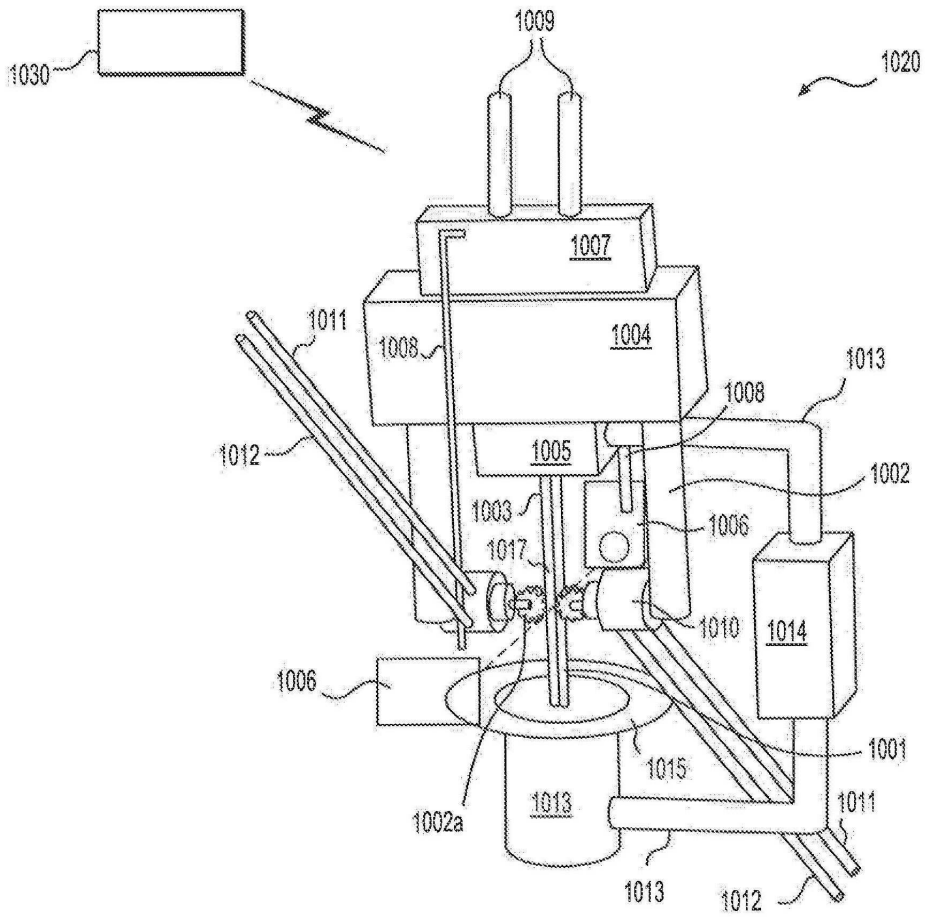
도면8


광전 어레이
부하 제어기
배터리
인버터
AC 발전기
배터리 부하
전환 스위치
AC 부하
AC 부하

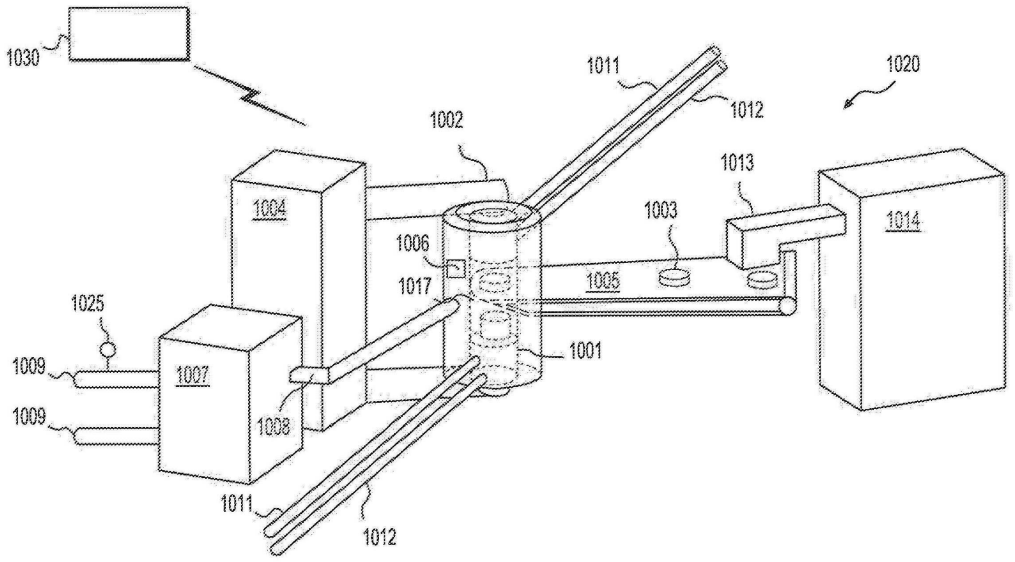
도면9


1020
1004
1006
1017
1002a
1002
1006

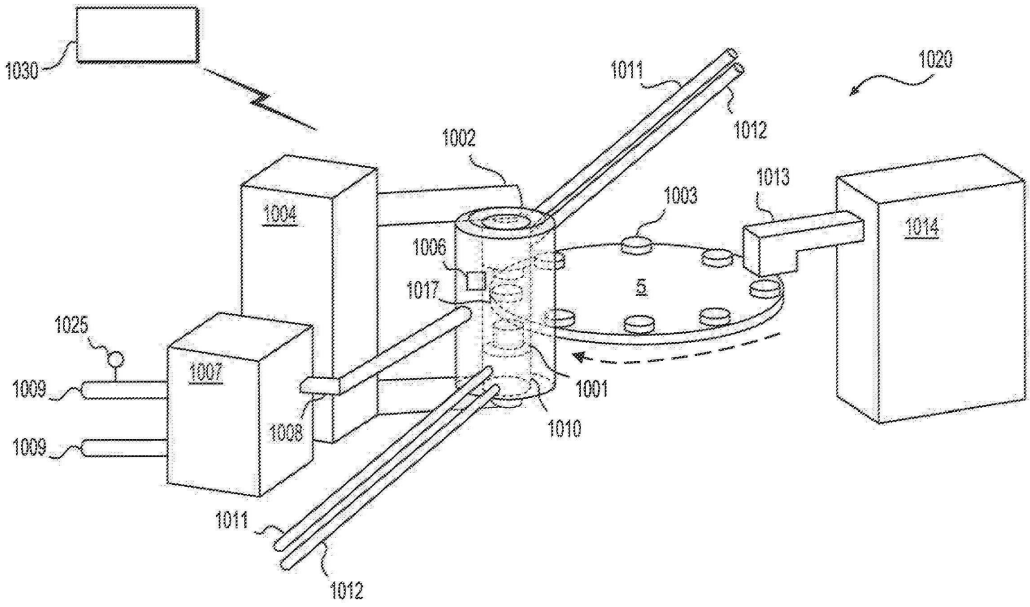
도면10


1030
1009
1020
1007
1011
1008
1004
1013
1008
1012
1005
1002
1003
1006
1017
1010
1014
1006
1001
1015
1013
1011
1002a
1013
1012

