(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0043453
(43) 공개일자 2023년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 15/06 (2006.01) *F25B 27/00* (2022.01)
F25B 29/00 (2006.01) *F25B 43/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 15/06 (2013.01)
F25B 27/007 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0126339
(22) 출원일자 2021년09월24일
심사청구일자 2021년09월24일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
강용태
서울특별시 서초구 서운로 221, 101동 1004호 (래미안서초스위트아파트)
정한솔
경기도 하남시 위례대로6길 20, 7102동 1803호 (학암동, 위례호반써밋)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
백두진, 김정연, 권성현, 유광철, 강일신

전체 청구항 수 : 총 7 항

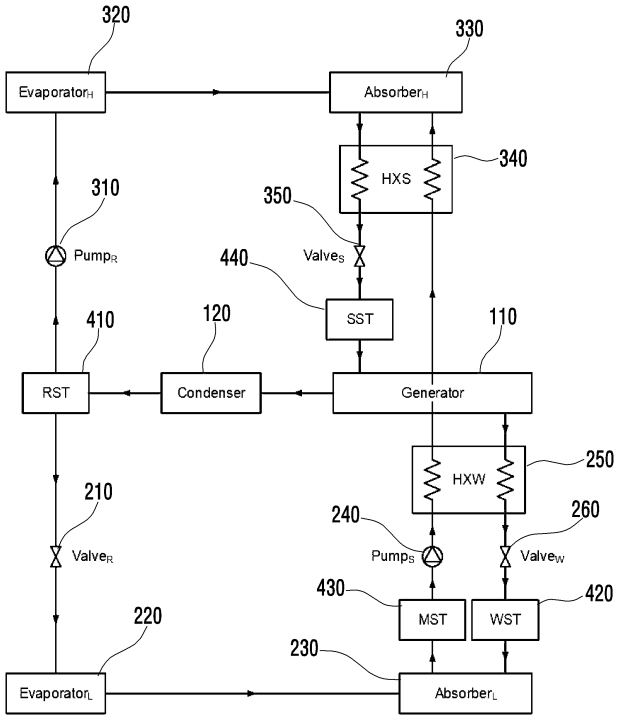
(54) 발명의 명칭 **흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템**

(57) 요 약

본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템에 따르면, 폐열을 공급받고, 상기 폐열로 강용액을 가열시켜, 제1증기냉매와 희용액을 생성하는 재생기; 상기 재생기로부터 공급되는 상기 제1증기냉매를 응축시켜 액상냉매로 형성시키는 응축기; 상기 응축기로부터 공급되는 상기 액상냉매의 압력과 온도를 강하시키는 냉매팽

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



창밸브; 상기 냉매팽창밸브로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제2증기냉매를 생성하여 저압증발기; 상기 저압증발기로부터 공급되는 제2증기냉매를 상기 재생기로부터 공급되는 희용액에 흡수시켜 중간용액을 생성하는 저압흡수기; 상기 응축기로부터 공급되는 상기 액상냉매의 압력을 상승시키는 냉매이송펌프; 상기 냉매이송펌프로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제3증기냉매를 생성시키는 고압증발기; 상기 고압증발기로부터 공급되는 제3증기냉매를 상기 중간용액에 흡수시켜 강용액을 생성시키는 고압흡수기; 상기 고압흡수기로부터 공급되는 상기 강용액과, 상기 고압흡수기로 공급되는 중간용액을 열교환시켜, 상기 강용액의 온도를 낮추고, 상기 중간용액의 온도를 높이는 강용액 열교환기; 상기 강용액 열교환기로부터 공급되는 강용액의 압력과 온도를 강하시키고, 상기 재생기로 공급하는 강용액 팽창밸브; 상기 저압흡수기로부터 공급되는 중간용액과 상기 재생기로부터 공급되는 희용액을 열교환시켜, 상기 중간용액의 온도를 높이고, 상기 희용액의 온도를 낮추는 희용액 열교환기; 상기 저압흡수기로부터 공급되는 중간용액의 압력을 상승시키고, 상기 희용액 열교환기로 공급하는 용액이송펌프; 및 상기 희용액 열교환기로부터 공급되는 희용액의 압력과 온도를 강하시키고, 상기 저압흡수기로 공급하는 희용액 팽창밸브;를 포함한다.

(52) CPC특허분류
F25B 29/006 (2013.01)
F25B 43/006 (2022.01)
Y02A 30/27 (2020.08)
Y02B 30/62 (2020.08)

(72) 발명자
정재희
서울특별시 성북구 동소문로26라길 27, 2층
이재원
서울특별시 동대문구 왕산로 52, 101동 607호
최형원
경기도 부천시 조마루로 278, 1326동 505호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711135257
과제번호	2020R1A5A1018153
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	플러스에너지빌딩 혁신기술 연구센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.07.01 ~ 2021.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

폐열을 공급받고, 상기 폐열로 강용액을 가열시켜, 제1증기냉매와 희용액을 생성하는 재생기;

상기 재생기로부터 공급되는 상기 제1증기냉매를 응축시켜 액상냉매로 형성시키는 응축기;

상기 응축기로부터 공급되는 상기 액상냉매의 압력과 온도를 강하시키는 냉매팽창밸브;

상기 냉매팽창밸브로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제2증기냉매를 생성하여 저압증발기;

상기 저압증발기로부터 공급되는 제2증기냉매를 상기 재생기로부터 공급되는 희용액에 흡수시켜 중간용액을 생성하는 저압흡수기;

상기 응축기로부터 공급되는 상기 액상냉매의 압력을 상승시키는 냉매이송펌프;

상기 냉매이송펌프로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제3증기냉매를 생성시키는 고압증발기;

상기 고압증발기로부터 공급되는 제3증기냉매를 상기 중간용액에 흡수시켜 강용액을 생성시키는 고압흡수기;

상기 고압흡수기로부터 공급되는 상기 강용액과, 상기 고압흡수기로 공급되는 중간용액을 열교환시켜, 상기 강용액의 온도를 낮추고, 상기 중간용액의 온도를 높이는 강용액 열교환기;

상기 강용액 열교환기로부터 공급되는 강용액의 압력과 온도를 강하시키고, 상기 재생기로 공급하는 강용액 팽창밸브;

상기 저압흡수기로부터 공급되는 중간용액과 상기 재생기로부터 공급되는 희용액을 열교환시켜, 상기 중간용액의 온도를 높이고, 상기 희용액의 온도를 낮추는 희용액 열교환기;

상기 저압흡수기로부터 공급되는 중간용액의 압력을 상승시키고, 상기 희용액 열교환기로 공급하는 용액이송펌프; 및

상기 희용액 열교환기로부터 공급되는 희용액의 압력과 온도를 강하시키고, 상기 저압흡수기로 공급하는 희용액 팽창밸브;를 포함하는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 응축기에서 생성되는 액상냉매가 저장되고, 저장된 액상냉매를 필요시 상기 냉매이송펌프와 냉매팽창밸브 중 어느 하나 이상에 공급하는 냉매 저장탱크와,

상기 희용액 팽창밸브에 의해 압력과 온도가 하강한 희용액이 저장되고, 저장된 희용액을 상기 저압흡수기로 공급하는 희용액 저장탱크와,

상기 저압흡수기에서 제2증기냉매가 희용액에 흡수되어 생성되는 중간용액이 저장되고, 저장된 중간용액을 희용액 열교환기로 공급하는 중간용액 저장탱크 및

상기 강용액 팽창밸브에 의해 압력과 온도가 하강한 강용액이 저장되고, 저장된 강용액을 상기 재생기로 공급하는 강용액 저장탱크 중 어느 하나 이상의 저장탱크를 포함하는 저장탱크부;를 더 포함하는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 액상냉매는 물이고,

상기 강용액과 희용액은, 상기 액상냉매와 이온성 용매가 혼합된 이성분 혼합물인 것을 특징으로 하는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 이온성 용매는, 리튬브로마이드(LiBr : Lithium Bromide) 및 이미다졸(Imidazol) 염 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 이미다졸은, 1-butyl3-methylimidazolium tetrafluoroborate ([BMIM][BF_4]) 및 1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)amide ([BMIm][Tf_2N]) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 냉매이송펌프와 냉매팽창밸브는, 각각 난방과 냉방의 부하에 따라 상기 냉매 저장탱크에 저장된 액상냉매를 고압증발기와 저압증발기로 각각 조절하여 공급하는 것을 특징으로 하는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 폐열을 이용하여 상기 강용액을 농도차가 있는 제1증기냉매와 희용액로 분리하고, 분리한 상기 제1증기냉매를 상기 응축기로 액상냉매로 생성하여 액상 저장탱크에 저장하고, 상기 희용액을 희용액 저장탱크에 저장함으로써, 농도차에 의한 열에너지를 분리 및 저장 가능한 것을 특징으로 하는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 삶의 질 향상과 산업발달의 고도화로 인하여 에너지 사용량이 매년 증가하는 추세이며, 2016년 대한민국의 1인당 에너지 소비는 세계 15위에 해당한다. 특히, 산업용 에너지뿐 아니라 주거/비주거용 건물에서의 에너지 소비량 또한 그 비중이 커지고 있다. 일례로, 서울 에너지 소비 부분에서 가정, 상업용 건물은 전체 에너지 소비 부문 중 55.9%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 이에, 정부에서는 건물 에너지 소비를 중대한 사안으로 인식하고, 기존 건물에 비해 훨씬 적은 에너지를 이용하는 제로에너지건축의무화 로드맵을 장기적 목표로 제시, 신재

생에너지 활용이 필수적으로 요구되고 있다.

