



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0006617
(43) 공개일자 2025년01월13일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>H01M 8/04029</i> (2016.01) <i>F01K 23/02</i> (2006.01)
 <i>H01M 8/04082</i> (2016.01) <i>H01M 8/04089</i> (2016.01)
 <i>H01M 8/04111</i> (2016.01) <i>H01M 8/0612</i> (2016.01)
 <i>H01M 8/086</i> (2016.01)
 (52) CPC특허분류
 <i>H01M 8/04029</i> (2013.01)
 <i>F01K 23/02</i> (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2023-0086649
 (22) 출원일자 2023년07월04일
 심사청구일자 2023년07월04일</p> | <p>(71) 출원인
 인하대학교 산학협력단
 인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
 (72) 발명자
 김동섭
 서울특별시 양천구 목동중앙로 11, 201동 1405호 (목동, 목동대원 칸타빌 2단지아파트)
 김혜림
 강원특별자치도 동해시 발한천윗길 6 (발한동)
 (74) 대리인
 특허법인태백</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 11 항

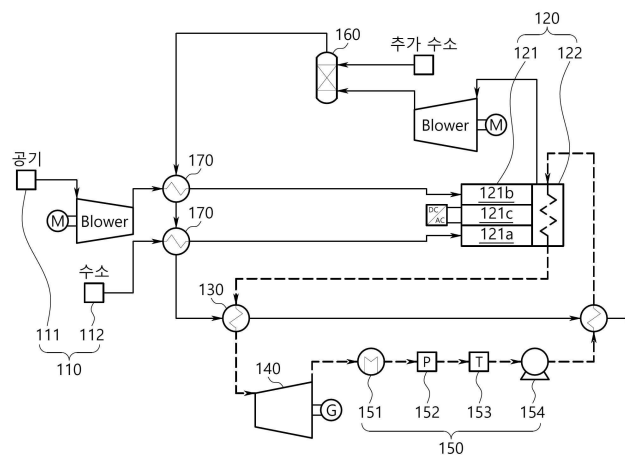
(54) 발명의 명칭 **연료전지 시스템**

(57) 요약

본 발명은, 공기 및 수소가 저장되는 연료공급부, 상기 연료공급부와 연결되고, 상기 연료공급부로부터 상기 공기 및 수소를 공급받아 양이온과 음이온 및 전자를 생산하는 연료전지와, 상기 연료전지와 인접하게 배치되고, 내부에 냉각수가 유동하여 상기 연료전지를 냉각시키는 냉각물체를 포함하는 연료전지부, 상기 연료전지부와 연결되고, 상기 냉각물체에서 토출된 상기 냉각수를 가열시켜 고온 증기로 변환시키는 히팅부, 상기 히팅부와 연결되고, 상기 히팅부에서 변환된 고온 증기를 내부로 통과시켜 발전을 위한 동력을 생성하며, 잔여 고온 증기를 토출하는 증기터빈 및 상기 증기터빈과 냉각물체 사이에 설치되며, 상기 증기터빈에서 토출된 고온 증기의 압력 및 온도를 조절하여 기체 및 액체로 변환시켜 상기 냉각물체로 공급하는 순환부를 포함하는 연료전지 시스템을 제공한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

H01M 8/04097 (2013.01)
H01M 8/04111 (2013.01)
H01M 8/04201 (2013.01)
H01M 8/0618 (2013.01)
H01M 8/086 (2013.01)
H01M 2250/10 (2013.01)
H01M 2250/407 (2013.01)
Y02E 60/50 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711194166
과제번호	00208318
부처명	과학기술정보통신부(P71)
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)(S000911)
연구과제명	지속가능 분산발전시스템의 AIoT 활용 설계 및 운전전략최적화
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

공기 및 수소가 저장되는 연료공급부;

상기 연료공급부와 연결되고, 상기 연료공급부로부터 상기 공기 및 수소를 공급받아 양이온과 음이온 및 전자를 생산하는 연료전지와, 상기 연료전지와 인접하게 배치되고, 내부에 냉각수가 유동하여 상기 연료전지를 냉각시키는 냉각물체를 포함하는 연료전지부;

상기 연료전지부와 연결되고, 상기 냉각물체에서 토출된 상기 냉각수를 가열시켜 고온 증기로 변환시키는 히팅부;

상기 히팅부와 연결되고, 상기 히팅부에서 변환된 고온 증기를 내부로 통과시켜 발전을 위한 동력을 생성하며, 잔여 고온 증기를 토출하는 증기터빈; 및

상기 증기터빈과 냉각물체 사이에 설치되며, 상기 증기터빈에서 토출된 고온 증기의 압력 및 온도를 조절하여 기체 및 액체로 변환시켜 상기 냉각물체로 공급하는 순환부를 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 연료공급부는,

상기 연료전지부로 공기를 공급하는 공기공급부와,

상기 연료전지부로 수소를 공급하는 수소공급부를 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 연료전지는,

상기 수소공급부에서 수소를 공급받아 양이온과 전자를 발생시키는 연료극과,

상기 공기공급부에서 공기를 공급받고, 상기 연료극에서 발생된 전자를 받아 음이온을 발생시키는 공기극과,

상기 연료극과 공기극 사이에 설치되고, 전기화학적 반응을 매개하는 전해질을 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 연료전지부와 연결되고, 상기 연료전지에서 배출된 미반응연료를 포함한 미반응가스 및 상기 연료전지부에 추가적으로 수소를 공급하는 후연소기를 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 연료공급부와 연료전지부 사이에 설치되고, 상기 연료공급부에서 토출되는 공기 및 수소를 각각 가열하는

