(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0043764
(43) 공개일자 2024년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/04089 (2016.01) *H01M 4/88* (2006.01)
H01M 8/04014 (2016.01) *H01M 8/04082* (2016.01)
H01M 8/04119 (2016.01) *H01M 8/04298* (2016.01)
H01M 8/0606 (2016.01) *H01M 8/0662* (2016.01)
H01M 8/1004 (2016.01) *H01M 8/1007* (2016.01)
H01M 8/22 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01M 8/04089 (2013.01)
H01M 4/8807 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7005566
(22) 출원일자(국제) 2022년08월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년02월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2022/040367
(87) 국제공개번호 WO 2023/022995
국제공개일자 2023년02월23일
(30) 우선권주장
63/234,137 2021년08월17일 미국(US)
17/589,287 2022년01월31일 미국(US)

(71) 출원인
아모지 인크.
미국 뉴욕 (우편번호 11205) 브루클린 모리스 애버뉴 19
(72) 발명자
최 종원
미국 11205 뉴욕 브루클린 모리스 애버뉴 19
조 영숙
미국 11205 뉴욕 브루클린 모리스 애버뉴 19
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 김지우, 조윤성

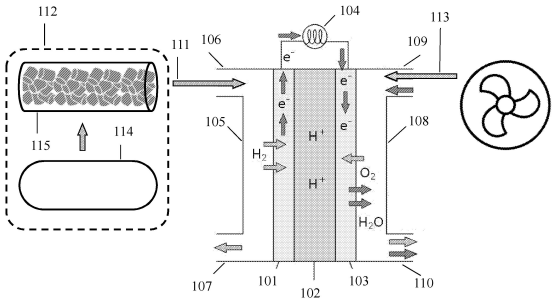
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 발명의 명칭 **수소의 가공처리를 위한 시스템 및 방법**

(57) 요 약

본 개시내용은, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하며, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인, 연료 전지를 제공한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01M 8/04022 (2013.01)
H01M 8/04156 (2013.01)
H01M 8/04201 (2013.01)
H01M 8/04298 (2013.01)
H01M 8/0606 (2013.01)
H01M 8/0662 (2013.01)
H01M 8/1004 (2013.01)
H01M 8/1007 (2016.02)
H01M 8/222 (2013.01)
(72) 발명자
김 현호
미국 11205 뉴욕 브루클린 모리스 애버뉴 19
존슨 그레고리 로버트
미국 11205 뉴욕 브루클린 모리스 애버뉴 19

명 세 서

청구범위

청구항 1

연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법이며,

(a) 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는

i. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

ii. 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

iii. 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 (i) 연료 전지의 수소 소비율을 증가시키거나, 또는 (ii) 동일한 수소 소비율에서 연료 전지의 출력 전압을 증가시키도록 구성된 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (1) 하나 이상의 컷, (2) 하나 이상의 컷아웃, (3) 하나 이상의 홈, 또는 (4) 이들의 임의의 조합을 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및

(b) 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계;

(c) 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및

(d) 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 하나 이상의 특징부가 수소 소비율을 적어도 20%만큼 증가시키는 것인 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 하나 이상의 특징부가 전압을 적어도 10%만큼 증가시키는 것인 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 질소가 하나 이상의 특징부에 의해 제1 채널 외부로 연속적으로 퍼징되고, 그에 따라 제1 채널에서 질소 축적이 감소되고, 이로써 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 수소 소비율이 증가하는 것인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율이 제1 연속 스트림 중의 수소의 적어도 약 20%인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 수소, 질소, 또는 물 중 적어도 하나를 퍼징하기 위해 수소 소비율을 간헐적으로 감소시키는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 수소 소비율을 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키는 것

을 추가로 포함하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 하나 이상의 연소 가열기의 하나 이상의 연소 배기물에서 암모니아 개질기로 지향되는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 플레어링하는 것을 추가로 포함하며, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 암모니아 개질기의 가열을 위해 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통되고, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 수용하기 위해 연료 전지와 유체 소통되는 것인 방법.

청구항 9

연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법이며,

(a) 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는

i. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

ii. 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

iii. 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및

(b) 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계;

(c) 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및

(d) 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계

를 포함하며, 여기서 제1 연속 스트림이 약 25 몰% 질소 및 약 75 몰% 수소를 포함하고 제2 연속 스트림이 적어도 20 몰% 산소를 포함할 때

연료 전지는 적어도 약 0.05 W/㎠인, 애노드의 투영 표면적에 대한 연료 전지의 전력 출력의 비율을 제공하도록 구성된 것인

방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 비율이 적어도 약 0.2 W/㎠인 방법.

청구항 11

연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법이며,

(a) 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는

i. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

ii. 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

iii. 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및

(b) 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계;

(c) 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및

(d) 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 기준 전력의 적어도 50%인 전력을 생성하는 단계로서, 여기서 기준 전력은 제1 유입구 내로 적어도 99 몰% 수소를 포함하는 스트림을 수용하는 연료 전지를 사용하여 생성되고, 여기서 전력은 기준 전력과 동일한 전류 또는 동일한 수소 소비율에서 생성되는 것인 단계

를 포함하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 전력이 기준 전력의 적어도 80%인 방법.

청구항 13

연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법이며,

(a) 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는

i. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

ii. 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

iii. 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 10 ㎜ 미만의 깊이를 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및

(b) 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계;

(c) 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및

(d) 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 연료 전지가 애노드와 유체 소통되는 복수의 채널을 포함하며, 여기서 복수의 채널은 제1 채널을 포함하는 것인 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 복수의 채널이 서로 인접한 층들의 적층물을 포함하는 것인 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 복수의 채널 중의 적어도 하나의 채널이 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하지 않거나 이들이 결여되어 있는 것인 방법.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 특징부가 제1 채널의 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 추가로 구성되며, 여기서 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이

상의 불순물 중 하나 이상을 포함하는 것인 방법.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 특징부가, 연료 전지가 전기를 생성하고 있는 동안 연료 전지로부터 질소를 퍼징하도록 구성된 것인 방법.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 연속 스트림 중의 암모니아 농도가 1000 ppm 이하인 방법.

청구항 20

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 특징부가 연료 전지의 전력 밀도를 적어도 10%만큼 증가시키는 것인 방법.

청구항 21

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 연료 전지로부터의 미전환 수소를 포함하는 제3 연속 스트림을 출력하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 미전환 수소를 포함하는 제3 연속 스트림을 암모니아 개질기로 지향시키고, 미전환 수소를 연소시켜 암모니아 개질기를 가열하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 미전환 수소의 연소 전에 제3 연속 스트림 중의 물을 제거하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 24

제21항에 있어서, 제3 연속 스트림을 플레어링하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 25

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 제1 연속 스트림의 절대 압력을 변조하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 미전환 수소의 역류를 방지하기 위해 연료 전지의 하류에 배치된 것인 방법.

청구항 27

제1항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서, 연료 전지가 복수의 연료 전지를 포함하고, 암모니아 개질기가 수소 및 질소를 포함하는 복수의 스트림을 복수의 연료 전지에 제공하는 것인 방법.

청구항 28

제27항에 있어서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지가 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지와 상이한 전력을 출력하는 것인 방법.

청구항 29

제27항 또는 제28항에 있어서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지가 복수의 스트림 중 하나의 스트림을 수용하며, 여기서 스트림은 복수의 스트림 중 다른 스트림의 유량과 상이한 유량을 포함하는 것인 방법.

청구항 30

시스템이며,

(a) 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하도록 구성된 암모니아 개질기;

(b) 암모니아 개질기와 유체 소통되고,

i. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

ii. 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

iii. 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하는 연료 전지; 및

(c) 실행가능한 명령어들을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 제어기

를 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 (i) 수소 소비율을 증가시키거나, 또는 (ii) 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 증가시키도록 구성된 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고;

여기서 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은

i. 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하고;

ii. 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 연료 전지의 캐소드로 지향시키고;

iii. 제1 연속 스트림을 연료 전지의 애노드로 지향시켜 수소 및 산소를 반응시켜 전기를 생성하도록

구성된 것인

시스템.

청구항 31

연료 전지이며,

(a) 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

(b) 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

(c) 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고;

여기서 제1 유입구에 약 25 몰% 질소 및 약 75 몰% 수소를 포함하는 제1 연속 스트림이 공급되고 제2 유입구에 적어도 20 몰% 산소를 포함하는 제2 연속 스트림이 공급될 때

연료 전지는 적어도 약 0.05 W/㎠인, 애노드의 투영 표면적에 대한 연료 전지의 전력 출력의 비율을 제공하도록 구성된 것인

연료 전지.

청구항 32

연료 전지이며,

(a) 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

(b) 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

(c) 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고;

여기서 연료 전지는 연료 전지에 질소 및 수소를 제공하도록 구성된 암모니아 개질기와 유체 소통되고;

여기서 연료 전지는 기준 전력의 적어도 80%의 전력을 생성하도록 구성되고, 여기서 기준 전력은 제1 유입구 내로 적어도 99 몰% 수소를 포함하는 연속 스트림을 수용하는 연료 전지를 사용하여 생성되고, 여기서 전력은 기준 전력과 동일한 전류 또는 동일한 수소 소비율에서 생성되는 것인

연료 전지.

청구항 33

시스템이며,

(a) 암모니아 개질기;

(b) 암모니아 개질기와 유체 소통되고,

i. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로;

ii. 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및

iii. 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널

을 포함하는 연료 전지; 및

(c) 실행가능한 명령어들을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 제어기

를 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 10 ㎜ 미만의 깊이를 포함하고;

여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고;

여기서 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은

i. 암모니아를 암모니아 개질기로 지향시켜 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하고;

ii. 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 연료 전지의 캐소드로 지향시키고;

iii. 제1 연속 스트림을 연료 전지의 애노드로 지향시켜 수소 및 산소를 반응시켜 전기를 생성하도록

구성된 것인

시스템.

청구항 34

연료 전지이며,

애노드;

캐소드; 및

애노드와 캐소드 사이의 막

을 포함하고; 여기서 애노드는, 전류를 생성하기 위해 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질을 가공처리하도록 상기 공급원 물질을 애노드로 지향시키기 위한 하나 이상의 채널을 갖는 애노드 기체 확산 층을 포함하고, 여기서 하나 이상의 채널은 애노드 기체 확산 층을 통한 공급원 물질의 확산 및 수송을 향상시키도록 구성된 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, 또는 (iii) 하나 이상의 홈을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하고,

여기서 하나 이상의 특징부는 질소가 애노드 기체 확산 층에 축적되지 않도록 애노드 기체 확산 층으로부터의 질소의 유동을 연료 전지의 외부로 지향시키도록 구성된 것인

연료 전지.

발명의 설명

기 술 분 야

배 경 기 술

[0001] **상호 참조**

[0002] 본 출원은, 2021년 8월 17일에 출원된 미국 가특허 출원 번호 63/234,137의 이익을 주장하는, 2022년 1월 31일에 출원된 미국 특허 출원 번호 17/589,287에 대한 우선권을 주장하며, 이들 각각은 모든 목적상 그 전체가 본원에 참조로 포함된다.

[0003] **배경**

[0004] 연료 공급원을 사용하여 다양한 시스템에 전력을 공급할 수 있다. 연료 공급원은 연료의 단위 질량 당 저장되는 또는 추출가능한 에너지의 양에 상응하는 비에너지를 가질 수 있다. 연료 공급원은 이러한 시스템이 에너지(예를 들어, 전기 에너지)를 생성하고/거나 전력을 전달 (예를 들어, 이동 또는 운송 목적으로)할 수 있도록 다양한 시스템에 제공될 수 있다.

발명의 내용

[0005] **요약**

[0006] 수소는 다양한 시스템에 전력을 공급하기 위한 청정 에너지원으로 활용될 수 있다. 수소는, 약 45 메가줄/킬로그램 (MJ/kg)의 비에너지 (열)를 갖는 디젤, 가솔린, 또는 제트 연료와 같은 다른 유형의 연료, 또는 약 0.95 MJ/kg의 비에너지 (전기)를 갖는 리튬-이온 배터리에 비해 뚜렷한 이점을 제공할 수 있다. 대조적으로, 수소는 140 MJ/kg의 비에너지 (열)를 갖는다. 이와 같이, 1 kg의 수소는 약 3 kg의 가솔린 또는 등유와 동일한 양의 에너지를 제공할 수 있다. 따라서, 연료 공급원으로서의 수소는 다른 전통적인 연료 공급원과 유사한 양의 에너지를 제공하는 데 필요한 연료량 (질량 기준)을 감소시키도록 도울 수 있다. 또한, 연료 공급원 (예를 들어, 연소 반응물)으로서 수소를 사용하는 시스템은 일반적으로 물과 같은 양성 또는 비독성 부산물을 생성하면서 이산화탄소 및 아산화질소 배출물을 최소로 또는 0에 가깝게 생성함으로써, 연료 공급원으로서 수소를 사용하는 다양한 시스템 (예를 들어, 수송 방식)의 환경적 영향을 감소시킨다.

[0007] 전기 에너지를 생성하기 위해 수소 및/또는 수소와 질소의 혼합물을 가공처리하기 위한 종래의 시스템 및 방법에 대한 다양한 제한이 본원에서 인식되었다. 예를 들어, 상업적으로 입수가능한 연료 전지는 수소 및 기타 불순물 (예를 들어, 암모니아 및/또는 질소 등의 기체)을 포함하는 공급원 물질을 가공처리할 때 시간에 따라 열화된 성능을 나타낼 수 있다. 수소 캐리어로부터 추출된 수소는 연료 전지 성능 (예를 들어, 공급원 물질의 전기 에너지로의 전환 효율)에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 하나 이상의 다른 요소 또는 화합물을 포함할 수 있으므로, 상업적으로 입수가능한 연료 전지는 수소가 연료 전지에 공급되기 전에 다른 물질로부터의 수소의 분리를 필요로 할 수 있고, 이는 시간 소모적이고 자원 집약적일 수 있다.

[0008] 본 개시내용은 전기 에너지를 생성하기 위해 공급원 물질을 가공처리하기 위한 종래 시스템의 적어도 상기 언급된 단점을 해결하기 위한 시스템 및 방법을 제공한다. 본 출원은 일반적으로 에너지 (예를 들어, 전기 에너지)를 생성하기 위해 공급원 물질 (예를 들어, 수소 및/또는 질소)을 가공처리하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 에너지는 차량과 같은 시스템에 전력을 공급하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시양태에서, 차량은 드론, 소형 차량, 대형 차량, 또는 해양 차량을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 차량은 인간 또는 컴퓨터에 의해 작동되도록 구성될 수 있다. 일부 실시양태에서, 차량은 자율적 또는 반자율적일 수 있다. 공급원 물질은 수소 및 다른 요소 또는 화합물을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질은 수소와 질소의 혼합물을 포함할 수 있다. 공급원 물질은 다른 불순물을 포함할 수 있거나 포함하지 않을 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질은 연료 전지에 제공되기 전에 여과될 수 있다. 이러한 여과는 공급원 물질로부터 일산화탄소 및/또는 암모니아를 제거하는 데 사용될 수 있다. 본 개시내용의 시스템 및 방법은 질소 및/또는 암모니아를 제거하기 위해 수소 혼합물의 여과 또는 정제를 필요로 하지 않으면서 수소 혼합물을 전기 에너지로 전환하는 데 사용될 수

있다.

[0009] 하나의 측면에서, 본 개시내용은 수소를 가공처리하여 전류를 생성하기 위한 연료 전지를 제공한다. 연료 전지는 애노드(anode), 캐소드(cathode), 및 애노드와 캐소드 사이의 막을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 애노드는 전류를 생성하기 위해 공급원 물질의 가공처리를 용이하게 하도록 공급원 물질을 애노드로 지향시키기 위한 하나 이상의 채널을 갖는 애노드 기체 확산 층을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 채널은 (i) 애노드 기체 확산 층을 통한 공급원 물질의 확산 및 수송을 향상시키고 (ii) 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 표면 특징부를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 수소 및/또는 질소를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 선택 물질은 적어도 질소를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 선택 물질은 하나 이상의 불순물 또는 미전환 암모니아를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 질소가 애노드 기체 확산 층에 축적되지 않도록 애노드 기체 확산 층으로부터의 질소의 유동을 연료 전지의 외부로 지향시키도록 구성된다.

[0010] 일부 실시양태에서, 공급원 물질의 가공처리는 공급원 물질의 하나 이상의 수소 분자를 하나 이상의 양성자 및 하나 이상의 전자로 해리시키는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 애노드 기체 확산 층은 펠트 물질, 포움 물질, 천 물질, 또는 종이 물질을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 탄소계 물질 (예를 들어, 탄소 섬유)일 수 있다.

[0011] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 표면 특징부는 하나 이상의 채널의 표면 상에 하나 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷 또는 홈은 하나 이상의 채널의 표면의 일부를 가로질러 연장될 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로 평행한 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로 수직인 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로에 대해 일정 각도로 배치된 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 각도는 0도 내지 약 90도의 범위일 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로 교차하는 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷 또는 홈은 교차하지 않는 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 표면 특징부는 하나 이상의 채널의 표면 상에 하나 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 하나 이상의 채널의 표면의 일부를 가로질러 연장될 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로 평행한 2개 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로 수직인 2개 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로에 대해 일정 각도로 배치된 2개 이상의 컷아웃 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 각도는 0도 내지 약 90도의 범위일 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로 교차하는 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 교차하지 않는 2개 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부 중 하나의 특징부는 약 0.01 밀리미터 (㎜) 내지 약 10 ㎜ 범위의 깊이를 갖는다.

[0012] 일부 실시양태에서, 애노드 기체 확산 층은 하나 이상의 층을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 층은 2개 이상의 층을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 2개 이상의 층 중 적어도 하나의 층은 하나 이상의 표면 특징부를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 표면 특징부는 (i) 하나 이상의 컷 또는 홈 또는 (ii) 하나 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 2개 이상의 층은 표면 특징부의 제1 세트를 포함하는 제1 층 및 표면 특징부의 제2 세트를 포함하는 제2 층을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 특징부의 동일한 또는 유사한 세트를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 상이한 형상, 치수, 위치, 또는 배향을 갖는 특징부의 상이한 세트를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 중첩되거나 부분적으로 중첩될 수 있다. 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 중첩되지 않을 수 있거나 중첩될 필요가 없다.

[0013] 일부 실시양태에서, 캐소드는 하나 이상의 공기 유동 채널을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 캐소드는 캐소드 집전 층 및 캐소드 기체 확산 층을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 공기 유동 채널 또는 그의 서브세트는 집전 층으로서 기능하도록 구성될 수 있다. 일부 실시양태에서, 애노드는 애노드 집전 층을 추가로 포함할 수 있다.

[0014] 또 다른 측면에서, 본 개시내용은 연료 전지 시스템을 제공한다. 연료 전지 시스템은 서로 인접하여 배열되거나 서로의 상단에 적층된 본원에 개시된 복수의 연료 전지를 포함할 수 있다. 복수의 연료 전지는 애노드, 캐

소드, 및 애노드와 캐소드 사이에 배치된 전해질을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 애노드는 전류를 생성하기 위해 공급원 물질의 가공처리를 용이하게 하도록 공급원 물질을 애노드를 통해 지향시키기 위한 하나 이상의 채널을 갖는 애노드 기체 확산 층을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 채널은 (i) 애노드 기체 확산 층을 통한 공급원 물질의 확산 및 수송을 향상시키고 (ii) 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 표면 특징부를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 연료 전지 시스템은 복수의 연료 전지와 유체 소통되는 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기는 (i) 공급원 물질을 생성하고 (ii) 공급원 물질을 연료 전지에 제공하도록 구성된다. 일부 실시양태에서, 연료 전지 시스템은 연료 전지가 전기를 생성하고 있는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된 컴퓨터를 포함한다. 일부 실시양태에서, 컴퓨터는 질소의 연속적 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된다. 일부 실시양태에서, 연료 전지 시스템은 공급원 물질을 수용하도록 구성된 하나 이상의 유입구 포트를 추가로 포함하며, 여기서 공급원 물질 중의 암모니아 농도는 1 백만분율 (ppm) 미만이다. 일부 실시양태에서, 연료 전지 시스템은 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소를 연소 가열을 위한 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기로 지향시키도록 구성된 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함한다.

[0015] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 (i) 연료 전지의 수소 소비율을 증가시키거나, 또는 (ii) 동일한 수소 소비율에서 연료 전지의 출력 전압을 증가시키도록 구성된 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (1) 하나 이상의 컷, (2) 하나 이상의 컷아웃, (3) 하나 이상의 홈, 또는 (4) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계를 포함하는, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법을 제공한다.

[0016] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율을 증가시킨다.

[0017] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다.

[0018] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시킨다.

[0019] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 증가시킨다.

[0020] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 전압을 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다.

[0021] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시킨다.

[0022] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 연료 전지 외부로 질소를 연속적으로 퍼징한다.

[0023] 일부 실시양태에서, 질소는 하나 이상의 특징부에 의해 제1 채널 외부로 연속적으로 퍼징되고, 그에 따라 제1 채널에서 질소 축적이 감소되고, 이로써 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 수소 소비율이 증가한다.

[0024] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율은 제1 연속 스트림 중의 수소의 적어도 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99%이다.

[0025] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율은 제1 연속 스트림 중의 수소의 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99% 이하이다.

[0026] 일부 실시양태에서, 방법은 수소, 질소, 또는 물 중 적어도 하나를 퍼징하기 위해 수소 소비율을 간헐적으로 감소시키는 것을 추가로 포함한다.

[0027] 일부 실시양태에서, 방법은 수소 소비율을 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키는 것을 추가로 포함한다.

[0028] 일부 실시양태에서, 방법은, 연료 전지의 수소 소비율을 0으로 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키는 것을 추가로 포함한다.

[0029] 일부 실시양태에서, 방법은 하나 이상의 연소 가열기의 하나 이상의 연소 배기물에서 암모니아 개질기로 지향되는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 플레어링(flaring)하는 것을 추가로 포함하며, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 암모니아 개질기의 가열을 위해 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통되고, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 수용하기 위해 연료 전지와 유체 소통된다.

[0030] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계를 포함하며, 여기서 연료 전지는 제1 연속 스트림이 약 25 몰% 질소 및 약 75 몰% 수소를 포함하고 제2 연속 스트림이 적어도 20 몰% 산소를 포함할 때 적어도 약 0.05 W/㎠인, 애노드의 투영 표면적에 대한 연료 전지의 전력 출력의 비율을 제공하도록 구성된 것인, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법을 제공한다.

[0031] 일부 실시양태에서, 비율은 적어도 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠이다.

[0032] 일부 실시양태에서, 비율은 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠ 이하이다.

[0033] 일부 실시양태에서, 비율은 초 당 적어도 약 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 또는 100000 몰의 수소 유량을 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0034] 일부 실시양태에서, 비율은 초 당 적어도 약 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 몰의 산소 유량을 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0035] 일부 실시양태에서, 비율은 공기를 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0036] 일부 실시양태에서, 비율은 암모니아 개질기로부터의 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0037] 일부 실시양태에서, 애노드 투영 표면적은 평평한 평면 상으로 투영된 애노드의 가능한 최대 표면적을 포함한다.

[0038] 일부 실시양태에서, 애노드 투영 표면적은 애노드의 최대 표면의 표면적을 포함한다.

[0039] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 기준 전력의 적어도 50%인 전력을 생성하는 단계로서, 여기서 기준 전력은 제1 유입구 내로 적어도 99 몰% 수소를 포함하는 스트림을 수용하는 연료 전지를 사용하여 생성되고, 여기서 전력은 기준 전력과 동일한 전류 또는 동일한 수소 소비율

에서 생성되는 것인 단계를 포함하는, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법을 제공한다.

[0040] 일부 실시양태에서, 전력은 기준 전력의 적어도 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99%이다.

[0041] 일부 실시양태에서, 전력은 기준 전력의 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99% 이하이다.

[0042] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 10 ㎜ 미만의 깊이를 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계를 포함하는, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법을 제공한다.

[0043] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 미만의 깊이를 포함한다.

[0044] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 초과의 깊이를 포함한다.

[0045] 일부 실시양태에서, 깊이는 제1 채널의 두께의 적어도 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 7/8, 15/16, 또는 31/32이다.

[0046] 일부 실시양태에서, 깊이는 제1 채널의 두께의 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 7/8, 15/16, 또는 31/32 이하이다.

[0047] 일부 실시양태에서, 제1 채널은 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9인 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율을 포함한다.

[0048] 일부 실시양태에서, 제1 채널은 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9 이하인 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율을 포함한다.

[0049] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 2개 이상의 특징부를 포함한다.

[0050] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 평행하다.

[0051] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 수직이다.

[0052] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트에 대해 일정 각도에 있으며, 여기서 각도는 0 내지 90도, 15 내지 75도, 0 내지 30도, 또는 30 내지 60도이다.

[0053] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 연결된다.

[0054] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 단절된다.

[0055] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 교차한다.

[0056] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 구불구불한 형상을 포함한다.

[0057] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널의 최장 측면과 실질적으로 평행하다.

[0058] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널의 최단 측면과 실질적으로 평행하다.

[0059] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 애노드와 유체 소통되는 복수의 채널을 포함하며, 여기서 복수의 채널은 제1 채널을 포함한다.

[0060] 일부 실시양태에서, 복수의 채널은 서로 인접한 층들의 적층물(stack)을 포함한다.

[0061] 일부 실시양태에서, 복수의 채널 중의 적어도 하나의 채널은 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하지 않거나 이들이 결여되어 있다.

[0062] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 추가로 구성되며, 여기서 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이상의 불순물 중 하나 이상을 포함한다.

[0063] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 연료 전지로부터의 선택 물질 및 미전환 수소의 방출을 위한 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함한다.

[0064] 일부 실시양태에서, 제1 채널은 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질을 포함한다.

[0065] 일부 실시양태에서, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 탄소계 물질이다.

[0066] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장된다.

[0067] 일부 실시양태에서, 전해질은 양성자-교환 막을 포함한다.

[0068] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 연료 전지가 전기를 생성하는 동안 연료 전지로부터 질소를 퍼징하도록 구성된다.

[0069] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림 중의 암모니아의 농도는 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm 이하이다.

[0070] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림 중의 암모니아의 농도는 적어도 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm이다.

[0071] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 연료 전지의 전력 밀도를 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다.

[0072] 일부 실시양태에서, 연료 전지의 전력 밀도는 적어도 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L이다.

[0073] 일부 실시양태에서, 연료 전지의 전력 밀도는 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L 이하이다.

[0074] 일부 실시양태에서, 방법은 연료 전지로부터의 미전환 수소를 포함하는 제3 연속 스트림을 출력하는 것을 추가로 포함한다.

[0075] 일부 실시양태에서, 방법은 미전환 수소를 포함하는 제3 연속 스트림을 암모니아 개질기로 지향시키는 것을 추가로 포함한다.

[0076] 일부 실시양태에서, 방법은 미전환 수소를 연소시켜 암모니아 개질기를 가열하는 것을 추가로 포함한다.

[0077] 일부 실시양태에서, 방법은 하나 이상의 공기 공급 유닛을 사용하여, 적어도 산소를 암모니아 개질기에 제공하여 제3 연속 스트림 중의 미전환 수소를 연소시키는 것을 추가로 포함한다.

[0078] 일부 실시양태에서, 방법은 미전환 수소의 연소 전에 제3 연속 스트림 중의 물을 제거하는 것을 추가로 포함한다.

[0079] 일부 실시양태에서, 방법은 제3 연속 스트림을 플레어링하는 것을 추가로 포함한다.

[0080] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림은 약 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99, 99.1, 99.2, 99.3, 99.4, 99.5, 99.6, 99.7, 99.8, 또는 99.9 몰%의 수소를 포함한다.

[0081] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림은 적어도 약 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99, 99.1, 99.2, 99.3, 99.4, 99.5, 99.6, 99.7, 99.8, 또는 99.9 몰%의 수소를 포함한다.

[0082] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림의 절대 압력은 적어도 약 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20,

25, 30, 또는 40 bar이다.

[0083] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림의 절대 압력은 약 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 40 bar 이하이다.

[0084] 일부 실시양태에서, 방법은 제1 연속 스트림의 절대 압력을 절대 압력의 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 150, 200, 300, 400, 500, 또는 1000%의 공차 내에서 유지하는 것을 추가로 포함한다.

[0085] 일부 실시양태에서, 방법은 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 제1 연속 스트림의 절대 압력을 변조하는 것을 추가로 포함한다.

[0086] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합은 연료 전지의 상류 또는 하류에 배치된다.

[0087] 일부 실시양태에서, 방법은 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 제3 연속 스트림의 유량을 변조하는 것을 추가로 포함한다.

[0088] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합은 연료 전지의 상류 또는 하류에 배치된다.

[0089] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합은 미전환 수소의 역류를 방지하기 위해 연료 전지의 하류에 배치된다.

[0090] 일부 실시양태에서, 방법은 생성된 전력을 사용하여 하나 이상의 전기 장치에 전력을 공급하는 것을 추가로 포함한다.

[0091] 일부 실시양태에서, 방법은 생성된 전력을 사용하여 하나 이상의 전기 그리드에 전력을 공급하는 것을 추가로 포함한다.

[0092] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 복수의 연료 전지를 포함하고, 암모니아 개질기는 수소 및 질소를 포함하는 복수의 스트림을 복수의 연료 전지에 제공한다.

[0093] 일부 실시양태에서, 방법은 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소를 연소 가열을 위해 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기로 지향시키는 것을 추가로 포함한다.

[0094] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지와 상이한 전력을 출력한다.

