



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0052257

(43) 공개일자 2015년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 12/00 (2006.01) C01B 3/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01J 12/002 (2013.01)
C01B 3/042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7008610
(22) 출원일자(국제) 2013년09월05일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년04월03일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/058287
(87) 국제공개번호 WO 2014/039695
국제공개일자 2014년03월13일
(30) 우선권주장
61/697,148 2012년09월05일 미국(US)

(71) 출원인
파워다인, 인코포레이티드
미국 캘리포니아주 92660 뉴포트 비치 스위트 100
본 카만 애비뉴 4740
(72) 발명자
히어슨 게프레이
미국 캘리포니아 92660 뉴포트 비치 사우스햄턴
코트 49
슈즈 거스 에프.
미국 캘리포니아 92660 뉴포트 비치 # 100 본 카
만 애비뉴 4740
(74) 대리인
장훈

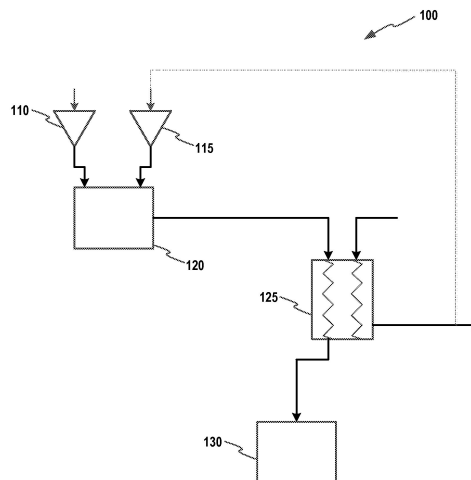
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 소스들을 사용하여 수소가스를 발생시키기 위한 방법

(57) 요약

연료 유체 제조 방법이 개시된다. 제 1 작업 유체 및 제 2 작업 유체가 제공된다. 제 1 작업 유체는 제 1 유체 플라즈마를 생성하기 위해 제 1 고전압 전기장에 노출되고, 제 2 작업 유체는 제 2 유체 플라즈마를 생성하기 위해 제 2 고전압 전기장에 노출될 수 있다. 제 1 유체 플라즈마와 제 2 유체 플라즈마는 열교환 장치로 이송되는 유체 플라즈마 혼합물을 형성하도록 접촉될 수 있다. 유체 플라즈마 혼합물은 연료 유체를 형성하도록 냉각되고, 연료 유체는 수집될 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류
C01B 2203/0861 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

연료 유체 제조 방법에 있어서,

제 1 작업 유체를 제공하는 단계와;

제 1 유체 플라즈마를 생성하기 위해 상기 제 1 작업 유체를 제 1 고전압 전기장에 노출시키는 단계와;

제 2 작업 유체를 제공하는 단계와;

제 2 유체 플라즈마를 생성하기 위해 상기 제 2 작업 유체를 제 2 고전압 전기장에 노출시키는 단계와;

유체 플라즈마 혼합물을 형성하기 위해 상기 제 2 유체 플라즈마를 상기 제 1 유체 플라즈마와 접촉시키는 단계와;

상기 유체 플라즈마 혼합물을 열교환 장치로 이송시키는 단계와;

연료 유체를 형성하기 위해 상기 열교환 장치를 사용하여 상기 유체 플라즈마 혼합물을 냉각시키는 단계; 및

상기 연료 유체를 수집하는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 작업 유체는 산소 가스인 연료 유체 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 작업 유체는 수증기인 연료 유체 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 작업 유체를 제 1 고전압 전기장에 노출시키는 단계는:

애노드 표면을 제공하는 단계와;

상기 애노드 표면으로부터 소정 거리에 캐소드 표면을 제공하여, 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이에 갭을 형성하는 단계와;

상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이에 고전압 전위를 제공하는 단계; 및

상기 제 1 작업 유체가 상기 갭을 가로지르게 하는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 고전압 전위는 약 5 kV/cm x 거리(cm) 내지 약 60 kV/cm x 거리(cm)인 연료 유체 제조 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 제 1 고전압 전위는 약 1 MHz 내지 약 50 MHz의 주파수를 갖는 연료 유체 제조 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 작업 유체를 제 2 고전압 전기장에 노출시키는 단계는:

애노드 표면을 제공하는 단계와;

상기 애노드 표면으로부터 소정 거리에 캐소드 표면을 제공하여, 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이에 갭을 형성하는 단계와;

상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이에 고전압 전위를 제공하는 단계; 및

상기 제 2 작업 유체가 상기 갭을 가로지르게 하는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 고전압 전위는 약 $2.4 \text{ kV} \times \text{거리}(\text{cm})$ 내지 약 $60 \text{ kV} \times \text{거리}(\text{cm})$ 인 연료 유체 제조 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 제 2 고전압 전위는 약 1 MHz 내지 약 50 MHz 의 주파수를 갖는 연료 유체 제조 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 작업 유체를 제 1 고전압 전기장에 노출시키는 단계는 상기 제 1 작업 유체가 제 1 플라스마 토치를 통과하게 하는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 작업 유체를 제 2 고전압 전기장에 노출시키는 단계는 상기 제 2 작업 유체가 제 2 플라스마 토치를 통과하게 하는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 작업 유체를 제 1 고전압 전기장에 노출시키는 단계는 상기 제 1 작업 유체가 플라스마 토치를 통과하게 하는 단계를 포함하고,

상기 제 2 작업 유체를 제 2 고전압 전기장에 노출시키는 단계는 상기 제 2 작업 유체가 플라스마 토치를 통과하게 하는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 유체 플라스마를 상기 제 1 유체 플라스마와 접촉시키는 단계는 상기 제 1 유체 플라스마와 혼합하도록 상기 제 2 유체 플라스마를 지향시키는 단계, 상기 제 2 유체 플라스마와 혼합하도록 상기 제 1 유체 플라스마와 지향시키는 단계 또는 함께 혼합하도록 상기 제 2 유체 플라스마를 지향시키는 단계 및 상기 제 1 유체 플라스마를 지향시키는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 유체 플라스마 혼합물은 약 $7232^{\circ}\text{F}(4000^{\circ}\text{C})$ 내지 약 $36,032^{\circ}\text{F}(20,000^{\circ}\text{C})$ 의 온도를 갖는 연료 유체 제조 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 플라스마 혼합물을 상기 열교환기 장치로 이송하기 전에 냉각제를 사용하여 상기 플라스마 혼합물을 냉각시키는 단계를 추가로 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 냉각제는 액체 산소를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 유체 플라스마 혼합물을 냉각시키는 단계는 상기 유체 플라스마 혼합물을 약 $100^{\circ}\text{F}(38^{\circ}\text{C})$ 내지 약 $2950^{\circ}\text{F}(1620^{\circ}\text{C})$ 의 온도로 냉각시키는 단계를 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 열교환 장치는 열 회수 증기 발생기인 연료 유체 제조 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 제 2 작업 유체는 상기 열 회수 증기 발생기에 의해 생성된 증기의 양을 적어도 일부 포함하는 연료 유체 제조 방법.

청구항 20

제 1 항에 있어서, 상기 연료 유체는 수소인 연료 유체 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 2012년 9월 5일자로 출원된 발명의 명칭이 "연료 재료 및 전력 생성 방법, 및 플라즈마 소스를 사용하는 봉쇄용 독소"인 미국 가출원 제61/697,148호의 우선권 및 이익을 청구한다. 상기 출원은 모든 목적을 위해 그 전체가 참고용으로 본원에 함체된다.