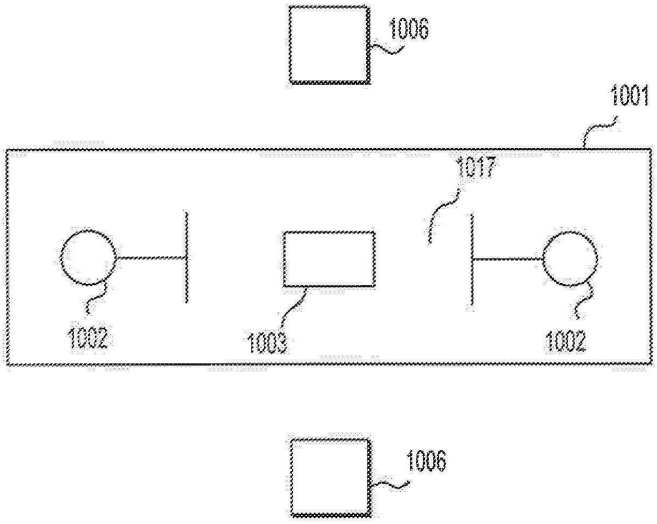
도면11


1030
1011
1020
1012
1002
1013
1004
1003
1014
1006
1017
1005
1025
1001
1009
1007
1009
1008
1011
1012

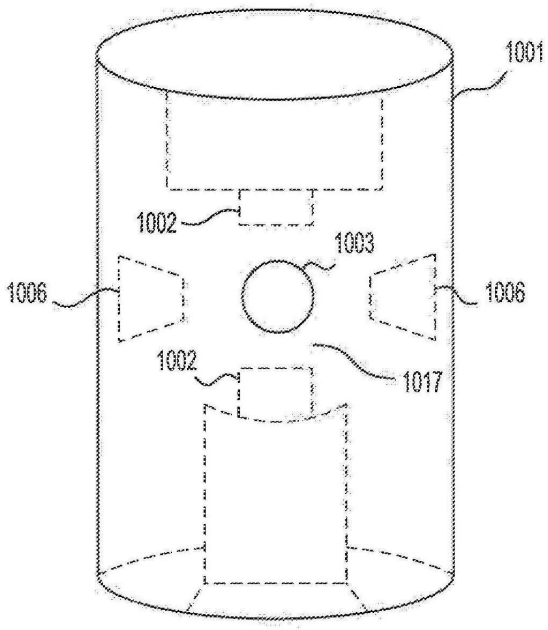
도면12


1030
1011
1020
1012
1002
1013
1003
1004
1014
1006
1017
5
1025
1007
1009
1001
1008
1010
1009
1011
1012