열교환기가 설치되는 연료전지 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 순환부는,

상기 증기터빈에서 토출된 고온 증기를 응축시켜 물과 증기로 변환하는 응축기와,

상기 응축기와 연결되고, 상기 응축된 물과 증기의 압력을 조절하는 압력조절기와,

상기 응축기와 연결되고, 상기 응축된 물과 증기의 온도를 조절하는 온도조절기와,

상기 압력조절기 및 온도조절기에서 조절된 응축된 물을 상기 연료전지부의 냉각매체로 토출하는 펌프를 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 연료공급부와 연료전지부 사이에 배치되고, 상기 공기공급부에서 토출된 공기를 압축하고, 상기 연료전지부에서 배출된 미반응연료를 이용하여, 상기 압축된 공기를 예열하여 상기 연료전지부로 토출하는 가스터빈 발전부를 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 가스터빈 발전부는,

상기 연료공급부와 연료전지부 사이에 배치되고, 상기 연료공급부의 공기공급부와 연결되며 유입된 공기를 압축하는 압축기와,

상기 압축기와 연결되고, 상기 연료전지에서 배출된 미반응연료를 포함한 미반응가스를 이용하여 발전하는 터빈부를 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 9

청구항 2에 있어서,

상기 연료공급부는,

상기 연료전지부로 천연가스를 공급하는 천연가스공급부를 포함하고,

상기 천연가스공급부와 연료전지부 사이에는,

상기 천연가스공급부에서 토출된 천연가스를 수증기와 반응시켜, 수소를 포함한 천연가스를 상기 연료전지부의 연료극으로 토출하는 개질부를 더 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 개질부는,

상기 천연가스공급부와 연결되고, 상기 천연가스공급부에서 토출된 상기 천연가스가 유입되고, 수증기를 촉매로

이용하여 상기 천연가스에 수소를 포함하는 수소천연가스로 개질시키는 수증기개질기와,

상기 수증기개질기를 통과한 상기 수소천연가스에 포함되어 있는 수증기와 일산화탄소를 반응시켜 고농도의 수소를 발생시키는 고온수성가스전환부 및 저온수성가스전환부를 포함하는 연료전지 시스템.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 고온수성가스전환부 및 저온수성가스전환부를 통과한 상기 수소천연가스의 폐열은, 상기 연료전지부를 냉각 후 토출된 상기 냉각수가 상기 폐열을 흡수하는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연료전지 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 연료전지를 냉각하고 토출된 냉각수를 이용하여 증기터빈을 구동하는 연료전지 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 인산형 연료전지는 수소를 연료로 사용하며 전기화학반응을 일으켜 전력을 생산한다. 인산형 연료전지의 작동온도를 유지하기 위해서는 냉각시스템을 사용하여 전기화학반응으로부터 나오는 열을 제거해야 한다.

[0004] 인산형 연료전지에서 발생하는 폐열은 난방, 발전 등에 활용하면 시스템의 출력과 효율을 향상시킬 수 있다. 발전을 위해 인산형 연료전지의 폐열을 활용하는 경우, 인산형 연료전지의 폐열을 회수한 냉각수를 열원으로 사용하여 유기랭킨사이클 (Organic Rankine Cycle: ORC)을 구동하는 인산형 연료전지-유기랭킨사이클 결합시스템이 대표적이다.

[0005] 그러나 인산형 연료전지-유기랭킨사이클 결합시스템은 냉각수가 회수한 인산형 연료전지의 폐열을 직접 활용하지 않고, 열교환기를 통해 유기랭킨사이클의 작동유체에 폐열을 전달하는 방식으로 폐열을 간접적으로 활용한다. 폐열의 간접 활용은 결합시스템의 구성을 복잡하게 하며, 복잡한 시스템 구조에 수반되는 열 손실은 결합시스템의 높은 출력과 효율 향상을 달성하기 어렵게 만든다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1538627호(발명의 명칭 : 연료전지, 이를 포함한 발전 시스템 및 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로, 연료전지를 냉각한 냉각수를 증기터빈의 작동유체로 이용하여 발전하고, 연료전지의 작동압력과 연료의 종류에 따라 적절한 열교환기의 배치를 통해 시스템의 출력과 효율을 증대시키는 연료전지 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명은, 공기 및 수소가 저장되는 연료공급부, 상기 연료공급부와 연결되고, 상기 연료공급부로부터 상기 공기 및 수소를 공급받아 양이온과 음이온 및 전자를 생산하는 연료전지와, 상기 연료전지와 인접하게 배치되고, 내부에 냉각수가 유동하여 상기 연료전지를 냉각시키는 냉각물체를 포함하는 연료전지부, 상기 연료전지부와 연결되고, 상기 냉각물체에서 토출된 상기 냉각수를 가열시켜 고온 증기로 변환시키는 히팅부, 상기 히팅부와 연결되고, 상기 히팅부에서 변환된 고온 증기를 내부로 통과시켜 발전을 위한 동력을 생성하며, 잔여 고온 증기를 토출하는 증기터빈 및 상기 증기터빈과 냉각물체 사이에 설치되며, 상기 증기터빈에서 토출된 고온 증기의 압력 및 온도를 조절하여 기체 및 액체로 변환시켜 상기 냉각물체로 공급하는 순환부를 포함하는 연료전지 시스템을 제공한다.
- [0011] 상기 연료공급부는, 상기 연료전지부로 공기를 공급하는 공기공급부와, 상기 연료전지부로 수소를 공급하는 수소공급부를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 연료전지는, 상기 수소공급부에서 수소를 공급받아 양이온과 전자를 발생시키는 연료극과, 상기 공기공급부에서 공기를 공급받고, 상기 연료극에서 발생된 전자를 받아 음이온을 발생시키는 공기극과, 상기 연료극과 공기극 사이에 설치되고, 전기화학적 반응을 매개하는 전해질을 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 연료전지부와 연결되고, 상기 연료전지에서 배출된 미반응연료를 포함한 미반응가스 및 상기 연료전지부에 추가적으로 수소를 공급하는 후연소기를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명에 따른 연료전지 시스템에 의하면, 상기 연료공급부와 연료전지부 사이에 설치되고, 상기 연료공급부에서 토출되는 공기 및 수소를 각각 가열하는 열교환기가 설치될 수 있다.
- [0015] 상기 순환부는, 상기 증기터빈에서 토출된 고온 증기를 응축시켜 물과 증기로 변환하는 응축기와, 상기 응축기와 연결되고, 상기 응축된 물과 증기의 압력을 조절하는 압력조절기와, 상기 응축기와 연결되고, 상기 응축된 물과 증기의 온도를 조절하는 온도조절기와, 상기 압력조절기 및 온도조절기에서 조절된 응축된 물을 상기 연료전지부의 냉각물체로 토출하는 펌프를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명에 따른 연료전지 시스템에 의하면, 상기 연료공급부와 연료전지부 사이에 배치되고, 상기 공기공급부에서 토출된 공기를 압축하고, 상기 연료전지부에서 배출된 미반응연료를 이용하여, 상기 압축된 공기를 예열하여 상기 연료전지부로 토출하는 가스터빈 발전부를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 가스터빈 발전부는, 상기 연료공급부와 연료전지부 사이에 배치되고, 상기 연료공급부의 공기공급부와 연결되며 유입된 공기를 압축하는 압축기와, 상기 압축기와 연결되고, 상기 연료전지에서 배출된 미반응연료를 포함한 미반응가스를 이용하여 발전하는 터빈부를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명에 따른 연료전지 시스템에 의하면, 상기 연료공급부는, 상기 연료전지부로 천연가스를 공급하는 천연가스공급부를 포함하고, 상기 천연가스공급부와 연료전지부 사이에는, 상기 천연가스공급부에서 토출된 천연가스를 수증기와 반응시켜, 수소를 포함한 천연가스를 상기 연료전지부의 연료극으로 토출하는 개질부를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 개질부는, 상기 천연가스공급부와 연결되고, 상기 천연가스공급부에서 토출된 상기 천연가스가 유입되고, 수증기를 촉매로 이용하여 상기 천연가스에 수소를 포함하는 수소천연가스로 개질시키는 수증기개질기와, 상기 수증기개질기를 통과한 상기 수소천연가스에 포함되어 있는 수증기와 일산화탄소를 반응시켜 고농도의 수소를 발생시키는 고온수성가스전환부 및 저온수성가스전환부를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명에 따른 연료전지 시스템에 의하면, 상기 고온수성가스전환부 및 저온수성가스전환부를 통과한 상기 수소천연가스의 폐열은, 상기 연료전지부를 냉각 후 토출된 상기 냉각수가 상기 폐열을 흡수하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따른 연료전지 시스템에 의하면, 연료전지의 폐열을 흡수한 냉각수를 증기터빈의 작동유체로 사용하여, 상기 증기터빈이 추가로 발전하게 되어 발전효율을 향상시킬 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명에 따른 연료전지 시스템에 의하면, 후연소기와 연결된 가스터빈 발전부를 추가 배치하고, 상기 연료전지부에서 배출된 미반응가스를 이용하여 가스터빈 발전부를 발전시킴으로써 증기터빈과 더불어 추가 전