[0095] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 전력 출력을 감소시키도록 구성된다.

[0096] 일부 실시양태에서, 방법은 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 복수의 스트림의 유량을 변조하는 것을 추가로 포함한다.

[0097] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 복수의 스트림 중 하나의 스트림을 수용하며, 여기서 스트림은 복수의 스트림 중 다른 스트림의 유량과 상이한 유량을 포함한다.

[0098] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 각각은 복수의 스트림 중 하나를 복수의 스트림 중 다른 것들의 다른 유량의 선택된 공차 내의 또는 그와 대략 동일한 유량으로 수용한다.

[0099] 일부 실시양태에서, 선택된 공차는 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100%이다.

[0100] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지는 다른 연료 전지와 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이한 적어도 하나의 연료 전지를 포함한다.

[0101] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하도록 구성된 암모니아 개질기; 암모니아 개질기와 유체 소통되고, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로, 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널, 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하는 연료 전지; 및 실행가능한 명령어들을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 (i) 수소 소비율을 증가시키거나, 또는 (ii) 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 증가시키도록 구성된 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는

(iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 여기서 제어기에 의해 실행 가능한 명령어들은, 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하고; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 연료 전지의 캐소드로 지향시키고; 제1 연속 스트림을 연료 전지의 애노드로 지향시켜 수소 및 산소를 반응시켜 전기를 생성하도록 구성된 것인, 시스템을 제공한다.

[0102] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율을 증가시킨다.

[0103] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 적어도 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다.

[0104] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시킨다.

[0105] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 증가시킨다.

[0106] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 적어도 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다.

[0107] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시킨다.

[0108] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 연료 전지 외부로 질소를 연속적으로 퍼징한다.

[0109] 일부 실시양태에서, 질소는 하나 이상의 특징부에 의해 제1 채널 외부로 연속적으로 지향되고, 그에 따라 제1 채널에서 질소 축적이 감소되고, 이로써 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 수소 소비율이 증가한다.

[0110] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율은 제1 연속 스트림 중의 수소의 적어도 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99%이다.

[0111] 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율은 제1 연속 스트림 중의 수소의 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99% 이하이다.

[0112] 일부 실시양태에서, 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은 수소, 질소, 또는 물 중 적어도 하나를 퍼징하기 위해 수소 소비율을 간헐적으로 감소시키도록 추가로 구성된다.

[0113] 일부 실시양태에서, 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은 수소 소비율을 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키도록 추가로 구성된다.

[0114] 일부 실시양태에서, 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은 연료 전지의 수소 소비율을 0으로 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키도록 추가로 구성된다.

[0115] 일부 실시양태에서, 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은 하나 이상의 연소 가열기의 하나 이상의 연소 배기물에서 암모니아 개질기로 지향되는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 플레어링하도록 추가로 구성되며, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 암모니아 개질기의 가열을 위해 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통되고, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 수용하기 위해 연료와 유체 소통된다.

[0116] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 여기서 제1 유입구에 약 25 몰% 질소 및 약 75 몰% 수소를 포함하는 제1 연속 스트림이 공급되고 제2 유입구에 적어도 20 몰% 산소를 포함하는 제2 연속 스트림이 공급될 때, 연료 전지는 적어도 약 0.05 W/㎠인, 애노드의 투영 표면적에 대한 연료 전지의 전력 출력의 비율을 제공하도록 구성된 것인, 연료 전지를 제공한다.

[0117] 일부 실시양태에서, 비율은 적어도 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠이다.

[0118] 일부 실시양태에서, 비율은 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠ 이하이다.

[0119] 일부 실시양태에서, 비율은 초 당 적어도 약 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000 몰의 수소 유량을 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0120] 일부 실시양태에서, 비율은 초 당 적어도 약 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 몰의 산소 유량을 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0121] 일부 실시양태에서, 비율은 공기를 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0122] 일부 실시양태에서, 비율은 암모니아 개질기로부터의 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한다.

[0123] 일부 실시양태에서, 애노드의 투영 표면적은 평평한 평면 상으로 투영된 애노드의 가능한 최대 표면적을 포함한다.

[0124] 일부 실시양태에서, 애노드의 투영 표면적은 애노드의 최대 표면의 표면적을 포함한다.

[0125] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 연료 전지는 연료 전지에 질소 및 수소를 제공하도록 구성된 암모니아 개질기와 유체 소통되고; 연료 전지는 기준 전력의 적어도 80%의 전력을 생성하도록 구성되고, 여기서 기준 전력은 제1 유입구 내로 적어도 99 몰% 수소를 포함하는 연속 스트림을 수용하는 연료 전지를 사용하여 생성되고, 여기서 전력은 기준 전력과 동일한 전류 또는 동일한 수소 소비율에서 생성되는 것인, 연료 전지를 제공한다.

[0126] 일부 실시양태에서, 전력은 기준 전력의 적어도 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99%이다.

[0127] 일부 실시양태에서, 전력은 기준 전력의 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99% 이하이다.

[0128] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 암모니아 개질기; 암모니아 개질기와 유체 소통되고, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로, 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널, 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하는 연료 전지; 및 실행가능한 명령어들을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 10 ㎜ 미만의 깊이를 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 여기서 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은, 암모니아를 암모니아 개질기로 지향시켜 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하고; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 연료 전지의 캐소드로 지향시키고; 제1 연속 스트림을 연료 전지의 애노드로 지향시켜 수소 및 산소를 반응시켜 전기를 생성하도록 구성된 것인, 시스템을 제공한다.

[0129] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 미만의 깊이를 포함한다.

[0130] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 초과의 깊이를 포함한다.

[0131] 일부 실시양태에서, 깊이는 제1 채널의 두께의 적어도 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 또는 1/2이다.

[0132] 일부 실시양태에서, 깊이는 제1 채널의 두께의 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 또는 1/2 이하이다.

[0133] 일부 실시양태에서, 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율은 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9이다.

[0134] 일부 실시양태에서, 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율은 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9 이하이다.

[0135] 일부 실시양태에서, 암모니아 개질기는 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm 이하의 암모니아를 추가로 포함하는 제1 연속 스트림을 생성한다.

[0136] 일부 실시양태에서, 암모니아 개질기는 적어도 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm의 암모니아를 추가로 포함하는 제1 연속 스트림을 생성한다.

[0137] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 2개 이상의 특징부를 포함한다.

[0138] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 평행하다.

[0139] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 수직이다.

[0140] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트에 대해 일정 각도에 있으며, 여기서 각도는 0 내지 90도, 15 내지 75도, 0 내지 30도, 또는 30 내지 60도이다.

[0141] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 연결된다.

[0142] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 단절된다.

[0143] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 교차한다.

[0144] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널에 의해 완전히 둘러싸인다.

[0145] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널에 의해 부분적으로 둘러싸인다.

[0146] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 구불구불한 형상을 포함한다.

[0147] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널의 최장 측면과 실질적으로 평행하다.

[0148] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널의 최단 측면과 실질적으로 평행하다.

[0149] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 애노드와 유체 소통되는 복수의 채널을 포함하며, 여기서 복수의 채널은 제1 채널을 포함한다.

[0150] 일부 실시양태에서, 복수의 채널은 서로 인접한 층들의 적층물을 포함한다.

[0151] 일부 실시양태에서, 복수의 채널 중의 적어도 하나의 채널은 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하지 않거나 이들이 결여되어 있다.

[0152] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 추가로 구성되며, 여기서 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이상의 불순물 중 하나 이상을 포함한다.

[0153] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 연료 전지로부터의 선택 물질 및 미전환 수소의 방출을 위한 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함한다.

[0154] 일부 실시양태에서, 제1 채널은 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질을 포함한다.

[0155] 일부 실시양태에서, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 탄소계 물질이다.

[0156] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 제1 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장된다.

[0157] 일부 실시양태에서, 전해질은 양성자-교환 막을 포함한다.

[0158] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 연료 전지가 전기를 생성하고 있는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하도록 구성된다.

[0159] 일부 실시양태에서, 제1 채널에는 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm 이하의 암모니아 농도를 포함하는 스트림이 공급된다.

[0160] 일부 실시양태에서, 제1 채널에는 적어도 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm의 암모니아 농도를 포함하는 스트림이 공급된다.

[0161] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 연료 전지의 전력 밀도를 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다.

[0162] 일부 실시양태에서, 연료 전지의 전력 밀도는 적어도 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L이다.

[0163] 일부 실시양태에서, 연료 전지의 전력 밀도는 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L 이하이다.

[0164] 일부 실시양태에서, 시스템 또는 연료 전지는 연료 전지에 의해 출력된 출구 스트림을 연소시켜 암모니아 개질기를 가열하기 위한 하나 이상의 연소 가열기를 추가로 포함하며, 여기서 출구 스트림은 미전환 수소를 포함한다.

[0165] 일부 실시양태에서, 시스템 또는 연료 전지는 하나 이상의 연소 가열기에 적어도 산소를 제공하기 위한 하나 이상의 공기 공급 유닛을 추가로 포함한다.

[0166] 일부 실시양태에서, 시스템 또는 연료 전지는 미전환 수소의 연소 전에 출구 스트림 중의 물을 제거하기 위한 하나 이상의 탈수기를 추가로 포함한다.

[0167] 일부 실시양태에서, 시스템은 하나 이상의 연소 가열기의 연소 배기물에서 미전환 수소를 플레어링하도록 구성된다.

[0168] 일부 실시양태에서, 시스템 또는 연료 전지는 연료 전지의 입력 스트림 또는 출력 스트림의 절대 압력을 변조하기 위한 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 추가로 포함한다.

[0169] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합은 연료 전지의 상류 또는 하류에 배치된다.

[0170] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합은 미전환 수소의 역류를 감소시키거나 방지하기 위해 연료 전지의 하류에 배치된다.

[0171] 일부 실시양태에서, 시스템 또는 연료 전지는 전기화학 회로에 연결된 전기 부하를 추가로 포함한다.

[0172] 일부 실시양태에서, 전기 부하는 하나 이상의 전기 장치를 포함한다.

[0173] 일부 실시양태에서, 전기 부하는 하나 이상의 전기 그리드를 포함한다.

[0174] 일부 실시양태에서, 전기 부하는 엔진 또는 모터를 포함한다.

[0175] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통되는 복수의 연료 전지를 포함하며, 여기서 암모니아 개질기는 복수의 연로 전지에 수소 및 질소를 포함하는 복수의 스트림을 제공하도록 구성된다.

[0176] 일부 실시양태에서, 시스템은 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소를 암모니아 개질기와 열 소통되는 하나 이상의 연소기로 지향시키도록 구성된다.

[0177] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지와 상이한 전력 출력을 포함한다.

[0178] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 전력 출력을 감소시키도록 구성된다.

[0179] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지와 유체 소통되는 하나 이상의 암모니아 개질기는 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지에 또 다른 연료 전지에 제공되는 또 다른 스트림의 유량과 상이한 유량을 포함하는 스트림을 제공한다.

[0180] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지와 유체 소통되는 하나 이상의 암모니아 개질기는 복수의 연료 전지에 복수의 스트림을 제공하도록 구성되며, 여기서 복수의 스트림의 유량은 복수의 스트림 중 다른 것들의 다른 유량의 선택된 공차 내에 있거나 그와 대략 동일하다.

[0181] 일부 실시양태에서, 선택된 공차는 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100%이다.

[0182] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지는 다른 연료 전지와 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이한 적어도 하나의 연료 전지를 포함한다.

[0183] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 애노드; 캐소드; 및 애노드와 캐소드 사이의 막을 포함하며, 여기서 애노드는, 전류를 생성하기 위해 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질을 가공처리하도록 상기 공급원 물질을 애노드로 지향시키기 위한 하나 이상의 채널을 갖는 애노드 기체 확산 층을 포함하고, 여기서 하나 이상의 채널은 애노드 기체 확산 층을 통한 공급원 물질의 확산 및 수송을 향상시키도록 구성된 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, 또는 (iii) 하나 이상의 홈을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 질소가 애노드 기체 확산 층에 축적되지 않도록 애노드 기체 확산 층으로부터의 질소의 유동을 연료 전지의 외부로 지향시키도록 구성된 것인, 연료 전지를 제공한다.

[0184] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 2개 이상의 특징부를 포함한다.

[0185] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 추가로 구성되며, 여기서 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이상의 불순물 중 하나 이상을 포함한다.

[0186] 일부 실시양태에서, 연료 전지는 연료 전지로부터의 선택 물질 및 미전환 수소의 방출을 위한 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함한다.

[0187] 일부 실시양태에서, 공급원 물질의 가공처리는 공급원 물질의 하나 이상의 수소 분자를 하나 이상의 양성자 및 하나 이상의 전자로 해리시키는 것을 포함한다.

[0188] 일부 실시양태에서, 애노드 기체 확산 층은 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질을 포함한다.

[0189] 일부 실시양태에서, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 탄소계 물질이다.

[0190] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 하나 이상의 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장된다.

[0191] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 서로 평행하다.

[0192] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 서로 수직이다.

[0193] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 서로에 대해 일정 각도로 배치되며, 여기서 각도는 0도 내지 90도의 범위이다.

[0194] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 서로 교차한다.

[0195] 일부 실시양태에서, 2개 이상의 특징부는 교차하지 않는다.

[0196] 일부 실시양태에서, 애노드 기체 확산 층은 복수의 층을 포함한다.

[0197] 일부 실시양태에서, 복수의 층 중 적어도 하나의 층은 하나 이상의 특징부를 포함하는 하나 이상의 채널을 포함한다.

[0198] 일부 실시양태에서, 복수의 층은 특징부의 제1 세트를 포함하는 제1 층 및 특징부의 제2 세트를 포함하는 제2 층을 포함한다.

[0199] 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 특징부의 동일한 또는 유사한 세트를 포함한다.

[0200] 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 상이한 형상, 치수, 위치, 또는 배향을 갖는 특징부의 상이한 세트를 포함한다.

[0201] 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 중첩되거나 부분적으로 중첩된다.

[0202] 일부 실시양태에서, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 중첩되지 않는다.

[0203] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부 중 적어도 하나의 특징부는 약 0.01 밀리미터 (㎜) 내지 약 10 ㎜ 범위의 깊이를 갖는다.

[0204] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 본원에 개시된 연료 전지를 포함하는 복수의 연료 전지, 복수의 연료 전지와 유체 소통되는 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기를 포함하며, 여기서 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기는 (i) 공급원 물질을 생성하고 (ii) 공급원 물질을 연료 전지에 제공하도록 구성된 것인, 연료 전지 시스템을 제공한다.

[0205] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지는 (i) 측방향 구성으로 서로 인접하여 또는 (ii) 적층형 구성으로 서로의 상단에 배열된다.

[0206] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지는 적어도 하나의 양성자-교환 막 연료 전지 (PEMFC)를 포함한다.

[0207] 일부 측면에서, 본 개시내용은, 본원에 개시된 연료 전지를 포함하며, 연료 전지가 전기를 생성하는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된 제어기를 포함하는 연료 전지 시스템을 제공한다.

[0208] 일부 실시양태에서, 연료 전지 시스템은 연료 전지가 전기를 생성하는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된 제어기를 추가로 포함한다.

[0209] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부 중 적어도 하나의 특징부는 약 0.01 밀리미터 (mm) 내지 약 10 mm 범위의 깊이를 갖는다.

[0210] 일부 실시양태에서, 연료 전지 시스템은 공급원 물질을 수용하도록 구성된 하나 이상의 유입구 포트를 추가로 포함하며, 여기서 공급원 물질 중의 암모니아 농도는 1 ppm 미만이다.

[0211] 일부 실시양태에서, 연료 전지 시스템은 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소를 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기로 지향시키도록 구성된 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함하며, 여기서 미전환 수소는 암모니아 개질기 또는 반응기를 가열하기 위해 연소된다.

[0212] 본 개시내용의 또 다른 측면은, 하나 이상의 컴퓨터 프로세서에 의해 실행시, 상기 또는 본원 다른 부분의 방법 중 임의의 것을 구현하는 기계 실행가능 코드를 포함하는 비-일시적 컴퓨터 판독가능 매체를 제공한다.

[0213] 본 개시내용의 또 다른 측면은 하나 이상의 컴퓨터 프로세서 및 그에 커플링된 컴퓨터 메모리를 포함하는 시스템을 제공한다. 컴퓨터 메모리는, 하나 이상의 컴퓨터 프로세서에 의해 실행시, 상기 또는 본원 다른 부분의 방법 중 임의의 것을 구현하는 기계 실행가능 코드를 포함한다.

[0214] 본 개시내용의 추가적인 측면 및 이점은 본 개시내용의 단지 예시적인 실시양태가 나타나고 기재되는 하기 상세한 설명으로부터 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 쉽게 명백해질 것이다. 이해되는 바와 같이, 본 개시내용은 다른 및 상이한 실시양태가 가능하며, 그의 여러 세부사항은 모두 개시내용으로부터 벗어나지 않으면서 다양하고 명백한 측면에서 수정이 가능하다. 따라서, 도면 및 설명은 제한적이 아닌 본질적으로 예시적인 것으로 간주되어야 한다.

[0215] **참조문헌의 포함**

[0216] 본 명세서에 언급된 모든 공개물, 특허, 및 특허 출원은 각각의 개별 공개물, 특허, 또는 특허 출원이 참조로 포함된다고 구체적이고 개별적으로 표시된 것과 동일한 정도로 본원에 참조로 포함된다. 참조로 포함되는 공개물 및 특허 또는 특허 출원이 명세서에 함유된 개시내용과 모순되는 경우, 명세서는 임의의 그러한 모순되는 자료를 대체하고/거나 그에 우선하도록 의도된다.

도면의 간단한 설명

[0217] 특허 또는 출원 파일은 컬러로 실행된 적어도 하나의 도면을 함유한다. 컬러 도면(들)을 갖는 본 특허 또는 특허 출원 공개물의 사본은 요청 및 필수 수수료 지불시 관청에 의해 제공될 것이다.

본 발명의 신규한 특징은 첨부된 청구범위에서 구체적으로 기재된다. 본 발명의 특징 및 이점에 대한 보다 나은 이해는 본 발명의 원리가 활용되는 예시적 실시양태를 기재하는 하기 상세한 설명, 및 첨부 도면 (또한 본원에서 "도")을 참조로 하여 얻어질 것이며, 도면에서

도 1은 일부 실시양태에 따른 연료 전지 시스템을 개략적으로 예시한다.

도 2a-2b는 종래의 연료 전지의 기체 확산 층에서의 H_2/N_2 확산을 개략적으로 예시한다.

도 3은 일부 실시양태에 따른 하나 이상의 컷을 포함하는 애노드 채널에 대한 성능 개선을 개략적으로 예시한다.

도 4는 일부 실시양태에 따른 하나 이상의 컷아웃을 포함하는 애노드 채널에 대한 성능 개선을 개략적으로 예시한다.

도 5는 일부 실시양태에 따른 다양한 다층 디자인을 포함하는 애노드 채널에 대한 성능 개선을 개략적으로 예시한다.

도 6은 일부 실시양태에 따른 복수의 연료 전지를 포함하는 연료 전지의 적층물을 개략적으로 예시한다.

도 7은, 일부 실시양태에 따른, 질소가 수소 기체 혼합물 중에 존재할 때 (3:1 수소 및 질소 부피비) 다층 기체 확산 층 디자인을 갖는 연료 전지의 적층물에 대한 내구성 시험 결과를 개략적으로 예시한다.

도 8은, 일부 실시양태에 따른, 암모니아 개질 공정으로부터 생성된 수소 및 질소 기체 혼합물 스트림을 갖는 다층 기체 확산 층 디자인을 갖는 연료 전지의 적층물에 대한 내구성 시험 결과를 개략적으로 예시한다.

도 9는 일부 실시양태에 따른 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질의 가공처리를 위한 시스템을 개략적으로 예시한다.

도 10은 일부 실시양태에 따른 연료 전지에 대한 개질물 기체의 공급 공정을 개략적으로 예시한다.

도 11은 일부 실시양태에 따른 연료 전지의 애노드 채널에 활용될 수 있는 컷 구성의 다양한 예를 개략적으로 예시한다.

도 12는 일부 실시양태에 따른 연료 전지의 애노드 채널에 활용될 수 있는 컷아웃 구성의 다양한 예를 개략적으로 예시한다.

도 13은 일부 실시양태에 따른 다층 애노드 채널 디자인의 다양한 예를 개략적으로 예시한다.

도 14는 본원에 제공된 방법을 구현하도록 프로그래밍된 또는 달리 구성된 컴퓨터 시스템을 개략적으로 예시한다.

도 15는 일부 실시양태에 따른 다른 연료와 비교한 암모니아의 에너지 밀도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0218] **상세한 설명**

[0219] 본 발명의 다양한 실시양태가 본원에 나타나고 설명되었지만, 이러한 실시양태는 단지 예로서 제공됨이 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 본 발명을 벗어나지 않으면서 다양한 변형, 변화, 및 대체가 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 나타날 수 있다. 본원에 기재된 본 발명의 실시양태에 대한 다양한 대안이 사용될 수 있음이 이해되어야 한다.

[0220] 용어 "적어도", "초과", 또는 "이상"이 2개 이상의 수치의 시리즈 중 첫 번째 수치에 선행될 때마다, 용어 "적어도", "초과", 또는 "이상"은 수치의 그 시리즈 내의 수치 각각에 적용된다. 예를 들어, 1, 2, 또는 3 이상은 1 이상, 2 이상, 또는 3 이상과 동등하다.

[0221] 용어 "최대", "미만", 또는 "이하"가 2개 이상의 수치의 시리즈 중 첫 번째 수치에 선행될 때마다, 용어 "최대", "미만", 또는 "이하"는 수치의 그 시리즈 내의 수치 각각에 적용된다. 예를 들어, 3, 2, 또는 1 이하는 3 이하, 2 이하, 또는 1 이하와 동등하다.

[0222] 용어 "실시간", "실-시간"은 본원에서 상호교환가능하게 사용되며, 일반적으로 최근에 얻어진 (예를 들어, 수집된 또는 수신된) 데이터를 사용하여 수행되는 이벤트 (예를 들어, 작업, 공정, 방법, 기술, 산출, 계산, 분석, 시각화, 최적화 등)를 지칭한다. 일부 경우에, 실시간 이벤트는 거의 즉시 또는 충분히 짧은 시간 범위 내에, 예컨대 적어도 0.0001 밀리초 (ms), 0.0005 ms, 0.001 ms, 0.005 ms, 0.01 ms, 0.05 ms, 0.1 ms, 0.5 ms, 1 ms, 5 ms, 0.01초, 0.05초, 0.1초, 0.5초, 1초, 또는 그 초과 내에 수행될 수 있다. 일부 경우에, 실시간 이벤트는 거의 즉시 또는 충분히 짧은 시간 범위 내에, 예컨대 최대 1초, 0.5초, 0.1초, 0.05초, 0.01초, 5 ms, 1 ms, 0.5 ms, 0.1 ms, 0.05 ms, 0.01 ms, 0.005 ms, 0.001 ms, 0.0005 ms, 0.0001 ms, 또는 그 미만 내에 수행될 수 있다.

[0223] 용어 "A 및 B 중 적어도 하나" 및 "A 또는 B 중 적어도 하나"는 단지 A, 단지 B, 또는 A 및 B 둘 다를 의미하는 것으로 이해될 수 있다. 용어 "A 및/또는 B"는 단지 A, 단지 B, 또는 A 및 B 둘 다를 의미하는 것으로 이해될 수 있다.

[0224] **연료 전지**

[0225] 하나의 측면에서, 본 개시내용은 공급원 물질의 가공처리를 위한 하나 이상의 연료 전지를 제공한다. 도 1은 일부 실시양태에 따른 연료 전지를 개략적으로 예시한다. 연료 전지는 애노드(101), 캐소드(103), 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질(102)을 포함하는 전기화학 회로를 포함할 수 있다. 전기화학 회로는 연료 전지에 의해 생성된 전기 에너지를 수용하도록 구성된 전기 부하(104)를 포함할 수 있다. 연료 전지는 제1 유입구(106) 및 제1 유출구(107)를 포함하는 제1 채널(105; "애노드 채널")을 포함할 수 있으며, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통된다. 애노드 채널은, 애노드 확산 층으로서 언급될 수 있는, 애노드에 대한 기체 확산 층 (GDL)을 포함할 수 있다. 연료 전지는 제2 유입구(109) 및 제2 유출구(110)를 포함하는 제2 채널(108; "캐소드 채널")을 포함할 수 있으며, 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통된다. 캐소드 채널은, 캐소드 확산 층으로서 언급될 수 있는, 캐소드에 대한 GDL을 포함할 수 있다.

[0226] 공급원 물질(111)은 수소를 포함할 수 있다. 공급원 물질은 제1 유입구(106)에 제공될 수 있고, 그에 따라 공급원 물질은 애노드에 접촉한다. 공급원 물질은 애노드 촉매로 확산될 수 있고, 여기서 이는 양성자 및 전자로 해리된다. 애노드를 사용하여, 연료 전지는 $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$를 포함하는 전반부 반응을 수행할 수 있다. 양성자 (H^+)는 전해질을 통해 캐소드로 전도될 수 있으며, 전자 (e^-)는 전기 부하를 통해 외부 회로를 따라 캐소드로 이동하도록 지향된다. 산화 물질(113; 예를 들어, 산소)을 포함하는 스트림은 제2 유입구(109)에 제공될 수 있고, 그에 따라 스트림은 캐소드에 접촉된다. 캐소드를 사용하여, 연료 전지는 $2H^+ + 2e^- + ½O_2 \rightarrow H_2O$를 포함하는 후반부 반응을 수행할 수 있다. 산소는 양성자 및 전자 (이들 둘 다 각각 애노드로부터 전해질 및 외부 회로를 통해 이동함)와 반응하여 부산물 (예를 들어, 물)을 형성할 수 있다. 전체적으로, 연료 전지는 $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$를 포함하는 전기화학 반응을 수행할 수 있다. 전기화학 반응의 표준 전위는 약 1.23 볼트이다. 연료 전지의 출력 전압은, 연료 전지의 작업 동안 전위 손실로 인해 (예를 들어, 운동 손실, 저항 손실, 및/또는 물질 전달 손실로 인해) 표준 전위 미만일 수 있다.

[0227] 공급원 물질(111)은 에너지 (예를 들어, 전기 에너지)를 생성하기 위해 하나 이상의 연료 전지에 의해 가공처리될 수 있다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 암모니아 개질 시스템 (112; 예를 들어, 암모니아를 수소 및 질소로 크랙킹 또는 분해하기 위한 시스템)의 하나 이상의 구성요소 또는 하위구성요소로부터 제공되거나 수용될 수 있다. 암모니아 개질 시스템으로부터의 공급원 물질은, 예를 들어, 연료 (예를 들어, 수소, 질소, 및/또는 암모니아)를 저장하기 위한 저장소(114) 및 임의로 연료를 반응시켜 수소 및 질소를 (예를 들어, 약 3:1의 H_2 대 N_2의 부피비로) 생성하기 위한 반응기(115)를 포함할 수 있다.

[0228] 일부 경우에, 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질의 가공처리는 고순도 수소 (예를 들어, 99% 초과의 순도)의 가공처리와 비교하여 연료 전지의 전력을 감소시킬 수 있다. 도 2a는 연료 전지가 고순도 수소 (예를 들어, 부피 기준으로 약 99.999% 순도 수소)를 포함하는 공급원 물질 대 약 75% 수소 및 약 25% 질소의 혼합물을 포함하는 공급원 물질을 가공처리할 때 연료 전지의 전류-전압 특징 플롯을 나타낸다. 수소 및 질소의 혼합물을 수용하는 연료 전지는 현저히 더 낮은 전기 에너지 생성을 나타내었다. 도 2b는 예시적 연료 전지의 GDL에서의 H_2 대 H_2/N_2 확산 및 수송을 개략적으로 예시한다. GDL이 주로 수소를 포함하는 공급원 물질의 확산 및 수송에 사용되는 경우, 수소는 GDL의 유입구로부터 GDL의 유출구로 유동할 수 있다. 수소가 GDL을 통해 유동함에 따라, 이는 이온의 해리 및 전달이 일어나는 양성자-교환 막 (PEM)으로 확산될 수도 있다. 특정 이론에 얽매이지 않으며, GDL이 수소 및 질소 둘 다를 포함하는 공급원 물질 (예를 들어, 수소/질소 혼합물)의 수송에 사용되는 경우, PEM으로의 수소의 수송은, 부분적으로 GDL 중의 질소의 빌드업 또는 축적으로 인해 (질소가 스트림을 희석할 수 있음), 제한될 수 있다. 이 축적은 GDL에서의 수소의 물질 전달과 관련된 보다 큰 전위 손실을 초래할 수 있다. 일부 경우에, 이 축적은 GDL을 통한 수소의 불균일 분산 (예를 들어, GDL의 일부 부분이 GDL의 다른 부분과 비교하여 보다 적은 수소를 수용할 수 있음)을 초래할 수 있다. 일부 경우에, 이 축적은 애노드로의 수소의 불균일 분산 (예를 들어, 애노드의 일부 부분이 애노드의 다른 부분과 비교하여 보다 적은 수소를 수용할 수 있음)을 초래할 수 있다. 일부 경우에, 이 축적은 PEM을 통한 불충분한 수소 이온 수송을 초래할 수 있다. 이 축적은 감소된 연료 전지 성능 및/또는 연료 전지 고갈을 초래할 수 있다.