배경 기술

[0002]

연료 재료는, 수소와 같은 단순한 가스들로부터 일반적으로 항공 연료를 포함하는 복잡한 혼합물들로, 광범위하게 다양한 형태들을 취할 수 있다. 화학적 조성의 폭넓은 범위로 인해, 화학 연료들이 다양한 공정들을 통해 생성될 수 있고 단지 소수의 가능한 연료 유형을 합성화하도록 전용된 설비들을 필요로 할 수 있다. 그와 같은 설비는 전용되는 연료들만을 생성하도록 최적화될 수 있다. 또한, 각각의 설비는 연료 합성을 위한 특정 세트의 전구체 물질들을 필요로 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003]

통상적으로, 탄소계 연료들은 그들의 합성을 위한 열적 방법들에 의존한다. 이러한 방법들은 열분해, 크랙 및 흡열 합성 단계를 포함할 수 있다. 이러한 공정들은 그 합성 방법의 부산물로서 과도한 열을 발생시킬 수 있다. 추가로, 그러한 열적 화학계 합성 방법은 최적화된 설비에조차도 효율적이지 않을 수 있다.

[0004]

따라서, 제한된 수의 용이하게 이용 가능한 공급 원료들로부터 가스 및/또는 액체 연료들을 생성하기 위한 효율적인 방법들을 개발하는 것이 바람직하다. 개량된 효율은 또한 외부 전력원에 따라서 설비를 감소시키기 위한 적어도 일부 전력을 생성하는 연료 생성 설비를 부분적으로 가짐으로써 얻을 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005]

일 실시예에 있어서, 연료 유체 제조 방법은 제 1 작업 유체를 제공하는 단계, 제 1 유체 플라즈마를 생성하기 위해 상기 제 1 작업 유체를 제 1 고전압 전기장에 노출시키는 단계, 제 2 작업 유체를 제공하는 단계, 제 2 유체 플라즈마를 생성하기 위해 상기 제 2 작업 유체를 제 2 고전압 전기장에 노출시키는 단계, 유체 플라즈마 혼합물을 형성하기 위해 상기 제 2 유체 플라즈마를 상기 제 1 유체 플라즈마와 접촉시키는 단계, 상기 유체 플라즈마 혼합물을 열교환 장치로 이송시키는 단계, 연료 유체를 형성하기 위해 상기 열교환 장치를 사용하여 상기 유체 플라즈마 혼합물을 냉각시키는 단계 및 상기 연료 유체를 수집하는 단계를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0006]

도 1a는 일 실시예에 따른 적어도 하나의 플라즈마 소스로부터 연료를 생성하기 위한 예시적인 시스템 및 공정 흐름의 블록도를 나타내는 도면.

도 1b는 일 실시예에 따른 고전압 전기장 발생기의 블록도를 나타내는 도면.

도 2는 일 실시예에 따른 플라즈마 소스를 사용하여 예시적인 연료 유체 제조 방법의 흐름도를 나타내는 도면.

도 3은 일 실시예에 따른 고전압 전기장에 작업 유체를 노출시키는 예시적인 방법에 대한 흐름도를 나타내는 도면.

도 4는 일 실시예에 따른 플라즈마 혼합물의 예시적인 냉각 방법의 흐름도를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 본 발명은 기재된 특정 시스템들, 장치들 및 방법들에 제한되지 않고, 변경될 수 있다. 본 발명에 사용된 전문 용어들은 오직 특정 설명 또는 실시예들을 기술할 목적으로 사용될 뿐, 범위를 제한하려는 의도를 갖지 아니한다.
- [0008] 본 문헌에서 사용된 바와 같이, 단수형의 형태들("a", "an" 및 "the")은 그 문맥이 달리 명백하게 지시하지 않는 한 복수의 대상들을 포함한다. 달리 정의하지 않는 한, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 개념들은 당업자들에 의해 일반적으로 이해될 수 있는 바와 같은 의미를 갖는다. 본 발명은 본 발명에 기재된 실시예들이 종래 발명으로 인해 그들이 본 발명을 선행할 권리를 갖는다는 사실을 인정하는 것으로 이해되어서는 않된다. 본 문헌에서 사용되는 바와 같은 "포함한다"는 용어의 의미는 "구비한다"라는 의미를 가지나, 그에 한정되지는 않는다.
- [0009] 적용을 위해, 다음의 개념들은 이하에 개시될 각각의 의미들을 갖게 될 것이다.
- [0010] 연료는 에너지를 제공하는 임의의 조성 물질과 관련된다. 본원에서 사용될 수 있는 특정 연료들은 나프타, 디젤 연료, 디젤 연료 블렌드(blend), 제트 추진제 8(JP-8) 연료, 제트 연료, 제트 연료 블렌드, 또는 가솔린을 포함할 수 있다. 나프타는 대부분 5개의 탄소 및 중화학적 성분들을 포함하는 공정 스트림일 수 있다. 나프타는 예를 들어 가솔린 블렌딩 스톱으로서 처리 및 사용될 수 있는 크래킹된(cracked) 탄화수소의 탈뷰테인 스트림(debutanized stream)일 수 있다. 제트 연료는 일반적으로 항공 연료로서 사용하기에 적합한 연료일 수 있다. 제트 연료는 예를 들면 항공 터빈 연료를 위한 ASTM D 1655 규격과 같은 하나 이상의 규칙 또는 요건을 따를 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 상기 제트 연료는 액체 탄화수소 연료일 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 상기 제트 연료는 주요 성분으로서 파라핀뿐만 아니라 다양한 아로마틱스 및 나프텐을 포함할 수 있다. 디젤 연료 블렌드와 같은 블렌드 또는 제트 연료 블렌드는 각각 적어도 부분적으로 디젤 연료 또는 제트 연료를 함유하는 연료 블렌드를 나타낸다.
- [0011] 플라즈마의 지향성 유동을 발생시킬 수 있는 장치로서 "플라즈마 토치"를 들 수 있다. 실패가 되는 플라즈마 토치들로는, 제한적이지는 않지만, 유도 커플 플라즈마(Inductively Coupled Plasma), 전달 아크 DC 플라즈마(Transferred Arc DC Plasma), 및 비전달 아크 DC 플라즈마와 같은 이온 가스 발생 시스템을 포함할 수 있다. 플라즈마 토치들은 약 10,000°F 내지 약 20,000°F(약 5,540°C 내지 약 11,080°C) 이하의, 또는 그 이상의 온도 범위에 도달할 수 있다. 각각의 플라즈마 토치는 플라즈마 반응기의 일부일 수 있으며, 상기 반응기는 일반적으로 플라즈마 토치가 사용되는 반응 용기와 플라즈마 토치의 혼합 형태를 가질 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "토치"는 "플라즈마 토치"와 동의어로 사용될 수 있다.
- [0012] 본원에 설명된 다양한 실시예들에 있어서, 연료 유체 제조 방법은 제 1 작업 유체를 제공하는 단계, 제 1 유체 플라즈마를 생성하기 위해 상기 제 1 작업 유체를 제 1 고전압 전기장에 노출시키는 단계, 제 2 작업 유체를 제공하는 단계, 제 2 유체 플라즈마를 생성하기 위해 상기 제 2 작업 유체를 제 2 고전압 전기장에 노출시키는 단계, 유체 플라즈마 혼합물을 형성하기 위해 상기 제 2 유체 플라즈마를 상기 제 1 유체 플라즈마와 접촉시키는 단계, 상기 유체 플라즈마 혼합물을 열교환 장치로 이송시키는 단계, 연료 유체를 형성하기 위해 상기 열교환 장치를 사용하여 상기 유체 플라즈마 혼합물을 냉각시키는 단계 및 상기 연료 유체를 수집하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 도 1a는 일 실시예에 따라서 적어도 하나의 플라즈마 소스로부터 연료 유체를 발생시키기 위한 예시적인 시스템과 공정 유동을 위한 블록도를 도시한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 일반적으로 도면부호 100으로 나타낸 상기 시스템은 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115), 제 1 처리 챔버(120), 열 교환기(125), 제 2 처리 챔버(130)를 포함할 수 있다.
- [0014] 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 각각은 일반적으로 고전압 전위를 발생시키기 위해 사용될 수 있는 임의의 다양한 구성 요소들일 수 있다. 따라서, 도 1b에 도시된 바와 같이, 상기 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 각각은 적어도 하나의 애노드 표면(150), 적어도 하나의 캐소드 표면(155), 및 상기 애노드 표면과 캐소드 표면 사이의 전위(160)를 가질 수 있다. 결과적으로, 자기장(165) 및 전기장(170)은 상기 전위(160)가 상기 적어도 하나의 애노드 표면(150)과 상기 하나 이상의 캐소드 표면(155) 사이에 인가될 때 발생될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 이하에서 더욱 상세하게 설명되고 수평 방향 화살표[가스 유동 A]로 나타낸, 가스의 유동은 실제로 상기 자기장(165)과 수직을 이룰 수 있다. 다른 실시예들에 있어서, 상기 수직

