



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0086496
(43) 공개일자 2017년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F24F 3/14 (2006.01) F24F 1/00 (2011.01)
F25B 13/00 (2006.01) F25B 25/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F24F 3/1417 (2013.01)
F24F 1/0003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7012729
(22) 출원일자(국제) 2015년11월23일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년05월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/062117
(87) 국제공개번호 WO 2016/081933
국제공개일자 2016년05월26일
(30) 우선권주장
62/082,753 2014년11월21일 미국(US)

(71) 출원인
7에이씨 테크놀로지스, 아이엔씨.
미국 메사추세츠 01915 베버리 스위트 265주 커밍스 센터 100
(72) 발명자
벤더메울렌, 피터, 에프.
미국 메사추세츠 01915 베버리 스위트 265주 100 커밍스 센터 7 에이씨 테크놀로지스 아이엔씨 내
(74) 대리인
특허법인 무한

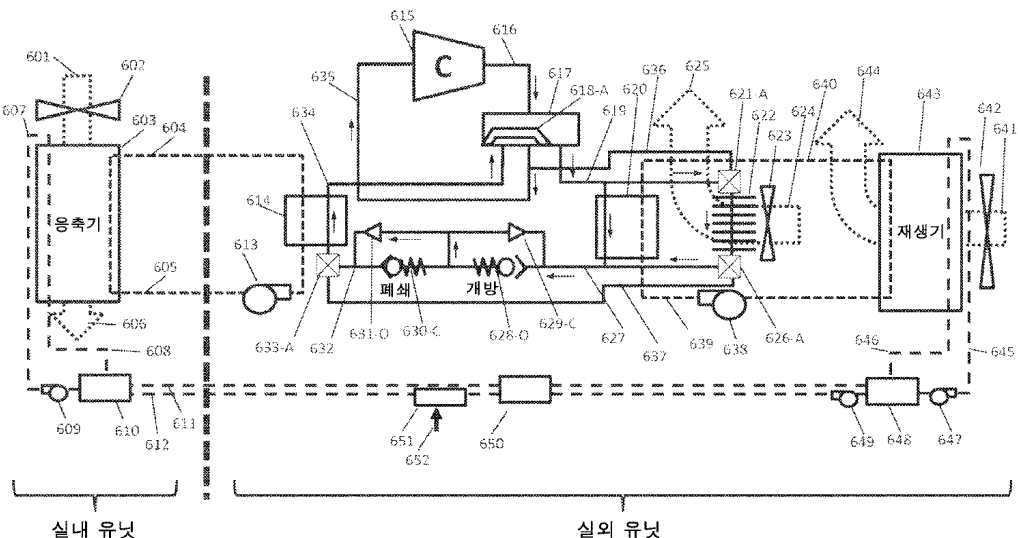
전체 청구항 수 : 총 56 항

(54) 발명의 명칭 미나-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화를 위한 방법 및 시스템

(57) 요약

빌딩의 공간 안으로 유동되는 공기 흐름을 처리하기 위한 스플릿(split) 액체 데시컨트 공기 조화 시스템이 개시된다. 스플릿 액체 데시컨트 공기-조화 시스템은, 시스템이 냉각 및 제습을 제공하는 따뜻한 날씨 동작 모드에서 동작과, 시스템이 가열되고 제습된 공기를 공간에 제공하는 모드로 뿐만 아니라, 시스템이 가열 및 가습을 제공하는 저온 날씨 동작 모드 사이에서 전환가능하다.

대표도



(52) CPC특허분류

F25B 13/00 (2013.01)

F25B 25/005 (2013.01)

F24F 2003/1435 (2013.01)

F24F 2003/1458 (2013.01)

F25B 2313/02732 (2013.01)

F25B 2313/02741 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

냉각 및 제습 모드, 가열 및 가습 모드, 및/또는 가열 및 제습 모드에서 동작가능한 액체 데시컨트 공기-조화 시스템에 있어서,

조화기를 통해서 유동되고 그리고 공간에 제공되는 제1 공기 흐름을 처리하기 위한 상기 조화기로서, 상기 냉각 및 제습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 냉각하고 제습하기 위해서, 상기 가열 및 가습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 가열하고 가습하기 위해서, 그리고 상기 가열 및 제습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 가열하고 제습하기 위해서 열 전달 유체 및 액체 데시컨트를 사용하는, 상기 조화기;

상기 액체 데시컨트가 재생기와 상기 조화기 사이에서 순환될 수 있도록 상기 조화기에 연결되는 상기 재생기로서, 상기 냉각 및 제습 모드에서 그리고 상기 가열 및 제습 모드에서 상기 액체 데시컨트가 수증기를 제2 공기 흐름에 탈리(desorb)하도록 하고, 그리고 상기 가열 및 가습 모드에서 상기 액체 데시컨트가 상기 제2 공기 흐름으로부터 수증기를 흡수하도록 하는, 상기 재생기;

적어도 하나의 압축기, 냉매를 프로세스하기 위한 적어도 하나의 팽창 밸브, 및 상기 냉매와 제3 공기 흐름 사이에서 열 교환을 하기 위한 냉매-대-공기 열 교환기를 포함하는 냉매 시스템;

상기 냉매 시스템에 의해서 가열되거나 또는 냉각되는 상기 냉매와 상기 조화기 내에서 사용되는 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하기 위한, 상기 조화기 및 상기 냉매 시스템에 연결되는 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기;

상기 냉매 시스템에 의해서 가열되거나 또는 냉각되는 상기 냉매와 상기 재생기 내에서 사용되는 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하기 위한, 상기 재생기 및 상기 냉매 시스템에 연결되는 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기; 및

상기 공기-조화 시스템의 주어진 동작 모드에 따라서 상기 적어도 하나의 압축기, 상기 적어도 하나의 팽창 밸브, 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기, 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기, 및 상기 냉매-대-공기 열 교환기 간에 상기 냉매의 유동을 선택적으로 제어하기 위한 밸브 시스템을 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 냉각 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 냉매 시스템 내의 상기 냉매를 상기 압축기로부터 직렬 또는 병렬인 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기와 상기 냉매-대-공기 열 교환기로, 상기 적어도 하나의 팽창 밸브로, 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기로, 그리고 다시 상기 압축기로 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 가열 및 가습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 냉매 시스템 내의 상기 냉매를 상기 압축기로부터 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기로, 상기 적어도 하나의 팽창 밸브로, 직렬 또는 병렬인 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기와 상기 냉매-대-공기 열 교환기로, 그리고 다시 상기 압축기로 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 가열 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 냉매 시스템 내의 상기 냉매를 상기 압축기로부터 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기로, 상기 적어도 하나의 팽창 밸브로, 상기 냉매-대-공기 열 교환기로, 그리고 다시 상기 압축기로 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 가열 및 제습 모드에서, 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기는 비활성이고 그리고 상기 제1 공기 흐름은 따뜻하고 건조한 공기가 상기 조화기에 의해서 산출되도록 상기 조화기에서 단열적으로 제습되는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 액체 데시칸트 공기-조화 시스템은 상기 냉각 및 제습 모드, 상기 가열 및 가습 모드, 및 상기 가열 및 제습 모드의 각각에서 동작가능한, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 공기-조화 시스템은, 상기 조화기가 실내 유닛을 포함하고, 그리고 상기 재생기 및 상기 냉매 시스템은 실외 유닛인 미니-스플릿(mini-split) 시스템인, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 조화기는 실질적으로 수직 방향으로 배열된 복수의 구조체를 포함하고, 각각의 구조체는 적어도 하나의 표면을 갖고, 상기 액체 데시칸트는 상기 표면을 가로질러 유동될 수 있으며, 상기 제1 공기 흐름은, 상기 액체 데시칸트가 동작의 상기 모드에 의존하여 상기 제1 공기 흐름을 제습하거나 또는 가습하도록 상기 구조체들 사이로 유동되고, 각각의 구조체는 상기 적어도 하나의 표면의 하측 단부에, 상기 구조체의 상기 적어도 하나의 표면을 가로질러 유동된 액체 데시칸트를 수집하기 위한 데시칸트 수집기를 더 포함하는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 복수의 구조체의 각각은 상기 열 전달 유체가 유동될 수 있는 통로를 포함하는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 10

청구항 8에 있어서, 상기 액체 데시칸트와 상기 제1 공기 흐름 사이의 각각의 구조체의 상기 적어도 하나의 표면에 근접하게 위치되는 재료의 시트를 더 포함하며, 상기 재료의 시트는 상기 액체 데시칸트를 상기 구조체의 상기 데시칸트 수집기 안으로 안내하고, 상기 액체 데시칸트와 상기 제1 공기 흐름 사이에서 수증기의 전달을 허용하는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 11

청구항 1에 있어서, 상기 재생기는 실질적으로 수직 방향으로 배열된 복수의 구조체를 포함하고, 각각의 구조체는 적어도 하나의 표면을 갖고, 상기 액체 데시칸트는 상기 표면을 가로질러 유동될 수 있으며, 상기 제2 공기 흐름은, 상기 액체 데시칸트가 동작의 상기 모드에 의존하여 상기 제3 공기 흐름을 제습하거나 또는 가습하도록 상기 구조체들 사이로 유동되고, 각각의 구조체는 상기 적어도 하나의 표면의 하측 단부에, 상기 구조체의 상기 적어도 하나의 표면을 가로질러 유동된 액체 데시칸트를 수집하기 위한 데시칸트 수집기를 더 포함하는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 복수의 구조체의 각각은 상기 열 전달 유체가 유동될 수 있는 통로를 포함하는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 13

청구항 11에 있어서, 상기 액체 데시칸트와 상기 제3 공기 흐름 사이의 각각의 구조체의 상기 적어도 하나의 표면에 근접하게 위치되는 재료의 시트를 더 포함하며, 상기 재료의 시트는 상기 액체 데시칸트를 상기 구조체의 상기 데시칸트 수집기 안으로 안내하고, 상기 액체 데시칸트와 상기 제3 공기 흐름 사이에서 수증기의 전달을 허용하는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템.

청구항 14

청구항 1에 있어서, 상기 조화기로부터 상기 재생기로 유동되는 상기 액체 데시칸트와 상기 재생기로부터 상기

조화기로 유동되는 상기 액체 데시컨트 사이에서 열을 교환하기 위한 액체 데시컨트-대-액체 데시컨트 열 교환기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 15

청구항 1에 있어서, 상기 액체 데시컨트의 과농축을 방지하게끔 상기 액체 데시컨트에 물을 추가하기 위한 물 주입 모듈을 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 16

청구항 1에 있어서, 상기 밸브 시스템은 하나의 4-방향 밸브, 3개의 3-방향 밸브 및 2개의 유동 제어기를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 17

청구항 1에 있어서, 상기 밸브 시스템은 2개의 엇갈림식(staggered) 4-방향 밸브를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 18

청구항 1에 있어서, 상기 조화기를 나간 후 상기 제1 공기 흐름의 추가적인 현열 냉각(sensible cooling)을 제공하기 위한 간접 증발식 냉각기(indirect evaporative cooler)를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 19

냉각 및 제습 모드, 가열 및 가습 모드, 및/또는 가열 및 제습 모드에서 동작가능한 액체 데시컨트 공기-조화 시스템에 있어서,

조화기를 통해서 유동되고 그리고 공간에 제공되는 제1 공기 흐름을 처리하기 위한 상기 조화기로서, 상기 냉각 및 제습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 냉각하고 제습하기 위해서, 상기 가열 및 가습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 가열하고 가습하기 위해서, 그리고 상기 가열 및 제습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 가열하고 제습하기 위해서 열 전달 유체 및 액체 데시컨트를 사용하는, 상기 조화기;

상기 액체 데시컨트가 재생기와 상기 조화기 사이에서 순환될 수 있도록 상기 조화기에 연결되는 상기 재생기로서, 상기 냉각 및 제습 모드에서 그리고 상기 가열 및 제습 모드에서 상기 액체 데시컨트가 수증기를 제2 공기 흐름에 탈리하도록 하고, 그리고 상기 가열 및 가습 모드에서 상기 액체 데시컨트가 상기 제2 공기 흐름으로부터 수증기를 흡수하도록 하는, 상기 재생기;

압축기 및 냉매를 프로세싱하는 적어도 하나의 팽창 밸브를 포함하는 냉매 시스템;

상기 냉매 시스템에 의해서 가열되거나 또는 냉각되는 상기 냉매와 상기 조화기 내에서 사용되는 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하기 위한, 상기 조화기 및 상기 냉매 시스템에 연결되는 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기;

상기 냉매 시스템에 의해서 가열되거나 또는 냉각되는 상기 냉매와 상기 재생기 내에서 사용되는 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하기 위한, 상기 재생기 및 상기 냉매 시스템에 연결되는 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기;

상기 공기-조화 시스템이 상기 냉각 및 제습 모드 또는 상기 가열 및 가습 모드에서 동작될 때 제3 공기 흐름과 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하기 위한 열 전달 유체-대-공기 열 교환기로서, 상기 공기-조화 시스템이 상기 가열 및 제습 모드에서 동작될 때 상기 제3 공기 흐름과 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기에서 유동되는 상기 열 전달 유체 사이에서 열을 교환하기 위해 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기에 또한 연결되는, 상기 열 전달 유체-대-공기 열 교환기; 및

상기 공기-조화 시스템의 주어진 동작 모드에 따라서 상기 조화기, 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기, 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기, 상기 열 전달 유체-대-공기 열 교환기, 및 상기 재생기간에 열 전달 유체의 유동을 선택적으로 제어하기 위한 밸브 시스템을 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 20

청구항 19에 있어서, 상기 냉각 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 상기 조화기와 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기 사이에 지향시키고, 그리고 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 직렬 또는 병렬인 상기 열 전달 유체-대-공기 열 교환기와 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기와 상기 재생기 사이에 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 21

청구항 19에 있어서, 상기 가열 및 가습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 상기 조화기와 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기 사이에 지향시키고, 그리고 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 직렬 또는 병렬인 상기 열 전달 유체-대-공기 열 교환기와 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기와 상기 재생기 사이에 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 22

청구항 19에 있어서, 상기 가열 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 조화기를 위한 상기 열 전달 유체를 상기 제1 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기와 상기 열 전달 유체-대-공기 열 교환기 사이에 지향시키고, 그리고 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 상기 제2 냉매-대-열 전달 유체 열 교환기와 상기 재생기 사이에 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 23

청구항 22에 있어서, 상기 가열 및 제습 모드에서, 열 전달 유체가 상기 조화기에서 사용되지 않고, 그리고 상기 제1 공기 흐름은 따뜻하고 건조한 공기가 상기 조화기에 의해 산출되도록 상기 조화기에서 단열적으로 제습되는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 24

청구항 19에 있어서, 상기 액체 데시컨트 공기-조화 시스템은 상기 냉각 및 제습 모드, 상기 가열 및 가습 모드, 및 상기 가열 및 제습 모드의 각각에서 선택적으로 동작가능한, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 25

청구항 19에 있어서, 상기 공기-조화 시스템은, 상기 조화기가 실내 유닛을 포함하고, 그리고 상기 재생기 및 상기 냉매 시스템은 실외 유닛인 미니-스플릿 시스템인, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 26

청구항 19에 있어서, 상기 조화기는 실질적으로 수직 배향으로 배열된 복수의 구조체를 포함하고, 각각의 구조체는 적어도 하나의 표면을 갖고, 상기 액체 데시컨트는 상기 표면을 가로질러 유동될 수 있으며, 상기 제1 공기 흐름은, 상기 액체 데시컨트가 동작의 상기 모드에 의존하여 상기 제1 공기 흐름을 제습하거나 또는 가습하도록 상기 구조체들 사이로 유동되고, 각각의 구조체는 상기 적어도 하나의 표면의 하측 단부에, 상기 구조체의 상기 적어도 하나의 표면을 가로질러 유동된 액체 데시컨트를 수집하기 위한 데시컨트 수집기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 27

청구항 26에 있어서, 상기 복수의 구조체의 각각은 상기 열 전달 유체가 유동될 수 있는 통로를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 28

청구항 26에 있어서, 상기 액체 데시컨트와 상기 제1 공기 흐름 사이의 각각의 구조체의 상기 적어도 하나의 표면에 근접하게 위치되는 재료의 시트를 더 포함하며, 상기 재료의 시트는 상기 액체 데시컨트를 상기 구조체의 상기 데시컨트 수집기 안으로 안내하고, 상기 액체 데시컨트와 상기 제1 공기 흐름 사이에서 수증기의 전달을 하여하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 29

청구항 19에 있어서, 상기 재생기는 실질적으로 수직 배향으로 배열된 복수의 구조체를 포함하고, 각각의 구조체는 적어도 하나의 표면을 갖고, 상기 액체 데시컨트는 상기 표면을 가로질러 유동될 수 있으며, 상기 제2 공기 흐름은, 상기 액체 데시컨트가 동작의 상기 모드에 의존하여 상기 제2 공기 흐름을 제습하거나 또는 가습하도록 상기 구조체들 사이로 유동되고, 각각의 구조체는 상기 적어도 하나의 표면의 하측 단부에, 상기 구조체의 상기 적어도 하나의 표면을 가로질러 유동된 액체 데시컨트를 수집하기 위한 데시컨트 수집기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 30

청구항 29에 있어서, 상기 복수의 구조체의 각각은 상기 열 전달 유체가 유동될 수 있는 통로를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 31

청구항 29에 있어서, 상기 액체 데시컨트와 상기 제2 공기 흐름 사이의 각각의 구조체의 상기 적어도 하나의 표면에 근접하게 위치되는 재료의 시트를 더 포함하며, 상기 재료의 시트는 상기 액체 데시컨트를 상기 구조체의 상기 데시컨트 수집기 안으로 안내하고, 상기 액체 데시컨트와 상기 제2 공기 흐름 사이에서 수증기의 전달을 하여하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 32

청구항 19에 있어서, 상기 조화기로부터 상기 재생기로 유동되는 상기 액체 데시컨트와 상기 재생기로부터 상기 조화기로 유동되는 상기 액체 데시컨트 사이에서 열을 교환하기 위한 액체 데시컨트-대-액체 데시컨트 열 교환기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 33

청구항 19에 있어서, 상기 액체 데시컨트의 과농축을 방지하게끔 상기 액체 데시컨트에 물을 추가하기 위한 물 주입 시스템을 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 34

청구항 19에 있어서, 상기 밸브 시스템은 하나의 4-방향 밸브, 4개의 3-방향 밸브 및 2개의 유동 제어기를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 35

청구항 19에 있어서, 상기 조화기를 나간 후 상기 제1 공기 흐름의 추가적인 현열 냉각을 제공하기 위한 간접 증발식 냉각기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 36

냉각 및 제습 모드, 가열 및 가습 모드, 및/또는 가열 및 제습 모드에서 동작가능한 액체 데시컨트 공기-조화 시스템에 있어서,

조화기를 통해서 유동되고 그리고 공간에 제공되는 제1 공기 흐름을 처리하기 위한 상기 조화기로서, 상기 냉각 및 제습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 냉각하고 제습하기 위해서, 상기 가열 및 가습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 가열하고 가습하기 위해서, 그리고 상기 가열 및 제습 모드에서 상기 제1 공기 흐름을 가열하고 제습하기 위해서 열 전달 유체 및 액체 데시컨트를 사용하는, 상기 조화기;

상기 액체 데시컨트가 재생기와 상기 조화기 사이에서 순환될 수 있도록 상기 조화기에 연결되는 상기 재생기로서, 상기 냉각 및 제습 모드에서 그리고 상기 가열 및 제습 모드에서 상기 액체 데시컨트가 수증기를 제2 공기 흐름에 탈리하도록 하고, 그리고 상기 가열 및 가습 모드에서 상기 액체 데시컨트가 상기 제2 공기 흐름으로부터 수증기를 흡수하도록 하는, 상기 재생기;

가열 장치 및 냉각 장치를 포함하는 가열 및 냉각 시스템; 및

상기 열 전달 유체가 상기 가열 장치에 의해서 선택적으로 가열되거나 또는 상기 냉각 장치에 의해서 냉각되도록 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체의 유동을 제어하기 위한, 그리고 상기 열 전달 유체가 상기 가열 장치에 의해서 선택적으로 가열되도록 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체의 유동을 제어하기 위한 밸브 시스템을 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 37

청구항 36에 있어서, 상기 냉각 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 열 전달 유체가 상기 냉각 장치에 의해서 냉각되도록 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 지향시키고, 그리고 상기 열 전달 유체가 상기 가열 장치에 의해서 가열되도록 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 38

청구항 36에 있어서, 상기 가열 및 가습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 열 전달 유체가 상기 가열 장치에 의해서 가열되도록 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 지향시키고, 그리고 상기 가열 장치는 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 가열하지 않는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 39

청구항 36에 있어서, 상기 가열 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 열 전달 유체가 상기 가열 장치에 의해서 가열되도록 상기 조화기를 위한 열 전달 유체를 지향시키고, 그리고 상기 열 전달 유체가 상기 가열 장치에 의해서 가열되도록 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 지향시키는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 40

청구항 36에 있어서, 상기 냉각 장치는 냉각 타워, 증발식 냉각기, 또는 지열(geothermal) 열 교환기를 포함하는 지열 루프를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 41