[0229] 일부 실시양태에서, 애노드 채널은 연료 전지에 의한 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질의 가공처리를 개선하도록 구성된 하나 이상의 특징부를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 하나 이상의 컷, 하나 이상의 컷아웃, 및/또는 하나 이상의 홈을 포함할 수 있다. 하나 이상의 특징부는 연료 전지 외부로 질소를 연속적으로 퍼징하도록 구성될 수 있다. 애노드의 적어도 일부에서의 질소 축적의 감소는 연료 전지의

수소 소비율을 증가시키거나, 연료 전지의 출력 전압을 증가시키거나, 또는 이들 둘 다일 수 있다. 일부 경우에, 애노드에 인접한 적어도 일부에서의 질소 축적의 감소는 연료 전지의 수소 소비율을 증가시키거나, 연료 전지의 출력 전압을 증가시키거나, 또는 이들 둘 다일 수 있다. 하나 이상의 특징부는 연료 전지가 전기를 생성하는 동안 연료 전지로부터 질소를 퍼징하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 특징부를 포함하는 애노드 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하는 GDL을 포함할 수 있다.

[0230] 도 3은 하나 이상의 컷을 포함하는 애노드 채널에 대한 성능 개선을 개략적으로 예시한다. 수소 및 질소의 혼합물 (예를 들어, 약 3:1 부피비)이 전기 에너지 생성을 위한 가공처리를 위해 연료 전지에 제공되는 경우, 애노드 채널에 하나 이상의 컷 구성을 포함하는 연료 전지의 출력 전압은 애노드 채널에 임의의 컷이 없는 연료 전지의 경우보다 현저히 더 클 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널의 표면 상에 보다 높은 밀도의 컷을 포함하는 연료 전지는 애노드 채널의 표면 상에 보다 낮은 밀도의 컷을 갖는 연료 전지와 비교하여 보다 우수한 성능 (예를 들어, 전기 에너지 생성을 위한 수소/질소 혼합물의 가공처리시 보다 높은 출력 전압)을 나타낼 수 있다.

[0231] 도 4는 하나 이상의 컷아웃을 포함하는 애노드 채널에 대한 성능 개선을 개략적으로 예시한다. 수소 및 질소의 혼합물 (예를 들어, 약 3:1 부피비)이 전기 에너지 생성을 위한 가공처리를 위해 연료 전지에 제공되는 경우, 애노드 채널에 하나 이상의 컷아웃 구성을 포함하는 연료 전지의 출력 전압은 애노드 채널에 임의의 컷아웃이 없는 연료 전지의 경우보다 현저히 더 클 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널의 표면 상에 보다 높은 밀도의 컷아웃을 포함하는 연료 전지는 애노드 채널의 표면 상에 보다 낮은 밀도의 컷아웃을 갖는 연료 전지와 비교하여 보다 우수한 성능 (예를 들어, 전기 에너지 생성을 위한 수소/질소 혼합물의 가공처리시 보다 높은 출력 전압)을 나타낼 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널의 표면 상에 지나치게 높은 밀도의 컷아웃을 포함하는 연료 전지는 애노드 채널의 표면 상에 보다 낮은 밀도의 컷아웃을 갖는 연료 전지와 비교하여 성능을 감소시킬 수 있다.

[0232] 도 5는 다양한 다층 애노드 채널 디자인을 포함하는 애노드 채널에 대한 성능 개선을 개략적으로 예시한다. 다층 애노드 채널 디자인은 하나 이상의 컷, 컷아웃, 홈, 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 복수의 층을 포함할 수 있다. 수소 및 질소의 혼합물이 전기 에너지 생성을 위한 가공처리를 위해 연료 전지에 제공되는 경우, 다층 애노드 채널 디자인을 포함하는 연료 전지의 출력 전압은 다층 애노드 채널 디자인이 없는 연료 전지의 경우보다 현저히 더 클 수 있다.

[0233] 도 3, 도 4, 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 애노드 채널의 하나 이상의 특징부는 기준 전력의 적어도 50%인 전력 생성을 가능하게 할 수 있으며, 여기서 기준 전력은 제1 유입구 내로 적어도 99 몰% 수소를 포함하는 스트림을 수용하는 연료 전지를 사용하여 생성된다. 예를 들어, 도 3에 나타낸 "컷 2" 디자인은 약 20 Amp의 전류에서 기준 전력의 전압의 약 60%를 나타낸다. 일부 디자인, 예를 들어 도 5에 나타낸 "디자인 1"은 기준 전력의 전압의 거의 100%를 나타낸다. 연료 전지의 전력 및 기준 전력은 동일한 전류 또는 동일한 수소 소비율에서 생성될 수 있다. 일부 경우에, 전력은 기준 전력의 적어도 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99%이다. 일부 경우에, 전력은 기준 전력의 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99% 이하이다.

[0234] 하나 이상의 특징부는 연료 전지의 수소 소비율을 증가시킬 수 있다. 연료 전지의 수소 소비율의 증가는 하나 이상의 특징부가 없는 동등한 연료 전지와 비교될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 수소 소비율을 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시킨다. 일부 경우에, 수소 소비율은 연료 전지에 제공된 수소의 적어도 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99%일 수 있다. 일부 경우에, 수소 소비율은 연료 전지에 제공된 수소의 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99% 이하일 수 있다.

[0235] 일부 경우에, 연료 전지의 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하도록 조정될 수 있다. 자가열 개질 공정은 암모니아 개질기의 암모니아 개질 공정이 암모니아 개질기에 의해 생성된 수소의 적어도 일부를 연소시키거나 소비함으로써 순(net) 양수의 수소 생성을 발생시키는 공정으로서 해석될 수 있다. 일부 경우에, 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정은 연료 전지에 의해 소비되지 않은 연료 전지에 제공된 수소의 적어도 일부 (예를 들어, 미전환 수소)를 연소시킴으로써 유지된다. 예를 들어, 미전환 수소는 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기로 지향되고, 암모니아 개질기를 가열하기 위해 하나 이상의 연소 가열기에서 연소될 수 있다. 일부 경우에, 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정은, 연료 전지에 의해 소비되지 않은 연료 전지에 제공된 수소의 적어도 일부를 연소시킴으로써, 또한 추가로 연료 전지로부터 생성된 전기의 적어도 일부에 의해

제공된 전기 가열에 의해 유지된다. 일부 경우에, 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정은, 암모니아 개질기에 의해 생성된 수소의 적어도 일부를 연소시킴으로써, 또한 추가로 연료 전지로부터 생성된 전기의 적어도 일부에 의해 제공된 전기 가열에 의해 유지된다.

[0236] 수소 소비율은 연료 전지의 부하 전력 (예를 들어, 연료 전지와 전기 소통되는 장치에 의해 요구되는 전력)을 변조함으로써 조정될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지의 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 연료 전지에 제공되는 수소의 약 20% 내지 40%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 연료 전지에 제공되는 수소의 약 30% 내지 50%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 연료 전지에 제공되는 수소의 약 40% 내지 60%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 연료 전지에 제공되는 수소의 약 50% 내지 70%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 연료 전지에 제공되는 수소의 약 60% 내지 80%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 연료 전지에 제공되는 수소의 약 70% 내지 90%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 연료 전지에 제공되는 수소의 약 55% 내지 75%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 적어도 약 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 또는 90%이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 약 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 또는 90% 이하이다.

[0237] 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위한 표적 수소 소비율의 선택된 공차 내에서 유지된다. 예를 들어, 10%의 선택된 공차를 갖는 50%의 표적 수소 소비율의 경우, 수소 소비율은 45% 내지 55%의 범위에서 유지될 수 있다. 일부 경우에, 표적 수소 소비율의 선택된 공차는 표적 소비율의 적어도 약 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 또는 100%이다. 일부 경우에, 표적 수소 소비율의 선택된 공차는 표적 소비율의 약 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 또는 100% 이하이다. 일부 경우에, 수소 소비율은 적어도 부분적으로 암모니아 개질기의 온도에 기초하여 조정된다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기 또는 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기의 온도가 감소하기 시작할 때 감소하고, 그에 따라 보다 많은 수소가 하나 이상의 연소 가열기에 제공된다. 일부 경우에, 수소 소비율은 암모니아 개질기 또는 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기의 온도가 증가하기 시작할 때 증가하고, 그에 따라 보다 적은 수소가 하나 이상의 연소 가열기에 제공된다.

[0238] 일부 경우에, 연료 전지의 수소 소비율은 표적 수소 소비율의 선택된 공차 내에서 유지되고, 하나 이상의 공기 공급 유닛에 의해 제공되는 적어도 산소를 포함하는 하나 이상의 공기 유량은 암모니아 개질기의 자가열 개질 공정을 유지하기 위해 조정된다. 일부 경우에, 하나 이상의 공기 유량은 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기의 온도, 또는 암모니아 개질기의 온도가 증가하기 시작할 때 감소한다 (그에 따라 보다 적은 산소가 하나 이상의 연소 가열기에 제공됨). 일부 경우에, 하나 이상의 공기 유량은 암모니아 개질기 또는 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기의 온도가 감소하기 시작할 때 증가한다 (그에 따라 보다 많은 산소가 하나 이상의 연소 가열기에 제공됨). 일부 경우에, 연료 전지의 수소 소비율 및 하나 이상의 공기 유량 둘 다 적어도 부분적으로 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기의 온도 및/또는 암모니아 개질기의 온도에 기초하여 동시에 조정된다.

[0239] 하나 이상의 특징부는 연료 전지의 출력 전압을 증가시킬 수 있다. 연료 전지의 출력 전압 증가는 하나 이상의 특징부가 없는 동등한 연료 전지와 비교될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 출력 전압을 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킨다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 출력 전압을 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시킨다.

[0240] 하나 이상의 특징부는 연료 전지의 전력 밀도를 증가시킬 수 있다. 연료 전지의 전력 밀도 증가는 하나 이상의 특징부가 없는 동등한 연료 전지와 비교될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 전력 밀도를 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시킬 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 전력 밀도를 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시킬 수 있다. 연료 전지의 전력 밀도는 적어도 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L (즉, 하나 이상의 연료 전지 또는 하나 이상의 연료 전지 적층물의 부피에 대한 전력 출력의 비율)일 수 있다. 연료 전지의 전력 밀도는 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L 이하일 수 있다.

[0241] 하나 이상의 특징부는 연료 전지의 물리적 풋프린트 (예를 들어, 크기/부피, 중량 등)를 감소시킬 수 있다. 감소된 풋프린트는 보다 가벼운 중량 및/또는 보다 작은 부피가 바람직한 응용 (예를 들어, 항공기) 또는 크기가

제한되고 전력 요건이 높은 응용 (예를 들어, 일부 산업 차량)에 연료 전지가 통합되는 것을 가능하게 할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부를 포함하는 연료 전지는 적어도 약 0.05 W/㎠인, 애노드의 투영 표면적에 대한 연료 전지의 전력 출력의 비율을 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시양태에서, 비율은 적어도 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠일 수 있다. 일부 실시양태에서, 비율은 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠ 이하일 수 있다. 비율은 약 25 몰% 질소 및 약 75 몰% 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 수용하는 애노드 채널, 및 적어도 20 몰% 산소를 포함하는 제2 연속 스트림 (예를 들어, 공기)을 수용하는 캐소드 채널을 기준으로 할 수 있다. 일부 경우에, 비율은 초 당 적어도 약 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 또는 100000 몰의 수소 유량을 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 할 수 있다. 일부 경우에, 비율은 초 당 적어도 약 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 몰의 산소 유량을 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 할 수 있다. 일부 경우에, 비율은 암모니아 개질기로부터의 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 할 수 있다. 투영 표면적은 평평한 평면 상으로 투영된 애노드의 가능한 최대 표면적으로서 해석될 수 있다. 투영 표면적은 애노드의 최대 표면의 표면적일 수 있다. 최대 표면은 애노드의 평평한 최대 표면에서 정의될 수 있다.

[0242] 도 6은 일부 실시양태에 따른 복수의 연료 전지를 포함하는 연료 전지(601)의 적층물 또는 모듈을 개략적으로 예시한다. 복수의 연료 전지의 각각의 연료 전지는 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구성요소는 캐소드에 대한 (예를 들어, 유동 공기에 대한) 하나 이상의 채널, 캐소드에 대한 집전 층, 및 캐소드에 대한 기체 확산 층(603; GDL)을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 구성요소는 애노드에 대한 기체 확산 층(605; GDL) 및 애노드(606)에 대한 집전 층을 추가로 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 구성요소는 캐소드의 GDL(603)과 애노드의 GDL(605) 사이에 배치된 전해질(604)을 추가로 포함할 수 있다. 복수의 연료 전지는 서로 인접하여 커플링될 수 있다.

[0243] 연료 전지 디자인은 하나 이상의 연료 전지를 포함하는 하나 이상의 연료 전지 적층물 또는 모듈에서의 사용을 위해 적합화될 수 있다. 연료 전지 모듈은 연료 전지의 적층물 또는 연료 전지의 다중 적층물을 포함할 수 있다. 연료 전지는 측방향 구성 또는 측방향 구성 또는 원형 구성으로 배열될 수 있다. 연료 전지 적층물에서의 연료 전지는 서로의 상단에 및/또는 서로 옆에 배열될 수 있다. 연료 전지 각각은 공급원 물질을 수용하기 위한 하나 이상의 유입구를 포함할 수 있다. 연료 전지 적층물 또는 연료 전지 적층물의 하나 이상의 연료 전지는 공급원 물질을 수용하여 전기를 생성하기 위해 암모니아 개질기 또는 반응기와 유체 소통될 수 있다. 연료 전지는 순차적으로 또는 병렬로 커플링될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지 적층물 또는 모듈은 서로 직렬 또는 병렬로 유체 소통될 수 있다. 연료 전지는 전기 에너지를 생성하기 위해 공급원 물질을 가공처리하도록 구성될 수 있다. 연료 전지 적층물 또는 모듈 (예를 들어, 601)은 임의 수의 연료 전지를 포함할 수 있다. 예를 들어, 연료 전지는 적어도 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10,000개의 연료 전지를 포함할 수 있다. 연료 전지는 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10,000개 이하의 연료 전지를 포함할 수 있다.

[0244] 도 7은, 일부 실시양태에 따른, 수소 및 질소의 혼합물이 제공된 다층 기체 확산 층 디자인을 갖는 연료 전지의 적층물에 대한 내구성 시험 결과를 개략적으로 예시한다. 내구성 시험은 이중 층 디자인을 포함하는 기체 확산 층 및 32개의 연료 전지를 포함하는 연료 전지 적층물을 사용하여 수행되었다. 수소 및 질소의 기체상 혼합물 (3:1의 수소 대 질소 부피비를 포함함)을 1시간 내구성 시험 동안 연료 전지 적층물에 제공하였다. 기체상 수소를 분 당 15 표준 리터의 부피 유량으로 제공하였고, 기체상 질소를 분 당 5 표준 리터의 부피 유량으로 제공하였다. 도 7에서의 플롯에 나타낸 바와 같이, 연료 전지 적층물의 전력 출력은 약 572 와트에서 안정화되었다.

[0245] 도 8은, 일부 실시양태에 따른, 암모니아 개질 공정으로부터 생성된 수소 및 질소의 혼합물 (3:1의 수소 대 질소 부피비)이 제공된 다층 기체 확산 층 디자인을 갖는 연료 전지의 적층물에 대한 내구성 시험 결과를 개략적으로 예시한다. 수소 혼합물 중의 암모니아 농도는 1 ppm 미만에서 유지될 수 있다. 암모니아 개질 공정 동안 생성된 기체 혼합물을 사용하여 5개의 연료 전지의 적층물을 시험하였다. 암모니아 개질 동안 생성된 개질물 기체의 가공처리를 포함하는 제1 시험 시나리오와 기체 탱크로부터의 수소 및 질소의 혼합물의 가공처리를 포함하는 제2 시험 시나리오 간에 연료 전지 성능에서의 눈에 띄는 차이는 관찰되지 않았다. 또한, 작업 기간에 걸쳐 연료 전지 성능의 주요 열화가 관찰되지 않았다.

[0246] 적층물에서의 연료 전지는 전기적으로 커플링될 수 있다. 연료 전지는 보다 높은 전압을 제공하기 위해 직렬로 전기적으로 커플링될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 출력 전압에서 적어도 약 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5,

0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 또는 1.2 V를 제공할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 출력 전압에서 약 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 또는 1.2 이하를 제공할 수 있다. 직렬로 전기적으로 커플링된 연료 전지는 직렬로 커플링된 연료 전지 각각의 출력 전압의 대략의 합계와 동등한 총 출력 전압을 제공할 수 있다. 예를 들어, 복수의 연료 전지는 적어도 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 V를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 적어도 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 kV를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 적어도 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 MV를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 V 이하를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 kV 이하를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 MV 이하를 제공할 수 있다.

[0247] 연료 전지는 보다 높은 전류를 제공하기 위해 병렬로 전기적으로 커플링될 수 있다. 연료 전지는 적어도 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100 A를 제공할 수 있다. 연료 전지는 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100 A 이하를 제공할 수 있다. 병렬로 전기적으로 커플링된 연료 전지는 병렬로 커플링된 연료 전지 각각의 출력 전류의 합계와 동등한 총 출력 전류를 제공할 수 있다. 예를 들어, 복수의 연료 전지는 적어도 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 A를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 적어도 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 kA를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 적어도 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 MA를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 A 이하를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 kA 이하를 제공할 수 있다. 복수의 연료 전지는 약 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 또는 900 MA 이하를 제공할 수 있다.

[0248] 하나 이상의 암모니아 개질기는 수소 및 질소를 포함하는 복수의 스트림을 복수의 연료 전지에 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 암모니아 개질기는 하나의 암모니아 개질기를 포함한다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 암모니아 개질기는 적어도 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 또는 10개의 암모니아 개질기를 포함한다.

[0249] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지와 상이한 전력을 출력한다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 전력 출력을 감소시키도록 구성되며, 복수의 연료 전지 중 다른 것들은 그의 각각의 전력 출력을 유지한다. 예를 들어, 복수의 연료 전지 중 하나 이상의 연료 전지는 전력 출력을 제1 전력 수준의 약 0% 내지 50%로 작동가능하게 또는 간헐적으로 감소시킬 수 있으며, 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지는 제1 전력 수준의 약 50% 내지 100%를 출력한다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 전력 출력을 증가시키도록 구성되며, 복수의 연료 전지 중 다른 것들은 그의 전력 출력을 유지한다.

[0250] 일부 경우에, 복수의 연료 전지를 포함하는 시스템은 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지에서 결함을 검출하도록 구성될 수 있다. 결함은, 예를 들어, 적어도 하나의 연료 전지 및 제어기에 작동가능하게 커플링된, 온도 센서, 전압 센서, 전류 센서, 압력 센서, 유동 센서 등을 통해 검출될 수 있다. 일부 경우에, 결함의 검출 후, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 결함에 기초하여 전력 생성을 정지시키거나 감소시키도록 구성되고/거나, 적어도 하나의 연료 전지의 유입구 유동은 결함에 기초하여 감소되거나 정지되도록 구성되며, 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지는 계속해서 전력을 출력할 수 있다. 제어기는 유입구 유동을 감소시키거나 정지시키도록 적어도 하나의 연료 전지를 작동시킬 수 있다. 일부 경우에, 결함은 임계 온도보다 더 큰 유입구 유동의 온도, 임계 농도보다 더 큰 암모니아 농도, 임계 압력보다 더 큰 유입구 유동의 압력, 임계 전압 미만의 전압 감소, 임계 유량보다 더 낮은 또는 더 큰 유입구 유량 등을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 결함이 적어도 부분적으로 해결된 후, 제어기는 유입구 유동 또는 전력 생성을 증가시키도록 적어도 하나의 연료 전지를 작동시킬 수 있다. 일부 경우에, 결함은 하기의 것들 중 적어도 하나의 경우에 적어도 부

분적으로 해결된다: 유입구 유동의 온도가 표적 온도 범위로 돌아가는 경우, 암모니아 농도가 임계 농도 미만으로 돌아가는 경우, 유입구 유동의 압력이 표적 압력 범위로 돌아가는 경우, 전압 수준이 표적 전압 범위로 돌아가는 경우, 또는 유입구 유동이 표적 유량 범위로 돌아가는 경우.

[0251] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지는 복수의 연료 전지 중 다른 것들과 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이한 적어도 하나의 연료 전지를 포함한다. 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈은 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 다른 것들과 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이한 적어도 하나의 연료 전지 적층물 또는 모듈을 포함한다.

[0252] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 다른 연료 전지와 직렬로 유체 소통된다. 예를 들어, 복수의 연료 전지 중 하나 이상의 연료 전지의 출구 유동은 복수의 연료 전지 중 하나 이상의 다른 연료 전지의 유입구 유동을 제공할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 직렬로 유체 소통되는 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 다른 연료 전지와 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이하다.

[0253] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 다른 연료 전지와 병렬로 유체 소통된다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 병렬로 유체 소통되는 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 다른 연료 전지와 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이하다.

[0254] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 적어도 하나의 연료 전지 적층물 또는 모듈은 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 적어도 하나의 다른 연료 전지 적층물 또는 모듈과 직렬로 유체 소통된다. 예를 들어, 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 하나 이상의 연료 전지 적층물 또는 모듈의 출구 유동은 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 하나 이상의 다른 연료 전지 적층물 또는 모듈의 유입구 유동을 제공할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈의 적어도 하나의 연료 전지 적층물 또는 모듈은 직렬로 유체 소통되는 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 적어도 하나의 다른 연료 전지 적층물 또는 모듈과 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이하다. 예를 들어, 제2 연료 전지 적층물의 유입구 유동으로의 출구 유동을 출력하는 제1 연료 전지 적층물은 크기가 보다 클 수 있거나 보다 높은 전력을 출력할 수 있다.

[0255] 일부 실시양태에서, 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 적어도 하나의 연료 전지 적층물 또는 모듈은 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 적어도 하나의 다른 연료 전지 적층물 또는 모듈에 병렬로 유체 소통된다. 일부 경우에, 공급원 물질을 포함하는 유동은 표적 유량 (예를 들어, 단일 연료 전지 적층물의 표적 유입구 유량)의 적어도 약 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 또는 100% 내에서 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 2개 이상의 연료 전지 적층물 또는 모듈 사이에 분포될 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질을 포함하는 유동은 표적 유량의 약 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 또는 100% 이하 내에서 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 2개 이상의 연료 전지 적층물 또는 모듈 사이에 분포될 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질을 포함하는 유동은 분포 인자에 의해 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 2개 이상의 연료 전지 적층물 또는 모듈 사이에 분포될 수 있다. 예를 들어, 분포 인자가 약 4 내지 5인 경우, 제1 연료 전지 적층물은 제2 연료 전지 적층물보다 약 4 내지 5배 더 높은 (예를 들어, 공급원 물질의 중량, 부피, 몰, 또는 농도 기준으로) 공급원 물질을 포함하는 유동을 수용할 수 있다. 일부 경우에, 분포 인자는 적어도 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 또는 10일 수 있다. 일부 경우에, 분포 인자는 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 또는 10 이하일 수 있다. 일부 경우에, 적어도 하나의 연료 전지 적층물 또는 모듈은 병렬로 유체 소통되는 복수의 연료 전지 적층물 또는 모듈 중 적어도 하나의 다른 연료 전지 적층물 또는 모듈과 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이하다.

[0256] 일부 경우에, 연료 전지는 수소, 질소, 또는 물 중 적어도 하나를 퍼징하기 위해 수소 소비율을 간헐적으로 감소시키도록 (그에 따라 연료 전지에서 나가는 미전환 수소의 유량을 증가시킴) 작동될 수 있다. 수소 소비율은 수소 및 질소의 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시킴으로써 감소될 수 있다. 일부 경우에, 제1 연속 스트림은 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기와 직접 유체 소통될 수 있다. 일부 경우에, 제1 연속 스트림의 적어도 일부는 하나 이상의 연소 가열기의 하나 이상의 연소 배기물에서 플레어링될 수 있다. 일부 경우에, 수소를 포함하는 제1 연속 스트림의 적어도 일부는 하나 이상의 연소 가열기의 하나 이상의 연소 배기물로부터 배기된다.

[0257] 하나 이상의 연소 가열기는 암모니아 개질기의 가열을 위해 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통될 수 있다.

하나 이상의 연소 가열기는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 수용하기 위해 연료 전지와 유체 소통될 수 있다.

[0258] 하나 이상의 특징부는 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이상의 불순물 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 연료 전지로부터의 선택 물질 및 미전환 수소의 방출을 위한 하나 이상의 출구 포트를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소는 연소 가열을 위해 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기로 지향될 수 있다. 하나 이상의 공기 공급 유닛은 미전환 수소의 연소를 위해 암모니아 개질기에 적어도 산소를 제공할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 (예를 들어, 하나 이상의 캐소드 출구 유동)으로부터의 미전환 산소는 미전환 수소의 연소를 위해 암모니아 개질기에 적어도 산소를 제공할 수 있다. 일부 경우에, 물은 미전환 수소의 연소 전에 미전환 수소를 포함하는 스트림으로부터 제거될 수 있다. 일부 경우에, 미전환 수소를 포함하는 스트림은 플레어링될 수 있다. 본원에 개시된 시스템 및 방법은 하나 이상의 연료 전지를 사용하여 구현될 수 있다. 하나 이상의 연료 전지는 본원 다른 부분에 개시된 바와 같은 연료 전지 적층물로 배열될 수 있다. 일부 비-제한적 실시양태에서, 하나 이상의 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이에 배치된 전해질을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 애노드는 전류를 생성하도록 공급원 물질의 가공처리를 용이하게 하기 위해 애노드의 기체 확산 층을 통해 공급원 물질을 지향시키기 위한 하나 이상의 채널을 갖는 기체 확산 층을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 채널은 애노드의 기체 확산 층을 통한 공급원 물질의 확산을 향상시키도록 구성된 하나 이상의 표면 특징부를 포함할 수 있다. 공급원 물질은, 예를 들어, 수소 및 질소의 기체상 혼합물을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질의 가공처리는 공급원 물질의 하나 이상의 수소 분자를 하나 이상의 양성자 및 하나 이상의 전자로 해리시키는 것을 포함할 수 있다.

[0259] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 연료 전지는 암모니아의 촉매적 분해를 위한 하나 이상의 반응기 모듈과 유체 소통될 수 있다. 하나 이상의 연료 전지는 하나 이상의 반응기 모듈을 사용하여 생성된 또는 추출된 수소 및/또는 질소를 수용하고, 전기 에너지를 생성하기 위해 수소/질소 혼합물을 가공처리하도록 구성될 수 있다.

[0260] 일부 경우에, 연료 전지는 하나 이상의 반응기와 유체 소통될 수 있다. 하나 이상의 반응기는 암모니아를 촉매적으로 분해하여 수소를 생성하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 반응기로부터의 출구 유동은 수소, 질소, 및/또는 미전환 암모니아를 포함할 수 있다. 하나 이상의 반응기로부터의 출구 유동은 하나 이상의 연료 전지로 지향될 수 있고, 이는 전기 에너지를 생성하기 위해 출구 유동 또는 그의 임의의 부분을 사용 (즉, 가공처리)하도록 구성될 수 있다.

[0261] 하나의 측면에서, 본 개시내용은 수소의 가공처리 방법을 제공한다. 방법은 하나 이상의 연료 전지에 수소 및/또는 질소를 포함하는 반응기 출구 유동을 제공하는 것을 포함할 수 있다. 반응기 출구 유동은 암모니아의 촉매적 분해를 위한 반응기 또는 개질기로부터의 것일 수 있다. 일부 경우에, 반응기 출구 유동은 암모니아의 촉매적 분해를 위한 개질기의 다양한 구성요소 또는 하위구성요소로부터의 것일 수 있다. 다양한 구성요소 또는 하위구성요소는, 예를 들어, 반응기, 흡착제 타워, 또는 개질기의 열 교환기를 포함할 수 있다. 방법은 하나 이상의 연료 전지를 사용하여 반응기 출구 유동을 가공처리하여 전기 (즉, 전류)를 생성하는 것을 추가로 포함할 수 있다.

[0262] 일부 경우에, 하나 이상의 반응기로부터의 출구 유동은 반응기 출구 유동이 하나 이상의 연료 전지로 지향되기 전에 과량 또는 미량의 암모니아를 제거하기 위해 하나 이상의 흡착제로 지향될 수 있다. 암모니아는 연료 전지에 해로울 수 있기 때문에 흡착제는 하나 이상의 연료 전지의 성능 및/또는 수명을 보존하도록 도울 수 있다. 흡착제는 특정 수의 사이클 또는 작업 후에 교체가능 (예를 들어, 카트리지로서)할 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 흡착제로부터의 출구 유동 중의 암모니아 농도는 하나 이상의 흡착제와 직렬로 유체 소통되는 추가적인 암모니아 여과 시스템을 사용하여 (하나 이상의 흡착제로부터의 출구 유동을 하나 이상의 연료 전지에 공급하기 전에) 추가로 감소될 수 있다. 추가적인 암모니아 여과 시스템은 흡착제 기반, 막 기반, 흡수제 기반, 용매 기반, 물 기반, 또는 산성 기반 암모니아 여과 시스템일 수 있다. 일부 경우에, 추가적인 암모니아 여과 시스템은 하나 이상의 암모니아 여과 카트리지를 포함하고, 그에 따라 하나 이상의 카트리지가 완전히 또는 적어도 부분적으로 소비되면, 하나 이상의 완전히 또는 적어도 부분적으로 소비된 카트리지는 하나 이상의 새로운 암모니아 여과 카트리지로 교체될 수 있다.