방향 화살표[가스 유동 B]로 나타낸, 가스의 유동은 실제로 상기 자기장(165)과 평행을 이룰 수 있다. 상기 자기장(165)과 상기 전기장(170)은 각각 상기 애노드 표면(150)과 상기 캐소드 표면(155) 사이의 갭을 통해 유동하는 가스에 영향을 미칠 수 있다. 비제한적 예에 있어서, 상기 전기장(170)은 가스를 안정화시키고 그리고/또는 상기 가스를 이온화시킬 수 있다. 다른 비제한적 예에 있어서, 상기 자기장(165)은 가스의 스핀(spin) 및/또는 속도를 변경시킬 수 있다.

[0015] 다시 도 1a를 참고하면, 일부 실시예들에 있어서, 상기 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 각각은 플라즈마 토치일 수 있다. 도 1a가 2개의 고전압 전기장 발생기들(110, 115)을 도시하고 있으나, 당업자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않은 한도 내에서 어떠한 수의 고전압 전기장 발생기들도 사용될 수 있음을 인식할 수 있을 것이다. 따라서, 예를 들면, 상기 시스템(100)은 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 또는 그 이상의 고전압 전기장 발생기들을 포함할 수 있다.

[0016] 상기 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 각각의 소스는 하나 이상의 제어 시스템들(미도시)에 의해 제어될 수 있음을 인지할 수 있다. 상기 하나 이상의 제어 시스템들은 상기 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 모두를 함께 제어할 수 있으며 또한 전체 시스템(100)을 위한 제어 시스템과는 다르거나 또는 상기 제어 시스템을 포함할 수 있다. 대안적으로, 상기 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 각각은 별도의 제어 시스템을 가질 수 있다. 고전압 전기장 발생기들(110, 115)을 위한 제어 시스템은 상기 플라즈마 토치의 전압 및 상기 플라즈마 토치의 주파수와 같은 토치 매개변수들에 대한 제어 함수들을 포함할 수 있다. 상기 고전압 전기장 발생기들(110, 115)의 제어는, 제한적이지는 않지만, 고전압 전기장을 발생시키는 요소들에 인가된 전압의 측정, 고전압 전기장 발생기를 위한 전압 공급의 전류 드레인(current drain), 상기 고전압 전기장 발생기의 플라즈마 출력의 온도, 및 상기 고전압 전기장 발생기에 의해 발생된 플라즈마의 구성을 포함하는 하나 이상의 공정 측정에 기초할 수 있다. 상기 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 각각은 하나 이상의 처리 알고리즘들에 따라 제어될 수 있음을 또한 인식할 수 있다. 상기 고전압 전기장 발생기들(110, 115)은 (개별 제어기들 또는 단일 제어기에 의해 제공되는 바와) 동일한 처리 방법들 및/또는 알고리즘들에 따라 제어될 수 있다. 대안적으로, 상기 고전압 전기장 발생기들(110, 115) 각각은 (개별 제어기들 또는 단일 제어기에 의해 제공되는 바와) 다른 처리 방법 및/또는 알고리즘에 따라 제어될 수 있다.

[0017] 작동 시에, 제 1 고전압 전기장 발생기(110)는 제 1 작업 유체를 수용하도록 구성되고, 제 2 고전압 전기장 발생기(115)는 제 2 작업 유체를 받도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 작업 유체는 산소 가스일 수 있다. 일 실시예에서, 제 2 작업 유체는 수증기일 수 있다.

[0018] 본원에 사용되는 처리 챔버(120)는 하기 기술된 공정들에 대한 온도, 압력, 부식 등과 같은 하나 이상의 처리 상태들에 저항할 수 있는 챔버에 관한 것이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 처리 챔버(120)는 상기 하나 이상의 고전압 전기장 발생기들(110, 115)과 합체될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 처리 챔버(120)는 상기 다양한 고전압 전기장 발생기들(110, 115)로부터 플라즈마를 수용하기 위한 하나 이상의 입구 및 유체 플라즈마 혼합물을 방출하기 위한 적어도 하나의 출구를 포함할 수 있으며, 이에 대하여는 본원에서 더욱 상세히 설명된다. 예시적 처리 챔버(120)는, 적어도 하나의 플라즈마 토치를 포함하는, 리텍 시스템, 엘렐씨(Retech Systems, LLC)(유키아, 캐나다)로부터 이용할 수 있는 플라즈마 아크 원심 처리(PACT) 시스템일 수 있다.

[0019] 다양한 실시예들에 있어서, 상기 처리 챔버(120)는 진공 또는 거의 진공에서 지속될 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 처리 챔버(120)는 약 50 kPa 내지 약 507 kPa(약 0.5 atm 내지 약 5 atm), 구체적으로는 약 50 kPa, 약 100 kPa, 약 150 kPa, 약 200 kPa, 약 250 kPa, 약 300 kPa, 약 350 kPa, 약 400 kPa, 약 450 kPa, 약 500 kPa, 약 507 kPa, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 어느 둘 사이의 어떤 값 또는 범위의 압력에서 지속될 수 있다.

[0020] 상기 처리 챔버(120)에서 유체 플라즈마 혼합물은 약 4000℃ 내지 약 6000℃의 온도에 도달할 수 있으며, 이에 대하여는 본원에서 더욱 상세히 설명된다. 상기 고전압 전기장 발생기들(110, 115)이 작동하는 다양한 상태에 따라, 보다 높은 또는 보다 낮은 온도들이 얻어질 수 있다.

[0021] 상기 플라즈마 혼합물들이 냉각제 부가 장치(미도시)를 사용하여 상기 처리 챔버(120) 내에서, 상기 처리 챔버의 출구 포트에서, 상기 처리 챔버 출구에 있는 (파이프 또는 기타 도관과 같은) 이송 장치에서, 또는 상기 위치들의 혼합 위치에서 냉각될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 냉각제 부가 장치는 냉각에 영향을 미치는 냉각제를 사용할 수 있다. 예시적인 냉각제로는 액체 산소(LOX)를 포함할 수 있다. 상기 냉각제 부가 장치에 의해 상기 플라즈마 혼합물 내로 도입되는 냉각제의 양은 상기 제어 시스템에 의해 제어될 수 있다. 일부 비제한적 예에 있어서, 상기 플라즈마 혼합물에 추가된 냉각제의 양은 플라즈마 혼합물의 온도, 플라즈마 혼합

물의 구성, 플라스마 혼합물의 기타 측정 매개변수들에 따라 제어될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 제어 시스템은 오직 냉각제 부가 장치와 관련될 수 있다. 다른 실시예들에 있어서, 상기 제어 시스템은 전체 시스템(100)을 제어하기 위해 시스템 내에 합체될 수 있다. 냉각제를 상기 플라스마 혼합물에 추가함으로써 유발 플라스마 혼합물(혼합된 플라스마 혼합물)의 온도는 약 1450℃ 내지 약 1650℃, 구체적으로는 약 1450℃, 약 1500℃, 약 1550℃, 약 1600℃, 약 1650℃, 또는 이들 값들 중 어느 둘 사이의 값 또는 범위로 감소될 수 있다. 상기 혼합된 플라스마 혼합물이 상기 플라스마 혼합물과는 다른 구성을 가질 수 있다는 사실도 또한 인식될 수 있을 것이다.

