



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0067696
(43) 공개일자 2015년06월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 8/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0153509

(22) 출원일자 2013년12월10일

심사청구일자 2013년12월10일

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

장인우

경기 성남시 분당구 백현로 206, 416동 1002호 (정자동, 한솔마을주공4단지아파트)

심선보

서울 관악구 낙성대역12길 10, 프란체 404호 (봉천동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신세기

전체 청구항 수 : 총 10 항

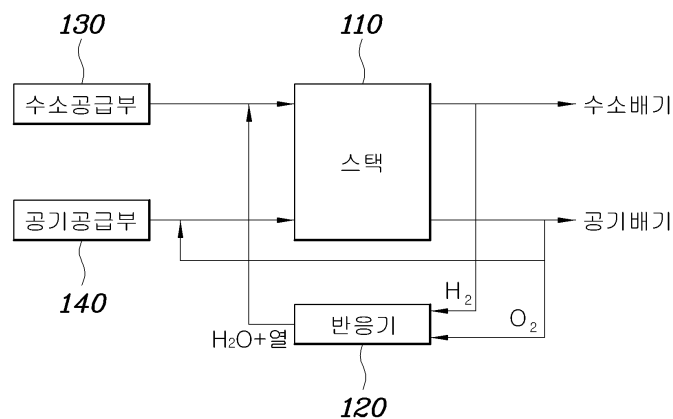
(54) 발명의 명칭 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템 및 방법

(57) 요약

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템은 수소 공급부로부터 수소를 공급받는 애노드 및 공기 공급부로부터 공기를 공급받는 캐소드를 포함하는 연료 전지 스택; 및 상기 연료 전지 스택에서 배출되는 수소와 산소를 포집하여 상기 포집된 수소 및 산소를 반응시키는 반응기를 포함한다. 이에 의해 애노드에 공급되는 수소의 상대 습도를 높임으로써 애노드 촉매층의 물함량을 증가시킬 수 있다.

대표도 - 도1

100



(72) 발명자

이성호

경기 성남시 분당구 금곡로7번길 7, A동 201호 (구
미동, 분당성지빌라)

주현철

인천 연수구 해송로30번길 20, 406동 306호 (송도
동, 송도웰카운티4단지)

명세서

청구범위

청구항 1

수소 공급부로부터 수소를 공급받는 애노드 및 공기 공급부로부터 공기를 공급받는 캐소드를 포함하는 연료 전지 스택; 및

상기 연료 전지 스택에서 배출되는 수소와 산소를 포집하여 상기 포집된 수소 및 산소를 반응시키는 반응기를 포함하는,

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 반응에 의해 상기 포집된 수소 및 산소의 상대적인 양에 따라 수소 또는 산소와 열 및 물이 생성되는,

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 생성된 열과 물에 의해 상기 생성된 수소 또는 산소의 온도 및 습도가 상승되는,

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 온도 및 습도가 상승된 수소 또는 산소는 상기 애노드에 공급되는 수소 또는 상기 캐소드에 공급되는 공기 에 각각 혼합되는,

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 혼합된 수소 또는 공기는 상기 애노드 또는 캐소드에 각각 공급되는,

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 반응기는 상기 포집된 수소 및 산소 간의 열교환을 수행하는 열교환기를 포함하는,

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 반응기는 상기 열교환이 수행되어 온도가 상승된 수소를 가습하는 가습기를 더 포함하는,

연료 전지 스택의 건조 억제 시스템.

청구항 8

연료 전지 스택에서 배출되는 수소와 산소를 포집하는 단계; 및

상기 포집된 수소와 산소를 통해 승온 가습된 수소를 상기 연료 전지 스택의 애노드에 공급하는 단계를 포함하는,

연료 전지 스택의 건조 억제 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 공급하는 단계는, 상기 포집된 수소 및 산소의 반응에 의해 발생된 물과 열에 의해 승온 가습된 수소 또는 승온 가습된 산소가 포함된 공기를 상기 연료 전지 스택의 애노드 또는 캐소드에 각각 공급하는 단계를 포함하는,

연료 전지 스택의 건조 억제 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 공급하는 단계는, 상기 포집된 수소와 산소의 열 교환 및 승온된 수소의 가습을 통해 승온 가습된 수소를 상기 연료 전지 스택의 애노드에 공급하는 단계인,

연료 전지 스택의 건조 억제 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 연료 전지 스택에서 배출되는 수소 및 산소를 포집하여 승온 및 가습하여 공급함으로써 연료 전지 스택의 건조를 억제할 수 있는 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연료전지 차량은 동력원으로써 사용하는 복수의 연료전지 셀들을 적층시킨 연료전지 스택, 연료전지 스택에 연료인 수소 등을 공급하는 연료공급 시스템, 전기화학반응에 필요한 산화제인 산소를 공급하는 공기공급 시스템, 연료전지 스택의 온도를 제어하는 물과 열 관리 시스템 등을 포함한다.