[0263] 일부 경우에, 연료 전지는 복수의 흡착 타워와 유체 소통될 수 있다. 복수의 흡착 타워는 적어도 제1 흡착 타워 및 제2 흡착 타워를 포함할 수 있다. 제1 및/또는 제2 흡착 타워는 반응기 출구 유동이 하나 이상의 연료 전지로 지향되기 전에 반응기 출구 유동으로부터의 임의의 미량의 암모니아를 제거하기 위해 사용될 수 있다. 제1 흡착 타워가 사용되고 있는 동안, 제2 흡착 타워는 재생될 수 있다 (예를 들어, 그에 따라 제2 흡착 타워로

부터 암모니아가 탈착됨). 제1 흡착 타워가 완전히 포화되면 (예를 들어, 제1 흡착 타워가 추가적인 암모니아를 흡착할 수 없을 때), 제2 흡착 타워는 부분적으로 또는 완전히 재생되고 또 다른 사이클 또는 작업에 사용될 준비가 될 수 있다. 본원에 기재된 임의의 실시양태에서는, 반응기 출구 유동이 하나 이상의 연료 전지에 도달하기 전에 반응기 출구 유동을 여과하기 위해 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10개, 또는 그 초과의 흡착 타워가 사용될 수 있다.

[0264] **양성자-교환 막 연료 전지**

[0265] 본원에 개시된 연료 전지는 다양한 유형의 연료 전지를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 전해질은 막을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 막은 양성자-교환 막을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 양성자-전도성 중합체 전해질 막을 갖는 하나 이상의 양성자-교환 막 연료 전지 (PEMFC)를 포함할 수 있다. 양성자 교환 막 연료 전지는 수소 및 산소를 전기화학적으로 반응시킴으로써 화학 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 데 사용될 수 있다. 일부 경우에, PEMFC는 PEMFC의 애노드 및 캐소드 측면을 분리하는 양성자-전도성 중합체 막을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 하나 이상의 PEMFC, 하나 이상의 고체 산화물 연료 전지 (SOFC), 하나 이상의 용융 카르보네이트 연료 전지 (MCFC), 하나 이상의 알칼리 연료 전지 (AFC), 하나 이상의 알칼리 막 연료 전지 (AMFC), 또는 하나 이상의 인산 연료 전지 (PAFC)를 포함할 수 있다.

[0266] 본 개시내용의 연료 전지는 수소 및/또는 질소의 혼합물과의 사용을 위해 적합화된 하나 이상의 PEMFC를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 본 개시내용의 연료 전지는 종래의 연료 전지 (이들 중 일부는 공급원 물질로서 최대 약 99.7% 순도 수소를 필요로 할 수 있음)의 성능을 다른 방식으로 열화시키는 불순물을 함유하는 수소 기체 혼합물로부터 전기 에너지를 생성하는 데 사용될 수 있다. 본 개시내용의 연료 전지는 데드-엔드(dead-end) 유형 디자인을 갖는 연료 전지 (예를 들어, 미전환 수소 및/또는 질소를 연료 전지의 외부로 지향시키도록 구성된 애노드 채널에서의 유출구를 갖지 않는 연료 전지)와 비교하여 더 우수한 성능을 제공할 수 있다. 데드엔드 유형 디자인은, 적절한 퍼징 없이는 N_2 농도가 빌드업될 수 있기 때문에 H_2/N_2 혼합물의 효율적인 가공처리를 가능하게 하지 않는다. 본 개시내용의 연료 전지는 H_2/N_2 혼합물의 효율적인 가공처리를 가능하게 하지 않는 (연속적 퍼징 없이는 N_2 농도가 빌드업될 수 있기 때문) 간헐적 퍼징 작업을 갖는 연료 전지와 비교하여 더 우수한 성능을 제공할 수 있다. 일부 경우에, 연속적 퍼징은 퍼징 시간 비율 (하나 이상의 연료 전지에 의해 전기가 생성되고 있는 동안의 전체 작업 시간에 대한 총 퍼징 시간의 비율)을 기준으로 하여 정의될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 퍼징 시간 비율이 적어도 약 0.5인 (즉, 총 작업 시간의 적어도 약 50% 동안 N_2의 퍼징이 일어남) 경우 연속적으로 퍼징되는 것이다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 퍼징 시간 비율이 적어도 약 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9인 경우 연속적으로 퍼징되는 것이다. 일부 경우에, 퍼징 시간 비율은 약 1이다 (즉, 총 작업 시간의 약 100% 동안 N_2의 퍼징이 일어남). 본원에 개시된 연료 전지는 또한, H_2/N_2 혼합물을 허용하는 관통형(flow-through) 디자인을 갖는 연료 전지 (예를 들어, 미전환 수소 및/또는 질소를 연료 전지의 외부로 지향시키도록 구성된 애노드 채널에서의 유출구를 갖는 연료 전지)와 비교하여 향상된 성능을 제공할 수 있는데, 이는 이러한 관통형 디자인의 연료 전지는 과량의 H_2/N_2 혼합물이 제공되지 않거나 H_2/N_2 혼합물로부터의 H_2가 애노드 내에 잘 분포되지 않는 경우 연료 고갈을 겪을 수 있기 때문이다. 본원에 개시된 연료 전지는 N_2 농도의 빌드업에 기인할 수 있는 유사한 성능 열화를 겪지 않으면서 H_2/N_2 혼합물을 활용하고 가공처리하도록 구성될 수 있다. 이러한 이점은, 예를 들어, 연료 전지에 대해 최적으로 구성된 애노드 채널 (예를 들어, 컷, 컷아웃, 또는 홈을 포함하는 애노드 채널 등)을 사용하여 실현될 수 있다.

[0267] **공급원 물질**

[0268] 하나의 측면에서, 본 개시내용은 수소, 질소, 암모니아, 및/또는 다른 개질물 기체를 함유하는 다양한 기체 혼합물과 상용성일 수 있는 연료 전지 디자인을 제공한다. 이러한 기체 혼합물은 암모니아를 가공처리 (즉, 촉매적 분해)하도록 구성된 암모니아 개질기 또는 반응기에 의해 제공될 수 있다. 수소는 비교적 높은 중량 밀도 (MJ/kg 단위로 측정됨)를 갖지만, 압축 및 액화된 수소에 대한 연료 저장 시스템은 특수화된 저장 조건을 제공하고 유지해야 하는 필요성으로 인해 종종 복잡하다. 예를 들어, 기체로서의 수소의 저장은 고압 탱크 (예를 들어, 350-700 bar 또는 5,000-10,000 psi)를 필요로 할 수 있다. 액체로서의 수소의 저장은 1 atm의 압력에서의 수소의 비점이 -252.8℃이기 때문에 극저온을 필요로 할 수 있다. 수소 캐리어로서의 암모니아의 사용은, 상대적 표준 조건 (0.8 MPa, 20℃, 액체 형태)에서의 용이한 저장 및 편리한 수송을 비롯하여, 순수 수소의 저장 및 수송에 비해 여러 이점을 제공할 수 있다. 암모니아는 또한 비교적 높은 수소 함량 (17.7 wt% 또는 액체

암모니아 리터 당 120 그램의 H_2)을 갖는다. 또한, 하버-보쉬(Haber-Bosch) 공정을 사용한 암모니아의 생성은 재생가능 에너지원 (예를 들어, 태양광 발전, 태양열, 풍력 터빈, 지열 및/또는 수력발전)에 의해 전력 공급될 수 있으며, 이는 N_2가 유일한 부산물이고 CO_2의 추가 배출이 없기 때문에 생성 공정을 환경적으로 안전하고 친화적으로 만든다. 암모니아가 생성되면, 암모니아는 탈수소화 공정을 통해 (즉, 암모니아를 해리, 분해, 개질, 또는 크랙킹함으로써) 수소를 방출하도록 가공처리될 수 있다.

[0269] 공급원 물질은 다양한 농도의 수소, 질소, 및 암모니아를 포함할 수 있다. 공급원 물질이 암모니아 개질기로부터 직접 제공되는 경우, 질소 대 수소의 비율은 몰 기준으로 약 1 부 질소 대 3 부 수소일 수 있다. 개질기에 의한 암모니아의 전환 정도에 따라, 공급원 물질 중에 일부 암모니아가 존재할 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질은 하나 이상의 연료 전지에 제공되기 전에 또 다른 기체와 혼합될 수 있다. 예를 들어, 공급원 물질은 고순도 수소 기체 (예를 들어, 99% 초과 순도)의 스트림과 혼합될 수 있다. 공급원 물질은 고순도 질소 기체 (예를 들어, 99% 초과 순도)의 스트림과 혼합될 수 있다. 공급원 물질은 하나 이상의 연료 전지에 제공되기 전에 정제될 수 있다. 예를 들어, 공급원 물질은 공급원 물질 중의 암모니아 농도를 감소시키기 위해 흡착제 또는 흡수제와 접촉될 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질은 고순도 질소 및 고순도 수소 스트림을 혼합함으로써 제공될 수 있다. 따라서, 하나 이상의 연료 전지에 공급되는 수소, 질소, 및 암모니아의 농도 및 양은 변할 수 있다.

[0270] 도 15는 에너지 캐리어로서의 암모니아 및 다른 유형의 연료와 비교한 암모니아의 다양한 밀도 특징을 개략적으로 예시한다. NH_3의 H_2 저장 용량은 약 17.7 wt% 및 암모니아 리터 당 120 그램의 H_2이다. 수소 등의 다른 연료 유형과 비교하여, 암모니아는 그의 중량 밀도 측면에서 유리한 부피 밀도를 나타낸다. 또한, 다른 유형의 연료 (메탄, 프로판, 메탄올, 에탄올, 가솔린, E-10 가솔린, JP-8 제트 연료, 또는 디젤 등의 탄소계 연료 포함)와 비교하여, 연료로서의 암모니아의 사용은 CO_2, CO, 또는 흑탄소 (그을음) 등의 유해한 배출물을 생성하지 않을 수 있고 0의 또는 무시할 만한 NO_X (예를 들어, NO_2 또는 N_2O) 배출물을 생성할 수 있다 (특히 선택적 촉매적 환원 (SCR) 촉매와 조합시). 따라서, 에너지 캐리어로서의 암모니아의 사용은, (a) 수소와 비교하여 암모니아의 보다 큰 부피 밀도, (b) 수소의 저장 및 수송에 전형적으로 사용되는 복잡하고 고도로 가압된 저장 용기를 필요로 하지 않으면서 표준 온도 및 압력에서 암모니아를 수송하는 능력의 이점을 이용하며, 암모니아가 수소로 분해되면 본원에 개시된 시스템 및 방법의 일부 실시양태가 수소 연료의 이점 (예를 들어, 환경적으로 안전하고 높은 중량 에너지 밀도)을 활용할 수 있게 한다.

[0271] 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 30% 내지 약 99.7%의 H_2의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 30% 내지 약 99.99%의 H_2의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 70% 내지 약 99.999%의 H_2의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 암모니아 개질에 의해 제공시 약 70% 내지 약 80%의 H_2의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 수소 분리 시스템 (예를 들어, 압력 스윙 흡착 (PSA) 또는 막 분리)이 공급원 물질 중의 수소의 부피 분율을 증가시키기 위해 사용될 수 있다.

[0272] 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99.7%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 H_2의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 적어도 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99.7%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 H_2의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99.7%, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하의 H_2의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 30% 내지 약 99.7%, 약 35% 내지 약 95%, 약 40% 내지 약 90%, 약 45% 내지 약 85%, 약 50% 내지 약 80%, 약 55% 내지 약 75%, 약 60% 내지 약 70%, 약 65% 내지 약 95%의 H_2의 부피 분율을 포함한다.

[0273] 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 적어도 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99.7%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 H_2의 몰 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 1%, 약

5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99.7%, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하의 H_2의 몰 분율을 포함한다.

[0274] 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 적어도 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99.7%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 H_2의 부분압 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99.7%, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하의 H_2의 부분압 분율을 포함한다.

[0275] 공급원 물질은 다양한 농도의 질소를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질은 적어도 10%의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 경우에, 공급원 물질은 적어도 20%의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 경우에, 공급원 물질은 약 20% 내지 약 30% 범위의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 경우에, 공급원 물질은 약 30% 내지 약 50% 범위의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 경우에, 공급원 물질은 약 40% 내지 약 70% 범위의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 적어도 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하의 질소의 부피 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 10% 내지 약 70%, 약 15% 내지 약 65%, 약 20% 내지 약 60%, 약 25% 내지 약 55%, 약 30% 내지 약 50%, 약 35% 내지 약 45%, 약 40% 내지 약 70%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 질소의 부피 분율을 포함한다.

[0276] 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 적어도 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 N_2의 부분압 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99%, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하의 N_2의 부분압 분율을 포함한다.

[0277] 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 적어도 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99%, 또는 이들 사이의 임의의 값의 N_2의 몰 분율을 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 1%, 약 5%, 약 10%, 약 15%, 약 20%, 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55%, 약 60%, 약 65%, 약 70%, 약 75%, 약 80%, 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 99%, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하의 N_2의 몰 분율을 포함한다.

[0278] 공급원 물질은 다양한 농도의 암모니아를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 0.1 ppm, 약 0.2 ppm, 약 0.3 ppm, 약 0.4 ppm, 약 0.5 ppm, 약 0.6 ppm, 약 0.7 ppm, 약 0.8 ppm, 약 0.9 ppm, 약 1 ppm, 약 1.2 ppm, 약 1.4 ppm, 약 1.6 ppm, 약 1.8 ppm, 약 2 ppm, 또는 이들 사이의 임의의 값 미만인 암모니아 농도를 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 0.1 ppm, 약 0.2 ppm, 약 0.3 ppm, 약 0.4 ppm, 약 0.5 ppm, 약 0.6 ppm, 약 0.7 ppm, 약 0.8 ppm, 약 0.9 ppm, 약 1 ppm, 약 1.2 ppm, 약 1.4 ppm, 약 1.6 ppm, 약 1.8 ppm, 약 2 ppm, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하인 암모니아 농도를 포함한다. 일부 실시양태에서, 공급원 물질은 약 0.1 ppm 내지 약 2 ppm, 약 0.2 ppm 내지 약 1.8 ppm, 약 0.3 ppm 내지 약 1.6 ppm, 약 0.4 ppm 내지 약 1.4 ppm, 약 0.5 ppm 내지 약 1.2 ppm, 약 0.6 ppm 내지 약 1 ppm, 약 0.7 ppm 내지 약 0.9 ppm, 또는 약 0.8 ppm 내지 약 2 ppm인 암모니아 농도를 포함한다. 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림 중의 암모니아 농도는 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm 이하이다. 일부 실시양태에서, 제1 연속 스트림 중의 암모니아 농도는 적어도 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm이다.

[0279] 공급원 물질은 다양한 압력에서 하나 이상의 연료 전지에 제공될 수 있다. 공급원 물질은 적어도 약 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 40 bar의 절대 압력에서 하나 이상의 연료 전지에 제공될 수 있다. 공급원 물질은 약 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 40 bar 이하의 절대 압력에서 하나 이상의 연료 전지에 제공될 수 있다. 공급원 물질은 약 1 내지 5 bar의 절대 압력에서 하나 이상의 연료 전지에 제공될 수 있다. 공급원 물질이 하나 이상의 연료 전지에 제공되고 있는 동안 공급원 물질의 압력은 선택된 공차 내에서 유지될 수 있다. 선택된 공차는 절대 압력의 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 150, 200, 300, 400, 500, 또는 1000 퍼센트일 수 있다. 공급원 물질이 하나 이상의 연료 전지에 제공되고 있는 동안 공급원 물질의 압력 또는 유량은 변조될 수 있다. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 압력 또는 유량을 변조하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 압력 조절기는 하나 이상의 연료 전지에 제공되는 공급원 물질의 압력을 약 5 내지 10 bar로부터 약 1.5 내지 3 bar의 절대 압력으로 감소시킬 수 있다. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합은 연료 전지의 상류 또는 하류에 배치될 수 있다. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합은 미전환 수소 또는 임의의 다른 유동의 역류를 방지하거나 감소시키기 위해 연료 전지의 하류에 배치될 수 있다.

[0280] 일부 경우에, 공급원 물질은 복수의 스트림으로서 복수의 연료 전지, 연료 전지 적층물, 또는 연료 전지 모듈에 제공될 수 있다. 복수의 스트림의 유량 또는 압력은 유지되거나 변조될 수 있다. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 압력 또는 유량을 변조하는 데 사용될 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지는 복수의 스트림 중 다른 스트림의 유량과 상이한 유량으로 스트림을 수용할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 각각은 복수의 스트림 중 하나를 복수의 스트림 중 다른 것들의 다른 유량의 선택된 공차 내의 또는 그와 대략 동일한 유량으로 수용할 수 있다. 일부 경우에, 선택된 공차는 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100%이다. 일부 경우에, 선택된 공차는 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100% 이하이다.

[0281] **개질기**

[0282] 도 9는 공급원 물질(910)을 가공처리하여 전기 에너지를 생성하기 위한 예시적 시스템의 블록 다이어그램을 개략적으로 예시한다. 공급원 물질(910)은 수소를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질(910)은, 예를 들어, 산소 (O_2), 질소 (N_2) 및/또는 암모니아 (NH_3) 등의 하나 이상의 다른 기체를 추가로 포함할 수 있다. 공급원 물질(910)은 암모니아 가공처리 시스템에 의해 생성된 하나 이상의 개질물 기체를 포함할 수 있다. 시스템은 수소를 추출하거나 생성하기 위해 수소 캐리어 (예를 들어, 암모니아, 액체 유기 수소 캐리어 (LOHC), 포름산 (HCOOH), 또는 메탄올 (CH_3OH))를 크랙킹 또는 분해하도록 구성될 수 있다. 일부 경우에, 공급원 물질(910)은 다양한 불순물, 예컨대 암모니아 가공처리 시스템을 통과한 미전환 암모니아, 암모니아 가공처리 시스템을 사용하여 추출된 수소와 혼합된 질소, 및/또는 암모니아 가공처리 시스템 내의 다른 미량 물질을 포함할 수 있다.

[0283] 공급원 물질(910)은 연료 전지(920)에 제공될 수 있다. 연료 전지(920)는 전기 에너지(930) 생성을 위해 수소를 가공처리하도록 디자인되거나 구성될 수 있다. 전기 에너지(930)는 다양한 시스템, 차량, 및/또는 예를 들어 지상, 공중, 수중, 해양, 잠수, 또는 수륙양용 차량, 이동 또는 고정 전기 장치, 또는 고정 전기 그리드를 포함한 장치에 대한 전력 공급에 사용될 수 있다. 일부 경우에, 전기 에너지(930)는 다양한 시스템, 차량, 및/또는 장치에 대한 백업 전력으로서 사용될 수 있다.

[0284] 상기에 기재된 바와 같이, 하나 이상의 연료 전지(920)는, 수소 및/또는 질소를 포함할 수 있는 공급원 물질(910)을 사용하여 전기 에너지(930) (예를 들어, 전류 또는 전자의 유동)를 생성하는 데 사용될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 연료의 전기화학 반응을 통해 전기 에너지(930)를 생성할 수 있다. 연료는 공급원 물질(910) 중의 수소를 포함할 수 있다. 연료 전지에 의해 생성된 전기는 하나 이상의 시스템, 차량, 또는 장치에 전력을 공급하는 데 사용될 수 있다. 일부 실시양태에서, 연료 전지에 의해 생성된 과량의 전기는 차후 사용을 위해 하나 이상의 에너지 저장 유닛 (예를 들어, 배터리)에 저장될 수 있다. 일부 실시양태에서, 연료 전지는 보다 큰 연료 전지 시스템의 부분으로서 제공될 수 있다.

[0285] 일부 비-제한적 예에서, 연료 전지 시스템은 전기분해 모듈을 포함할 수 있다. 하나 이상의 연료 전지의 부산물 (예를 들어, 물)의 전기분해는 부산물의 하나 이상의 구성성분 요소 (예를 들어, 산소 및/또는 수소)로의 분해를 통해 부산물이 제거되는 것을 가능하게 할 수 있다. 부산물의 전기분해는 또한 연료 전지를 위한 추가적인 연료 (예를 들어, 수소)를 생성할 수 있다. 전기분해 모듈을 실행하는 데 필요한 에너지는, 부분적으로, 태

양력, 풍력, 수력, 원자력, 연소 엔진, 연소 터빈, 증기 터빈 등을 포함하나 이에 제한되지는 않는 과잉 전기 공급원으로부터 유래될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 하나 이상의 개질기로부터의 공급원 물질을 수용할 수 있다. 하나 이상의 개질기는 암모니아의 촉매적 분해 또는 크랙킹을 수행하여 수소를 추출하고/거나 생성하도록 구성될 수 있다. 개질기로부터의 출구 유동은 추출된 수소 및/또는 다른 기체 (예를 들어, 질소 및/또는 암모니아)를 포함할 수 있다. 출구 유동은 전기 에너지 생성을 위해 연료 전지에 의해 사용가능한 공급원 물질에 상응할 수 있다. 일부 경우에, 개질기는 열 에너지를 사용하여 작동될 수 있다. 일부 경우에, 개질기는 개질기의 작업을 구동하기 위해 열 에너지를 생성하는 연소기를 사용하여 가열될 수 있다. 일부 경우에, 열 에너지는 화학적 화합물 (예를 들어, 수소 또는 탄화수소)의 연소로부터 생성될 수 있다. 개질기를 사용하여 생성되고/거나 추출된 수소는 하나 이상의 연료 전지에 제공될 수 있으며, 이는 작동시키는 데 전기 에너지가 필요한 하나 이상의 시스템, 서브-시스템, 또는 장치에 전력을 공급하기 위해 전기 에너지를 생성할 수 있다. 일부 경우에, 개질기를 사용하여 생성 및/또는 추출된 수소는 하나 이상의 다른 반응기 또는 개질기에 제공될 수 있습니다. 이러한 경우, 하나 이상의 다른 반응기 또는 개질기는 수소를 연소시켜 열 에너지를 생성하도록 구성될 수 있다. 이러한 열 에너지는 암모니아의 추가의 촉매적 분해 또는 크랙킹을 용이하게 하여 추가적인 수소를 추출 및/또는 생성하기 위해 하나 이상의 다른 반응기 또는 개질기를 가열하는 데 사용될 수 있다. 일부 경우에, 개질기 또는 반응기는 전기 가열, 저항 가열, 또는 줄 가열을 사용하여 가열될 수 있다. 일부 경우에, 개질기 또는 반응기는 연소 가열 및 전기 가열, 저항 가열, 또는 줄 가열을 사용하여 가열될 수 있다. 이러한 경우, 전류가 전기 히터, 촉매, 또는 개질기의 촉매 층을 통과하여 촉매를 직접 가열할 수 있다.

[0286] 도 10은 일부 실시양태에 따른 연료 전지에 대한 개질물 기체의 공급 공정을 개략적으로 예시한다. 개질물 기체는 수소 및 질소의 혼합물을 포함할 수 있다. 혼합물은 중량 또는 부피 기준으로 수소 기체 대 질소 기체의 비율을 포함할 수 있다. 비율은, 예를 들어, 부피, 몰, 또는 부분압 기준 비율로, X:Y일 수 있으며, 여기서 X는 수소 (예를 들어, 암모니아 개질의 경우 3)에 상응하고, Y는 질소 (예를 들어, 암모니아 개질의 경우 1)에 상응하고, 여기서 X 및 Y는 1 이상의 임의의 정수이다. 개질물 기체는 개질기 (또는 그의 임의의 구성요소 또는 하위구성요소)로부터의 출구 유동을 구성하는 하나 이상의 기체를 포함할 수 있다. 개질기는 암모니아의 촉매적 분해를 위한 암모니아 개질기를 포함할 수 있다. 암모니아의 촉매적 분해는 열 공급원을 사용하여 구동될 수 있다. 열 공급원은 하나 이상의 연소기 및/또는 하나 이상의 전기 히터를 포함할 수 있다. 하나 이상의 연소기는 수소, 암모니아, 하나 이상의 탄화수소, 또는 이들의 임의의 조합을 연소시켜 열 에너지를 생성하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 전기 히터는 줄 가열 메커니즘을 통해 전기 에너지를 열 에너지로 전환하도록 구성될 수 있다. 열 에너지는 암모니아의 촉매적 분해를 구동하는 데 사용될 수 있다.

[0287] **채널 특징부**

[0288] 하나 이상의 특징부는 다양한 치수, 형상, 및 배향을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 하나 이상의 컷, 하나 이상의 컷아웃, 하나 이상의 홈, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 컷은 애노드 채널 내의 절개부 또는 슬릿일 수 있다. 일부 경우에, 컷은 애노드 채널로부터의 실질적으로 소량의 물질 (예를 들어, 중량 기준으로 0의 물질 또는 0에 가까운 물질, 예를 들어 약 1 내지 3 중량% 미만)의 제거를 포함할 수 있다. 컷아웃은 애노드 채널 내의 개구일 수 있다. 컷아웃은 애노드 채널로부터의 상당량의 물질의 제거를 포함할 수 있다. 홈은 애노드 채널의 전체 두께를 통해 연장되지 않는 깊이를 포함하는 애노드 채널 내의 오목부 또는 도랑일 수 있다. 홈은 애노드 채널로부터의 상당량의 물질의 제거를 포함할 수 있다. 홈은 애노드 채널로부터의 실질적으로 소량의 물질의 제거를 포함할 수 있다.

[0289] 하나 이상의 특징부는 다양한 깊이를 포함할 수 있다. 하나 이상의 특징부는 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 미만의 깊이를 포함할 수 있다. 하나 이상의 특징부는 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 초과의 깊이를 포함할 수 있다. 하나 이상의 특징부의 깊이는 GDL의 두께와 관련하여 해석될 수 있다. 일부 경우에, 깊이는 GDL의 두께의 적어도 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 7/8, 15/16, 또는 31/32이다. 일부 경우에, 깊이는 GDL의 두께의 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 7/8, 15/16, 또는 31/32 이하이다.

[0290] 하나 이상의 특징부는 다양한 표면적을 포함할 수 있다. 하나 이상의 특징부는 애노드 채널의 표면의 일부를 가로질러 연장될 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널의 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 투영 표면적의 비율은 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9이다. 일부 경우에, 애노드 채널의 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 투영 표면적의 비율은 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는

0.9 이하이다.

[0291] 하나 이상의 특징부는 임의 수의 특징부를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 특징부는 2개 이상의 특징부를 포함할 수 있다. 하나 이상의 특징부는 적어도 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100개의 특징부를 포함할 수 있다. 하나 이상의 특징부는 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100개 이하의 특징부를 포함할 수 있다.

[0292] 하나 이상의 특징부는 다양한 배향을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 평행하다. 일부 경우에, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부 중 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 수직이다. 일부 경우에, 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트는 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트에 대해 일정 각도에 있으며, 여기서 각도는 0 내지 90도, 0 내지 30도, 15 내지 75도, 또는 30 내지 60도이다. 일부 경우에, 2개 이상의 특징부는 연결되거나 단절될 수 있다. 일부 경우에, 2개 이상의 특징부는 교차할 수 있다. 특징부는 애노드 채널의 최장 측면과 실질적으로 평행할 수 있다. 특징부는 애노드 채널의 최단 측면과 실질적으로 평행할 수 있다. 하나 이상의 특징부는 다양한 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 특징부는 실질적으로 직선 형상, 곡선 형상, 구불구불한 형상, 또는 또 다른 형상을 포함할 수 있다.

[0293] 도 11은 연료 전지의 애노드 채널에 활용될 수 있는 컷 구성의 다양한 예를 개략적으로 예시한다. 컷 구성은 연료 전지의 애노드 채널의 표면을 가로지르는 복수의 컷을 포함할 수 있다. 복수의 컷은 애노드 내의 질소의 빌드업을 감소시키고 연료 전지로부터의 질소의 유출을 용이하게 하여 질소가 애노드의 기체 확산 층에 축적되지 않도록 애노드 채널의 표면 내로의 하나 이상의 컷을 포함할 수 있다. 본원에서 "애노드 채널"이라는 표현은 "애노드 기체 확산 층 채널", "애노드 집전 층 채널", 또는 이들 둘 다의 조합으로서 해석될 수 있음에 유의한다.

[0294] 컷은 약 0.01 밀리미터 내지 약 10 ㎜ 범위의 애노드 채널 내로 연장되는 깊이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 깊이는 적어도 약 0.01 ㎜, 약 0.05 ㎜, 약 0.1 ㎜, 약 0.2 ㎜, 약 0.3 ㎜, 약 0.4 ㎜, 약 0.5 ㎜, 약 0.6 ㎜, 약 0.7 ㎜, 약 0.8 ㎜, 약 0.9 ㎜, 약 1 ㎜, 약 2 ㎜, 약 3 ㎜, 약 4 ㎜, 약 5 ㎜, 약 6 ㎜, 약 7 ㎜, 약 8 ㎜, 약 9 ㎜, 약 10 ㎜, 또는 이들 사이의 임의의 값이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 약 0.01 ㎜, 약 0.05 ㎜, 약 0.1 ㎜, 약 0.2 ㎜, 약 0.3 ㎜, 약 0.4 ㎜, 약 0.5 ㎜, 약 0.6 ㎜, 약 0.7 ㎜, 약 0.8 ㎜, 약 0.9 ㎜, 약 1 ㎜, 약 2 ㎜, 약 3 ㎜, 약 4 ㎜, 약 5 ㎜, 약 6 ㎜, 약 7 ㎜, 약 8 ㎜, 약 9 ㎜, 약 10 ㎜, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 0.01 ㎜ 내지 약 10 ㎜, 약 0.05 ㎜ 내지 약 9 ㎜, 약 0.1 ㎜ 내지 약 8 ㎜, 0.2 ㎜ 내지 약 7 ㎜, 약 0.3 ㎜ 내지 약 6 ㎜, 약 0.4 ㎜ 내지 약 5 ㎜, 0.5 ㎜ 내지 약 4 ㎜, 약 0.6 ㎜ 내지 약 3 ㎜, 약 0.7 ㎜ 내지 약 2 ㎜, 0.8 ㎜ 내지 약 1 ㎜, 또는 약 0.9 ㎜ 내지 약 10 ㎜이다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷은 애노드 채널의 두께와 동등한 애노드 채널 내로 연장되는 깊이를 포함할 수 있다.

