



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월20일
(11) 등록번호 10-2292157
(24) 등록일자 2021년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 30/04 (2006.01) F25B 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 30/04 (2013.01)
F25B 27/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0029323
(22) 출원일자 2020년03월10일
심사청구일자 2020년03월10일
(56) 선행기술조사문헌
JP2000304371 A*
JP2007218495 A*
KR1019990001306 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
강용태
서울특별시 서초구 서운로 221, 101동 1004호 (래미안서초스위트아파트)
김갑용
인천시 남동구 은봉로 288, 702동 802호 (신일해퍼트리)
정환술
경기도 하남시 위례대로6길 20, 7102동 1803호 (학암동, 위례호반써밋)
(74) 대리인
김정연, 백두진, 유광철, 강일신

전체 청구항 수 : 총 7 항

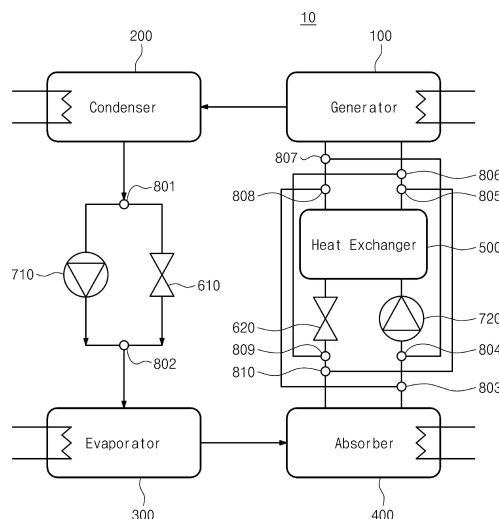
심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 재생열원이용 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템은 폐열을 이용한 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 있어서, 냉매가 용해되어 있는 혼합 용액을 폐열을 이용해 가열하여 냉매 증기를 생성하는 재생기; 상기 재생기에서 생성된 냉매 증기를 액상 냉매로 액화시키며 외부로 열을 방출하는 응축기; 상기 응축기에서 생성된 액상 냉매를 냉매 증기로 기화시키며 외부의 열을 흡수하는 증발기; 상기 증발기에서 생성된 냉매 증기를 상기 혼합 용액에 흡수시키며 외부로 열을 방출하는 흡수기; 상기 재생기와 상기 흡수기를 오가는 혼합 용액 간 열을 교환하는 혼합 용액 열교환기; 및 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템의 동작 모드에 따라 삼방밸브를 통한 배관의 연결 관계를 조절함으로써, 상기 재생기와 상기 흡수기 사이에서의 상기 혼합 용액의 이송 방향과, 상기 응축기와 상기 증발기 사이에서의 상기 액상 냉매의 이송 방향을 제어하도록 구성된 제어부를 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

F25B 41/20 (2021.01)

F25B 41/40 (2021.01)

F25B 49/043 (2013.01)

F25B 9/002 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415164398
과제번호	NTIS_250_10060218
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지수요관리핵심기술개발(에특)(R&D)
연구과제명	냉방능력 200RT급 3중 효율 가스직화식 흡수식 냉동기 개발
기 여 율	4/10
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2019.08.01 ~ 2019.11.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711094910
과제번호	2019R1A2B5B03069991
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	나노에멀전 흡수제를 이용한 CO2 흡수/재생 성능 촉진 및 연료화 기술
기 여 율	3/10
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2019.06.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711119436
과제번호	2020R1A5A1018153
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	플러스에너지빌딩 혁신기술 연구센터
기 여 율	3/10
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2020.07.01 ~ 2021.05.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

폐열을 이용한 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 있어서,

냉매가 용해되어 있는 혼합 용액을 폐열을 이용해 가열하여 냉매 증기를 생성하는 재생기;

상기 재생기에서 생성된 냉매 증기를 액상 냉매로 액화시키며 외부로 열을 방출하는 응축기;

상기 응축기에서 생성된 액상 냉매를 냉매 증기로 기화시키며 외부의 열을 흡수하는 증발기;

상기 증발기에서 생성된 냉매 증기를 상기 혼합 용액에 흡수시키며 외부로 열을 방출하는 흡수기;

상기 재생기와 상기 흡수기를 오가는 혼합 용액 간 열을 교환하는 혼합 용액 열교환기; 및

상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템의 동작 모드에 따라 삼방밸브를 통한 배관의 연결 관계를 조절함으로써, 상기 재생기와 상기 흡수기 사이에서의 상기 혼합 용액의 이송 방향과, 상기 응축기와 상기 증발기 사이에서의 상기 액상 냉매의 이송 방향을 제어하도록 구성된 제어부를 포함하고,

상기 혼합 용액은:

상기 흡수기에서 냉매 증기를 흡수한 후 상기 재생기로 이송되는 강용액; 및

상기 재생기에서 냉매 증기를 배출한 후 상기 흡수기로 이송되는 희용액을 포함하고,

상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 냉방 모드로 작동 시 상기 삼방밸브를 통한 배관의 연결 상태를 조절함으로써,

제 1 삼방밸브, 제 1 팽창밸브 및 제 2 삼방밸브 순으로 연결되는 제 1 라인을 통해 상기 응축기에서 액화된 액상 냉매가 상기 증발기로 이송되고;

제 3 삼방밸브, 제 4 삼방밸브, 제 2 이송펌프, 혼합 용액 열교환기, 제 5 삼방밸브 및 제 6 삼방밸브 순으로 연결되는 제 2 라인을 통해 상기 강용액이 상기 흡수기에서 상기 재생기로 이송되고;

제 7 삼방밸브, 제 8 삼방밸브, 혼합 용액 열교환기, 제 2 팽창밸브, 제 9 삼방밸브 및 제 10 삼방밸브 순으로 연결되는 제 3 라인을 통해 상기 희용액이 상기 재생기에서 상기 흡수기로 이송되도록 제어하는

하이브리드 흡수식 열펌프 시스템.

청구항 4

폐열을 이용한 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 있어서,

냉매가 용해되어 있는 혼합 용액을 폐열을 이용해 가열하여 냉매 증기를 생성하는 재생기;

상기 재생기에서 생성된 냉매 증기를 액상 냉매로 액화시키며 외부로 열을 방출하는 응축기;

상기 응축기에서 생성된 액상 냉매를 냉매 증기로 기화시키며 외부의 열을 흡수하는 증발기;

상기 증발기에서 생성된 냉매 증기를 상기 혼합 용액에 흡수시키며 외부로 열을 방출하는 흡수기;

상기 재생기와 상기 흡수기를 오가는 혼합 용액 간 열을 교환하는 혼합 용액 열교환기; 및

상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템의 동작 모드에 따라 삼방밸브를 통한 배관의 연결 관계를 조절함으로써, 상기 재생기와 상기 흡수기 사이에서의 상기 혼합 용액의 이송 방향과, 상기 응축기와 상기 증발기 사이에서의 상기 액상 냉매의 이송 방향을 제어하도록 구성된 제어부를 포함하고,

상기 혼합 용액은:

상기 흡수기에서 냉매 증기를 흡수한 후 상기 재생기로 이송되는 강용액; 및

상기 재생기에서 냉매 증기를 배출한 후 상기 흡수기로 이송되는 희용액을 포함하고,

상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 작동 시 상기 삼방밸브를 통한 배관의 연결 상태를 조절함으로써,

제 1 삼방밸브, 제 1 이송펌프 및 제 2 삼방밸브 순으로 연결되는 제 4 라인을 통해 상기 응축기에서 액화된 액상 냉매가 상기 증발기로 이송되고,

제 7 삼방밸브, 제 4 삼방밸브, 제 2 이송펌프, 혼합 용액 열교환기, 제 5 삼방밸브 및 제 10 삼방밸브 순으로 연결되는 제 5 라인을 통해 상기 희용액이 상기 재생기에서 상기 흡수기로 이송되고,

제 3 삼방밸브, 제 8 삼방밸브, 혼합 용액 열교환기, 제 2 팽창밸브, 제 9 삼방밸브 및 제 6 삼방밸브 순으로 연결되는 제 6 라인을 통해 상기 강용액이 상기 흡수기에서 상기 재생기로 이송되도록 제어하는

하이브리드 흡수식 열펌프 시스템.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 작동 시,

상기 제 1 삼방밸브는 응축기와 제 1 팽창밸브를 연결하고;

상기 제 2 삼방밸브는 제 1 팽창밸브와 증발기를 연결하고;

상기 제 3 삼방밸브는 흡수기와 제 4 삼방밸브를 연결하고;

상기 제 4 삼방밸브는 제 3 삼방밸브와 제 2 이송펌프를 연결하고;

상기 제 5 삼방밸브는 혼합 용액 열교환기와 제 6 삼방밸브를 연결하고;

상기 제 6 삼방밸브는 제 5 삼방밸브와 재생기를 연결하고;

상기 제 7 삼방밸브는 재생기와 제 8 삼방밸브를 연결하고;

상기 제 8 삼방밸브는 제 7 삼방밸브와 혼합 용액 열교환기를 연결하고;

상기 제 9 삼방밸브는 제 2 팽창밸브와 제 10 삼방밸브를 연결하고;

상기 제 10 삼방밸브는 제 9 삼방밸브와 흡수기를 연결하도록 제어하는

하이브리드 흡수식 열펌프 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 작동 시,

상기 제 1 삼방밸브는 응축기와 제 1 이송펌프를 연결하고;

상기 제 2 삼방밸브는 제 1 이송펌프와 증발기를 연결하고;

상기 제 3 삼방밸브는 흡수기와 제 8 삼방밸브를 연결하고;
 상기 제 4 삼방밸브는 제 7 삼방밸브와 제 2 이송펌프를 연결하고;
 상기 제 5 삼방밸브는 혼합 용액 열교환기와 제 10 삼방밸브를 연결하고;
 상기 제 6 삼방밸브는 제 9 삼방밸브와 재생기를 연결하고;
 상기 제 7 삼방밸브는 재생기와 제 4 삼방밸브를 연결하고;
 상기 제 8 삼방밸브는 제 3 삼방밸브와 혼합 용액 열교환기를 연결하고;
 상기 제 9 삼방밸브는 제 2 팽창밸브와 제 6 삼방밸브를 연결하고;
 상기 제 10 삼방밸브는 제 5 삼방밸브와 흡수기를 연결하도록 제어하는
 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템.