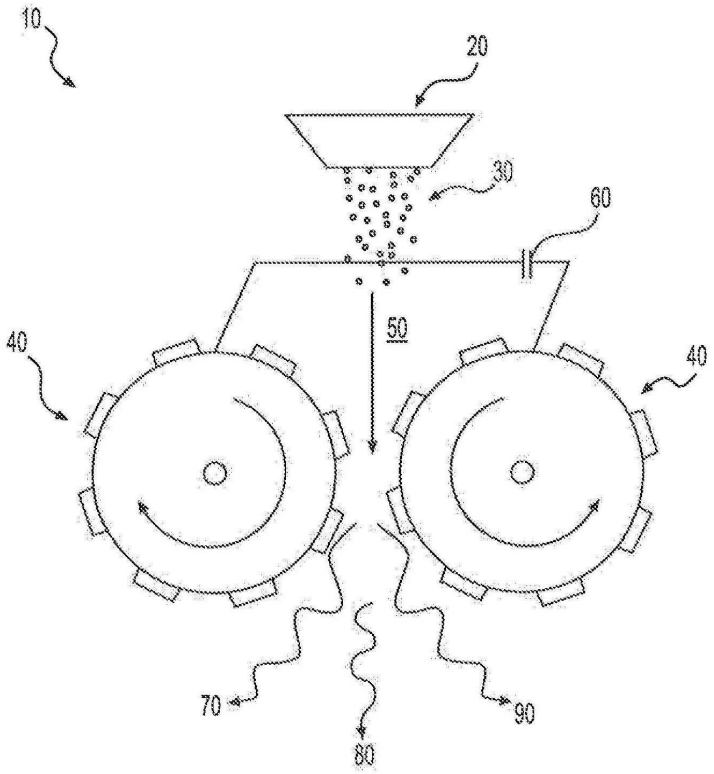
도면13a


1006
1001
1017
1002
1003
1002
1006

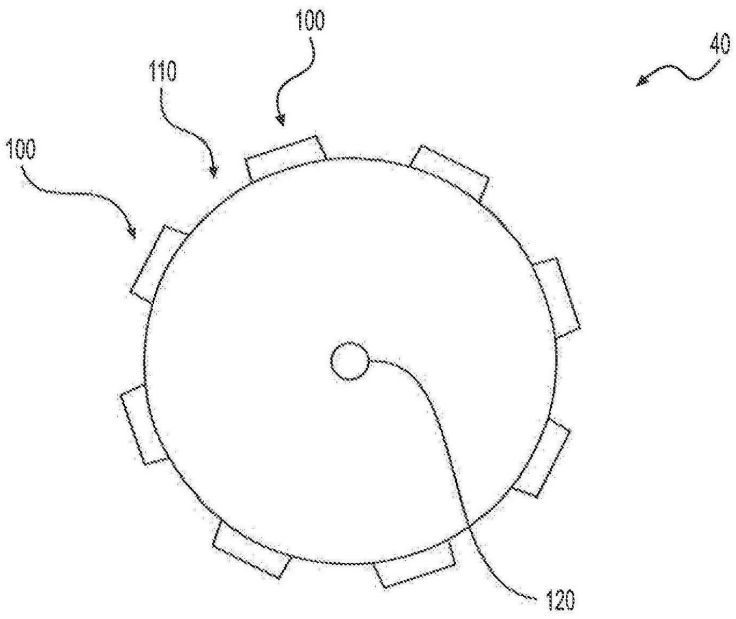
도면13b



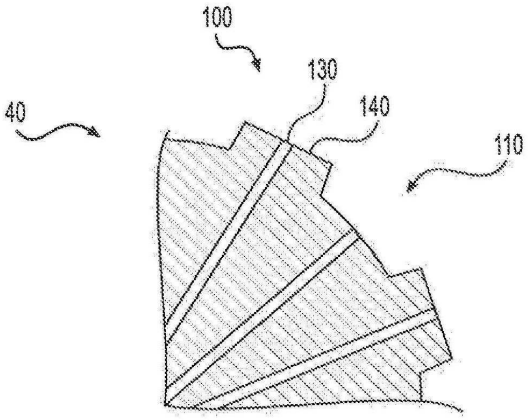
도면14



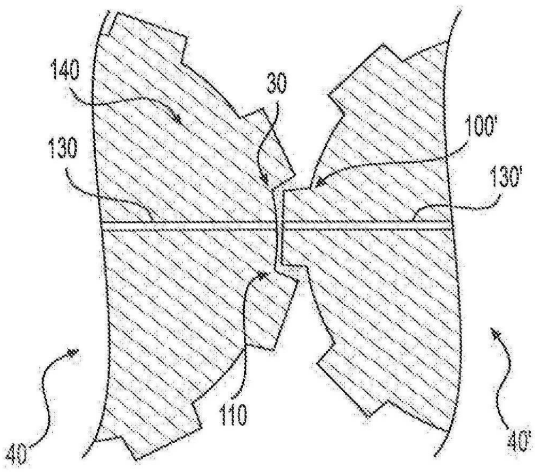
도면15



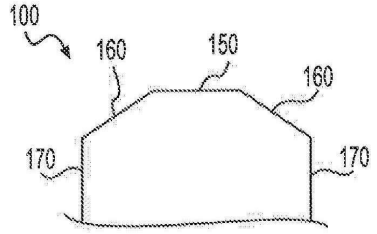
도면16



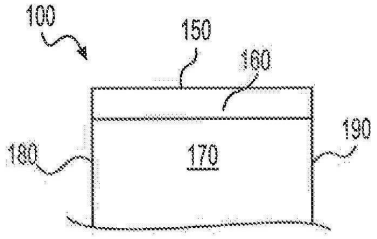
도면17



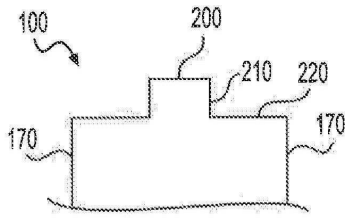
도면18a



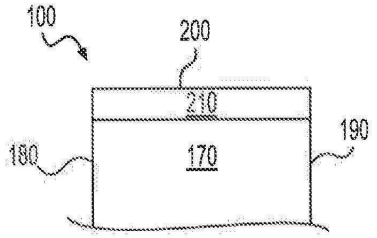
도면18b



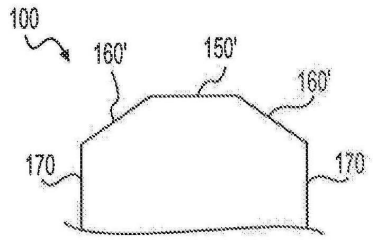
도면19a



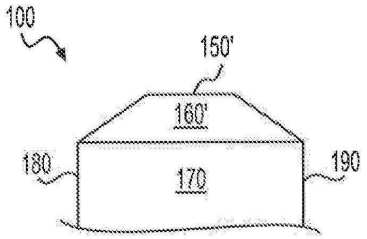
도면19b



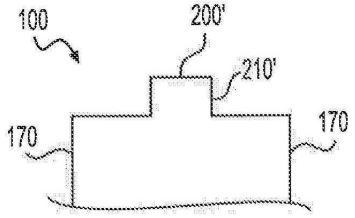
도면20a



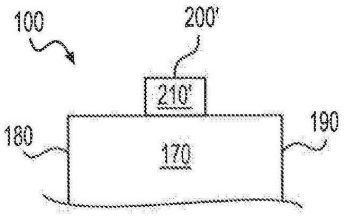
도면20b



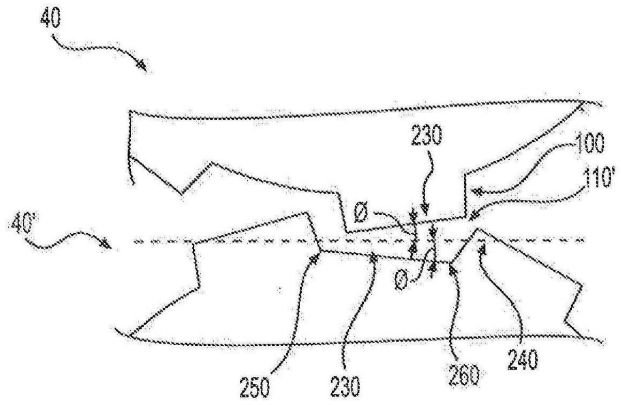
도면21a



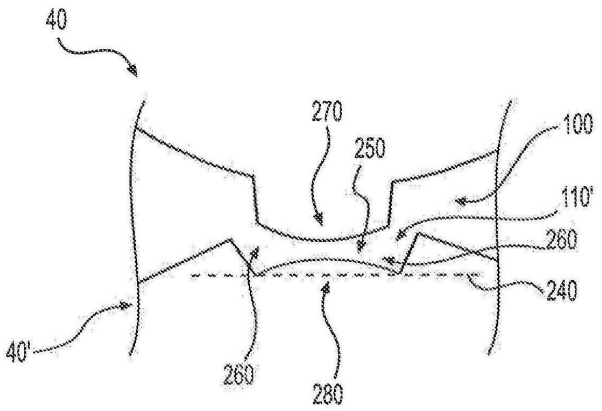
도면21b



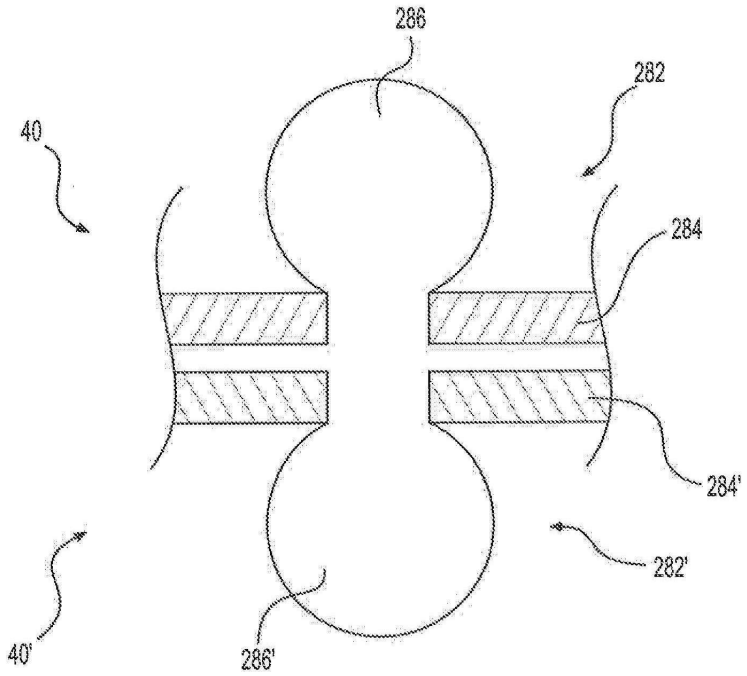
도면22a



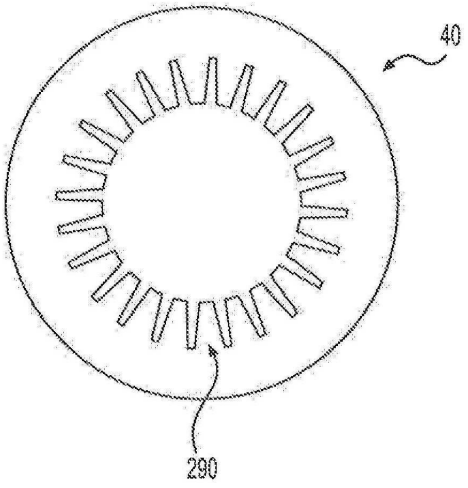
도면22b


40
270
250
100
110'
260
240
40'
260
280

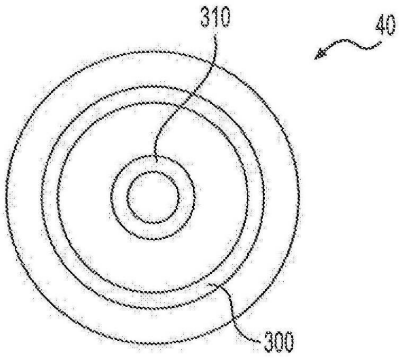
도면22c


286
282
40
284
284'
282'
40'
286'