청구항 36에 있어서, 상기 냉각 장치는, 실질적으로 수직 배향으로 배열되는 복수의 구조체를 포함하는 증발식 냉각기를 포함하며, 각각의 구조체는 증발을 위한 물이 가로질러 유동될 수 있는 적어도 하나의 표면을 갖고, 제3 공기 흐름은 상기 증발을 위한 물이 상기 제3 공기 흐름을 가습하도록 상기 구조체들 사이로 유동되며, 그리고 재료의 시트가 상기 증발을 위한 물과 상기 제3 공기 흐름 사이에 각각의 구조체의 상기 적어도 하나의 표면에 근접하게 위치되고, 상기 재료의 시트는 상기 증발을 위한 물로부터 상기 제3 공기 흐름으로의 수증기의 전달을 허용하며, 그리고 상기 증발을 위한 물이 해수 또는 폐수를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 42

청구항 36에 있어서, 상기 액체 데시컨트 공기-조화 시스템은 상기 냉각 및 제습 모드, 상기 가열 및 가습 모드, 및 상기 가열 및 제습 모드의 각각에서 선택적으로 동작가능한, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 43

청구항 36에 있어서, 상기 공기-조화 시스템은, 상기 조화기가 실내 유닛을 포함하고, 그리고 상기 재생기 및 상기 가열 및 냉각 시스템은 실외 유닛인 미니-스플릿 시스템인, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 44

청구항 36에 있어서, 상기 조화기는 실질적으로 수직 배향으로 배열된 복수의 구조체를 포함하고, 각각의 구조체는 적어도 하나의 표면을 갖고, 상기 액체 데시컨트는 상기 표면을 가로질러 유동될 수 있으며, 상기 제1 공기 흐름은, 상기 액체 데시컨트가 동작의 상기 모드에 의존하여 상기 제1 공기 흐름을 제습하거나 또는 가습하도록 상기 구조체들 사이로 유동되고, 각각의 구조체는 상기 적어도 하나의 표면의 하측 단부에, 상기 구조체의 상기 적어도 하나의 표면을 가로질러 유동된 액체 데시컨트를 수집하기 위한 데시컨트 수집기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 45

청구항 44에 있어서, 상기 복수의 구조체의 각각은 상기 열 전달 유체가 유동될 수 있는 통로를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 46

청구항 44에 있어서, 상기 액체 데시컨트와 상기 제1 공기 흐름 사이의 각각의 구조체의 상기 적어도 하나의 표면에 근접하게 위치되는 재료의 시트를 더 포함하며, 상기 재료의 시트는 상기 액체 데시컨트를 상기 구조체의 상기 데시컨트 수집기 안으로 안내하고, 상기 액체 데시컨트와 상기 제1 공기 흐름 사이에서 수증기의 전달을 하여하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 47

청구항 36에 있어서, 상기 재생기는 실질적으로 수직 배향으로 배열된 복수의 구조체를 포함하고, 각각의 구조체는 적어도 하나의 표면을 갖고, 상기 액체 데시컨트는 상기 표면을 가로질러 유동될 수 있으며, 상기 제2 공기 흐름은, 상기 액체 데시컨트가 동작의 상기 모드에 의존하여 상기 제2 공기 흐름을 제습하거나 또는 가습하도록 상기 구조체들 사이로 유동되고, 각각의 구조체는 상기 적어도 하나의 표면의 하측 단부에, 상기 구조체의 상기 적어도 하나의 표면을 가로질러 유동된 액체 데시컨트를 수집하기 위한 데시컨트 수집기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 48

청구항 47에 있어서, 상기 복수의 구조체의 각각은 상기 열 전달 유체가 유동될 수 있는 통로를 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 49

청구항 47에 있어서, 상기 액체 데시컨트와 상기 제2 공기 흐름 사이의 각각의 구조체의 상기 적어도 하나의 표면에 근접하게 위치되는 재료의 시트를 더 포함하며, 상기 재료의 시트는 상기 액체 데시컨트를 상기 구조체의 상기 데시컨트 수집기 안으로 안내하고, 상기 액체 데시컨트와 상기 제2 공기 흐름 사이에서 수증기의 전달을 하여하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 50

청구항 36에 있어서, 상기 조화기를 나간 후 상기 제1 공기 흐름의 추가적인 현열 냉각을 제공하기 위한 간접 증발식 냉각기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 51

청구항 36에 있어서, 상기 조화기로부터 상기 재생기로 유동되는 상기 액체 데시컨트와 상기 재생기로부터 상기 조화기로 유동되는 상기 액체 데시컨트 사이에서 열을 교환하기 위한 액체 데시컨트-대-액체 데시컨트 열 교환기를 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 52

청구항 36에 있어서, 상기 액체 데시컨트의 과농축을 방지하게끔 상기 액체 데시컨트에 물을 추가하기 위한 물 주입 모듈을 더 포함하는, 액체 데시컨트 공기-조화 시스템.

청구항 53

냉각 및 제습 모드, 가열 및 가습 모드, 및 가열 및 제습 모드에서 액체 데시컨트 공기-조화 시스템을 동작하는 방법에 있어서,

(a) 상기 냉각 및 제습 모드에서: 공급 공기 흐름이 조화기에서 액체 데시컨트를 사용하여 제습되고 열 전달 유체를 사용하여 냉각되도록, 상기 조화기에서 사용되는 상기 액체 데시컨트는 재생기에서 재생되도록, 그리고 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체는 냉매 시스템에서 냉각되도록; (b) 상기 가열 및 가습 모드에서: 상기 공급 공기 흐름은 상기 조화기에서 상기 액체 데시컨트를 사용하여 가습되고 상기 열 전달 유체를 사용하여 가열되도록, 상기 조화기에서 사용되는 상기 액체 데시컨트는 상기 재생기 또는 물 주입 시스템에서 물로 물

어지도록, 그리고 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체는 상기 냉매 시스템에서 가열되도록; 그리고 (c) 상기 가열 및 제습 모드에서: 상기 공급 공기 흐름은 상기 조화기에서 상기 액체 데시칸트를 사용하여 제습되고 가열되도록, 그리고 상기 조화기에서 사용되는 상기 액체 데시칸트는 상기 재생기에서 재생되도록 상기 액체 데시칸트 공기-조화 시스템에서 밸브 시스템을 조절하는 단계를 포함하는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템을 동작하는 방법.

청구항 54

청구항 53에 있어서, 상기 냉각 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 냉매 시스템 내의 냉매를 압축기로부터 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 가열하기 위한 열 교환기로, 팽창 밸브로, 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 냉각하기 위한 열 교환기로, 그리고 다시 상기 압축기로 지향시키도록 조절되는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템을 동작하는 방법.

청구항 55

청구항 53에 있어서, 상기 가열 및 가습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 냉매 시스템 내의 냉매를 압축기로부터 상기 조화기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 가열하기 위한 열 교환기로, 팽창 밸브로, 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 냉각하기 위한 열 교환기로, 그리고 다시 상기 압축기로 지향시키도록 조절되는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템을 동작하는 방법.

청구항 56

청구항 53에 있어서, 상기 가열 및 제습 모드에서, 상기 밸브 시스템은 상기 냉매 시스템 내의 냉매를 압축기로부터 상기 재생기에서 사용되는 상기 열 전달 유체를 가열하기 위한 열 교환기로, 팽창 밸브로, 냉매-대-공기 열 교환기로, 그리고 다시 상기 압축기로 지향시키도록 조절되는, 액체 데시칸트 공기-조화 시스템을 동작하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 이 출원은 2014년 11월 21에 출원된 미국 가특허출원 번호 62/082,753 (타이틀: 미니-스플릿 액체 데시칸트 공기 조화를 위한 방법 및 시스템)으로부터 우선권을 청구하며, 이 가출원은 참조에 의해 이로써 포함된다.

[0003] 본원은 일반적으로 공간에 들어가는 공기 흐름을 제습하고 그리고 냉각시키거나, 또는 가열하고 그리고 가습하는 액체 데시칸트(desiccant)의 사용에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 본원은, 종래의 미니-스플릿 공기 조화기와 동일한 가열 및 냉각 능력을 달성하고 그리고 동시에, 시스템이 공간을 가열하고 동시에 가습하는 능력 또는 시스템이 공간을 가열하고 동시에 제습하여 종래의 시스템이 제공하는 것보다 더 건강한 실내 공기 상태를 제공하는 능력과 같은 추가적인 기능을 제공기 위해서, (멤브레인식)액체 데시칸트 공기 조화 시스템에 의한 종래의 미니-스플릿 공기 조화 유닛의 교체에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 데시칸트 제습 시스템-액체 및 고체 데시칸트-는, 공간, 특히 대량의 실외 공기를 요구하거나 또는 빌딩 공간 자체 내부에 큰 습도 부하를 갖는 공간의 습도를 줄이는 것을 돕기 위해서, 종래의 증기 압축 HVAC 장치와 병렬로 사용되었다. (ASHRAE 2012 Handbook of HVAC Systems and Equipment, 24장, p. 24.10). 예를 들어 플로리다의 마이애미와 같은 습한 기후는 공간 점유자의 안락을 위해서 요구되는 신선한 공기를 적합하게 처리(제습 및 냉각)하는 데 많은 에너지를 요구한다. 데시칸트 제습 시스템-고체 및 액체-은 많은 세월 동안 사용되었고, 그리고 일반적으로 공기 흐름으로부터 습기를 제거하는데 매우 효율적이다. 그러나, 액체 데시칸트 시스템은 일반적으로 물 및 LiCl, LiBr 또는 CaCl₂의 용액과 같은 농축된 염 용액을 사용한다. 이러한 염수(brine)는 적은 양 이더라도 금속에 대해 강한 부식성이기 때문에, 처리될 공기 흐름으로의 데시칸트 유출(carry-over)을 방지하기

위한 아주 많은 시도가 오랜 기간 동안 있었다. 최근, 노력은 데시컨트 용액을 수용하는 마이크로-다공성 멤브레인을 채용함으로써 데시컨트 유출의 위험을 제거하기 시작했다. 이 멤브레인식 액체 데시컨트 시스템은 상업적인 빌딩을 위한 일체형 옥상 유닛에 주로 적용되었다. 그러나, 주거 및 소형 상업 빌딩은 종종 미니-슬릿 공기 조화기를 사용하며, (압축기 및 제어 시스템과 함께) 응축기가 외부에 위치되고 그리고 증발기 냉각 코일이 냉각될 필요가 있는 룸 또는 공간에 장착되고, 그리고 일체형 옥상 유닛은 이러한 공간을 서비스하기 위한 적합한 선택이 아니다. 특히 (일반적으로 고온이고 습한) 아시아에서, 미니-스플릿 공기 조화 시스템은 공간을 냉각 (그리고 때때로 가열)하는 바람직한 방법이다.

[0005] 액체 데시컨트 시스템은 일반적으로 2개의 분리된 기능을 갖는다. 시스템의 조화 측은, 서모스탯 또는 습도조절기를 사용하여 전형적으로 세팅된 요구되는 상태에 따라 공기의 조화를 제공한다. 시스템의 재생 측은 액체 데시컨트가 조화 측 상에서 재사용될 수 있도록 액체 데시컨트의 재조정 기능을 제공한다. 액체 데시컨트는 전형적으로 2개의 측 사이에서 펌핑되거나 이동되고, 그리고 제어 시스템은 조화가 필요로하는 바에 따라 액체 데시컨트가 2개의 측 사이에서 적합하게 균형을 이루는 것과 그리고 과잉 열 및 습기가 데시컨트의 과-냉축 또는 저-냉축으로 이어지지 않으면서 적합하게 다루어지는 것을 보장하게끔 돕는다.

[0006] 미니-스플릿 시스템은 전형적으로 증발기 코일을 통해서 룸의 공기의 100%를 취하고 그리고 신선한 공기만이 다른 소스로부터 환기 및 침입을 통해서 룸에 도달된다. 이것은 종종, 증발기 코일이 습기 제거를 위해 매우 효율적이지 않기 때문에, 공간에서 높은 습도 및 차가운 온도로 귀결될 수 있다. 차라리, 증발기 코일은 현열 냉각을 위해 더욱 적합하다. 단지 작은 양의 냉각이 요구되는 날에, 건물은, 충분한 자연 열이 현열 냉각의 큰 양과 균형을 이루게 하기 위해서 이용가능하지 않기 때문에 수용가능하지 않은 습도 레벨에 도달될 수 있다. 비가 내리는 계절과 같이, 더 춥고 습한 날에도 동일하게, 공기를 제습하면서 또한 공기를 가열하는 것이 선호될 수도 있다. 미니-스플릿 시스템은, 비록 만약 열 펌프로서 설정된다면 가열을 제공할 것이나, 전형적으로 제습을 제공할 수 없다.

[0007] 많은 더 작은 빌딩에 있어서, 작은 증발기 코일은, 예로서 LG LAN126HNP Art Cool Picture frame과 같이 그림에 의해서 커버되거나 또는 벽에 높게 걸려있다. 압축기를 갖는 응축기는 외부에 장착되고, 고압 냉매 라인이 2개의 구성요소를 연결한다. 또한, 응축물을 위한 배출 라인은 외부로 증발기 코일 상에서 응축되는 습기를 제거하기 위해서 실내 코일 상에 장착된다. 액체 데시컨트 시스템은 상당히 전기 소비를 감소할 수 있고 그리고 고압 냉매 라인에 대한 필요성 없이 더욱 용이하게 장착될 수 있다. 이러한 접근법의 장점은, 미니-스플릿 시스템의 비용의 상당한 부분이 현장에 장착될 필요가 있는 실제 장착(냉매 라인의 연장, 충전 및 테스트)이라는 점이다. 또한, 냉매 라인이 공간 안으로 연장되므로, 냉매 선택은 불연성 및 비-독성 물질에 제한된다. 냉매 구성요소 전부를 외부에 유지함으로써, 이용가능한 냉매의 개수가 확장되어, 그렇지 않았다면 허여되지 않을 것들, 예를 들어 프로펜인 등을 포함할 수 있다.

[0008] 따라서, 높은 습도 부하를 갖는 작은 빌딩을 위한 개선가능한 냉각 시스템을 제공할 필요가 있으며, 실내 공기의 냉각 및 제습이 낮은 자본 비용 및 에너지 비용에서 수용될 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0009] 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템을 사용하는, 특별히 작은 상업적 빌딩 또는 주거 빌딩에서 공기 흐름의 효과적인 냉각 및 제습을 위해서 사용되는 방법 및 시스템이 여기서 제공된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 액체 데시컨트는 떨어지는 필름과 같이 지지 플레이트의 면 아래로 유동된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 데시컨트는 미세다공성 멤브레인에 의해서 수용되고 그리고 공기 흐름은 이 멤브레인의 표면 위로 지향되고 그리고 이에 의해서 잠열 및 현열 모두가 공기 흐름으로부터 액체 데시컨트 안으로 흡수된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 지지 플레이트는, 공기 흐름에 반대 반향으로 이상적으로 유동되는 열 전달 유체로 채워진다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 시스템은 열 전달 유체 안으로 액체 데시컨트를 통해서 잠열 및 현열을 제거하는 조화기 및 열 전달 유체로부터 잠열 및 현열을 다른 환경에 방출하는 재생기 및 과잉 열을 또한 나머지 환경에 방출하는 열 덤프 코일을 포함한다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 시스템은 여름 냉각 모드에서 냉각 및 제습을, 겨울 동작 모드에서 가습 및 가열, 그리고 우기 모드에서 가열 및 제습을 제공할 수 있다.

[0010] 하나 이상의 실시형태에 따르면, 여름 냉각 및 제습 모드에서, 조화기에서 열 전달 유체가 냉매 압축기에 의해서 냉각된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 재생기에서 열 전달 유체가 냉매 압축기에 의해서 가열된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 냉매 압축기는 가열된 열 전달 유체를 조화기에 그리고 저온 열 전달 유체를 재

생기에 제공하도록 가역적이고, 그리고 조화된 공기는 가열되고 가습되고 그리고 재생된 공기는 냉각되고 제습된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 조화기는 공간 내 벽에 장착되고 그리고 재생기 및 열 덤프 코일은 빌딩 외부에 장착된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 재생기는 열 교환기를 통해서 조화기에 농축된 액체 데시컨트를 공급한다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 100% 룬 공기를 받는다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기는 100% 외부 공기를 받는다. 하나 이상의 실시형태에서, 열 덤프 코일은 100% 외부 공기를 받는다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 열 교환기는 고온 냉매를 받고 그리고 고온 열 전달 유체를 재생기에 보내는 한편, 동시에 고온 냉매가 또한 열 덤프 코일로 지향되고 그리고 저온 냉매가 저온 열 전달 유체를 조화기에 보내기 위해서 사용되며, 조화기에서 저온의 제습된 공기가 생성된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 4개의 3-방향 및 하나의 4-방향 냉매 밸브 세트가 있으며 이 세트는 고온 냉매가 미리 저온의 열 전달 유체를 겨울 동작 모드에서 가열하도록 전환되는 것을 허용하여 조화기가 이제 고온 열 전달 유체를 받고 그리고 저온 열 전달 유체가 열 덤프 코일 및 재생기로 지향된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 냉매 밸브의 세트는 또한 전환되어 우기 모드에서 고온 냉매가 열 교환기로 지향되며, 고온 냉매는 재생기를 위한 고온 열 전달 유체를 생성하는 한편 동시에 밸브 시스템은 저온 냉매를 열 덤프 코일로 지향하고 조화기는 열 전달 유체를 받지 않아 조화기에서 액체 데시컨트가 습기를 단열적으로 흡수한다.

[0011] 하나 이상의 실시형태에 따르면, 냉매 밸브는 2개의 4-방향 및 하나의 바이패스 밸브 세트를 수용한다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 제1 4-방향 밸브는 전환되어 압축기로부터의 고온 냉매가, 여름 냉각 및 제습 모드에서 다시 제1 4-방향 밸브로 유동되기 전에 제1 열 교환기로 그리고 다음으로 제2 4-방향 밸브(이로부터 냉매가 열 덤프 코일 유동됨)로, 팽창 밸브를 통해서 그리고 제2 열 교환기로 유동된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 제1 열 교환기는 열 전달 유체에 의해서 재생기에 연결된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기는 농축된 액체 데시컨트를 조화기에 전달한다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 제2 열 교환기는 열 전달 유체에 의해서 조화기에 연결된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 농축된 액체 데시컨트를 재생기로부터 받는다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 제1 4-방향 밸브는 겨울 가열 및 가습 모드로 전환될 수 있어, 고온 냉매가 먼저 제2 열 교환기로, 다음으로 팽창 밸브를 통해서 열 덤프 코일 안으로 그리고 제2 4-방향 밸브를 통해서 제1 열 교환기로 그리고 제1 4-방향 밸브를 통해서 다시 압축기를 통해서 유동된다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 제1 4-방향 밸브는 전환되어, 우기 시즌 가열 및 제습 모드에서 압축기로부터의 고온 냉매가 제1 열 교환기로, 제2 4-방향 밸브를 통해서 팽창 밸브를 통해서 유동되고, 그리고 이제 저온 냉매가 열 덤프 코일(여기서 열이 저온 냉매에 코일에 의해서 더해짐)을 통해서 유동되며, 이 이후에 냉매는 제2 4-방향 밸브를 통해서 바이패스 밸브를 통해서, 다시 제1 4-방향 밸브를 통해서 압축기로 유동된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 제1 열 교환기는 열 전달 유체에 의해서 재생기에 연결된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기는 농축된 액체 데시컨트를 조화기에 전달한다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 제2 열 교환기는 열 전달 유체에 의해서 조화기에 연결된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 농축된 액체 데시컨트를 재생기로부터 받는다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 상기 조화기는 단지 농축된 데시컨트를 재생기로부터 받으나 열 전달 유체는 우기 모드에서 유동하지 않는다.

[0012] 하나 이상의 실시형태에서, 압축기는 고온 냉매를 4-방향 밸브를 통해서 제1 열 교환기 안으로 전달하며, 여름 냉각 모드에 여기서 고온 열 전달 유체가 생성된다. 냉각된 냉매는 다음으로 제1 팽창 밸브(여기서 냉매가 차가워짐)를 통해서 제2 열 교환기(여기서 저온 열 교환 유체가 생성됨)로 지향된다. 제1 열 교환기에서 고온 열 전달 유체는 액체 데시컨트 재생기(여기서 농축된 액체 데시컨트가 생성됨)로 그리고 열 덤프 코일(여기서 과잉 열이 방출될 수 있음)로 일련의 밸브 수단을 통해서 지향된다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기 및 열 덤프 코일은 빌딩 외부에 위치된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 제2 열 교환기에서 저온 열 전달 유체는 액체 데시컨트 조화기(여기서 농축된 액체 데시컨트가 수용되고 공기 흐름을 제습하기 위해서 사용됨)로 일련의 밸브를 통해서 지향된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 빌딩 내부에 위치된다. 하나 이상의 실시형태에서, 4-방향 밸브는 전환되어 겨울 가열 및 가습 모드에서 고온 냉매가 제2 열 교환기로 지향될 수 있다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 제2 열 교환기는 고온 열 전달 유체를 조화기에 전달하며, 조화기는 다음으로 공간을 가열하고 가습하기 위한 따뜻하고 습한 공기 흐름을 생성한다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 빌딩 내부에 위치된다. 하나 이상의 실시형태에서, 제2 열 교환기를 떠나는 더 저온 냉매는 제2 팽창 밸브를 통해

서 지향되고 그리고 저온 냉매는 제1 열 교환기로 지향되지 않으며 여기서 저온 열 전달 유체가 생성된다. 제1 열 교환기에서 저온 열 전달 유체는 이제 재생기(여기서 열 및 습기가 공기 흐름으로부터 제거됨) 및 열 덤프 코일(여기서 추가적인 열이 제2 공기 흐름으로부터 뽑아질 수 있음)로 지향된다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기 및 열 덤프 코일은 빌딩 외부에 위치된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 압축기는 4-방향 밸브를 통해서 유동하는 고온 냉매를 제1 열 교환기 안으로 전달하며, 여기서 고온 열 전달 유체가 생성된다. 고온 열 전달 유체는 단지 우기 동작 모드에서 일련의 밸브에 의해서 재생기로 유동하도록 재-지향될 수 있다. 더 저온 냉매는 이제 팽창 밸브를 통해서 유동되며, 여기서 냉매는 차가워지고 그리고 제2 열 교환기로 유동되며, 여기서 저온 열 전달 유체가 생성된다. 제2 열 교환기에서 저온 열 전달 유체는 이제 열 전달 코일로 지향될 수 있다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기는 고온 열 전달 유체 및 묶어진 데시컨트를 받고 그리고 농축된 데시컨트 및 습하고 따뜻한 공기 흐름을 제공한다. 하나 이상의 실시형태에서, 농축된 데시컨트는 조화기로 유동된다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 공기 흐름을 제공한다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 열 전달 유체를 받지 않고 그리고 제습은 단일적으로 발생된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 농축된 액체 데시컨트를 재생기로부터 받는다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 상기 조화기는 단지 농축된 데시컨트를 재생기로부터 받으나 열 전달 유체는 우기 모드에서 유동하지 않는다.