청구항 7

제 5 항 및 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 혼합 용액은:
 외부의 열을 흡수하는 냉매; 및
 상기 냉매를 용해시켜 흡수하는 흡수제를 포함하고,
 상기 냉매는 HFC 계열의 냉매 및 HFO 계열의 냉매 중 어느 하나를 포함하고,
 상기 흡수제는 유기 용매 및 이온성 용매 중 어느 하나를 포함하는
 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 냉매는 HFC 계열의 냉매인 R32를 포함하고,
 상기 흡수제는 유기 용매인 DMAC 및 이온성 용매인 [hmim][Tf2N] 중 어느 하나를 포함하는
 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템.

청구항 9

제 7 항에 있어서,
 상기 냉매는 HFO 계열의 냉매인 R1234ze(E) 및 R1234yf 중 어느 하나를 포함하고,
 상기 흡수제는 이온성 용매인 [hmim][Tf2N]를 포함하는
 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 흡수식 열펌프 시스템에 관한 것으로 보다 상세하게는 새로운 냉매 및 흡수제 쌍이 적용되며 냉방 또는 난방 모드로 변경이 가능한 재생열원이용 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 종래에는 화석발전과 원자력 발전을 통한 전기에너지를 사용하여 왔으나, 화석 연료의 매장량 감소 및 환경 오염 문제 등으로 화석 연료와 원자력 에너지를 대체할 수소 에너지원에 대한 연구가 있어 왔다. 수소 에너지를 적극적으로 활용할 수 있는 시스템은 대표적으로 연료전지가 있다.
- [0003] 도 1과 같이, 연료 전지(Fuel Cell)는 도시가스 등을 개질해 얻을 수 있는 수소 가스(H_2)와 공기중의 산소(O_2)의 결합반응에 의해 발전을 행하는 시스템이다. 양극에서는 음극으로부터 용액 중을 이동해 온 수소이온(H^+)과 양극에서 생성된 수산 이온(OH^-)이 반응해 물(H_2O)이 생성됨과 동시에 반응열이 발생한다.
- [0004] 연료전지의 주연료인 수소는 개질기(Reformer)를 통해서 공급되며, 연료전지의 핵심 연료인 수소는 부분 산화(POX: Partial Oxidation)반응, 자열 개질(ATR: Auto-Thermal Reforming)반응 및 메탄의 수증기 개질 반응(Methane Steam Reforming) 등에 의해서 생산되고 있다.
- [0005] 연료전지는 전해질의 종류에 따라 고분자 전해질 연료전지(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, PEMFC), 고체 산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC), 알칼라인 형 연료전지(Alkaline Fuel Cell, AFC), 용융 탄산염 연료전지(Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC)로 구분된다.
- [0006] 주로 가정용 연료전지에서는 높은 전력밀도를 요구하기 때문에 고분자 전해질 연료전지(PEMFC) 기술을 많이 이용하고 있으며, 최근에는 효율이 높은 고체 산화물 연료전지(SOFC) 기술도 개발이 되어 적용되고 있다.
- [0007] 연료전지가 상용화되어 보급된 사례로는 근래 일본이 대표적이다. 2011년 동일본 대지진 사태 이후 일본의 경우 탈원전정책을 채택하였다. 탈원전정책이 시행되고 모든 원자력 발전소가 가동 중단되었으며 이로 인해 전력수요를 충당하기 위하여 화력발전소가 최대 가동되었다. 화력발전소 최대가동 한계에 달함에 따라 순차적 가동 중단에 이르렀고, 일본 내 국지적 정전이 발생되었다. 결국 일본은 부족한 전력수요를 해결하고자 에너지(energy farm)를 개발 공급하기 시작하였다.
- [0008] 에너지(energy farm)란 연료전지를 이용한 자가발전 시스템으로 보조전력을 담당한다. 가정은 일반적으로 최대 3kW의 전력을 공급받는데, 에너지(energy farm)는 이 3kW의 전력 중 일부 전력을 담당하기 위해 도시가스를 공급받아 발전한다. 경제성 효율성을 고려하였을 때 에너지(energy farm)는 0.7kW에서 1kW급의 전력을 생산하도록 개발되었다.
- [0009] 이러한 연료전지는 발전 시 화학에너지를 전기에너지로 전환함에 따라 열이 발생하게 되는데 이 때 발생하는 열은 연료전지 종류에 따라 70도씨부터 1100도씨에 이른다. 이때 적절한 작동 온도를 유지하지 않으면 연료전지 효율이 떨어지게 된다.
- [0010] 에너지(energy farm)의 경우 연료전지를 통한 발전 시 발생하는 폐열을 급탕열로 활용하고 있으며 이는 총 에너지 전환효율 95%에 달하는 고효율 에너지 생산 시스템으로 자리매김하고 있다. 하지만, 열에너지가 활용되는 곳이 급탕열에만 국한되어 있어 높은 온도범위를 갖는 연료전지가 선호되고 있으며, 이는 결국 폐열의 용처가 제한적이라는 한계를 보여준다.
- [0011] 수소에너지 뿐만 아니라 또다른 재생열원으로는 태양열이 있다. 태양열은 양과 지속성을 보면 무한하기 때문에 각광받고 있지만, 집열 하였을 때 온도가 높지 않고 개별적인 축열 시스템이 어렵기 때문에 그 활용처가 마땅하지 않다.
- [0012] 냉난방을 위해 사용되는 열펌프는 압축식 사이클을 이용하는 압축식 열펌프와 흡수식 사이클을 이용하는 흡수식 열펌프의 두 방식이 있다. 두 방식 모두 냉매의 증발 잠열과 응축 잠열을 이용한다.
- [0013] 압축식 사이클에서는 냉매를 저압으로 고압으로 변환시키는 과정에서 구동에너지로 압축기의 일(W)이 요구된다. 반면, 흡수식 사이클에서는 흡수기, 이송펌프, 재생기에 의해 냉매를 저압에서 고압으로 변환시키는 데 구동에너지가 열이라는 점이 다르다.
- [0014] 일반적으로 가정용은 구동에너지로 전기를 사용하는 압축식 열펌프를 이용하여 냉난방을 하고 있다. 이에 반해 흡수식 열펌프는 열을 구동에너지로 사용하기 때문에 상기 언급된 폐열을 활용하기에 매우 적절하다. 다만, 기존의 흡수식 시스템은 성능은 뛰어나지만 냉방에만 초점이 맞춰진 브롬화리튬-물 쌍에 국한된 작동 유체를 사용하고 있었다. 작동 유체인 브롬화리튬-물 쌍은 고질적인 문제로 내부식성 문제가 있으며 고온수송체로의 제한이 있고 저온 냉동이 불가하며 결정화 문제가 있다. 또한, 최근 리튬 전지 수요 증가에 따른 리튬 가격폭등으로 상업적 흡수식 시스템의 한계점에 달한 것 또한 사실이다.