[0295] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷은 애노드 채널의 두께의 약 1/8 내지 약 1/2 범위의 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 적어도 약 1/8, 약 1/7, 약 1/6, 약 1/5, 약 1/4, 약 1/3, 약 1/2, 또는 이들 사이의 임의의 값이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 약 1/8, 약 1/7, 약 1/6, 약 1/5, 약 1/4, 약 1/3, 약 1/2, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 1/8 내지 약 1/2, 약 1/7 내지 약 1/3, 약 1/6 내지 약 1/4, 또는 1/5 내지 약 1/2이다. 예를 들어, 2 ㎜의 두께를 포함하는 애노드 채널에서, 컷은 약 .25 ㎜ 내지 약 1 ㎜ 범위의 깊이를 포함할 수 있다.

[0296] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 컷은 애노드 채널의 두께의 약 1/2 내지 약 4/5 범위의 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 적어도 약 1/2, 약 2/3, 약 3/4, 약 4/5, 또는 이들 사이의 임의의 값이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 약 1/2, 약 2/3, 약 3/4, 약 4/5, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 1/2 내지 약 4/5, 약 2/3 내지 약 3/4, 또는 약 3/4 내지 약 4/5이다. 예를 들어, 2 ㎜의 두께를 포함하는 애노드 채널에서, 컷은 약 1 ㎜ 내지 약 1.6 ㎜ 범위의 깊이를 포함할 수 있다.

[0297] 일부 경우에, 하나 이상의 컷의 일부는 하나 이상의 컷 중 다른 것들과 상이한 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다 (예를 들어, 컷의 제1 세트는 0.25 ㎜의 깊이를 포함할 수 있고, 컷의 제2 세트는 0.5 ㎜이 깊이를 포함할 수 있음). 일부 경우에, 하나 이상의 컷 각각은 동일한 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다.

[0298] 일부 경우에, 연료 전지는 하나 이상의 애노드 채널을 갖는 애노드 기체 확산 층을 포함한다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 애노드 채널은 하나 이상의 특징부를 포함한다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 애노드 기체 확산 층을 통한 공급원 물질의 확산 및 수송을 향상시키도록 구성된 (i) 하나 이상의 컷 또는 홈 또는 (ii) 하나 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함한다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부는 질소가 애노드 기체 확산 층에 축적되지 않도록 애노드 기체 확산 층으로부터의 질소의 유동을 연료 전지의 외부로 지향시키도록 구성된다.

[0299] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 특징부 중 하나의 특징부는 적어도 약 0.01 ㎜, 약 0.05 ㎜, 약 0.1 ㎜, 약 0.2 ㎜, 약 0.3 ㎜, 약 0.4 ㎜, 약 0.5 ㎜, 약 0.6 ㎜, 약 0.7 ㎜, 약 0.8 ㎜, 약 0.9 ㎜, 약 1 ㎜, 약 2 ㎜, 약 3 ㎜, 약 4 ㎜, 약 5 ㎜, 약 6 ㎜, 약 7 ㎜, 약 8 ㎜, 약 9 ㎜, 약 10 ㎜, 또는 이들 사이의 임의의 값인 깊이를 갖는다. 일부 실시양태에서, 깊이는 약 0.01 ㎜, 약 0.05 ㎜, 약 0.1 ㎜, 약 0.2 ㎜, 약 0.3 ㎜, 약 0.4 ㎜, 약 0.5 ㎜, 약 0.6 ㎜, 약 0.7 ㎜, 약 0.8 ㎜, 약 0.9 ㎜, 약 1 ㎜, 약 2 ㎜, 약 3 ㎜, 약 4 ㎜, 약 5 ㎜, 약 6 ㎜, 약 7 ㎜, 약 8 ㎜, 약 9 ㎜, 약 10 ㎜, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 0.01 ㎜ 내지 약 10 ㎜, 약 0.05 ㎜ 내지 약 9 ㎜, 약 0.1 ㎜ 내지 약 8 ㎜, 0.2 ㎜ 내지 약 7 ㎜, 약 0.3 ㎜ 내지 약 6 ㎜, 약 0.4 ㎜ 내지 약 5 ㎜, 0.5 ㎜ 내지 약 4 ㎜, 약 0.6 ㎜ 내지 약 3 ㎜, 약 0.7 ㎜ 내지 약 2 ㎜, 0.8 ㎜ 내지 약 1 ㎜, 또는 약 0.9 ㎜ 내지 약 10 ㎜이다.

[0300] 일부 경우에, 컷 구성은 애노드 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 하나 이상의 컷을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷은 서로 평행할 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 컷은 서로 평행하지 않을 수 있거나 평행할 필요가 없다. 일부 경우에, 컷은 애노드 채널의 폭을 따라 연장되는 하나 이상의 수평 컷 및/또는 애노드 채널의 길이를 따라 연장되는 하나 이상의 수직 컷을 포함할 수 있다. 하나 이상의 수평 컷 및 하나 이상의 수직 컷은 서로 교차할 수 있거나 교차하지 않을 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널의 표면은 컷 구성의 하나 이상의 세트를 포함할 수 있다. 컷 구성의 하나 이상의 세트는 애노드 채널의 표면의 상이한 부분 또는 영역 상에 위치할 수 있다. 일부 경우에, 컷 구성의 하나 이상의 세트는 애노드 채널의 표면의 상이한 사분면을 가로질러 분포될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷은 서로에 대해 일정 각도로 배치될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷은 서로에 대해 복수의 상이한 각도로 배치될 수 있다.

[0301] 도 12는 연료 전지의 애노드 채널에 활용될 수 있는 컷아웃 구성의 다양한 예를 개략적으로 예시한다. 컷아웃 구성은 연료 전지의 애노드 채널의 표면을 가로질러 복수의 컷아웃 (예를 들어, 개구)을 포함할 수 있다. 복수의 컷아웃은 애노드 내의 질소의 빌드업을 감소시키고 연료 전지로부터의 질소의 유출을 용이하게 하여 질소가 애노드의 기체 확산 층에 축적되지 않도록 애노드 채널의 표면 내에 하나 이상의 컷아웃을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 컷아웃 면적비 ((ii) 애노드 채널의 표면의 원래의 면적에 대한 (i) 컷아웃의 제거 면적의 비율; 예를 들어, 표면의 원래의 면적의 20%가 제거되는 경우, 컷아웃 면적비는 0.2일 수 있음)는 약 0.01 내지 약 0.5의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 컷아웃 면적비는 약 0.3 내지 약 0.7의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 컷아웃 면적비는 약 0.5 내지 약 0.9의 범위일 수 있다. 일부 실시양태에서, 컷아웃 면적비는 적어도 약 0.01, 약 0.05, 약 0.1, 약 0.2, 약 0.3, 약 0.4, 약 0.5, 약 0.6, 약 0.7, 약 0.8, 약 0.9, 또는 이들 사이의 임의의 값이다. 일부 실시양태에서, 컷아웃 면적비는 약 0.01, 약 0.05, 약 0.1, 약 0.2, 약 0.3, 약 0.4, 약 0.5, 약 0.6, 약 0.7, 약 0.8, 약 0.9, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 컷아웃 면적비는 0.01 내지 약 0.9, 약 0.05 내지 약 0.8, 약 0.1 내지 약 0.7, 0.2 내지 약 0.6, 약 0.3 내지 약 0.5, 또는 약 0.4 내지 약 0.9이다.

[0302] 일부 경우에, 컷아웃 구성은 애노드 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 하나 이상의 컷아웃을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷아웃은 서로 평행할 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 컷아웃은 서로 평행하지 않을 수 있거나 평행할 필요가 없다. 일부 경우에, 컷아웃은 애노드 채널의 폭을 따라 연장되는 하나 이상의 수평 컷아웃 및/또는 애노드 채널의 길이를 따라 연장되는 하나 이상의 수직 컷아웃을 포함할 수 있다. 하나 이상의 수평 컷아웃 및 하나 이상의 수직 컷아웃은 서로 교차할 수 있거나 교차하지 않을 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널의 표면은 컷아웃 구성의 하나 이상의 세트를 포함할 수 있다. 컷아웃 구성의 하나 이상의 세트는 애노드 채널의 표면의 상이한 부분 또는 영역 상에 위치할 수 있다. 일부 경우에, 컷아웃 구성의 하나 이상의 세트는 애노드 채널의 표면의 상이한 사분면을 가로질러 분포될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷아웃은 서로에 대해 일정 각도로 배치될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷아웃은 서로에 대해 복수의 상이한 각도로 배치될 수 있다.

[0303] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 홈은 애노드 채널의 두께의 약 1/8 내지 약 1/2 범위의 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 적어도 약 1/8, 약 1/7, 약 1/6, 약

1/5, 약 1/4, 약 1/3, 약 1/2, 또는 이들 사이의 임의의 값이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 약 1/8, 약 1/7, 약 1/6, 약 1/5, 약 1/4, 약 1/3, 약 1/2, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 1/8 내지 약 1/2, 약 1/7 내지 약 1/3, 약 1/6 내지 약 1/4, 또는 1/5 내지 약 1/2이다. 예를 들어, 2 ㎜의 깊이를 포함하는 애노드 채널에서, 홈은 약 .25 ㎜ 내지 약 1 ㎜ 범위의 깊이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서 하나 이상의 홈은 애노드 채널의 두께의 약 1/2 내지 약 4/5 범위의 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 적어도 약 1/2, 약 2/3, 약 3/4, 약 4/5, 또는 이들 사이의 임의의 값이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 약 1/2, 약 2/3, 약 3/4, 약 4/5,, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 깊이는 애노드 채널의 두께의 1/2 내지 약 4/5, 약 2/3 내지 약 3/4, 또는 약 3/4 내지 약 4/5이다.

[0304] 일부 경우에, 하나 이상의 홈은 애노드 채널의 두께와 상이한 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다. 예를 들어, 2 ㎜의 깊이를 갖는 애노드 채널에서, 홈은 약 1 ㎜ 내지 약 1.6 ㎜ 범위의 깊이를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 홈은 애노드 채널의 두께와 동등한 깊이로 애노드 채널 내로 연장될 수 있다. 일부 경우에, 홈 면적비 (애노드 채널의 표면의 원래의 면적에 대한 홈의 면적의 비율; 예를 들어, 원래의 면적의 20%가 홈을 포함하는 경우, 홈 면적비는 0.2일 수 있음)는 약 0.01 내지 약 0.5의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 홈 면적비는 약 0.3 내지 약 0.7의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 홈 면적비는 약 0.5 내지 약 0.9의 범위일 수 있다. 일부 실시양태에서, 홈 면적비는 적어도 약 0.01, 약 0.05, 약 0.1, 약 0.2, 약 0.3, 약 0.4, 약 0.5, 약 0.6, 약 0.7, 약 0.8, 약 0.9, 또는 이들 사이의 임의의 값이다. 일부 실시양태에서, 홈 면적비는 약 0.01, 약 0.05, 약 0.1, 약 0.2, 약 0.3, 약 0.4, 약 0.5, 약 0.6, 약 0.7, 약 0.8, 약 0.9, 또는 이들 사이의 임의의 값 이하이다. 일부 실시양태에서, 홈 면적비는 0.01 내지 약 0.9, 약 0.05 내지 약 0.8, 약 0.1 내지 약 0.7, 0.2 내지 약 0.6, 약 0.3 내지 약 0.5, 또는 약 0.4 내지 약 0.9이다.

[0305] 일부 경우에, 애노드 채널은 애노드 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 하나 이상의 컷, 애노드 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 하나 이상의 컷아웃, 애노드 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 하나 이상의 홈, 또는 컷, 컷아웃 및 홈의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0306] 일부 경우에, 최소 컷아웃 면적비가 바람직한 경우, 컷이 바람직할 수 있다. 일부 경우에, 보다 높은 속도의 질소 퍼징 (예를 들어, 비교적 더 낮은 속도의 질소 퍼징을 달성할 수 있는 컷 단독과 비교하여)을 달성하기 위해서는 컷아웃 또는 홈, 또는 이들의 조합이 바람직할 수 있다.

[0307] 일부 경우에, 최소 컷아웃 면적비 또는 최소 홈 면적비가 바람직한 경우, 하나 이상의 컷, 하나 이상의 컷아웃, 또는 하나 이상의 홈의 조합이 사용될 수 있다. 일부 경우에, 최소 컷아웃 면적비 또는 홈 면적비는 0.1 미만일 수 있다. 일부 경우에, 최소 컷아웃 또는 홈 면적비는 0.2 미만일 수 있다. 일부 경우에, 최소 컷아웃 또는 홈 면적비는 0.5 미만일 수 있다.

[0308] 일부 경우에, 애노드 채널은 동일한 깊이로 애노드 채널 내로 연장되는 컷 및 컷아웃 둘 다를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널은 상이한 깊이로 애노드 채널 내로 연장되는 컷 및 컷아웃 둘 다를 포함할 수 있다.

[0309] 일부 경우에, 컷, 컷아웃, 및 홈은 스탬핑, 레이저 컷팅, 인그레이빙, 화학적 에칭, 및 엠보싱 중 적어도 하나를 포함하는 하나 이상의 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 일부 경우에, 컷아웃에 의해 제거된 물질은 재활용되고 하나 이상의 연료 전지에서 하나 이상의 채널을 형성하는 데 사용될 수 있다.

[0310] 일부 경우에, 연료 전지는 애노드와 유체 소통되는 복수의 채널을 포함한다. 복수의 채널은 서로 인접한 층들로 적층될 수 있다. 도 6은 전기 에너지를 생성하기 위해 수소 및 질소의 기체상 혼합물을 가공처리하는 데 연료 전지가 사용되는 경우 연료 전지 성능을 향상시키기 위해 구현될 수 있는 다층 애노드 채널 디자인의 다양한 예를 개략적으로 예시한다. 다층 애노드 채널은 복수의 층을 포함할 수 있다. 복수의 층은 적어도 제1 층 및 제2 층을 포함할 수 있다. 제1 층 및 제2 층 중 적어도 하나는 하나 이상의 컷 및/또는 하나 이상의 컷아웃을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 층의 제1 층은 임의의 컷 또는 컷아웃을 갖지 않을 수 있다. 이러한 경우, 복수의 층의 제2 층은 하나 이상의 컷 및/또는 하나 이상의 컷아웃을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 제1 층 및 제2 층 각각은 하나 이상의 컷 및/또는 하나 이상의 컷아웃을 포함할 수 있다. 제1 층의 컷 또는 컷아웃은 제2 층의 컷 또는 컷아웃과 정렬될 수 있거나 정렬되지 않을 수 있다. 일부 경우에, 제1 층은 컷 또는 컷아웃의 제1 세트를 포함할 수 있고, 제2 층은 컷 또는 컷아웃의 제2 세트를 포함할 수 있다. 컷 또는 컷아웃의 제1 및 제2 세트는 서로 중첩될 수 있거나 중첩되지 않을 수 있다. 일부 경우에, 컷 또는 컷아웃의 제1 및 제2 세트는 컷 또는 컷아웃의 상이한 패턴을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 컷 또는 컷아웃의 제1 및 제2 세트는 수평 및 수직 컷 또는 컷아웃의 조합을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 컷 또는 컷아웃의 제1 세트는 복수의 수

평 컷 또는 컷아웃을 포함할 수 있고, 컷 또는 컷아웃의 제2 세트는 복수의 수직 컷 또는 컷아웃을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 컷 또는 컷아웃의 제1 세트는 복수의 수직 컷 또는 컷아웃을 포함할 수 있고, 컷 또는 컷아웃의 제2 세트는 복수의 수평 컷 또는 컷아웃을 포함할 수 있다. 복수의 채널의 적어도 하나의 채널은 컷, 컷아웃, 및/또는 홈을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하지 않을 수 있다 (즉, 이것이 결여되어 있을 수 있음).

[0311] 상기에 기재된 바와 같이, 일부 경우에, 하나 이상의 컷 및/또는 하나 이상의 컷아웃은 애노드 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷 및/또는 하나 이상의 컷아웃은 서로 평행할 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 컷 및/또는 하나 이상의 컷아웃은 서로 평행하지 않을 수 있거나 평행할 필요가 없다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷 및/또는 하나 이상의 컷아웃은 애노드 채널의 폭을 따라 연장되는 하나 이상의 수평 컷 또는 컷아웃 및/또는 애노드 채널의 길이를 따라 연장되는 하나 이상의 수직 컷 또는 컷아웃을 포함할 수 있다. 하나 이상의 수평 컷 또는 컷아웃 및 하나 이상의 수직 컷 또는 컷아웃은 서로 교차할 수 있거나 교차하지 않을 수 있다. 일부 경우에, 애노드 채널의 표면은 컷 구성 또는 컷아웃 구성의 하나 이상의 세트를 포함할 수 있다. 컷 구성 또는 컷아웃 구성의 하나 이상의 세트는 애노드 채널의 표면의 상이한 부분 또는 영역 상에 위치할 수 있다. 일부 경우에, 컷 구성 또는 컷아웃 구성의 하나 이상의 세트는 애노드 채널의 표면의 상이한 사분면을 가로질러 분포될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷 또는 컷아웃은 서로에 대해 일정 각도로 배치될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷 또는 컷아웃은 서로에 대해 복수의 상이한 각도로 배치될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 표면 특징부는 하나 이상의 애노드 채널의 표면 상에 하나 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 하나 이상의 컷 또는 홈은 하나 이상의 애노드 채널의 표면의 일부를 가로질러 연장될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로 평행한 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로 수직인 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로에 대해 일정 각도로 배치된 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 각도는 0도 내지 약 90도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 각도는 0도 내지 약 45도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 각도는 0도 내지 약 30도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 각도는 0도 내지 약 15도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷 또는 홈은 서로 교차하는 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 컷 또는 홈은 교차하지 않는 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다.

[0312] 일부 경우에, 하나 이상의 표면 특징부는 하나 이상의 채널의 표면 상에 하나 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 하나 이상의 채널의 표면의 일부를 가로질러 연장될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로 평행한 2개 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로 수직인 2개 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로에 대해 일정 각도로 배치된 2개 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 각도는 0도 내지 약 90도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 각도는 0도 내지 약 45도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 각도는 0도 내지 약 30도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 각도는 0도 내지 약 15도의 범위일 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 서로 교차하는 2개 이상의 컷 또는 홈을 포함할 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 컷아웃 또는 개구는 교차하지 않는 2개 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다.

[0313] 일부 실시양태에서, 애노드의 기체 확산 층은 하나 이상의 층을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 층은 2개 이상의 층을 포함할 수 있다. 2개 이상의 층 중 적어도 하나의 층은 하나 이상의 표면 특징부를 포함할 수 있다. 하나 이상의 표면 특징부는 (i) 하나 이상의 컷 또는 홈 및/또는 (ii) 하나 이상의 컷아웃 또는 개구를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 2개 이상의 층은 표면 특징부의 제1 세트를 포함하는 제1 층 및 표면 특징부의 제2 세트를 포함하는 제2 층을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 특징부의 동일한 또는 유사한 세트를 포함할 수 있다. 다른 경우에, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 특징부의 상이한 세트를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 중첩되거나 부분적으로 중첩될 수 있다. 다른 경우에, 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트는 중첩되지 않을 수 있거나 중첩될 필요가 없다.

[0314] 일부 경우에, 애노드 기체 확산 층은 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질을 포함할 수 있다. 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은, 예를 들어, 흑연 또는 또 다른 탄소계 물질 (예를 들어, 탄소 섬유)을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 면 물질과 유사한 특징부, 특성, 또는 특징을 가질 수 있는 카본 펠트를 포함할 수 있다. 대안적으로, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 종이의 시트와 유사한 특징부, 특성, 또는 특징을 가질 수 있는 카본지를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 폴리테트

라플루오로에틸렌 (PTFE)계 물질을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 탄소계 물질 및 PTFE계 물질 둘 다를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 약 90도 초과의 물 접촉 각을 갖는 소수성 특성을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 약 90도 미만의 물 접촉 각을 갖는 친수성 특성을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질의 적어도 하나의 부분은 소수성 특성을 포함할 수 있고, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질의 적어도 하나의 다른 부분은 친수성 특성을 포함할 수 있다. 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 다공성일 수 있고, 다공도, 기공 크기, 밀도, 취성, 및 가요성 등의 상이한 특성을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 전류를 전도할 수 있다. 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 제1 측면과 제2 측면 사이에 상이한 표면 텍스처, 다공도, 또는 기공 크기 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 제1 측면은 전방 또는 상단 측면이고, 제2 측면은 저부 또는 후방 측면이다. 일부 경우에, 제1 측면은 전해질을 향하고, 제2 측면은 연료 전지의 외부를 향한다. 일부 경우에, 보다 치밀한 물질은 애노드 기체 확산 층에 보다 우수한 성능을 제공할 수 있다. 일부 경우에, 지나치게 치밀한 물질은 기체 확산 또는 수송 저항성을 증가시킬 수 있다. 일부 경우에, 보다 얇은 물질은 기체 확산 또는 수송 저항성을 감소시킴으로써 애노드 기체 확산 층에 보다 우수한 성능을 제공할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지의 전력 밀도를 증가시키기 위해서는 보다 얇은 물질이 바람직하다. 일부 경우에, 지나치게 얇은 물질은 기체 확산 또는 수송 저항성을 증가시킬 수 있다. 본원에서 애노드 확산 층은 펠트, 포움, 종이, 천, 탄소계 물질, 또는 PTFE계 물질이 아닌 물질을 포함할 수 있음에 유의한다.

[0315] 단일 층 디자인이 활용되는 경우, 기체 확산 층을 위한 물질은 기체 확산 층을 통해 수소를 확산시키기 위해 다공성일 필요가 있을 수 있다. 다층 디자인이 활용되는 경우, 기체 확산 층의 막 측면은 다공성 시트 물질을 포함할 수 있고, 집전 측면 (채널이 배치되는 곳)은 임의의 전류 전도성 시트 물질, 예컨대 금속, 구리, 니켈, 아연, 백금, 알루미늄, 강철, 티타늄, 금, 또는 탄소계 물질을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 집전 시트는 상이한 전류 전도성 물질의 하나 이상의 코팅을 갖는 임의의 전류 전도성 시트 물질을 포함할 수 있다.

[0316] 일부 경우에, 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 카본지를 포함할 수 있다. 카본지는 탄소계 중합체 시트를 소성시킴으로써 제조될 수 있다. 카본 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질은 결정질 구조를 포함하지 않을 수 있거나 포함할 필요가 없다.

[0317] **연료 전지 출구 유동**

[0318] 일부 경우에, 출구 유동은 하나 이상의 연료 전지로부터 나올 수 있다. 연료 전지로부터의 출구 유동은 H_2, N_2, O_2, 및/또는 하나 이상의 반응 부산물 (예를 들어, 물)을 포함할 수 있다. 애노드 채널로부터의 출구 유동은 H_2, N_2, 암모니아 (예를 들어, 암모니아 개질로부터의 미량 암모니아), 물, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 캐소드 채널로부터의 출구 유동은 O_2, N_2, 물, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지 출구 유동은 연료 전지로부터의 미전환 수소 (연료 전지에 의해 소비되지 않은, 또한 전해질 막에서 양성자 및 전자로 전환되지 않은 수소)를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지 출구 유동은 연료 전지의 애노드 채널의 출구 유동 (애노드 오프가스)으로부터의 미전환 수소를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 미전환 수소는 추가의 암모니아 분해를 위해 반응기를 가열하기 위한 연소 가열을 위해 하나 이상의 반응기로 다시 지향될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지 출구 유동은 연료 전지로부터의 미전환 수소, 반응기로부터의 미전환 암모니아, 또는 흡착 타워로부터의 비흡착 암모니아를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지로부터의 미전환 수소 및 반응기 또는 흡착 타워로부터의 미전환 또는 비흡착 암모니아는 추가의 암모니아 분해를 위해 반응기를 가열하기 위한 연소 가열을 위해 하나 이상의 반응기로 다시 지향될 수 있다. 일부 경우에는, 캐소드 채널의 출구 유동으로부터의 미전환 O_2가 암모니아 분해를 위해 반응기를 가열하기 위한 연소 가열을 위해 하나 이상의 반응기로 다시 지향될 수 있다.

[0319] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 약 0.0001, 0.0002, 0.0003, 0.0004, 0.0005, 0.0006, 0.0007, 0.0008, 0.0009, 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008, 0.009, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9 이하의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 적어도 약 0.0001, 0.0002, 0.0003, 0.0004, 0.0005, 0.0006, 0.0007, 0.0008, 0.0009, 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008, 0.009, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부

분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.5 내지 0.8 범위의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.4 내지 0.7 범위의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.3 내지 0.6 범위의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.2 내지 0.5 범위의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.1 내지 0.4 범위의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.05 내지 0.3 범위의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.3 내지 0.4 범위의 수소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다.

[0320] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 약 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.91, 0.92, 0.93, 0.94, 0.95, 0.96, 0.97, 0.98, 0.99, 0.991, 0.992, 0.993, 0.994, 0.995, 0.996, 0.997, 0.998, 또는 0.999 이하 범위의 질소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 적어도 약 0.0001, 0.0002, 0.0003, 0.0004, 0.0005, 0.0006, 0.0007, 0.0008, 0.0009, 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008, 0.009, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.91, 0.92, 0.93, 0.94, 0.95, 0.96, 0.97, 0.98, 0.99, 0.991, 0.992, 0.993, 0.994, 0.995, 0.996, 0.997, 0.998, 또는 0.999 범위의 질소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.1 내지 0.4 범위의 질소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.3 내지 0.6 범위의 질소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.5 내지 0.8 범위의 질소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.6 내지 0.9 범위의 질소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 0.4 내지 0.6 범위의 질소의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 수소, 질소, 물, 또는 산소 중 적어도 둘을 포함할 수 있다.

[0321] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 약 0.0001, 0.0002, 0.0003, 0.0004, 0.0005, 0.0006, 0.0007, 0.0008, 0.0009, 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008, 0.009, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9 이하 범위의 암모니아의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지로부터 나오는 스트림은 적어도 약 0.0001, 0.0002, 0.0003, 0.0004, 0.0005, 0.0006, 0.0007, 0.0008, 0.0009, 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008, 0.009, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9 범위의 암모니아의 부피 분율, 몰 분율, 또는 부분압 분율을 포함할 수 있다.

[0322] 일부 경우에는, 미전환 수소를 포함하는 복수의 스트림이 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나올 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나오는 복수의 스트림은 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기로 지향될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나오는 복수의 스트림은 다른 출구 스트림과 유량, 수소 몰 분율, 질소 몰 분율, 또는 물 몰 분율이 상이한 적어도 하나의 스트림을 갖는다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나오는 복수의 스트림은 표적 유량 (예를 들어, 단일 연료 전지, 연료 전지 적층물, 또는 연료 전지 모듈에 대한 표적 유량)을 기준으로 한 선택된 공차 내의 유량을 포함한다. 일부 경우에, 선택된 공차는 적어도 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 또는 500%이다. 일부 경우에, 선택된 공차는 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 또는 500% 이하이다.

[0323] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나오는 하나 이상의 스트림은 하나 이상의 집수기 또는 응축기를 통과할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 집수기 또는 응축기는 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모

듈로부터 나오는 하나 이상의 스트림 중의 물의 적어도 일부를 제거한다. 일부 경우에, 하나 이상의 집수기 또는 응축기는 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나오는 하나 이상의 스트림을 암모니아 개질기의 하나 이상의 연소 가열기에 제공하기 전에 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나오는 하나 이상의 스트림 중의 물의 적어도 일부를 제거한다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지, 하나 이상의 연료 전지 적층물, 또는 하나 이상의 연료 전지 모듈로부터 나오는 하나 이상의 스트림은 H_2, N_2, 물, 또는 O_2를 포함한다.

[0324] **컴퓨터 시스템**

[0325] 하나의 측면에서, 본 개시내용은 개시내용의 방법을 구현하도록 프로그래밍된 또는 달리 구성된 컴퓨터 시스템을 제공한다. 도 14는 수소 및/또는 수소 및 질소의 혼합물의 가공처리 방법을 구현하도록 프로그래밍된 또는 달리 구성된 컴퓨터 시스템(1401)을 나타낸다. 일부 실시양태에서, 컴퓨터 시스템은 연료 전지가 전기를 생성하고 있는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된다. 일부 실시양태에서, 컴퓨터 시스템은 질소의 연속적 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된다. 컴퓨터 시스템(1401)은, 예를 들어, (i) 하나 이상의 연료 전지로의 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질의 유동을 제어하고 (ii) 전기 (예를 들어, 전류) 생성을 위해 공급원 물질을 가공처리하기 위한 하나 이상의 연료 전지의 작업을 제어하도록 구성될 수 있다. 컴퓨터 시스템(1401)은 사용자의 전자 장치 또는 전자 장치에 대하여 원격지에 위치한 컴퓨터 시스템일 수 있다. 전자 장치는 모바일 전자 장치일 수 있다.

