



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월18일

(11) 등록번호 10-2797194

(24) 등록일자 2025년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 8/0668 (2016.01) B01D 53/047 (2006.01)

B01D 53/22 (2006.01) H01M 8/04746 (2016.01)

H01M 8/04791 (2016.01) H01M 8/0662 (2016.01)

H01M 8/2495 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H01M 8/0668 (2013.01)

B01D 53/047 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7024705

(22) 출원일자(국제) 2019년01월24일

심사청구일자 2021년11월10일

(85) 번역문제출일자 2020년08월26일

(65) 공개번호 10-2020-0116957

(43) 공개일자 2020년10월13일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/002372

(87) 국제공개번호 WO 2019/155901

국제공개일자 2019년08월15일

(30) 우선권주장

JP-P-2018-019502 2018년02월06일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2016184504 A*

KR1020120028927 A*

WO2006043494 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

도쿄 가스 가부시카이가이사

일본국 도쿄도 미나토구 가이간 1초메 5-20

(72) 발명자

나카지마 타츠야

일본국 도쿄도 미나토구 가이간 1초메 5-20 도쿄
가스 가부시카이가이사 내

도쿄 타츠키

일본국 도쿄도 미나토구 가이간 1초메 5-20 도쿄
가스 가부시카이가이사 내

시라이 마리에

일본국 도쿄도 미나토구 가이간 1초메 5-20 도쿄
가스 가부시카이가이사 내

(74) 대리인

수안특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

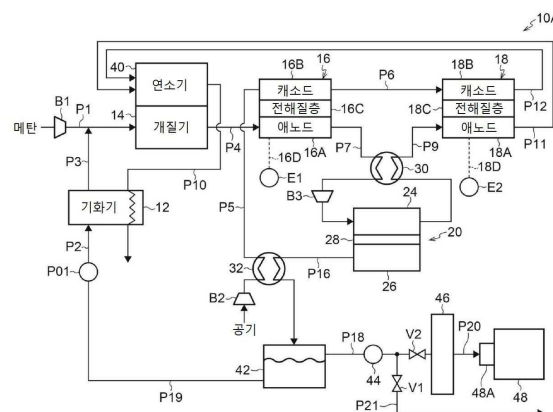
심사관 : 김민정

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 제조 시스템

(57) 요약

이산화탄소 제조 시스템(10A)은 연료 전지 셀 스택(16), 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소 및 물을 포함하는 비연료 가스와 재생 연료 가스로 분리하는 분리부(20), 비연료 가스로부터 물을 분리하는 제2 열교환기(32), 물탱크(42), 및 물이 분리된 후의 이산화탄소를 회수하는 이산화탄소 회수 탱크(48)를 구비하고 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 53/22 (2013.01)

H01M 8/04746 (2013.01)

H01M 8/04791 (2013.01)

H01M 8/0687 (2013.01)

H01M 8/2495 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

탄소 화합물을 포함하여 연료극으로 공급되는 연료 가스, 및 산소를 포함하여 공기극으로 공급되는 산화제 가스에 의해 발전하고, 상기 연료극으로부터 애노드 오프 가스가 배출되는 연료 전지;

비투과측과 투과측을 구획하는 분리막을 포함하고, 상기 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소를 포함하는 비연료 가스와 재생 연료 가스로 분리하고, 상기 분리막에 의해, 상기 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소 및 물이 상기 비투과측으로부터 상기 투과측으로 투과되어 송출되는 분리부;

상기 분리부에서 분리된 후의 이산화탄소를 회수하는 이산화탄소 회수부;

상기 이산화탄소 회수부에서 회수되는 비연료 가스 중의 이산화탄소 농도 및 비연료 가스 유량 중 적어도 한쪽이 설정 범위가 되도록 조절하는 이산화탄소 조절부; 및

상기 분리부의 하류 측에 설치되고, 상기 분리부의 상기 투과측에서 상기 분리막을 투과한 이산화탄소를 흡인하여 상기 이산화탄소 회수부로 송출시키는 흡인 펌프를 구비하고,

상기 흡인 펌프의 하류 측에 접속된 분기관에 설치된 개폐 밸브에 의해 상기 이산화탄소가 외부로 방출되거나, 상기 분기관이 접속된 부분보다 하류 측에 설치된 개폐 밸브에 의해 상기 이산화탄소가 이산화탄소 회수부로 회수되어 상기 이산화탄소의 회수량을 조절하는 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 분리부로부터 송출되는 상기 재생 연료 가스를 사용하여 발전하는 제2 연료 전지를 구비한 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 이산화탄소 조절부는 상기 연료 전지에서의 발전량을 조절하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 7

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 이산화탄소 조절부는 시스템 전체에서의 발전량을 조절하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 분리부는 상기 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소 및 물을 포함하는 비연료 가스와 재생 연료 가스로 분리하고,

상기 비연료 가스로부터 물을 분리하는 수분리부;

를 더 구비한 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 수분리부는 응축에 의해 상기 비연료 가스로부터 수증기를 제거하고, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 수분리부에서의 응축량을 조절하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 수분리부의 하류측에 압력 스윙 흡착부를 가지며, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 압력 스윙 흡착부에서의 흡착 조건을 조절하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 11

제4항 내지 제6항, 제8항, 및 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이산화탄소 조절부는 상기 연료극으로 송출하는 상기 연료 가스량을 조절하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 12

제4항 내지 제6항, 제8항, 및 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

원료 가스를 개질하여 상기 연료 가스를 생성하는 개질기를 가지며, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 개질기로 공급하는 개질수의 양을 조절하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 제조 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

제4항 내지 제6항, 제8항, 및 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이산화탄소 조절부는 상기 흡인 펌프에서의 흡인 유량을 조절하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 제조 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이산화탄소 제조 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연료 전지 시스템에서 탄소 화합물 연료를 사용하는 경우에는 이산화탄소가 발생한다. 이러한 이산화탄소는 애노드로부터 배출되는 애노드 오프 가스에도 포함되어 있어, 애노드 오프 가스를 재생 연료로 발전에 제공하는 경우에는 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소를 제거하는 것이 수행된다.

[0003] 예컨대 일본 특허공개공보 평6-203845호에는 애노드 오프 가스를 응축시켜 수증기를 분리하고, 수증기가 분리된 애노드 오프 가스를 이산화탄소 분리 장치로 도입하고, 분리막에 의해 이산화탄소를 분리하여 회수하는 기술이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 캐소드 오프 가스가 섞이는 연소 배기 gas와 비교하여 이산화탄소 농도가 높은 연료 전지 시스템의 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소를 분리하여 회수함으로써 용이하게 고농도의 이산화탄소를 회수할 수 있다. 이 경우, 재생 연료 가스를 효율적으로 발전에 재사용함과 더불어 이산화탄소의 회수에도 연구가 요구된다.

[0005] 본 발명은 상기 사실을 고려하여 이루어진 것으로, 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소를 용이하게 분리함과 더불어 발전용 재생 연료 가스를 효율적으로 재사용하는 것이 목적이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 제1 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 탄소 화합물을 포함하여 연료극으로 공급되는 연료 가스, 및 산소를 포함하여 공기극으로 공급되는 산화제 gas에 의해 발전하고, 상기 연료극으로부터 애노드 오프 가스가 배출되는 연료 전지; 상기 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소 및 물을 포함하는 비연료 gas와 재생 연료 gas로 분리하는 분리부; 상기 비연료 gas로부터 물을 분리하는 수분리부; 및 상기 수분리부에서 물이 분리된 후의 이산화탄소를 회수하는 이산화탄소 회수부;를 구비하고 있다.

[0007] 제1 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에서는, 연료극으로 공급된 연료 gas와 공기극으로 공급된 산화제 gas에 의해 연료 전지에서의 발전이 이루어진다. 연료 gas에는 탄소 화합물이 포함되어 있어, 연료극으로부터는 적어도 이산화탄소 및 물을 포함하는 애노드 오프 가스가 배출된다. 또, 여기서의 연료 gas는 탄소 화합물을 포함하는 것이라면 특별히 한정되지 않으며, 예컨대 탄화수소 화합물을 개질하여 얻어지는 개질 gas일 수도 있고, 탄화수소 화합물 그 자체일 수도 있고, 일산화탄소 그 자체일 수도 있다.