- [0015] 즉, 상기문제를 해결하기 위한 대체 냉매-흡수제 쌍의 개발이 촉구된다.
- [0016] 열펌프에 사용되는 기존 냉매(R-22, R410a, R134a; HFC계열)의 경우, 높은 지구 온난화 지수(Global Warming Potential, GWP)로 인해 규제가 강화되고 있는 바 Low GWP를 가진 냉매를 사용할 것이 요구되는 실정이다.
- [0017] Low GWP 냉매를 사용하는 경우 독성, 가연성, 폭발성, GWP가 낮아 냉매 규제에 즉각적인 대응이 가능하고, 낮은 압력으로도 구동 가능하다는 장점이 있지만, 냉매의 흡수제로 사용되는 유기용매들은 암모니아/물을 이용하는 경우보다 흡수율이 낮기 때문에 흡수율을 증가시킬 수 있는 조합을 찾는 것이 필수적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 본 발명의 실시예는 새로운 냉매 및 흡수제 쌍과 배관 구조를 통해 저온 폐열의 활용이 가능하며 냉방 및 난방 모드의 전환이 가능한 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템은 폐열을 이용한 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 있어서, 냉매가 용해되어 있는 혼합 용액을 폐열을 이용해 가열하여 냉매 증기를 생성하는 재생기; 상기 재생기에서 생성된 냉매 증기를 액상 냉매로 액화시키며 외부로 열을 방출하는 응축기; 상기 응축기에서 생성된 액상 냉매를 냉매 증기로 기화시키며 외부의 열을 흡수하는 증발기; 상기 증발기에서 생성된 냉매 증기를 상기 혼합 용액에 흡수시키며 외부로 열을 방출하는 흡수기; 상기 재생기와 상기 흡수기를 오가는 혼합 용액 간 열을 교환하는 혼합 용액 열교환기; 및 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템의 동작 모드에 따라 삼방밸브를 통한 배관의 연결 관계를 조절함으로써, 상기 재생기와 상기 흡수기 사이에서의 상기 혼합 용액의 이송 방향과, 상기 응축기와 상기 증발기 사이에서의 상기 액상 냉매의 이송 방향을 제어하도록 구성된 제어부를 포함한다.
- [0021] 상기 혼합 용액은: 상기 흡수기에서 냉매 증기를 흡수한 후 상기 재생기로 이송되는 강용액; 및 상기 재생기에서 냉매 증기를 배출한 후 상기 흡수기로 이송되는 희용액을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 냉방 모드로 작동 시 상기 삼방밸브를 통한 배관의 연결 상태를 조절함으로써, 제 1 삼방밸브, 제 1 팽창밸브 및 제 2 삼방밸브 순으로 연결되는 제 1 라인을 통해 상기 응축기에서 액화된 액상 냉매가 상기 증발기로 이송되고; 제 3 삼방밸브, 제 4 삼방밸브, 제 2 이송펌프, 혼합 용액 열교환기, 제 5 삼방밸브 및 제 6 삼방밸브 순으로 연결되는 제 2 라인을 통해 상기 강용액이 상기 흡수기에서 상기 재생기로 이송되고; 제 7 삼방밸브, 제 8 삼방밸브, 혼합 용액 열교환기, 제 2 팽창밸브, 제 9 삼방밸브 및 제 10 삼방밸브 순으로 연결되는 제 3 라인을 통해 상기 희용액이 상기 재생기에서 상기 흡수기로 이송되도록 제어할 수 있다.
- [0023] 상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 작동 시 상기 삼방밸브를 통한 배관의 연결 상태를 조절함으로써, 제 1 삼방밸브, 제 1 이송펌프 및 제 2 삼방밸브 순으로 연결되는 제 4 라인을 통해 상기 응축기에서 액화된 액상 냉매가 상기 증발기로 이송되고, 제 7 삼방밸브, 제 4 삼방밸브, 제 2 이송펌프, 혼합 용액 열교환기, 제 5 삼방밸브 및 제 10 삼방밸브 순으로 연결되는 제 5 라인을 통해 상기 희용액이 상기 재생기에서 상기 흡수기로 이송되고, 제 3 삼방밸브, 제 8 삼방밸브, 혼합 용액 열교환기, 제 2 팽창밸브, 제 9 삼방밸브 및 제 6 삼방밸브 순으로 연결되는 제 6 라인을 통해 상기 강용액이 상기 흡수기에서 상기 재생기로 이송되도록 제어할 수 있다.
- [0024] 상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 냉방 모드로 작동 시, 상기 제 1 삼방밸브는 응축기와 제 1 팽창밸브를 연결하고; 상기 제 2 삼방밸브는 제 1 팽창밸브와 증발기를 연결하고; 상기 제 3 삼방밸브는 흡수기와 제 4 삼방밸브를 연결하고; 상기 제 4 삼방밸브는 제 3 삼방밸브와 제 2 이송펌프를 연결하고; 상기 제 5 삼방밸브는 혼합 용액 열교환기와 제 6 삼방밸브를 연결하고;
- [0025] 상기 제 6 삼방밸브는 제 5 삼방밸브와 재생기를 연결하고; 상기 제 7 삼방밸브는 재생기와 제 8 삼방밸브를 연결하고; 상기 제 8 삼방밸브는 제 7 삼방밸브와 혼합 용액 열교환기를 연결하고; 상기 제 9 삼방밸브는 제 2 팽

창밸브와 제 10 삼방밸브를 연결하고; 상기 제 10 삼방밸브는 제 9 삼방밸브와 흡수기를 연결하도록 제어할 수 있다.

[0026] 상기 제어부는 상기 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 작동 시, 상기 제 1 삼방밸브는 응축기와 제 1 이송펌프를 연결하고; 상기 제 2 삼방밸브는 제 1 이송펌프와 증발기를 연결하고; 상기 제 3 삼방밸브는 흡수기와 제 8 삼방밸브를 연결하고; 상기 제 4 삼방밸브는 제 7 삼방밸브와 제 2 이송펌프를 연결하고; 상기 제 5 삼방밸브는 혼합 용액 열교환기와 제 10 삼방밸브를 연결하고; 상기 제 6 삼방밸브는 제 9 삼방밸브와 재생기를 연결하고; 상기 제 7 삼방밸브는 재생기와 제 4 삼방밸브를 연결하고; 상기 제 8 삼방밸브는 제 3 삼방밸브와 혼합 용액 열교환기를 연결하고; 상기 제 9 삼방밸브는 제 2 팽창밸브와 제 6 삼방밸브를 연결하고; 상기 제 10 삼방밸브는 제 5 삼방밸브와 흡수기를 연결하도록 제어할 수 있다.

[0027] 상기 혼합 용액은: 외부의 열을 흡수하는 냉매; 및 상기 냉매를 용해시켜 흡수하는 흡수제를 포함하고, 상기 냉매는 HFC 계열의 냉매 및 HFO 계열의 냉매 중 어느 하나를 포함하고, 상기 흡수제는 유기 용매 및 이온성 용매 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 냉매는 HFC 계열의 냉매인 R32를 포함하고, 상기 흡수제는 유기 용매인 DMAC 및 이온성 용매인 [hmm][Tf2N] 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0029] 상기 냉매는 HFO 계열의 냉매인 R1234ze(E) 및 R1234yf 중 어느 하나를 포함하고, 상기 흡수제는 이온성 용매인 [hmm][Tf2N]를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템은 새로운 냉매 및 흡수제 쌍과 배관 구조를 통해 저온 폐열의 활용이 가능하며 난방 및 난방 모드의 전환이 가능하다.

[0031] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 연료전지의 에너지 변환 과정을 나타낸 도면이다.

도 2는 기존 제 1 종 흡수식 열펌프 시스템의 개략도이다.

도 3은 기존 제 2 종 흡수식 열펌프 시스템의 개략도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템의 개략도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 동작할 때를 나타낸 개략도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 동작할 때를 나타낸 개략도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 사용되는 냉매 및 흡수제 쌍에 대한 난방 성능 비교도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 사용되는 냉매 및 흡수제 쌍에 대한 난방 성능 비교도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템 작동 방법을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명

은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

- [0034] 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 포괄적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적인 사전들에 의해 정의된 용어들은 관련된 기술 그리고/혹은 본 출원의 본문에 의미하는 것과 동일한 의미를 갖는 것으로 해석될 수 있고, 그리고 여기서 명확하게 정의된 표현이 아니더라도 개념화되거나 혹은 과도하게 형식적으로 해석되지 않을 것이다.
- [0035] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다' 및/또는 이 동사의 다양한 활용형들 예를 들어, '포함', '포함하는', '포함하고', '포함하며' 등은 언급된 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 '및/또는'이라는 용어는 나열된 구성들 각각 또는 이들의 다양한 조합을 가리킨다.
- [0036] 한편, 본 명세서 전체에서 사용되는 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다. 예를 들어 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미할 수 있다. 그렇지만 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등이 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.
- [0037] 따라서, 일 예로서 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 더 분리될 수 있다.
- [0038] 이하, 본 명세서의 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0039] 흡수식 열펌프 시스템은 기본적으로 재생기, 응축기, 증발기 및 흡수기로 구성된다. 흡수식 열펌프 시스템은 흡수기와 재생기에서의 열의 흡수 및 방출로 평형상태 변화에 따른 비등점 분리를 통한 냉매의 흡수 및 재생이 일어난다. 재생 작용을 통해 발생한 고압 고 엔탈피의 냉매는 응축기로 이송된다. 흡수기와 재생기는 열에너지로 구동되기에 유류나 가스를 이용하여 직접 가열하거나 폐열을 열원으로 활용하거나 발전소에서 배출되는 폐열을 활용할 수 있다.
- [0040] 흡수식 열펌프 시스템은 제 1 종 흡수식 시스템과 제 2 종 흡수식 시스템으로 구분된다.
- [0041] 도 2는 기존 제 1 종 흡수식 열펌프 시스템의 개략도이다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 제1종 흡수식 열펌프 시스템은 냉방이 목적이며, 흡수식 시스템의 가장 기초적인 형태이다. 강용액은 이송펌프에 의해 흡수기에서 재생기로 이송된 후 고압부인 재생기에서 외부로부터 열을 받아 냉매를 재생시키고 냉매가 재생되고 남은 회용액은 흡수기로 회수된다. 재생된 냉매는 응축기에서 완전 응축되어 증발기에서 증발하며 냉방 목표로부터 열을 빼앗고 흡수기에서 회수된다.
- [0043] 도 3은 기존 제 2 종 흡수식 열펌프 시스템의 개략도이다.
- [0044] 도 3을 참조하면, 제2종 흡수식 열펌프 시스템은 더 높은 고온을 얻어 급탕 또는 난방을 하는 것이 목적이다. 제1종 흡수식 열펌프 시스템과 두드러지는 차이점은 재생기로부터 흡수기로 이송펌프가 배치되어 재생기에서 냉매를 재생하고 남은 회용액을 흡수기로 이송시킴으로써 재생기가 저압부가 되고 흡수기가 고압부가 된다. 응축기에서 응축된 냉매는 팽창밸브를 거치지 않고 이송펌프에 의해 증발기로 이송된다. 증발기에서 재생기에 공급하고 남은 잔열을 회수한 냉매는 흡수기에서 흡수되며 목표에 열을 공급한다.
- [0045] 즉, 제 1 종 흡수식 열펌프 시스템과 제 2 종 흡수식 열펌프 시스템은 구성하는 요소들이 같지만, 제 1 종 흡수식 열펌프 시스템은 혼합 용액이 흡수기에서 재생기로 이송되고, 제 2 종 흡수식 열펌프 시스템은 혼합 용액이 재생기에서 흡수기로 이송된다.
- [0046] 여기서 혼합 용액은 냉매와 흡수제가 혼합된 용액을 말한다. 혼합 용액은 강용액과 회용액으로 구분되는데, 강

용액은 냉매의 농도가 높은 용액을 말하고, 상기 회용액은 냉매의 농도가 낮은 용액을 말한다.