[0022]

상기 열 교환기(125)는 일반적으로, 예를 들면, 가스 대 다른 가스, 가스 대 액체, 액체 대 다른 액체 등과 같은 하나의 매체로부터 다른 매체로 열 에너지를 전달하도록 구성되는 장치일 수 있다. 상기 열 교환기(125)의 실례로서는 증기 발생 열 교환기(예를 들면, 보일러), 가스-가스 상호교환기, 보일러 공급수 교환기, 강제 공기 교환기, 냉각수 교환기, 또는 그들의 혼합체를 포함할 수 있다. 각각 연속적인 저압 증기 레벨을 생성하는 복수의 열 교환기들(125)의 사용이 본 발명의 범위 내에 포함되도록 고려된다. 예를 들어, 상기 열 교환기(125)는 복사 열 교환기, 대류 열 교환기, 또는 그들의 혼합 형태를 포함할 수 있다. 증기 및 응축물이 상기 열 교환 공정으로부터 발생될 수 있으며 또한 다른 압력을 갖는 하나 이상의 증기 제품을 포함할 수 있다.

[0023]

특정 실시예에 있어서, 상기 열 교환기(125)는 예를 들면 NEM(라이텐, 네덜란드)에 의해 제조된 장치와 같은 열 회수 증기 발생기(HRSG)일 수 있다. 상기 HRSG(125)는 상기 HRSG가 상기 처리 챔버(120)로부터 플라스마 혼합물을 수용할 때 어떠한 플라스마 혼합물의 손실 또는 열화가 발생하지 않도록 구성될 수 있다. 따라서, 상기 HRSG(125)는 상기 플라스마 혼합물과 접촉할 때 다양한 온도, 압력, 부식성 화학물질 등에 저항할 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 HRSG(125)는 상기 플라스마 혼합물의 상승 온도를 수용하는데 도움을 주기 위해 세라믹으로 라이닝될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 HRSG(125)는 상기 플라스마 혼합물 또는 상기 처리 챔버(120)로부터 방출되는 혼합된 플라스마 혼합물을 수용하기 위한 제 1 입구, 물과 같은 유체를 수용하기 위한 제 2 입구, 증기를 방출하기 위한 제 1 출구, 및 냉각된 플라스마 혼합물을 방출하기 위한 제 2 출구를 포함할 수 있으며, 이에 대하여는 본원에서 더욱 상세히 설명된다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 제 2 입구를 통해 상기 열 교환기(125)로 진입하는 물의 양은 제어 시스템에 의해 제어될 수 있으며, 이에 대하여는 본원에서 더욱 상세히 설명된다. 비제한적 예로서 증기를 포함할 수 있는 가열된 열 교환 물질은 상기 제 1 출구에 의해 상기 열 교환기(125)에서 배출될 수 있다. 가열된 열 교환 물질은 제 1 전력 공급을 발생시키기 위해 제 1 전기 터빈으로 추가로 이송될 수 있다.

[0024]

다양한 실시예들에 있어서, 상기 열 교환 물질은 상기 열 교환기(125)에서 증기 공급량으로 전환될 수 있는 물질일 수 있다. 일단 증기의 공급이 전기 터빈을 활성화시킨 경우, 상기 증기의 공급량은 액체수로 냉각될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 액체수는 상기 열 교환기(125)로 복귀되어서, 다량의 플라스마 혼합물 또는 혼합된 플라스마 혼합물에 의해 재가열될 수 있다. 대안적으로, 상기 전기 터빈이 활성화된 후, 증기의 제 1 공급량은 작업 유체 소스로 복귀되어서, 하나 이상의 고전압 전기장 발생기(110, 115)로 공급될 수 있다.

[0025]

연료 저장 탱크(130)는 본 발명에 의해 제한받지 않으며, 일반적으로 열 교환기(125)로부터 적어도 연료를 수용하도록 구성된 임의의 용기일 수 있다. 또한, 연료 저장 탱크(130)는 예를 들어, 연료를 저장, 연료를 이송, 연료를 분배하는 것 등에 사용될 수 있다.

[0026]

다양한 실시예들에 있어서, 상기 시스템(100)은 또한 가스 분리기(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 가스 분리기, 예를 들면, 막 분리 시스템, 분자체(molecular sieve), 또는 그들의 혼합체를 포함할 수 있다. 상기 가스 분리는 일반적으로 본원에 기재된 다양한 요소들을 분리시키기 위해 사용될 수 있으며, 상기 분리된 요소들을 선택적으로 다양한 가스 보유 컨테이너들 내에 적층시킬 수 있다. 예를 들면, O₂ 컨테이너와 같은, 상기 가스 보유 컨테이너들은 각각 유출량 계측 장치를 포함할 수 있다. 각각의 유출량 계측 장치는 제어기에 의해 제어될 수 있다. 대안적으로, 각각의 가스 보유 컨테이너의 상기 유출량 계측 장치들은 동일한 제어기에 의해 제어될 수 있다. 각각의 가스 보유 컨테이너는 또한 대응하는 유출량 계측 장치와 관련된 가스 출력 포트를 가질 수 있다. 각각의 가스 출력 포트는 가스를 대응하는 가스 보유 컨테이너로부터 공통의 공급 덕트 내로 지향시킬 수 있다.

[0027]

상기 각각의 가스 보유 컨테이너의 유출량 계측 장치들은 제어된 구성을 갖는 냉각된 플라스마 혼합물을 생성하기 위해 가스량을 공통 공급 덕트 내로 허용하도록 제어될 수 있으며, 이에 대하여는 본원에서 더욱 상세히 설명된다. 하나의 비제한적 예에서, 상기 냉각된 플라스마 혼합물은 상기 공통 공급 덕트와 관련된 하나 이상의 가스 조성 센서들에 기초하여 제어될 수 있다. 다른 비제한적 예에서, 상기 냉각된 혼합물은 각각의 가스 보유

컨테이너에 의해 방출되는 가스의 용적에 기초하여 제어될 수 있다. 또 다른 비제한적 예에서, 상기 냉각된 플라즈마 혼합물은 각각의 가스 보유 컨테이너에 함유된 가스의 압력에 기초하여 제어될 수 있다. 따라서, 상기 냉각된 플라즈마 혼합물 요소들의 다양한 비율을 얻을 수 있으며, 이에 대하여는 본원에서 더욱 상세히 설명된다.

[0028] 도 2는 일 실시예에 따라 플라즈마 소스들을 사용하는 예시적인 연료 유체 제조 방법의 흐름도를 나타낸다. 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 방법은 제 1 작업 유체를 제공하는 단계(205) 및 제 2 작업 유체를 제공하는 단계(215)를 포함할 수 있다. 하나의 비제한적 실시예에 있어서, 상기 제 1 작업 유체는 산소 가스(O_2)일 수 있고, 상기 제 2 작업 유체는 수증기(H_2O)일 수 있다.

[0029] 상기 제 1 처리 챔버 내의 O_2 및 H_2O 는 본원에 기술된 바와 같은 각각의 플라즈마 토치들을 위한 작업 유체들로서 사용될 수 있음을 인지할 수 있다. 따라서, 각각의 가스는 고전압 전기장에 노출될 수 있다. 그와 같은 노출의 결과로서, 상기 가스들은 프리라디칼종들(free radical species)로 환원될 수 있다. 예를 들어, H_2O 는 하이드록실 라디칼($OH^\cdot$)로 환원될 수 있으며, O_2 는 슈퍼옥사이드아니온 라디칼($O_2^{\cdot-}$)로 환원될 수 있다. 또한, 상기 가스들은 이온화 종들로 환원될 수 있다. 예를 들어, O_2 는 O^- , O_2^- , O_2^+ , 및/또는 O^+ 로 환원될 수 있다. 고전압 전기장으로서의 가스 노출로 인해 생성되는 반응성 종들의 타입과 양은 가스들을 오직 열에만 노출시킬 때 생성되는 것들과는 다를 수 있다.