[0004] 하지만, 이러한 신재생에너지는 기존에너지원에 비해 공급이 불안정하고, 에너지 저장기술 적용이 어려우며, 낮은 에너지 생산밀도를 가진다는 문제가 있다. 특히, 건물의 경우 한정된 공간으로 인해 신재생에너지 중 태양광/태양열 외의 발전 설비(예 : 풍력, 수력 등)를 활용하기 힘들다는 제한 조건이 존재한다. 일반적으로 태양광/태양열을 활용시 중저온 폐열이 발생하며, 이렇게 발생한 폐열은 다른 용처에 활용되지 못하고 버려지게 된다. 또한, 일반적으로 태양에너지는 여름철이 겨울철에 비해 많이 공급되며, 야간보다 주간에 많이 공급된다.

[0005] 또한, 태양에너지를 사용하는 태양열/태양광 시스템의 경우, 공급이 불안정하여, 에너지 저장기술이 필수적으로 요구된다. 그리고, 신재생에너지를 활용하는 경우 냉/난방 수요가 동시에 존재하며, 계절 간 냉방과 난방의 수요 격차가 존재한다.

[0006] 즉, 신재생에너지를 활용하는 건물의 경우, 냉난방에 대한 수요가 동시에 존재하며, 공급과 수요 격차가 수시로 발생하고, 그 격차가 건물의 종류에 따라 다르기 때문에 저장된 에너지를 적시적소에 활용하는 기술 개발 수요가 매우 큰 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록번호 KR 10-2020771

(특허문헌 0002) 대한민국 등록번호 KR 10-1914487

(특허문헌 0003) 대한민국 등록번호 KR 10-1389361

(특허문헌 0004) 대한민국 등록번호 KR 10-1580797

(특허문헌 0005) 대한민국 등록번호 KR 10-1580797

(특허문헌 0006) 일본 공개특허 JP 2019-052780

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 본 발명의 목적은, 태양열로부터 공급되는 중저온 폐열을 활용하여 냉방과 난방을 동시에 운전하고, 시간에 따른 에너지 수급 격차를 해소시킬 수 있는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공하기 위함이다.

[0010] 또한, 본 발명의 목적은, 농도차를 이용하여 열화학적 축열이 가능하므로, 에너지 손실이 적어 저장효율이 향상될 뿐만 아니라, 저장탱크부에 단열재가 불필요하여 단열재 비용 절감을 할 수 있는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공하기 위함이다.

[0011] 또한, 본 발명의 목적은, 환경 친화적인 이성분 혼합물을 냉매로 사용함으로써, 냉매의 누설이 이루어지더라도 환경문제가 발생하지 않는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공하기 위함이다.

[0012] 또한, 본 발명의 목적은, 가역 수착 반응에 따라 높은 밀도로 에너지 저장이 가능하며, 1종 및 2종 결합으로 냉매 순환 시스템의 단순화가 가능하며, 냉방과 난방 시스템을 일체로 구축함에 따라 소형 장비로 설계가 가능한 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공하기 위함이다.

[0013] 또한, 본 발명의 목적은, 냉난방 수요에 동시 대응 가능하며, 일간, 계절간 에너지 수급 격차를 해소할 수 있는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공하기 위함이다.

[0014] 또한, 본 발명의 목적은, 중저온의 폐열을 활용하여 열에너지 저장이 가능함에 따라 전력부하 절감이 가능하고, 펌프와 밸브의 제어로 냉매의 유량과 분배비 제어 및 증발기의 배열온도를 제어함으로써, 유연한 냉난방 운전이 가능하며, 특히, 건물의 종류나 날씨에 따라 변동하는 냉난방 부하에 유용하게 적용할 수 있을 뿐만 아니라, 스

마트 빌딩의 에너지 관리 시스템에 적용하여 건물 에너지 효율을 최대화시킬 수 있는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템에 따르면, 폐열을 공급받고, 상기 폐열로 강용액을 가열시켜, 제1증기냉매와 희용액을 생성하는 재생기; 상기 재생기로부터 공급되는 상기 제1증기냉매를 응축시켜 액상냉매로 형성시키는 응축기; 상기 응축기로부터 공급되는 상기 액상냉매의 압력과 온도를 강하시키는 냉매팽창밸브; 상기 냉매팽창밸브로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제2증기냉매를 생성하여 저압증발기; 상기 저압증발기로부터 공급되는 제2증기냉매를 상기 재생기로부터 공급되는 희용액에 흡수시켜 중간용액을 생성하는 저압흡수기; 상기 응축기로부터 공급되는 상기 액상냉매의 압력을 상승시키는 냉매이송펌프; 상기 냉매이송펌프로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제3증기냉매를 생성시키는 고압증발기; 상기 고압증발기로부터 공급되는 제3증기냉매를 상기 중간용액에 흡수시켜 강용액을 생성시키는 고압흡수기; 상기 고압흡수기로부터 공급되는 상기 강용액과, 상기 고압흡수기로 공급되는 중간용액을 열교환시켜, 상기 강용액의 온도를 낮추고, 상기 중간용액의 온도를 높이는 강용액 열교환기; 상기 강용액 열교환기로부터 공급되는 강용액의 압력과 온도를 강하시키고, 상기 재생기로 공급하는 강용액 팽창밸브; 상기 저압흡수기로부터 공급되는 중간용액과 상기 재생기로부터 공급되는 희용액을 열교환시켜, 상기 중간용액의 온도를 높이고, 상기 희용액의 온도를 낮추는 희용액 열교환기; 상기 저압흡수기로부터 공급되는 중간용액의 압력을 상승시키고, 상기 희용액 열교환기로 공급하는 용액이송펌프; 및 상기 희용액 열교환기로부터 공급되는 희용액의 압력과 온도를 강하시키고, 상기 저압흡수기로 공급하는 희용액 팽창밸브;를 포함한다.

[0017] 또한, 상기 응축기에서 생성되는 액상냉매가 저장되고, 저장된 액상냉매를 필요시 상기 냉매이송펌프와 냉매팽창밸브 중 어느 하나 이상에 공급하는 냉매 저장탱크와, 상기 희용액 팽창밸브에 의해 압력과 온도가 하강한 희용액이 저장되고, 저장된 희용액을 상기 저압흡수기로 공급하는 희용액 저장탱크와, 상기 저압흡수기에서 제2증기냉매가 희용액에 흡수되어 생성되는 중간용액이 저장되고, 저장된 중간용액을 희용액 열교환기로 공급하는 중간용액 저장탱크 및 상기 강용액 팽창밸브에 의해 압력과 온도가 하강한 강용액이 저장되고, 저장된 강용액을 상기 재생기로 공급하는 강용액 저장탱크 중 어느 하나 이상의 저장탱크를 포함하는 저장탱크부;를 더 포함한다.