- [0047] 기존 흡수식 열펌프 시스템의 냉매 및 흡수제 쌍으로는 암모니아-물 또는 물-리튬브로마이드가 주류를 이루었다. 하지만 이 냉매 및 흡수제 쌍들의 단점으로 독성, 내부식성 문제, 70℃ 이하에서 결정화 문제 및 물의 어는점에 따른 저온 결빙문제가 있다. 또한, 물-리튬브로마이드로 구성된 흡수식 냉동기의 냉매 흡수제는 단가의 약 20%를 차지할 만큼 그 비중이 크지만 최근 리튬이온전지 수요증가에 따른 리튬 가격의 폭등으로 인한 흡수제 가격부담문제로 대체제에 대한 수요가 확인되었다.
- [0048] 기존 암모니아-물, 물-리튬브로마이드를 대체할 흡수식 열펌프 시스템에 적용할 작동 냉매로는 상대적으로 낮은 GWP를 갖는 R32를 비롯한 HFC 계열 냉매, R1234ze(E), R1234yf 등의 HFO 계열 냉매 또는 HC 계열 냉매인 R290, R600 등이 고려되고 있으며 흡수제로는 휘발성이 적고 흡수율이 좋은 유기 용매와 이온성 용액에 관한 연구가 진행되었다. 이온성 용액이란 상온 상압에서 용융염 형태로 존재하는 양이온과 음이온의 조합체를 뜻한다. 이온성 용액은 낮은 증기압력, 뛰어난 화학적 안정성 및 다양한 냉매를 녹일 수 있는 장점이 있다.
- [0049] 선행기술의 경우 결정화 지점(70℃)를 피하고자 90℃ 이상의 열원에서 작동하는 물-리튬브로마이드 흡수식 열펌프 시스템에 관한 기술이 주류를 이루었고 냉동시스템과 가열시스템이 분리된 모델에 관한 연구를 진행하였지만, 본 발명에서는 새로운 냉매 및 흡수제 쌍을 이용하여 저온 열원인 80℃씨 이하에서 동작이 가능하며 동작 모드를 냉방 모드 및 난방 모드로 동작 모드를 변경할 수 있는 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템을 제시한다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템의 개략도이다.
- [0051] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템(10)은 재생기(Generator, 100), 응축기(Condenser, 200), 증발기(Evaporator, 300), 흡수기(Absorber, 400), 혼합 용액 열교환기(Solution Heat Exchanger, 500), 팽창밸브(600), 이송펌프(700), 삼방밸브(three way valve, 800) 및 제어부(미도시)를 포함한다.
- [0052] 재생기(100)는 강용액 중 냉매를 증발시키는 증기 발생기로서 기능한다.
- [0053] 구체적으로 재생기(100)는 폐열을 이용하여 상기 강용액을 가열하여 냉매 증기를 발생시키고, 이를 배관을 통해 응축기(200)로 이송한다.
- [0054] 상기 폐열은 연료전지 스택에서 발생되어 버려지는 열일 수 있다. 이때 연료전지는 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)일 수 있다. 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)는 수소이온 전도성 고분자 막을 전해질로 사용하는 연료전지로서 다른 종류의 연료전지와 비교하여 저온에서 운전되기 때문에 이론 발전효율이 높고 전류밀도와 출력밀도가 크며 가동 및 정지가 용이한 장점이 있다. 또한, 전지구조 설계에 유연성을 가지므로 전지의 소형화에도 유리하다. 1kW급 고분자 전해질 연료전지(PEMFC) 스택에서 발생하는 열량은 최대 1.2W이며 그에 따른 온도는 약 70도 내지 90도이다. 상기 연료전지 스택은 상기 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)뿐만 아니라 고체산화물 연료전지 등 폐열원을 발생시키며 전력생산의 효과를 내는 연료전지를 모두 포함할 수 있다.
- [0055] 다만, 상기 폐열은 연료전지에서 발생되어 버려지는 열에 한정되지 않으며, 발전 과정에서 발생되나 사용되지 못하고 버려지는 열원이라면 제한 없이 본 발명에 적용될 수 있다.
- [0056] 냉매 증기 발생을 위해 재생기(100)로 이송되는 혼합 용액은 냉매가 많이 용해되어 있는 강용액에 해당한다. 강용액에 포함된 냉매의 농도는 재생기(100)에서 냉매 증기가 발생될수록 점차 줄어들게 되며 이 과정에서 회용액으로 변화한다. 강용액에서 냉매 증기가 발생하며 생성된 회용액은 배관을 통해 혼합 용액 열교환기(500)로 이송된다.
- [0057] 응축기(200)는 상기 냉매 증기를 응축시켜 액상 냉매로 액화한다.
- [0058] 구체적으로 응축기(200)는 혼합 용액이 이동하는 배관과는 별도로 고온의 냉각수 배관을 포함한다. 상기 냉매는 상기 고온의 냉각수 배관에 접촉하여 액상의 냉매로 전환된다. 응축기(200)는 증기 상태의 냉매가 액화되며 방출하는 열을 흡수한다. 응축기(200)에서 흡수한 열은 난방에 이용할 수 있다. 응축기(200)에서 생성된 액상의 냉매는 배관을 통해 증발기(300)로 이송된다.
- [0059] 증발기(300)는 응축기(200)에서 생성된 액상의 냉매를 증발시킨다.
- [0060] 구체적으로 증발기(300)는 액상 냉매를 내부의 열교환기를 통해 저온냉각수 배관 표면에 접촉시킨다. 상기 저온 냉각수 배관에 접촉한 냉매는 증발하여 흡수기(400)로 이송된다. 증발기(300)에서 냉매가 증발하면서 흡수식 열

펌프 시스템(10)이 냉방 모드로 동작 시에는 외기를 냉각시키고 난방 모드로 동작 시에는 재생기에 공급하고 남은 폐열을 흡수한다.

- [0061] 흡수기(400)는 증발기(300)에서 생성된 냉매 증기를 회용액에 흡수시킨다.
- [0062] 구체적으로, 흡수기(400)는 증발기(300)로부터 이송된 냉매 증기를 회용액에 흡수시키는데, 냉매 증기를 흡수한 회용액은 냉매 농도가 높아져 강용액이 된다. 이때 흡수기(400)에 존재하던 회용액은 배관을 통해 재생기(100)로부터 이송되어 혼합 용액 열교환기(160)를 거쳐 유입된 것이다. 흡수기(400)는 회용액이 냉매 증기를 흡수하면서 발생하는 열을 내부의 열교환기를 통해 고온냉각수 배관을 이용하여 배출하며 해당 열은 난방에 사용될 수 있다.
- [0063] 열역학적인 사이클에 의해 동작이 되는 흡수식 시스템의 특징은 각 설치장소마다 상이한 폐열 사용 조건을 가지기 때문에 사용조건을 면밀히 검토한 다음 흡수식 열평형 사이클을(Heat Balance) 고려하여 설계된다.
- [0064] 1kW급 고분자 전해질 연료전지(PEMFC) 스택에서 발생하는 열량은 최대 1.2W이며 그에 따른 온도는 약 70도 내지 90도이다. 따라서, 연료전지 스택에서 방출되는 폐열의 온도를 고려할때, 재생기(100)의 작동 온도 범위는 40℃ 이상 80℃ 이하, 응축기(200)의 작동 온도 범위는 20℃ 이상 60℃ 이하, 증발기(300)의 작동 온도 범위는 -10℃ 이상 50℃ 이하, 흡수기(400)의 작동 온도 범위는 30℃ 이상 55℃ 이하 인 것이 바람직하다. 다만 구체적인 작동 조건에 따라 변경될 수 있다.
- [0065] 혼합 용액 열교환기(500)는 재생기(100)에서 나오는 회용액과 흡수기(400)에서 나오는 강용액을 상호 열 교환시킨다.
- [0066] 팽창밸브(600)는 유체를 저압으로 감압하고 유량을 조절한다.
- [0067] 이송펌프(700)는 이송 속도 조절을 통해 유체의 유량을 조절한다.
- [0068] 삼방밸브(800)는 세 방향으로 유체의 이송 방향을 조절할 수 있는 밸브를 말하며 본 발명의 삼방밸브(800)는 제 1 삼방밸브(801) 내지 제 10 삼방밸브(810)를 포함한다.
- [0069] 제 1 삼방밸브(801)는 응축기(200), 제 1 팽창밸브(610) 및 제 1 이송펌프(710) 간 액상의 냉매의 이송 방향을 조절한다.
- [0070] 제 2 삼방밸브(801)는 제 1 팽창밸브(610), 제 1 이송펌프(710) 및 증발기(300) 간 액상의 냉매의 이송 방향을 조절한다.
- [0071] 제 3 삼방밸브(803)는 흡수기(400), 제 4 삼방밸브(804) 및 제 8 삼방밸브(808) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0072] 제 4 삼방밸브(804)는 제 3 삼방밸브(803), 제 7 삼방밸브(807), 제 2 이송펌프(720) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0073] 제 5 삼방밸브(805)는 혼합 용액 열교환기(500), 제 6 삼방밸브(806), 제 10 삼방밸브(810) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0074] 제 6 삼방밸브(806)는 제 5 삼방밸브(805), 제 9 삼방밸브(809) 및 재생기(100) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0075] 제 7 삼방밸브(807)는 재생기(100), 제 8 삼방밸브(808) 및 제 4 삼방밸브(804) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0076] 제 8 삼방밸브(808)는 제 7 삼방밸브(807), 제 3 삼방밸브(803) 및 혼합 용액 열교환기(500) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0077] 제 9 삼방밸브(809)는 제 2 팽창밸브(620), 제 10 삼방밸브(810) 및 제 6 삼방밸브(806) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0078] 제 10 삼방밸브(810)는 제 9 삼방밸브(809), 제 5 삼방밸브(805) 및 흡수기(400) 간 혼합 용액의 이송 방향을 조절한다.
- [0079] 제어부(미도시)는 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템의 동작 모드에 따라 삼방밸브(800)를 통한 배관의 연결 관계를 조절함으로써, 재생기(100)와 흡수기(400) 사이에서의 혼합 용액의 이송 방향과, 응축기(200)와 증발기

(300) 사이에서의 액상 냉매의 이송 방향을 제어하도록 구성된다.