[0030] 각각의 작업 유체는 자체 작업 유체 소스에 의해 공급될 수 있다. 하나의 비제한적 예에 있어서, O_2 는 O_2 소스로부터 공급될 수 있으며, 수증기(H_2O)는 H_2O 소스로부터 공급될 수 있다. 상기 고전압 필드 소스들 각각으로부터의 유체 플라즈마의 제어는 상기 고전압 필드 소스들 각각에 공급된 작업 유체의 양들에 대한 제어를 포함할 수 있다는 사실을 인식할 수 있다. 비록 도시되지는 않았지만, O_2 및 H_2O 에 대한 작업 유체 공급원들도 또한 제어 및 측정 요소들을 포함할 수 있다는 사실은 명백하다. 그와 같은 요소들은, 비제한적으로, 상기 작업 유체 공급원(밸브들) 각각에 의해 공급되는 작업 유체의 양을 제어하고 공급된 작업 유체(예를 들면, 화학적 조성의 측정 또는 전달된 가스의 압력과 같은)의 각각의 양을 측정하기 위한 장치를 제어하기 위한 요소들을 포함할 수 있다. 그와 같은 측정 및 제어 장치들은 상술된 바와 같이 하나 이상의 제어 시스템에 의해 제어될 수 있다는 사실 또한 이해될 수 있을 것이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 제어 시스템들은 하나 이상의 작업 유체 공급원들에 특화될 수 있다. 다른 실시예들에 있어서, 모든 작업 유체 공급원들은 동일한 제어 시스템에 의해 제어될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 작업 유체 공급원들은 전체 전력 발생 시스템에 공통인 제어 시스템에 의해 제어될 수 있다.

[0031] 비록 본원에는 설명하고 있지 않지만, 실시예는 O_2 및 H_2O 와 같은 2개의 작업 유체들을 포함할 수 있으며, 이들은 고전압 전기장 발생기들로 공급되기 전에 결합 작업 유체들로 결합될 수 있다. 비제한적 예로서, 상기 O_2 , 및 H_2O 는 고전압 전기장 발생기(110)로 공급될 단일 결합 작업 유체 내에 결합될 수 있다(도 1a). 더 나아가, 상기 O_2 , H_2O 에 대한 각각의 공급원과 관련된 제어기들은 최적화된 가스비를 생성하도록 각각의 특정량의 가스가 상기 결합된 작업 유체에 첨가되게 한다. 마찬가지로, 단일 플라즈마 토치와 관련된 제어기는 상기 플라즈마가 상기 결합된 작업 유체 내의 특정 가스비에 대한 최적의 상태 하에 작업하도록 할 수 있다.

[0032] 상기 제 1 작업 유체는 제 1 플라즈마를 생성하기 위해 고전압 전기장에 노출될 수 있다(210). 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 제 1 작업 유체를 상기 고전압 전기장으로 노출시키는 단계(210)는 애노드 표면을 제공하는 단계(305)와 캐소드 표면을 제공하는 단계(310)를 포함할 수 있다. 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면은 상기 2개의 표면들 사이에 갭을 형성하기 위한 거리만큼 분리될 수 있다. 상기 거리는 일반적으로 (선택된 전기 전압에 대해) 상기 전기장이 약 0.3 kV/cm 내지 약 8.0 kV/cm, 구체적으로는 약 0.3 kV/cm, 약 0.3149 kV/cm, 약 0.5 kV/cm, 약 0.75 kV/cm, 약 1.0 kV/cm, 약 1.25 kV/cm, 약 1.5 kV/cm, 약 1.574 kV/cm, 약 2.0 kV/cm, 약 2.5 kV/cm, 약 3.0 kV/cm, 약 3.149 kV/cm, 약 3.5 kV/cm, 약 4.0 kV/cm, 약 4.5 kV/cm, 약 5.0 kV/cm, 약 5.5 kV/cm, 약 6.0 kV/cm, 약 6.5 kV/cm, 약 7.0 kV/cm, 약 7.5 kV/cm, 약 7.559 kV/cm, 약 8.0 kV/cm, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위가 되도록 선택될 수 있다. 예시적 거리들은 약 0.15 cm 내지 약 0.65 cm, 구체적으로는 약 0.15 cm, 약 0.20 cm, 약 0.25 cm, 약 0.30 cm, 약 0.3175 cm, 약 0.35 cm, 약 0.40 cm, 약 0.45 cm, 약 0.50 cm, 약 0.55 cm, 약 0.60 cm, 약 0.65 cm,

또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위일 수 있다.

[0033]

제 1 고전압 전위가 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이에 유도될 수 있으며(315), 상기 제 1 작업 유체가 상기 2개의 표면들 사이의 갭을 가로지르도록 유도될 수 있다(320). 하나의 비제한적 실시예에 있어서, 제 1 고전압 전위는 약 2.4 kV x 갭 거리(cm) 내지 약 60 kV x 갭 거리(cm), 구체적으로는 약 2.4 kV, 약 5 kV, 약 10 kV, 약 20 kV, 약 30 kV, 약 40 kV, 약 50 kV, 약 60kV, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위일 수 있다. 따라서, 예를 들어, (0.3175 cm인) 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이의 전압은 2.4 kV이며, 따라서 약 7.559 kV/cm의 전기장이 유발된다. 다른 비제한적 실시예에 있어서, 상기 제 1 고전압 전위는 약 1 MHz 내지 약 50 MHz의 주파수, 구체적으로는 약 1 MHz, 약 5 MHz, 약 10 MHz, 약 20 MHz, 약 25 MHz, 약 30 MHz, 약 40 MHz, 약 50 MHz, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위의 주파수를 갖는 교류 전류(AC) 전위일 수 있다. 다른 비제한적 실시예에 있어서, 제 1 고전압 전위는 약 100 암페어 내지 약 1000 암페어의 전류, 구체적으로는 약 100 암페어, 약 200 암페어, 약 300 암페어, 약 400 암페어, 약 500 암페어, 약 600 암페어, 약 700 암페어, 약 800 암페어, 약 900 암페어, 약 1000 암페어, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위의 전류를 가질 수 있다.

[0034]

다시 도 2로 돌아가서, 제 2 작업 유체가 제 2 플라스마를 생성시키기 위해 고전압 전기장에 노출될 수 있다(220). 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 제 2 작업 유체를 상기 고전압 전기장에 노출시키는 단계(220)는 애노드 표면을 제공하는 단계(305)와 캐소드 표면을 제공하는 단계(310)를 포함할 수 있다. 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면은 상기 2개의 표면들 사이에 갭을 형성하기 위한 거리만큼 분리될 수 있다. 상기 거리는 일반적으로 (선택된 전기 전압에 대해) 상기 전기장이 약 0.3 kV/cm 내지 약 8.0 kV/cm, 구체적으로는 약 0.3 kV/cm, 약 0.3149 kV/cm, 약 0.5 kV/cm, 약 0.75 kV/cm, 약 1.0 kV/cm, 약 1.25 kV/cm, 약 1.5 kV/cm, 약 1.574 kV/cm, 약 2.0 kV/cm, 약 2.5 kV/cm, 약 3.0 kV/cm, 약 3.149 kV/cm, 약 3.5 kV/cm, 약 4.0 kV/cm, 약 4.5 kV/cm, 약 5.0 kV/cm, 약 5.5 kV/cm, 약 6.0 kV/cm, 약 6.5 kV/cm, 약 7.0 kV/cm, 약 7.5 kV/cm, 약 7.559 kV/cm, 약 8.0 kV/cm, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위가 되도록 선택될 수 있다. 예시적 거리들은 약 0.15 cm 내지 약 0.65 cm, 구체적으로는 약 0.15 cm, 약 0.20 cm, 약 0.25 cm, 약 0.30 cm, 약 0.3175 cm, 약 0.35 cm, 약 0.40 cm, 약 0.45 cm, 약 0.50 cm, 약 0.55 cm, 약 0.60 cm, 약 0.65 cm, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위일 수 있다.