[0018] 또한, 상기 액상냉매는 물이고, 상기 강용액과 희용액은, 상기 액상냉매와 이온성 용매가 혼합된 이성분 혼합물인 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 이온성 용매는, 리튬브로마이드(LiBr : Lithium Bromide) 및 이미다졸(Imidazol) 염 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 이미다졸은, 1-butyl3-methylimidazolium tetrafluoroborate ([BMIM][BF_4]) 및 1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)amide ([BMIm][Tf_2N]) 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 냉매이송펌프와 냉매팽창밸브는, 각각 난방과 냉방의 부하에 따라 상기 냉매 저장탱크에 저장된 액상냉매를 고압증발기와 저압증발기로 각각 조절하여 공급하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 폐열을 이용하여 상기 강용액을 농도차가 있는 제1증기냉매와 희용액로 분리하고, 분리한 상기 제1증기냉매를 상기 응축기로 액상냉매로 생성하여 액상 저장탱크에 저장하고, 상기 희용액을 희용액 저장탱크에 저장함으로써, 농도차에 의한 열에너지를 분리 및 저장 가능한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 이상 살펴본 바와 같은 본 발명의 효과는, 농도차를 이용하여 열화학적 축열이 가능하므로, 에너지 손실이 적어 저장효율이 향상될 뿐만 아니라, 저장탱크부에 단열재가 불필요하여 단열재 비용 절감을 할 수 있는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 효과는, 환경 친화적인 이성분 혼합물을 냉매로 사용함으로써, 냉매의 누설이 이루어지더라도 환경문제가 발생하지 않는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 효과는, 가역 수착 반응에 따라 높은 밀도로 에너지 저장이 가능하며, 1종 및 2종 결합으로 냉매 순환 시스템의 단순화가 가능하며, 냉방과 난방 시스템을 일체로 구축함에 따라 소형 장비로 설계가 가능한 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 효과는, 냉난방 수요에 동시 대응 가능하며, 일간, 계절간 에너지 수급 격차를 해소할 수 있는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 효과는, 중저온의 폐열을 활용하여 열에너지 저장이 가능함에 따라 전력부하 절감이 가능하고, 펌프와 밸브의 제어로 냉매의 유량과 분배비 제어 및 증발기의 배열온도를 제어함으로써, 유연한 냉난방 운전이 가능하며, 특히, 건물의 종류나 날씨에 따라 변동하는 냉난방 부하에 유용하게 적용할 수 있을 뿐만 아니라, 스마트 빌딩의 에너지 관리 시스템에 적용하여 건물 에너지 효율을 최대화시킬 수 있는 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 나타낸 개략도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템의 정상 운전을 나타낸 개략도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템의 저장 운전을 나타낸 개략도이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템의 냉방 운전을 나타낸 개략도이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템의 난방 운전을 나타낸 개략도이다.

도 6 및 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템의 운전예시를 나타낸 개략도이다.

도 8은 냉매 분배 비율에 따라 난방성능계수, 냉방성능계수 및 전체성능계수를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0032] 이하, 본 발명의 실시예들에 의하여 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템을 설명하기 위한 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다.

[0033] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 재생기(110), 응축기(120), 냉매팽창밸브(210), 저압증발기(220), 저압흡수기(230), 냉매이송펌프(310), 고압증발기(320), 고압흡수기(330), 강용액 열교환기(340), 강용액 팽창밸브(350), 용액이송펌프(240), 희용액 열교환기(250) 및 희용액 팽창밸브(260)를 포함한다.

[0034] 여기서, 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 저압챔버, 중압챔버, 고압챔버로 구분할 수 있다.

[0035] 저압챔버는, 저압증발기(220)와, 저압흡수기(230)로 이루어져 냉방효과를 발생시킬 수 있고, 중압챔버는 재생기(110)와 응축기(120)로 이루어진다. 그리고 고압챔버는 고압증발기(320)와 고압흡수기(330)로 이루어져 난방 효과를 발생시킬 수 있다.

[0036] 그리고, 저압챔버와 중압챔버, 중압챔버와 고압챔버의 사이에는 액상냉매를 공급할 수 있는 펌프와, 밸브로 연결될 수 있다.

[0037] 먼저, 재생기(110)는, 폐열을 공급받고, 폐열로 강용액을 가열시켜, 제1증기냉매와 희용액을 생성한다. 이때, 강용액은 냉매와 흡수제가 혼합된 이성분 혼합물일 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.

[0038] 또한, 강용액은 강용액 저장탱크(440)에 저장되어 있으며, 재생기(110)로 공급된다.

[0039] 또한, 폐열은, 태양열로부터 공급되는 80~100℃ 범위의 중저온일 수 있다.

[0040] 응축기(120)는, 재생기(110)로부터 공급되는 제1증기냉매를 응축시켜 액상냉매로 형성시킨다.

[0041] 냉매팽창밸브(210)는, 응축기(120)로부터 공급되는 액상냉매의 압력과 온도를 강하시킨다.

[0042] 이때, 냉매팽창밸브(210)는, 냉방의 부하에 따라 후술할 냉매 저장탱크(410)에 저장된 액상냉매를 저압증발기(220)로 조절하여 공급할 수 있다.

[0043] 즉, 냉매팽창밸브(210)는, 변동하는 냉방 부하에 따라 액상냉매의 유량을 조절하여 저압증발기(220)로 공급할 수 있다 .

[0044] 저압증발기(220)는, 냉매팽창밸브(210)로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제2증기냉매를 생성한다.

[0045] 이때, 액상냉매가 증발함에 따라, 열교환이 이루어지면서 냉방운전이 가능하다.

[0046] 저압흡수기(230)는, 저압증발기(220)로부터 공급되는 제2증기냉매를 재생기(110)로부터 공급되는 희용액에 흡수시켜 중간용액을 생성한다.

[0047] 냉매이송펌프(310)는, 응축기(120)로부터 공급되는 액상냉매의 압력을 상승시킨다.

[0048] 또한, 냉매이송펌프(310)는, 난방의 부하에 따라 냉매 저장탱크(410)에 저장된 액상냉매를 고압증발기(320)로 조절하여 공급할 수 있다.

[0049] 여기서, 액상냉매는, 필요에 따라, 어느 하나에만 공급될 수 있다.

[0050] 즉, 냉방이 필요하다면, 냉매팽창밸브(210)로만 액상냉매가 공급되고, 난방이 필요하다면 냉매이송펌프(310)로만 액상냉매가 공급된다. 또한, 냉방과 난방이 동시에 필요하다면, 냉매이송펌프(310)와 냉매팽창밸브(210)로 동시에 공급된다.

[0051] 고압증발기(320)는, 냉매이송펌프(310)로부터 공급되는 액상냉매를 증발시켜 제3증기냉매를 생성시킨다.

[0052] 고압흡수기(330)는, 고압증발기(320)로부터 공급되는 제3증기냉매를 중간용액에 흡수시켜 강용액을 생성시킨다.

[0053] 이때, 고압흡수기(330)에서 열교환이 이루어지면서 발생하는 열을 통해 난방운전이 가능하다.

[0054] 강용액 열교환기(340)는, 고압흡수기(330)로부터 공급되는 강용액과, 고압흡수기(330)로 공급되는 중간용액을 열교환시켜, 강용액의 온도를 낮추고, 중간용액의 온도를 높일 수 있다.

[0055] 즉, 중간용액은 저압흡수기(230)에서 생성되어 고압흡수기(330)로 곧바로 공급되지 않고, 강용액 열교환기(340)를 통해 강용액과의 열교환으로 온도가 높아진 상태로 고압흡수기(330)로 공급되고, 제3증기냉매를 흡수한다.

[0056] 이에, 중간용액이 고압흡수기(330)에서 강용액으로 생성되고, 고온의 열에너지를 생성할 수 있다.

[0057] 강용액 팽창밸브(350)는, 강용액 열교환기(340)로부터 공급되는 강용액의 압력과 온도를 강하시키고, 재생기(110)로 공급한다.

[0058] 희용액 열교환기(250)는, 저압흡수기(230)로부터 공급되는 중간용액과 재생기(110)로부터 공급되는 희용액을 열교환시켜, 중간용액의 온도를 높이고, 희용액의 온도를 낮춘다.

[0059] 즉, 희용액은 저압흡수기(230)로 공급되기 전에, 강용액 열교환기(340)로 공급되는 중간용액과 희용액 열교환기(250)를 통해 열교환으로 온도가 낮아진다.

[0060] 또한, 중간용액은 희용액 열교환기(250)를 통해 희용액과의 열교환으로 온도가 높아진 상태로 강용액 열교환기(340)로 공급된다.

[0061] 용액 이송펌프는, 저압흡수기(230)로부터 공급되는 중간용액의 압력을 상승시키고, 희용액 열교환기(250)로 공

급한다.

[0062] 즉, 중간용액은, 용액 이송펌프로 희용액 열교환기(250)에 공급되어, 희용액과 열교환으로 온도가 높아지고, 또 강용액 열교환기(340)에 공급되어, 강용액과 열교환으로 온도가 더 높아진 다음, 고압흡수기(330)에 공급되는 것이다.