력을 생산할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 따른 연료전지 시스템에 의하면, 연료전지의 폐열을 흡수한 냉각물체의 냉각수가 개질부의 폐열을 추가적으로 흡수하여 열교환기로 공급됨으로써 기존의 연료전지의 폐열을 흡수한 냉각수보다 높은 온도의 냉각수가 유입되어 열교환기의 출력을 낮추어 경제성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지 시스템이 수소 연료를 사용하여 상압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 제2실시예에 따른 연료전지 시스템이 수소 연료를 사용하여 가압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 제3실시예에 따른 연료전지 시스템이 천연가스를 사용하여 상압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 제4실시예에 따른 연료전지 시스템이 천연가스를 사용하여 가압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 제1 내지 제4실시예에 따른 연료전지 시스템과 종래기술의 연료전지 시스템의 출력값 및 효율을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

[0028] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지 시스템(100)이 수소 연료를 사용하여 상압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.

[0029] 도 1을 참조하여, 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지 시스템(100)에 대해 설명하도록 한다.

[0030] 상기 연료전지 시스템(100)은 연료공급부(110), 연료전지부(120), 히팅부(130), 증기터빈(140), 순환부(150), 후연소기(160) 및 열교환기(170)를 포함한다.

[0031] 상기 연료공급부(110)는 공기 및 수소가 저장되고, 상기 연료전지부(120)로 공기를 공급하는 공기공급부(111)와, 수소를 공급하는 수소공급부(112)를 포함한다.

[0032] 상기 연료전지부(120)는 연료전지(121)와 냉각물체(122)를 포함한다.

[0033] 상기 연료전지(121)는 상기 연료공급부(110)와 연결되고, 상기 연료공급부(110)로부터 상기 공기 및 수소를 공급받아 양이온과 음이온 및 전자를 생산한다.

[0034] 여기서, 상기 연료전지(121)는 연료극(121a), 공기극(121b) 및 전해질(121c)로 구성된다.

[0035] 상기 연료극(121a)은 상기 수소공급부(112)에서 수소를 공급받아 양이온과 전자를 발생시키고, 상기 공기극(121b)은 상기 공기공급부(111)에서 공기를 공급받고, 상기 연료극(121a)에서 발생된 전자를 받아 음이온을 발생시킨다. 이후, 상기 전해질(121c)은 상기 연료극(121a)과 공기극(121b) 사이에 설치되고, 전기화학적 반응을 매개한다.

[0036] 또한, 상기 연료전지(121)의 내부 온도는 약 180℃ ~ 200℃로 형성된다.

[0037] 상기 냉각물체(122)는 상기 연료전지(121)와 인접하게 배치되고, 내부에 냉각수가 유동하여 상기 연료전지(121)를 냉각시킨다. 또한, 상기 냉각물체(122)의 내부를 유동하는 냉각수의 온도는 약 160℃ ~ 180℃로 형성되어, 상기 냉각물체(122)가 상기 연료전지(121)보다 낮은 온도로 배치됨으로써 상기 연료전지(121)를 냉각시킬 수 있다.

[0038] 이러한, 상기 연료전지부(120)는 상기 연료공급부(110)로부터 공기 및 수소를 공급받아 전기화학반응을 일으켜,

열을 발생한다. 발생한 열은 냉각물체(122)의 냉각수가 흡수하고, 이하 후술하는 상기 증기터빈(140)으로 공급하여 상기 증기터빈(140)이 전력을 생산한다.