[0035]

제 2 고전압 전위가 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이에 유도될 수 있다(315), 상기 제 2 작업 유체가 상기 2개의 표면들 사이의 갭을 가로지르도록 유도될 수 있다(320). 하나의 비제한적 실시예에 있어서, 제 2 고전압 전위는 약 2.4 kV x 갭 거리(cm) 내지 약 60 kV x 갭 거리(cm), 구체적으로는 약 2.4 kV, 약 5 kV, 약 10 kV, 약 20 kV, 약 30 kV, 약 40 kV, 약 50 kV, 약 60kV, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위일 수 있다. 일 실시예에서, (0.3175 cm에 의해서 분리된) 상기 애노드 표면과 상기 캐소드 표면 사이의 전압은 2.4 kV이며, 따라서 약 7.559 kV/cm의 전기장이 유발된다. 다른 비제한적 실시예에 있어서, 제 2 고전압 전위는 약 1 MHz 내지 약 50 MHz의 주파수, 구체적으로는 약 1 MHz, 약 5 MHz, 약 10 MHz, 약 20 MHz, 약 25 MHz, 약 30 MHz, 약 40 MHz, 약 50 MHz, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위의 주파수를 갖는 교류 전류(AC) 전위일 수 있다. 다른 비제한적 실시예에 있어서, 상기 제 2 전위는 약 100 암페어 내지 약 1000 암페어의 전류, 구체적으로는 약 100 암페어, 약 200 암페어, 약 300 암페어, 약 400 암페어, 약 500 암페어, 약 600 암페어, 약 700 암페어, 약 800 암페어, 약 900 암페어, 약 1000 암페어, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위의 전류를 가질 수 있다.

[0036]

상기 제 1 작업 유체 및 상기 제 2 작업 유체와 접촉하는 상기 애노드 및 캐소드 표면들은 동일 세트의 표면들이거나 또는 다른 세트의 표면들일 수 있다는 사실을 이해할 수 있어야 한다. 만약 각각의 작업 유체가 독립된 쌍의 애노드 및 캐소드 표면들과 접촉할 경우, 각각의 갭 거리들은 반드시 동일하거나 또는 다를 수 있으며, 상기 작업 유체들이 노출되는 고전압 전위들은 반드시 동일하거나 또는 다른 특성들을 가질 수 있다.

[0037]

하나의 비제한적 예에 있어서, 상기 제 1 작업 유체를 제 1 고전압 전기장에 노출시키는 단계(210)는 상기 제 1 작업 유체가 제 1 플라스마 토치를 관통하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 비제한적 예에 있어서, 상기 제 2 작업 유체를 제 2 고전압 전기장에 노출시키는 단계(220)는 상기 제 2 작업 유체가 제 2 플라스마 토치를 관통하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 작업 유체 및 상기 제 2 작업 유체는 동일한 플라스마 토치를 관통하거나 또는 개별 플라스마 토치들을 관통할 수 있다. 또한, 상기 제 1 작업 유체 및 상기 제 2 작업

유체는 연속적으로 플라즈마 토치를 관통하거나 또는 실제로 동일한 시간에 플라즈마 토치를 관통할 수 있다.

[0038] 일부 실시예들에 있어서, 상기 다양한 작업 유체들을 다양한 고전압 전기장들에 노출시키는 단계(210, 220)는 상기 다양한 플라즈마들을 약 36,032°F(20,000℃)의 온도에 도달하게 할 수 있다. 상기 온도는, 상술된 바와 같이, 각각의 다양한 작업 유체들에서 다양한 개별 화합물들을 효과적으로 분리시키기에 충분히 높은 온도일 수 있다.

[0039] 상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 플라즈마는 플라즈마 혼합물을 형성하기 위해 임의의 시간적 또는 공간적 순서로 접촉될 수 있다(225). 예를 들어, 상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 플라즈마는 상기 제 1 플라즈마를 상기 제 2 플라즈마와 혼합시키도록 지시함으로써, 또는 상기 제 2 플라즈마를 상기 제 1 플라즈마와 혼합시키도록 지시함으로써, 또는 상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 플라즈마를 함께 혼합시키도록 지시함으로써 접촉될 수 있다(225). 상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 플라즈마를 접촉시키는 단계(225)는 모든 2개의 플라즈마들의 플라즈마 혼합물을 형성할 수 있다. 일부 비제한적 실시예들에 있어서, 상기 플라즈마 혼합물은 약 7232°F 내지 약 10,832°F(약 4000℃ 내지 약 6000℃)의 온도, 구체적으로는 약 4000℃, 약 4250℃, 약 4500℃, 약 4750℃, 약 5000℃, 약 5250℃, 약 5500℃, 약 5750℃, 약 6000℃, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 2개의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위의 온도를 가질 수 있다. 따라서, 상기 플라즈마 혼합물은 상기 개별 고전압 전기장들의 통과 시에 상기 제 1 및 제 2 플라즈마들의 초기 온도로부터 냉각될 수 있다.

[0040] 일부 실시예들에 있어서, 상기 플라즈마 혼합물은 열 교환기로 이송될 수 있다(230). 이송 단계(230)는 본 설명에 의해 제한되지 않으며, 임의의 이송 방법을 통해 실현될 수 있다. 하나 이상의 펌프들, 도관들, 채널들, 덕트들, 파이프들, 및/또는 그와 유사한 수단들이 상기 플라즈마 혼합물의 이송(230)에 사용될 수 있다.

[0041] 다양한 실시예들에 있어서, 상기 플라즈마 혼합물은 약 100°F 내지 약 2950°F(약 38℃ 내지 약 1620℃)의 온도, 구체적으로는 약 38℃, 약 100℃, 약 150℃, 약 200℃, 약 250℃, 약 500℃, 약 800℃, 약 1100℃, 약 1400℃, 약 1600℃, 약 1620℃, 또는 (종말점들을 포함하는) 이들 값들 중 임의의 값들 사이의 임의의 값 또는 범위의 온도로 냉각될 수 있다(235). 특정 실시예들에 있어서, 상기 플라즈마 혼합물은 약 100°F 내지 약 400°F(약 38℃ 내지 약 204℃)의 온도로 냉각될 수 있다(235). 일부 실시예들에 있어서, 상기 냉각 단계(235)는, 본원에 설명된 바와 같이, 다양한 요소들의 분리와 같은 상기 플라즈마 혼합물의 구성에 있어 변화를 가질 수 있다. 따라서, 상기 요소들은, 본원에 더욱 상세히 설명되어 있는 바와 같이, 가스 분리를 통해 분리될 수 있으며 또한 다양한 보유 컨테이너들로 저장될 수 있다.