[0003] 연료공급 시스템은 수소탱크 내부의 압축수소를 감압하여 스택의 연료극(애노드)으로 공급하며, 공기공급 시스템은 공기블로워를 작동시켜 흡입한 외부공기를 스택의 공기극(캐소드)으로 공급한다.

[0004] 스택의 연료극에 수소가 공급되고, 공기극에 산소가 공급되면, 연료극에서는 촉매반응을 통해 수소이온이 분리된다. 분리된 수소 이온은 전해질 막을 통해 공기극인 산화극으로 전달되고, 산화극에서는 연료극에서 분리된 수소 이온과 전자 및 산소가 함께 전기화학적 반응을 일으켜 이를 통해 전기 에너지를 얻을 수 있다. 구체적으로 연료극에서는 수소의 전기 화학적 산화가 일어나고, 공기극에서는 산소의 전기 화학적 환원이 일어나며, 이때 생성되는 전자의 이동으로 인해 전기와 열이 발생되고, 수소와 산소가 결합하는 화학 작용에 의해 수증기 또는 물이 생성된다.

[0005] 연료 전지 스택의 전기 에너지 생성 과정에서 발생하는 수증기와 물 및 열과 같은 부산물과 반응되지 않은 수소 및 산소 등을 배출하기 위해 배출 장치가 구비되며, 수증기, 수소 및 산소와 같은 가스들은 배기 통로를 통해 대기 중으로 배출된다.

[0006] 연료 전지를 구동하기 위한 공기 블로워, 수소 재순환 블로워, 워터 펌프 등의 구성들은 메인 버스단에 연결되어 연료전지 시동을 용이하게 하며, 메인 버스단에는 전력 차단 및 연결을 용이하게 하기 위한 각종 릴레이들과, 연료전지로 역전류가 흐르지 않도록 하는 다이오드가 연결될 수 있다.

[0007] 공기 블로워를 통해 공급된 건조한 공기는 가습기를 통해 가습된 뒤, 연료 전지 스택의 캐소드(Cathode,

공기극)에 공급되며, 캐소드의 배기 가스는 내부에서 발생한 물 성분에 의해 가습된 상태로 가습기에 전해져 공기 블로워에 의해 캐소드로 공급될 건조공기를 가습하는데 사용될 수 있다.

[0008] 한편, 연료 전지 차량의 냉시동시 얼음 및 서리의 결빙과 축적의 문제와 애노드의 건조(Dehydration)가 문제된다. 냉시동시에는 물의 역흐름률(Water backflow rate)이 저하되고, 매우 적은 포화수증기압에 기인하여 가습에 한계가 있기 때문이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 연료 전지 스택에서 배출되는 수소 또는 공기의 온도 및 습도 상승을 통해 연료 전지 스택의 건조를 억제할 수 있는 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템 및 방법을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실시 예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템은 수소 공급부로부터 수소를 공급받는 애노드 및 공기 공급부로부터 공기를 공급받는 캐소드를 포함하는 연료 전지 스택; 및 상기 연료 전지 스택에서 배출되는 수소와 산소를 포집하여 상기 포집된 수소 및 산소를 반응시키는 반응기를 포함한다.

[0011] 상기 반응에 의해 상기 포집된 수소 및 산소의 상대적인 양에 따라 수소 또는 산소와 열 및 물이 생성된다.

[0012] 상기 생성된 열과 물에 의해 상기 생성된 수소 또는 산소의 온도 및 습도가 상승된다.

[0013] 상기 온도 및 습도가 상승된 수소 또는 산소는 상기 애노드에 공급되는 수소 또는 상기 캐소드에 공급되는 공기에 각각 혼합된다.

[0014] 상기 혼합된 수소 또는 공기는 상기 애노드 또는 캐소드에 각각 공급된다.