[0063] 희용액 팽창밸브(260)는, 희용액 열교환기(250)로부터 공급되는 희용액의 압력과 온도를 강하시키고, 저압흡수기(230)로 공급한다.

[0064] 한편, 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 에너지원을 저장할 수 있는 저장탱크부를 더 포함한다.

[0065] 저장탱크부는, 냉매 저장탱크(410), 희용액 저장탱크(420), 중간용액 저장탱크(430) 및 강용액 저장탱크(440)를 포함한다.

[0066] 냉매 저장탱크(410)는 응축기(120)에서 생성되는 액상냉매가 저장되고, 저장된 액상냉매를 필요시 냉매이송펌프(310)와 냉매팽창밸브(210) 중 어느 하나 이상에 공급할 수 있다.

[0067] 이때, 냉매이송펌프(310)와 냉매팽창밸브(210)는, 각각 난방과 냉방의 부하에 따라 냉매 저장탱크(410)에 저장된 액상냉매를 고압증발기(320)와 저압증발기(220)로 각각 조절하여 동시 또는 다르게 공급할 수 있다.

[0068] 즉, 냉매 저장탱크(410)에 저장된 액상냉매가 냉매이송펌프(310)에 공급되면 난방운전이 이루어지고, 냉매팽창밸브(210)에 공급된 냉방운전이 이루어진다. 그리고, 액상냉매가 냉매이송펌프(310)와 냉매팽창밸브(210)에 동시에 공급되면 냉난방 운전이 동시에 이루어진다.

[0069] 희용액 저장탱크(420)는, 희용액 팽창밸브(260)에 의해 압력과 온도가 하강한 희용액이 저장되고, 저장된 희용액을 저압흡수기(230)로 공급할 수 있다.

[0070] 중간용액 저장탱크(430)는, 저압흡수기(230)에서 제2증기냉매가 희용액에 흡수되어 생성되는 중간용액이 저장되고, 저장된 중간용액을 희용액 열교환기(250)로 공급한다.

[0071] 강용액 저장탱크(440)는, 강용액 팽창밸브(350)에 의해 압력과 온도가 하강한 강용액이 저장되고, 저장된 강용액을 재생기(110)로 공급할 수 있다.

[0072] 즉, 저장탱크부는 냉난방 수요처에 열에너지가 모두 공급된 후, 남은 잉여 에너지를 상온에너지 농도차 형태로 저장할 수 있고, 필요시에 사용할 수 있다.

[0073] 다시 말해, 중저온의 폐열을 이용하여 강용액을 농도차가 있는 제1증기냉매와 희용액로 분리하고, 분리한 제1증기냉매를 응축기(120)로 액상냉매로 생성하여 액상 저장탱크에 저장하고, 희용액을 희용액 저장탱크(420)에 저장함으로써, 농도차에 의한 열에너지를 분리 및 저장 가능할 뿐만 아니라, 저장된 액상냉매를 필요시 사용할 수 있다.

[0074] 한편, 상술한 액상냉매는 물이고, 강용액과 희용액은, 액상냉매와 이온성 용매가 혼합된 이성분 혼합물인 것이다.

[0075] 여기서, 서로 다른 물질을 혼합하면 분자간 상호작용에 의한 혼합 전후 엔탈피 차이가 발생한다. 이 엔탈피 차이를 통해 흡수식 열화학적 저장에서는 혼합 전후 용액의 농도차에서 기인한 화학 포텐셜 형태로 열을 저장할 수 있다. 즉, 이성분 혼합물은 액상냉매와 희용액으로서 열화학적 축열이 가능한 것이다.

[0076] 즉, 강용액은 이온성 용매인 중간용액에 제3증기냉매가 흡수된 용액이다. 또한, 희용액은, 농도차에 의해 강용액에서 액상냉매 물이 제1증기냉매로 생성되면서 분리되어 생성된 용액이다. 또, 중간용액은, 희용액에 제2증기냉매가 흡수된 용액이다.

[0077] 이때, 이온성 용매는, 리튬브로마이드(LiBr : Lithium Bromide) 및 이미다졸(Imidazol) 염 중 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.

[0078] 게다가, 이미다졸은, 1-butyl3-methylimidazolium tetrafluoroborate ([BMIM][BF_4]) 및 1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)amide ([BMIm][Tf_2N]) 중 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.

[0079] 이에 따라, 강용액과 희용액은 이성분 혼합물로 이루어진다. 예를 들어, 리튬브로마이드의 이온성 용매와 물이

혼합된 강용액은, 리튬브로마이드의 농도가 가장 적고, 희용액은, 리튬브로마이드의 농도가 가장 높으며, 중간용액은 리튬브로마이드의 농도가 강용액과 희용액의 중간인 것이다.

[0080] 이때, 이성분 혼합물은 기존 HC(hydrocarbons), HFC(hydrofluorocarbons), HCFCs(Hydrochlorofluorocarbons) 냉매와 유기용매 흡수제로 구성된 흡수식 사이클과 같이 높은 지구온난화지수(GWP: Global Warming Potential)를 가지지 않고, 암모니아(NH_3)와 물(H_2O)로 구성된 흡수식 시스템과 같이 고압 설계나, 냉매 독성 문제를 가지지 않는 장점을 가지고 있다.

[0082] 한편, 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 중저온 폐열에서 구동이 가능하여, 1차 에너지 의존성을 낮추고, 신재생에너지 활용 효유을 높일 수 있으며, 전력 부하를 절감할 수 있다.

[0083] 즉, 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 1종 효용 흡수식 냉동기와 2종 흡수식 히트펌프의 조합에 따라 냉열과 온열을 동시 활용할 수 있는 사이클을 제공할 수 있다. 이때, 냉매의 유량과 분배비, 증발기의 배열온도를 제어함에 따라, 냉열과 온열의 수송열량을 변화시키는 것이 가능해진다.

[0084] 예를 들어, 낮에는 저온 폐열이 재생기(110)의 액상냉매-흡수제로 이루어진 용액에 제공되어, 흡수제에서 액상냉매를 제1증기냉매와 희용액으로 분리시킨다. 이후, 제1증기냉매는 응축기(120)에서 액상냉매로, 액상냉매는, 증발기와 흡수기를 거쳐 희용액에 의해 재 흡수되어 강용액을 생성한다. 그리고 강용액을 다시 재생기(110)로 공급하면, 제1증기냉매와 희용액으로 분리되어 상술한 사이클을 반복할 수 있다.

[0085] 이때, 응축기(120)에서 생성된 액상냉매는 냉매 저장탱크(410)에 저장되고, 필요시에 공급될 수 있다. 즉, 재생기(110)에서 강용액을 분리할 수 없을 정도로 열공급이 이루어지지 않더라도, 냉매 저장탱크(410)에 저장된 액상냉매를 공급하여 난방 및 냉방 효과를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 주간 및 야간에 연속운전이 가능해진다.

[0086] 이하, 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템에 따른 운전상태를 설명한다.

[0087] 도 2를 참조하면, 정상 운전은 평상시 구동되는 운전 모드로, 냉난방 수요처에 각각 냉난방 에너지를 공급하는 운전모드이다.

[0088] 도 3을 참조하면, 저장 운전은, 냉난방 수요처에 에너지가 모두 공급된 후, 남은 잉여 에너지를 상온에너지 농도차 형태로 저장하는 운전 모드이다. 저장 운전 과정에서는 재생기(110)로 공급되는 열 에너지를 이용하여 강용액 저장탱크(440)에 저장된 강용액을 재생기(110)에서 냉매와 희용액으로 분리함으로써 농도차 에너지 저장을 수행한다. 분리된 제1증기냉매는 응축기(120)에서 액상냉매로 응축된 후 냉매 저장탱크(410)에 저장된다. 또, 분리된 희용액은 희용액 열교환기(250) 및 희용액 팽창밸브(260)를 통과한 후 희용액 저장탱크(420)에 저장된다.

[0089] 도 4를 참조하면, 냉방 운전은, 저장탱크부에 저장된 에너지를 활용하여, 냉방에너지를 공급하는 운전모드이다. 냉방 운전모드에서, 저압증발기(220)는 공급되는 열량이 냉방 부하에 대응한다. 냉매 저장탱크(410)에 저장된 액상 냉매는 냉매 팽창밸브를 통과한 후 저압증발기(220)에서 증발하며 냉방 효과를 발생시킨다. 증발한 제2증기냉매는 저압흡수기(230)에서 희용액 저장탱크(420)로부터 공급된 희용액에 흡수되면서 중간용액으로 생성된다. 이때, 중간용액은 중간용액 저장탱크(430)에 저장된다.