[0042] 일부 실시예들에 있어서, 도 4에 도시된 바와 같이, 냉각 단계(235)는 냉각된 플라즈마 혼합물을 생성하기 위해 예를 들면 HRSG와 같은 열교환 장치 내의 열 교환기와 상기 플라즈마 혼합물을 접촉시킴으로써(405) 완료될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 플라즈마 혼합물로부터 교환된 열은 회수 증기 발생기로 열을 제공하기 위해 상기 열교환 장치에 의해 전달될 수 있으며(410), 이에 대하여는 본원에 더욱 상세히 설명되어 있다. 상기 회수 증기 발생기로의 열전달에 의해 발생된 증기는 플라즈마로의 전환을 위해 적어도 부분적으로 제 2 작업 유체로서 사용될 수 있는 예열된 수증기를 제공할 수 있다. 따라서, 상기 열전달에 의해 발생된 증기는 재사용 가능한 열원을 제공함으로써 본원에 설명된 시스템 및 방법들의 효율을 증가시킬 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 회수 증기 발생기는 (액체수 또는 그와 유사물과 같은) 증발성 유체를 가열 및 증발시키기 위해 (415) 상기 플라즈마 혼합물로부터의 열을 사용할 수 있다. 상기 유발된 증발 유체(예를 들면, 증기)는 증기 동력 전기 터빈으로 저장되고 또한 상기 전기 터빈과 접촉할 수 있다(420). 상기 증기 동력 전기 터빈은 차례로 적어도 부분적으로 본원에 설명된 시스템 및/또는 연료를 생성하기 위해 사용되는 설비에 전력을 제공하기 위해 사용될 수 있는 전력을 발생시킬 수 있다.

[0043] 다양한 실시예들에 있어서, 상기 플라즈마 혼합물을 냉각시키는 단계(245)는 상기 플라즈마 혼합물을 제 1 온도로부터 제 2 온도로 감소시키기 위해 액체 산소(O_2)로 냉각시키는 단계를 포함할 수 있다. 본원에 설명된 바와 같이, 상기 제 1 온도는 약 7232°F 내지 약 10,832°F(약 4000℃ 내지 약 6000℃)일 수 있다. 본원에 설명된 바와 같이, 상기 제 2 온도는 약 4892°F 내지 약 5432°F(약 2700℃ 내지 약 3000℃)일 수 있다. 이와 같은 냉각 단계(245)는 상기 플라즈마 혼합물에서의 O_2 및 H_2O 를 분해시켜 O^- 및 O^+ , H^+ 및 OH^- , 및/또는 H^- 및 OH^+ 로 되게 할 수 있다. 상기 냉각 단계(245)는 열화학적 재환원을 추가로 허용할 수 있으며, 따라서 화합물들(H_2 , H_2O , O_2 , 및/또는 H_2O_2)이 유발된다.

[0044] 다양한 실시예들에 있어서, 상기 연료는 수집될 수 있다(240). 수집은 본 발명에 의해 제한되지 않으며, 수집,

저장, 이송, 분배 및/또는 유사 수단 형태를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에 있어서, 상기 연료의 적어도 일부는 연료 저장 탱크(130)에 수집될 수 있다(240)(도 1a).

[0045]

본 발명은 본원에 설명된 특정 실시예들의 관점으로 제한되지 아니하고, 다양한 양태들로 설명하도록 의도하고 있다. 당업자에게 명백하고 또한 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다수의 변경 및 수정이 가능할 수 있다. 본원에 열거된 설명에 추가하여, 본 발명의 범위 내에서 기능적으로 등가적인 방법 및 장치들이 상술된 설명들로부터 당업자들에게 명백할 것이다. 그와 같은 변경 및 수정은 첨부된 청구항들의 범위 내에 포함되도록 의도되었다. 본 발명은 그와 같은 청구항들이 제공하는 등가의 전체 범위에 따르는 첨부된 청구항들의 관점에서만 제한될 것이다. 본 발명은, 당연히 변할 수 있는, 특정 방법, 반응물들, 화합물들, 구성들 또는 생물학적 시스템들에 한정되지 않는다는 사실을 이해해야 한다. 본원에 사용된 전문용어는 오직 특정 실시예들을 설명할 목적을 가질 뿐 제한적인 의도를 갖지 아니한다는 사실 또한 이해해야 한다.

[0046]

본원에서의 실제적인 임의의 복수 및/또는 단수 용어들의 사용과 관련하여, 당업자라면 문단 및/또는 용례에 적합하게 복수로부터 단수로 그리고/또는 단수로부터 복수로 해석할 수 있다. 다양한 단수/복수 변경이 명료성을 위해 본원에서 명백하게 이루어질 수 있다. 일반적으로, 본원에서, 특히 첨부된 청구항들에서(예를 들면, 첨부된 청구항들의 특징부들) 사용된 용어들은 일반적으로 "포괄적" 의미의 용어들이므로 의도된다(예를 들어, "포함하는"이라는 용어는 제한적이지 않은 "포함하는"으로서 이해되어야 하며, "가진다"는 용어는 "적어도 가진다"로서 이해되어야 하며, "포함한다"라는 용어는 "포함하지만 제한되지는 않는다"로서 이해되어야 하는 등등)는 사실을 당업자라면 이해할 수 있을 것이다. 다양한 구성들, 방법들, 및 장치들이 다양한 요소들 또는 단계들을 "포함한다"(포함하나 제한되지는 않는다는 의미로 이해)는 개념으로 설명되었으나, 상기 구성들, 방법들, 및 장치들은 또한 반드시 상기 다양한 요소들 및 단계들로 구성되거나 또는 상기 다양한 요소들 및 단계들로 구성될 수 있으며, 그와 같은 전문용어는 반드시 폐쇄 부재 그룹을 규정하는 것으로서 이해되어야 한다.

[0047]

또한 당업자라면, 만약 도입된 청구항의 설명에서 특정 수를 의도할 경우, 그와 같은 의도는 청구항에서 명백하게 설명되며, 그와 같은 설명의 부재시에는 그와 같은 의도는 전혀 존재하지 않는다. 예를 들어, 이해를 돕기 위한 것으로서, 다음의 첨부된 청구항들은 청구항의 기재 개시하기 위해 서두 구절들인 "적어도 하나" 및 "하나 이상"이라는 용어들을 포함할 수 있다. 그러나, 동일한 청구항이 서두 구절들인 "하나 이상" 또는 "적어도 하나" 및 "a" 또는 "an"과 같은 부정관사들을 포함할 때조차, 그와 같은 구절들의 사용은 부정관사("a" 또는 "an")에 의한 청구항 기재의 도입이 그와 같이 도입된 청구항 기재를 포함하는 임의의 특정 청구항을 오직 그와 같은 하나의 기재를 포함하는 실시예들로 제한하는 것을 의미하는 것으로서 이해되어서는 안되며(예를 들면, 부정관사("a" 및/또는 "an")는 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미하도록 이해되어야 한다); 마찬가지로 이는 청구항 기재들을 도입하기 위해 사용되는 정관사의 사용에도 유효하다. 또한, 도입된 청구항 기재의 특정 수가 명확하게 인용되었다 할지라도, 당업자라면 그와 같은 기재가 적어도 기재된 수를 의미하는 것으로 이해되어야 한다는 사실을 인식하게 될 것이다(예를 들면, 다른 수식어 없이, "2개의 기재들"의 기본 기재는 적어도 2개의 기재 또는 2개 이상의 기재를 의미한다). 또한, "A, B, 및 C 중 적어도 하나 등"과 유사한 관례를 사용하는 경우에, 일반적으로 그와 같은 구성은 당업자가 상기 관례를 이해할 것이라는 관점에서 의도된다(예를 들어, "A, B, 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은 A 단독으로, B 단독으로, C 단독으로, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B, 및 C를 함께 등등을 갖는 시스템을 포함하지만 그에 제한되지 않는다). 또한, 상세한 설명, 청구항, 또는 도면에 관계 없이, 2개 이상의 대안적 용어들을 나타내는 사실상 임의의 분리성 단어 및/또는 구문은 상기 용어들 중 하나, 상기 용어들 중 어느 하나, 또는 용어들 모두를 포함할 가능성을 고려하는 것으로 이해되어야 한다는 사실을 당업자라면 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 구문 "A 또는 B"는 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성을 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0048]

당업자들이 이해할 수 있는 바와 같이, 임의의 그리고 모든 목적들을 위해, 설명의 관점에서와 같이, 본원에 설명된 모든 범위들은 임의의 그리고 모든 가능한 하위 범위들 및 그 하위 범위들의 결합을 포함한다. 적어도 등가의 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/10 등으로 분리되는 임의의 기재 범위가 동일 범위를 충분히 설명 및 부여하는 것으로 쉽게 인식될 수 있다. 비제한적 예로서, 본원에 개시된 각각의 범위는 1/3의 하부, 1/3의 중간부 및 1/3의 상부 등으로 용이하게 분리될 수 있다. 또한 당업자라면 이해할 수 있는 바와 같이, "~까지", "적어도" 등과 같은 모든 언어들은 나열된 수를 포함하며 또한 상술된 바와 같은 하위 범위들로 연속 분리될 수 있는 범위와 관련된다. 마지막으로, 당업자라면 이해할 수 있는 바와 같이, 하나의 범위가 각각의 개별 부재를 포함한다.