[0326] 컴퓨터 시스템(1401)은, 단일 코어 또는 멀티 코어 프로세서, 또는 병렬 처리를 위한 복수의 프로세서일 수 있는 중앙 처리 유닛 (CPU, 또한 본원에서 "프로세서" 및 "컴퓨터 프로세서")(1405)을 포함할 수 있다. 컴퓨터 시스템(1401)은 또한 메모리 또는 메모리 위치(1410) (예를 들어, 랜덤-액세스 메모리, 읽기 전용 메모리, 플래시 메모리), 전자 저장 유닛(1415) (예를 들어, 하드 디스크), 하나 이상의 다른 시스템과의 통신을 위한 통신 인터페이스(1420) (예를 들어, 네트워크 어댑터), 및 주변 장치(1425), 예컨대 캐시, 다른 메모리, 데이터 저장 및/또는 전자 디스플레이 어댑터를 포함한다. 메모리(1410), 저장 유닛(1415), 인터페이스(1420) 및 주변 장치(1425)는 마더보드와 같은 통신 버스 (실선)를 통해 CPU(1405)와 통신한다. 저장 유닛(1415)은 데이터를 저장하기 위한 데이터 저장 유닛 (또는 데이터 저장소)일 수 있다. 컴퓨터 시스템(1401)은 통신 인터페이스(1420)의 도움으로 컴퓨터 네트워크 ("네트워크")(1430)에 작동가능하게 커플링될 수 있다. 네트워크(1430)는 Internet, 인터넷 및/또는 엑스트라넷, 또는 Internet과 통신하는 인트라넷 및/또는 엑스트라넷일 수 있다. 네트워크(1430)는 일부 경우에 텔레커뮤니케이션 및/또는 데이터 네트워크이다. 네트워크(1430)는 클라우드 컴퓨팅과 같은 분산 컴퓨팅을 가능하게 할 수 있는 하나 이상의 컴퓨터 서버를 포함할 수 있다. 네트워크(1430)는, 일부 경우에 컴퓨터 시스템(1401)의 도움으로, P2P (peer-to-peer) 네트워크를 구현할 수 있으며, 이는 컴퓨터 시스템(1401)에 커플링된 장치가 클라이언트 또는 서버로서 거동하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0327] CPU(1405)는 프로그램 또는 소프트웨어로 구현될 수 있는 일련의 기계-판독가능 명령어들을 실행할 수 있다. 명령어들은 메모리 위치, 예컨대 메모리(1410)에 저장될 수 있다. 명령어들은 CPU(1405)로 지향될 수 있고, 이는 이어서 CPU(1405)를 본 개시내용의 방법을 구현하도록 프로그래밍하거나 달리 구성할 수 있다. CPU(1405)에 의해 수행되는 작업의 예는 페치, 디코드, 실행 및 후기입(writeback)을 포함할 수 있다.

[0328] CPU(1405)는 회로, 예컨대 집적 회로의 부분일 수 있다. 시스템(1401)의 하나 이상의 다른 구성요소가 회로 내에 포함될 수 있다. 일부 경우에, 회로는 응용 특이적 집적 회로 (ASIC)이다.

[0329] 저장 유닛(1415)은 파일, 예컨대 드라이버, 라이브러리 및 저장된 프로그램을 저장할 수 있다. 저장 유닛(1415)은 사용자 데이터, 예를 들어, 사용자 선호 및 사용자 프로그램을 저장할 수 있다. 컴퓨터 시스템(1401)은 일부 경우에 컴퓨터 시스템(1401) 외부에 (예를 들어, 인트라넷 또는 Internet을 통해 컴퓨터 시스템(1401)과 통신하는 원격 서버 상에) 위치하는 하나 이상의 추가적인 데이터 저장 유닛을 포함할 수 있다.

[0330] 컴퓨터 시스템(1401)은 네트워크(1430)를 통해 하나 이상의 원격 컴퓨터 시스템과 통신할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 시스템(1401)은 사용자 (예를 들어, 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질이 생성되는 반응기를 작동시키는 개인, 반응기에 작동가능하게 커플링된 하나 이상의 연료 전지 또는 반응기의 작업을 모니터링하는 엔티티, 또는 하나 이상의 연료 전지를 사용하여 공급원 물질로부터 유래된 또는 생성된 전기 에너지를 사용하여 전력 공급될 수 있는 장치 또는 차량을 작동시키는 최종 사용자)의 원격 컴퓨터 시스템과 통신할 수 있다. 원격 컴퓨터 시스템의 예는 퍼스널 컴퓨터 (예를 들어, 휴대용 PC), 슬레이트 또는 태블릿 PC (예를 들어, Apple® iPad, Samsung® Galaxy Tab), 전화기, 스마트 폰 (예를 들어, Apple® iPhone, Android-지원 장치, Blackberry®), 또는 퍼스널 디지털 보조장치를 포함한다. 사용자는 네트워크(1430)를 통해 컴퓨터 시스템

(1401)에 액세스할 수 있다.

[0331] 본원에 기재된 바와 같은 방법은, 예를 들어, 메모리(1410) 또는 전자 저장 유닛(1415) 등의 컴퓨터 시스템(1401)의 전자 저장 위치에 저장된 기계 (예를 들어, 컴퓨터 프로세서) 실행가능 코드에 의해 구현될 수 있다. 기계 실행가능 또는 기계 판독가능 코드는 소프트웨어 형태로 제공될 수 있다. 사용 동안, 코드는 프로세서(1405)에 의해 실행될 수 있다. 일부 경우에, 코드는 저장 유닛(1415)으로부터 검색되어 프로세서(1405)에 의한 즉시 액세스를 위해 메모리(1410) 상에 저장될 수 있다. 일부 상황에서는, 전자 저장 유닛 (1415)이 배제될 수 있으며, 기계-실행가능 명령어들은 메모리(1410) 상에 저장된다.

[0332] 코드는 코드를 실행하도록 적합화된 프로세서를 갖는 기계와의 사용을 위해 사전-컴파일되고 구성될 수 있거나, 런타임 동안 컴파일될 수 있다. 코드는 사전-컴파일된 또는 컴파일 상태의 방식으로 코드가 실행될 수 있도록 선택될 수 있는 프로그래밍 언어로 공급될 수 있다.

[0333] 컴퓨터 시스템(1401)과 같은 본원에 제공된 시스템 및 방법의 측면은 프로그래밍으로 구현될 수 있다. 기술의 다양한 측면은, 전형적으로, 기계 판독가능 매체의 유형으로 수행되거나 구현되는 기계 (또는 프로세서) 실행가능 코드 및/또는 관련 데이터 형태의 "생성물" 또는 "제조 물품"으로 간주될 수 있다. 기계-실행가능 코드는 메모리 (예를 들어, 읽기 전용 메모리, 랜덤-액세스 메모리, 플래시 메모리) 또는 하드 디스크 등의 전자 저장 유닛 상에 저장될 수 있다. "저장"형의 매체는 컴퓨터, 프로세서 등의 유형 메모리, 또는 그의 관련 모듈, 예컨대 다양한 반도체 메모리, 테이프 드라이브, 디스크 드라이브 등 중 임의의 것 또는 모두를 포함할 수 있으며, 이는 소프트웨어 프로그래밍을 위해 임의의 시간에 비-일시적 저장소를 제공할 수 있다. 소프트웨어의 모두 또는 일부는 때때로 Internet 또는 다양한 다른 텔레커뮤니케이션 네트워크를 통해 통신될 수 있다. 예를 들어, 이러한 통신은, 하나의 컴퓨터 또는 프로세서로부터 또 다른 컴퓨터 또는 프로세서로, 예를 들어 관리 서버 또는 호스트 컴퓨터로부터 애플리케이션 서버의 컴퓨터 플랫폼으로의 소프트웨어의 로딩을 가능하게 할 수 있다. 따라서, 소프트웨어 요소를 담을 수 있는 또 다른 유형의 매체는 로컬 장치 간의 물리적 인터페이스에 걸쳐, 유선 및 광학 유선 네트워크를 통해, 또한 다양한 에어-링크 상에서 사용되는 것과 같은 광학, 전기 및 전자기파를 포함한다. 유무선 링크, 광학 링크 등과 같이 이러한 파동을 전달하는 물리적 요소도 소프트웨어를 담고 있는 매체로서 간주될 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 비-일시적, 유형 "저장" 매체로 제한되지 않는 한, 컴퓨터 또는 기계 "판독가능 매체" 등의 용어는 실행을 위해 프로세서에 명령어들을 제공하는 데 참여하는 임의의 매체를 지칭한다.

[0334] 따라서, 기계 판독가능 매체, 예컨대 컴퓨터-실행가능 코드는 유형 저장 매체, 반송파 매체 또는 물리적 전송 매체를 포함하나 이에 제한되지는 않는 많은 형태를 취할 수 있다. 예를 들어, 광학 또는 자기 디스크를 포함한 비-휘발성 저장 매체, 또는 임의의 컴퓨터(들) 내의 임의의 저장 장치 등이 도면에 나타낸 데이터베이스를 구현하는 데 사용될 수 있다. 휘발성 저장 매체는 동적 메모리, 예컨대 이러한 컴퓨터 플랫폼의 메인 메모리를 포함한다. 유형 전송 매체는 동축 케이블; 컴퓨터 시스템 내의 버스를 포함하는 전선을 포함한 구리선 및 광섬유를 포함한다. 반송파 전송 매체는 전기 또는 전자기 신호, 무선 주파수 (RF) 및 적외선 (IR) 데이터 통신 동안 생성되는 것들과 같은 음향 또는 광파의 형태를 취할 수 있다. 따라서, 컴퓨터-판독가능 매체의 통상적 형태는 예를 들어 하기의 것들을 포함한다: 플로피 디스크, 플렉서블 디스크, 하드 디스크, 자기 테이프, 임의의 기타 자기 매체, CD-ROM, DVD 또는 DVD-ROM, 임의의 다른 광학 매체, 펀치 카드 종이 테이프, 홀의 패턴을 갖는 임의의 다른 물리적 저장 매체, RAM, ROM, PROM 및 EPROM, FLASH-EPROM, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지, 데이터 또는 명령어들을 수송하는 반송파, 이러한 반송파를 전송하는 케이블 또는 링크, 또는 컴퓨터가 프로그래밍 코드 및/또는 데이터를 읽을 수 있는 임의의 다른 매체. 컴퓨터 판독가능 매체의 이들 형태 중 다수는 실행을 위해 하나 이상의 명령어들의 하나 이상의 시퀀스를 프로세서에 전달하는 것에 관련될 수 있다.

[0335] 컴퓨터 시스템(1401)은, 예를 들어, 사용자가 하나 이상의 연료 전지의 작업 또는 성능을 모니터링하거나 추적하기 위한 포털을 제공하기 위한 사용자 인터페이스 (UI)(1440)를 포함하는 전자 디스플레이(1435)를 포함하거나 그와 통신할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지의 성능은, 예를 들어, 하나 이상의 연료 전지를 사용하여 생성된 전류의 전압을 포함할 수 있다. 포털은 응용 프로그래밍 인터페이스 (API)를 통해 제공될 수 있다. 사용자 또는 엔티티는 또한 UI를 통해 포털에서의 다양한 요소와 상호작용할 수 있다. UI의 예는 제한 없이 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI) 및 웹 기반 사용자 인터페이스를 포함한다.

[0336] 본 개시내용의 방법 및 시스템은 하나 이상의 알고리즘에 의해 구현될 수 있다. 알고리즘은 중앙 처리 유닛(1405)에 의해 실행시 소프트웨어에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 알고리즘은 하나 이상의 센서 판독값(예를 들어, 온도 측정, 유량 등)에 기초하여, 전력 수요에 기초하여, 또는 하나 이상의 연료 전지의 성능에 기

초하여 하나 이상의 연료 전지의 작업을 제어하도록 구성될 수 있다. 알고리즘은 연료 전지가 전기를 생성하고 있는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하도록 연료 전지를 작동시키거나, 또는 질소의 연속적 퍼지를 허용하도록 연료 전지를 작동시키도록 구성될 수 있다.

[0337] **차량**

[0338] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 항공기에서의 사용을 위해 적합화될 수 있다. 항공기는, 예를 들어, 유인 항공기, 무인 항공기, 또는 드론을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 항공기 본체에 통합될 수 있다. 다른 경우에, 연료 전지는 항공기 본체의 상단 또는 하단에 배치될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 항공기의 모터 또는 엔진에 전기적으로 커플링될 수 있다.

[0339] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 승용차, 농업용 차량, 또는 자동차 등의 육상 차량에서의 사용을 위해 적합화될 수 있다. 하나 이상의 연료 전지는 육상 차량의 전방 부분 (예를 들어, 차량의 엔진 베이)에 또는 그 근처에 배치될 수 있다. 하나 이상의 연료 전지는 육상 차량의 하측 영역에 또는 그 근처에 배치될 수 있다. 하나 이상의 연료 전지는 육상 차량의 후방 단부 근처에 배치될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 육상 차량의 차축 (예를 들어, 차량의 앞바퀴 차축 및/또는 뒷바퀴 차축) 근처에 배치될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 육상 차량의 모터 또는 엔진과 전기적으로 커플링될 수 있다.

[0340] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 트럭 또는 세미-트레일러 트럭 등의 육상 차량에서의 사용을 위해 적합화될 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 트럭의 트랙터 유닛의 후방 부분에 커플링되거나 통합될 수 있다. 트랙터 유닛 (또한 원동기, 트럭, 세미-트럭, 세미-트랙터, 장비, 대형 장비, 또는 간단히 트랙터로서 공지됨)은 견인 또는 트레일러-짐을 운반하기 위한 동력을 제공하는 대형 견인 엔진을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 트랙터 유닛의 전방 부분 (예를 들어, 트랙터 유닛의 엔진 베이 내)에 또는 그 근처에 배치될 수 있다. 다른 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 트랙터 유닛의 하측 영역에 또는 그 근처에 배치될 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지는 트랙터 유닛의 하측을 따라 분포될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지 중 하나 이상은 트랙터 유닛의 차축 (예를 들어, 전방 차축) 근처에 배치될 수 있다.

[0341] 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 해양 차량에서의 사용을 위해 적합화될 수 있다. 해양 차량은, 예를 들어, 유인 해양 차량, 무인 해양 차량, 보트, 또는 선박을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 해양 차량 본체에 통합될 수 있다. 다른 경우에, 연료 전지는 해양 차량 본체의 상단 또는 하단에 배치될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 해양 차량의 모터 또는 엔진에 전기적으로 커플링될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 해양 차량의 백업 전력을 제공할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 연료 전지는 잠수 차량에서의 사용을 위해 적합화될 수 있다. 일부 경우에, 연료 전지는 잠수 차량의 모터 또는 엔진에 전기적으로 커플링될 수 있다.

[0342] 일부 경우에, 차량은 복수의 연료 전지를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 모듈은 서로 인접하여 배치될 수 있다. 다른 경우에, 복수의 연료 전지 모듈은 서로 원격지에 (즉, 차량의 상이한 측면, 영역, 또는 섹션 상에 또는 그 안에) 위치할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 연료 전지 모듈은 동일한 방향으로 배향될 수 있다. 다른 경우에, 복수의 연료 전지 모듈 중 적어도 2개는 상이한 방향으로 배향될 수 있다. 본원에 기재된 임의의 실시양태에서, 복수의 연료 전지 모듈은 부피 효율을 최대화하고 복수의 연료 전지 모듈의 물리적 풋프린트를 최소화하기 위해 적절히 배치되고/거나 배향될 수 있다. 본원에 기재된 임의의 실시양태에서, 복수의 연료 전지 모듈은 연료 전지 모듈이 배치되거나 제공되는 차량의 크기 및/또는 형상과 정합하도록 배치되고/거나 배향될 수 있다. 본원에 기재된 임의의 실시양태에서, 복수의 연료 전지 모듈은 연료 전지 모듈이 커플링되거나 장착되는 차량의 크기 및/또는 형상과 정합하도록 배치되고/거나 배향될 수 있다.

[0343] 본원에 기재된 임의의 실시양태에서, 연료 전지 모듈은 차량의 상이한 측면, 영역, 또는 섹션 상에 또는 그 안에 배치될 수 있다. 연료 전지 모듈은 부피 효율을 최대화하고 연료 전지 모듈의 물리적 풋프린트를 최소화하기 위해 적절히 배치되고/거나 배향될 수 있다. 연료 전지 모듈은 연료 전지 모듈이 배치되거나 제공되는 차량의 크기 및/또는 형상과 정합하도록 배치되고/거나 배향될 수 있다. 연료 전지 모듈은 연료 전지 모듈이 커플링되거나 장착되는 차량의 크기 및/또는 형상과 정합하도록 배치되고/거나 배향될 수 있다.

[0344] **번호부여된 실시양태**

[0345] 실시양태 1. 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2

유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 (i) 연료 전지의 수소 소비율을 증가시키거나, 또는 (ii) 동일한 수소 소비율에서 연료 전지의 출력 전압을 증가시키도록 구성된 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (1) 하나 이상의 컷, (2) 하나 이상의 컷아웃, (3) 하나 이상의 홈, 또는 (4) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계를 포함하는, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법.

[0346] 실시양태 2. 하나 이상의 특징부가, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율을 증가시키는 것인, 실시양태 1의 방법.

[0347] 실시양태 3. 하나 이상의 특징부가 수소 소비율을 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시키는 것인, 실시양태 2의 방법.

[0348] 실시양태 4. 하나 이상의 특징부가 수소 소비율을 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시키는 것인, 실시양태 2 또는 3의 방법.

[0349] 실시양태 5. 하나 이상의 특징부가, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 증가시키는 것인, 실시양태 1-4 중 어느 하나의 방법.

[0350] 실시양태 6. 하나 이상의 특징부가 전압을 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시키는 것인, 실시양태 5의 방법.

[0351] 실시양태 7. 하나 이상의 특징부가 수소 소비율을 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시키는 것인, 실시양태 5 또는 6의 방법.

[0352] 실시양태 8. 하나 이상의 특징부가 연료 전지 외부로 질소를 연속적으로 퍼징하는 것인, 실시양태 1-7 중 어느 하나의 방법.

[0353] 실시양태 9. 질소가 하나 이상의 특징부에 의해 제1 채널 외부로 연속적으로 퍼징되고, 그에 따라 제1 채널에서 질소 축적이 감소되고, 이로써 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 수소 소비율이 증가하는 것인, 실시양태 8의 방법.

[0354] 실시양태 10. 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율이 제1 연속 스트림 중의 수소의 적어도 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99%인, 실시양태 1-9 중 어느 하나의 방법.

[0355] 실시양태 11. 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율이 제1 연속 스트림 중의 수소의 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99% 이하인, 실시양태 1-10 중 어느 하나의 방법.

[0356] 실시양태 12. 수소, 질소, 또는 물 중 적어도 하나를 퍼징하기 위해 수소 소비율을 간헐적으로 감소시키는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 1-11 중 어느 하나의 방법.

[0357] 실시양태 13. 수소 소비율을 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 1-12 중 어느 하나의 방법.

[0358] 실시양태 14. 연료 전지의 수소 소비율을 0으로 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 1-13 중 어느 하나의 방법.

[0359] 실시양태 15. 하나 이상의 연소 가열기의 하나 이상의 연소 배기물에서 암모니아 개질기로 지향되는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 플레어링하는 것을 추가로 포함하며, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 암모니아 개질기의 가열을 위해 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통되고, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 수용하기 위해 연료 전지와 유체 소통되는 것인, 실시양태 13 또는 14의 방법.

[0360] 실시양태 16. 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2

유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계를 포함하며, 여기서 제1 연속 스트림이 약 25 몰% 질소 및 약 75 몰% 수소를 포함하고 제2 연속 스트림이 적어도 20 몰% 산소를 포함할 때 연료 전지는 어도 약 0.05 W/㎠인, 애노드의 투영 표면적에 대한 연료 전지의 전력 출력의 비율을 제공하도록 구성된 것인, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법.

[0361] 실시양태 17. 비율이 적어도 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠인, 실시양태 16의 방법.

[0362] 실시양태 18. 비율이 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠ 이하인, 실시양태 16 또는 17의 방법.

[0363] 실시양태 19. 비율이 초 당 적어도 약 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 또는 100000 몰의 수소 유량을 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 16-18 중 어느 하나의 방법.

[0364] 실시양태 20. 비율이 초 당 적어도 약 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 몰의 산소 유량을 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 16-19 중 어느 하나의 방법.

[0365] 실시양태 21. 비율이 공기를 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 16-20 중 어느 하나의 방법.

[0366] 실시양태 22. 비율이 암모니아 개질기로부터의 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 16-21 중 어느 하나의 방법.

[0367] 실시양태 23. 애노드 투영 표면적이 평평한 평면 상으로 투영된 애노드의 가능한 최대 표면적을 포함하는 것인, 실시양태 16-22 중 어느 하나의 방법.

[0368] 실시양태 24. 애노드 투영 표면적이 애노드의 최대 표면의 표면적을 포함하는 것인, 실시양태 16-23 중 어느 하나의 방법.

[0369] 실시양태 25. 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 기준 전력의 적어도 50%인 전력을 생성하는 단계로서, 여기서 기준 전력은 제1 유입구 내로 적어도 99 몰% 수소를 포함하는 스트림을 수용하는 연료 전지를 사용하여 생성되고, 여기서 전력은 기준 전력과 동일한 전류 또는 동일한 수소 소비율에서 생성되는 것인 단계를 포함하는, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법.

[0370] 실시양태 26. 전력이 기준 전력의 적어도 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99%인, 실시양태 25의 방법.

[0371] 실시양태 27. 전력이 기준 전력의 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99% 이하인, 실시양태 25 또는 26의 방법.

[0372] 실시양태 28. 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 단계로서, 여기서 암모니아 개질기는 연료 전지와 유체 소통되고, 연료 전지는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하고, 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 10 ㎜

미만의 깊이를 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되는 것인 단계; 및 제1 연속 스트림을 수소가 애노드와 접촉하도록 제1 유입구를 통해 제1 채널 내로 지향시키는 단계; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 산소가 캐소드와 접촉하도록 제2 유입구를 통해 제2 채널 내로 지향시키는 단계; 및 연료 전지를 사용하여 수소 및 산소를 반응시켜 전력을 생성하는 단계를 포함하는, 연료 전지를 사용하여 전기를 생성하는 방법.

[0373] 실시양태 29. 하나 이상의 특징부가 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 미만의 깊이를 포함하는 것인, 실시양태 28의 방법.

[0374] 실시양태 30. 하나 이상의 특징부가 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 초과의 깊이를 포함하는 것인, 실시양태 28 또는 29의 방법.

[0375] 실시양태 31. 깊이가 제1 채널의 두께의 적어도 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 7/8, 15/16, 또는 31/32인, 실시양태 28-30 중 어느 하나의 방법.

[0376] 실시양태 32. 깊이가 제1 채널의 두께의 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 7/8, 15/16, 또는 31/32 이하인, 실시양태 28-31 중 어느 하나의 방법.

[0377] 실시양태 33. 제1 채널이 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9인 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율을 포함하는 것인, 실시양태 28-32 중 어느 하나의 방법.

[0378] 실시양태 34. 제1 채널이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9 이하인 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율을 포함하는 것인, 실시양태 28-33 중 어느 하나의 방법.

[0379] 실시양태 35. 하나 이상의 특징부가 2개 이상의 특징부를 포함하는 것인, 실시양태 1-34 중 어느 하나의 방법.

[0380] 실시양태 36. 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트가 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 평행한 것인, 실시양태 35의 방법.

[0381] 실시양태 37. 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트가 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 수직인, 실시양태 35의 방법.

[0382] 실시양태 38. 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트가 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트에 대해 일정 각도에 있으며, 여기서 각도는 0 내지 90도, 15 내지 75도, 0 내지 30도, 또는 30 내지 60도인, 실시양태 35의 방법.

[0383] 실시양태 39. 2개 이상의 특징부가 연결된 것인, 실시양태 35-38 중 어느 하나의 방법.

[0384] 실시양태 40. 2개 이상의 특징부가 단절된 것인, 실시양태 35-38 중 어느 하나의 방법.

[0385] 실시양태 41. 2개 이상의 특징부가 교차하는 것인, 실시양태 35-38 중 어느 하나의 방법.

[0386] 실시양태 42. 하나 이상의 특징부가 구불구불한 형상을 포함하는 것인, 실시양태 1-41 중 어느 하나의 방법.

[0387] 실시양태 43. 하나 이상의 특징부가 제1 채널의 최장 측면과 실질적으로 평행한 것인, 실시양태 1-42 중 어느 하나의 방법.

[0388] 실시양태 44. 하나 이상의 특징부가 제1 채널의 최단 측면과 실질적으로 평행한 것인, 실시양태 1-42 중 어느 하나의 방법.

[0389] 실시양태 45. 연료 전지가 애노드와 유체 소통되는 복수의 채널을 포함하며, 여기서 복수의 채널은 제1 채널을 포함하는 것인, 실시양태 1-44 중 어느 하나의 방법.

[0390] 실시양태 46. 복수의 채널이 서로 인접한 층들의 적층물을 포함하는 것인, 실시양태 45의 방법.

[0391] 실시양태 47. 복수의 채널 중의 적어도 하나의 채널이 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하지 않거나 이들이 결여되어 있는 것인, 실시양태 45 또는 46의 방법.

[0392] 실시양태 48. 하나 이상의 특징부가 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 추가

로 구성되며, 여기서 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이상의 불순물 중 하나 이상을 포함하는 것인, 실시양태 1-47 중 어느 하나의 방법.

[0393] 실시양태 49. 연료 전지가 연료 전지로부터의 선택 물질 및 미전환 수소의 방출을 위한 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함하는 것인, 실시양태 48의 방법.

[0394] 실시양태 50. 제1 채널이 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질을 포함하는 것인, 실시양태 1-49 중 어느 하나의 방법.

[0395] 실시양태 51. 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질이 탄소계 물질인, 실시양태 50의 방법.

[0396] 실시양태 52. 하나 이상의 특징부가 제1 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 것인, 실시양태 1-51 중 어느 하나의 방법.

[0397] 실시양태 53. 전해질이 양성자-교환 막을 포함하는 것인, 실시양태 1-52 중 어느 하나의 방법.

[0398] 실시양태 54. 하나 이상의 특징부, 연료 전지가 전기를 생성하고 있는 동안 연료 전지로부터 질소를 퍼징하도록 구성된 것인, 실시양태 1-53 중 어느 하나의 방법.

[0399] 실시양태 55. 제1 연속 스트림 중의 암모니아 농도가 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm 이하인, 실시양태 1-54 중 어느 하나의 방법.

[0400] 실시양태 56. 제1 연속 스트림 중의 암모니아 농도가 적어도 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm인, 실시양태 1-55 중 어느 하나의 방법.

[0401] 실시양태 57. 하나 이상의 특징부가 연료 전지의 전력 밀도를 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시키는 것인, 실시양태 1-56 중 어느 하나의 방법.

[0402] 실시양태 58. 연료 전지의 전력 밀도가 적어도 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L인, 실시양태 1-57 중 어느 하나의 방법.

[0403] 실시양태 59. 연료 전지의 전력 밀도가 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L 이하인, 실시양태 1-58 중 어느 하나의 방법.

[0404] 실시양태 60. 연료 전지로부터의 미전환 수소를 포함하는 제3 연속 스트림을 출력하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 1-59 중 어느 하나의 방법.

[0405] 실시양태 61. 미전환 수소를 포함하는 제3 연속 스트림을 암모니아 개질기로 지향시키는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 60의 방법.

[0406] 실시양태 62. 미전환 수소를 연소시켜 암모니아 개질기를 가열하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 61의 방법.

[0407] 실시양태 63. 하나 이상의 공기 공급 유닛을 사용하여, 적어도 산소를 암모니아 개질기에 제공하여 제3 연속 스트림 중의 미전환 수소를 연소시키는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 61 또는 62의 방법.

[0408] 실시양태 64. 미전환 수소의 연소 전에 제3 연속 스트림 중의 물을 제거하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 62 또는 63의 방법.

[0409] 실시양태 65. 제3 연속 스트림을 플레어링하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 60의 방법.

[0410] 실시양태 66. 제1 연속 스트림이 약 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99, 99.1, 99.2, 99.3, 99.4, 99.5, 99.6, 99.7, 99.8, 또는 99.9 몰% 이하의 수소를 포함하는 것인, 실시양태 1-65 중 어느 하나의 방법.

[0411] 실시양태 67. 제1 연속 스트림이 적어도 약 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99, 99.1, 99.2, 99.3, 99.4, 99.5, 99.6, 99.7, 99.8, 또는 99.9 몰%의 수소를 포함하는 것인, 실시양태 1-66 중 어느 하나의 방법.

[0412] 실시양태 68. 제1 연속 스트림의 절대 압력이 적어도 약 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 40 bar인, 실시양태 1-67 중 어느 하나의 방법.

[0413] 실시양태 69. 제1 연속 스트림의 절대 압력이 약 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 또는 40 bar 이하인, 실시양태 1-68 중 어느 하나의 방법.

[0414] 실시양태 70. 제1 연속 스트림의 절대 압력을 절대 압력의 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 150, 200, 300, 400, 500, 또는 1000%의 공차 내에서 유지하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 68 또는 69의 방법.

[0415] 실시양태 71. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 제1 연속 스트림의 절대 압력을 변조하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 68-70 중 어느 하나의 방법.

[0416] 실시양태 72. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 연료 전지의 상류 또는 하류에 배치된 것인, 실시양태 71의 방법.