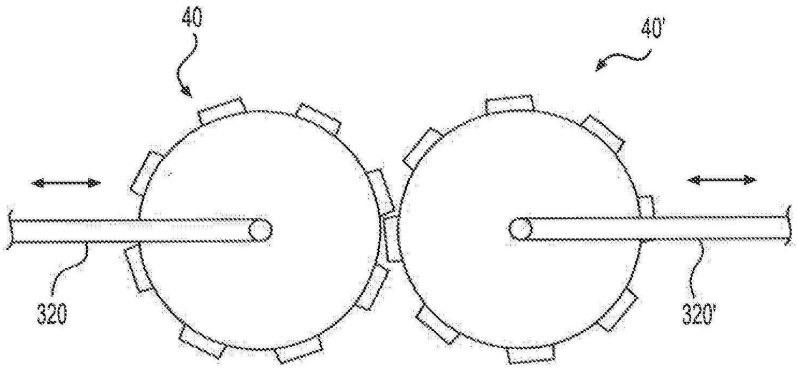
도면23a



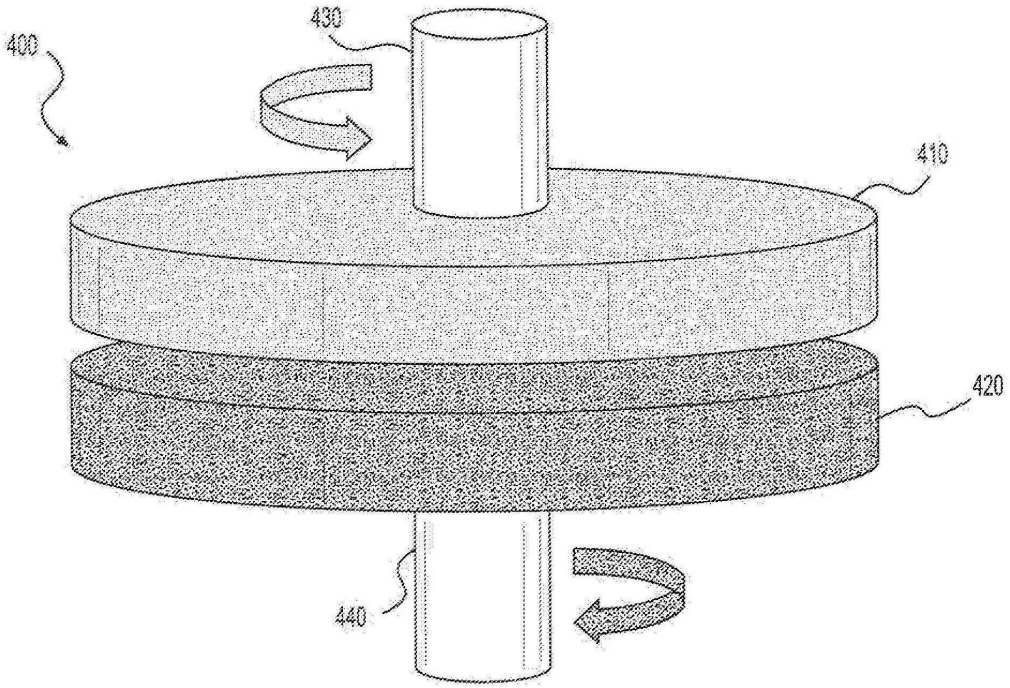
도면23b



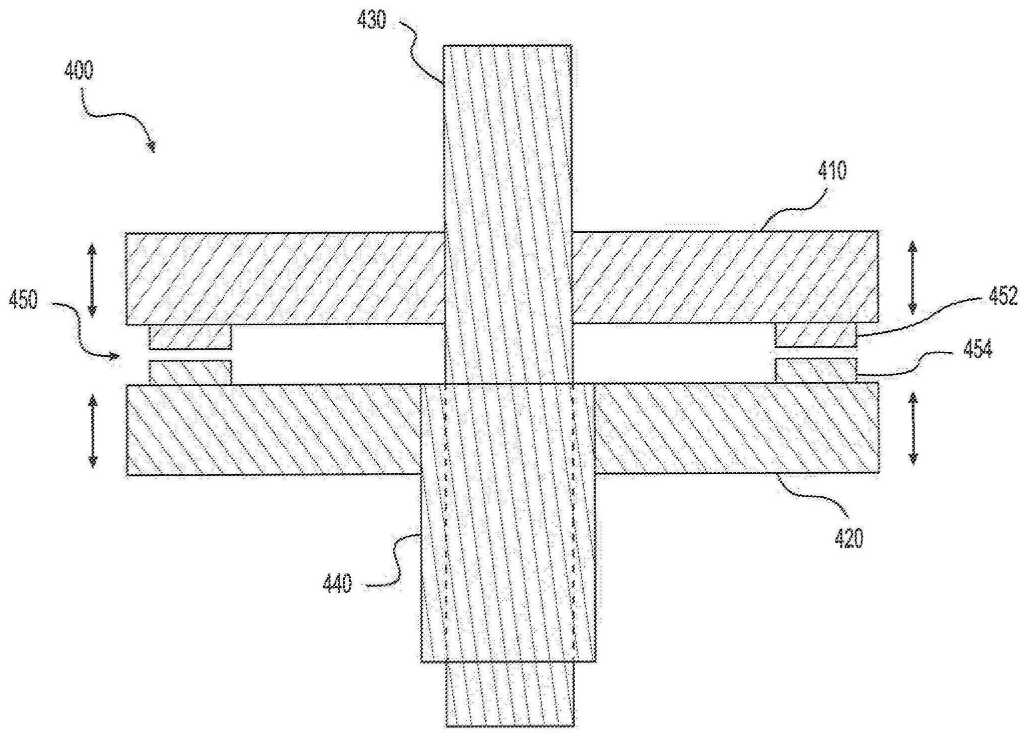
도면24



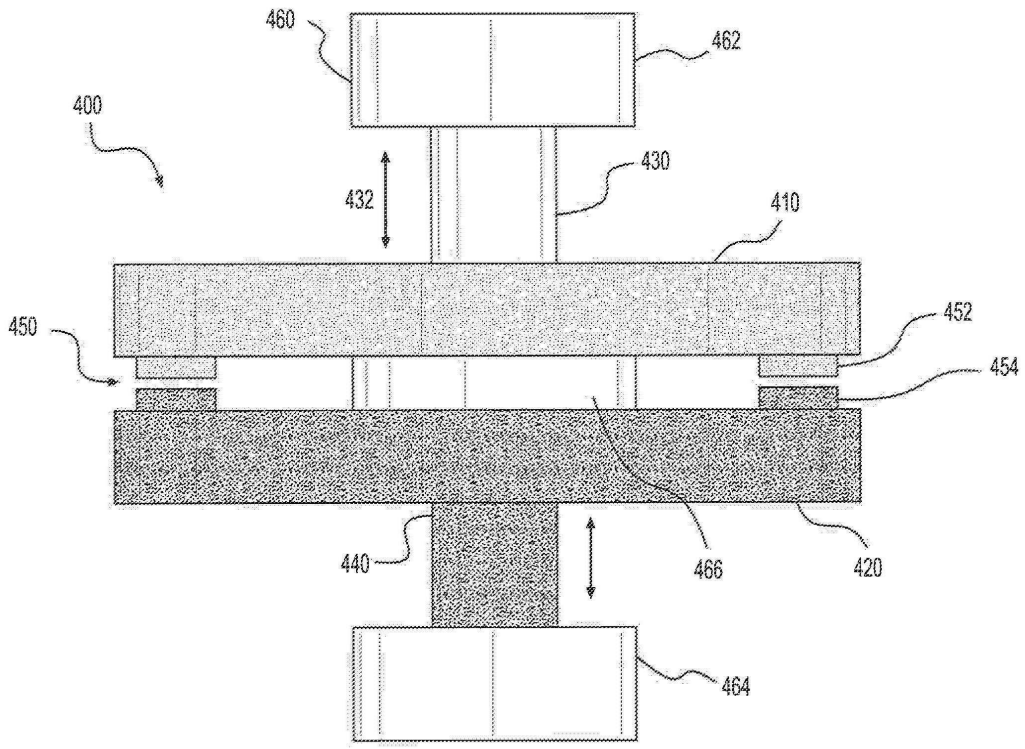
도면25



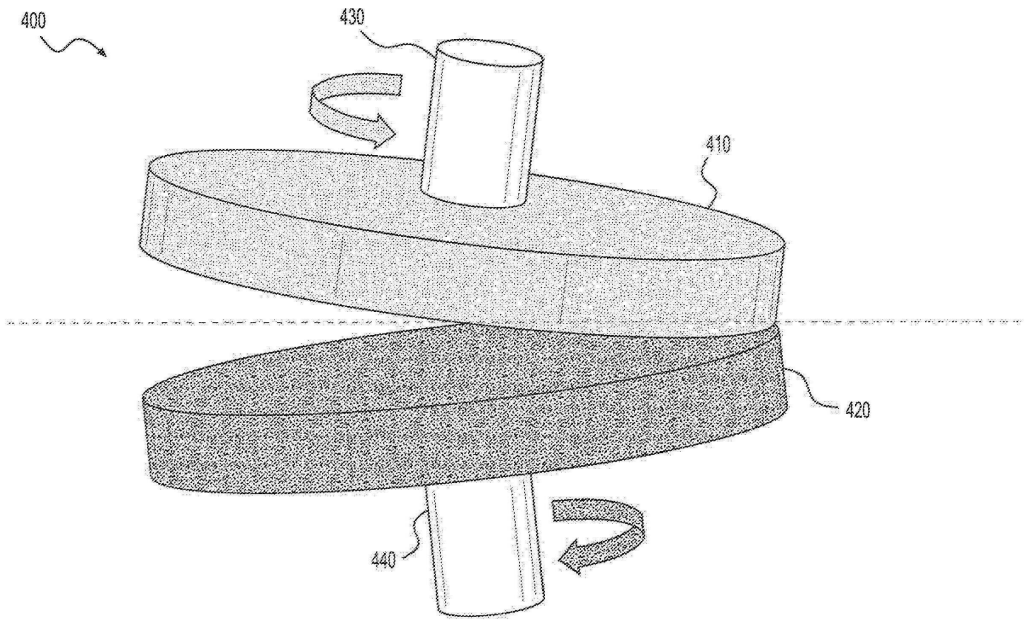
도면26



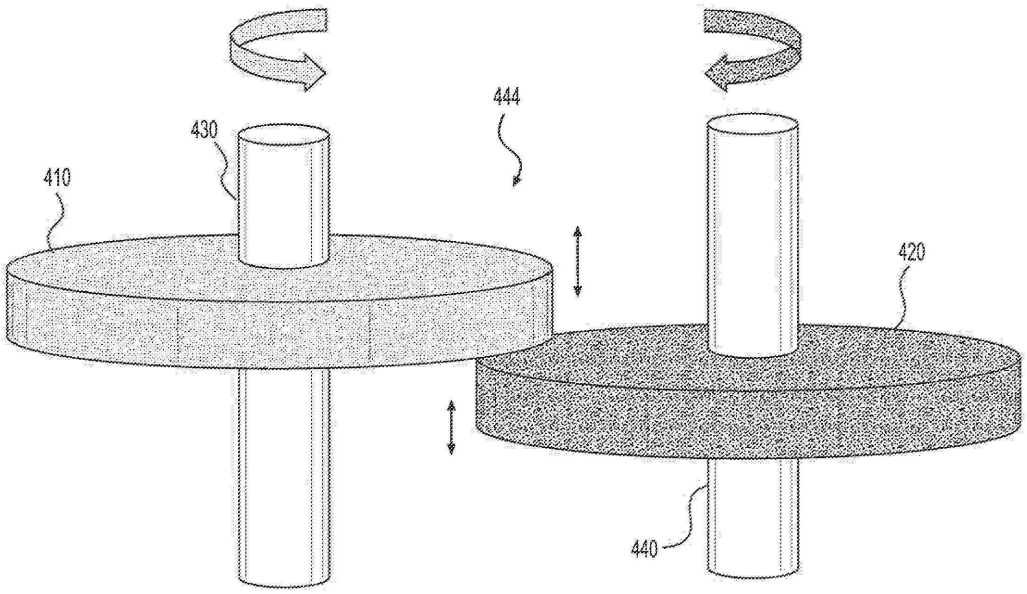
도면27


460
462
400
430
432
410
450
452
454
440