- [0039] 상기 히팅부(130)는 상기 연료전지부(120)와 연결되고, 상기 냉각물체(122)에서 토출된 액체 냉각수를 가열시켜 약 500℃ 인 고온 증기로 변환시킨다.
- [0040] 상기 증기터빈(140)은 상기 히팅부(130)와 연결되고, 상기 히팅부(130)에서 변환된 고온 증기를 내부로 통과시켜 발전을 위한 동력을 생성하며, 잔여 고온 증기를 토출한다.
- [0041] 상기 순환부(150)는 상기 증기터빈(140)과 냉각물체(122) 사이에 설치되며, 상기 증기터빈(140)에서 토출된 고온 증기의 압력 및 온도를 조절하여 기체 및 액체로 변환시켜 상기 냉각물체(122)로 공급한다.
- [0042] 여기서, 상기 순환부(150)는 응축기(151), 압력조절기(152), 온도조절기(153) 및 펌프(154)를 포함한다.
- [0043] 상기 응축기(151)는 상기 증기터빈(140)에서 토출된 고온 증기를 응축시켜 물과 증기로 변환한다.
- [0044] 상기 압력조절기(152)는 상기 응축기(151)와 연결되고, 상기 응축된 물과 증기의 압력을 조절한다.
- [0045] 상기 온도조절기(153)는 상기 응축기(151)와 연결되고, 상기 응축된 물과 증기의 온도를 조절한다.
- [0046] 이후, 상기 펌프(154)가 상기 압력조절기(152) 및 온도조절기(153)에서 조절된 응축된 물을 상기 연료전지부(120)의 냉각물체(122)로 토출한다.
- [0047] 이때, 상기 압력조절기(152) 및 온도조절기(153)로 인해, 압력 및 온도가 조절된 상기 응축된 물 또는 냉각수를 상기 연료전지부(120)의 냉각물체(122)로 토출하여, 상기 연료전지부(120)의 연료전지(121)를 냉각한다.
- [0048] 상기 후연소기(160)는 상기 연료전지부(120)와 연결되고, 상기 연료전지(121)에서 배출된 미반응연료를 포함한 미반응가스 및 상기 연료전지부(120)에 추가적으로 수소를 공급한다.
- [0049] 상기 열교환기(170)는 상기 연료공급부(110)와 연료전지부(120) 사이에 설치되고, 상기 연료공급부(110)에서 토출되는 공기 및 수소 온도를 각각 가열한다.
- [0050] 이러한 구조로 형성되는 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지 시스템(100)은 상기 연료공급부(110)에서 토출된 공기 및 수소를 상기 열교환기(170)에서 예열하여 상기 연료전지부(120)의 연료전지(121)에서 전기화학반응을 일으킨다.
- [0051] 이러한 전기화학반응으로 인해 가열된 상기 연료전지(121)를 냉각시키기 위해, 상기 연료전지(121)의 측면에 배치된 상기 냉각물체(122)를 유동하는 냉각수를 이용하여 가열된 상기 연료전지(121)를 냉각시킨다.
- [0052] 이후, 상기 냉각물체(122)가 상기 연료전지(121)에서 배출되는 폐열을 흡수한 냉각수를 상기 히팅부(130)로 토출하여 고온 증기로 변환시킨 후, 상기 증기터빈(140)에서 상기 고온 증기를 이용하여 발전한다.
- [0053] 이하부터는, 도 2 내지 도 4를 참조하여, 본 발명의 연료전지 시스템(100)의 다양한 실시예에 대해 설명하도록 한다. 여기서, 본 발명의 연료전지 시스템(100)의 구성 중 앞서 언급하여 중복되는 것에 대해서는 이하 후술하는 내용에서는 생략하도록 한다.
- [0054] 도 2를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 연료전지 시스템(200)에 관한 것으로, 수소 연료를 사용하여 가압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.
- [0055] 상기 연료전지 시스템(200)은 연료공급부(210), 연료전지부(220), 히팅부(230), 증기터빈(240), 순환부(250), 후연소기(260), 열교환기(270) 및 가스터빈 발전부(280)를 포함한다.
- [0056] 상기 가스터빈 발전부(280)는 상기 연료공급부(210)와 연료전지부(220) 사이에 배치되고, 상기 공기공급부(211)에서 토출된 공기를 압축하고, 상기 연료전지부(220)에서 배출된 미반응연료를 이용하여, 상기 압축된 공기를 예열하여 상기 연료전지부(220)로 토출한다.
- [0057] 여기서, 상기 가스터빈 발전부(280)는 압축기(281)와 터빈부(282)를 포함한다.
- [0058] 상기 압축기(281)는 상기 연료공급부(210)와 연료전지부(220) 사이에 배치되고, 상기 연료공급부(210)의 공기공급부(211)와 연결되며 유입된 공기를 압축한다.
- [0059] 상기 터빈부(282)는 상기 압축기(281)와 연결되고, 상기 연료전지(221)에서 배출된 미반응연료를 포함한 미반응가스를 이용하여 발전한다. 이와 관련하여 상세하게 설명하면, 상기 터빈부(282)의 내부에는 복수의 블레이드

(미도시)가 회전 가능하도록 설치된다. 이후, 상기 연료전지(221)에서 배출된 미반응가스가 상기 블레이드를 회전시킴으로써 상기 터빈부(282)를 발전시키고, 이렇게 상기 터빈부(282)를 통과한 미반응가스는 앞서 언급한 본 발명의 제1실시예와 같이 상기 열교환기(270)를 거쳐 연료공급부(210)에서 토출되는 수소와 공기를 예열한다.