[0013] 하나 이상의 실시형태에 따르면, 액체 데시컨트 멤브레인 시스템은 증발기, 지열 루프(여기서 열 전달 유체가 지반 루프 또는 지열 루프로 열을 방출함), 또는 냉각 타워를 채용하여 저온 열 전달 유체를 생성하며, 여기서 저온 열 전달 유체가 액체 데시컨트 조화기를 냉각하기 위해서 사용된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 증발기에 공급되는 물은 마실 수 있는 물이다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 물은 해수이다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 물은 폐수(waste water)이다. 하나 이상의 실시형태에서, 증발기는 멤브레인을 사용하여 해수 또는 폐수로부터 공기 흐름으로 바람직하지 않은 원소의 유출을 방지한다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 증발기에서 물은, 냉각 타워에서 일어날 수도 있는 바와 같이 간접 증발기의 상부로 다시 순환되지 않으나, 물의 20% 내지 80%는 증발되고 나머지는 버려진다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 농축된 액체 데시컨트를 재생기로부터 받는다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기는 고온 열 전달 유체를 열 원으로부터 받는다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 열 원은 가스 연료를 쓰는 히터, 태양열 또는 PVT(Photovoltaic and Thermal)패널, 복합의 열 및 파워 시스템, 예를 들어 연료 셀, 폐열 수집 시스템 또는 편리한 열 원이다. 하나 이상의 실시형태에서, 저온 열 전달 유체는 액체 데시컨트 조화기로부터 열 교환기로 그리고 다시 증발기(여기서 냉매가 다시 냉각됨)로 유동된다. 하나 이상의 실시형태에서, 열 교환기는 여름 냉각 및 제습 모드에서 단지 저온 열 전달 유체를 받으나 반대 측 상에서 유동이 발생하지 않는다. 하나 이상의 실시형태에 따르면, 조화된 공기 흐름은 간접 증발식 냉각기로 지향된다. 하나 이상의 실시형태에서, 간접 증발식 냉각기는 추가적인 현열 냉각을 제공하기 위해서 사용된다. 이것은 시스템이 여름 상태에서 저온의 제습된 공기를 공간에 제공하는 것을 허용한다. 하나 이상의 실시형태에서, 액체 데시컨트 멤브레인 시스템은 여름 냉각 및 제습 모드에서 증발기 또는 냉각 타워를 채용하여 저온 열 전달 유체를 생성하나, 증발기는 겨울 가열 및 가습 모드에서 아이들링된다. 하나 이상의 실시형태에서, 물, 해수 또는 폐수는 대신 물 주입 모듈로 지향되며, 여기서 물, 해수 또는 폐수는 일 측부 상으로 유동되고 그리고 농축된 데시컨트는 반대 측부 상에서 유동된다. 하나 이상의 실시형태에서, 반대 측부 상의 데시컨트는 물, 해수 또는 폐수에 의해서 묶어진다. 하나 이상의 실시형태에서, 묶어진 데시컨트는 공간 내의 조화기로 지향된다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 또한 열 원으로부터 고온 열 전달 유체를 받는다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 따뜻하고 습한 공기 흐름을 공간에 제공한다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 묶어진 액체 데시컨트를 재생기로부터 받는다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 고온 열 전달 유체는 열 원으로부터 온다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 열 원은 가스 연료를 쓰는 물 히트, 솔라 패널, 복합의 열 및 파워 시스템, 폐열 수집 시스템 또는 임의의 편리한 열 원이다.

[0014] 하나 이상의 실시형태에 따르면, 액체 데시컨트 멤브레인 시스템은 증발기, 지열 루프(여기서 열 전달 유체가 지반 루프 또는 지열 루프로 열을 방출함), 또는 냉각 타워를 채용하여 여름 냉각 및 제습 모드에서 저온 열 전달 유체를 생성하나, 증발기는 우기 가열 및 제습 모드에서 그리고 겨울 가열 및 가습 모드에서 아이들링된다. 하나 이상의 실시형태에서, 액체 데시컨트 멤브레인 시스템은 농축된 데시컨트를 생성하는 재생기를 수용한다. 하나 이상의 실시형태에서, 농축된 데시컨트는 공간 내의 조화기로 지향된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서,

조화기는 따뜻하고 습한 공기 흐름을 공간에 제공한다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 조화기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 조화기는 묶어진 액체 데시컨트를 다시 재생기로 보낸다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 재생기는 3-방향 액체 데시컨트 멤브레인 재생기이다. 하나 이상의 실시형태에서, 재생기는 고온 열 전달 유체를 열 원으로부터 받는다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 열 원은 가스 연료를 쓰는 물 히트, 솔라 패널, 복합의 열 및 파워 시스템, 폐열 수집 시스템 또는 임의의 편리한 열 원이다. 하나 이상의 실시형태에서, 열 원으로부터의 고온 열 전달 유체는 열 교환기로 지향된다. 하나 이상의 실시형태에서, 열 교환기는 열을 반대 측부 상에 제공하며 여기서 제2 열 전달 유체가 유동된다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 제2 열 전달 유체는 공간 내의 액체 데시컨트 조화기에 열을 제공한다. 하나 이상의 실시형태에 있어서, 조화기는 우기 가열 및 제습 모드에서 농축된 데시컨트 및 따뜻한 열 전달 유체 모두를 받는다.

[0015] 본 원의 설명은 결코 개시를 이 출원에 한정시키고자 의도되지 않았다. 많은 구성 변경이 상정될 수 있어 위에서 언급된 다양한 구성요소 각각을 결합할 수 있으며, 그 장점 및 단점을 그대로 갖는다. 본 개시는 결코 특정 세트 또는 이러한 구성요소의 조합에 한정되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 냉각기 또는 외부 가열 또는 냉각 소스를 사용하는 예시적인 3-방향 액체 데시컨트 공기 조화 시스템을 도시한다.

도 2는 3-방향 액체 데시컨트 플레이트를 포함하는 예시적인 유연하게 구성가능한 멤브레인 모듈을 도시한다.

도 3은 도 2의 액체 데시컨트 멤브레인 모듈의 예시적인 단일 멤브레인 플레이트를 도시한다.

도 4a는 여름 냉각 및 제습 모드에서 외부 공기를 사용하는 도 1로부터의 시스템의 개략도를 도해한다.

도 4b는 겨울 가열 및 가습 모드에서 외부 공기를 사용하는 도 1로부터의 시스템의 개략도를 도해한다.

도 5a는, 여름 냉각 및 제습 모드에서 종래의 미니-스플릿 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 5b는, 겨울 가열 모드에서 종래의 미니-스플릿 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 6a는 하나의 4-방향 및 3개의 3-방향 냉매 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 여름 냉각 및 제습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 6b는 하나의 4-방향 및 3개의 3-방향 냉매 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 겨울 가열 및 가습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 6c는 하나의 4-방향 및 3개의 3-방향 냉매 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 준성수기(shoulder season) 가열 및 제습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 7a는 2개의 4-방향 및 하나의 섷오프(shutoff) 냉매 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 여름 냉각 및 제습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 7b는 2개의 4-방향 및 하나의 섷오프(shutoff) 냉매 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 겨울 가열 및 가습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 7c는 2개의 4-방향 및 하나의 섷오프 냉매 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 준성수기 가열 및 제습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 8a는 4개의 3-방향 물 우회(diverting) 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 여름 냉각 및 제습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 8b는 4개의 3-방향 물 우회(diverting) 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 겨울 가열 및 가습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 8c는 4개의 3-방향 물 우회 밸브를 사용하는 하나 이상의 실시형태에 따른 준성수기 가열 및 제습 모드에서 예시적인 냉각기 조력식 미니-스플릿 액체 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 9a는 여름 냉각 시즌 모드에서 증발식 냉각 매체 및 외부 열 원 조력식 미니-스플릿 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 9b는 겨울 가열 시즌 모드에서 증발식 냉각 매체 및 외부 열 원 조력식 미니-스플릿 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 9c는 준성수기 가열 및 제습 모드에서 증발식 냉각 매체 및 외부 열 원 조력식 미니-스플릿 데시컨트 공기 조화 시스템의 개략도를 도시한다.

도 9d는 증발식 냉각 매체가 3-방향 멤브레인 모듈로 교체된 도 9a의 시스템의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 도 1은, 참조에 의해서 여기에 포함되는 미국 특허 출원 공개 번호 20120125020에 더욱 상세히 설명되는 바와 같은 새로운 타입의 액체 데시컨트 시스템을 도시한다. 조화기(101)는 내부적으로 중공인 플레이트 구조체 세트를 포함한다. 냉열 전달 유체는 냉원(107)에서 생성되고 플레이트 안으로 들어간다. 114의 액체 데시컨트 용액은 플레이트의 외측 표면 상에 이동되고 플레이트 각각의 외측 표면 아래로 흐른다. 액체 데시컨트는, 플레이트의 표면과 공기 유동 사이에 위치되는 얇은 멤브레인 뒤에서 흐른다. 외부 공기(103)는 이제 (파형) 플레이트 세트를 통해서 송풍된다. 플레이트의 표면 상의 액체 데시컨트는 공기 흐름 중의 수증기를 당기고, 플레이트 내부의 냉각수는 공기 온도가 상승되는 것을 억제하는 것을 돕는다. 처리된 공기(104)는 빌딩 공간 안으로 이동된다.
- [0018] 액체 데시컨트는 111에서 파형 조화기 플레이트의 바닥에서 수집되고 그리고 열 교환기(113)를 통해서 재생기(102)의 상단으로 지점(115)까지 이송되고, 여기서 액체 데시컨트는 재생기의 파형 플레이트를 가로질러 분배된다. 복귀 공기 또는 선택적으로 외부 공기(105)는 재생기 플레이트를 가로질러 유동되고, 수증기는 액체 데시컨트로부터 떠나는 공기 흐름(106) 안으로 이송된다. 선택적 열원(108)은 재생을 위한 구동력을 제공한다. 열원으로부터의 고온의 전달 유체(110)는 조화기 상의 냉열 전달 유체와 유사하게 재생기의 파형 플레이트 내부로 이동될 수 있다. 다시, 액체 데시컨트는 수집 팬 또는 배스 중 어느 하나에 대한 필요 없이 파형의 플레이트(102)의 바닥에서 수집되어 재생기 상에서도 공기 유동이 수평 또는 수직일 수 있다. 선택적 열 펌프(116)가 액체 데시컨트의 냉각 및 가열을 제공하기 위해서 사용될 수 있다. 냉원(107)과 열원(108) 사이에 열 펌프를 연결하는 것이 또한 가능하며, 이것은 따라서 데시컨트로부터보다는 냉각 유체로부터 열을 펌핑하는 것이다.
- [0019] 도 2는, 참조에 의해서 여기에 모두 포함되는 미국 특허 출원 시리얼 번호 13/915,199 (2013년 6월 11일 출원), 13/915,222 (2013년 6월 11일 출원) 및 13/915,262 (2013년 6월 11일 출원)에 더욱 상세히 설명되는 바와 같은 3-방향 열 교환기를 설명한다. 액체 데시컨트는 포트(304)를 통해서 구조체에 들어가고, 도 1에 설명되는 바와 같이 일련의 멤브레인 뒤로 지향된다. 액체 데시컨트는 포트(305)를 통해서 수집되고 제거된다. 냉각 또는 가열 유체는 포트(306)를 통해서 제공되고, 다시 도 1에서 그리고 도 3에서 더욱 상세히 설명되는 바와 같이, 중공 플레이트 구조체 내부에서 공기 흐름(301)에 반대로 흐른다. 냉각 또는 가열 유체는 포트(307)를 통해서 나간다. 처리된 공기(302)는 빌딩의 공간으로 지향되거나 또는 경우에 따라서 배기된다. 도면은, 공기 및 열 전달 유체가 주로 수직 배향되는 3-방향 열 교환기를 도시한다. 그러나, 공기 및 열 전달 유체를 수평 관점으로 유동시키는 것이 또한 가능하며, 이것은 시스템의 동작에 기본적인 것이 아니다.
- [0020] 도 3은, 참조에 의해서 여기에 포함되는 미국 특허 가출원 일련 번호 61/771,340 (2013년 3월 1일 출원)에서 더욱 상세히 설명되는 바와 같은 3-방향 열 교환기를 설명한다. 공기 흐름(251)은 냉각 유체 흐름(254)에 반대로 유동된다. 멤브레인(252)은 열 전달 유체(254)를 수용하는 벽(255)을 따라서 떨어지는 액체 데시컨트(253)를 수용한다. 공기 흐름에 동반되는 수증기(256)는 멤브레인(252)을 통과할 수 있고, 그리고 액체 데시컨트(253) 안으로 흡수된다. 흡수 동안에 방출되는 물의 응축 열(258)은 벽(255)을 통해서 열 전달 유체(254)에 전도된다. 공기 흐름으로부터의 현열(257)은 또한 멤브레인(252), 액체 데시컨트(253) 및 벽(255)을 통해서 열 전달 유체(254)에 전도된다.
- [0021] 도 4a는, 참조에 의해서 여기에 포함되는 미국 특허 출원 공개 번호 20140260399에 더욱 충분히 설명되는 바와 같은 액체 데시컨트 공기 조화기 시스템의 개략적인 표현을 도시한다. (도 1의 조화기(101)에 유사한) 3-방향 조화기(403)는 외부("RA")로부터 또는 룸으로부터 공기 흐름(401)을 받는다. 전기(405)에 의해 동력을 공급받는 팬(402)은 공기(401)를 조화기(403)를 통해서 이동시키며, 여기서 공기는 여름 냉각 모드로 냉각되고 제습된다. 결과적인 차갑고, 건조한 공기(404)("SA")는 점유자의 편안함을 위해서 공간에 공급된다. 3-방향 조화기(403)는 도 1 내지 도 3의 하에서 설명되는 방식으로 농축된 데시컨트(427)를 수용한다. 데시컨트가 일반적으로 충분히

수용되고 공기 흐름(404) 안으로 분배될 수 없는 것을 보장하기 위해 멤브레인을 3-방향 조화기(403) 상에서 사용하는 것은 바람직하다. 이제 포획된 수증기를 수용하고 있는 묶어진 데시컨트(428)는 일반적으로 실외에 위치되는 재생기(422)로 이송된다. 또한, 냉각된 열 전달 유체(일반적으로 물)(409)는 펌프(408)에 의해서 제공되고, 그리고 조화기 모듈(403)에 들어가고, 여기서 이 모듈은 공기로부터뿐만 아니라 데시컨트의 수증기 포획에 의해서 방출되는 현열을 수집한다. 더 따뜻한 물(406)은 외부로, 냉각기 시스템(430)에 연결된 열 교환기(407)로 보내진다. 다음 항목에서 설명되는 도 5a 및 도 5b의 종래의 미니-스플릿 시스템과 다르게, 도 4a 및 도 4b의 시스템은 실내 유닛(403)과 실외 유닛 사이에 고압 라인이 없고, 도 5a의 실내와 실외 시스템 사이의 라인은 모두 저압 물 및 액체 데시컨트 라인이라는 점은 주의할만 하다. 이것은 라인이 도 5a 및 도 5b에서 냉매 라인(509 및 526)보다는 저렴한 플라스틱인 것을 허용하며, 이 냉매 라인은 전형적으로 구리이고 그리고 일반적으로 50 내지 400 PSI 또는 더 높은 냉매 압력을 견디기 위해서 브레이징될 필요가 있다. 도 4a의 시스템은 도 5a에서 라인(507)과 같이 응축수 배출 라인을 요구하지 않는다는 점에 유의한다. 차라리, 데시컨트 안으로 응축된 임의의 습기는 데시컨트 그 자체의 부분으로서 제거된다. 이것은 또한, 도 5a 및 도 5b의 종래의 미니-스플릿 시스템에서 발생할 수 있는 머물러 있는 물에서의 곰팡이 성장과 관련된 문제를 제거한다.

[0022] 액체 데시컨트(428)는 조화기(403)를 떠나고, 펌프(425)에 의해서 재생기(422)로 선택적 열 교환기(426)를 통해서 이동된다. 만약 데시컨트 라인(427 및 428)이 상대적으로 길다면, 이들은 열적으로 서로 연결될 수 있고, 이는 열 교환기(425)에 대한 필요를 제거한다.

[0023] 냉각기 시스템(430)은 순환하는 냉각 유체(406)를 냉각하는 물 대 냉매 증발기 열 교환기(407)를 포함한다. 액체의 저온 냉매(417)는 열 교환기(407)에서 증발되고, 따라서 냉각 유체(406)로부터 열적 에너지를 흡수한다. 가스 냉매(410)는 이제 압축기(411)에 의해서 재-압축된다. 압축기(411)는 고온 냉매 가스(413)를 내보내고, 이 냉매 가스는 응축기 열 교환기(415)에서 액화된다. 응축기(414)를 나가는 액체 냉매는 팽창 밸브(416)에 들어가고, 여기서 빠르게 냉각되고 더 낮은 압력에서 나간다. 냉매를 갖는 고압 라인(410, 413, 414 및 417)이 단지 매우 짧은 거리를 연장되어야 하기 때문에 냉각 시스템(430)이 매우 콤팩트하게 만들어질 수 있다는 점을 주의한다. 또한, 전체 냉매 시스템이 조화되어야 하는 공간의 외부에 배치되기 때문에, 예로서 암모니아 및 프로페인과 같은 정상적으로 실내 환경에서 사용되지 못하는 냉매를 활용하는 것이 가능하다. 이 냉매는, 이들의 더 낮은 그린하우스 가스 포텐셜 때문에 일반적으로 사용되는 R410A, R407A, R134A에 대해 또는 R1234YF 및 R1234ZE 냉매에 대해 바람직할 수 있으나, 이들은 가연성 또는 질식 또는 흡입 위험 때문에 실내에서 바람직하지 않다. 냉매의 모두를 외부에 유지함으로써, 이 위험이 상당히 감소된다. 응축기 열 교환기(415)는 이제, 고온 열 전달 유체(418)를 재생기(422)로 보내는 다른 냉각 유체 루프(419)에 열을 방출한다. 순환 펌프(420)는 열 전달 유체를 다시 응축기(415)로 보낸다. 3-방향 재생기(422)는 따라서 묶어진 액체 데시컨트(428) 및 고온 열 전달 유체(418)를 받는다. 팬(424)은 외부 공기(421)("OA")를 재생기(422)를 통해서 보낸다. 외부 공기는 열 전달 유체(418) 및 데시컨트(428)로부터 열 및 습기를 수집하며, 이것은 뜨겁고 습한 배출 공기("EA")(423)로 귀결된다.

[0024] 압축기(411)는 전기 전력(412)을 받고, 전형적으로 시스템의 전기 전력 소비의 80%를 차지한다. 팬(402 및 424)은 또한 각각 전기 전력(405 및 429)을 받고, 남은 전력 소비의 대부분을 차지한다. 펌프(408, 420 및 425)는 상대적으로 낮은 전력 소비를 갖는다. 압축기(411)는 다음 몇가지 이유 때문에 도 5a의 압축기(510) 보다 더욱 효율적으로 동작할 것이다: 액체 데시컨트는 공기 흐름에서 포화 레벨에 도달될 필요 없이 더욱 더 높은 온도에서 물을 응축할 것이기 때문에 도 4a의 증발기(407)는 전형적으로 도 5a의 증발기 코일(501)보다 더 높은 온도에서 동작할 것이다. 또한, 응축기(415)를 효과적으로 더 차갑게 유지하는 재생기(422) 상에서 발생하는 증발 때문에 도 5a의 응축기(415)는 도 5a의 응축기 코일(516)보다 더 낮은 온도에서 동작할 것이다. 결과적으로, 도 4a의 시스템은 유사한 압축기 등엔트로피 효율에 대해서 도 5a의 시스템보다 더 적은 전기를 사용할 것이다.