466
420
464

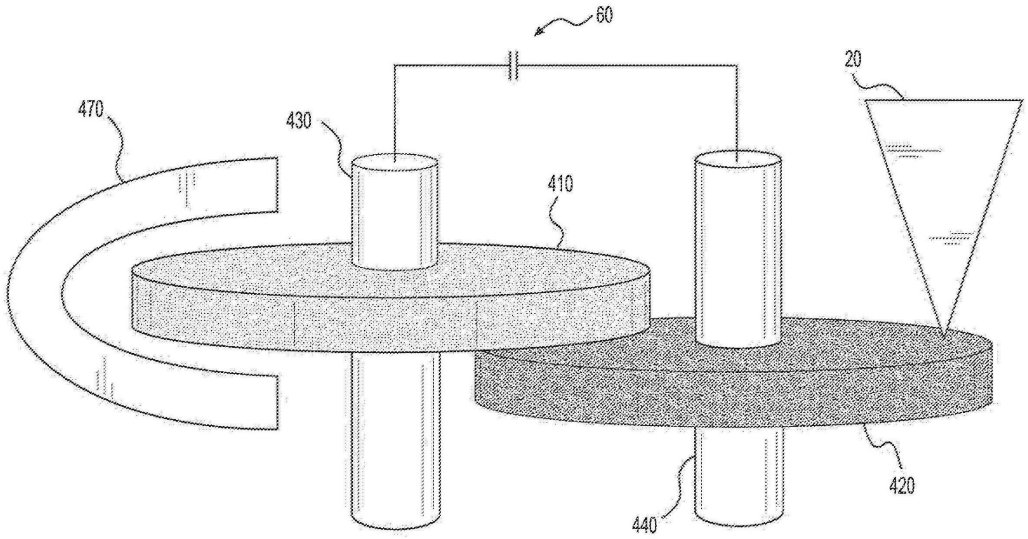
도면28


400
430
410
420
440

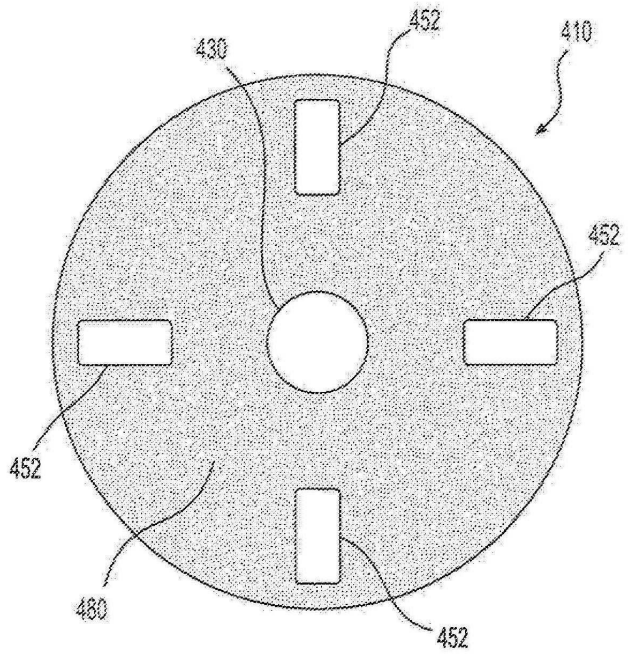
도면29



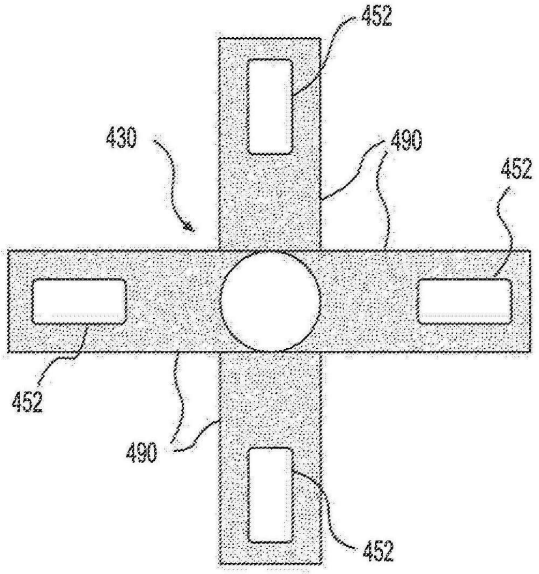
도면30



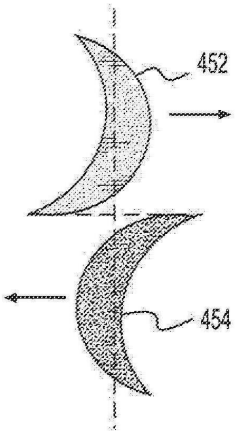
도면31a



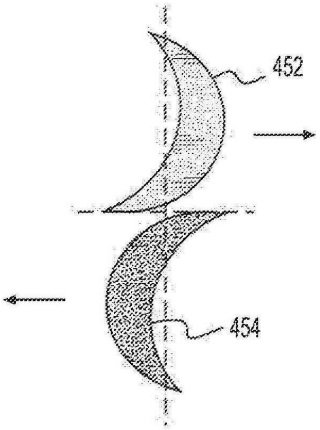
도면31b



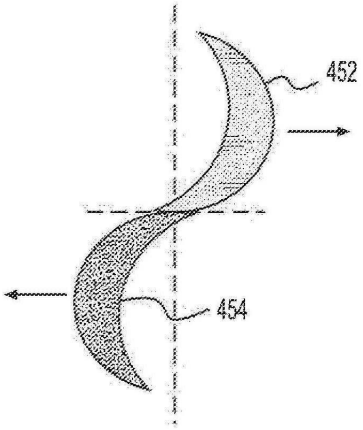
도면32a