[0090] 도 5를 참조하면, 난방 운전은, 저장탱크부에 저장된 에너지를 활용하여, 난방에너지를 공급하는 운전모드이다. 난방 운전모드에서, 고압흡수기(330)에서 방출되는 열량이 난방 부하에 대응한다. 냉매 저장탱크(410)에 저장된 액상냉매는 냉매이송펌프(310)를 통과한 후 고압증발기(320)에서 증발한다. 그리고 중간용액 저장탱크(430)에서 공급된 중간용액은 용액이송펌프(240)와 희용액 열교환기(250), 강용액 열교환기(340)를 차례대로 통과한 후 고압흡수기(330)에서 제3증기냉매를 흡수하여 강용액을 형성하면서 열을 방출함으로써 난방 효과를 발생시킨다. 이때, 강용액은 강용액 열교환기(340)와 강용액 팽창밸브(350)를 통과한 후 강용액 저장탱크(440)에 저장된다.

[0091] 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은 상술한 운전 모드들 중 하나의 운전 모드 또는 여러 운전 모드를 동시에 구동함으로써, 동시 냉난방 및 에너지 저장을 할 수 있다.

[0092] 여기서, 저장탱크부의 저장탱크는 KS B 6750 표준을 따라 설계될 수 있다. 동체 외경 400㎜, 설계길이 1000㎜, 작동 온도는 40℃이며, 두께는 2T로 설계된다. KS B 6750의 설계기준 중, 외압을 받는 동체의 경우를 적용할 수 있으며, 재질은 기계구조용 탄소강 등으로 구성될 수 있다. 저장 탱크는, 이온성 용매에 부식 방지용 첨가제를

혼합함으로써, 부식을 방지할 수도 있다.

[0093] 이에 따라, KS B 6271 표준에 따른 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템의 운전 예시는 아래와 같다.

[0094] 도 6 및 도 7을 참조하면, 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 95℃의 열원을 재생기(110)에 입열원으로 사용시, 저압흡수기(230) 입구로 32℃의 냉각수가 공급되게 되며, 저압흡수기(230) 출구로 39.23℃로 토출되게 된다. 이는 다시 응축기(120)를 거쳐 47℃로 승온되고, 고압흡수기(330)를 거쳐 60℃의 열수로써 수요처에 공급되게 된다.

[0095] 또한, 저압증발기(220) 입구로 공급된 12℃의 냉수는 저압증발기(220)를 거쳐 7℃의 냉수로써 수요처에 공급되게 된다.

[0096] 상술한 운전 예시는, KB B 6271인 흡수식 냉동기 설계 기준에 따라 운전 구동된 예시이며, 80℃~100℃의 중저온 폐열 뿐 아니라, 그 이상의 온도의 열원(가스 직화 등)을 통해서도 구동 가능하다.

[0097] 또한, 본 발명의 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 신재생에너지를 활용하는 제로에너지 건물 등 주거/비주거 건물뿐만 아니라 연료전지발전소 등 산업 분야에도 적용될 수 있음은 자명하다.

[0098] 본 발명에 따른 흡수식 에너지 저장 및 냉난방 동시 활용 시스템은, 냉매 분배 비율에 따라 그 성능을 제어할 수 있다. 도 8은, 냉매 분배 비율에 따라 난방성능계수(COP_h), 냉방성능계수(COPc) 그리고 전체성능계수(COP_{total})을 도시한 도면이다.

[0099] - 난방성능계수(COP_h) : $\frac{Q_{a,H}}{Q_g}$

[0100] - 냉방성능계수(COP_c) : $\frac{Q_{a,L}}{Q_g}$

[0101] - 전체성능계수(COP_{total}) : COP_h+COP_c

[0103] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다. 더불어, 상술하는 과정에서 기술된 구성의 작동순서는 반드시 시계열적인 순서대로 수행될 필요는 없으며, 각 구성 및 단계의 수행 순서가 바뀌어도 본 발명의 요지를 충족한다면 이러한 과정은 본 발명의 권리범위에 속할 수 있음은 물론이다.