[0025] 도 4b는, 압축기(411')의 냉매의 방향이 냉매 라인(414 및 410) 상의 화살표에 의해서 표시되는 바와 같이 역으로 된 것을 제외하고 도 4a와 본질적으로 동일한 시스템을 도시한다. 냉매 유동의 방향을 역으로하는 것은 (도 5a 및 도 5b에서 도시될) 4-방향 절환 밸브 또는 다른 편리한 수단에 의해서 달성될 수 있다. 냉매 유동을 역으로 하는 것 대신에 고온 열 전달 유체(418)를 조화기(403)로 지향시키고 저온 열 전달 유체(406)를 재생기(422)로 지향시키는 것이 또한 가능하다. 이것은 열을 조화기에 제공할 것이며, 이 조화기는 겨울 모드에서 동작을 위해 공간에 대해 이제 뜨겁고, 습한 공기(504)를 생성할 것이다. 실제로 시스템은 이제 열 펌프로서 작동하여, 열을 외부 공기(423)로부터 공간 공급 공기(404)에 펌핑한다. 그러나, 종종 가역인 도 5a 및 도 5b의 시스템과는 다르게, 데시컨트(428)가 일반적으로 수증기보다 더 낮은 결정화 한계를 가져 도 5b의 실외 코일(516)이 재생기(422) 내의 멤브레인 플레이트보다 더욱 더 용이하게 얼음을 적층할 것이기 때문에, 코일 냉각의 위험이 훨씬 적다. 예를 들어, 도 5b의 시스템에서 있어서, 공기 흐름(518)은 수증기를 수용하고, 만약 응축기 코일(51

6)이 너무 차가워지면, 이 습기는 표면 상에서 응축되고 이 표면 사에서 얼음 형성을 생성할 것이다. 도 4b의 재생기에서 동일한 습기는 액체 데시컨트에서 응축될 것이며, 이 데시컨트는 - 20 내지 30% 사이의 농도에서 적절하게 관리되고 유지되면 물 및 LiCl 용액과 같은 어떤 데시컨트에 대해서 - 60° C 까지 결정화되지 않을 것이다.

[0026] 도 5a는, 여름 냉각 모드로 동작되는 빌딩에 빈번하게 장착되는 바와 같은, 종래의 미니-스플릿 공기 조화 시스템의 개략적인 다이어그램을 도시한다. 유닛은 차갑고, 제습된 공기를 생성하는 실내 구성요소 및 환경에 열을 방출하는 실외 구성요소를 포함한다. 실내 구성요소는 팬(502)이 공기(503)를 룸으로부터 불어서 통과시키는 냉각 (증발기) 코일(501)을 포함한다. 냉각 코일은 공기를 냉각하고, 코일 상에서 수증기를 응축하며, 이 수증기는 배출 팬(pan; 506)에 수집되고 외부(507)로 덕팅(duct)된다. 결과적인 더 차갑고, 더 건조한 공기(504)는 공간 안으로 순환되고 점유자에게 안락함을 제공한다. 냉각 코일(501)은, 개방된 팽창 밸브(525-0)에 의해서 이미 낮은 온도 및 압력으로 팽창된, 라인(526)을 통해 전형적으로 50-200 psi 압력의 액체 냉매를 받는다. 팽창 밸브(525-0) 앞에서 라인(523)의 냉매 압력은 전형적으로 300-600 psi 이다. 저온 액체 냉매(526)는 냉각 코일(501)에 들어가고, 여기서 냉각 코일이 공기 흐름(503)으로부터 열을 뽑아 낸다. 공기 흐름으로부터의 열은 코일 안의 액체 냉매를 증발시키고, 그리고 결과적인 가스가 라인(509)를 통해서 실외 구성요소로 그리고 좀 더 구체적으로 압축기(510)로 이송되며, 여기서 결과적인 가스가 전형적으로 300-600psi의 고압으로 재-압축된다. 어떤 예에서, 시스템은 복수의 냉각 코일(501), 팬(502) 및 팽창 밸브(525-0)를 가질 수 있고, 예를 들어 많은 개별 냉각 코일 조립체가 냉각될 필요가 있는 다양한 룸에 위치될 수 있다.

[0027] 압축기(510)에 부가하여, 실외 구성요소는 4-방향 밸브 조립체(511) 뿐만 아니라 응축기 코일(516) 및 응축기 팬(517)을 포함한다. (편의를 위해서 512-"A" 위치로 표시된) 4-방향 밸브(512)는, 고온의 냉매(513)가 라인(515)을 통해서 응축기 코일(516)로 지향되도록 밸브체(511) 내부에 위치되었다. 팬(517)은 응축기 코일(516)을 통해서 외부 공기(518)를 송풍하며 여기서 외부 공기가 압축기(510)로부터 열을 뽑아내며, 이 열은 공기 흐름(519)에 방출된다. 냉각된 액체 냉매(520)는 한 세트의 밸브(521, 522, 524 및 525)로 전도되며, 개방에 대해서 "0" 또는 폐쇄에 대해서 "C"가 부가된다. 도면에서 보여질 수 있는 바와 같이, 냉매(520)는 체크 밸브(521-0)를 통해서 가고 그리고 팽창 밸브(522-C)를 바이패스한다. 제2 체크 밸브(524-C)는 폐쇄되기 때문에, 냉매는 라인(523)을 통해서 그리고 제2 팽창 밸브(525-0)로 이동되고 여기서 냉매는 팽창되고 냉각된다. 저온 냉매(526)는 다음으로 증발기(501)로 전도되고 여기서 냉매가 열을 뽑아내고 가스로 다시 팽창된다. 가스(509)는 다음으로 4-방향 밸브(511)에 전도되고 그리고 라인(514)을 통해서 압축기(510)로 다시 유동된다.

[0028] 어떤 실시예에서, 시스템은 복수의 압축기 또는 복수의 응축기 코일 및 팬을 가질 수 있다. 주된 전기 에너지 소비 구성요소는 압축기(510), 응축기 팬(516) 및 증발기 팬(502)이다. 일반적으로 압축기는 시스템을 동작시키기 위해서 요구되는 전기의 80%에 가깝게 사용하고, 응축기 및 증발기 팬은 각각 전기의 약 10%를 차지한다.

[0029] 도 5b는 겨울 가열 모드에서 동작하는 종래의 미니-스플릿 시스템을 도해한다. 도 5a와 주된 차이는 4-방향 밸브체(511)에서 밸브(512)가 "B" 위치로 이동되었다는 점이다. 이것은 고온의 냉매를 실내 증발기 코일로 지향시키며 이 증발기 코일은 실제로 응축기 코일이 된다. 밸브(521, 522, 524 및 525)는 또한 위치를 전환하고 그리고 냉매는 이제 체크 밸브(524-0) 및 팽창 밸브(522-0)를 통해서 유동되는 한편 팽창 밸브(525-C) 및 체크 밸브(521-C)는 폐쇄된다. 냉매는 다음으로, 밸브체(511) 및 밸브(512-B)를 통해서 압축기(510)로 복귀되기 전에 외부 공기(518)로부터 열을 뽑아 낸다. 이 종래의 미니-스플릿 열 펌프에 대해서 주의할 만한 2가지 항목이 있다: 첫째, 외부 공기가 냉각되며, 이것은 외부 코일(516) 상의 습기의 동결로 이어질 수 있으며, 얼음 형성으로 이어진다. 이것은 종종 행해지는 바와 같이, 얼음이 코일에서 떨어질 수 있도록 단순히 짧은 시간 동안 냉각 모드로 시스템을 운전함으로써 약화될 수 있다. 그러나, 이것은 물론 매우 에너지 효율적이지는 않고 그리고 열악한 에너지 성능으로 이어진다. 또한, 여전히 한계가 있고 그리고 낮은 충분한 온도이고, 심지어 시스템을 역회전하는 것이 적절하지 않을 것이고 그리고 다른 가열 수단이 제공될 필요가 있을 수도 있다. 둘째, 실내 유닛은 단지 현열을 제공할 것이며, 이는 겨울에 전체적으로 건조한 공간으로 이어질 수 있다. 이것은 당연히 공간에 가습기를 가짐으로써 약화될 수 있으나, 이러한 가습기는 또한 추가적인 가열 비용으로 이어질 것이다.

[0030] 도 6a는 여름 냉각 및 제습 모드로 셋업된 미니-스플릿 액체 데시컨트 시스템의 다른 실시형태를 도해한다. 도 4a에 유사하게, 3-방향 액체 데시컨트 조화기(603)는, 팬(602)에 의해서 조화기(603)를 통해서 이동되는 공기 흐름(601)을 받는다. 처리된 공기(606)는 공간으로 지향된다. 조화기(603)는, 도 2 및 도 3에서 설명된 바와 같이, 공기 흐름(601)으로부터 습기를 뽑아내는 농축된 액체 데시컨트(607)를 받는다. 묽어진 액체 데시컨트(608)는 이제 작은 레저보(610)로 지향될 수 있다. 펌프(609)는 레저보(610)로부터 다시 조화기(603)로 농축된 데시컨트(607)를 이동시킨다. 묽어진 데시컨트(611)는 레저보(610)로 이동되며, 여기서 데시컨트가 재생기(643)로

지향될 수 있다. 재생기(643)로부터의 농축된 데시컨트(612)는 레저보(610)에 첨가된다. 동시에, 조화기(603)는 저온 또는 고온일 수 있는 열 전달 유체(604)를 받는다. 열 전달 유체는 라인(605)에서 조화기(603)를 떠나고 그리고 펌프(613)에 의해서 유체 대 냉매 열 교환기(614)를 통해서 순환되며, 이 열교환기에서 액체는 냉각되거나 또는 가열된다. 펌프(609 및 613) 및 레저보(610)의 정확한 셋업은 이 시스템의 설명에 기초는 아니고 정확한 적용 및 장착에 근거하여 변할 수 있다.

[0031] 냉매 압축기(615)는 냉매 가스를 고압으로 압축하고 그리고 결과적인 고온 냉매(616)는 4-방향 밸브 조립체(617)로 지향된다. 밸브(618)는 도면에서 앞에 표시된 618-A와 같이 "A" 위치에 있다. 이 위치에서, 고온 냉매 가스는 라인(619)을 통해서 2개의 열 교환기로 지향된다: 즉 냉매를 열 교환기(622)로 지향하는 또한 "A" 위치에서 3-방향 스위칭 밸브(621-A)를 통해서 공기 열 교환기(622)에 냉매가 지향되고 그리고 액체 열 교환기(620)에 냉매가 지향된다. 냉매는, 냉매를 라인(627)를 통해서 지향시키는 또한 "A" 위치에 있는 3-방향 스위칭 밸브(626-A)를 통해서 열 교환기(622)를 떠난다. 열 교환기(620)로부터의 냉매는 결합되고 그리고 2개의 흐름은 한 세트의 밸브(628, 629, 630 및 631)로 유동된다. 체크 밸브(628-0)는 개방되고, 그리고 냉매가, 액체 냉매를 팽창시켜 라인(632)에서 냉각되게 하는 팽창 밸브(631-0)로 유동되는 것을 허용한다. 체크 밸브(630-C)는, 팽창 밸브(629-C)처럼 폐쇄된다. 냉매는 다음으로 다른 3-방향 스위칭 밸브(633-A)를 "A" 위치에서 만난다. 저온 냉매는 이제 상술된 열 교환기(614)에서 열을 뽑아낸다. 더 더운 냉매는 다음으로 라인(634)을 통해서 4-방향 밸브(617)로 이동되고, 여기서 냉매가 라인(635)을 통해서 압축기(615)로 다시 지향된다. 액체 대 냉매 열 교환기(620)는 펌프(638)에 의해서 라인(639)을 통해 열 전달 유체(일반적으로 물)를 공급받는다. 가열된 열 전달 유체는 다음으로 라인(640)을 통해서 재생기 멤브레인 모듈(643)로 지향되며, 이것은 도 2로부터의 모듈과 유사한 구성이다. 재생기 모듈(643)은 팬(642)을 통해서 공기 흐름(641)을 받는다. 공기 흐름(641)은 이제 열 전달 유체에 의해서 가열되고 그리고 묶어진 액체 데시컨트(645)로부터 습기를 뽑아내며, 이것은 고온의 습한 배기 공기 흐름(644)으로 귀결된다. 펌프(647)는 묶어진 액체 데시컨트를 레저보(648)로부터 멤브레인 모듈(643)로 지향하고 그리고 재-농축된 액체 데시컨트(646)는 레저보(648)로 다시 이동된다. 작은 펌프(649)는 레저보(610 및 648) 사이에서 데시컨트의 유동을 제공한다. 동시에, 공기 흐름(624)은 팬(623)에 의해서 공기 대 냉매 열 교환기(622)를 통해서 지향된다. 공기 흐름(624)은 냉매에 의해서 현저히 가열되고 그리고 결과적인 고온 공기(625)는 제2 배기 흐름을 구성한다. 냉매 라인(637)은 여름 냉각 모드에서 비활성적이고, 그리고 냉매 라인의 사용이 도 6c 하에서 설명될 것이다. 데시컨트 라인(611 및 612)를 열적으로 연결하고 그리고, 재생기(643)로부터의 열이 조화기(603)에 직접적으로 전도되지 않도록 2 개의 라인 사이에 열 교환기를 형성하는 것이 또한 가능하며, 이 것은 조화기 상의 에너지 부하를 감소시킬 것이다. 또한, 라인(611 및 612)을 열적으로 연결하는 것 대신에 별개의 액체 데시컨트를 액체 데시컨트 열 교환기(650)에 부가하는 것이 가능하다. (참조에 의해서 포함되는 미국 특허 출원 번호 14/664,219에 더 설명되는) 선택적 물 주입 시스템(651)은 데시컨트에 물(652)을 부가함으로써 어떤 조건에서의 데시컨트의 과농축을 방지하며, 이는 또한 시스템을 더욱 에너지 효율적으로 만드는 효과를 가질 수 있다.

[0032] 도 6b에서, 도 6a의 시스템은 겨울 가열 및 가습 모드로 전환되었다. 밸브(618)는 "A"로부터 "B" 위치로 전환되었으며, 이는 열 교환기(614)가 이제 고온 냉매를 받는 반면 열 교환기(622 및 620)가 저온 냉매를 받는 식으로 회로를 통한 냉매 유동의 역으로 귀결된다. 밸브(628-C)는 이제 폐쇄되고, 팽창 밸브(629-0)는 개방되고, 밸브(630-0)는 개방되고 그리고 팽창 밸브(631-C)는 폐쇄된다. 이 모드에서, 냉매 시스템은 공기 흐름(641 및 624)로부터 열을 뽑고 그리고 이 열을, 가열되고 습한 공기를 이제 공간에 제공하는 조화기(603)에 지향시킨다. 액체 데시컨트는 습기를 공간에 전달하고 그리고 따라서 조화기(603)에서 더욱 농축된다. 액체 데시컨트는 공기 흐름(641)으로부터 습기를 당긴다. 그러나, 이에 대한 한계가 있다: 만약 공기 흐름(641)이 상대적으로 건조하면, 이용가능한 충분한 습기가 있지 않을 수도 있고 그리고 데시컨트가 과-농축될 수도 있다. 참조에 의해서 여기에 포함되는 미국 특허 출원 번호 61/968,333 (2014년 3월 20일 출원)은 도 9b에 도시되는 바와 같이 이것이 발생하는 것을 방지하기 위해서 액체 데시컨트에 물을 첨가하는 방법을 설명한다. 이 방법은 또한 여기서 적용될 수 있고 물이 예를 들어 라인(611)에 주입될 수 있다. 또한, 공기 흐름(624)은 어떤 온도에서 과도하게 냉각되고 얼음이 열 교환기(622) 상에서 형성되기 시작할 수 있다. 이러한 상황에서, 팬(623)을 섀다운하는 것이 가능하고 그리고 대신에 모든 열 및 습도가 재생기(643)에 의해서 외부로 뽑아지도록한다.

[0033] 도 6c는 도 6a 및 도 6b의 동일한 시스템을 도시하며, 이 특별한 작동 모드에서 실내 조화기 유닛(603)이 공기 흐름의 가열 및 제습을 제공하도록 셋업된 차이를 갖는다. 이 동작 모드는 특히, 외부 공기가 차갑고 습도가 높은 계절, 예를 들어 아시아에서 매화-비(plum-rain) 계절로 알려진 우기에 유용하다. 이 모드는 밸브(618)를 "A" 위치로 전환하고 그리고 3-방향 냉매 밸브(621, 626 및 633)를 "A"로부터 "B" 위치로 전환함으로써 달성된다. 고온 냉매는 이제 상이한 경로를 취한다: 밸브(618-A)를 나온 후 고온 냉매는 라인(619) 및 열 교환기(62

0)를 통해서 지향된다. 그러나, 밸브(621-B)는 "B" 위치에 있기 때문에, 고온 냉매는 열 교환기(622)를 통해서 유동하지 않을 것이다. 대신 냉매는 밸브(628-0) 및 팽창 밸브(631-0)를 통해서 유동되며, 여기서 냉매는 냉각된다. 밸브(633-B)는 이제 "B" 위치에 있고 그리고 저온 냉매를 라인(637)에 지향시키고 여기서 냉매가 또한 이제 "B" 위치에 있는 밸브(626-B)에 도달된다. 따라서 저온 냉매는 열 교환기(622)에 들어가고 여기서 냉매는 공기 흐름(624)으로부터 열을 뽑을 수 있다. 또한 "B" 위치에 있는 밸브(621-B)는 이제, 열 교환기(622)를 떠나서 더 더운 냉매 가스를 라인(619 및 635)에 지향시키고, 여기서 냉매 가스가 압축기(615)로 복귀된다. 이 구성은, 열 교환기(622)로부터 열 교환기(620)로 냉매 시스템을 통해서 열을 효과적으로 펌핑하여, 라인(639)를 통해서 고온 열 전달 유체를 생성하고 이것은 따라서 재생기(643)가 고온 열 전달 유체를 받고 그리고 더욱 농축된 데시컨트(646)를 생성하는 것을 허용한다. 열 교환기(614)는 임의의 냉매를 받지 않고 그리고 실제로 비활성이기 때문에, 펌프(613)가 섀다운될 수 있고 그리고 조화기 모듈(603)이 더 이상 임의의 열 전달 유체를 받지 않는다. 결과적으로 공기 흐름(601)은 이제 농축된 데시컨트(607)에 노출되고, 그러나 라인(605)을 통한 열 전달 유체 유동의 결여 때문에, 공기는 단열적으로 채워지고, 그리고 더운, 건조한 공기(606)가 조화기 밖으로 나올 것이다. 냉매에 대한 다른 회로의 옵션이 동일한 효과를 달성할 수 있거나 또는 잠재적으로 고온 냉매를 열 교환기(614)에 전달하고 열 교환기가 다음으로 추가적인 가열 능력을 제공할 수 있다는 점이 명확하여야 한다. 조화기(603)는 따라서 공기 흐름(601)을 가열하고 채워준다. 묶어진 데시컨트는 이제 재생기(643)에 의해서 재생되며, 재생기가, 실제로 외부 공기(624)로부터 열을 펌핑하는 압축기(615)로부터 여전히 열을 받고 있다.

[0034] 도 7a는 여름 냉각 및 채워 모드에 셋업된 미니-스플릿 액체 데시컨트 시스템의 다른 실시형태를 도해한다. 도 6a에 유사하게, 3-방향 액체 데시컨트 조화기(703)는, 팬(702)에 의해서 조화기(703)를 통해서 이동되는 공기 흐름(701)을 받는다. 처리된 공기(706)는 공간으로 지향된다. 조화기(703)는, 도 2 및 도 3에서 설명된 바와 같이, 공기 흐름(701)으로부터 습기를 뽑아내는 농축된 액체 데시컨트(707)를 받는다. 묶어진 액체 데시컨트(708)는 이제 작은 레저보(710)로 지향될 수 있다. 펌프(709)는 레저보(710)로부터 다시 조화기(703)로 농축된 데시컨트(707)를 이동시킨다. 라인(711)의 묶어진 데시컨트(611)는 레저보(754)로 이동되며, 여기서 데시컨트가 재생기(748)로 지향될 수 있다. 재생기(748)로부터의 라인(712) 내 농축된 데시컨트는 펌프(755)에 의해서 레저보(710)에 첨가된다. 동시에, 조화기(703)는 저온 또는 고온일 수 있는 열 전달 유체(704)를 받는다. 열 전달 유체는 라인(705)에서 조화기(703)를 떠나고 그리고 펌프(713)에 의해서 유체 대 냉매 열 교환기(714)를 통해서 순환되며, 이 열교환기에서 액체는 냉각되거나 또는 가열된다. 펌프(709, 713 및 755) 및 레저보(710)의 정확한 셋업은 이 시스템의 설명에 기초는 아니고 정확한 적용 및 장착에 근거하여 변할 수 있다. 데시컨트 라인(711 및 712)을 열적으로 연결하고 그리고, 재생기(748)로부터의 열이 조화기(703)에 직접적으로 전도되지 않도록 2개의 라인 사이에 열 교환기를 형성하는 것이 또한 가능하며, 이 것은 조화기 상의 에너지 부하를 감소시킬 것이다. 또한, 라인(711 및 712)을 열적으로 연결하는 것 대신에 별개의 액체 데시컨트를 액체 데시컨트 열 교환기(756)에 부가하는 것이 가능하다. (참조에 의해서 포함되는 미국 특허 출원 번호 14/664,219에 더 설명되는) 선택적 물 주입 시스템(757)은 데시컨트에 물(758)을 부가함으로써 어떤 조건에서의 데시컨트의 과농축을 방지하며, 이는 또한 시스템을 더욱 에너지 효율적으로 만드는 효과를 가질 수 있다.