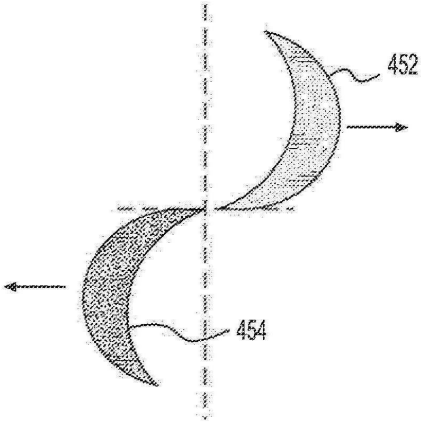
도면32b



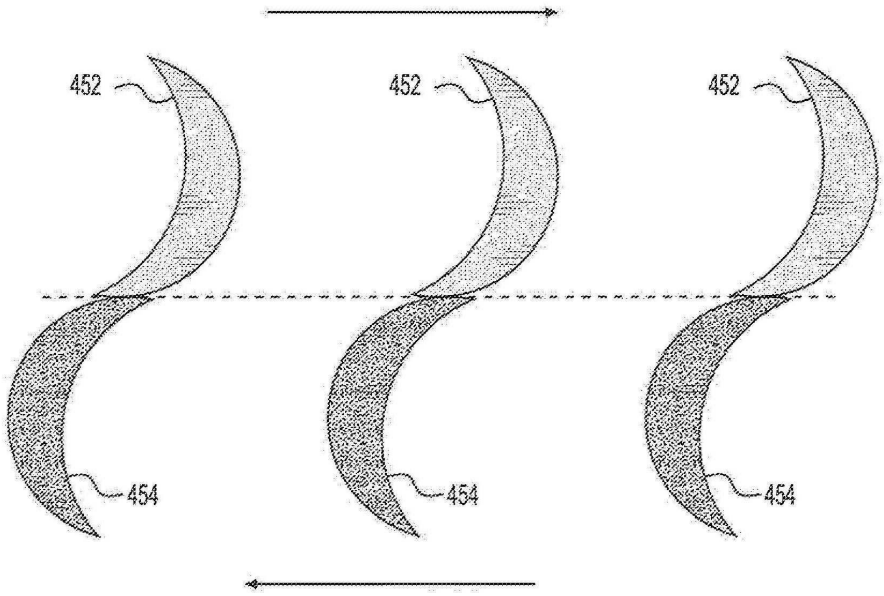
도면32c



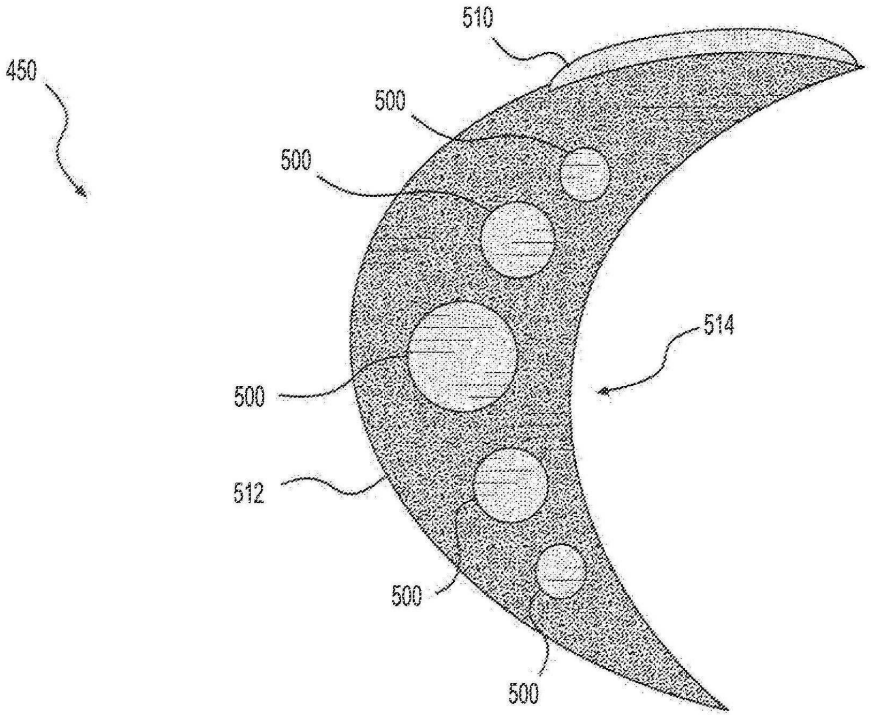
도면32d



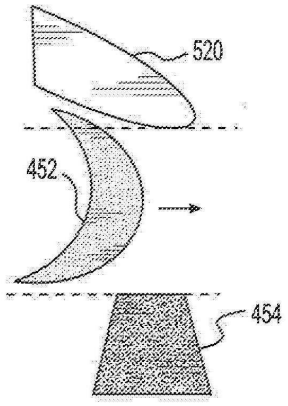
도면33



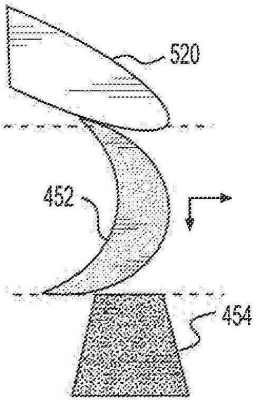
도면34



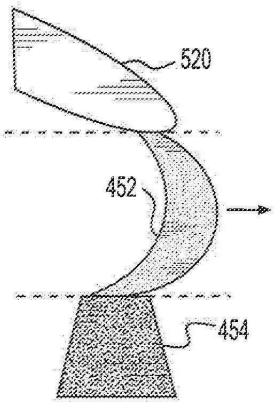
도면35a



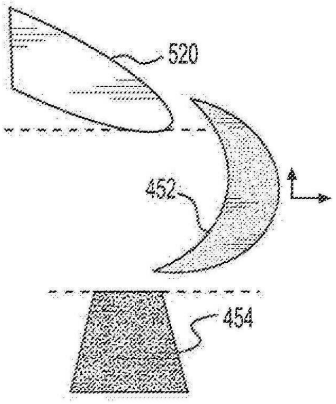