[0015] 상기 반응기는 상기 포집된 수소 및 산소 간의 열교환을 수행하는 열교환기를 포함한다.

[0016] 상기 반응기는 상기 열교환이 수행되어 온도가 상승된 수소를 가습하는 가습기를 더 포함한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 방법은 연료 전지 스택에서 배출되는 수소와 산소를 포집하는 단계; 및 상기 포집된 수소와 산소를 통해 승온 가습된 수소를 상기 연료 전지 스택의 애노드에 공급하는 단계를 포함한다.

[0018] 상기 공급하는 단계는, 상기 포집된 수소 및 산소의 반응에 의해 발생된 물과 열에 의해 승온 가습된 수소 또는 승온 가습된 산소가 포함된 공기를 상기 연료 전지 스택의 애노드 또는 캐소드에 각각 공급하는 단계를 포함한다.

[0019] 상기 공급하는 단계는, 상기 포집된 수소와 산소의 열 교환 및 승온된 수소의 가습을 통해 승온 가습된 수소를 상기 연료 전지 스택의 애노드에 공급하는 단계이다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 일 실시 예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템 및 방법에 따르면, 애노드에 공급되는 수소의 상대 습도를 높힘으로써 애노드 촉매층의 물함량을 증가시킬 수 있다.

[0021] 애노드에 배출되는 수소와 캐소드에서 배출되는 산소간의 열교환을 통해 애노드에서 배출되는 수소를 승온하고, 다시 가습한 이후 새로 공급되는 저온의 수소 가스와 혼합하여 애노드로 공급함으로써 애노드 측의 건조를 방지할 수 있다.

[0022] 애노드에서 배출되는 수소와 캐소드에서 배출되는 산소간의 반응을 통해 생성된 열과 물을 이용하여 수소 공급부로부터의 수소 또는 산소 공급부로부터의 산소에 혼합시켜 혼합된 수소는 애노드에, 혼합된 산소는 캐소드에 공급함으로써 애노드 및 캐소드의 건조를 방지할 수 있다.

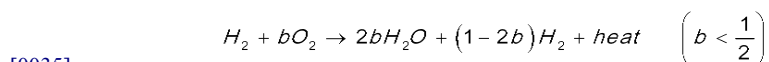
도면의 간단한 설명

[0023] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 명세서 또는 출원에 개시되어 있는 본 발명의 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명에 따른 실시 예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명에 따른 실시 예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서 또는 출원에 설명된 실시 예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.
- [0025] 본 발명에 따른 실시 예는 다양한 변형을 가할 수 있고 여러가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 제1 및/또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0028] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0030] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0031] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템을 도시한 도면이다.
- [0032] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템(100)은 연료 전지 스택(110), 반응기(120), 수소 공급부(130) 및 공기 공급부(140)를 포함할 수 있다.
- [0033] 연료 전지 스택(110)은 수소 공급부(130)로부터 수소를 공급받는 애노드와 공기 공급부(140)로부터 공기를 공급받는 캐소드를 포함하며, 반응기(120)는 연료 전지 스택(110)에서 배출되는 수소와 산소를 포집하여 포집된 수소 및 산소를 반응시킨다. 포집된 수소 및 산소의 상대적인 양에 따라서 포집된 수소의 양이 산소의 양보다 많은 경우(O₂ depletion 환경) 수소가 물 및 열과 함께 생성되며, 포집된 산소의 양이 포집된 수소의 양보다 많은 경우(H₂ depletion 환경) 산소가 물 및 열과 함께 생성된다. 수소가 생성되는 경우는 도 1에 도시되어 있고, 산소가 생성되는 경우는 도 2에 도시되어 있다. 수소가 생성되는 경우 애노드 측의 건조를 방지할 수 있고, 산소가 생성되는 경우 캐소드 측의 건조를 방지할 수 있다.
- [0034] 도 1에 도시된 일 실시예에 따른 수소와 산소의 반응식은 다음과 같다.