[0035] 냉매 압축기(715)는 냉매 가스를 고압으로 압축하고 그리고 결과적인 고온 냉매(716)는 4-방향 밸브 조립체(717)로 지향된다. 밸브(718)는 앞에서와 같이 "A" 위치에 있고, 그리고 도면에서 718-A로 표시된다. 이 위치에서, 고온 냉매 가스는 라인(719)을 통해서 냉매-대-액체 열 교환기(720)로 지향된다. 냉매는 열 교환기(720)를 떠나고 그리고 라인(721)을 통해서 제2 4-방향 밸브 조립체(722)로 지향되며, 밸브(723-A)은 "A" 위치에 있고, 이 밸브는 냉매를 라인(724)을 통해서 그리고 후속하여 응축기 코일(725)에 지향한다. 응축기 코일(725)은 팬(727)에 의해서 이동되는 공기 흐름(726)을 받으며, 가열된 배기 공기 흐름(728)으로 귀결된다. 더 저온 냉매는 라인(729)을 통해서 코일(725)을 떠나고 그리고 개방된 밸브(730-0)로 지향된다. 팽창 밸브(731-C)는 폐쇄되고 그리고 이 동작 모드에서 비활성이다. 냉매는 다시 라인(732)을 통해서 4-방향 밸브(722)로 이동되고, 그리고 라인(733) 및 라인(736)을 통해서 팽창 밸브(738-0)에 지향되며, 이 팽창 밸브는 냉매를 팽창시킨다. 체크 밸브(737-C)는 폐쇄되고 그리고 비활성이다. 저온 냉매는 라인(739)을 통해서 열 교환기(714)에 들어가고 그리고 열 교환기(714)의 반대 측 상에서 열 전달 유체로부터 열을 제거한다. 더 더운 냉매는 다음으로 라인(740 및 741)을 통해서 4-방향 밸브(717)로 이동되고, 여기서 냉매가 라인(742)을 통해서 압축기(715)로 다시 지향된다. 라인(734) 및 밸브(735-C)는 각각 비활성이거나 또는 폐쇄된다.

[0036] 냉매 대 액체 열 교환기(720)는 라인(744)을 통한 펌프(743)에 의해서 펌핑되는 (일반적으로 물 또는 물/글리콜 혼합물 그러나 일반적으로 임의의 열 전달 유체가 될 것이다) 열 전달 유체를 받는다. 라인(719)의 압축된 냉매로부터의 열은 열 교환기(720) 내에서 열 전달 유체에 전달되고 그리고 고온 열 전달 유체가 라인(745)을 통해서, 도 2 및 도 3에 설명된 바와 같이 유사하게 구성되는 한 세트의 재생기 플레이트(748)에 지향된다. 고온

열 전달 유체는, 약한 데시컨트 공급 라인(751)을 통해서 펌프(753)에 의해서 재생기(748)에 지향되는 약한(weak) 데시컨트 외부로 습기를 구동시킨다. 공기(746)는 재생기 모듈(748)을 통해서 팬(747)에 의해서 송풍되고 그리고, 시스템으로부터 배기되는 고온의 습한 공기(749) 귀결된다. 재생기(748)로부터 나가는 농축된 데시컨트는 라인(752)을 통해서 선택적 수집 탱크(754)에 지향된다. 이곳으로부터 농축된 데시컨트는 다시 실내 조화기(703)를 통해서 돌아오며, 여기서 농축된 데시컨트가 다시 습기를 뽑아낸다.

[0037] 도 7a의 시스템은 종래의 미니-스플릿 시스템과 같이 매우 높은 온도에서 현열 냉각 및 제습을 제공할 수 있다. 결과적으로, 실내 룬은, 종래 시스템이 전달할 수 있는 것보다 더 건조하고 더욱 편안해질 것이고, 그리고 시스템은 종래의 시스템이 했던것과 같이 더 적은 리프트(lift)(압축기(715)를 걸쳐 냉매의 온도 차이)로 이것을 할 것이다.

[0038] 도 7b는 겨울 가열 및 가습 모드인 도 7a의 시스템을 도시한다. 밸브(718)는 "B" 위치로 변경되었으며 냉매 유동의 상이한 방향으로 귀결된다: 라인(716)을 통해서 압축기(715)를 떠나는 고온 냉매는 이제 라인(741)을 통해서 열 교환기(714)로 지향된다. 이것은 라인(704)을 통해서 고온 열 전달 유체를 받는 조화기(703)로 귀결되고 그리고 결과적으로 조화기(703)를 통해서 가는 공기(701)가 가열되고 가습되어, 공간으로의 덥고 습한 공기 흐름(706)으로 귀결된다. 더 저온 냉매는 이제 라인(739, 736 및 733)을 통해서 밸브(722)로 지향되며, 이 밸브는 앞에서와 같이 아직 "A" 위치에 있다. 냉매는 팽창 밸브(731-0)에서 팽창되고 냉각되고, 그리고 라인(721), 밸브(717) 및 라인(742)를 통해서 압축기(715)로 복귀되기 전에, 다시 밸브(722)를 통해서 저온 냉매는 코일(725)에, 다시 밸브(722)를 통해서 그리고 열 교환기(720)에 지향된다. 이 셋업의 장점은 시스템이 이제는 습하고, 따뜻한 공기를 공간에 제공하며, 이는, 종래의 미니-스플릿 열 펌프 공기 조화기의 경우에서와 같이 공간이 너무 건조해지는 것을 방지할 것이다. 이것은, 별도의 가습기가 사용되지 않는한 종래의 공기 조화 열 펌프가 단지 열만을 제공하기 때문에, 사용자에게 편안함을 추가할 것이다. 이 시스템의 다른 장점은 겨울에 열이 주로 재생기 모듈(748)로부터 펌핑될 수 있다는 점이다. 이 모듈이 단지 데시컨트 및 열 전달 유체를 갖기 때문에, 외부 공기 온도가 32F에 도달되고 상대 습도가 거의 100%일 때 얼음 형성을 갖기 시작하는 종래의 열 펌프 시스템의 응축기 코일 보다 훨씬 더 낮은 온도에서 동작될 수 있을 것이다. 이 경우 종래의 열 펌프는 일시적으로 사이클을 역으로 하여 얼음이 코일로부터 제거될 수 있으며, 이는 이들이 역 사이클 모드 중에 공간을 냉각한다는 것을 의미한다. 이것은 자명하게 매우 에너지 효율적이지 않다. 도 7b의 시스템은, 만약 액체 데시컨트 농도가 약 20-30%의 농도에서 유지된다면, 사이클을 역으로 할 필요가 없을 것이다. 이것은 일반적으로 충분한 습기가 외부 공기에 있거나 하면 가능하다. 매우 낮은 습도 레벨(20% 아래의 상대 습도 또는 2 g/kg 아래의 습도)에서, 실내 습도가 유지될 수 있도록 계속 물을 데시컨트에 추가할 필요가 있을 수도 있다. 액체 데시컨트에 물을 추가하는 것이 또한 가능한 것이며, 이는 참조에 의해서 여기에 포함되는, 예를 들어 미국 특허 출원 번호 61/968,333에 더욱 상세히 설명된다.

[0039] 도 7c는 도 6c와 유사한 방식으로, 실내 공간이 제습되면서 가열되는 것을 허용하는 특별한 모드를 도해한다. 이것은, 예를 들어 비가 많은 초기 봄 날의 경우에서와 같이 실내 조건이 차갑고 매우 습할 때 발생할 것이다. 본토 중국에서, 이것은 매화 비 계절로 알려져 있고 연중 이 시기 동안 상태는 매우 습하고 저온 실내 상태이며, 곰팡이 문제 및 건강 이슈로 이어진다. 이 모드에서, 시스템은 도 7a에서와 같이 셋업되나, 제2 4-방향 밸브(722)는 "B" 위치에 있고 그리고 바이패스 밸브(735)는 도면에서 735-0로 표시되는 바와 같이 개방 위치에 있다. 압축기(715)로부터의 고온 냉매가 라인(716), 밸브(717) 및 라인(719)를 통해서 열 교환기(720)로 지향되며 여기서 열은 순환하는 열 전달 유체 루프(744, 745) 안으로 제거된다. 응축된 냉매는 다음으로 라인(721)을 통해서 밸브(722) 안으로 지향되며, 이 밸브는 "B" 위치에 설정되었고, 이는 냉매를 팽창 밸브(731-C)로 지향하고, 이 밸브 안에서 냉매가 팽창되고 냉각된다. 팬(727)은 이제, 냉매가 열을 뽑아내는 것을 허용하는 코일(725)을 통해서 공기를 이동시키고 그리고 증발된 냉매는 다시 압축기(715)로 바이패스 밸브(735-0) 및 밸브(717)를 통해서 라인(724), 밸브(722) 및 라인(733 및 734)을 통해서 지향된다. 이 방식으로 재생기(748)를 통해서 유동되는 액체 데시컨트는 열 교환기(720) 및 재생기(748)를 통해서 순환하는 고온의 열 전달 유체에 의해서 재생된다. 농축된 데시컨트는, 데시컨트가 다시 습기를 뽑아내는 실내 조화기(703)로 다시 지향된다. 그러나, 조화기(703)는, 냉매 회로가 밸브(735-0)를 통해서 열 교환기(714)를 바이패스하기 때문에, 저온 열 전달 유체를 받지않고 있다. 펌프(713)는 따라서 만약 원한다면 섀다운 될 수 있다. 조화기(703)에서 데시컨트는 공기 흐름(701)으로부터 습기를 뽑아 낼 것이며, 이는 공기 흐름의 단열 가열, 및 들어오는 공기보다 더 건조하고 더 따뜻한 결과적인 떠나는 공기(706)로 귀결되고, 그리고 따라서 동시적인 가열 및 제습으로 귀결된다. 이 방식으로 공간은 가열되고 제습되고 그리고 압축기는 조화기에 의해서만 사용될 농축된 데시컨트를 생성하기 위해서만 사용된다. 재생 열의 양이 조화기에 의해서 제거되는 습기의 양에 단지 비례하고 펌프(713)와 같은 어떤 구성요소는 비활성이기 때문에, 이것은 제습 및 가열을 공급하는 매우 효율적인 방법이다. 물론 다른 냉매 회로

를 개발하거나 또는, 일부는 활성 가열을 제공하고 그리고 다른 것은 냉각을 제공하는 복수의 회로로 냉매 회로를 나누는 것이 또한 가능하다.

[0040] 도 8a는 도 7a의 시스템과 도 6a의 시스템 사이의 하이브리드 접근을 도해한다. 본질에 있어서, (도 6a의 코일(622) 및 도 7a의 코일(725)과 유사한) 코일(833)이 열 전달 유체 측에 유지되어 열 전달 유체가 재생기 플레이트(843) 또는 조화기 플레이트(803)로 지향되는 것을 허용한다. 도면에서, 공간으로부터의 공기 흐름(801)은, 도 2 및 도 3에서 앞서 설명된 바와 같은 한 세트의 멤브레인 조화기 플레이트(803)로 팬(802)에 의해서 지향된다. 조화기(803)는 공기 처리 기능을 제공하고 그리고 공급 공기 흐름(806)을 공간에 전달한다. 조화기(803)는 라인(804)을 통해서 열 전달 유체(도 8a에서 냉각)를 받고, 이는 조화기(803)가 공기 흐름(801)을 냉각하고 제공하는 것을 허용한다. 더 따뜻한 열 전달 유체가 라인(805), 밸브(814A)("A"에 있음) 위치를 통해서 그리고 펌프(813)를 통해서 열 교환기(816)에 지향되며 여기서 열 전달 유체가 저온 냉매에 의해서 냉각된다. 더 저온 열 전달 유체는 다음으로 "A" 위치에 있는 밸브(815-A)를 통해서 다시 조화기(803)로 지향된다. 동시에, 조화기(803)는 또한 라인(807)을 통해서 농축된 액체 데시칸트를 받으며, 이는 다른 곳에서 설명된 바와 같이 조화기가 공기 흐름(801)으로부터 습기를 흡수하는 것을 허용한다. 묶여진 데시칸트는 라인(808)을 통해서 선택적 수집 탱크(810)으로 지향된다. 농축된 데시칸트는 탱크(810)로부터 펌프(809)에 의해서 다시 조화기 모듈(803)로 펌핑된다. 약한 또는 묶여진 데시칸트는 라인(811)을 통해서 선택적 탱크(847)로 지향되고 그리고 농축된 데시칸트는 탱크(847)로부터 펌프(848)에 의해서 제거되고 라인(812)을 통해서 다시 탱크(810)로 전달된다. 데시칸트 라인(811 및 812)을 열적으로 연결하고 그리고, 재생기(843)로부터의 열이 조화기(803)에 직접적으로 전도되지 않도록 2 개의 라인 사이에 열 교환기를 형성하는 것이 또한 가능하며, 이 것은 조화기 상의 에너지 부하를 감소시킬 것이다. 또한, 라인(811 및 812)을 열적으로 연결하는 것 대신에 별개의 액체 데시칸트를 액체 데시칸트 열 교환기(850)에 부가하는 것이 가능하다. (참조에 의해서 포함되는 미국 특허 출원 번호 14/664,219에 더 설명되는) 선택적 물 주입 시스템(851)은 데시칸트에 물(852)을 부가함으로써 어떤 조건에서의 데시칸트의 과농축을 방지하며, 이는 또한 시스템을 더욱 에너지 효율적으로 만드는 효과를 가질 수 있다.

[0041] 도 6에서 앞서 설명된 바와 유사하게, 압축기(818)는 라인(819)를 통해서 리버스 밸브 하우징(820)에 고온 냉매 가스를 공급하며, 밸브(821-A)는 "A" 위치에 있다. 고온 가스는 라인(823)을 통해서 열 교환기(824)에 지향되며 열 교환기는 라인(840 및 831)을 통해서 유동하는 열 전달 유체를 가열한다. 응축된 가스는 개방된 체크 밸브(826-O)를 통해서 유동하는 한편 팽창 밸브(827-C)는 폐쇄된다. 냉매는 다음으로 팽창 밸브(829-O)를 통해서 유동하며, 여기서 냉매는 팽창되고 냉각되는 한편 체크 밸브(828-C)는 폐쇄된다. 저온 냉매는 이제 열 교환기(816)를 통해서 지향되며, 여기서 열 전달 유체로부터 반대 측 상에서 열이 흡수된다. 따뜻해진 냉매는 다음으로 라인(830) 및 밸브(820)를 통해서 라인(822)을 통해서 다시 압축기(818)로 이동된다.

[0042] 앞서와 같이 라인(840 및 831)을 통해서 유동하는 고온 열 전달 유체가 열 교환기(824)의 냉매로부터 열을 뽑아내고 있다. 고온 유체는 재생기(843)로 지향되며, 재생기는 팬(844)을 통해서 고온 배기 공기 흐름(849)로 귀결되는 공기 흐름(841)을 받는다. 펌프(839)는 열 전달 유체를 라인(840)을 통해서 그리고 선택적으로 라인(837) 및 "A" 위치에 있는 밸브(838-A)를 통해서 이동시키고 그래서 열 전달 유체가, 고온의 배기 공기 흐름(836)으로 귀결되는 공기 흐름(835) 및 코일(833)의 팬(834)에 의해서 냉각되거나, 또는 단지 라인(840)을 통해서 열 교환기(824)로 다시 유동됨으로써 냉각된다. 밸브(832A)는 또한 "A" 위치에 있고 그리고 단지 냉각된 열 전달 유체를 다시 유체 라인(831) 안으로 지향한다. 재생기(843)는 묶거나 또는 약한 데시칸트를 라인(844)을 통해서 받고, 이 데시칸트는 라인(831)을 통해서 오는 열 전달 유체에 의해서 재-농축된다. 재-농축된 데시칸트는 라인(846)을 통해서 선택적 데시칸트 탱크(847) 안으로 지향된다. 펌프(845)는 약간의 묶은 데시칸트를 제거하고 그리고 이 것을 라인(844)을 통해서 재생기(843)로 이동한다. 라인(817 및 850)은 이 모드에서 사용되지 않는다.

[0043] 도 8b는 겨울 가열 및 가습 모드의 도 8a의 시스템을 도시한다. 본질적으로 단지 냉매 밸브(821-B)가 "A" 위치로부터 "B" 위치로 변경되었다. 열 전달 유체 루프는 이 작동 모드에서 변경되지 않는다. 고온 냉매는 압축기(818)로부터 라인(819)을 통해서 밸브 하우징(820)으로 열 교환기(816) 안으로 유동된다. 라인(804)의 결과적인 고온 열 전달 유체는 조화기가 공간 내의 공기(801)를 가열하고 가습하도록 구동한다. 응축된 냉매는 이제 체크 밸브(828-A)로 들어가고, 팽창 밸브(827-O)로 유동되며 팽창 밸브는 냉매를 팽창시키고 냉각시킨다. 저온 냉매는 다음으로 열 교환기(824)로 지향되며, 여기서 냉매는 라인(840 및 831) 내에서 반대 측 상에서 유동하는 열 전달 유체로부터 열을 뽑아 낸다. 결과적으로, 열은 궁극적으로 외부 공기 흐름(841 및 835)로부터 실내 공간 공기 흐름(806)으로 전달된다. 라인(844)의 데시칸트는, 더 약한 데시칸트로 귀결되는 공기 흐름(841)로부터 습기를 뽑아내고, 이 약한 데시칸트는 후속하여 조화기로 이동하며 여기서 데시칸트는 공기 흐름(806)을 가습하는

것을 돕는다. 도 8a에서와 같이, 라인(817 및 840)은 활성이 아니다.

[0044] 도 8c는 도 8a에서와 같이 냉매 밸브(821)가 "A" 위치에 있는 대안적인 동작 모드를 도해한다. 고온 냉매는 다시 열 교환기(824)로 지향되고 그리고 라인(840)의 반대 측 상의 고온 열 전달 유체는 다시 가열되고 재생기(843)로 지향된다. 그러나 밸브(814, 815, 832 및 838)는 이들의 "B" 위치로 전환되었다. 이것은 고온 열 전달 유체가 재생기로부터 단지 다시 냉매 대 액체 열 교환기(824)(그러나 코일(833)은 아님)로 지향되는 것을 허용한다. 대신 코일(833)은, 펌프(813)에 의해서 라인(850 및 817)을 통해서 코일(833)에 지향되는, 열 교환기(816)에서 생성되는 저온 열 전달 유체를 받는다. 결과적으로 시스템은, 저온 열 전달 유체에 의해서 코일(833)에 연결되는 열 교환기(816)와 고온 열 전달 유체에 의해서 재생기에 연결되는 열 교환기(824) 사이에서 효과적으로 열을 펌핑한다. 앞에서와 같이, 이것은, 라인(807)을 통해서 공급되는 농축된 데시컨트에 의해서 제습되는 실내 공기(801)로 귀결되고 그리고 어떠한 열 전달 유체도 라인(804)을 통해서 유동되지 않기 때문에, 이 제습은 실제로 거의 단열적이며 따뜻하고 건조한 공기 흐름(806)으로 귀결된다. 물은 데시컨트는 앞에서 설명된 바와 같이 재생기(843)로 전달될 수 있고, 여기서 고온 열 전달 유체의 열은 데시컨트가 재-농축되도록 한다. 동일한 또는 유사한 기능을 달성하는 다른 물 및 데시컨트 회로가 용이하게 유도될 수 있다는 점이 당업자에게 명확하다.

[0045] 도 9a는 도 8a의 시스템 사이의 하이브리드 접근을 도해하나 냉매 압축기를 냉각 타워 또는 지열 루프 및 고온 수 소스로 대체한다. 도면에서, 공간으로부터의 공기 흐름(901)은, 도 2 및 도 3에서 앞서 설명된 바와 같은 한 세트의 멤브레인 조화기 플레이트(903)로 팬(902)에 의해서 지향된다. 조화기(903)는 공기 처리 기능을 제공하고 그리고 공급 공기 흐름(906)을 공간에 전달한다. 조화기(903)는 라인(904)을 통해서 열 전달 유체(도 9a에서 냉각)를 받고, 이는 조화기(903)가 공기 흐름(901)을 냉각하고 제습하는 것을 허용한다. 더 따뜻한 열 전달 유체는 라인(905), 펌프(913), 이 열 전달 유체가 반대 측의 열 전달 유체에 의해서 냉각되거나 가열 될 수 있는(그러나 이 모드에서 라인(923) 및 라인(922)의 열 전달 유체가 유동하지 않음) 열 교환기(914), 및 열 전달 유체가 냉각되는 냉각 타워 베이신(basin)(921)를 통해서 열 전달 유체를 지향하는 밸브(915A)("A" 에 있음) 위치를 통해서 지향된다. 더 저온 열 전달 유체는 다음으로 라인(904)을 통해서 다시 조화기(903)로 지향된다. 동시에, 조화기(903)는 또한 라인(907)을 통해서 농축된 액체 데시컨트를 받으며, 이는 앞에서 설명된 바와 유사하게 조화기가 공기 흐름(901)으로부터 습기를 흡수하는 것을 허용한다. 묶어진 데시컨트는 라인(908)을 통해서 선택적 수집 탱크(910)으로 지향된다. 농축된 데시컨트는 탱크(910)로부터 펌프(909)에 의해서 다시 조화기 모듈(903)로 펌핑된다. 약한 또는 묶어진 데시컨트는 라인(911)을 통해서 선택적 탱크(933)로 지향되고 그리고 농축된 데시컨트는 탱크(933)로부터 펌프(934)에 의해서 제거되고 라인(912)을 통해서 다시 탱크(910)로 전달된다.