[0008] 분리부는 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소 및 물을 포함하는 비연료 gas와 재생 연료 gas로 분리한다. 응축에 의해 물을 분리하는 경우와 비교하여 재생 연료 가스를 고온으로 유지할 수 있으므로, 열에너지 로스를 적게 하여 효율적으로 재생 연료 가스를 발전에 제공할 수 있다. 또한 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소만을 분리하는 경우와 비교하여 분리 수단 선택의 자유도를 높일 수 있다.

[0009] 비연료 gas는 수분리부에서 물이 분리되고, 물이 분리된 후의 비연료 가스를 이산화탄소 회수부에서 회수한다. 재생 연료 gas와 분리한 후의 비연료 gas에서는 물과 이산화탄소가 주 성분으로 되어 있으므로, 응축에 의해 용이하게 물을 분리할 수 있다.

[0010] 본 발명의 제2 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 분리부로부터 송출되는 상기 재생 연료 가스를 사용하여 발전하는 제2 연료 전지를 구비하고 있다.

[0011] 제2 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 재생 연료 가스를 사용하여 제2 연료 전지에서 발전하므로, 발전 효율을 높일 수 있다.

[0012] 본 발명의 제3 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 분리부는 상기 비연료 가스를 투과시키는 분리막에 의해 비투과측과 투과측으로 구획되고, 상기 투과측으로부터 상기 비연료 가스를 흡인하여 상기 이산화탄소 회수부로 송출시키는 흡인 펌프를 구비하고 있다.

[0013] 제3 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 흡인 펌프에서의 흡인을 수행함으로써 비연료 gas의 투과

측으로의 투과를 촉진할 수 있다.

- [0014] 본 발명의 제4 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 탄소 화합물을 포함하여 연료극으로 공급되는 연료 가스, 및 산소를 포함하여 공기극으로 공급되는 산화제 가스에 의해 발전하고, 상기 연료극으로부터 애노드 오프 가스가 배출되는 연료 전지; 상기 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소를 포함하는 비연료 가스와 재생 연료 가스로 분리하는 분리부; 상기 분리부에서 분리된 후의 비연료 가스를 회수하는 이산화탄소 회수부; 및 상기 이산화탄소 회수부에서 회수되는 비연료 가스 중의 이산화탄소 농도 및 비연료 가스 유량 중 적어도 한쪽이 설정 범위가 되도록 조절하는 이산화탄소 조절부;를 구비하고 있다.
- [0015] 제4 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에서는, 연료극으로 공급된 연료 가스와 공기극으로 공급된 산화제 가스에 의해 연료 전지에서의 발전이 이루어진다. 연료 가스에는 탄소 화합물이 포함되어 있어, 연료극으로부터는 적어도 이산화탄소 및 물을 포함하는 애노드 오프 가스가 배출된다. 분리부는 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소를 포함하는 비연료 가스와 재생 연료 가스로 분리한다. 그리고 이산화탄소 조절부에 의해 이산화탄소 회수부에서 회수되는 비연료 가스 중의 이산화탄소 농도 및 비연료 가스 유량 중 적어도 한쪽이 설정 범위가 되도록 조절된다. 이에 따라 원하는 설정 범위에서의 농도, 유량의 이산화탄소를 회수할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 제5 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 분리부로부터 송출되는 상기 재생 연료 가스를 사용하여 발전하는 제2 연료 전지를 구비하고 있다.
- [0017] 제5 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 재생 연료 가스를 사용하여 제2 연료 전지에서 발전하므로, 발전 효율을 높일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 제6 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 연료 전지에서의 발전량을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 제6 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 연료 전지에서의 발전량을 조절함으로써 애노드 오프 가스 중의 이산화탄소 농도, 이산화탄소 유량이 바뀌는 바, 이산화탄소 회수부에서 회수하는 시간 당 이산화탄소의 양이나 농도를 조절할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 제7 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 이산화탄소 조절부는 시스템 전체에서의 발전량을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 제7 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 시스템 전체에서의 발전량을 조절함으로써 애노드 오프 가스 중의 이산화탄소 농도, 이산화탄소 유량이 바뀌는 바, 이산화탄소 회수부에서 회수하는 시간 당 이산화탄소의 양이나 농도를 조절할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 제8 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 분리부는 상기 애노드 오프 가스를, 적어도 이산화탄소 및 물을 포함하는 비연료 가스와 재생 연료 가스로 분리하고, 상기 비연료 가스로부터 물을 분리하는 수분리부;를 더 구비하고 있다.
- [0023] 제8 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 응축에 의해 물을 분리하는 경우와 비교하여 재생 연료 가스를 고온으로 유지할 수 있으므로, 효율적으로 재생 연료 가스를 발전에 제공할 수 있다. 또한 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소만을 분리하는 경우와 비교하여 분리 수단의 선택지를 넓힐 수 있다.
- [0024] 비연료 가스는 수분리부에서 물이 분리되고, 물이 분리된 후의 비연료 가스를 이산화탄소 회수부에서 회수한다. 재생 연료 가스와 분리한 후의 비연료 가스에서는 물과 이산화탄소가 주 성분으로 되어 있으므로, 물을 분리하기 위한 수단의 선택지를 넓힐 수 있다.
- [0025] 본 발명의 제9 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 수분리부는 응축에 의해 상기 비연료 가스로부터 수증기를 제거하고, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 수분리부에서의 응축량을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 제9 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 수분리부에서의 응축량을 조절함으로써 이산화탄소 회수부에서 회수하는 이산화탄소의 농도를 조절할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 제10 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 수분리부의 하류측에 압력 스위칭 흡착부를 가지며, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 압력 스위칭 흡착부에서의 흡착 조건을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 제10 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 압력 스위칭 흡착부에서의 흡착 조건을 조절함으로써 이산화탄소 회수부에서 회수하는 이산화탄소의 농도를 조절할 수 있다.

- [0029] 본 발명의 제11 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 연료극으로 송출하는 상기 연료 가스량을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 제11 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 연료극으로 송출하는 상기 연료 가스량을 조절함으로써 애노드 오프 가스 중의 이산화탄소 농도, 이산화탄소 유량이 바뀌는 바, 이산화탄소 회수부에서 회수하는 시간 당 이산화탄소의 양이나 농도를 조절할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 제12 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 원료 가스를 개질하여 상기 연료 가스를 생성하는 개질기를 가지며, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 개질기로 공급하는 개질수의 양을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 제12 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 개질기로 공급하는 개질수의 양을 조절함으로써 이산화탄소 회수부에서 회수하는 시간 당 이산화탄소의 양이나 농도를 조절할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 제13 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 분리부는 상기 비연료 가스를 투과시키는 분리막에 의해 비투과측과 투과측으로 구획되고, 상기 투과측으로부터 상기 비연료 가스를 흡인하여 상기 이산화탄소 회수부로 송출시키는 흡인 펌프를 구비하고 있다.
- [0034] 제13 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 흡인 펌프로 투과측의 압력을 낮춤으로써 이산화탄소의 농도를 낮추지 않고도 이산화탄소를 회수할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 제14 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템은, 상기 분리부는 상기 비연료 가스를 투과시키는 분리막에 의해 비투과측과 투과측으로 구획되고, 상기 투과측으로부터 상기 비연료 가스를 흡인하여 상기 이산화탄소 회수부로 송출시키는 흡인 펌프를 구비하고, 상기 이산화탄소 조절부는 상기 흡인 펌프에서의 흡인 유량을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 제14 양태에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 흡인 펌프에서의 흡인 유량을 조절함으로써 이산화탄소 회수부에서 회수하는 이산화탄소의 유량을 조절할 수 있다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명에 따른 이산화탄소 제조 시스템에 의하면, 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소를 효율적으로 분리함과 더불어 발전용 재생 연료 가스를 효율적으로 재사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 제1 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템의 개략도이다.
- 도 2는 제1 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템의 제어계의 블록도이다.
- 도 3은 제1 실시형태의 이산화탄소 유량 조절 처리의 플로우 차트이다.
- 도 4는 제2 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템의 개략도이다.
- 도 5는 제2 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템의 제어계의 블록도이다.
- 도 6은 제2 실시형태의 이산화탄소 농도 조절 처리의 플로우 차트이다.
- 도 7은 제3 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템의 개략도이다.
- 도 8은 제4 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태의 일례를 상세하게 설명한다.
- [0040] [제1 실시형태]
- [0041] 도 1에는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템(10A)이 나타나 있다. 이산화탄소 제조 시스템(10A)은 주요 구성으로서 기화기(12), 개질기(14), 제1 연료 전지 셀 스택(16), 제2 연료 전지 셀 스택(18), 분리부(20), 제1 열교환기(30), 제2 열교환기(32), 연소기(40), 물탱크(42), 흡인 펌프(44), PSA(Pressure Swing Adsorption) 장치(46), 및 이산화탄소 회수 탱크(48)를 구비하고 있다. 또한 도 2에 나타난 바와 같이 이산화탄소 제조 시스템(10A)을 제어하는 제어부(50)를 구비하고 있다.