- [0080] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 냉방 모드로 동작할 때를 나타낸 개략도이다.
- [0081] 도 5를 참조하면, 냉방 모드 시 액상의 냉매는 제 1 라인을 따라 응축기(200)에서 증발기(300)로 이송되고, 강용액은 제 2 이송펌프(720)에 의해 제 2 라인을 따라 흡수기(400)에서 재생기(100)로 이송되고, 희용액은 제 3 라인을 따라 재생기(100)에서 흡수기(400)로 이송된다.
- [0082] 냉방 모드 시 액상의 냉매가 응축기(200)에서 증발기(300)로 이송되는 제 1 라인은 제 1 삼방밸브(801), 제 1 팽창밸브(610) 및 제 2 삼방밸브(802) 순으로 연결되는 라인을 말한다.
- [0083] 구체적으로 말하면, 냉방 모드 시 제 1 삼방밸브(801)는 응축기(200)와 제 1 팽창밸브(610)를 연결한다. 제 1 팽창밸브(610)는 상기 액상의 냉매의 압력과 온도를 강하시키며 냉동부하의 변동에 대응할 수 있도록 상기 액상 냉매의 유량을 조절한다. 이에 따라 상기 액상의 냉매는 증발에 의한 열 흡수작용이 용이하게 일어날 수 있다. 제 1 팽창밸브(610)에서 팽창된 액상 냉매는 배관을 통해 제 2 삼방밸브(802)로 이송된다. 제 2 삼방밸브(802)는 제 1 팽창밸브(610)와 증발기(300)를 연결한다.
- [0084] 냉방 모드 시 강용액이 제 2 이송펌프(720)에 의해 흡수기(400)에서 재생기(100)로 이송되는 제 2 라인은 제 3 삼방밸브(803), 제 4 삼방밸브(804), 제 2 이송펌프(720), 혼합 용액 열교환기(500), 제 5 삼방밸브(805) 및 제 6 삼방밸브(806) 순으로 연결되는 라인을 말한다.
- [0085] 구체적으로 말하면, 냉방 모드 시 제 3 삼방밸브(803)는 흡수기(400)와 제 4 삼방밸브(804)를 연결한다. 제 4 삼방밸브(804)는 제 3 삼방밸브(803)과 제 2 이송펌프(720)를 연결한다. 제 2 이송펌프(720)는 재생기(100)로 유입되는 연료전지 폐열의 온도에 따라 흡수기(400)에서 재생기(100)로 이송되는 강용액의 유량을 조절할 수 있으며, 이를 위해 제 2 이송펌프(720)의 속도를 제어하기 위한 유량제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 혼합 용액 열교환기(500)는 제 2 이송펌프(720)에 의해 흡수기(400)에서 이송되는 강용액과 재생기(100)에서 이송되는 희용액 상호 간의 열을 교환한다. 제 5 삼방밸브(805)는 혼합 용액 열교환기(500)와 제 6 삼방밸브(806)를 연결한다. 제 6 삼방밸브(806)는 제 5 삼방밸브(805)와 재생기(100)를 연결한다.
- [0086] 냉방 모드 시 희용액이 재생기(100)에서 흡수기(400)로 이송되는 제 3 라인은 제 7 삼방밸브(807), 제 8 삼방밸브(808), 혼합 용액 열교환기(500), 제 2 팽창밸브(620), 제 9 삼방밸브(809) 및 제 10 삼방밸브(810) 순으로 연결되는 라인을 말한다.
- [0087] 구체적으로 말하면, 냉방 모드 시 제 7 삼방밸브(807)는 재생기(100)와 제 8 삼방밸브(808)를 연결한다. 제 8 삼방밸브(808)는 제 7 삼방밸브(807)와 혼합 용액 열교환기(500)를 연결한다. 혼합 용액 열교환기(500)는 재생기(100)에서 이송되는 희용액과 흡수기(400)에서 이송되는 강용액 상호 간의 열을 교환한다. 제 2 팽창밸브(620)는 희용액을 저압으로 감압하고 유량을 조절한다. 제 9 삼방밸브(809)는 제 2 팽창밸브(620)와 제 10 삼방밸브(810)를 연결한다. 제 10 삼방밸브(810)는 제 9 삼방밸브(809)와 흡수기(400)를 연결한다.
- [0088] 이러한 삼방밸브(800)를 통한 배관의 연결 관계 조절은 제어부(미도시)를 통해 이루어진다.
- [0089] 제어부(미도시)는 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템(10)이 냉방 모드로 작동 시 삼방밸브(800)를 통한 배관의 연결 상태를 조절함으로써, 제 1 삼방밸브(801), 제 1 팽창밸브(610) 및 제 2 삼방밸브(802) 순으로 연결되는 제 1 라인을 통해 응축기(200)에서 액화된 액상 냉매가 증발기(300)로 이송되도록 제어한다.
- [0090] 또한, 제 3 삼방밸브(803), 제 4 삼방밸브(804), 제 2 이송펌프(720), 혼합 용액 열교환기(500), 제 5 삼방밸브(805) 및 제 6 삼방밸브(806) 순으로 연결되는 제 2 라인을 통해 강용액이 흡수기(400)에서 재생기(100)로 이송되도록 제어한다.
- [0091] 마지막으로, 제 7 삼방밸브(807), 제 8 삼방밸브(808), 혼합 용액 열교환기(500), 제 2 팽창밸브(620), 제 9 삼방밸브(809) 및 제 10 삼방밸브(810) 순으로 연결되는 제 3 라인을 통해 희용액이 재생기(100)에서 흡수기(400)로 이송되도록 제어한다.
- [0092] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템이 난방 모드로 동작할 때를 나타낸 개략도이다.
- [0093] 도 6을 참조하면, 난방 모드 시 액상의 냉매는 제 1 이송펌프(710)에 의해 제 4 라인을 따라 응축기(200)에서 증발기(300)로 이송되고, 희용액은 제 2 이송펌프(720)에 의해 제 5 라인을 따라 재생기(100)에서 흡수기(100)

로 이송되고, 강용액은 제 6 라인을 따라 흡수기(400)에서 재생기(100)로 이송된다.

- [0094] 난방 모드 시 액상의 냉매가 제 1 이송펌프(710)에 의해 응축기(200)에서 증발기(300)로 이송되는 제 4 라인은 제 1 삼방밸브(801), 제 1 이송펌프(710) 및 제 2 삼방밸브(802) 순으로 연결되는 라인을 말한다.
- [0095] 구체적으로 말하면, 난방 모드 시 제 1 삼방밸브(801)는 응축기(200)와 제 1 이송펌프(710)를 연결한다. 제 1 이송펌프(710)는 응축기(200)에서 증발기(300)로 이송되는 액상 냉매의 유량을 조절할 수 있으며, 이를 위해 제 1 이송펌프(710)의 속도를 제어하기 위한 유량제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 제 2 삼방밸브(802)는 제 1 이송펌프(710)와 증발기(300)를 연결한다.
- [0096] 난방 모드 시 회용액이 제 2 이송펌프(720)에 의해 재생기(100)에서 흡수기(400)로 이송되는 제 5 라인은 제 7 삼방밸브(807), 제 4 삼방밸브(804), 제 2 이송펌프(720), 혼합 용액 열교환기(500), 제 5 삼방밸브(805) 및 제 10 삼방밸브(810) 순으로 연결되는 라인을 말한다.
- [0097] 구체적으로 말하면, 난방 모드 시 제 7 삼방밸브(807)는 재생기(100)와 제 4 삼방밸브(804)를 연결한다. 제 4 삼방밸브(804)는 제 7 삼방밸브(807)와 제 2 이송펌프(720)를 연결한다. 제 2 이송펌프(720)는 재생기(100)에서 흡수기(400)로 이송되는 회용액의 유량을 조절할 수 있으며, 이를 위해 제 2 이송펌프(720)의 속도를 제어하기 위한 유량제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 혼합 용액 열교환기(500)는 제 2 이송펌프(720)에 의해 재생기(100)에서 이송되는 회용액과 흡수기(400)에서 이송되는 강용액 상호 간의 열을 교환한다. 제 5 삼방밸브(805)는 혼합 용액 열교환기(500)와 제 10 삼방밸브(810)를 연결한다. 제 10 삼방밸브(810)는 제 5 삼방밸브(805)와 흡수기(400)를 연결한다.
- [0098] 난방 모드 시 강용액이 흡수기(400)에서 재생기(100)로 이송되는 제 6 라인은 제 3 삼방밸브(803), 제 8 삼방밸브(808), 혼합 용액 열교환기(500), 제 2 팽창밸브(620), 제 9 삼방밸브(809) 및 제 6 삼방밸브(806) 순으로 연결되는 라인을 말한다.
- [0099] 구체적으로 말하면, 난방 모드 시 제 3 삼방밸브(803)는 흡수기(400)와 제 8 삼방밸브(808)를 연결한다. 제 8 삼방밸브(808)는 제 3 삼방밸브(803)와 혼합 용액 열교환기(500)를 연결한다. 혼합 용액 열교환기(500)는 흡수기(400)에서 이송되는 강용액과 재생기(100)에서 이송되는 회용액 상호 간의 열을 교환한다. 제 2 팽창밸브(620)는 강용액을 저압으로 감압하고 유량을 조절한다. 제 9 삼방밸브(809)는 제 2 팽창밸브(620)와 제 6 삼방밸브(806)를 연결한다. 제 6 삼방밸브(806)는 제 9 삼방밸브(809)와 재생기(100)를 연결한다.
- [0100] 이러한 삼방밸브(800)를 통한 배관의 연결 관계 조절은 제어부(미도시)를 통해 이루어진다.
- [0101] 제어부(미도시)는 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템(10)이 난방 모드로 작동 시 삼방밸브(800)를 통한 배관의 연결 상태를 조절함으로써, 제 1 삼방밸브(801), 제 1 이송펌프(710) 및 제 2 삼방밸브(802) 순으로 연결되는 제 4 라인을 통해 응축기(200)에서 액화된 액상 냉매가 증발기(300)로 이송되도록 제어한다.
- [0102] 또한, 제 7 삼방밸브(807), 제 4 삼방밸브(804), 제 2 이송펌프(720), 혼합 용액 열교환기(500), 제 5 삼방밸브(805) 및 제 10 삼방밸브(810) 순으로 연결되는 제 5 라인을 통해 회용액이 재생기(100)에서 흡수기(400)로 이송되도록 제어한다.
- [0103] 마지막으로, 제 3 삼방밸브(803), 제 8 삼방밸브(808), 혼합 용액 열교환기(500), 제 2 팽창밸브(620), 제 9 삼방밸브(809) 및 제 6 삼방밸브(806) 순으로 연결되는 제 6 라인을 통해 강용액이 흡수기(400)에서 재생기(100)로 이송되도록 제어한다.
- [0104] 즉, 본 발명의 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템(10)의 경우 도 5의 난방 모드로 동작할 때의 개략도 및 도 6의 난방 모드로 동작할 때의 개략도에서 알 수 있는 바와 같이, 팽창밸브(600) 및 이송펌프(700)를 포함한 각 구성 요소의 위치 또는 동작 방향을 변경할 필요 없이 제어부(미도시)를 이용하여 삼방밸브(800)를 통한 배관의 연결 관계를 조절하는 것 만으로 난방 모드 및 난방 모드 중 어느 하나로 선택적으로 동작할 수 있다.
- [0105] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템(10)의 경우 새로운 냉매 및 흡수제 쌍을 적용할 수 있다.
- [0106] 상기 냉매는 HFC 계열의 냉매인 디플루오르메탄으로(Difluoromethane)을 포함할 수 있다. 이는 R32(HFC-32)로 불리며 기존에 사용되는 냉매에 비해 낮은 GWP(Global Warming Potential)를 가진다. 또한, 상기 냉매는 HFO 계열의 냉매인 R1234ze(E) 및 R1234yf를 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며 재생기(100)를 통과하는 과정에서 증발이 잘 일어날 수 있고 Low GWP를 가진 냉매를 더 포함할 수 있다.