[0046] 냉각 타워는 젖음 매체(wetting media; 917)를 수용하고 그리고 또한 저온 물 뿐만 아니라 공기 인테이크(916) 및 팬(918) 및 배기 공기 흐름(920)뿐만 아니라 저온의 물을 제공하는 베이신(921)을 수용한다. 보충 물은 라인(919) 및, "A" 위치에서 보충 물을 냉각 타워 젖음 매체(917)로 지향하는 선택적 밸브(941-A)를 통해서 제공된다. 밸브(941-A)는 또한 물을 물 주입 유닛(942)으로 전달하도록 전환될 수 있으며, 주입 유닛은 물을 라인(912)에서 유동하는 액체 데시컨트에 추가하기 위해서 사용될 수 있다. 이러한 물 주입 시스템은, 참조에 의해서 여기에 포함되는 미국 특허 출원 번호 14/664,219에서 더 설명되고, 특히 건조한 상태에서 데시컨트의 농도를 제어하기 위해서 사용된다. 밸브(941-A)는 또한, 만약 물이 냉각 타워 또는 주입 유닛에 동시에 전달될 필요가 있다면(이는 고온 건조 상태에서 사용될 수 있음), 2개의 개별 밸브로 교체될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 냉각 타워는 지열 루프로 교체될 수 있으며, 이 루프에서 라인(904)의 열 전달 유체가 지열 열 교환기를 통해서 간단하게 펌핑되며, 이 지열 열 교환기는 일반적으로, 시스템이 위치되는 시설의 근처 땅 또는 강 또는 호수 내에 위치된다.

[0047] 재생기(926)는 열 원(924)로부터 고온 열 전달 유체(925)를 받으며, 이 열원은 임의의 편리한 열 원, 예를 들어 가스 연료를 사용하는 물 히터, 태양열 고온 물 시스템 또는 폐열 수집 시스템일 수 있다. "A" 위치에 있는 밸브(940-A)는 고온 열 전달 유체(925)를 재생기(926)에 지향한다. 재생기를 떠나는 더 저온 고온 열 전달 유체(936)는 라인(939)를 통해서 "A" 위치에 있는 밸브(938-A)를 통해서 열 원(924)으로 다시 펌프(937)에 의해서 펌핑된다. 재생기(926)는 또한, 고온의 습한 배기 공기 흐름(929)으로 귀결되는 팬 또는 블로워(928)에 의해서 이동되는 공기 흐름(927)뿐만 아니라 라인(930)을 통한 물은 (약한) 데시컨트를 받는다. 재-농축된 데시컨트는 라인(932)을 통해서 다시 탱크(933)로 유동되며 탱크로부터 재-농축된 데시컨트가 조화기(903)로 보내지며, 여기서 데시컨트가 재-사용된다.

[0048] 제2 단계 냉각 시스템(943)(도면에서 IEC(간접 증발식 냉각기(Indirect Evaporative Cooler))로 표시됨)을 추

가하는 것이 가능하다. 간접 증발식 냉각 시스템(943)은, 만약 필요하다면 추가적인 현열 냉각을 제공하고, 그리고 물 공급 라인(919)로부터 물(944)을 받는다. IEC는 또한 여기서 개시되는 다양한 다른 실시형태에서 사용되어 추가적인 현열 냉각을 공급 공기 흐름에 제공할 수도 있다.

[0049] 도 9b는 겨울 동작 모드의 도 9a의 시스템을 도시한다. 밸브(915-B, 941-B, 940-B 및 938-B)는 모두 이들의 "B" 위치로 전환되었다. 히터(924)로부터의 고온 열 전달 유체는 밸브(940-B)에 의해서 멤브레인 재생기(926)으로 가지 않으면서 펌프(937)로 우회된다. 밸브(938-B)는 고온 열 전달 유체를 라인(923)을 통해서 열 교환기(924)로 지향하며, 열 교환기에서 이 열 전달 유체는 펌프(913)에 의해서 펌핑되는 열 전달 유체(905)를 가열한다. 열 교환기(914)를 떠나는 더 따뜻한 열 전달 유체는 밸브(915-B)에 의해서 조화기(903)로 지향되며 여기서 다시 따뜻하고 습한 공기 흐름(906)으로 귀결된다. 열 교환기(914)의 다른 측은 더 저온 열 전달 유체를 라인(922)을 통해서 다시 히터(924)로 지향하고 여기서 열 전달 유체는 다시 가열된다.

[0050] 라인(908)의 농축된 데시컨트는 이제 라인(911)을 통해서 선택적 탱크(910)를 통해서 탱크(933)로 지향되며 여기서 데시컨트가 재생기로 펌프(931)에 의해서 펌핑된다. 재생기는, 공기 흐름(927)이 충분한 습기를 그 안에 가지고 있다고 가정하면 데시컨트가 습기를 흡수하도록 허용할 것이고, 묶어진 데시컨트는 라인(932) 및 탱크(933), 펌프(934) 및 물 주입 유닛(942)을 통해서 라인(912)으로 다시 탱크(910)로 유동될 것이며 여기서 데시컨트가 조화기(903)로 지향되고 그리고 계속 공기 흐름(906)을 습하게 할 수 있다. 만약 충분한 습도가 공기 흐름(927)에서 이용가능하지 않다면, 물 주입 모듈(942)은, 미국 특허 출원 61/968,333에서 더욱 충분하게 설명되는 바와 같이 데시컨트에 물을 추가하기 위해서 그리고 결과적으로 공기 흐름(906)을 습하게 하기 위해서 사용될 수 있다.

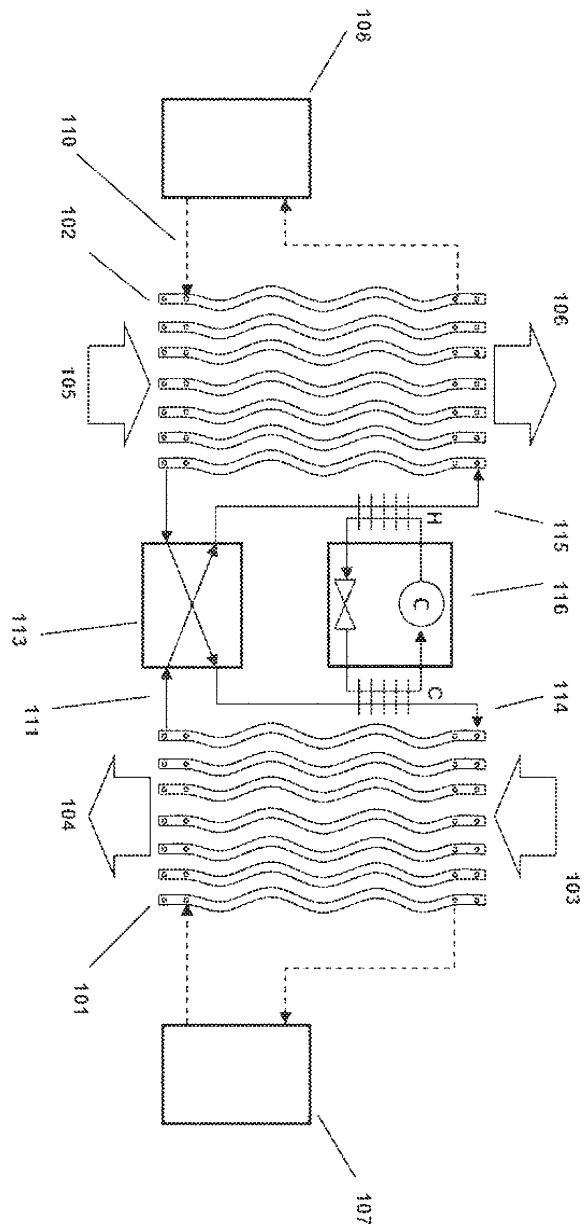
[0051] 도 9c는, 시스템이 제습뿐만 아니라 공기 흐름(901/906)의 가열을 제공하는 모드의 도 9a의 시스템을 도시한다. 도 9a에서와 같이 밸브(940-A)는 "A" 위치에 유지되고, 그리고 밸브(915-B, 938-B 및 941-B)는 이들의 "B" 위치에 유지된다. 히터(924)로부터의 고온 열 전달 유체는 이제 밸브(940-A)를 통해서 재생기(926)로 유동된다. 고온의 열 전달 유체는 고온의 습한 공기 흐름(929) 및 라인(932)의 농축된 데시컨트로 귀결되며, 이 데시컨트는 다시 탱크(933) 및 펌프(934)를 통해서 물 주입 모듈(942)(비활성) 및 탱크(910)를 통해서 조화기(903)에 지향된다. 농축된 데시컨트는 공기 흐름(901)으로부터 습기를 흡수할 수 있다. 동시에, 더 저온 고온 열 전달 유체는 밸브(938-B)에 의해서 열 교환기(914)에 지향되어, 라인(904)을 통한 조화기 모듈로의 따뜻한 열 전달 유체의 유동으로 귀결된다. 밸브(938-B)를, 열 전달 유체가 열 교환기(914)를 우회하는 것으로 귀결되는 "A" 위치로 전환하는 것이 또한 당연히 가능하다. 펌프(913)는 다음으로 오프(off)될 수 있고 그리고 조화기(903)는 단열 가열 시스템으로서 기능할 수 있고, 그리고 단지 데시컨트만 조화기(903)에 제공될 수도 있다.

[0052] 냉각 타워 젖음 매체 조립체(917)는, 여름 냉각 모드의 도 9d에서 도시되는 바와 같은 조화기 멤브레인 모듈과 유사한 한 세트의 멤브레인 모듈로 또한 교체될 수 있다. 도면에서, 펌프(913)로부터의 열 전달 유체는 3-방향 멤브레인 모듈로 지향되며, 이 모듈은 도 2 및 도 3에서 설명되는 것과 유사하다. 밸브(915-A)는 열 전달 유체를 증발식 멤브레인 모듈(945)로 지향한다. 증발을 위한 물은 다시 라인(919)을 통해서 제공되고 그리고 잉여 물은 라인(946)을 통해서 배수될 수 있다. 증발식 모듈(945) 및 물 주입 모듈(942)은 모두 멤브레인을 수용하고 있기 때문에, 증발 기능을 위해서 해수 또는 폐수를 사용하는 것이 이제 가능하다. 이것은, 물을 해수로부터 증발시키는 것이 약간 더 힘들기 때문에 약간 더 높은 온도로 귀결될 것이나 (물론 반드시 폐수에 대해서 이렇지는 않음), 미처리 (해)수를 증발을 위해서 사용하는 것이 깨끗한 수돗물의 소비를 상당히 감소시킬 것이고 그리고 경제적으로 더 많이 매력적일 것이다. 냉각 타워를 멤브레인 모듈로 교체하는 것은, 참조에 의해서 여기에 포함되는 미국 특허 출원 공개 US2012/0125021에 더욱 충분히 설명된다.

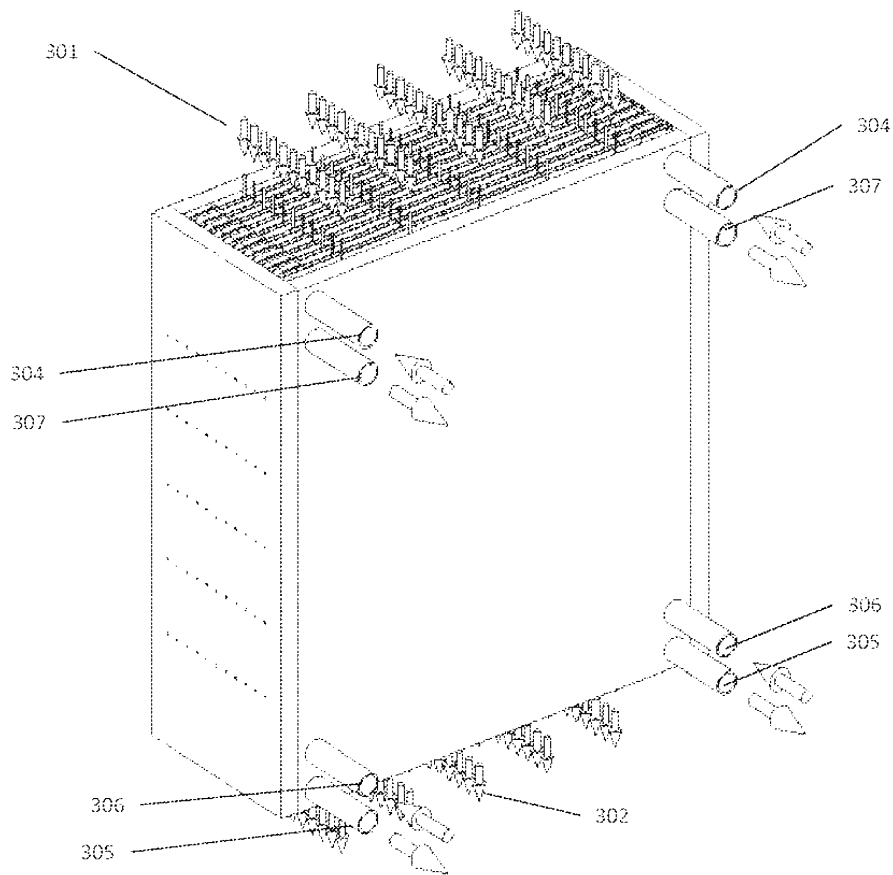
[0053] 이와 같이 몇 가지 도해적인 실시형태를 설명하였으며, 다양한 변형, 변경, 및 향상이 당업자에게 용이하게 착상될 수 있다는 점이 이해되어야 한다. 이러한 변경, 변형, 및 향상은 이 개시의 일 부분을 형성하도록 의도되고, 이 개시의 사상 및 범위 내에 있도록 의도된다. 여기서 제공되는 몇몇 실시예가 기능 또는 구조적 구성요소의 특정한 조합을 포함하고 있으나, 이러한 기능 및 구성요소는 본 개시에 따른 다른 방식으로 결합되어 동일한 또는 상이한 목적을 달성할 수도 있다. 특히, 일 실시형태와 관련하여 논의된 작동, 구성요소, 및 특징부는 다른 실시형태에서 유사하거나 또는 다른 역할로부터 배제되는 것을 의도하지 않는다. 추가적으로, 여기서 설명되는 구성요소 및 부재는 동일한 기능을 수행하기 위한 더 적은 수의 구성요소와 부재를 형성하도록 함께 결합되거나 또는 추가적인 구성요소로 분리될 수도 있다. 따라서, 앞의 설명 및 부착된 도면은 단지 예시의 방식이며, 제한하는 것으로는 의도되지 않는다.