[0417] 실시양태 73. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 제3 연속 스트림의 유량을 변조하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 71의 방법.

[0418] 실시양태 74. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 연료 전지의 상류 또는 하류에 배치된 것인, 실시양태 73의 방법.

[0419] 실시양태 75. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 미전환 수소의 역류를 방지하기 위해 연료 전지의 하류에 배치된 것인, 실시양태 73의 방법.

[0420] 실시양태 76. 생성된 전력을 사용하여 하나 이상의 전기 장치에 전력을 공급하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 1-75 중 어느 하나의 방법.

[0421] 실시양태 77. 생성된 전력을 사용하여 하나 이상의 전기 그리드에 전력을 공급하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 1-76 중 어느 하나의 방법.

[0422] 실시양태 78. 연료 전지가 복수의 연료 전지를 포함하고, 암모니아 개질기가 수소 및 질소를 포함하는 복수의 스트림을 복수의 연료 전지에 제공하는 것인, 실시양태 1-77 중 어느 하나의 방법.

[0423] 실시양태 79. 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소를 연소 가열을 위해 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기로 지향시키는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 1-78 중 어느 하나의 방법.

[0424] 실시양태 80. 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지가 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지와 상이한 전력을 출력하는 것인, 실시양태 78 또는 79의 방법.

[0425] 실시양태 81. 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지가 전력 출력을 감소시키도록 구성된 것인, 실시양태 78-80 중 어느 하나의 방법.

[0426] 실시양태 82. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 복수의 스트림의 유량을 변조하는 것을 추가로 포함하는, 실시양태 78-81 중 어느 하나의 방법.

[0427] 실시양태 83. 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지가 복수의 스트림 중 하나의 스트림을 수용하며, 여기서 스트림은 복수의 스트림 중 다른 스트림의 유량과 상이한 유량을 포함하는 것인, 실시양태 78-82 중 어느 하나의 방법.

[0428] 실시양태 84. 복수의 연료 전지 각각이 복수의 스트림 중 하나를 복수의 스트림 중 다른 것들의 다른 유량의 선택된 공차 내의 또는 그와 대략 동일한 유량으로 수용하는 것인, 실시양태 78-82 중 어느 하나의 방법.

[0429] 실시양태 85. 선택된 공차가 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100%인, 실시양태 84의 방법.

[0430] 실시양태 86. 복수의 연료 전지가, 다른 연료 전지와 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이한 적어도 하나의 연료 전지를 포함하는 것인, 실시양태 78-85 중 어느 하나의 방법.

[0431] 실시양태 87. 암모니아를 반응시켜 질소 및 수소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하도록 구성된 암모니아 개질기; 암모니아 개질기와 유체 소통되고, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로, 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널, 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하는 연료 전지; 및 실행가능한 명령어들을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 (i) 수소 소비율을 증가시키거나, 또는 (ii) 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 증가시키도록 구성된 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의

의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 여기서 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은, 암모니아 개질기를 사용하여 암모니아를 반응시켜 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하고; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 연료 전지의 캐소드로 지향시키고; 제1 연속 스트림을 연료 전지의 애노드로 지향시켜 수소 및 산소를 반응시켜 전기를 생성하도록 구성된 것인, 시스템.

[0432] 실시양태 88. 하나 이상의 특징부가, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율을 증가시키는 것인, 실시양태 87의 시스템.

[0433] 실시양태 89. 하나 이상의 특징부가 수소 소비율을 적어도 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시키는 것인, 실시양태 88의 시스템.

[0434] 실시양태 90. 하나 이상의 특징부가 수소 소비율을 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시키는 것인, 실시양태 88 또는 89의 시스템.

[0435] 실시양태 91. 하나 이상의 특징부가, 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 증가시키는 것인, 실시양태 87-90 중 어느 하나의 시스템.

[0436] 실시양태 92. 하나 이상의 특징부가 동일한 수소 소비율에서 출력 전압을 적어도 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시키는 것인, 실시양태 91의 시스템.

[0437] 실시양태 93. 하나 이상의 특징부가 수소 소비율을 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200% 이하만큼 증가시키는 것인, 실시양태 91 또는 92의 시스템.

[0438] 실시양태 94. 하나 이상의 특징부가 연료 전지 외부로 질소를 연속적으로 퍼징하는 것인, 실시양태 87-93 중 어느 하나의 시스템.

[0439] 실시양태 95. 질소가 하나 이상의 특징부에 의해 제1 채널 외부로 연속적으로 퍼징되고, 그에 따라 제1 채널에서 질소 축적이 감소되고, 이로써 하나 이상의 특징부가 결여된 동등한 연료 전지와 비교하여 수소 소비율이 증가하는 것인, 실시양태 87-94 중 어느 하나의 시스템.

[0440] 실시양태 96. 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율이 제1 연속 스트림 중의 수소의 적어도 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99%인, 실시양태 87-95 중 어느 하나의 시스템.

[0441] 실시양태 97. 제1 연속 스트림이 애노드와 접촉할 때 연료 전지의 수소 소비율이 제1 연속 스트림 중의 수소의 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 99% 이하인, 실시양태 87-96 중 어느 하나의 시스템.

[0442] 실시양태 98. 제어기에 의해 실행가능한 명령어들이 수소, 질소, 또는 물 중 적어도 하나를 퍼징하기 위해 수소 소비율을 간헐적으로 감소시키도록 추가로 구성된 것인, 실시양태 87-97 중 어느 하나의 시스템.

[0443] 실시양태 99. 제어기에 의해 실행가능한 명령어들이 수소 소비율을 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키도록 추가로 구성된 것인, 실시양태 87-98 중 어느 하나의 시스템.

[0444] 실시양태 100. 제어기에 의해 실행가능한 명령어들이 연료 전지의 수소 소비율을 0으로 감소시키고 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 암모니아 개질기로 지향시키도록 추가로 구성된 것인, 실시양태 87-99 중 어느 하나의 시스템.

[0445] 실시양태 101. 제어기에 의해 실행가능한 명령어들이 하나 이상의 연소 가열기의 하나 이상의 연소 배기물에서 암모니아 개질기로 지향되는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 플레어링하도록 추가로 구성되며, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 암모니아 개질기의 가열을 위해 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통되고, 여기서 하나 이상의 연소 가열기는 제1 연속 스트림의 적어도 일부를 수용하기 위해 연료와 유체 소통되는 것인, 실시양태 99 또는 100의 시스템.

[0446] 실시양태 102. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 여기서 제1 유입구에 약 25 몰% 질소 및 약 75 몰% 수소를 포함하는 제1 연속 스트림이 공급되고 제2 유입구에 적어도 20 몰% 산소를 포함하는 제2 연속 스트림이 공급

될 때, 연료 전지는 적어도 약 0.05 W/㎠인, 애노드의 투영 표면적에 대한 연료 전지의 전력 출력의 비율을 제공하도록 구성된 것인, 연료 전지.

[0447] 실시양태 103. 비율이 적어도 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠인, 실시양태 102의 연료 전지.

[0448] 실시양태 104. 비율이 약 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 또는 0.4 W/㎠ 이하인, 실시양태 102 또는 103의 연료 전지.

[0449] 실시양태 105. 비율이 초 당 적어도 약 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000 몰의 수소 유량을 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 102-104 중 어느 하나의 연료 전지.

[0450] 실시양태 106. 비율이 초 당 적어도 약 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 몰의 산소 유량을 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 102-105 중 어느 하나의 연료 전지.

[0451] 실시양태 107. 비율이 공기를 포함하는 제2 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 102-106 중 어느 하나의 연료 전지.

[0452] 실시양태 108. 비율이 암모니아 개질기로부터의 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 기준으로 한 것인, 실시양태 102-107 중 어느 하나의 연료 전지.

[0453] 실시양태 109. 애노드 투영 표면적이 평평한 평면 상으로 투영된 애노드의 가능한 최대 표면적을 포함하는 것인, 실시양태 102-108 중 어느 하나의 연료 전지.

[0454] 실시양태 110. 애노드 투영 표면적이 애노드의 최대 표면의 표면적을 포함하는 것인, 실시양태 102-109 중 어느 하나의 연료 전지.

[0455] 실시양태 111. 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로; 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널; 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 연료 전지는 연료 전지에 질소 및 수소를 제공하도록 구성된 암모니아 개질기와 유체 소통되고; 연료 전지는 기준 전력의 적어도 80%의 전력을 생성하도록 구성되고, 여기서 기준 전력은 제1 유입구 내로 적어도 99 몰% 수소를 포함하는 연속 스트림을 수용하는 연료 전지를 사용하여 생성되고, 여기서 전력은 기준 전력과 동일한 전류 또는 동일한 수소 소비율에서 생성되는 것인, 연료 전지.

[0456] 실시양태 112. 전력이 기준 전력의 적어도 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99%인, 실시양태 111의 연료 전지.

[0457] 실시양태 113. 전력이 기준 전력의 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 또는 99% 이하인, 실시양태 111 또는 112의 연료 전지.

[0458] 실시양태 114. 암모니아 개질기; 암모니아 개질기와 유체 소통되고, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 전해질을 포함하는 전기화학 회로, 제1 유입구 및 제1 유출구를 포함하는 제1 채널, 및 제2 유입구 및 제2 유출구를 포함하는 제2 채널을 포함하는 연료 전지; 및 실행가능한 명령어들을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함하며; 여기서 제1 채널은 애노드와 유체 소통되고, 여기서 제1 채널은 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 10 ㎜ 미만의 깊이를 포함하고; 여기서 제2 채널은 캐소드와 유체 소통되고; 여기서 제어기에 의해 실행가능한 명령어들은, 암모니아를 암모니아 개질기로 지향시켜 수소 및 질소를 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하고; 산소를 포함하는 제2 연속 스트림을 연료 전지의 캐소드로 지향시키고; 제1 연속 스트림을 연료 전지의 애노드로 지향시켜 수소 및 산소를 반응시켜 전기를 생성하도록 구성된 것인, 시스템.

[0459] 실시양태 115. 하나 이상의 특징부가 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 미만의 깊이를 포함하는 것인, 실시양태 114의 시스템.

[0460] 실시양태 116. 하나 이상의 특징부가 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 또는 0.01 ㎜ 초과의 깊이를 포함하는 것인, 실시양태 114 또는 115의 시스템.

[0461] 실시양태 117. 깊이가 제1 채널의 두께의 적어도 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 또는 1/2인, 실시양태 114-116 중 어느 하나의 시스템.

[0462] 실시양태 118. 깊이가 제1 채널의 두께의 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 또는 1/2 이하인, 실시양태 114-117 중 어느 하나의 시스템.

[0463] 실시양태 119. 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율이 적어도 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9인, 실시양태 114-118 중 어느 하나의 시스템.

[0464] 실시양태 120. 제1 채널의 제2 투영 표면적에 대한 하나 이상의 특징부의 제1 투영 표면적의 비율이 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 또는 0.9 이하인, 실시양태 114-119 중 어느 하나의 시스템.

[0465] 실시양태 121. 암모니아 개질기가 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm 이하의 암모니아를 추가로 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 것인, 실시양태 114-120 중 어느 하나의 시스템.

[0466] 실시양태 122. 암모니아 개질기가 적어도 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm의 암모니아를 추가로 포함하는 제1 연속 스트림을 생성하는 것인, 실시양태 114-121 중 어느 하나의 시스템.

[0467] 실시양태 123. 하나 이상의 특징부가 2개 이상의 특징부를 포함하는 것인, 실시양태 87-122 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0468] 실시양태 124. 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트가 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 평행한 것인, 실시양태 123의 시스템 또는 연료 전지.

[0469] 실시양태 125. 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트가 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트와 실질적으로 수직인, 실시양태 123의 시스템 또는 연료 전지.

[0470] 실시양태 126. 2개 이상의 특징부 중 제1 특징부의 적어도 제1 세그먼트가 2개 이상의 특징부 중 제2 특징부의 제2 세그먼트에 대해 일정 각도에 있으며, 여기서 각도는 0 내지 90도, 15 내지 75도, 0 내지 30도, 또는 30 내지 60도인, 실시양태 123의 시스템 또는 연료 전지.

[0471] 실시양태 127. 2개 이상의 특징부가 연결된 것인, 실시양태 123-126 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0472] 실시양태 128. 2개 이상의 특징부가 단절된 것인, 실시양태 123-126 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0473] 실시양태 129. 2개 이상의 특징부가 교차하는 것인, 실시양태 123-126 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0474] 실시양태 130. 하나 이상의 특징부가 제1 채널에 의해 완전히 둘러싸인 것인, 실시양태 87-129 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0475] 실시양태 131. 하나 이상의 특징부가 제1 채널에 의해 부분적으로 둘러싸인 것인, 실시양태 87-129 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0476] 실시양태 132. 하나 이상의 특징부가 구불구불한 형상을 포함하는 것인, 실시양태 87-131 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0477] 실시양태 133. 하나 이상의 특징부가 제1 채널의 최장 측면과 실질적으로 평행한 것인, 실시양태 87-132 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0478] 실시양태 134. 하나 이상의 특징부가 제1 채널의 최단 측면과 실질적으로 평행한 것인, 실시양태 87-132 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0479] 실시양태 135. 연료 전지가 애노드와 유체 소통되는 복수의 채널을 포함하며, 여기서 복수의 채널은 제1 채널을 포함하는 것인, 실시양태 87-134 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0480] 실시양태 136. 복수의 채널이 서로 인접한 층들의 적층물을 포함하는 것인, 실시양태 135의 시스템 또는 연료 전지.

[0481] 실시양태 137. 복수의 채널 중의 적어도 하나의 채널이 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, (iii) 하나 이상의 홈, 또는 (iv) 이들의 임의의 조합을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하지 않거나 이들이 결여

되어 있는 것인, 실시양태 135 또는 136의 시스템 또는 연료 전지.

[0482] 실시양태 138. 하나 이상의 특징부가 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 추가로 구성되며, 여기서 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이상의 불순물 중 하나 이상을 포함하는 것인, 실시양태 87-137 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0483] 실시양태 139. 연료 전지가 연료 전지로부터의 선택 물질 및 미전환 수소의 방출을 위한 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함하는 것인, 실시양태 138의 시스템 또는 연료 전지.

[0484] 실시양태 140. 제1 채널이 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질을 포함하는 것인, 실시양태 87-139 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0485] 실시양태 141. 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질이 탄소계 물질인, 실시양태 140의 시스템 또는 연료 전지.

[0486] 실시양태 142. 하나 이상의 특징부가 제1 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 것인, 실시양태 87-141 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0487] 실시양태 143. 전해질이 양성자-교환 막을 포함하는 것인, 실시양태 87-142 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0488] 실시양태 144. 연료 전지가, 연료 전지가 전기를 생성하고 있는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하도록 구성된 것인, 실시양태 87-143 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0489] 실시양태 145. 제1 채널에 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm 이하의 암모니아 농도를 포함하는 스트림이 공급되는 것인, 실시양태 87-144 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0490] 실시양태 146. 제1 채널에 적어도 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 1 ppm의 암모니아 농도를 포함하는 스트림이 공급되는 것인, 실시양태 87-145 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0491] 실시양태 147. 하나 이상의 특징부가 연료 전지의 전력 밀도를 적어도 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 또는 200%만큼 증가시키는 것인, 실시양태 87-146 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0492] 실시양태 148. 연료 전지의 전력 밀도가 적어도 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L인, 실시양태 87-147 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0493] 실시양태 149. 연료 전지의 전력 밀도가 약 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 또는 30 kW/L 이하인, 실시양태 87-148 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0494] 실시양태 150. 연료 전지에 의해 출력된 출구 스트림을 연소시켜 암모니아 개질기를 가열하기 위한 하나 이상의 연소 가열기를 추가로 포함하며, 여기서 출구 스트림은 미전환 수소를 포함하는 것인, 실시양태 149의 시스템 또는 연료 전지.

[0495] 실시양태 151. 하나 이상의 연소 가열기에 적어도 산소를 제공하기 위한 하나 이상의 공기 공급 유닛을 추가로 포함하는, 실시양태 150의 시스템 또는 연료 전지.

[0496] 실시양태 152. 미전환 수소의 연소 전에 출구 스트림 중의 물을 제거하기 위한 하나 이상의 탈수기를 추가로 포함하는, 실시양태 149 또는 150의 시스템 또는 연료 전지.

[0497] 실시양태 153. 시스템이 하나 이상의 연소 가열기의 연소 배기물에서 미전환 수소를 플레어링하도록 구성된 것인, 실시양태 150의 시스템 또는 연료 전지.

[0498] 실시양태 154. 연료 전지의 입력 스트림 또는 출력 스트림의 절대 압력을 변조하기 위한 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합을 추가로 포함하는, 실시양태 87-153 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0499] 실시양태 155. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 연료 전지의 상류 또는 하류에 배치된 것인, 실시양태 154의 시스템 또는 연료 전지.

[0500] 실시양태 156. 하나 이상의 유동 조절기, 압력 조절기, 제어 유닛, 또는 이들의 임의의 조합이 미전환 수소의 역류를 감소시키거나 방지하기 위해 연료 전지의 하류에 배치된 것인, 실시양태 154 또는 155의 시스템 또는 연

료 전지.

[0501] 실시양태 157. 전기화학 회로에 연결된 전기 부하를 추가로 포함하는, 실시양태 87-156 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0502] 실시양태 158. 전기 부하가 하나 이상의 전기 장치를 포함하는 것인, 실시양태 157의 시스템 또는 연료 전지.

[0503] 실시양태 159. 전기 부하가 하나 이상의 전기 그리드를 포함하는 것인, 실시양태 158의 시스템 또는 연료 전지.

[0504] 실시양태 160. 전기 부하가 엔진 또는 모터를 포함하는 것인, 실시양태 158의 시스템 또는 연료 전지.

[0505] 실시양태 161. 연료 전지가 암모니아 개질기와 작동가능하게 소통되는 복수의 연료 전지를 포함하며, 여기서 암모니아 개질기는 복수의 연로 전지에 수소 및 질소를 포함하는 복수의 스트림을 제공하도록 구성된 것인, 실시양태 87-160 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0506] 실시양태 162. 시스템이 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소를 암모니아 개질기와 열 소통되는 하나 이상의 연소기로 지향시키도록 구성된 것인, 실시양태 161의 시스템 또는 연료 전지.

[0507] 실시양태 163. 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지가 복수의 연료 전지 중 다른 연료 전지와 상이한 전력 출력을 포함하는 것인, 실시양태 161 또는 162의 시스템 또는 연료 전지.

[0508] 실시양태 164. 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지가 전력 출력을 감소시키도록 구성된 것인, 실시양태 161-163 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0509] 실시양태 165. 복수의 연료 전지와 유체 소통되는 하나 이상의 암모니아 개질기가 복수의 연료 전지 중 적어도 하나의 연료 전지에 또 다른 연료 전지에 제공되는 또 다른 스트림의 유량과 상이한 유량을 포함하는 스트림을 제공하는 것인, 실시양태 161-164 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0510] 실시양태 166. 복수의 연료 전지와 유체 소통되는 하나 이상의 암모니아 개질기가 복수의 연료 전지에 복수의 스트림을 제공하도록 구성되며, 여기서 복수의 스트림의 유량은 복수의 스트림 중 다른 것들의 다른 유량의 선택된 공차 내에 있거나 그와 대략 동일한 것인, 실시양태 161-164 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0511] 실시양태 167. 선택된 공차가 약 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100%인, 실시양태 166의 시스템 또는 연료 전지.

[0512] 실시양태 168. 복수의 연료 전지가, 다른 연료 전지와 크기, 전력 출력, 수소 소비율, 전력 밀도, 또는 작업 온도가 상이한 적어도 하나의 연료 전지를 포함하는 것인, 실시양태 161-167 중 어느 하나의 시스템 또는 연료 전지.

[0513] 실시양태 169. 애노드; 캐소드; 및 애노드와 캐소드 사이의 막을 포함하며, 여기서 애노드는, 전류를 생성하기 위해 수소 및 질소를 포함하는 공급원 물질을 가공처리하도록 상기 공급원 물질을 애노드로 지향시키기 위한 하나 이상의 채널을 갖는 애노드 기체 확산 층을 포함하고, 여기서 하나 이상의 채널은 애노드 기체 확산 층을 통한 공급원 물질의 확산 및 수송을 향상시키도록 구성된 (i) 하나 이상의 컷, (ii) 하나 이상의 컷아웃, 또는 (iii) 하나 이상의 홈을 포함하는 하나 이상의 특징부를 포함하고, 여기서 하나 이상의 특징부는 질소가 애노드 기체 확산 층에 축적되지 않도록 애노드 기체 확산 층으로부터의 질소의 유동을 연료 전지의 외부로 지향시키도록 구성된 것인, 연료 전지.

[0514] 실시양태 170. 하나 이상의 특징부가 2개 이상의 특징부를 포함하는 것인, 실시양태 169의 연료 전지.

[0515] 실시양태 171. 하나 이상의 특징부가 애노드 기체 확산 층으로부터의 선택 물질의 퍼징을 용이하게 하도록 추가로 구성되며, 여기서 선택 물질은 질소, 암모니아, 물, 또는 하나 이상의 불순물 중 하나 이상을 포함하는 것인, 실시양태 169 또는 170의 연료 전지.

[0516] 실시양태 172. 연료 전지로부터의 선택 물질 및 미전환 수소의 방출을 위한 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함하는, 실시양태 171의 연료 전지.

[0517] 실시양태 173. 공급원 물질의 가공처리가 공급원 물질의 하나 이상의 수소 분자를 하나 이상의 양성자 및 하나 이상의 전자로 해리시키는 것을 포함하는 것인, 실시양태 169-172 중 어느 하나의 연료 전지.

[0518] 실시양태 174. 애노드 기체 확산 층이 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질을 포함하는 것인, 실시양태 169-173 중 어느 하나의 연료 전지.

[0519] 실시양태 175. 펠트, 포움, 천, 또는 종이 물질이 탄소계 물질인, 실시양태 174의 연료 전지.

[0520] 실시양태 176. 하나 이상의 특징부가 하나 이상의 채널의 표면의 적어도 일부를 가로질러 연장되는 것인, 실시양태 169-175 중 어느 하나의 연료 전지.

[0521] 실시양태 177. 2개 이상의 특징부가 서로 평행한 것인, 실시양태 170-176 중 어느 하나의 연료 전지.

[0522] 실시양태 178. 2개 이상의 특징부가 서로 수직인, 실시양태 170-177 중 어느 하나의 연료 전지.

[0523] 실시양태 179. 2개 이상의 특징부가 서로에 대해 일정 각도로 배치되며, 여기서 각도는 0도 내지 90도의 범위인, 실시양태 170-178 중 어느 하나의 연료 전지.

[0524] 실시양태 180. 2개 이상의 특징부가 서로 교차하는 것인, 실시양태 170-179 중 어느 하나의 연료 전지.

[0525] 실시양태 181. 2개 이상의 특징부가 교차하지 않는 것인, 실시양태 170-180 중 어느 하나의 연료 전지.

[0526] 실시양태 182. 애노드 기체 확산 층이 복수의 층을 포함하는 것인, 실시양태 169-181 중 어느 하나의 연료 전지.

[0527] 실시양태 183. 복수의 층 중 적어도 하나의 층이 하나 이상의 특징부를 포함하는 하나 이상의 채널을 포함하는 것인, 실시양태 169-182 중 어느 하나의 연료 전지.

[0528] 실시양태 184. 복수의 층이 특징부의 제1 세트를 포함하는 제1 층 및 특징부의 제2 세트를 포함하는 제2 층을 포함하는 것인, 실시양태 183의 연료 전지.

[0529] 실시양태 185. 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트가 특징부의 동일한 또는 유사한 세트를 포함하는 것인, 실시양태 184의 연료 전지.

[0530] 실시양태 186. 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트가 상이한 형상, 치수, 위치, 또는 배향을 갖는 특징부의 상이한 세트를 포함하는 것인, 실시양태 184 또는 185의 연료 전지.

[0531] 실시양태 187. 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트가 중첩되거나 부분적으로 중첩된 것인, 실시양태 184-186 중 어느 하나의 연료 전지.

[0532] 실시양태 188. 특징부의 제1 세트 및 특징부의 제2 세트가 중첩되지 않는 것인, 실시양태 184-186 중 어느 하나의 연료 전지.

[0533] 실시양태 189. 하나 이상의 특징부 중 적어도 하나의 특징부가 약 0.01 밀리미터 (mm) 내지 약 10 mm 범위의 깊이를 갖는 것인, 실시양태 169-188 중 어느 하나의 연료 전지.

[0534] 실시양태 190. 실시양태 169-189 중 어느 하나의 연료 전지를 포함하는 복수의 연료 전지, 복수의 연료 전지와 유체 소통되는 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기를 포함하며, 여기서 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기는 (i) 공급원 물질을 생성하고 (ii) 공급원 물질을 연료 전지에 제공하도록 구성된 것인, 연료 전지 시스템.

[0535] 실시양태 191. 복수의 연료 전지가 (i) 측방향 구성으로 서로 인접하여 또는 (ii) 적층형 구성으로 서로의 상단에 배열된 것인, 실시양태 190의 연료 전지 시스템.

[0536] 실시양태 192. 복수의 연료 전지가 적어도 하나의 양성자-교환 막 연료 전지 (PEMFC)를 포함하는 것인, 실시양태 190 또는 191의 연료 전지 시스템.

[0537] 실시양태 193. 실시양태 169-192 중 어느 하나의 연료 전지를 포함하며, 연료 전지가 전기를 생성하는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된 제어기를 포함하는 연료 전지 시스템.

[0538] 실시양태 194. 연료 전지가 전기를 생성하는 동안 연료 전지로부터의 질소의 퍼징을 허용하기 위해 연료 전지를 작동시키도록 구성된 제어기를 추가로 포함하는, 실시양태 190-193 중 어느 하나의 연료 전지 시스템.

[0539] 실시양태 195. 하나 이상의 특징부 중 적어도 하나의 특징부가 약 0.01 밀리미터 (mm) 내지 약 10 mm 범위의 깊이를 갖는 것인, 실시양태 190-194 중 어느 하나의 연료 전지 시스템.

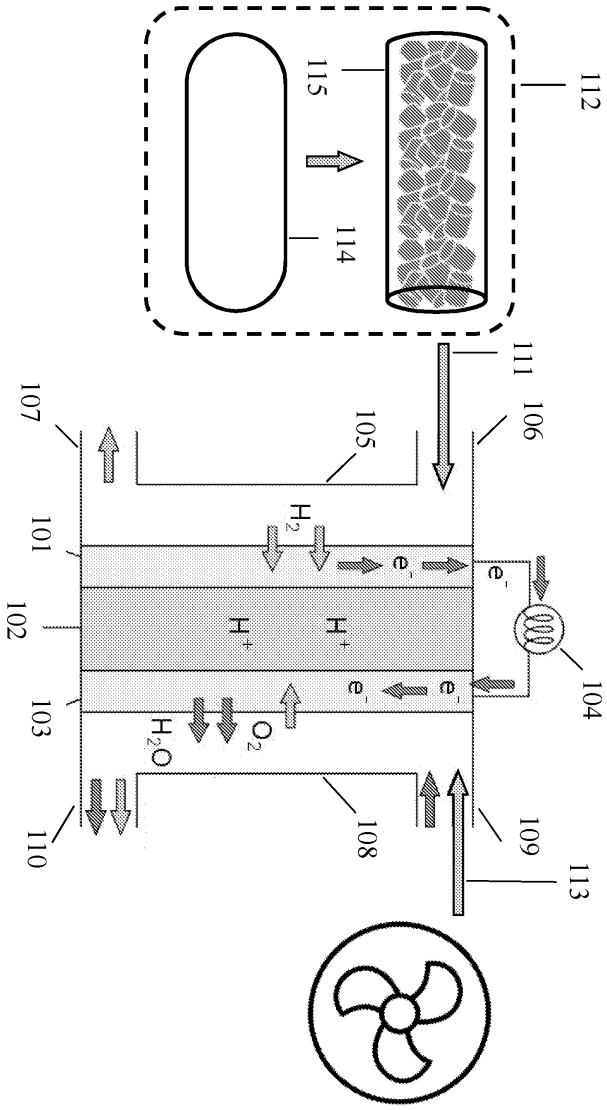
[0540] 실시양태 196. 공급원 물질을 수용하도록 구성된 하나 이상의 유입구 포트를 추가로 포함하며, 여기서 공급원 물질 중의 암모니아 농도는 1 ppm 미만인, 실시양태 190-195 중 어느 하나의 연료 전지 시스템.

[0541] 실시양태 197. 복수의 연료 전지로부터의 미전환 수소를 적어도 하나의 암모니아 개질기 또는 반응기로 지향시키도록 구성된 하나 이상의 출구 포트를 추가로 포함하며, 여기서 미전환 수소는 암모니아 개질기 또는 반응기를 가열하기 위해 연소되는 것인, 실시양태 190-196 중 어느 하나의 연료 전지 시스템.