부호의 설명

[0105] 110 : 재생기 120 : 응축기

210 : 냉매팽창밸브 220 : 저압증발기

230 : 저압흡수기 240 : 용액이송펌프

250 : 희용액 열교환기 260 : 희용액 팽창밸브

310 : 냉매이송펌프 320 : 고압증발기

330 : 고압흡수기 340 : 강용액 열교환기

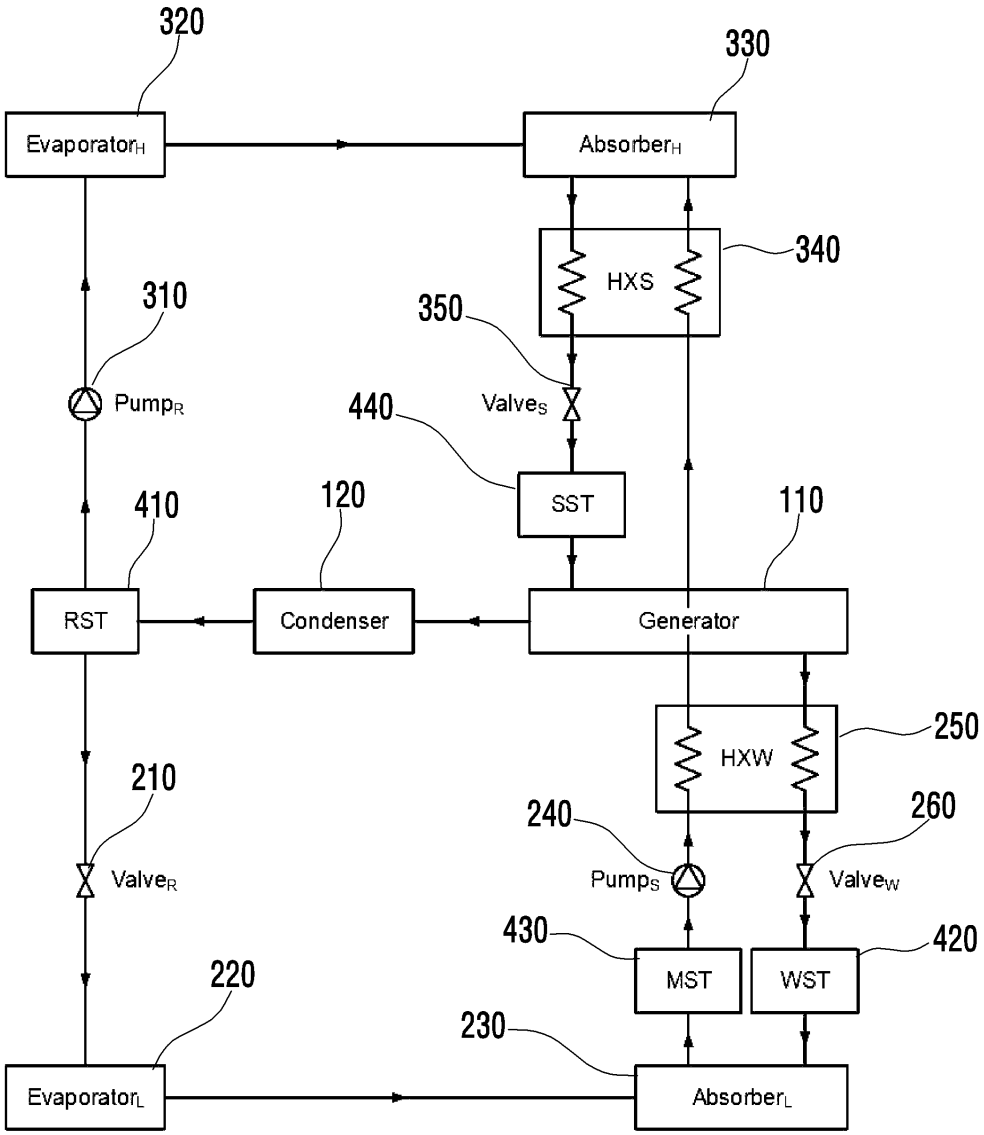
350 : 강용액 팽창밸브 410 : 냉매 저장탱크

420 : 희용액 저장탱크 430 : 중간용액 저장탱크

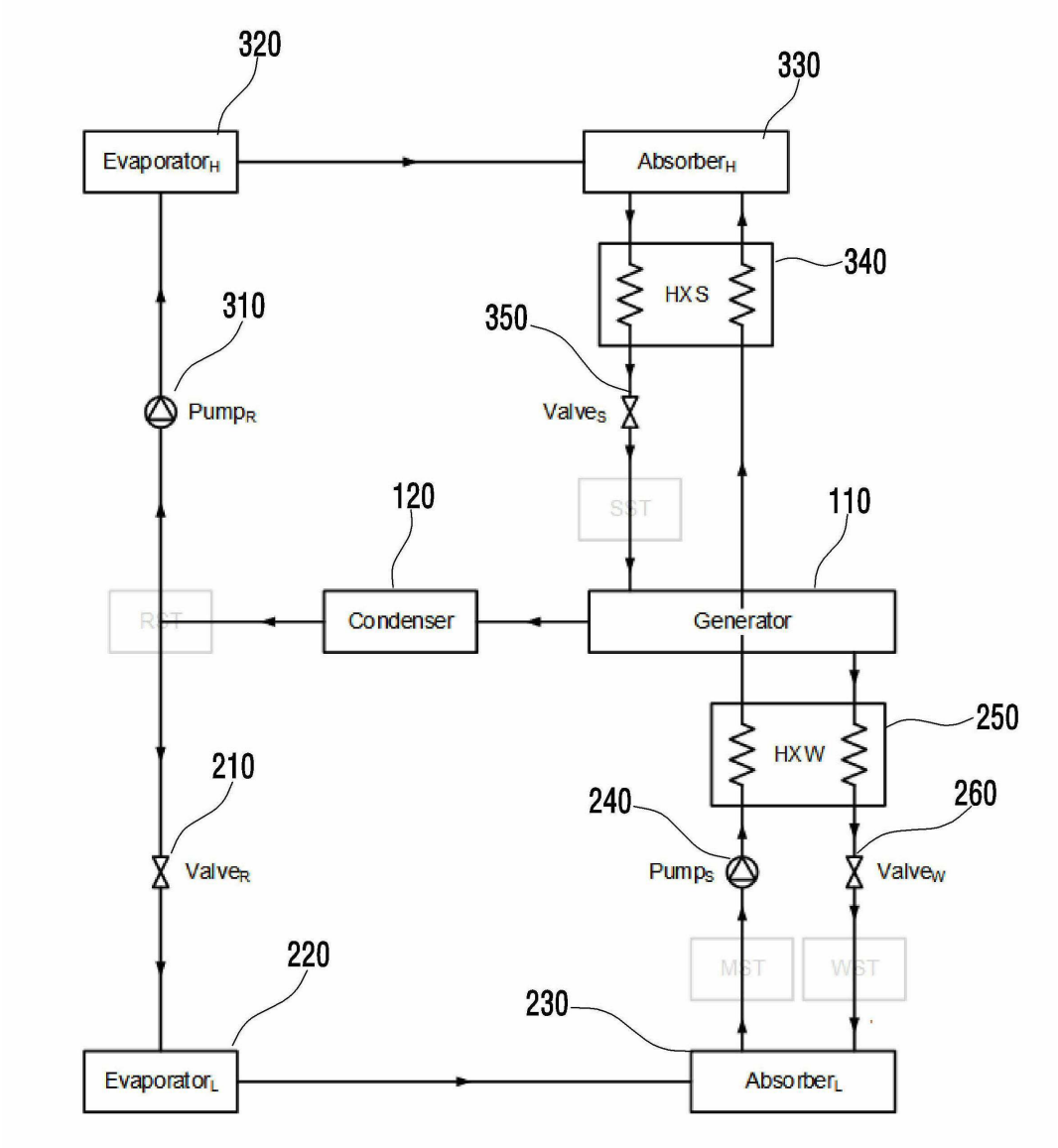
440 : 강용액 저장탱크

도면

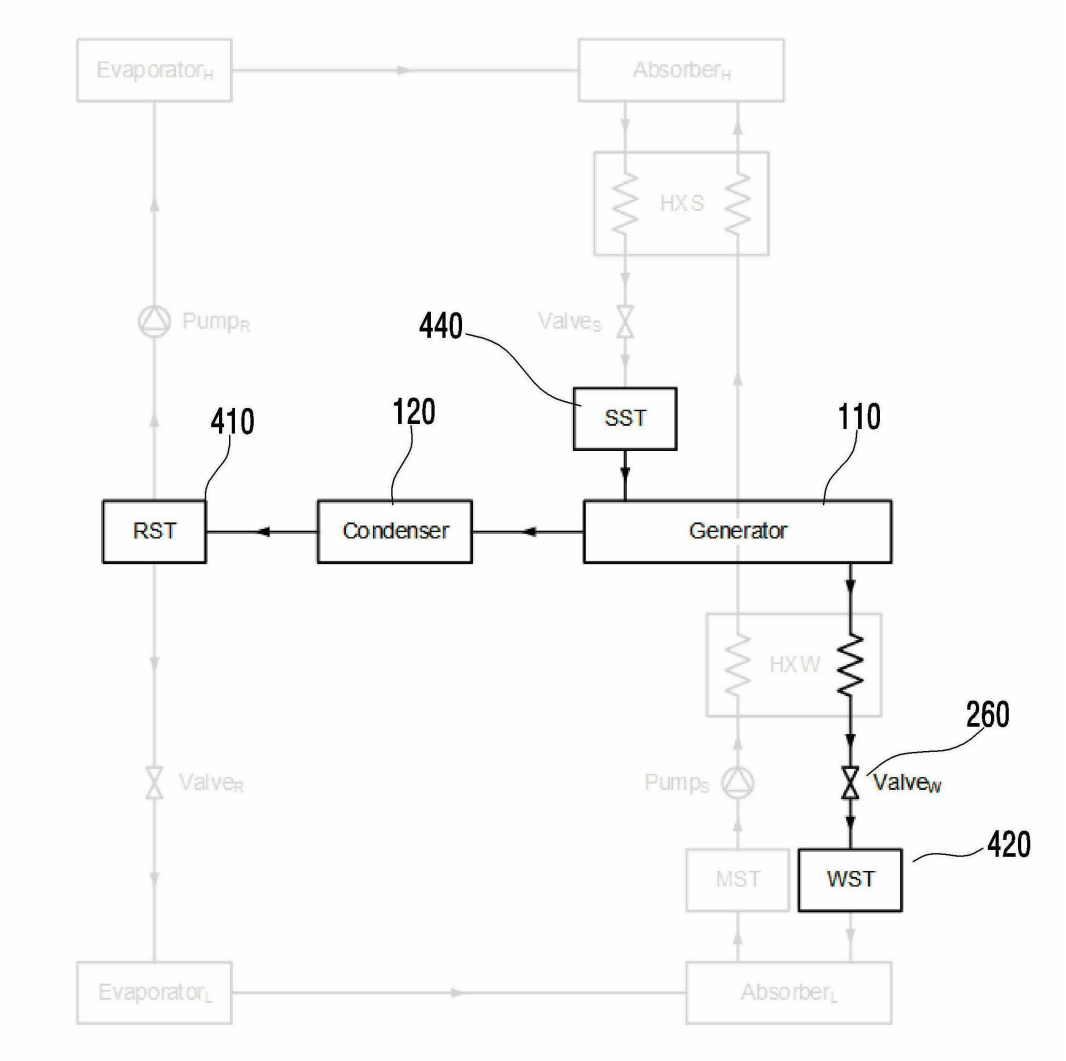
도면1



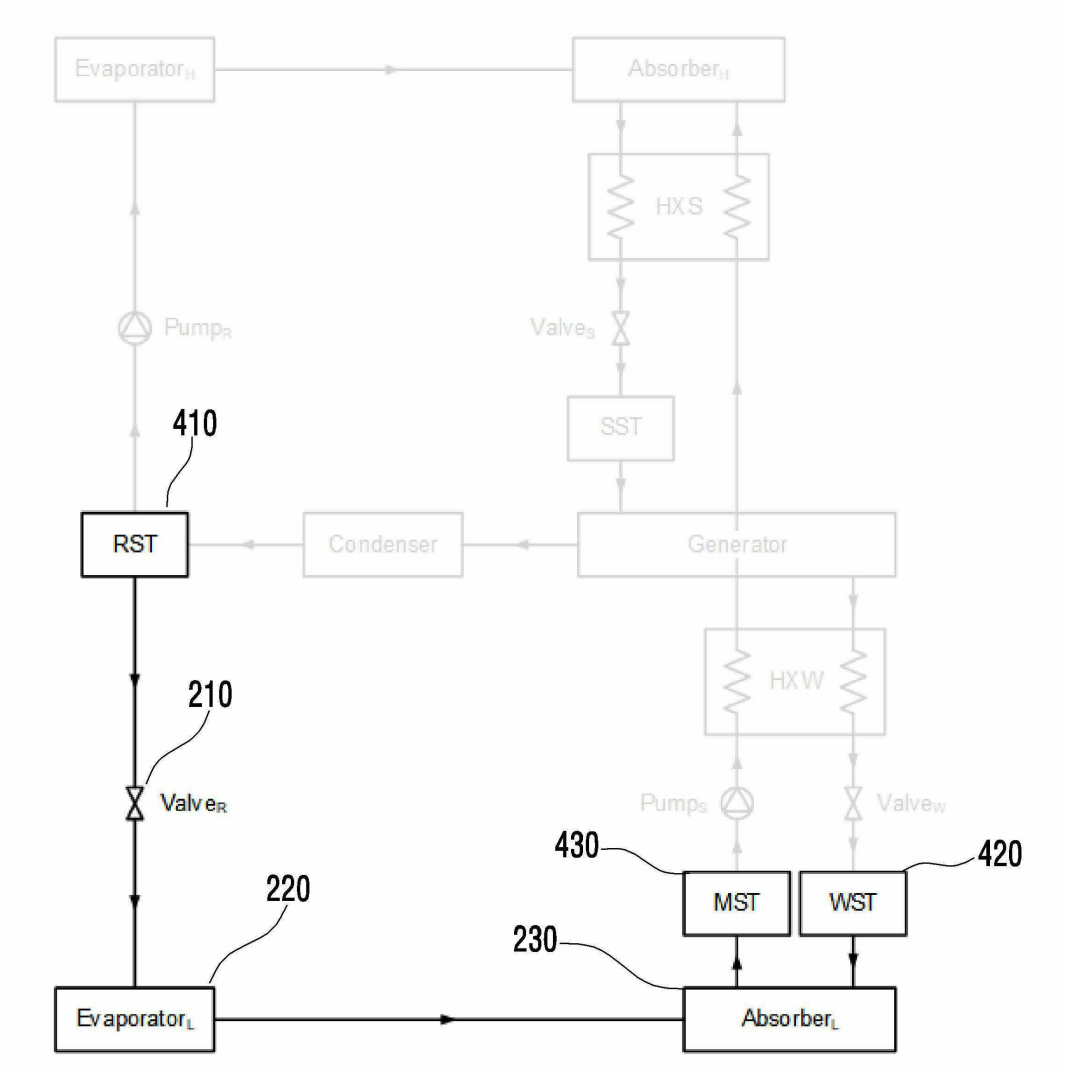
도면2


320
330
Evaporator$_H$
Absorber$_H$
340
HXS
310
350
Pump$_R$
Valve$_S$
SST
120
110
RST
Condenser
Generator