도면35b



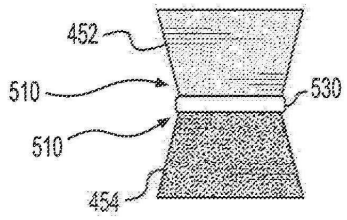
도면35c



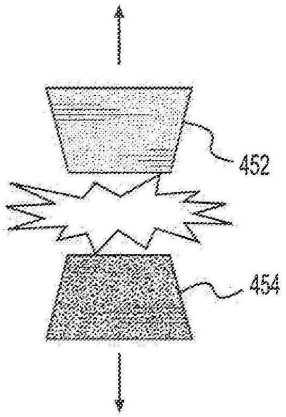
도면35d



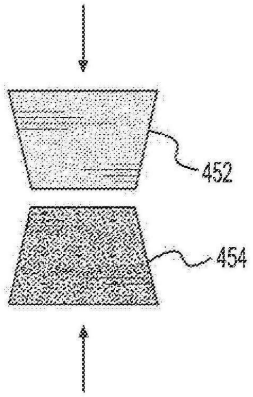
도면36a



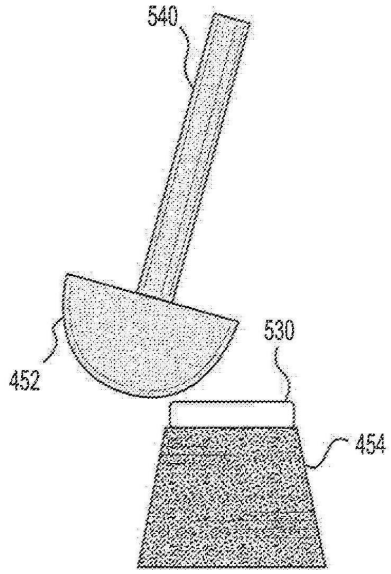
도면36b



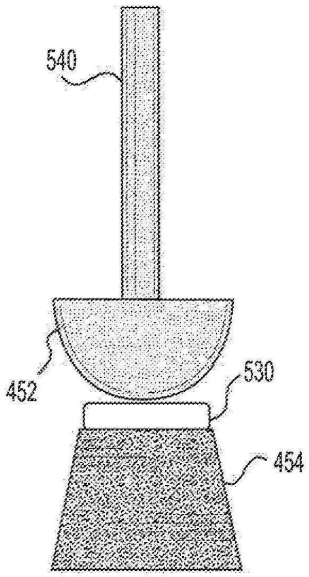
도면36c



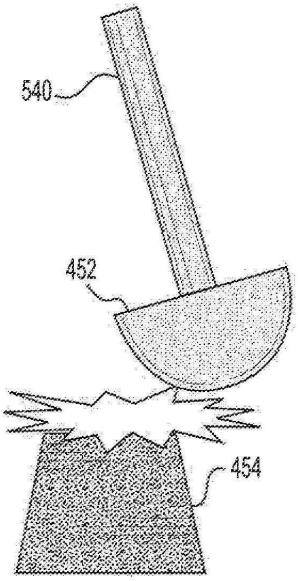
도면37a



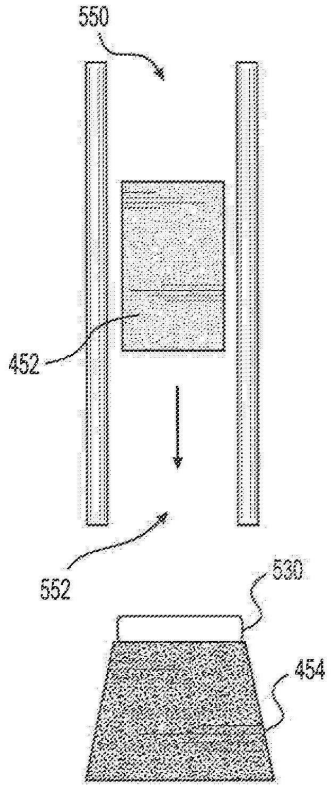