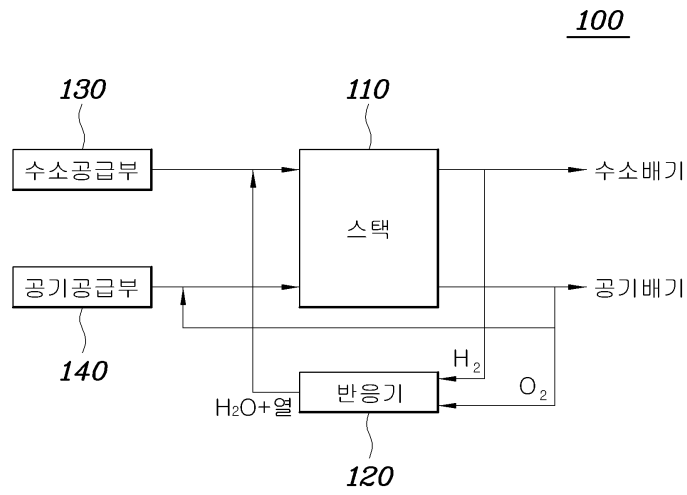
- [0036] 여기서 b는 화학식의 몰비를 맞추기 위해 포집된 산소에 대한 화학식 상의 계수이며, 1/2 미만의 값을 갖는다. 이와는 달리 도 2에 도시된 일 실시예의 경우 생성물 중에 수소가 생성되는 대신 산소가 생성된다.
- [0037] 반응기(120) 내에서 생성된 열(heat)과 물(H₂O)에 의해 생성된 수소 또는 산소의 온도 및 습도가 상승되며, 온도와 습도가 상승된 고온 다습한 수소 또는 산소 중 수소는 수소 공급부(130)로부터 애노드에 공급되는 저온의 수소에 혼합되며 산소는 공기 공급부(140)로부터 캐소드에 공급되는 저온의 공기에 혼합될 수 있다.
- [0038] 저온의 수소보다 상대적으로 고온 다습한 수소는 애노드로, 저온의 공기보다 고온 다습한 산소를 포함한 상대적으로 고온 다습한 공기는 캐소드로 공급된다.
- [0039] 도 3 내지 도 4를 참조하면, 반응기(120)는 포집된 수소 및 산소 간의 열교환을 수행하는 열교환기(160) 및 열교환되어 온도가 상승된 수소를 가습하는 가습기(150)를 더 포함할 수 있다. 도 3의 경우 수소 공급부(130)와 공기 공급부(140)가 동일한 방향에 위치하는 경우의 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템(100)(Co-flow configuration)이 도시되어 있고, 도 4에는 수소 공급부(130)와 공기 공급부(140)가 연료 전지 스택을 기준으로 상이한 방향에 위치하는 경우의 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템(100)(Counter-flow configuration)이 도시된다.
- [0040] 연료 전지 스택(110)에서 배출된 수소와 산소 중 배출된 수소보다 산소의 온도가 상대적으로 더 높으며, 따라서 열교환기(160)에서 열교환을 할 경우, 수소의 온도가 증가하면서 상대 습도는 더욱 낮아지게 된다. 열교환기(160)를 통과한 수소는 승온되어 가습기(150)를 통과하는데, 가습기(150)의 가습 효율은 가습기(150)를 통과하는 기체의 상대습도가 낮을수록 증가하므로, 상대 습도가 낮아진 수소에 대한 가습 효율이 증가한다.
- [0041] 승온되지 않은 수소의 경우 온도가 낮아서 물 포화 수증기압이 낮기 때문에 효율적인 가습이 어렵다. 그러나, 열교환기(160)에서의 수소와 산소간의 열교환에 따라 승온된 수소의 상대습도가 낮아짐에 의해 효율적인 가습이 가능하다. 승온되고 가습된 수소는 이후에 수소 공급부(130)로부터 새롭게 공급되는 수소와 혼합되면서 연료 전지 스택(110)으로 공급되는 가스의 상대 습도 또한 상승하게 되어 애노드의 건조를 방지할 수 있다.
- [0042] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료 전지 스택의 건조 억제 방법을 도시한 순서도이다.
- [0043] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 연료 전지 스택(110)의 건조 억제 방법(500)은 연료 전지 스택(110)에서 배출되는 수소와 산소를 포집하는 단계, 및 포집된 수소와 산소를 통해 승온되고 가습된 수소를 연료 전지 스택(110)의 애노드에 공급하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 포집된 수소 및 산소의 반응에 의해 발생된 물과 열에 의해 승온 가습된 수소(수소의 양이 더 많은 경우)를 수소 공급부(130)에서 유입되는 새로운 수소와 혼합하여 연료 전지 스택(110)의 애노드로 공급할 수 있다. 또는 승온 가습된 산소(산소의 양이 더 많은 경우)가 포함된 공기를 연료 전지 스택(110)의 캐소드에 공급할 수 있다.
- [0045] 포집된 수소와 산소의 열 교환 및 승온된 수소를 가습기(150)를 이용하여 가습하여, 승온 가습된 수소를 연료 전지 스택(110)의 애노드에 공급할 수 있다.
- [0046] 발명은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