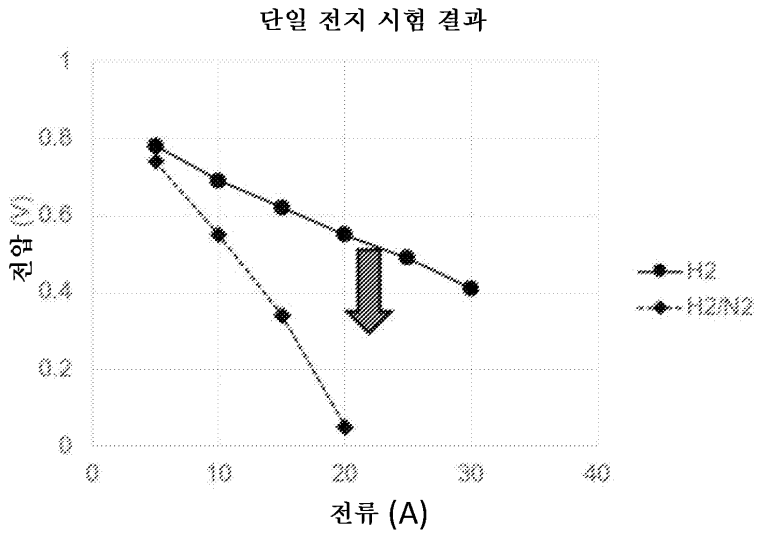
[0542] 본 발명의 바람직한 실시양태가 본원에 나타나고 설명되었지만, 이러한 실시양태는 단지 예로서 제공됨이 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 본 발명은 명세서 내에 제공된 구체적 예에 의해 제한되도록 의도되지 않는다. 본 발명은 상기 언급된 명세서를 참조로 하여 기재되었지만, 본원의 실시양태의 설명 및 예시는 제한적인 의미로 해석되도록 의도되지 않는다. 이제, 본 발명으로부터 벗어나지 않으면서 많은 변형, 변화, 및 대체가 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 나타날 것이다. 또한, 본 발명의 모든 측면은 다양한 조건 및 변수에 따라 달라지는 본원에 기재된 구체적 묘사, 구성 또는 상대적 비율로 제한되지 않음이 이해되어야 한다. 본원에 기재된 본 발명의 실시양태에 대한 다양한 대안이 본 발명의 실시에서 사용될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 본 발명은 임의의 이러한 대안, 수정, 변형 또는 등가물도 포함함이 고려된다. 하기 청구범위는 본 발명의 범위를 정의하고, 이들 청구범위 및 그의 등가물의 범위 내의 방법 및 구조가 그에 의해 포괄되도록 의도된다.

도면

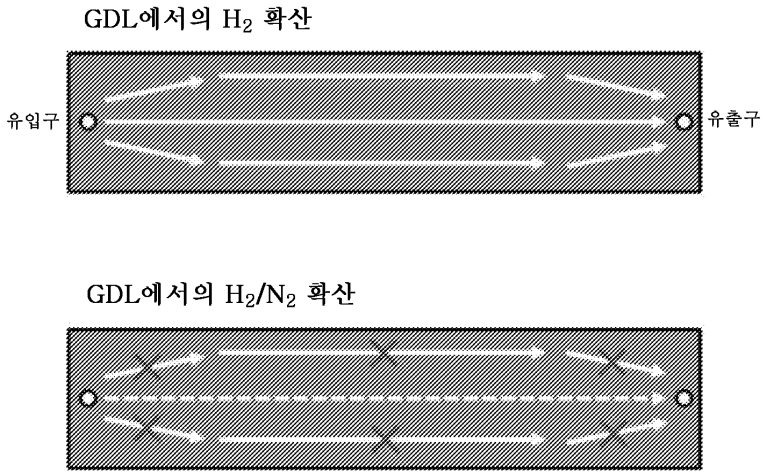
도면1



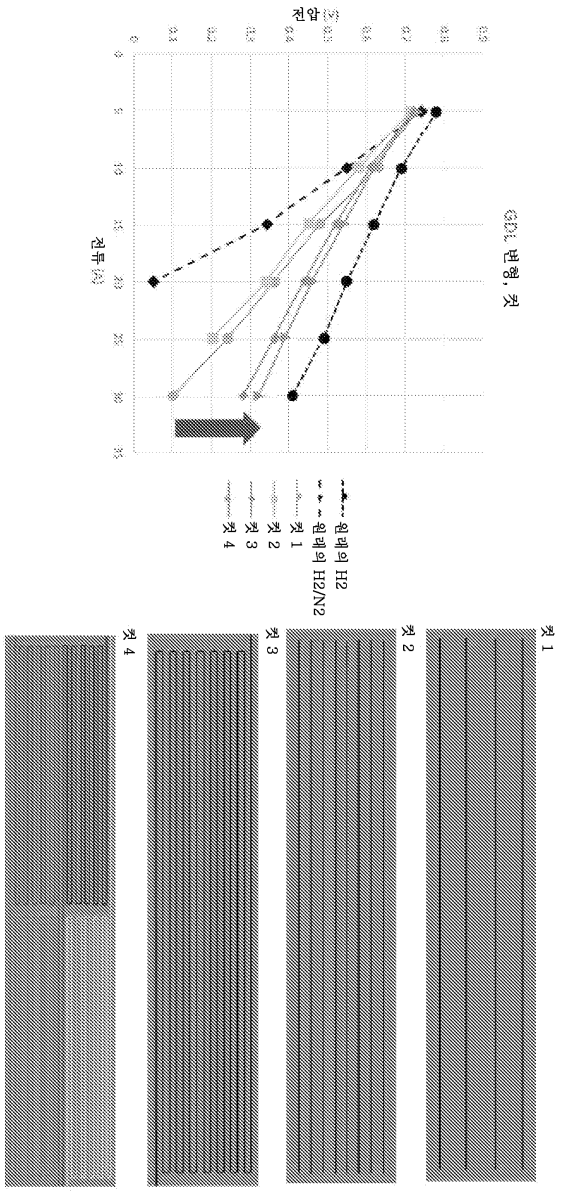
도면2a


단일 전지 시험 결과
전압
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
10
20
30
40
전류 (A)
H2
H2/N2

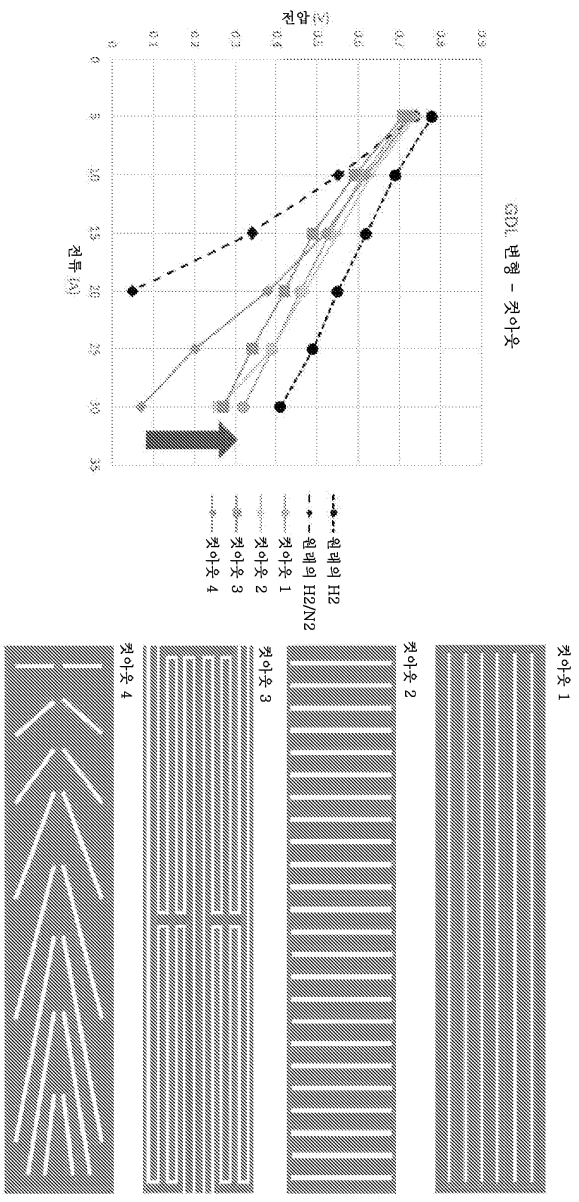
도면2b


GDL에서의 H_2 확산
유입구
유출구
GDL에서의 H_2/N_2 확산

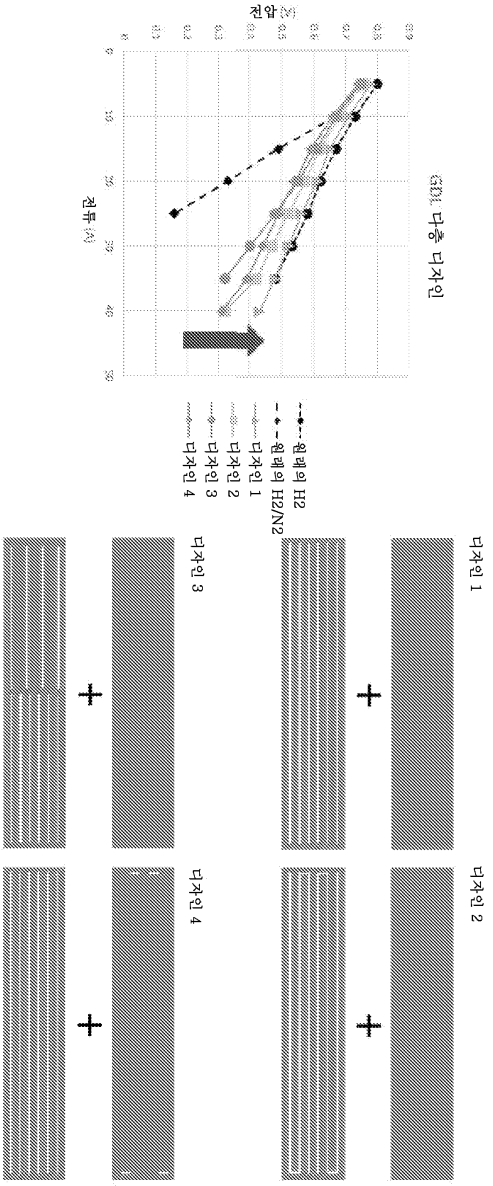
도면3



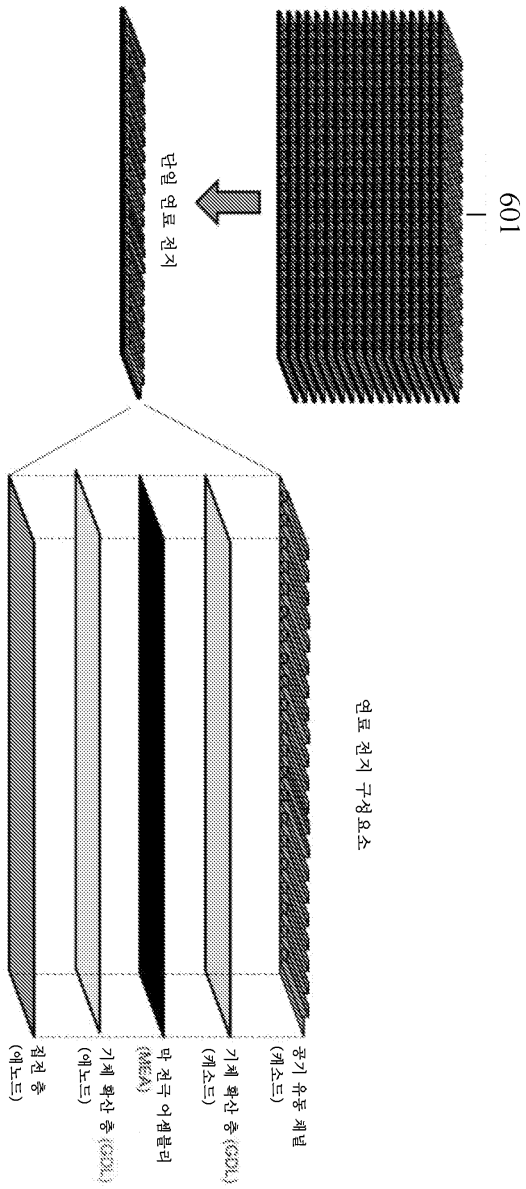
도면4


전압 [V]
전류 [A]
GDL 변형 - 컷아웃
원래의 H2
원래의 H2/N2
컷아웃 1
컷아웃 2
컷아웃 3
컷아웃 4
컷아웃 1
컷아웃 2
컷아웃 3
컷아웃 4

도면5

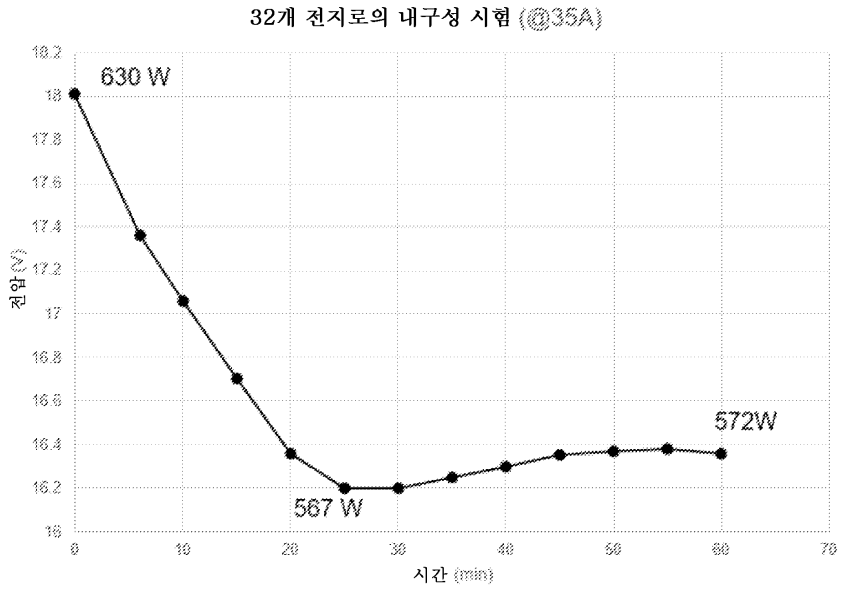

전압
전류
다층 디자인
원래의 H2
원래의 H2/N2
디자인 1
디자인 2
디자인 3
디자인 4
디자인 1
디자인 2
디자인 3
디자인 4

도면6

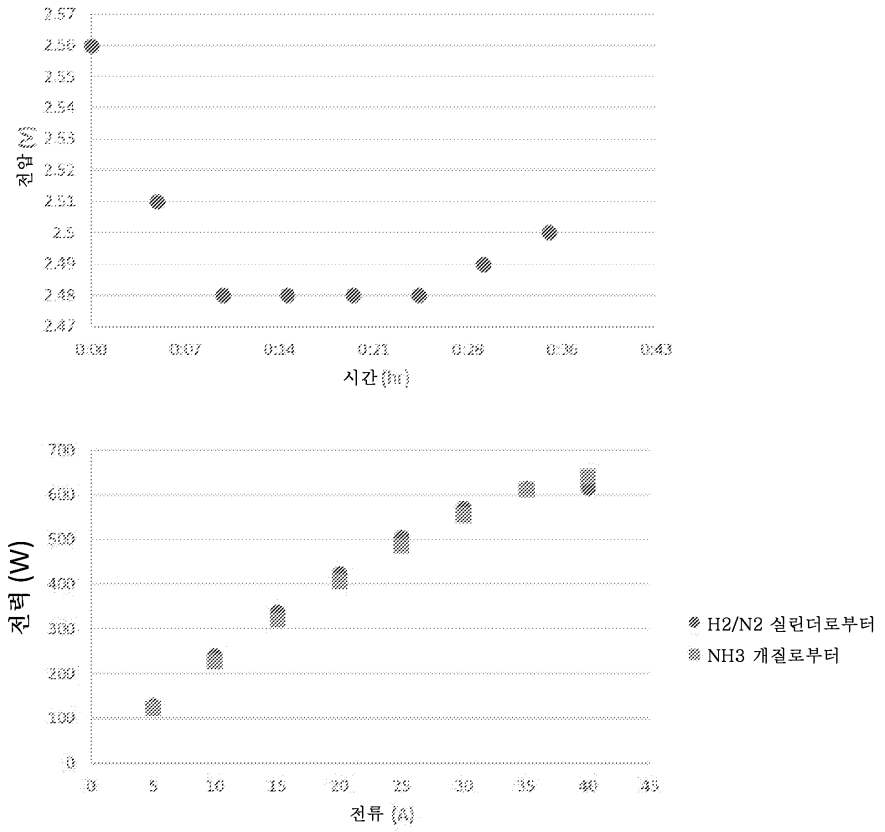

601
단일 연료 전지
연료 전지 구성요소
집전 층
(애노드)
기체 확산 층 (GDL)
(애노드)
막 전극 어셈블리
(MEA)
기체 확산 층 (GDL)
(캐소드)
공기 유동 채널
(캐소드)

도면7

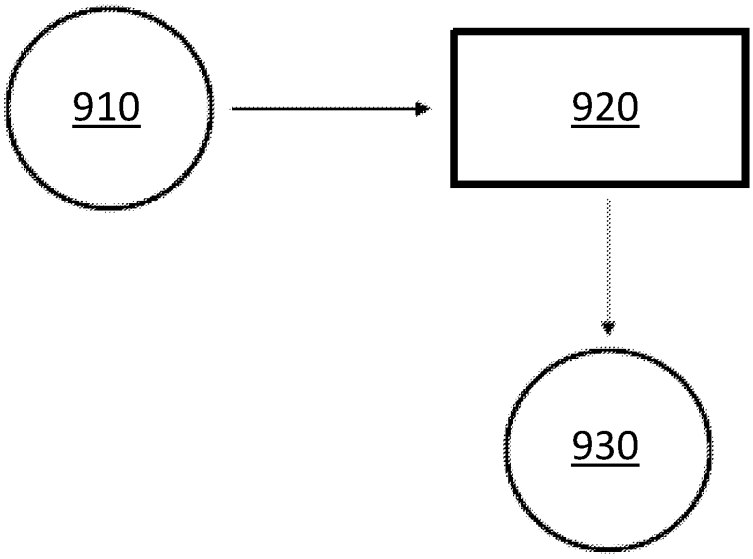

GDL 디자인


32개 전지로의 내구성 시험 (@35A)
630 W
572W
567 W
전압 (V)
시간 (min)
18.2
18
17.8
17.6
17.4
17.2
17
16.8
16.6
16.4
16.2
16
0
10
20
30
40
50
60
70

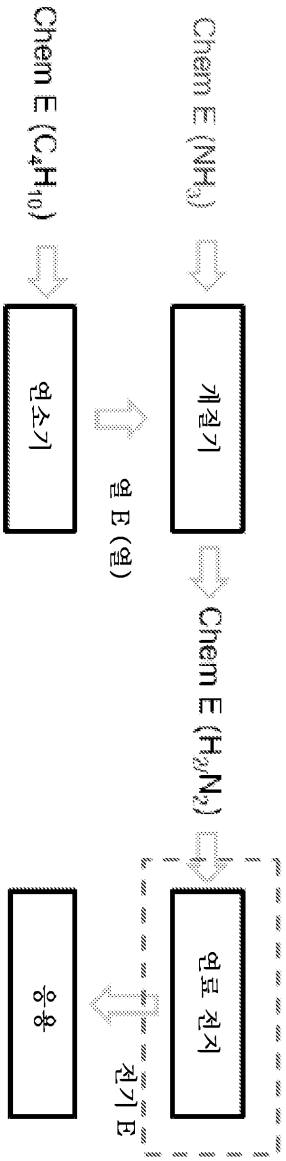
도면8


2.57
2.56
2.55
2.54
2.53
2.52
2.51
2.5
2.49
2.48
2.47
전압 (V)
0:00
0:07
0:14
0:21
0:28
0:36
0:43
시간 (hr)
700
600
500
400
300
200
100
0
전력 (W)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
전류 (A)
H2/N2 실린더로부터
NH3 개질로부터

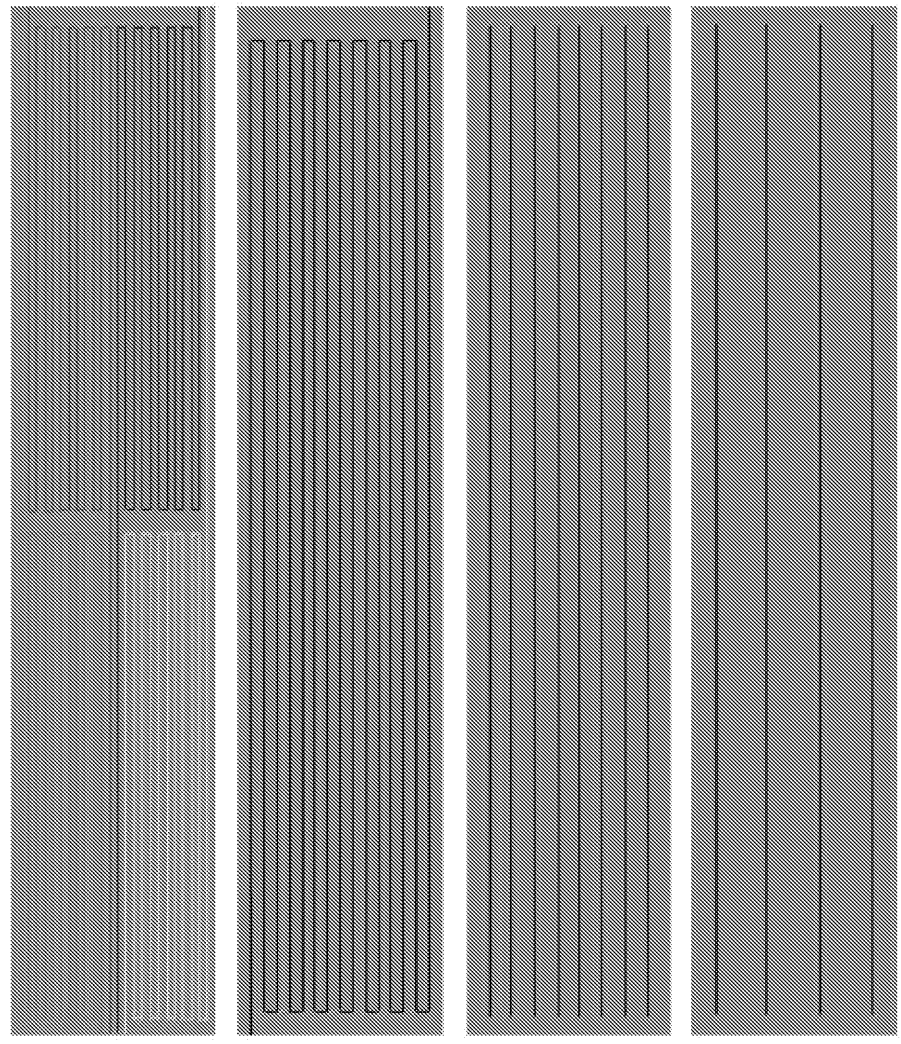
도면9


910
920
930

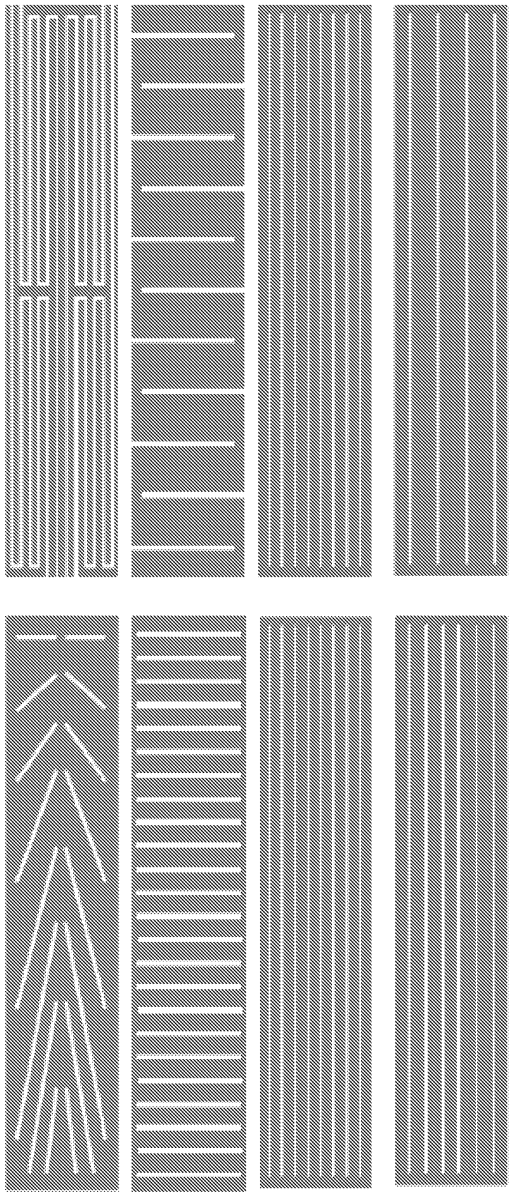
도면10



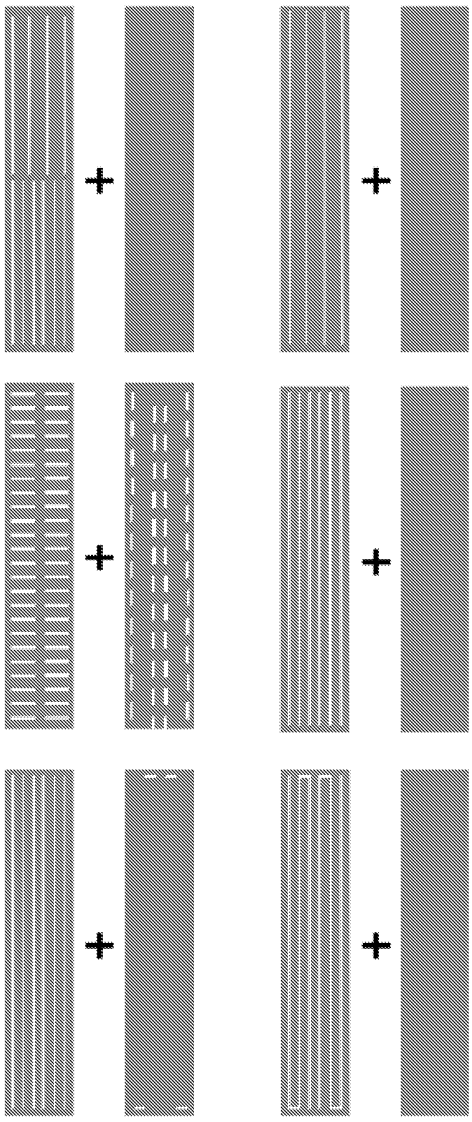
도면11



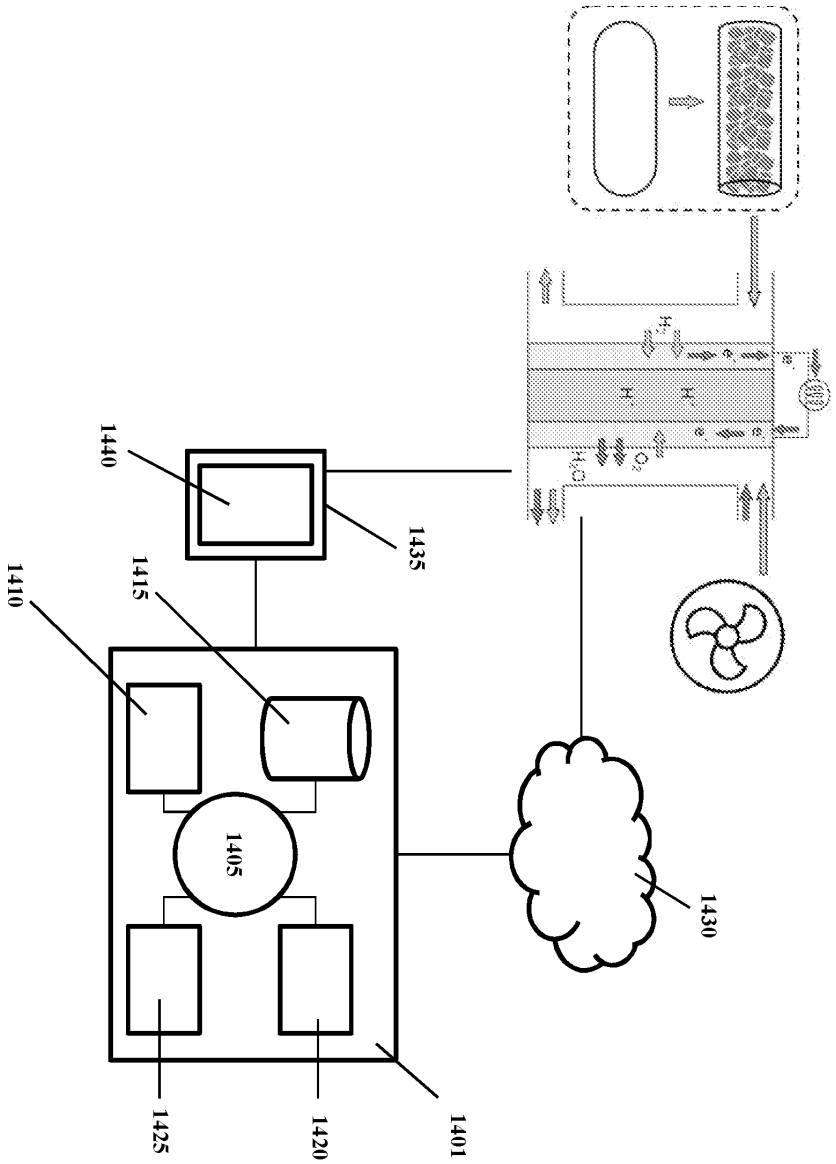
도면12



도면13



도면14



도면15

에너지 캐리어로서의 암모니아

NH_3의 H_2 저장 용량:

17.6 wt %, 120 g_{H2} L^{-1}