- [0107] 상기 흡수제는 유기 용매 및 이온성 용매 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 유기 용매는 DMAC (dimethylacetamide), DMEDEG (Dimethylether Diethylene Glycol) 또는 DMETrEG (Dimethylether Triethylene Glycol)를 포함할 수 있다. DMAC는 DMEDEG에 비해 상대적으로 독성 가연성 등이 낮으며 화학적으로 비휘발성으로 유추 가정할 수 있어 열역학적 상태량 예측에 용이하다. 이온성 용매란 유기 양이온과 유기 또는 무기 음이온으로 구성되어 상온에서 용융염의 형태로 존재하는 액체를 말하며, [hmim][Tf2N] (1-Hexyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide)를 포함할 수 있다.
- [0108] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 사용되는 각각의 냉매 및 흡수제 쌍에 대한 냉방 성능 비교표이다.
- [0109] 도 7을 참조하면, 가로축은 재생기(100)의 온도(Generator temperature)를 나타내고, 세로축은 성능 계수(COPc, Coefficient of performance)를 나타낸다. 냉방 모드 시 성능 계수는 R32/DMAC, R32/[hmim][Tf2N], R1234ze(E)/[hmim][Tf2N] 및 R1234yf/[hmim][Tf2N] 순으로 높은 것으로 나타났다. 또한, 재생기 온도가 증가함에 따라 성능 계수는 점차 증가하는 경향성을 보였다. R1234ze(E)/[hmim][Tf2N] 쌍의 경우 약 98℃ 이후로 소폭 감소하는 경향성을 보였다. R32/DMAC 쌍은 최대 성능 계수 0.581, R32/[hmim][Tf2N] 쌍은 최대 성능 계수 0.498, R1234ze(E)/[hmim][Tf2N] 쌍은 최대 성능 계수 0.251, R1234yf/[hmim][Tf2N] 쌍은 최대 성능 계수 0.186을 보였다. 작동온도 범위는 이론적으로 임계온도 전까지 작동이 가능한 것으로 확인이 되었으며 R1234ze(E)/[hmim][Tf2N] 쌍이 61℃에서부터 작동 가능하며 가장 넓은 작동온도 범위를 가졌다. 작동온도 범위는 R1234ze(E)/[hmim][Tf2N], R1234yf/[hmim][Tf2N], R32/[hmim][Tf2N] 및 R32/DMAC 순을 보였다. R1234yf/[hmim][Tf2N] 쌍은 약 63℃부터, R32/DMAC 쌍은 63℃부터, R32/[hmim][Tf2N] 쌍은 약 59℃부터 작동 가능한 것으로 확인되었다.
- [0110] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템에 사용되는 각각의 냉매 및 흡수제 쌍에 대한 난방 성능 비교표이다.
- [0111] 도 8을 참조하면, 가로축은 재생기(100)의 온도(Generator temperature)를 나타내고, 세로축은 성능 계수(COPc, Coefficient of performance)를 나타낸다. 난방 모드 시 재생기 온도가 증가함에 따라 R32/DMAC 쌍은 성능 계수가 증가하는 것으로 나타났다. 나머지 냉매/흡수제 쌍은 재생기 온도가 증가함에 따라 성능 계수가 감소하는 것으로 나타났다. 재생기 온도가 재생기 온도가 70℃일 때 성능 계수는 R32/DMAC, R1234yf/[hmim][Tf2N], R1234ze(E)/[hmim][Tf2N] 및 R32/[hmim][Tf2N] 쌍의 순으로 높았으며 각 값은 1.383, 1.04, 0.9779 및 0.9335 순으로 나타났다.
- [0112] 즉, 도 7의 냉방 성능 비교도 및 도 9의 난방 성능 비교도에서 알 수 있는 바와 같이 본 발명의 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템(10)은 저온 열원인 60℃ 내지 90℃의 폐 열원이 제공될 경우 R32, R1234ze(E) 및 R1234yf 중 어느 하나의 냉매와 DMAC 및 [hmim][Tf2N] 중 어느 하나의 흡수제를 조합하여 생성된 혼합 용액에서 작동이 가능하다.
- [0113] 일반적으로 사용되고 있는 물/리튬 브로마이드의 냉매/흡수제 쌍의 경우 90℃ 이상의 열원에서 냉방 시 0.8 내외의 성능 계수를 갖는다.
- [0114] 본 발명의 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템(10)의 경우 R32/DMAC 쌍 사용 시 60℃ 내지 90℃의 저온 폐 열원 조건 하에서도 냉방 모드에서 0.5 내지 0.6의 성능 계수를 갖음으로써 저온 폐 열원을 사용함에도 불구하고 고온 폐 열원에 비해 크게 떨어지지 않는 성능 계수를 갖는 것을 알 수 있다.
- [0115] 또한, R32/DMAC 쌍 뿐만 아니라 R32/[hmim][Tf2N] 쌍과 Low GWP 냉매를 사용한 냉매/흡수제 쌍인 R1234yf/[hmim][Tf2N] 및 R1234ze(E)/[hmim][Tf2N] 쌍의 경우에도 60℃ 내지 90℃의 저온 폐 열원 조건 하에서 작동하는 것을 확인할 수 있다.
- [0116] 단, 원활한 열펌프 시스템의 동작을 위해 상기 언급된 냉매 및 흡수제 쌍의 비등점의 경우 폐열원인 90℃ 보다 낮은 값에 제공되어야 한다.
- [0117] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템 작동 방법(20)을 나타낸 도면이다.
- [0118] 도 9를 참조하면, 본 발명의 전체 사이클은 재생기(100), 흡수기(400) 및 재생기(100)의 순서를 갖는 혼합 용액 사이클과 재생기(100), 응축기(200), 증발기(300), 흡수기(400) 및 재생기(100)의 순서를 갖는 냉매 사이클로 구분된다.
- [0119] 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템 작동 방법(20)은 재생기에서 냉매가 용해되어 있는 혼합 용액을 폐열을 이용

해 가열하여 냉매 증기를 생성하는 단계(S100), 응축기에서 상기 재생기에서 생성된 냉매 증기를 액상 냉매로 액화시키며 외부로 열을 방출하는 단계(S200), 증발기에서 상기 응축기에서 생성된 액상 냉매를 냉매 증기로 기화시키며 외부의 열을 흡수하는 단계(S300) 및 흡수기에서 상기 증발기에서 생성된 냉매 증기를 상기 혼합 용액에 흡수시키며 외부로 열을 방출하는 단계(S400)를 포함한다.

[0120] S100 단계는 재생기(100)에서 이루어진다. 구체적으로, 제 2 이송펌프(720)에 의해 흡수기(400)로부터 이송된 강용액과 연료전지 스택에서 발생한 폐열 간 열교환을 통해 상기 강용액 내의 기액평형점이 변화하게 된다. 상기 강용액의 기액평형점 변화로 인해 냉매가 기화하여 냉매 증기가 발생한다. 상기 강용액은 냉매의 농도가 낮아지게 되어 희용액이 된다.