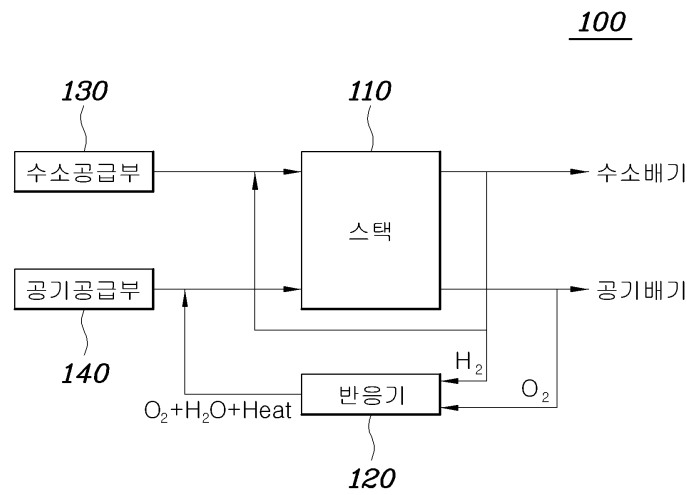
- [0047] 100 : 연료 전지 스택의 건조 억제 시스템 110 : 연료 전지 스택
120 : 반응기 130 : 수소 공급부
140 : 공기 공급부 150 : 가습기
160 : 열교환기
500 : 연료 전지 스택의 건조 억제 방법

도면

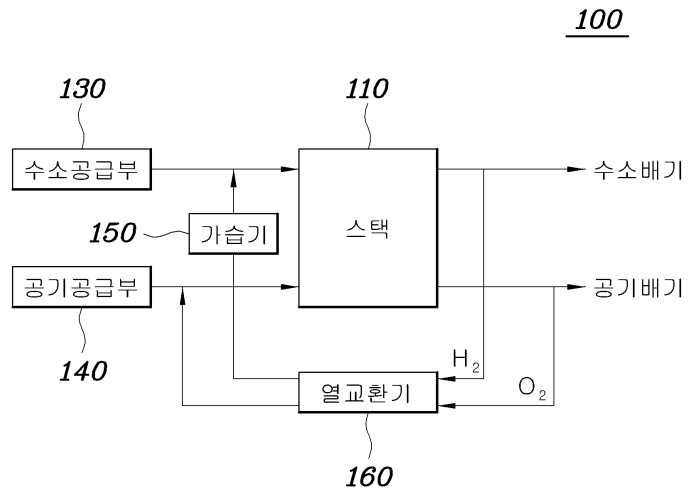
도면1



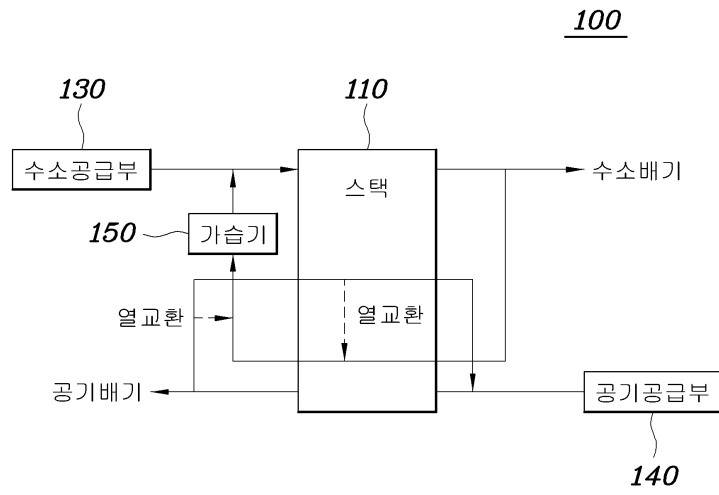
도면2



도면3



도면4



도면5

500