- [0042] 개질기(14)에는 원료 가스관(P1)의 일단이 접속되어 있고, 원료 가스관(P1)의 타단은 도시하지 않은 가스원에 접속되어 있다. 가스원으로부터는 원료 공급 블로워(B1)에 의해 메탄이 개질기(14)로 송출된다. 또, 본 실시형태에서는 원료 가스로 메탄을 사용하지만, 개질이 가능한 가스라면 특별히 한정되지 않으며, 탄화수소 연료를 사용할 수 있다. 탄화수소 연료로는 천연 가스, LP 가스(액화 석유 가스), 석탄 개질 가스, 저급 탄화수소 가스 등이 예시된다. 저급 탄화수소 가스로는 메탄, 에탄, 에틸렌, 프로판, 부탄 등 탄소수 4 이하의 저급 탄화수소를 들 수 있으며, 본 실시형태에서 사용하는 메탄이 바람직하다. 또, 탄화수소 연료로는 상술한 저급 탄화수소 가스를 혼합한 것일 수도 있고, 상술한 저급 탄화수소 가스는 천연 가스, 도시 가스, LP 가스 등의 가스일 수도 있다.
- [0043] 기화기(12)에는 물공급관(P2)이 접속되어 있고, 물공급 펌프(P01)에 의해 물(액상)이 보내진다. 기화기(12)에서는 물이 기화된다. 기화에는 후술하는 연소기(40)의 열이 사용된다. 기화기(12)로부터는 수증기가 송출되고, 수증기를 송출하는 수증기관(P3)은 원료 가스관(P1)과 합류되어 있다.
- [0044] 메탄 및 수증기는 원료 가스관(P1)에서 합류되어 개질기(14)로 공급된다. 개질기(14)는 연소기(40), 제1 연료 전지 셀 스택(16), 및 제2 연료 전지 셀 스택(18)과 인접되어 있고, 이들과의 사이에서 열교환을 수행함으로써 가열된다.
- [0045] 개질기(14)에서는 메탄을 개질하고, 수소를 포함하는 600℃ 정도의 온도의 연료 가스를 생성한다. 개질기(14)는 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 애노드(연료극)(16A)와 접속되어 있다. 개질기(14)에서 생성된 연료 가스는 연료 가스관(P4)을 통해 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 애노드(16A)로 공급된다. 또, 개질기(14)에서 미반응된 원료 가스 성분도 연료 가스에 포함되어 애노드(16A)로 공급된다.
- [0046] 제1 연료 전지 셀 스택(16)은 고체 산화물형 연료 전지 셀 스택이며, 적층된 복수의 연료 전지 셀을 갖고 있다. 제1 연료 전지 셀 스택(16)은 본 발명에서의 연료 전지(제1 연료 전지)의 일례이며, 본 실시형태에서는 작동 온도가 650℃ 정도로 되어 있다. 개개의 연료 전지 셀은 전해질층(16C), 및 해당 전해질층(16C)의 표면/이면에 각각 적층된 애노드(16A)와 캐소드(공기극)(16B)를 갖고 있다.
- [0047] 또, 제2 연료 전지 셀 스택(18)에 대한 기본 구성은 제1 연료 전지 셀 스택(16)과 동일하며, 애노드(16A)에 대응하는 애노드(18A), 캐소드(16B)에 대응하는 캐소드(18B), 및 전해질층(16C)에 대응하는 전해질층(18C)을 갖고 있다.
- [0048] 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 캐소드(16B)에는 산화제 가스관(P5)으로부터 산화제 가스(공기)가 공급된다. 산화제 가스관(P5)으로는 산화제 가스 블로워(B2)에 의해 공기가 도입되어 있다. 산화제 가스관(P5)에는 제2 열교환기(32)가 설치되어 있고, 공기가 후술하는 비연료 가스와의 열교환을 통해 가열되어 캐소드(16B)로 공급된다.
- [0049] 캐소드(16B)에서는 하기 (1)식에 나타낸 바와 같이 산화제 가스 중의 산소와 전자가 반응하여 산소 이온이 생성된다. 생성된 산소 이온은 전해질층을 지나 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 애노드(16A)에 도달한다.
- [0050] (공기극 반응)
- [0051]
$$1/2O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-} \cdots (1)$$
- [0052] 또한 캐소드(16B)에는 캐소드(16B)로부터 배출되는 캐소드 오프 가스를 제2 연료 전지 셀 스택(18)의 캐소드(18B)로 안내하는 캐소드 오프 가스관(P6)이 접속되어 있다.
- [0053] 한편, 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 애노드(16A)에서는 하기 (2)식 및 (3)식에 나타낸 바와 같이 전해질층을 지나 온 산소 이온이 연료 가스 중의 수소 및 일산화탄소와 반응하여 물(수증기) 및 이산화탄소와 전자가 생성된다. 애노드(16A)에서 생성된 전자가 애노드(16A)로부터 외부 회로를 지나 캐소드(16B)로 이동함으로써 각 연료 전지 셀에서 발전된다. 또한 각 연료 전지 셀은 발전 시에 발열한다. 제1 연료 전지 셀 스택(16)으로부터 전력을 추출하는 전력 케이블(16D)에는 전력계(E1)가 접속되어 있다. 전력계(E1)에 의해 제1 연료 전지 셀 스택(16)으로부터 출력되는 전력이 계측된다. 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서의 발전량은 제어부(50)에서 제어되고 있다.
- [0054] (연료극 반응)
- [0055]
$$H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^- \cdots (2)$$