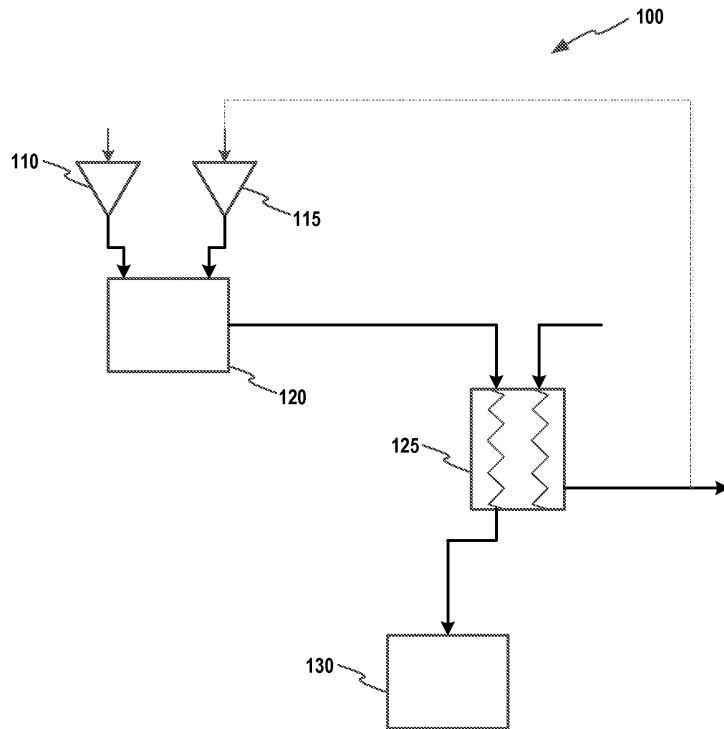
[0049]

상기 설명으로부터 본 발명의 여러 실시예들은 단지 예시적으로 기술되었고, 본 발명의 정신 및 범주로부터 이탈하지 않고 다양한 수정이 이루어질 수 있음을 이해할 것이다. 따라서, 개시된 다양한 실시예들은 하기 청구범

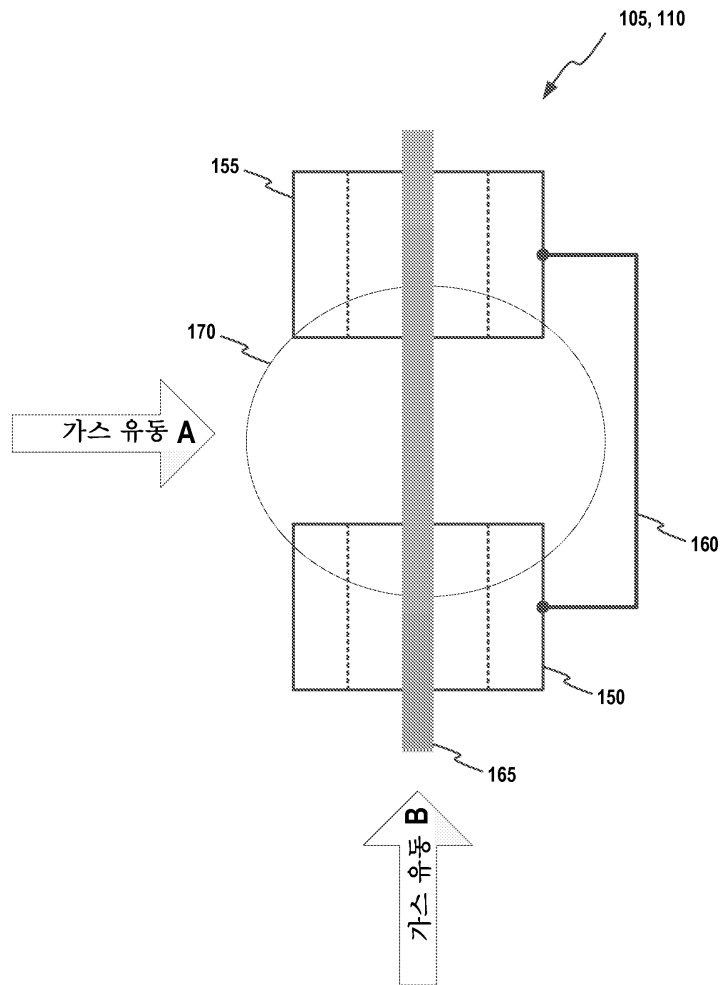
위에 의해서 지시된 진정한 범주 및 정신을 제한하도록 의도된 것이 아니다.

도면

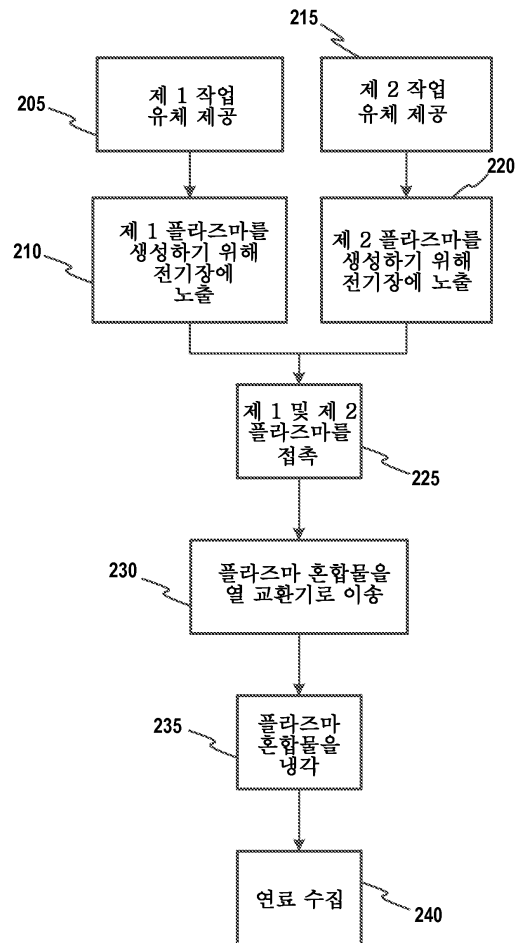
도면1a



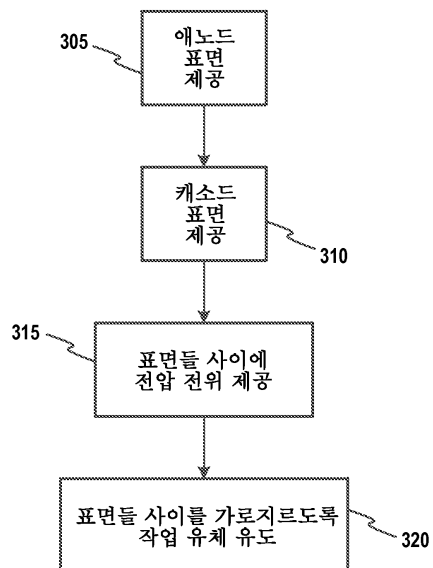
도면1b



도면2



도면3



도면4