도면

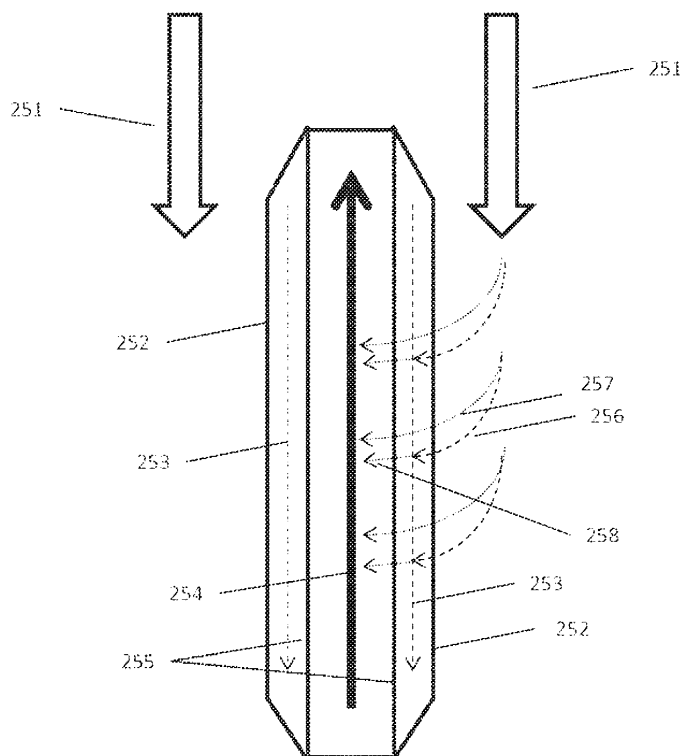
도면1



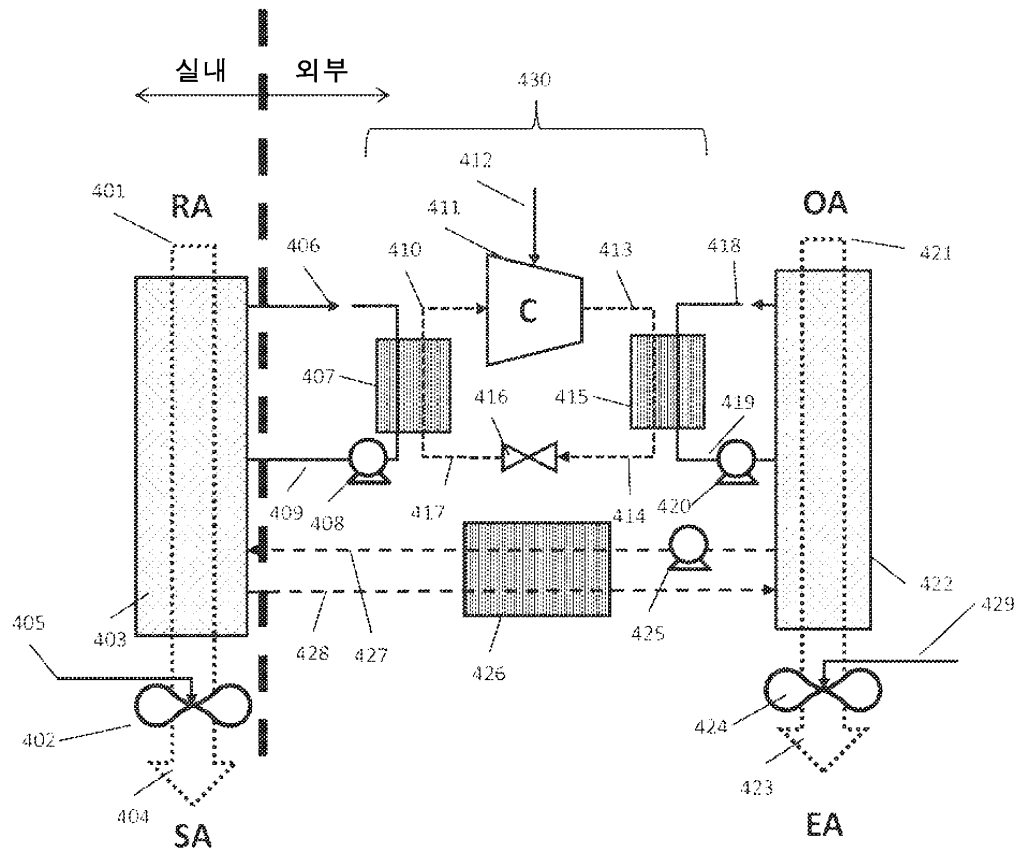
도면2



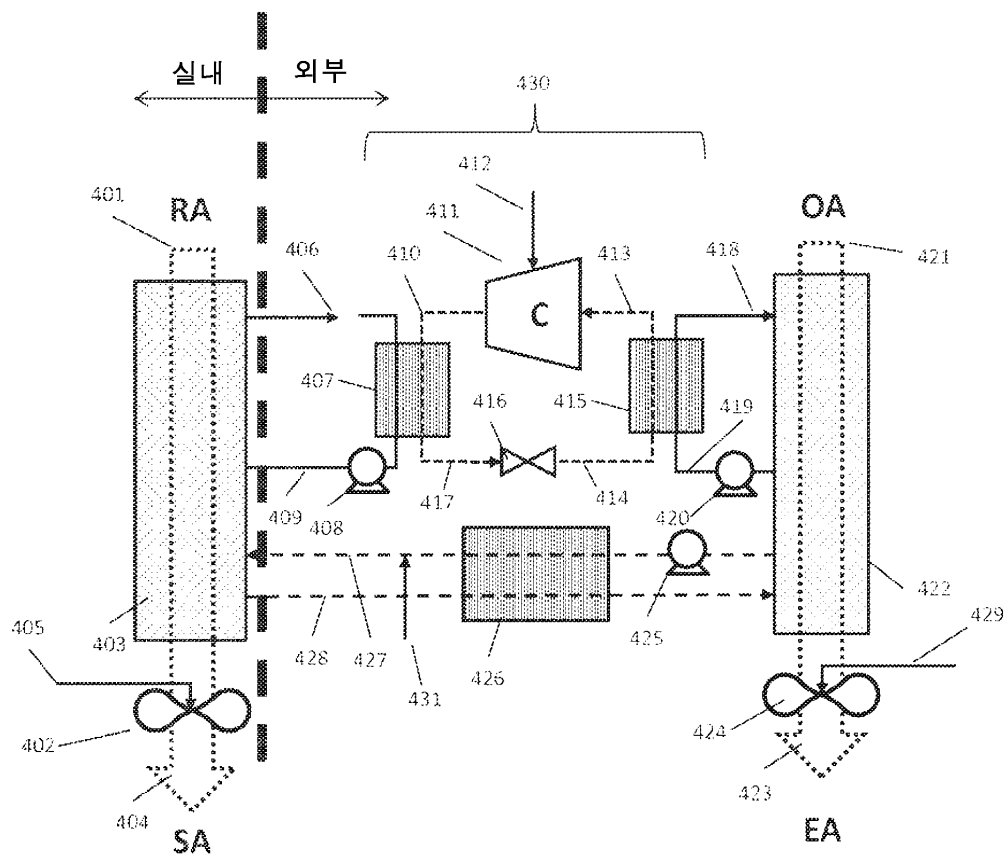
도면3



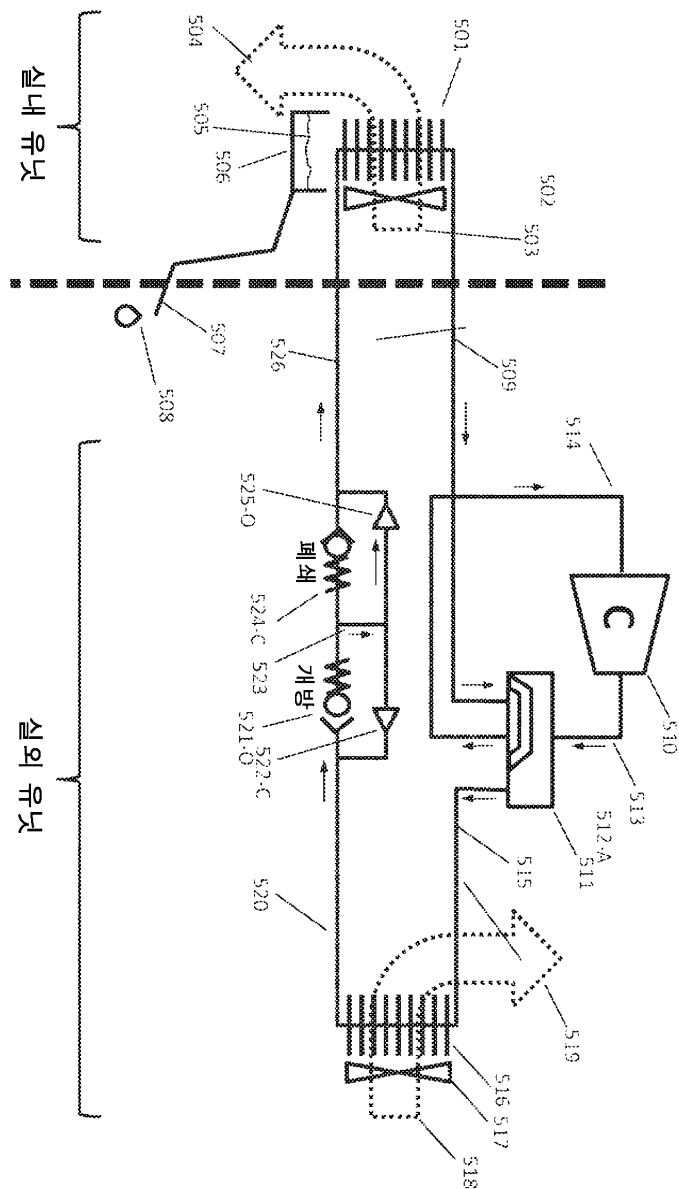
도면4a



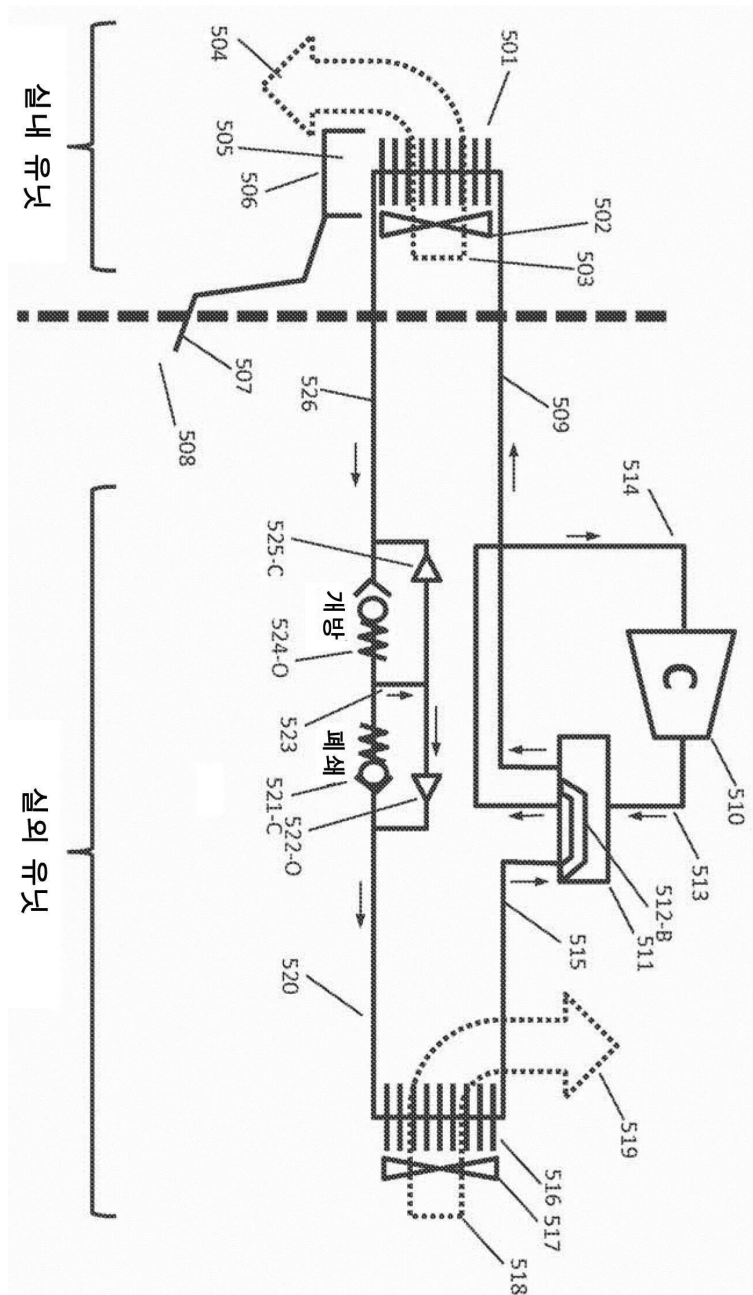
도면4b



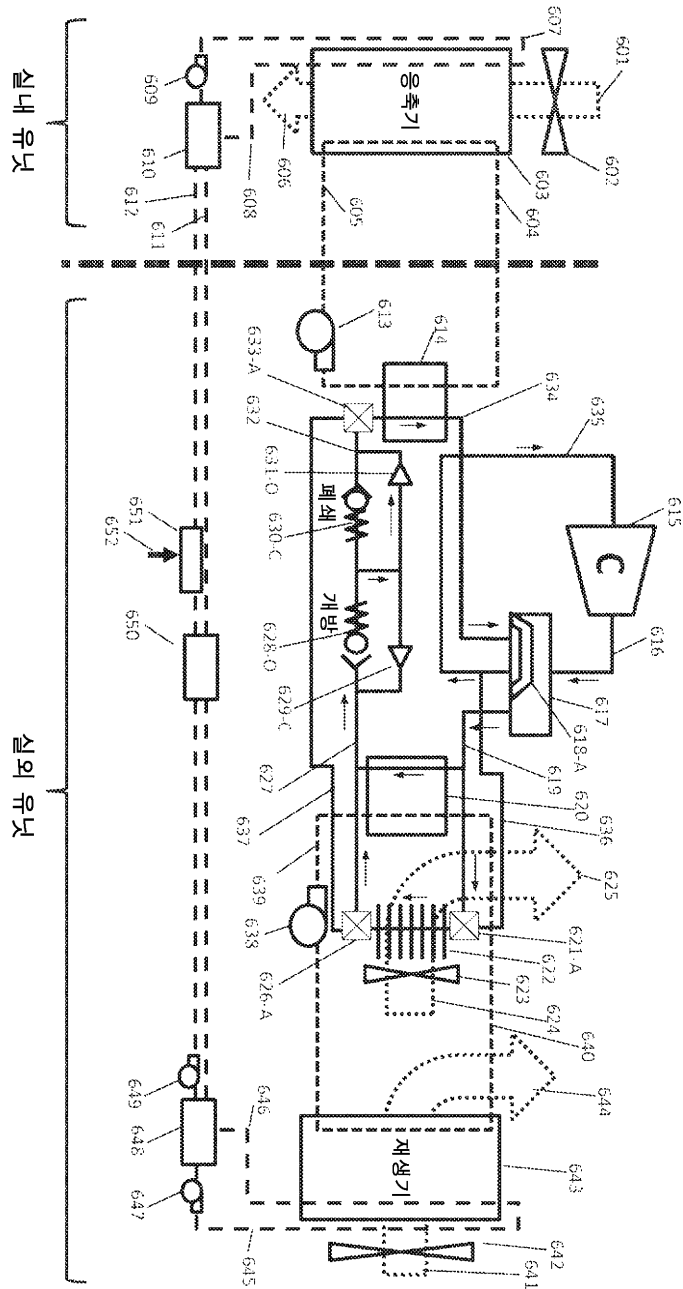
도면5a



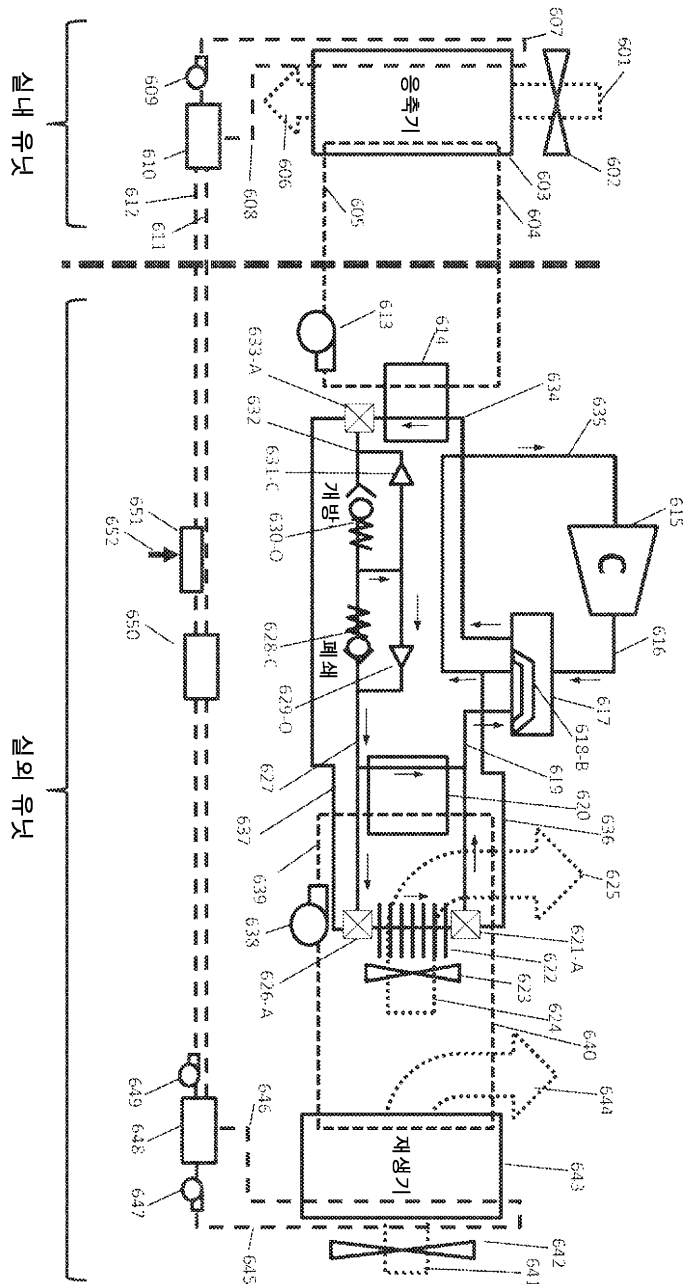
도면5b



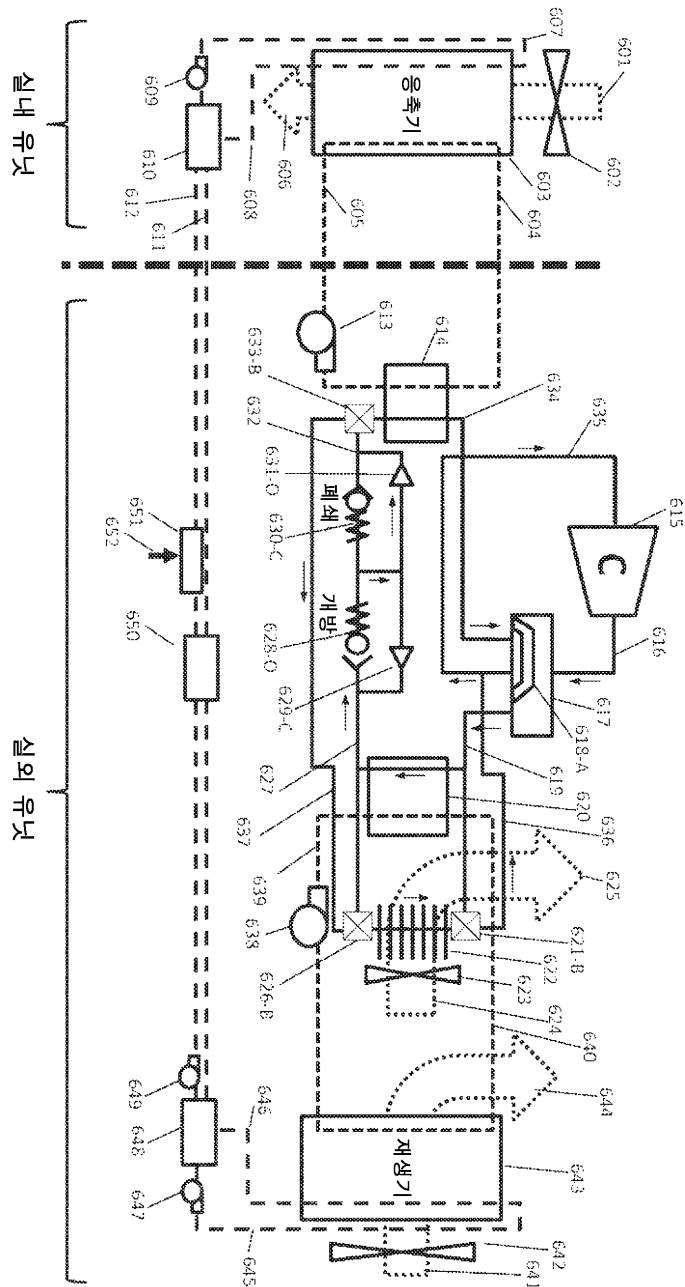
도면6a