- [0060] 본 발명의 제2실시예에 따른 연료전지 시스템(200)에 의하면, 상기 후연소기(260)와 연결된 상기 가스터빈 발전부(280)를 배치하고, 상기 연료전지부(220)에서 배출된 미반응가스를 이용하여 상기 가스터빈 발전부(280)를 발전시킴으로써 상기 증기터빈(240)과 더불어 추가 전력을 생산할 수 있다.
- [0061] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제3실시예에 따른 연료전지 시스템(300)에 관한 것으로, 천연가스를 사용하여 상압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.
- [0062] 상기 연료전지 시스템(300)은 연료공급부(310), 연료전지부(320), 히팅부(330), 증기터빈(340), 순환부(350), 후연소기(360), 열교환기(370) 및 개질부(390)를 포함한다.
- [0063] 본 발명의 제3실시예에 따른 연료전지 시스템(300)은 본 발명의 제1실시예 및 제2실시예에 따른 연료전지 시스템(100, 200)과 달리 상기 연료공급부(310)에서 수소를 대체하여 천연가스공급부(312)를 구비하여 천연가스를 상기 연료전지부(320)로 공급한다.
- [0064] 그리고 상기 천연가스공급부(312)와 연료전지부(320) 사이에는, 상기 천연가스공급부(312)에서 토출된 천연가스를 수증기와 반응시켜, 수소를 포함한 천연가스를 상기 연료전지부의 연료극으로 토출하는 개질부(390)가 구비된다.
- [0065] 상기 개질부(390)는 상기 천연가스공급부(312)에서 공급된 천연가스를 수소가 풍부한 연료로 개질하기 위해, 수증기개질기(391), 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)를 포함한다.
- [0066] 상기 수증기개질기(391)는 상기 천연가스공급부(312)와 연결되고, 상기 천연가스공급부(312)에서 토출된 상기 천연가스가 유입되고, 흡열반응을 이용하여 상기 천연가스에 수소를 포함하는 수소천연가스로 개질시킨다.
- [0067] 상기 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)는 상기 수증기개질기(391)를 통과한 상기 수소천연가스에 포함된 일산화탄소와 수증기를 고농도의 수소로 전환시킨다.
- [0068] 상기 천연가스공급부(312)에서 공급된 천연가스가 상기 수증기개질기(391)에서 흡열반응을 이용하여 수증기개질을 하는 것으로써, 상기 후연소기(360)에서 열을 공급받아 수증기개질을 하게 된다. 이후, 개질된 상기 수소천연가스가 상기 연료전지부(320)로 공급하여, 상기 연료전지(321)에서 전기화학적 반응을 한다.
- [0069] 또한, 상기 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)는 고온에서 가열하여 약 200℃ ~ 300℃로 형성된다.
- [0070] 고온으로 형성된 상기 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)를 냉각하는 방법으로, 상기 연료전지부(320)를 냉각 후 상기 연료전지부(320)의 냉각물체(322)에서 토출되는 냉각수는 상기 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)의 폐열을 흡수한 뒤 상기 증기터빈(340)으로 토출한다.
- [0071] 이로 인해, 상기 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)를 상기 연료전지부(320)의 냉각물체(322)에서 토출되는 냉각수를 이용하여 냉각시킬 수 있다.
- [0072] 다음으로, 상기 증기터빈(340)은 앞서 언급한 바와 같이 약 500℃의 고온 증기를 이용하여 발전하게 되는데, 본 발명의 제1실시예 및 제2실시예에 따른 연료전지 시스템(100, 200)의 상기 냉각물체(122, 222)는 상기 연료전지(121, 221)를 냉각한 뒤 토출되는 냉각수의 온도는 약 160℃ ~ 180℃로 형성되어 상기 열교환기(170, 270)에서 출력을 높여 약 500℃의 고온 증기를 토출하는 구성이다.
- [0073] 다만, 본 발명의 제3실시예에 따른 연료전지 시스템(300)은 상기 냉각물체(322)가 상기 연료전지(321)를 냉각한 뒤 상기 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)를 추가적으로 냉각한 후 상기 열교환기(370)로 공급된다.
- [0074] 이때, 상기 냉각수의 온도는 상기 고온수성가스전환부(392) 및 저온수성가스전환부(393)의 폐열을 흡수하여 약 250℃로 형성되어 상기 열교환기(370)가 본 발명의 제1실시예 및 제2실시예의 상기 열교환기(170, 270)보다 출력을 낮게 하여 약 500℃의 고온 증기를 토출할 수 있다.
- [0075] 이로 인해, 본 발명의 제3실시예에 따른 연료전지 시스템(300)의 상기 열교환기(370)는 본 발명의 제1실시예 및 제2실시예에 따른 연료전지 시스템(100, 200)의 상기 열교환기(170, 270)보다 저출력으로 약 500℃의 고온 증기