250
HXW
210
240
260
Valve$_R$
Pump$_S$
Valve$_W$
MST
WST
220
230
Evaporator$_L$
Absorber$_L$

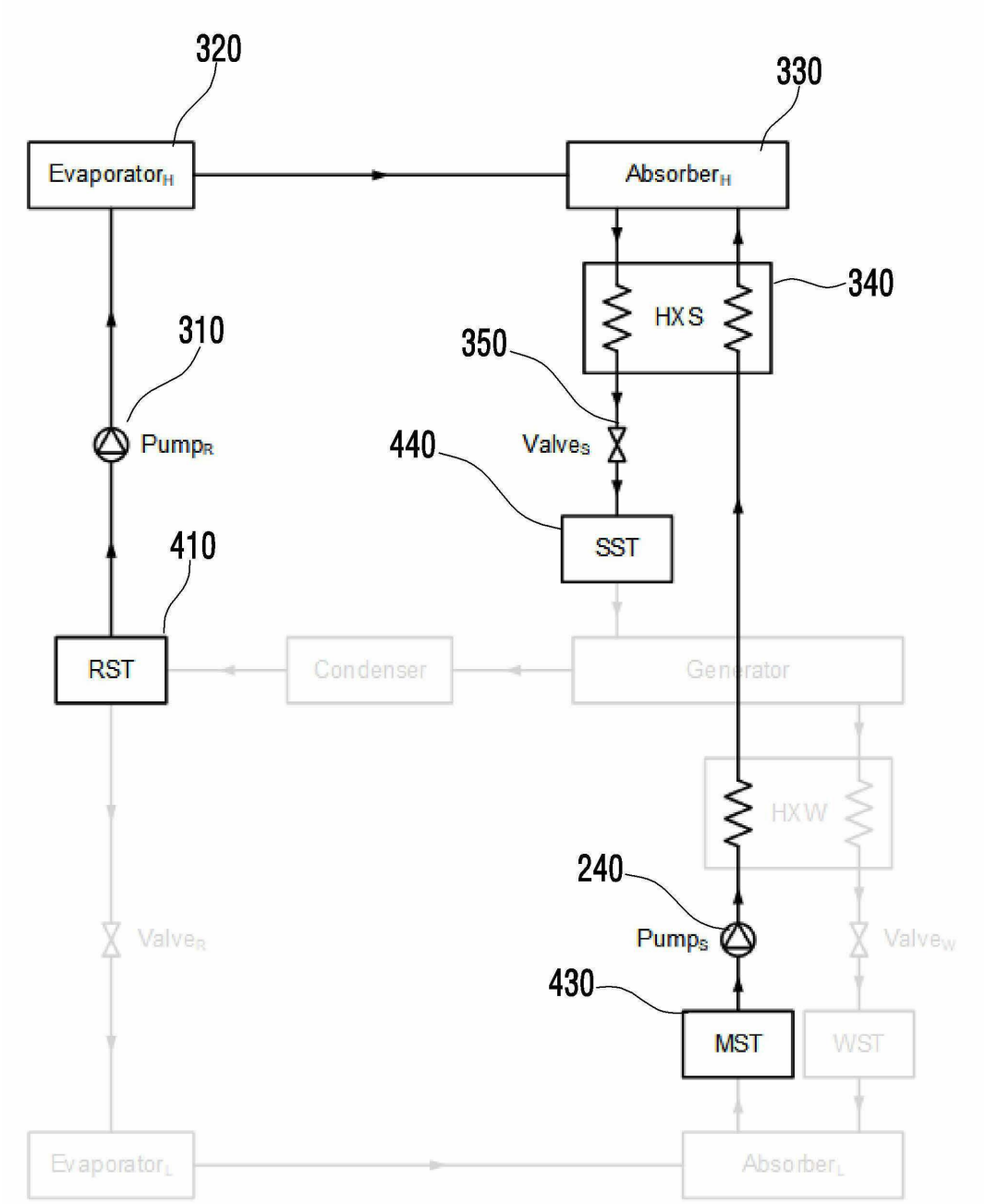
도면3


Evaporator$_H$
Absorber$_H$
HXS
Pump$_R$
Valve$_S$
440
SST
410
120
110
RST
Condenser
Generator
HXW
260
Valve$_R$
Pump$_S$
Valve$_W$
420
MST
WST
Evaporator$_L$
Absorber$_L$

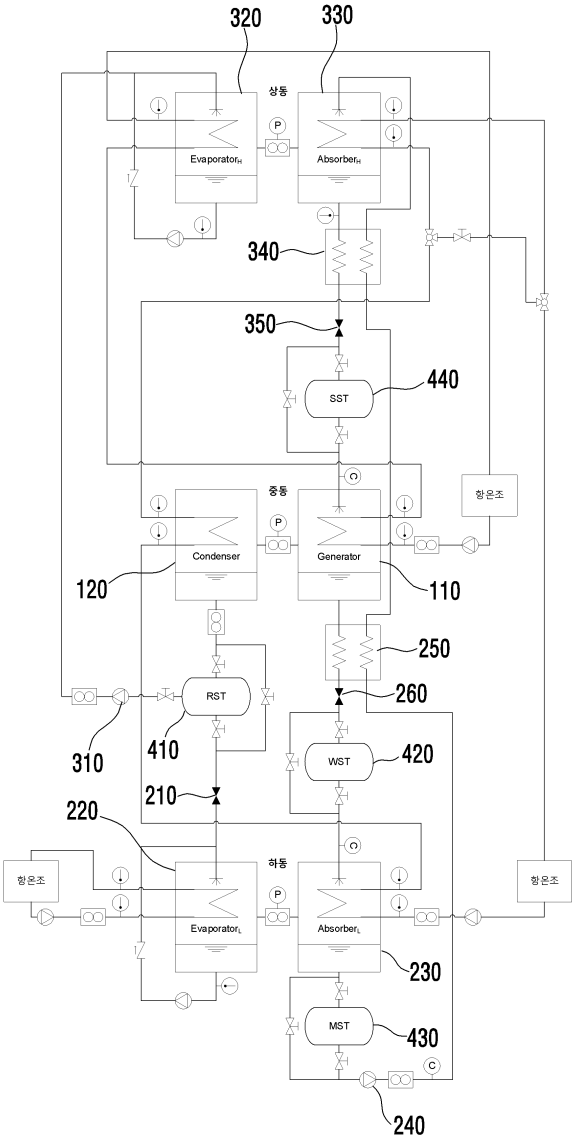
도면4


Evaporator$_H$
Absorber$_H$
HXS
Pump$_R$
Valve$_S$
SST
410
RST
Condenser
Generator
HXW
210
Valve$_R$
Pump$_S$
Valve$_W$
430
420
MST
WST
220
230
Evaporator$_L$
Absorber$_L$