[0121] S200 단계에는 응축기(200)에서 이루어진다. 구체적으로, 재생기(100)로부터 이송된 냉매 증기가 응축되어 액상 냉매가 생성된다. 상기 냉매 증기의 액화(Liquefaction)에 의해 열이 배출되며, 해당 열은 실내 난방에 활용된다.

[0122] S300 단계는 증발기(300)에서 이루어진다. 구체적으로, 응축기(200)에서 배출된 액상 냉매는 냉방 모드 시에는 제 1 팽창밸브(610)에 의해 팽창된 후 증발기(300)로 이송되고, 난방 모드 시에는 제 1 이송펌프(710)에 의해 증발기(300)로 이송된다. 증발기(300)에 도달한 액상 냉매는 외부의 열을 흡수하며 증발하게 되므로 이를 냉방에 활용하거나 난방 모드 시 더 많은 폐열을 실내에 공급하는 역할을 수행할 수 있다.

[0123] S400 단계에서 흡수기(400)에서 이루어진다. 구체적으로, 증발기(300)에서 흡수기(400)로 이송되어 희용액에 흡수된다. 희용액은 재생기(100)로부터 이송되어 용액 열교환기(500)를 거쳐 흡수기(400)에 유입된 것이다. 여기서 희용액은 냉매의 농도가 높아져 강용액이 되며, 이때 방출되는 열은 난방에 활용하거나 온수급탕에 활용된다. 흡수기(400)에서 생성된 강용액은 용액 열교환기(500)를 거쳐 재생기(100)로 이송된다.

[0124] 이상에서 실시예를 통해 본 발명을 설명하였으나, 위 실시예는 단지 본 발명의 사상을 설명하기 위한 것으로 이에 한정되지 않는다. 통상의 기술자는 전술한 실시예에 다양한 변형이 가해질 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위의 해석을 통해서만 정해진다.