를 토출함으로써 경제성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

- [0076] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제4실시예에 따른 연료전지 시스템(400)에 관한 것으로, 천연가스를 사용하여 가압 상태에서 운전하는 모습을 나타낸 도면이다.
- [0077] 상기 연료전지 시스템(400)은 연료공급부(410), 연료전지부(420), 히팅부(430), 증기터빈(440), 순환부(450), 후연소기(460), 열교환기(470), 가스터빈 발전부(480) 및 개질부(490)를 포함한다.
- [0078] 본 발명의 제4실시예에 따른 연료전지 시스템(400)에 의하면, 상기 연료전지(421)의 폐열을 흡수한 상기 냉각물체(422)의 냉각수를 상기 증기터빈(440)의 작동유체로 사용하여, 상기 증기터빈(440)이 추가로 발전하게 되어 발전효율을 향상시킬 수 있다.
- [0079] 또한, 본 발명의 제4실시예에 따른 연료전지 시스템(400)에 의하면, 상기 후연소기(460)와 연결된 가스터빈 발전부(480)를 추가 배치하고, 상기 연료전지부(420)에서 배출된 미반응가스를 이용하여 상기 가스터빈 발전부(480)를 발전시킴으로써 상기 증기터빈(440)과 더불어 추가 전력을 생산할 수 있다.
- [0080] 또한, 본 발명의 제4실시예에 따른 연료전지 시스템(400)에 의하면, 상기 연료전지(421)의 폐열을 흡수한 상기 냉각물체(422)의 냉각수가 상기 개질부(490)의 고온수성가스전환부(492) 및 저온수성가스전환부(493)의 폐열을 추가적으로 흡수한 뒤, 상기 열교환기(470)로 공급됨으로써 기존의 연료전지(121, 221)의 폐열을 흡수한 냉각수보다 높은 온도의 냉각수가 유입되어 상기 열교환기(470)의 출력을 낮추어 경제성을 향상시킬 수 있다.
- [0081] 도 5 및 도 6은 본 발명의 제1 내지 제4실시예에 따른 연료전지 시스템(100, 200, 300, 400)과 종래기술의 연료전지 시스템의 출력값 및 효율을 각각 비교한 그래프이다.
- [0082] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 (a)는 수소 연료를 사용하는 상압 상태의 연료전지 시스템(100)이고, 본 발명의 제2실시예에 따른 (b)는 수소 연료를 사용하는 가압 상태의 연료전지 시스템(200)이며, 본 발명의 제3실시예에 따른 (c)는 천연 가스를 사용하는 상압 상태의 연료전지 시스템(300)이고, 본 발명의 제4실시예에 따른 (d)는 천연 가스를 사용하는 가압 상태의 연료전지 시스템(400)이다.
- [0083] 종래기술의 연료전지 시스템은 그래프와 같이, 출력값이 약 45 ~ 55MW 사이에 형성되는 반면에, 본 발명의 제1 실시예 내지 제4실시예에 따른 연료전지 시스템(100, 200, 300, 400)의 출력값은 약 63 ~ 77MW 사이에 형성된다.
- [0084] 이와 같이, 본 발명의 연료전지 시스템(100, 200, 300, 400)은 종래기술의 연료전지 시스템보다 높은 출력값을 형성하고 있다.
- [0085] 또한, 본 발명의 제2실시예의 연료전지 시스템(200)과 같이 가스터빈 발전부(280)가 추가 배치하였을 때, 가장 높은 값의 출력값을 나타냈으며, 본 발명의 제3실시예의 연료전지 시스템(300)과 같이 개질부(390)를 추가 배치하였을 때, 가장 높은 효율을 나타내었다.
- [0086] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

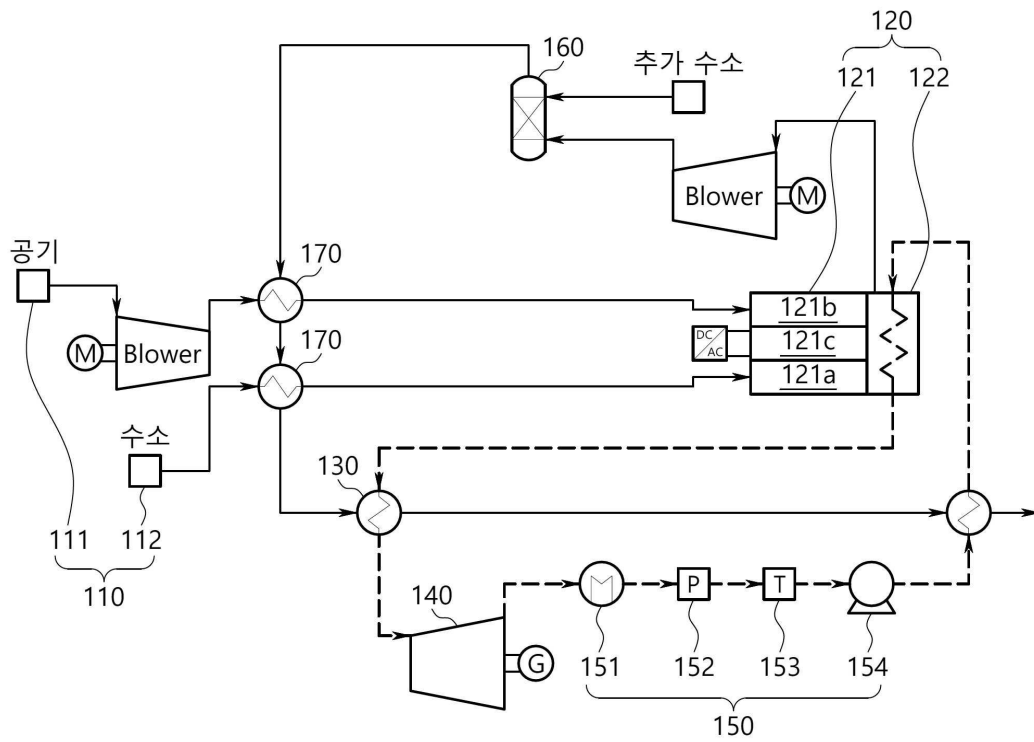
- [0087] 100, 200, 300, 400 : 연료전지 시스템
 110, 210, 310, 410 : 연료공급부 111, 211, 311, 411 : 공기공급부
 112, 212 : 수소공급부 120, 220, 320, 420 : 연료전지부 121, 221, 321, 421 : 연료전지 122, 222, 322, 422 : 냉각물체
 130, 230, 330, 430 : 히팅부 140, 240, 340, 440 : 증기터빈
 150, 250, 350, 450 : 순환부 151, 251, 351, 451 : 응축기
 152, 252, 352, 452 : 압력조절기 153, 253, 353, 453 : 온도조절기
 154, 254, 354, 454 : 펌프 160, 260, 360, 460 : 후연소기
 170, 270, 370, 470 : 열교환기 280, 480 : 가스터빈 발전부

281, 481 : 압축기 282, 482 : 터빈부
 312, 412 : 천연가스공급부 390, 490 : 개질부
 391, 491 : 수증기개질기 392, 492 : 고온수성가스전환부
 393, 493 : 저온수성가스전환부