- [0056] $\text{CO} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{e}^- \cdots (3)$
- [0057] 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 애노드(16A)에는 애노드 오프 가스관(P7)의 일단이 접속되어 있고, 애노드 오프 가스관(P7)에는 애노드(16A)로부터 애노드 오프 가스가 배출된다. 애노드 오프 가스에는 미개질된 원료 가스 성분, 미반응된 수소, 미반응된 일산화탄소, 이산화탄소 및 수증기 등이 포함되어 있다.
- [0058] 또, 본 발명의 연료 전지로는 고체 산화물형 연료 전지(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)에 한정되는 것은 아니며, 애노드 오프 가스에 이산화탄소가 포함되는 다른 연료 전지, 예를 들면 용융 탄산염형 연료 전지(MCFC), 인산형 연료 전지(PAFC), 고분자 전해질형 연료 전지(PEFC)일 수도 있다.
- [0059] 애노드 오프 가스관(P7)의 타단은 후술하는 제1 열교환기(30)를 거쳐 분리부(20)의 유입부(24)와 접속되어 있다. 분리부(20)는 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소 및 물을 후술하는 분리막(28)으로 분리하는 것이다. 분리부(20)는 유입부(24) 및 투과부(26)를 갖고 있다. 유입부(24)와 투과부(26)는 분리막(28)으로 구획되어 있다. 유입부(24)가 애노드 오프 가스의 비투과측이 되고, 투과부(26)가 투과측이 된다.
- [0060] 여기서 분리막(28)에 대해 설명한다. 본 실시형태에서는 분리막(28)은 이산화탄소 및 물을 투과하는 기능을 갖는 것을 사용한다. 이산화탄소 및 물을 투과하는 기능을 갖는 것이라면 특별히 한정되지 않지만, 예컨대 유기 고분자막, 무기 재료막, 유기 고분자-무기 재료 복합막, 액체막 등을 들 수 있다.
- [0061] 애노드 오프 가스는 애노드 오프 가스관(P7)을 거쳐 분리부(20)의 유입부(24)로 공급된다. 애노드 오프 가스에 포함되는 이산화탄소 및 물은 분리막(28)을 투과하여 투과부(26)로 이동한다. 이산화탄소 및 물의 농도가 줄어 유입부(24)측에 남은 애노드 오프 가스는 재생 연료 가스로 되어 유입부(24)로부터 송출된다. 재생 연료 가스관(P9)은 제2 연료 전지 셀 스택(18)의 애노드(18A)와 접속되어 있고, 재생 연료 가스는 재생 연료 가스관(P9)을 거쳐 제2 연료 전지 셀 스택(18)의 애노드(18A)에 공급된다.
- [0062] 애노드 오프 가스관(P7)을 흐르는 애노드 오프 가스와 재생 연료 가스관(P9)을 흐르는 재생 연료 가스관 제1 열교환기(30)에서 열교환이 이루어진다. 제1 열교환기(30)에서는 애노드 오프 가스가 냉각되고 재생 연료 가스가 가열된다.
- [0063] 분리부(20)의 투과부(26)에는 물탱크(42)에 일단이 접속된 비연료 가스관(P16)의 타단이 접속되어 있다.
- [0064] 분리부(20)에서는 유입부(24)로부터 분리막(28)을 투과하여 이산화탄소 및 물(기상)이 투과부(26)로 이동한다.
- [0065] 이산화탄소, 물(기상), 및 기타 분리막(28)을 투과한 애노드 오프 가스 중의 기체는 비연료 가스로서 투과부(26)로부터 송출된다. 송출된 비연료 가스는 비연료 가스관(P16)에 의해 제2 열교환기(32)를 거쳐 물탱크(42)로 송출된다.
- [0066] 물탱크(42)에는 응축에 의해 액화한 물, 및 물이 제거되어 주 성분을 이산화탄소로 하는 비연료 가스(이하 “이산화탄소 리치 가스”라 함)가 분리된 상태로 저장되어 있다. 물탱크(42) 상부의 기체 저장 부분에는 회수관(P18)의 일단이 접속되고, 물탱크(42) 하부의 액체 저장 부분에는 물을 기화기(12)로 공급하는 물순환관(P19)의 일단이 접속되어 있다. 이산화탄소 리치 가스는 회수관(P18)으로 송출된다.
- [0067] 회수관(P18)의 타단에는 PSA 장치(46)가 접속되어 있다. PSA 장치(46)에서는 이산화탄소 리치 가스로부터 이산화탄소 이외의 성분이 흡착에 의해 제거되고(이하 이러한 가스를 “이산화탄소 가스”라 함), CO2관(P20)으로 송출한다. CO2관(P20)의 일단은 PSA 장치(46)에 접속되고, CO2관(P20)의 타단은 이산화탄소 회수 탱크(48)에 접속되어 있다. PSA 장치(46)로부터 송출된 이산화탄소 가스는 CO2관(P20)을 거쳐 이산화탄소 회수 탱크(48)로 저장된다. 이산화탄소 회수 탱크(48)의 입구에는 유량계(48A)가 설치되어 있다. 유량계(48A)에 의해 이산화탄소 회수 탱크(48)로 유입하는 기체의 유량이 측정된다. 또, CO2관(P20)은 별도 시스템으로 공급하기 위한 배관에 접속되어 있을 수도 있다. 또한 이산화탄소 회수 탱크(48)의 충전량이나 압력을 측정할 수도 있다.
- [0068] 회수관(P18)에는 흡인 펌프(44)가 접속되어 있다. 흡인 펌프(44)는 상류측의 기체를 흡인하여 하류측으로 송출한다. 흡인 펌프(44)에 의해 투과부(26)로부터 비연료 가스가 흡인되어 소정의 압력으로 PSA 장치(46)로 송출된다. 흡인 펌프(44)의 출력에 따라 유입부(24)로부터 분리막(28)을 투과하여 투과부(26)로 이동하는 비연료 가스의 유량이 제어된다.
- [0069] 회수관(P18)의 흡인 펌프(44)보다 더 하류측에는 분기관(P21)이 접속되어 있다. 분기관(P21)에는 개폐 밸브(V1)가 설치되어 있다. 또한 회수관(P18)의 분기관(P21)이 접속된 부분보다 더 하류측에는 개폐 밸브(V2)가 설치되어 있다. 회수관(P18)으로 송출된 이산화탄소 리치 가스는 개폐 밸브(V1)가 폐쇄되고 개폐 밸브(V2)가 개방되

어 있을 때에는 PSA 장치(46)로 송출된다. 또한 이산화탄소 리치 가스는 개폐 밸브(V1)가 개방되고 개폐 밸브(V2)가 폐쇄되어 있을 때에는 분기관(P21)으로 송출된다. 분기관(P21)은 외부에 개방되어 있다. 이산화탄소 회수 탱크(48)로 이산화탄소를 충전할 수 없는 경우나, 이산화탄소의 회수를 정지하고 싶은 경우 등에는 분기관(P21)으로 이산화탄소 리치 가스를 송출하여 외부로 방출시킬 수 있다. 통상적으로는 이산화탄소 리치 가스는 PSA 장치(46)로 송출된다.

[0070] 제2 열교환기(32)에서는 비연료 가스와 공기로 열교환이 이루어져, 공기는 가열되고 비연료 가스는 냉각된다. 냉각된 비연료 가스 중의 수증기는 응축되고, 물탱크(42)로 유입되어 저장된다. 수증기가 분리되어 이산화탄소 농도가 높아진 이산화탄소 리치 가스는 회수관(P18)으로부터 송출되고, PSA 장치(46)를 거쳐 이산화탄소 회수 탱크(48)에 회수된다.

[0071] 제2 연료 전지 셀 스택(18)의 애노드(18A) 및 캐소드(18B)에서는 제1 연료 전지 셀 스택(16)과 동일한 반응에 의해 발전이 이루어진다. 제2 연료 전지 셀 스택(18)으로부터 전력을 추출하는 전력 케이블(18D)에는 전력계(E2)가 접속되어 있다. 전력계(E2)에 의해 제2 연료 전지 셀 스택(18)으로부터 출력되는 전력이 계측된다. 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서의 발전량은 제어부(50)에서 제어되고 있다.

[0072] 애노드(18A) 및 캐소드(18B)로부터 배출된 사용이 끝난 가스는 배관(P11), 캐소드 오프 연소 도입관(P12)에 의해 연소기(40)로 송출되고, 연소기(40)에서 소각에 제공된다. 본 실시형태의 이산화탄소 제조 시스템(10A)은 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 사용된 연료인 애노드 오프 가스가 재생되어, 연료 가스로서 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서 재사용되는 다단식 이산화탄소 제조 시스템으로 되어 있다.

[0073] 연소기(40)로부터는 연소 배기 가스가 송출된다. 연소 배기 가스는 연소 배기 가스관(P10) 내를 유통하고, 기화기(12)를 거쳐 배출된다.

[0074] 제어부(50)는 이산화탄소 제조 시스템(10A) 전체를 제어하는 것이며, CPU, ROM, RAM, 메모리 등을 포함하여 구성되어 있다. 메모리에는 후술하는 이산화탄소 유량 조절 처리나, 통상 운전시의 처리에 필요한 데이터나 순서 등이 기억되어 있다. 도 2에 나타난 바와 같이 제어부(50)는 원료 공급 블로워(B1), 물공급 펌프(P01), 흡인 펌프(44), 제1 연료 전지 셀 스택(16), 및 제2 연료 전지 셀 스택(18), 전력계(E1, E2), 유량계(48A), 및 PSA 장치(46)와 접속되어 있다. 원료 공급 블로워(B1), 물공급 펌프(P01), 산화제 가스 블로워(B2), 흡인 펌프(44), 및 PSA 장치(46)는 제어부(50)에 의해 출력이 제어된다.