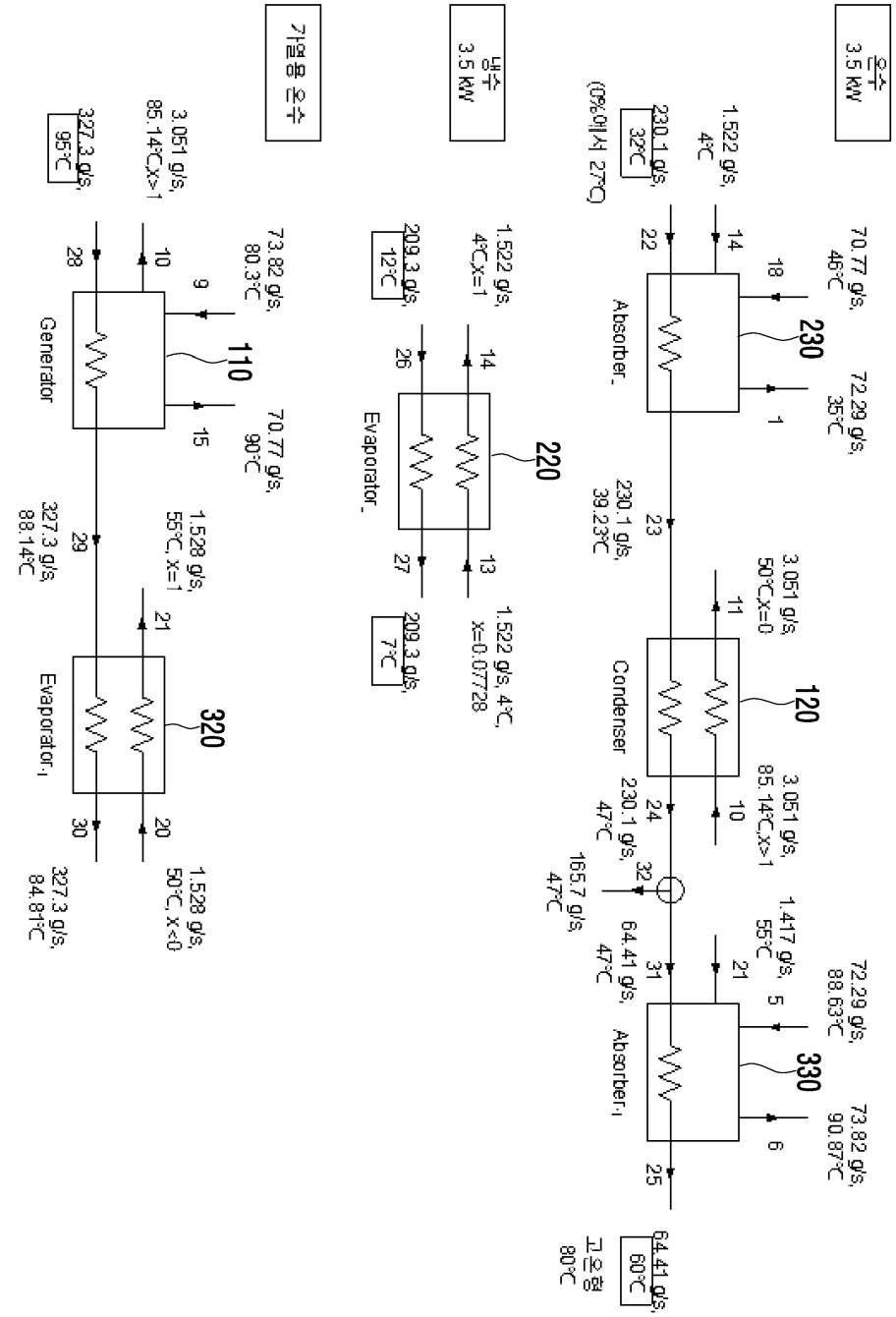
도면5


320
330
Evaporator$_H$
Absorber$_H$
340
HXS
310
350
Pump$_R$
440
Valve$_S$
410
SST
RST
Condenser
Generator
HXW
240
Valve$_R$
Pump$_S$
Valve$_W$
430
MST
WST
Evaporator$_L$
Absorber$_L$

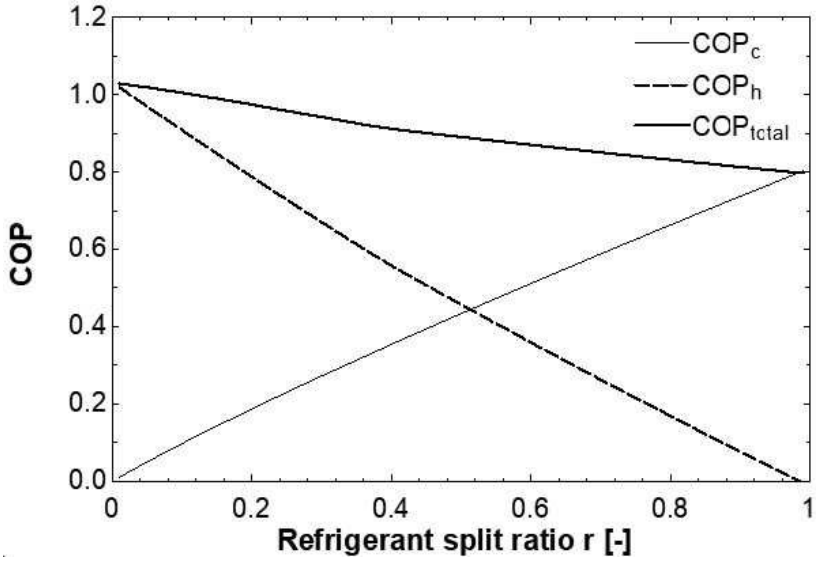
도면6


320
330
상동
Evaporator$_H$
Absorber$_H$
340
350
SST
440
중동
항온조
Condenser
Generator
120
110
250
RST
260
310
410
WST
420
210
220
하동
항온조
항온조
Evaporator$_L$
Absorber$_L$
230
MST
430
240

도면7


온수
3.5 kW
냉수
3.5 kW
가열용 온수
230
220
120
110
330
320
Absorber
Evaporator
Condenser
Generator
Absorber1
Evaporator1
70.77 g/s, 46℃
72.29 g/s, 35℃
1.522 g/s, 4℃
230.1 g/s, 32℃
(0%에서 27℃)
230.1 g/s, 39.23℃
3.051 g/s, 50℃,x=0
3.051 g/s, 85.14℃,x>1
230.1 g/s, 47℃
165.7 g/s, 47℃
1.417 g/s, 55℃
72.29 g/s, 88.63℃
73.82 g/s, 90.87℃
64.41 g/s, 60℃
고온탕 80℃
64.41 g/s, 47℃
1.522 g/s, 4℃,x=1
209.3 g/s, 12℃
209.3 g/s, 7℃
1.522 g/s, 4℃, x=0.07728
73.82 g/s, 80.3℃
70.77 g/s, 90℃
3.051 g/s, 85.14℃,x>1
327.3 g/s, 95℃
327.3 g/s, 88.14℃
1.528 g/s, 55℃, x=1
1.528 g/s, 50℃, x<0
327.3 g/s, 84.81℃

도면8


1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
COP
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
Refrigerant split ratio r [-]
COPc
COPh
COPtctal