도면

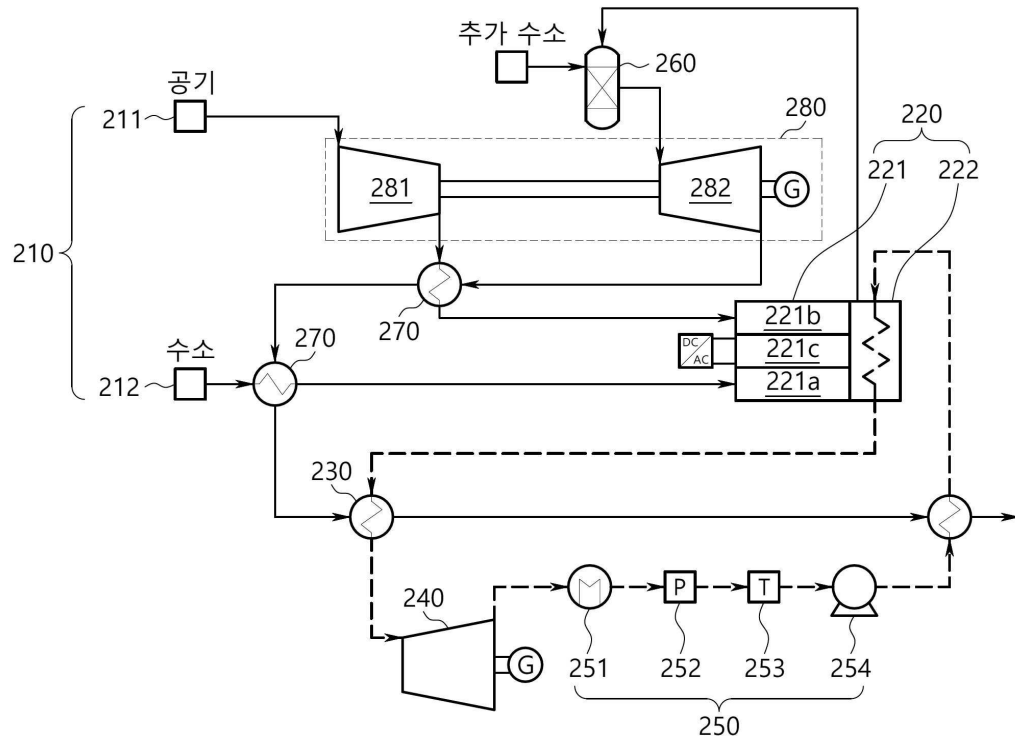
도면1

100



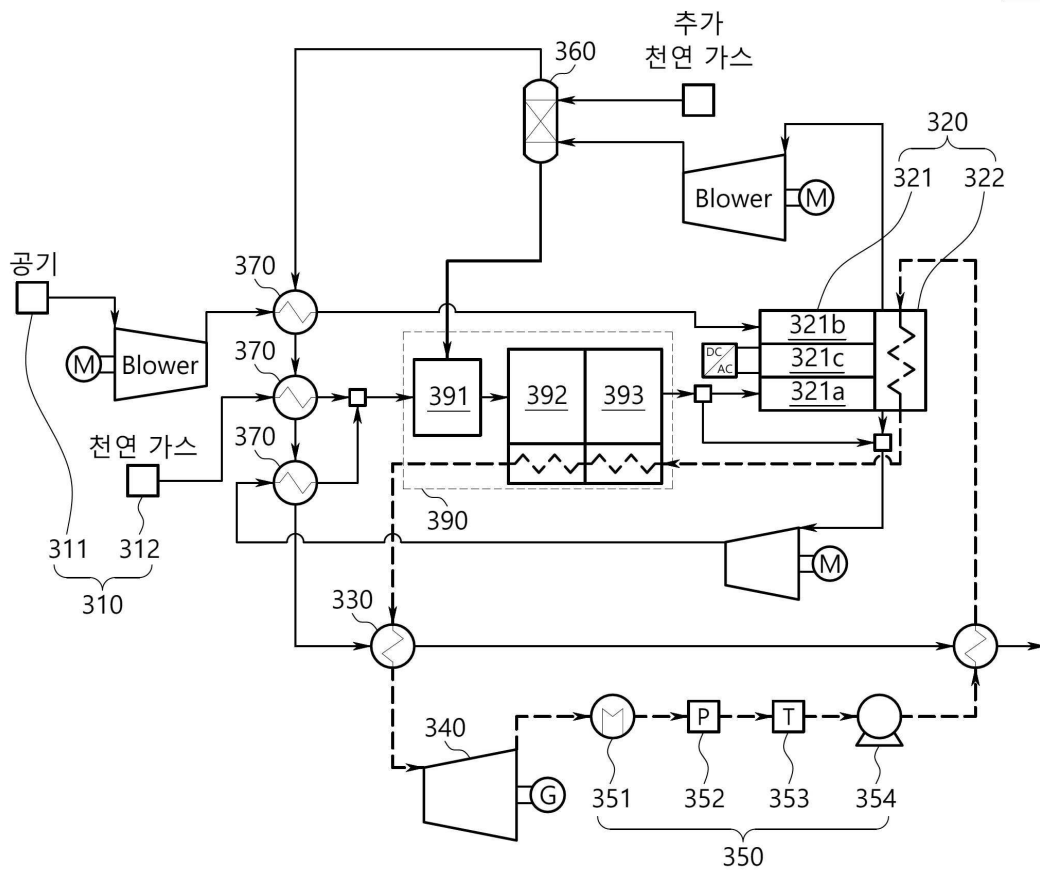
도면2

200



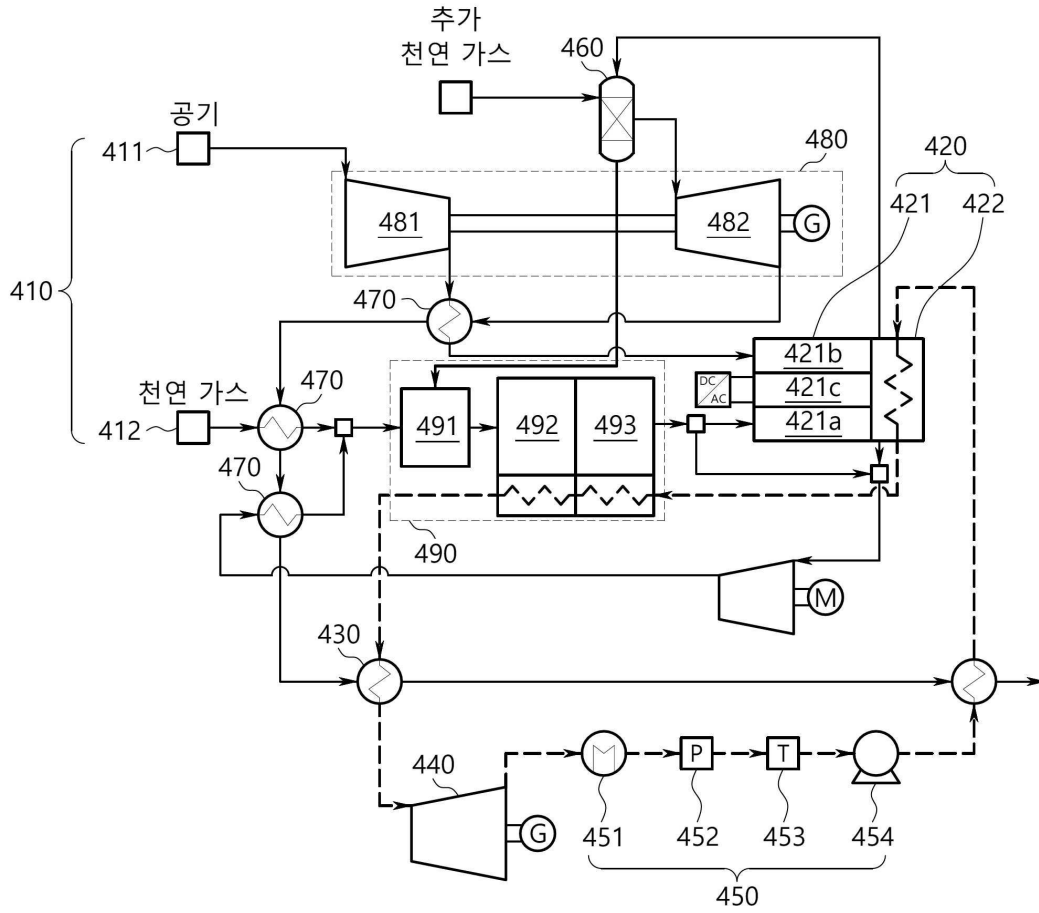
도면3

300

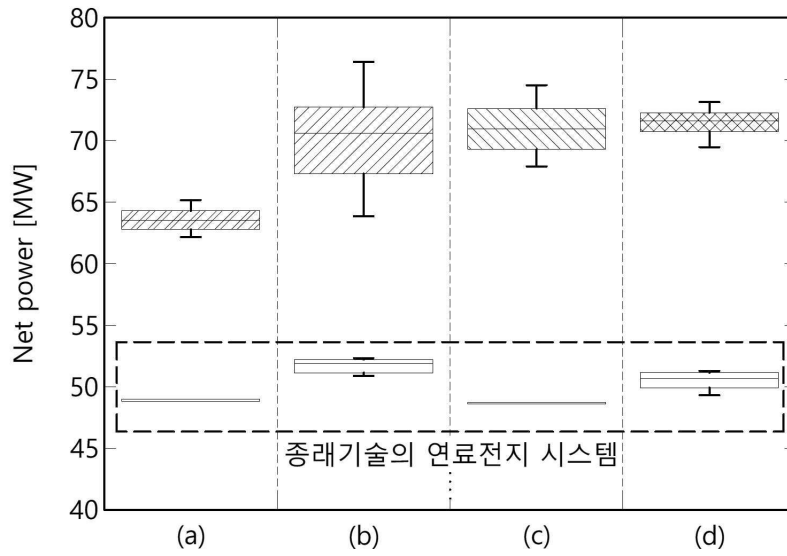


도면4

400

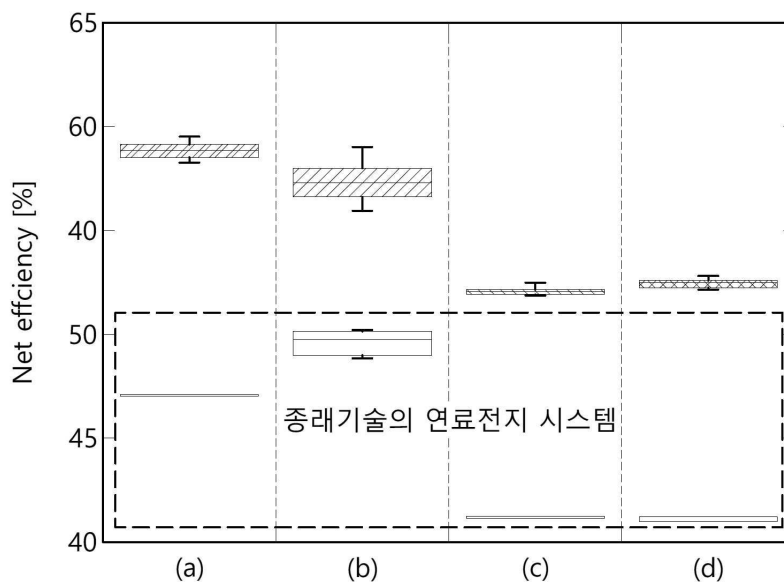


도면5



- (a) 수소 연료를 사용하는 상압 상태의 연료전지 시스템
- (b) 수소 연료를 사용하는 가압 상태의 연료전지 시스템
- (c) 천연 가스를 사용하는 상압 상태의 연료전지 시스템
- (d) 천연 가스를 사용하는 가압 상태의 연료전지 시스템

도면6



- (a) 수소 연료를 사용하는 상압 상태의 연료전지 시스템
- (b) 수소 연료를 사용하는 가압 상태의 연료전지 시스템
- (c) 천연 가스를 사용하는 상압 상태의 연료전지 시스템
- (d) 천연 가스를 사용하는 가압 상태의 연료전지 시스템