[0075] 다음으로 본 실시형태의 이산화탄소 제조 시스템(10A)의 동작에 대해 설명한다.

[0076] 이산화탄소 제조 시스템(10A)에서는 가스원으로부터의 연료인 메탄 및 물탱크(42)로부터의 물이 기화기(12)로 공급된다. 기화기(12)에서는 공급된 메탄 및 물이 혼합됨과 더불어 연소 배기 가스관(P10)을 유통하는 연소 배기 가스로부터 열을 얻어 가열되고, 물이 기화되어 수증기가 된다.

[0077] 메탄 및 수증기는 기화기(12)로부터 배관(P1)을 통해 개질기(14)로 송출된다. 개질기(14)에서는 수증기 개질 반응에 의해 수소를 포함하는 600℃ 정도의 연료 가스가 생성된다. 연료 가스는 연료 가스관(P4)을 통해 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 애노드(16A)에 공급된다.

[0078] 제1 연료 전지 셀 스택(16)의 캐소드(16B)에는 공기가 산화제 가스관(P5)을 거쳐 공급된다. 이에 따라 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서는 앞에서 설명한 반응에 의해 발전이 이루어진다. 이러한 발전에 수반하여 연료 전지 셀 스택(16)의 애노드(16A)로부터는 애노드 오프 가스가 배출된다. 또한 캐소드(16B)로부터는 캐소드 오프 가스가 배출된다. 캐소드 오프 가스는 캐소드 오프 가스관(P6)을 지나 제2 연료 전지 셀 스택(18)의 캐소드(18B)로 공급된다.

[0079] 애노드(16A)로부터 배출된 애노드 오프 가스는 애노드 오프 가스관(P7)으로 유도되고, 제1 열교환기(30)를 거쳐 분리부(20)의 유입부(24)로 유입된다. 제1 열교환기(30)에서는 애노드 오프 가스의 온도는 약 650℃부터 어느 정도, 예컨대 200℃ 정도까지 떨어진다. 여기서의 온도는 애노드 오프 가스 중의 물의 기상 상태가 유지되는 온도이다. 애노드 오프 가스 중의 이산화탄소 및 물(기상)은 분리막(28)을 투과하여 투과부(26)측으로 이동함으로써 분리된다. 유입부(24)로부터는 재생 연료 가스가 송출되고, 제1 열교환기(30)를 거쳐 600℃ 정도로 승온되고, 재생 연료 가스관(P9)에 의해 제2 연료 전지 셀 스택(18)의 애노드(18A)로 공급된다.

[0080] 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서는 앞에서 설명한 반응에 의해 발전이 이루어진다. 애노드(18A), 캐소드(18B)에서의 사용이 끝난 가스는 배관(P11, P12)에 의해 각각 연소기(40)로 송출되고, 연소기(40)에서 소각에 제공된다. 연소기(40)로부터의 연소 배기 가스는 기화기(12)에서의 열교환을 거쳐 배출된다.

- [0081] 한편, 흡인 펌프(44)는 소정의 출력으로 투과부(26)로부터 비연료 가스를 흡인한다. 여기서의 흡인 펌프(44)의 출력은 이산화탄소 제조 시스템(10A)에서 요구되는 발전량 등에 따라 설정된다. 비연료 가스는 분리막(28)을 통과하여 투과부(26)로 유입하고, 투과부(26)로부터 송출된다. 송출된 비연료 가스는 제2 열교환기(32)에서 산화제 가스관(P5)을 통과하는 공기와의 사이에서의 열교환을 통해 냉각된다. 이에 따라 비연료 가스 중의 수증기가 응축되어 비연료 가스로부터 분리된다. 비연료 가스 및 응축된 물은 물탱크(42)로 송출된다. 비연료 가스로부터 물이 분리된 후의 이산화탄소 리치 가스는 물탱크(42)로부터 회수관(P18)으로 송출되어 PSA 장치(46)로 송출되고, PSA 장치(46)를 거쳐 이산화탄소 회수 탱크(48)에 회수된다.
- [0082] 본 실시형태의 이산화탄소 제조 시스템(10A)은 분리막(28)으로 이산화탄소와 물(기상)을 분리한 후에 제2 열교환기(32)에서의 열교환을 통해 물을 응축시키므로, 분리막에서의 분리 전에 물을 응축시키는 경우와 비교하여 재생 연료 가스의 온도를 높게 유지한 채로 유입부(24)로부터 송출시킬 수 있다. 따라서 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서의 발전용 재생 연료 가스를 효율적으로 재사용할 수 있다.
- [0083] 또한 투과부(26)로부터 배출된 비연료 가스 중의 수증기를 응축에 의해 용이하게 분리하여 이산화탄소 농도가 높은 비연료 가스를 회수할 수 있다.
- [0084] 또한 발전을 수행하고 있고, 발전에 수반하여 이산화탄소도 제조할 수 있으므로, 이산화탄소를 필요로 하는 장소에서 용이하게 제조할 수 있다.
- [0085] 여기서 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수하는 이산화탄소의 유량 조절에 대해 설명한다. 운전 중에 해당 이산화탄소의 유량 조절을 수행하는 경우에는 도시하지 않은 입력부로부터 원하는 이산화탄소 유량값을 입력한다. 입력된 값(설정값)은 제어부(50)로 보내지고, 제어부(50)에서는 도 3에 나타낸 이산화탄소 유량 조절 처리가 실행된다.
- [0086] 단계(S10)에서 유량계(48A)의 계측(유량 계측값)을 획득하고, 단계(S12)에서 설정값과 비교한다. 단계(S14)에서 유량 계측값과 설정값의 비교 결과를 기초로 흡인 펌프(44)의 출력을 조절한다. 조절은 유량 계측값이 설정값보다 더 작은 경우에는, 흡인 펌프(44)의 출력을 올려 분리막(28)을 통과시키는 비연료 가스의 양을 증가시키고, 유량 계측값이 설정값보다 더 큰 경우에는, 흡인 펌프(44)의 출력을 내려 분리막(28)을 통과시키는 비연료 가스의 양을 감소시킨다. 이와 같이 유량 계측값을 기초로 흡인 펌프(44)를 피드백 제어함으로써 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수하는 이산화탄소 가스의 유량을 원하는 설정 범위로 할 수 있다. 이산화탄소 유량 조절 처리가 필요 없게 된 경우에는, 입력부로부터 처리 종료를 입력한다. 단계(S16)에서 종료 입력이 있었는지 여부를 판단하고, 판단이 긍정된 경우에는, 이산화탄소 유량 조절 처리를 종료한다.
- [0087] 또, 본 실시형태에서는 흡인 펌프(44)의 출력을 조절함으로써 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수하는 이산화탄소 가스의 유량을 설정값에 근접시켰지만, 원료 공급 블로워(B1)나 물공급 펌프(P01)의 출력을 조절할 수도 있다. 또한 흡인 펌프(44), 원료 공급 블로워(B1), 및 물공급 펌프(P01) 모두를 조절할 수도 있으며, 어느 복수 기기의 조합으로 조절할 수도 있다.
- [0088] 또한 이산화탄소 회수 탱크(48)에 이산화탄소를 적절히 충전하기 위해, 이산화탄소 회수 탱크(48) 내의 압력을 계측하거나 충전량을 계측하거나 할 수도 있다.
- [0089] 원료 공급 블로워(B1)의 출력을 조절하는 경우에는, 유량 계측값이 설정값보다 더 작은 경우, 원료 공급 블로워(B1)의 출력을 올려 분리부(20)로 유입하는 애노드 오프 가스의 유량을 증가시키고, 이에 따라 분리막(28)을 통과시키는 비연료 가스의 양을 증가시킨다. 또한 유량 계측값이 설정값보다 더 큰 경우에는, 원료 공급 블로워(B1)의 출력을 내려 분리부(20)로 유입하는 애노드 오프 가스의 유량을 감소시키고, 이에 따라 분리막(28)을 통과시키는 비연료 가스의 양을 감소시킨다.
- [0090] 또, 원료 공급 블로워(B1)의 출력을 조절하는 경우에는, 적절히 발전량 조절도 이루어진다.
- [0091] 또한 물공급 펌프(P01)의 출력을 조절하는 경우에는, 유량 계측값이 설정값보다 더 작은 경우, 물공급 펌프(P01)의 출력을 올려 분리부(20)로 유입하는 애노드 오프 가스의 유량을 증가시키고, 이에 따라 분리막(28)을 통과시키는 비연료 가스의 양을 증가시킨다. 또한 유량 계측값이 설정값보다 더 큰 경우에는, 물공급 펌프(P01)의 출력을 내려 분리부(20)로 유입하는 애노드 오프 가스의 유량을 감소시키고, 이에 따라 분리막(28)을 통과시키는 비연료 가스의 양을 감소시킨다.
- [0092] 또한 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수하는 이산화탄소 가스의 유량을 설정값에 근접시키기 위해, 이산화탄소 제조 시스템(10A)에서의 발전량을 조절할 수도 있다. 발전량으로는 이산화탄소 제조 시스템(10A)에서 발전되는