부호의 설명

[0125] 10: 하이브리드 흡수식 열펌프 시스템

100: 재생기

200: 응축기

300: 증발기

400: 흡수기

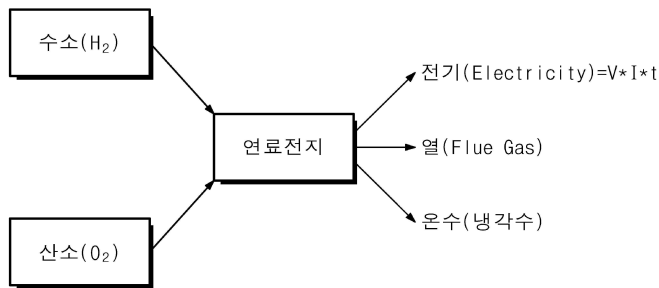
500: 혼합 용액 열교환기

600: 이송펌프

700: 팽창밸브

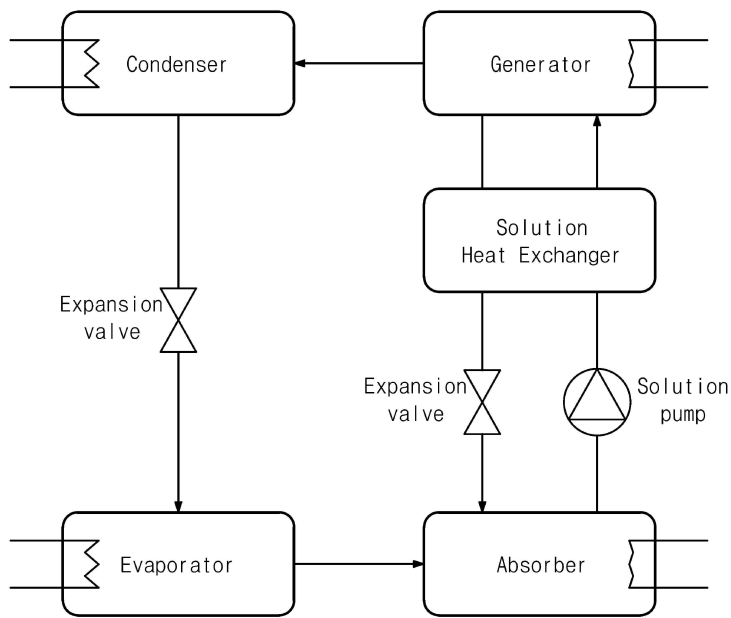
도면

도면1

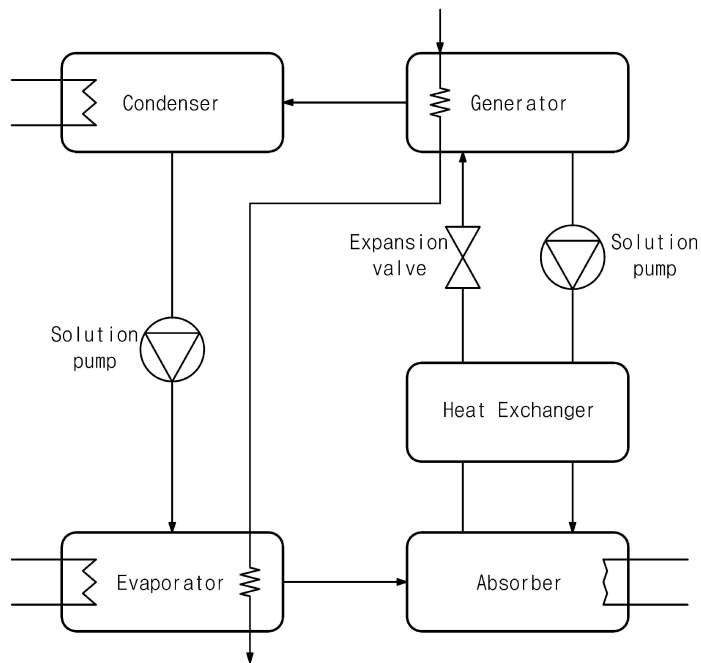


연료의 화학에너지 = 전기에너지 + 열에너지

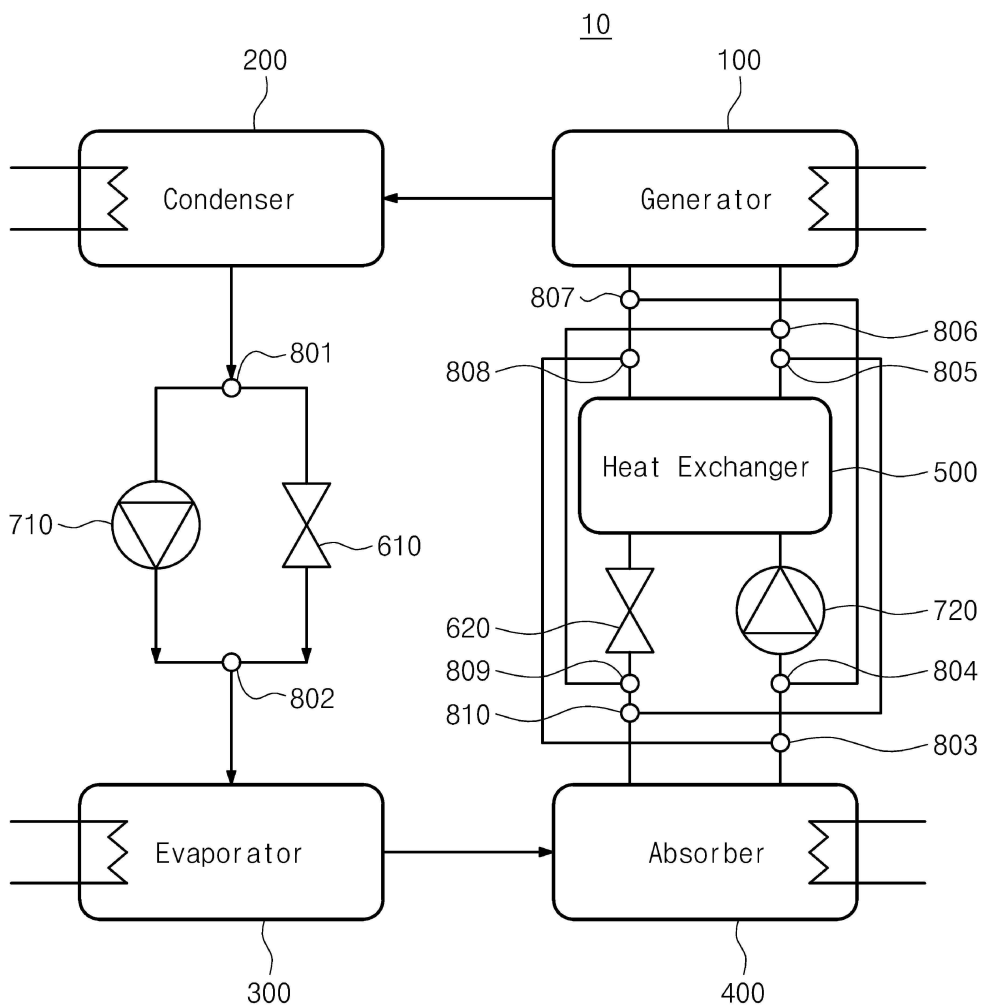
도면2



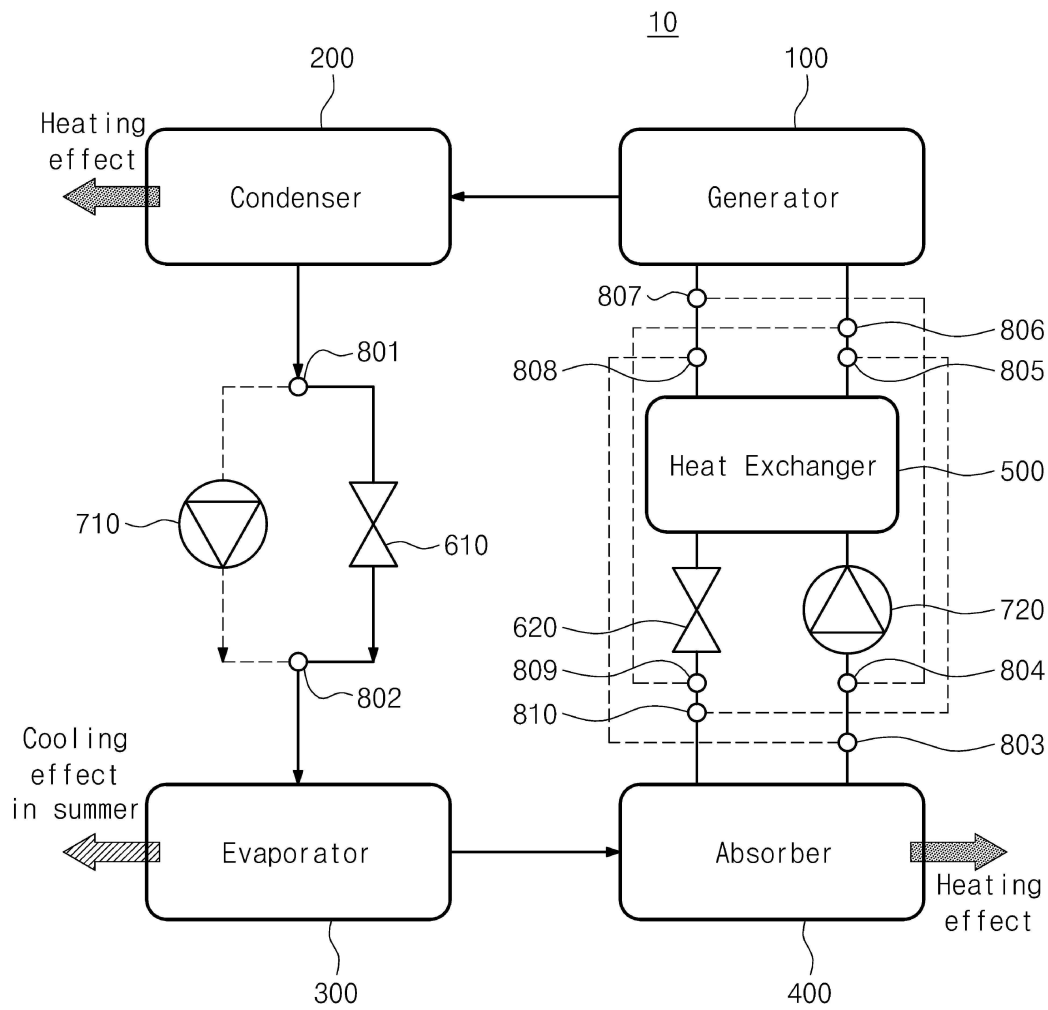
도면3



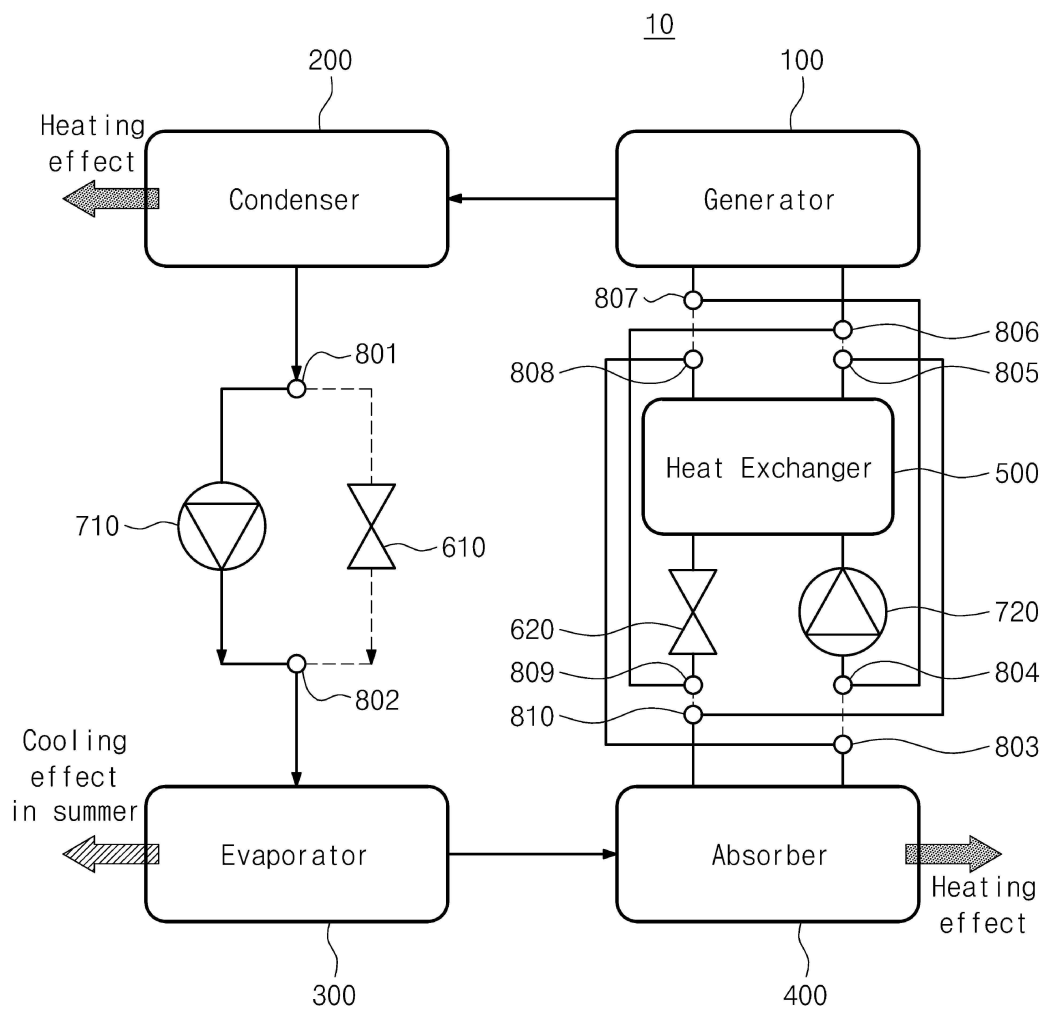
도면4



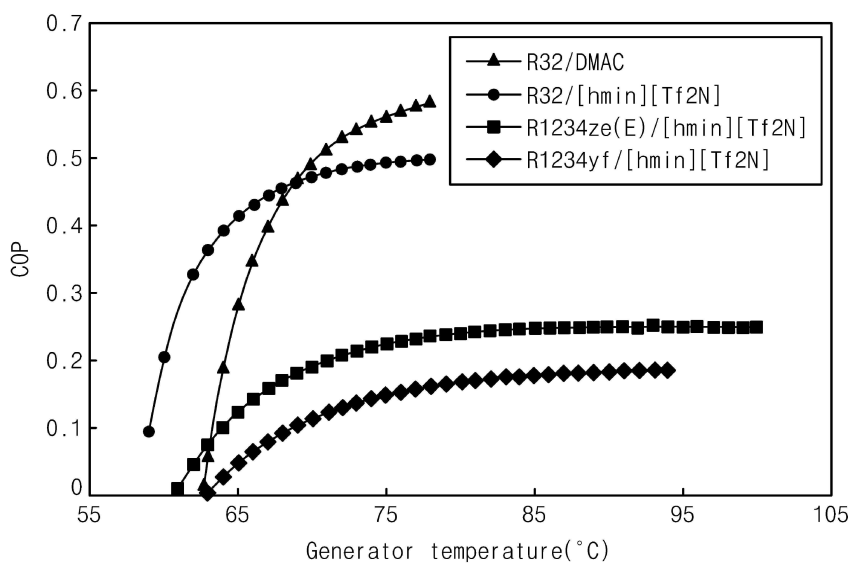
도면5



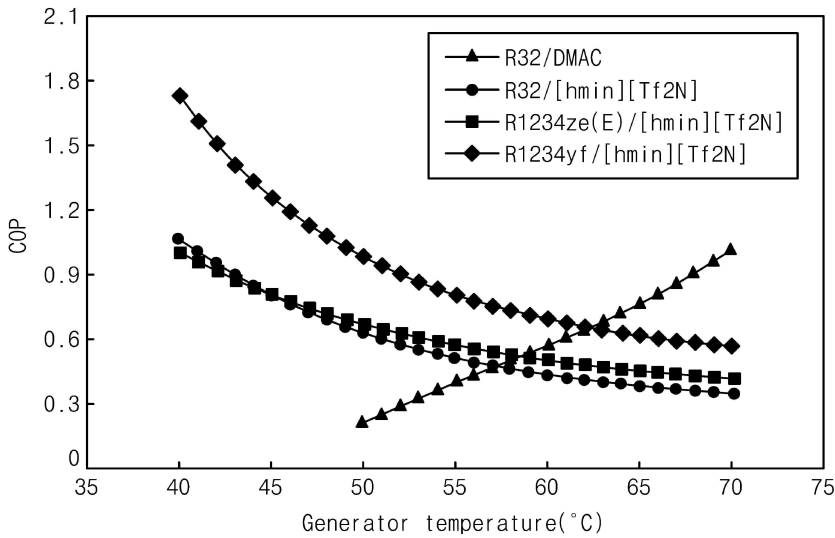
도면6



도면7



도면8



도면9