도면37b



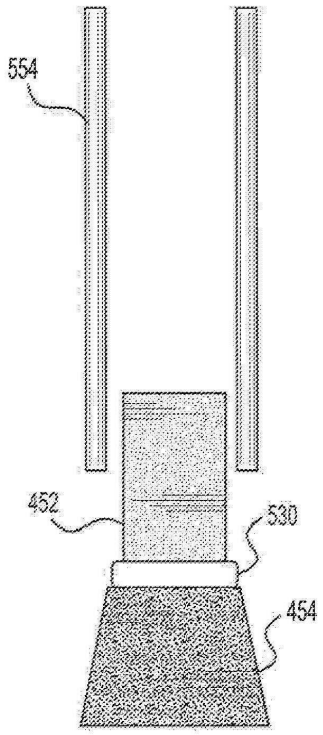
도면37c



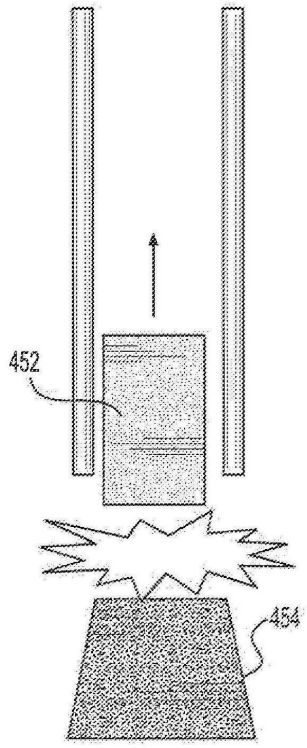
도면38a



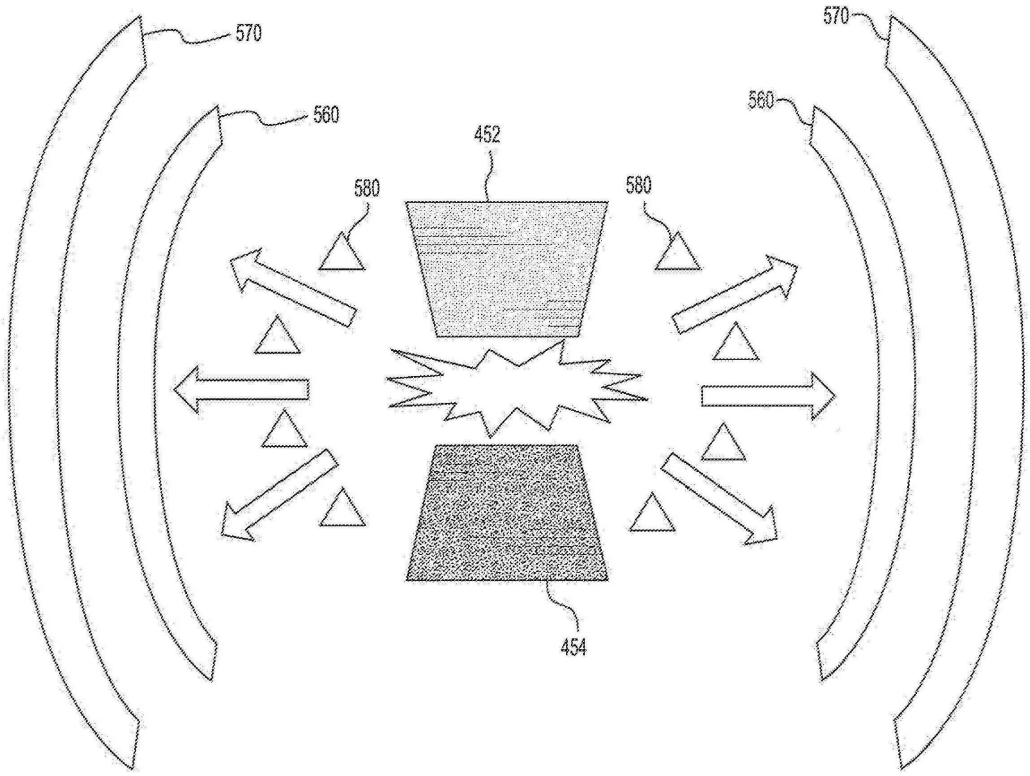
도면38b



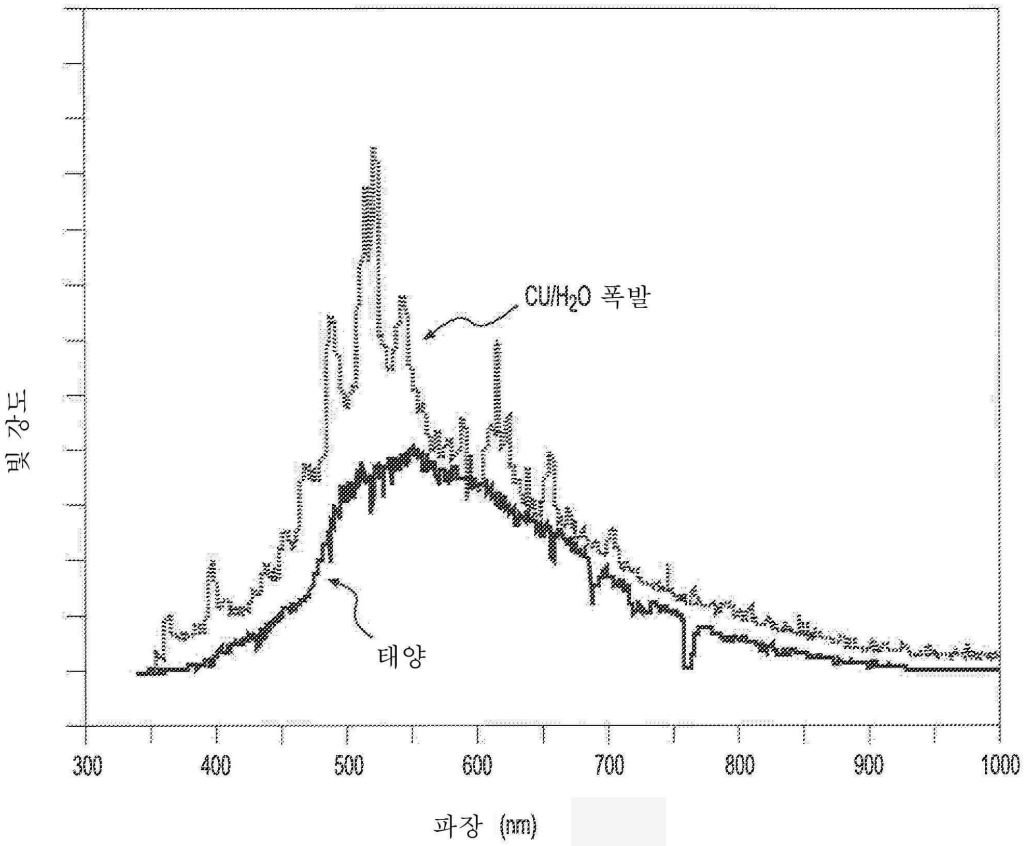
도면38c



도면39


570
560
452
580
580
570
560
454

도면40


CU/H2O 폭발
빛 강도
태양
300
400
500
600
700
800
900
1000
파장 (nm)