전력 전체(제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 발전되는 전력과 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서 발전되는 전력의 합, 즉 전력계(E1)에서의 계측값과 전력계(E2)에서의 계측값(E2)의 합)을 기초로 조절할 수도 있으며, 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 발전되는 전력(전력계(E1)에서의 계측값)을 기초로 조절할 수도 있다.

[0093] 이산화탄소 제조 시스템(10A)에서 발전되는 전력 전체로 조절하는 경우에는, 유량 계측값이 설정값보다 더 작은 경우, 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서의 발전량과 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서의 발전량의 합(전력계(E1)에서의 계측값과 전력계(E2)에서의 계측값(E2)의 합)을 증가시킨다. 한편, 유량 계측값이 설정값보다 더 큰 경우에는, 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서의 발전량과 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서의 발전량의 합(전력계(E1)에서의 계측값과 전력계(E2)에서의 계측값(E2)의 합)을 감소시킨다.

[0094] 또, 이산화탄소 제조 시스템(10A)에서 발전되는 전력 전체로 조절하는 경우에는, 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 발전되는 전력을 조절하여 원하는 이산화탄소의 유량이 얻어지도록 함과 더불어, 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서 발전되는 전력을 조절하여 이산화탄소 제조 시스템(10A)에서 발전되는 전력 전체가 원하는 값이 되도록 조절할 수 있다.

[0095] 또한 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 발전되는 전력으로 조절하는 경우에는, 유량 계측값이 설정값보다 더 작은 경우, 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서의 발전량(전력계(E1)에서의 계측값)을 증가시킨다. 한편, 유량 계측값이 설정값보다 더 큰 경우에는, 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서의 발전량(전력계(E1)에서의 계측값)을 감소시킨다.

[0096] 또, 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 발전되는 전력으로 조절하는 경우에는, 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서 발전되는 전력을 조절할 수도 있으며, 제2 연료 전지 셀 스택(18)에서의 조절을 수행하지 않고 상황에 따라 할 수도 있다.

[0097] 또한 본 실시형태에서는 PSA 장치(46)를 구비하였지만, PSA 장치(46)는 반드시 설치할 필요는 없다. PSA 장치(46)를 설치하여 이산화탄소나 기타 성분의 흡착 조건을 조절함으로써 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수하는 이산화탄소의 농도를 조절할 수 있다.

[0098] 또, 본 실시형태에서는 하나의 이산화탄소 제조 시스템 내에 있어서의 제1 연료 전지 셀 스택(16)과 제2 연료 전지 셀 스택(18) 사이에서 이산화탄소의 회수를 수행하였지만, 복수의 연료 전지 시스템 사이에서 이산화탄소의 회수를 수행할 수도 있다. 즉 복수의 연료 전지 시스템 사이에서 연료 전지 셀 스택의 애노드를 직렬로 접속하고, 상류측 연료 전지 시스템의 연료 전지 셀 스택의 애노드로부터 배출되고 하류측 연료 전지 시스템의 애노드로 공급되기 전의 애노드 오프 가스로부터 이산화탄소를 분리하여 회수할 수도 있다.

[0099] [제2 실시형태]

[0100] 다음으로 본 실시형태의 제2 실시형태에 대해 설명한다. 본 실시형태에서는 제1 실시형태와 동일한 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하고 상세한 설명을 생략한다.

[0101] 도 4에 나타난 바와 같이 본 실시형태의 이산화탄소 제조 시스템(10B)은 PSA 장치(46)를 갖지 않는다. 또한 기화기(12)로부터 연소 배기 가스관(P10)을 지나 배출된 연소 배기 가스가 연소 배기 가스 배기관(P10A)과 온도 조절관(P10B)으로 분기되어 있다. 연소 배기 가스 배기관(P10A)으로부터는 연소 배기 가스가 외부로 배기된다. 온도 조절관(P10B)은 산화제 가스 블로워(B2)의 상류측으로 접속되어 있다. 온도 조절관(P10B)에는 유량 조절 밸브(54)가 설치되어, 개도에 따라 산화제 가스 블로워(B2)로 송출되는 연소 배기 가스의 유량이 조절된다. 유량 조절 밸브(54)는 도 5에 나타난 바와 같이 제어부(50)와 접속되어 제어부(50)에 의해 개도가 조절된다.

[0102] 이산화탄소 회수 탱크(48)의 입구에는 유량계(48A) 대신 조성 검출계(48B)가 설치되어 있다. 조성 검출계(48B)는 이산화탄소 회수 탱크(48)에 유입되는 기체의 이산화탄소 농도를 검출 가능하게 되어 있다. 조성 검출계(48B)는 제어부(50)와 접속되어 검출한 이산화탄소 농도값을 제어부(50)로 송신한다.

[0103] 다음으로 본 실시형태의 이산화탄소 제조 시스템(10B)의 동작에 대해 설명한다.

[0104] 이산화탄소 제조 시스템(10B)에서는 제1 실시형태와 동일하게 발전이 이루어진다. 이산화탄소 제조 시스템(10B)에서는 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수하는 이산화탄소의 농도 조절을 수행할 수 있다. 해당 이산화탄소의 농도 조절을 수행하는 경우에는, 도시하지 않은 입력부로부터 원하는 이산화탄소 농도값을 입력한다. 입력된 값(설정값)은 제어부(50)로 보내지고, 제어부(50)에서는 도 6에 나타난 이산화탄소 농도 조절 처리가 실행된다.

[0105] 단계(S20)에서 조성 검출계(48B)의 계측값(조성 계측값)을 획득하고, 단계(S22)에서 설정값과 비교한다. 단계(S24)에서 조성 계측값과 설정값의 비교 결과를 기초로 유량 조절 밸브(54) 또는 산화제 가스 블로워(B2)를 조

절한다.

- [0106] 조절은 조성 계측값이 설정값보다 더 작은 경우에는, 유량 조절 밸브(54)를 폐쇄하여 산화제 가스 블로워(B2)의 출력을 올린다. 이에 따라 산화제 가스관(P5)을 지나는 산화제 가스의 유량이 증가하여, 제2 열교환기(32)에서의 열교환을 통해 응축되는 수증기가 증가하고, 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수되는 이산화탄소 가스의 농도가 높아진다. 조성 계측값이 설정값보다 더 큰 경우에는, 유량 조절 밸브(54)를 개방한다. 이에 따라 산화제 가스관(P5)을 지나는 산화제 가스의 온도가 상승하여, 제2 열교환기(32)에서의 열교환을 통해 응축되는 수증기가 감소하고, 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수되는 이산화탄소 가스의 농도가 낮아진다.
- [0107] 이와 같이 조성 계측값을 기초로 산화제 가스 블로워(B2), 유량 조절 밸브(54)를 피드백 제어함으로써 이산화탄소 회수 탱크(48)에서 회수하는 이산화탄소 가스의 농도를 원하는 설정 범위로 할 수 있다. 가 필요 없게 된 경우에는, 입력부로부터 처리 종료를 입력한다. 단계(S26)에서 종료 입력이 있었는지 여부를 판단하고, 판단이 긍정된 경우에는, 를 종료한다.
- [0108] [제3 실시형태]
- [0109] 다음으로 본 발명의 제3 실시형태에 대해 설명한다. 또, 제1, 제2 실시형태와 동일한 부분에는 동일한 부호를 부여하고 설명을 생략한다.
- [0110] 도 7에는 본 발명의 제3 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템(10C)이 나타나 있다. 이산화탄소 제조 시스템(10C)은 제1 실시형태에서 설명한 이산화탄소 제조 시스템(10A)과 비교하여 제2 연료 전지 셀 스택(18)을 갖지 않는 점이 상이하다.
- [0111] 분리부(20)에 접속된 재생 연료 가스관(P9)은 제1 열교환기(30)의 상류측에 설치된 분기부(D1)에서 분기되어 있다. 분기된 한쪽 순환 가스관(P9-1)은 제1 열교환기(30)를 거쳐 배관(P1)으로 접속되어 있다. 분기된 다른쪽 재생 연료 가스관(P9-2)은 연소기(40)로 접속되어 있다. 분기부(D1)에서는 순환 가스관(P9-1)과 재생 연료 가스관(P9-2)으로 재생 연료 가스가 분류(分流)되어 있다.
- [0112] 순환 가스관(P9-1)을 거쳐 개질기(14)로 도입된 재생 연료 가스는 메탄, 및 기화기(12)로부터 공급된 수증기와 혼합되어 개질기(14)로 공급된다. 재생 연료 가스관(P9-2)을 거쳐 연소기(40)로 도입된 재생 연료 가스는 연소기(40)에서 연소된다. 또, 캐소드(16B)로부터 배출된 캐소드 오프 가스는 캐소드 오프 가스관(P6)을 통해 연소기(40)로 도입된다.
- [0113] 본 실시형태의 이산화탄소 제조 시스템(10C)은 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 사용이 끝난 연료인 애노드 오프 가스가 재생되어, 다시 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 재사용되는 순환식 이산화탄소 제조 시스템으로 되어 있다. 본 실시형태에서도 제1 실시형태와 동일한 효과를 나타낼 수 있다.
- [0114] [제4 실시형태]
- [0115] 다음으로 본 발명의 제4 실시형태에 대해 설명한다. 또, 제1 내지 제3 실시형태와 동일한 부분에는 동일한 부호를 부여하고 설명을 생략한다.
- [0116] 도 8에는 본 발명의 제4 실시형태에 따른 이산화탄소 제조 시스템(10D)이 나타나 있다. 이산화탄소 제조 시스템(10D)은 제3 실시형태에서 설명한 이산화탄소 제조 시스템(10C)과 동일하게 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 사용이 끝난 연료인 애노드 오프 가스가 재생되어, 다시 제1 연료 전지 셀 스택(16)에서 재사용되는 순환식 이산화탄소 제조 시스템으로 되어 있다.
- [0117] 이산화탄소 제조 시스템(10D)은 제3 실시형태에서 설명한 이산화탄소 제조 시스템(10C)과 비교하여 제2 실시형태와 동일하게 PSA 장치(46)를 갖지 않는다. 또한 기화기(12)로부터 연소 배기 가스관(P10)을 지나 배출된 연소 배기 가스가 연소 배기 가스 배기관(P10A)과 온도 조절관(P10B)으로 분기되어 있다. 연소 배기 가스 배기관(P10A)으로부터는 연소 배기 가스가 외부로 배기된다. 온도 조절관(P10B)은 산화제 가스 블로워(B2)의 상류측으로 접속되어 있다. 온도 조절관(P10B)에는 유량 조절 밸브(54)가 설치되어, 개도에 따라 산화제 가스 블로워(B2)로 송출되는 연소 배기 가스의 유량이 조절된다.
- [0118] 본 실시형태의 이산화탄소 제조 시스템(10D)에서도 제2 실시형태와 동일한 효과를 나타낼 수 있다.
- [0119] 또, 본 발명은 앞에서 설명한 제1 내지 제4 실시형태에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당업자에 의해 앞에서 설명한 각 실시형태를 조합하여 실시된다. 또한 본 발명에서 예컨대 열교환기, 블로워, 펌프의 설치 위치, 조합 등은 이러한 실시형태에 한정되지 않는다.

- [0120] 또한 이산화탄소 회수 탱크(48)는 이산화탄소의 흡수제나 흡착제를 수용한 것일 수도 있다. 또한 이산화탄소 액화 장치일 수도 있으며, 이산화탄소 고화 장치일 수도 있다.
- [0121] 또한 본 실시형태에서는 메탄 등 탄화수소 원료를 개질기(14)에서 개질하여 연료 가스를 얻었지만, 탄소 화합물을 포함하는 연료 가스를 외부에서 생성하여 연료 전지 시스템으로 공급할 수도 있다. 탄소 화합물로는 메탄 등 탄화수소 이외에 일산화탄소도 포함된다. 나아가 개질기(14)를 탑재하지 않고 메탄 등 탄화수소 원료를 연료 가스로서 직접 제 1 연료 전지 셀 스택(16)으로 공급하여 발전을 수행할 수도 있다.
- [0122] 일본 출원 제2018-019502호 개시는 그 전체가 참조로써 본 명세서에 포함된다. 본 명세서에 기재된 모든 문헌, 특허 출원, 및 기술 규격은 개개의 문헌, 특허 출원, 및 기술 규격이 참조로써 포함되는 것이 구체적이면서 개개로 기재된 경우와 동일한 정도로 본 명세서 중에 참조로써 포함된다.

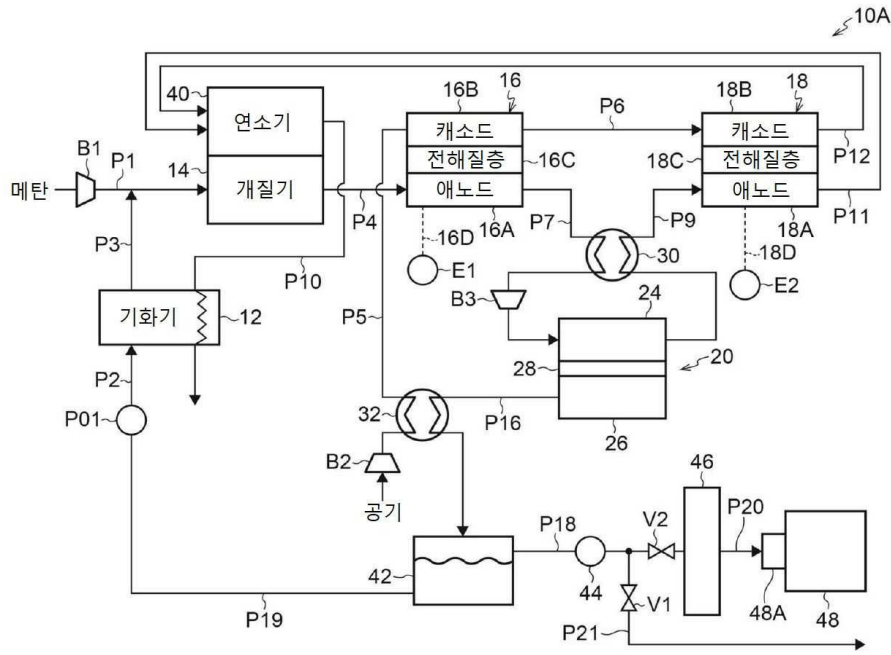
부호의 설명

- [0123]
- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 10A: 이산화탄소 회수 시스템 | P1: 원료 가스관 |
| 10B: 제조 시스템 | P2: 물공급관 |
| 10C: 이산화탄소 제조 시스템 | P3: 수증기관 |
| 10D: 이산화탄소 제조 시스템 | P4: 연료가스관 |
| 12: 기화기 | P5: 산화제 가스관 |
| 14: 개질기 | P6: 캐소드 오프 가스관 |
| 16: 제1 연료 전지 셀 스택 | P7: 애노드 오프 가스관 |
| 16A: 애노드(연료극) | P9: 재생 연료 셀 스택 |
| 16B: 캐소드(공기극) | P9-1 순환 가스관 |
| 16C: 전해질층 | P9-2 재생 연료 가스관 |
| 16D: 전력 케이블 | P10: 연소 배기 가스관 |
| 18: 제2 연료 전기 셀 스택 | P10A: 연소 배기 가스 배기관 |
| 18A: 애노드 | P10B: 온도 조절관 |
| 18B: 캐소드 | P16: 비연료 가스관 |
| 18C: 전해질층 | P18: 회수관 |
| 20: 분리부 | P19: 물순환관 |
| 24: 유입부 | P20: CO ₂ 관 |
| 26: 투과부 | P21: 분기관 |
| 28: 분리막 | D1 분기부 |
| 30: 제1 열교환기 | E1: 전력계 |
| 32: 제2 열교환기 | E2: 전력계 |
| 40: 연소기 | B1: 원료 공급 블로워 |
| 42: 물탱크 | B2: 산화제 가스 블로워 |
| 44: 흡인펌프 | P01: 물공급 펌프 |
| 46: PSA(Pressure Swing Adsorption) 장치 | |
| 48: 이산화탄소 회수 탱크 | V1: 개폐밸브 |
| 48A: 유량계 | V2: 개폐밸브 |

- 48B: 조성 검출계
50: 제어부
54: 유량 조절 밸브

도면

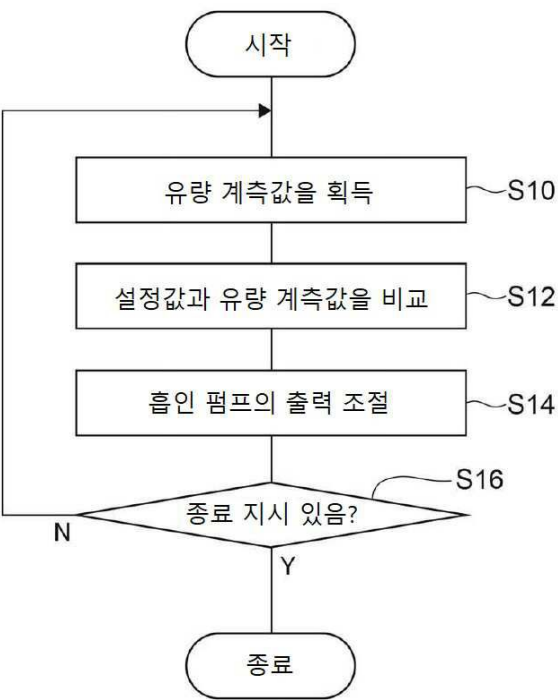
도면1



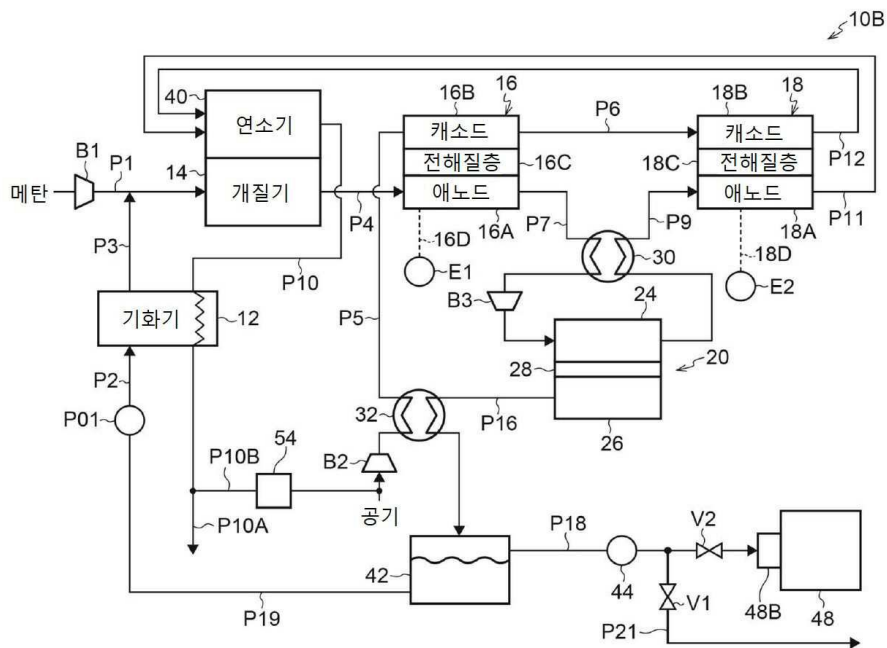
도면2



도면3



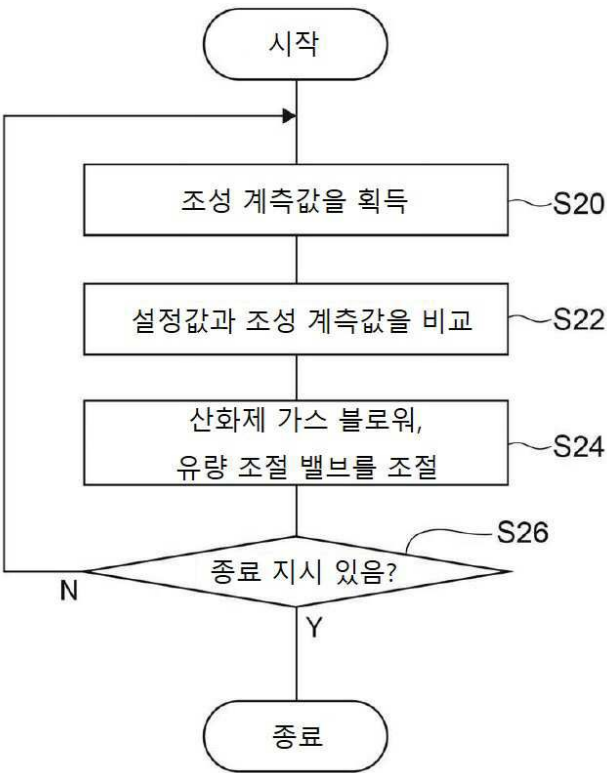
도면4



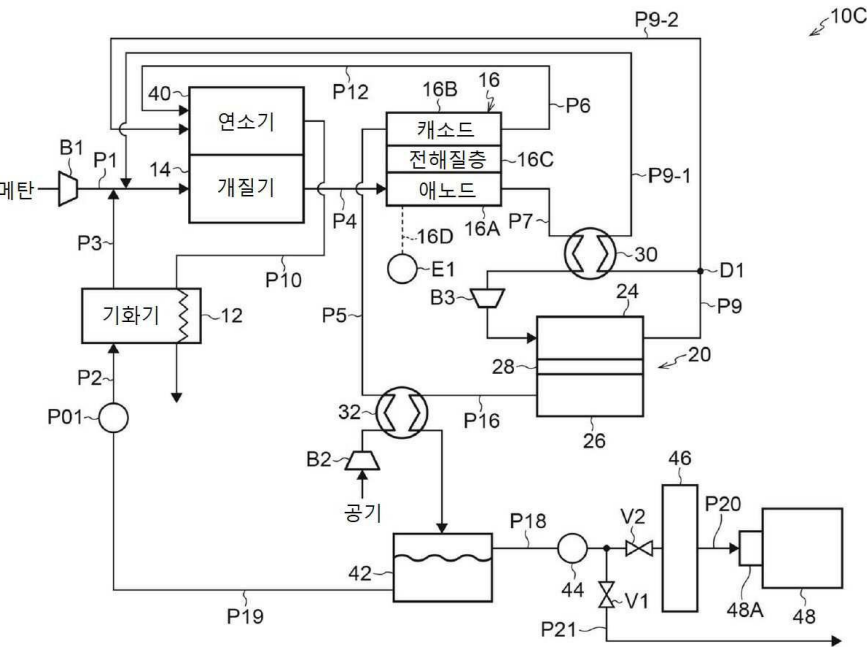
도면5



도면6



도면7



도면8