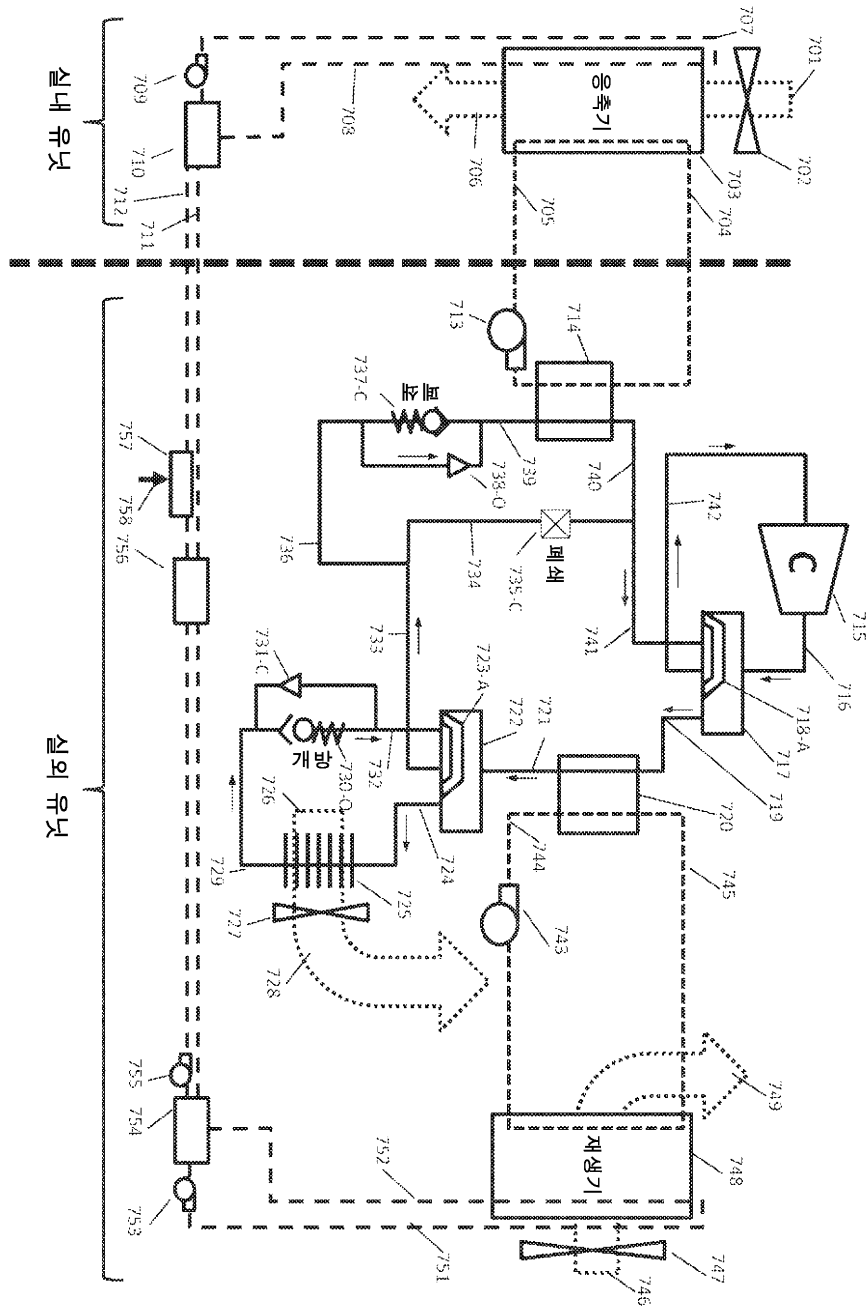
도면6b



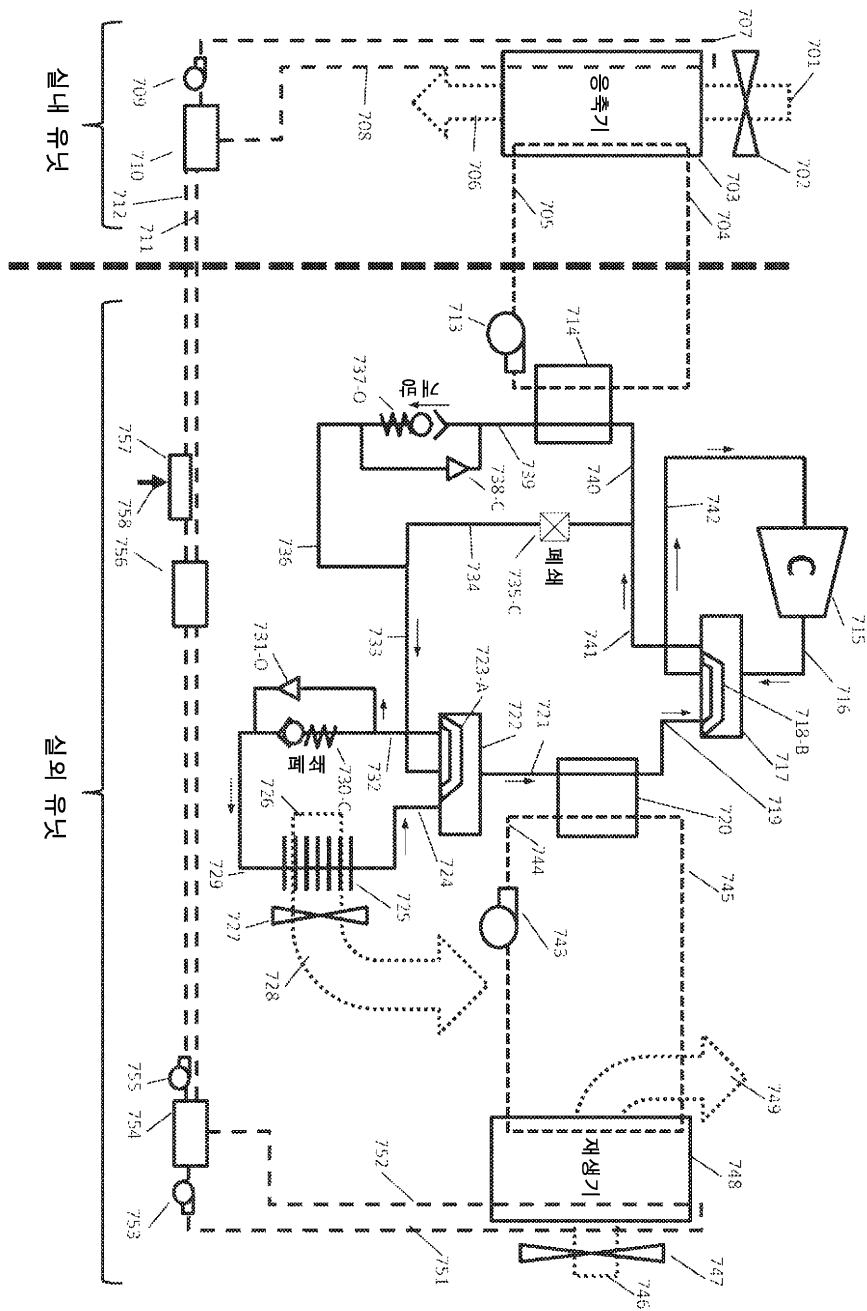
도면6c



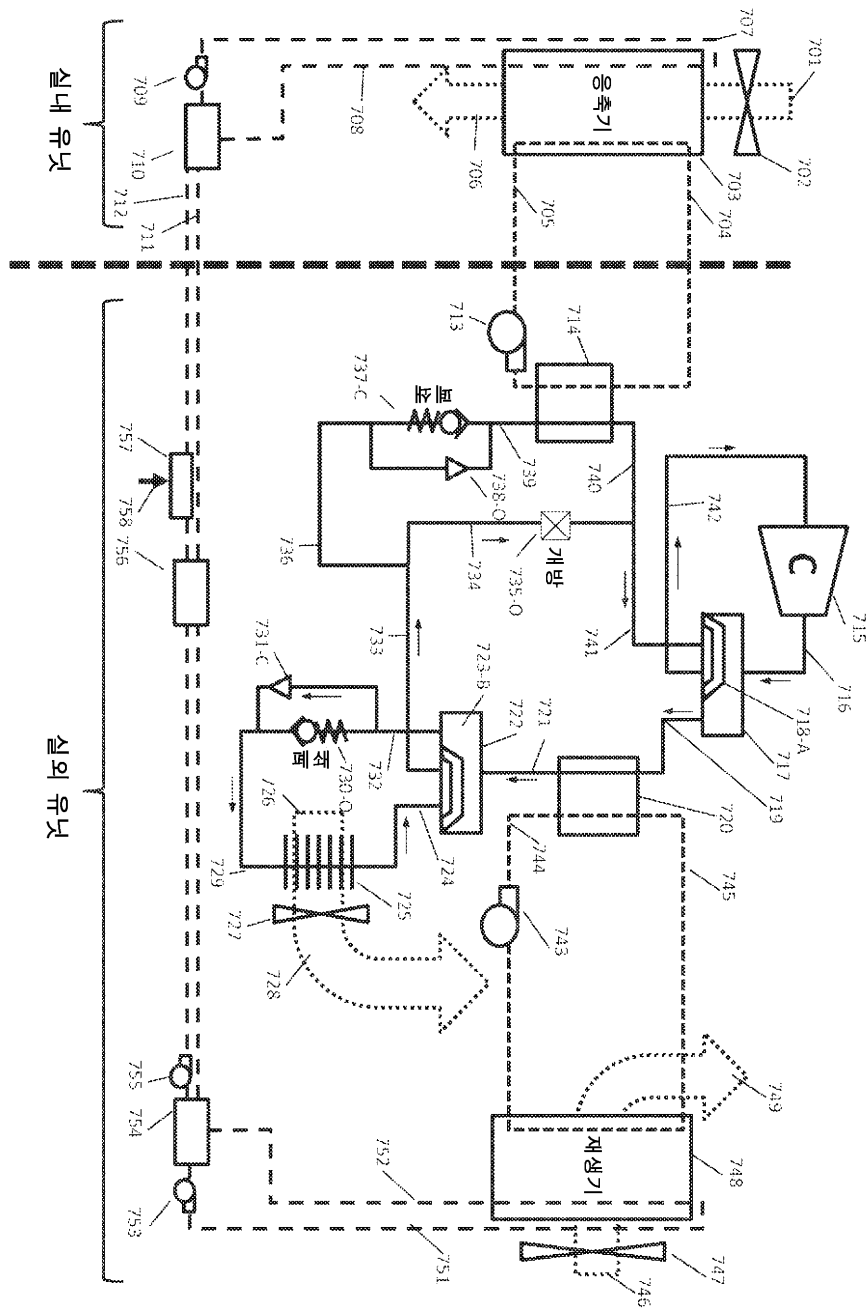
도면7a



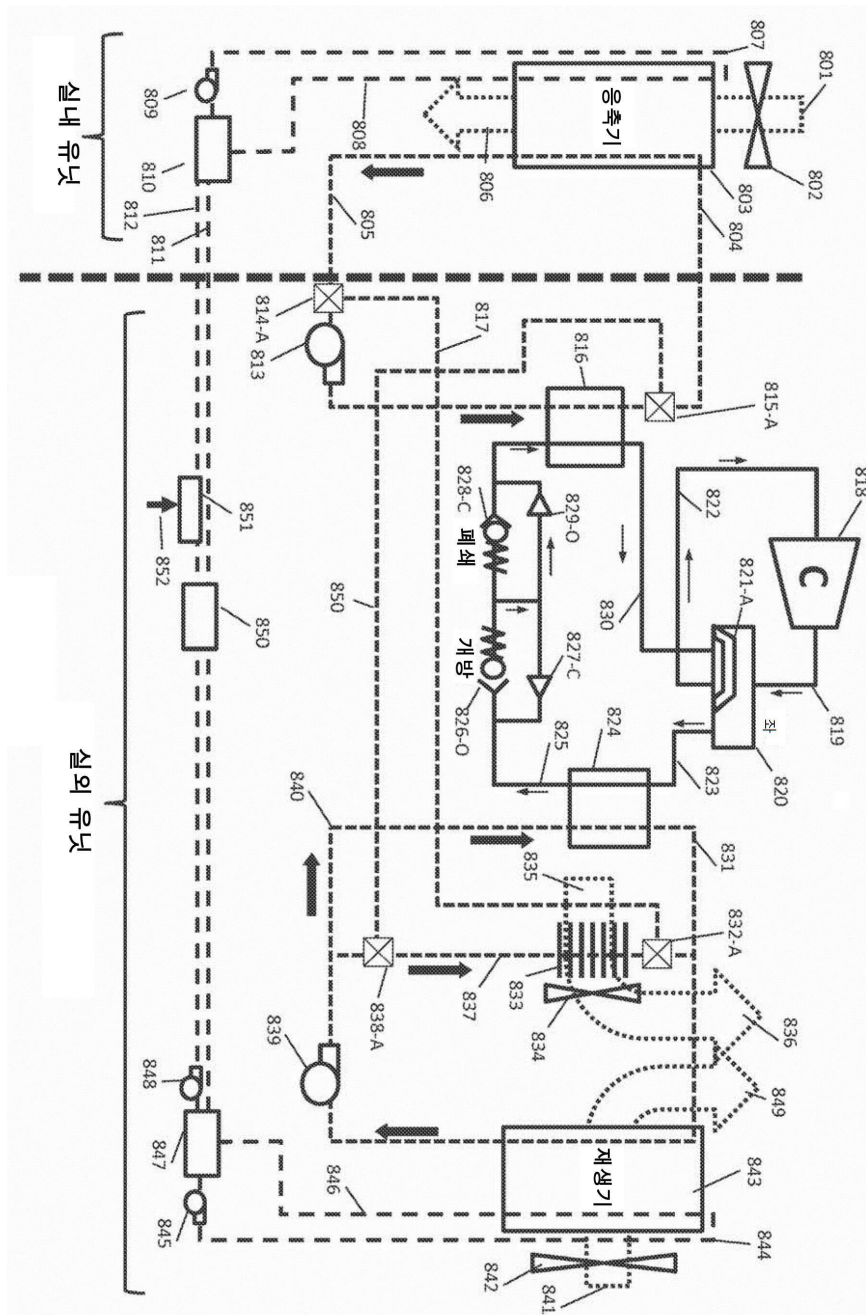
도면7b



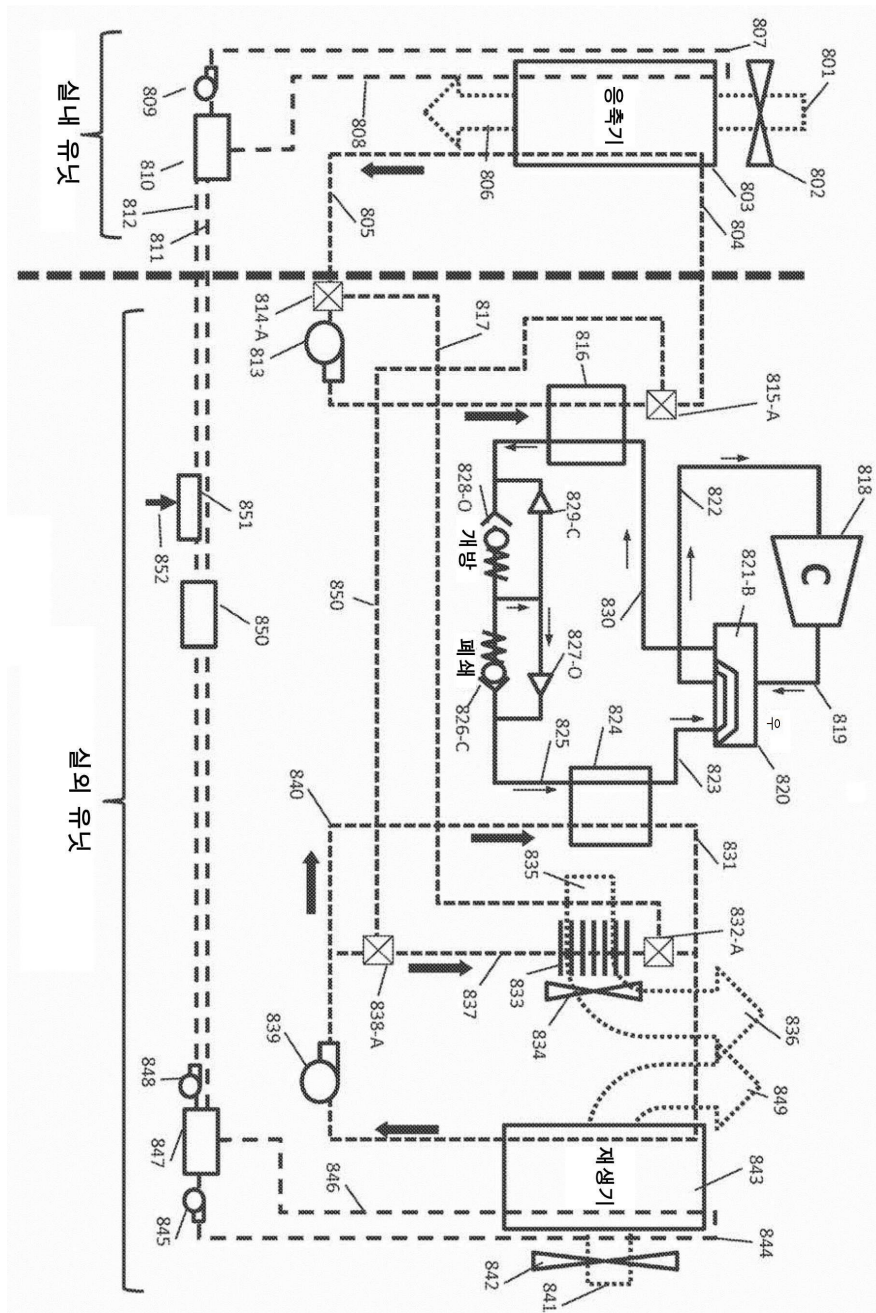
도면7c



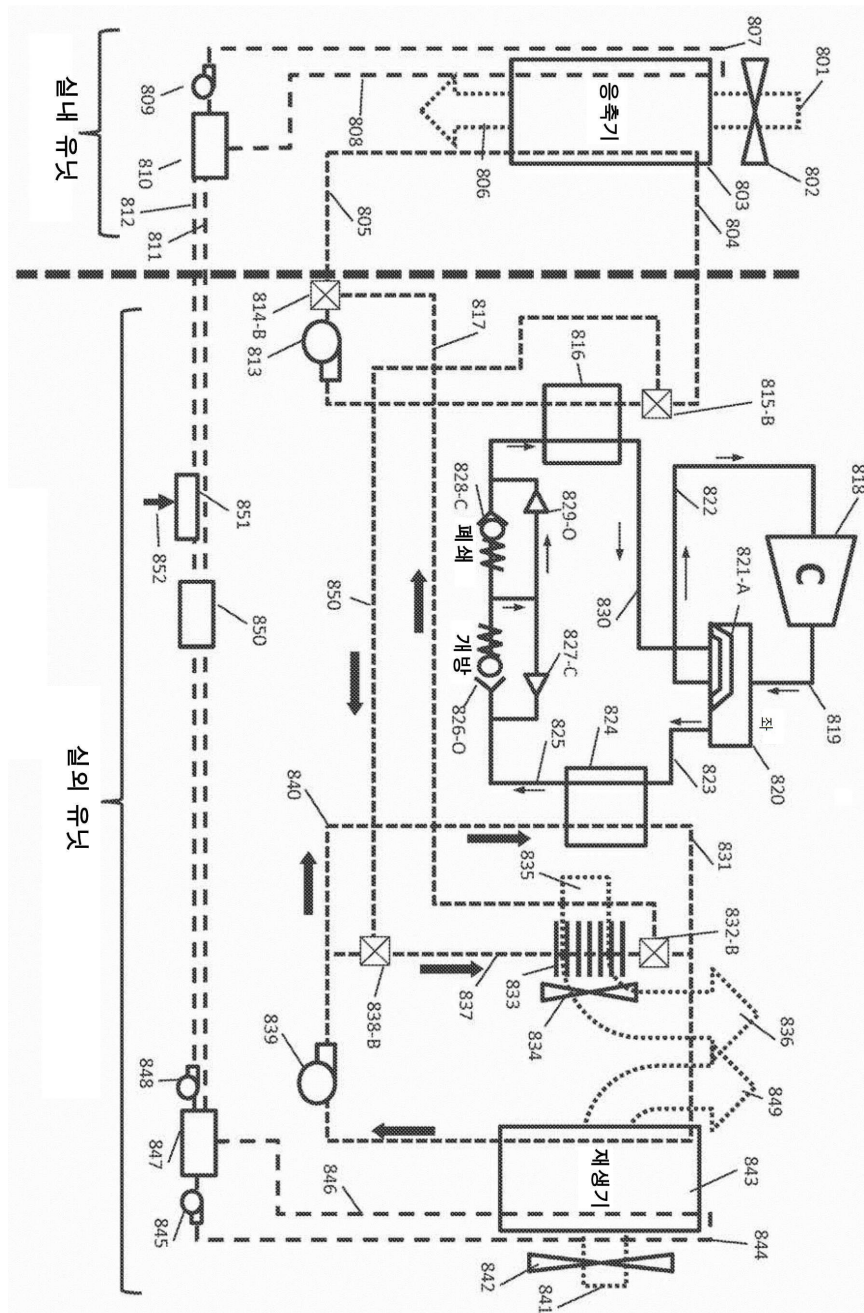
도면8a



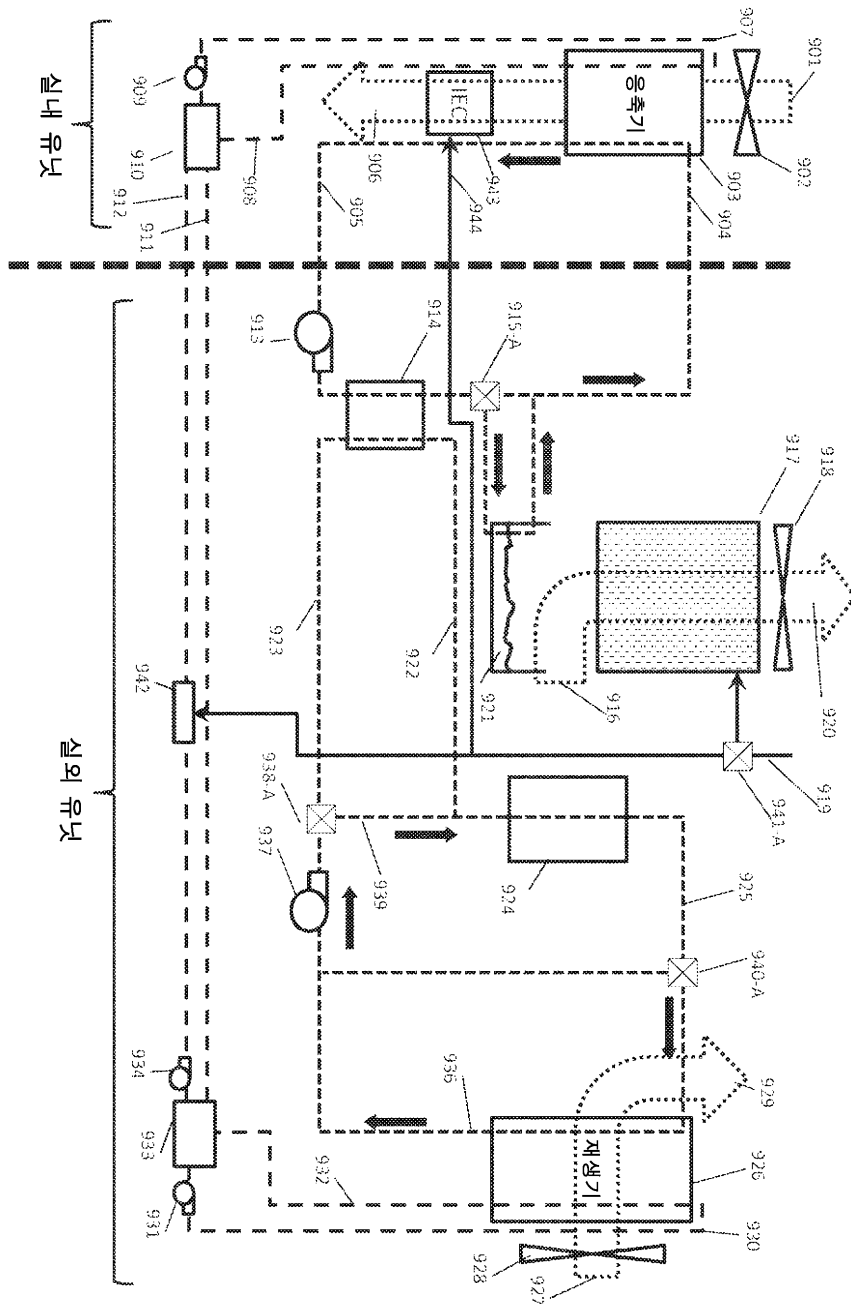
도면8b



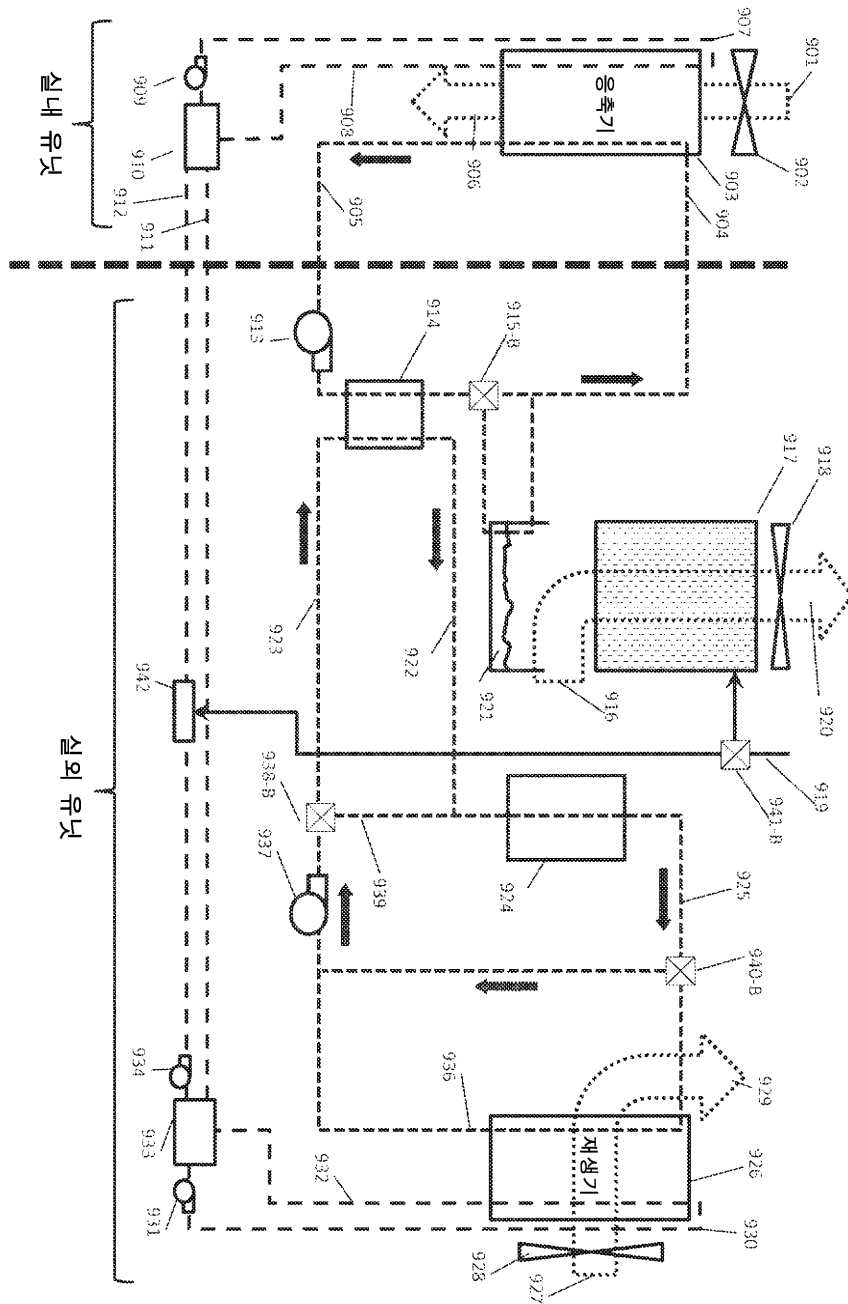
도면8c



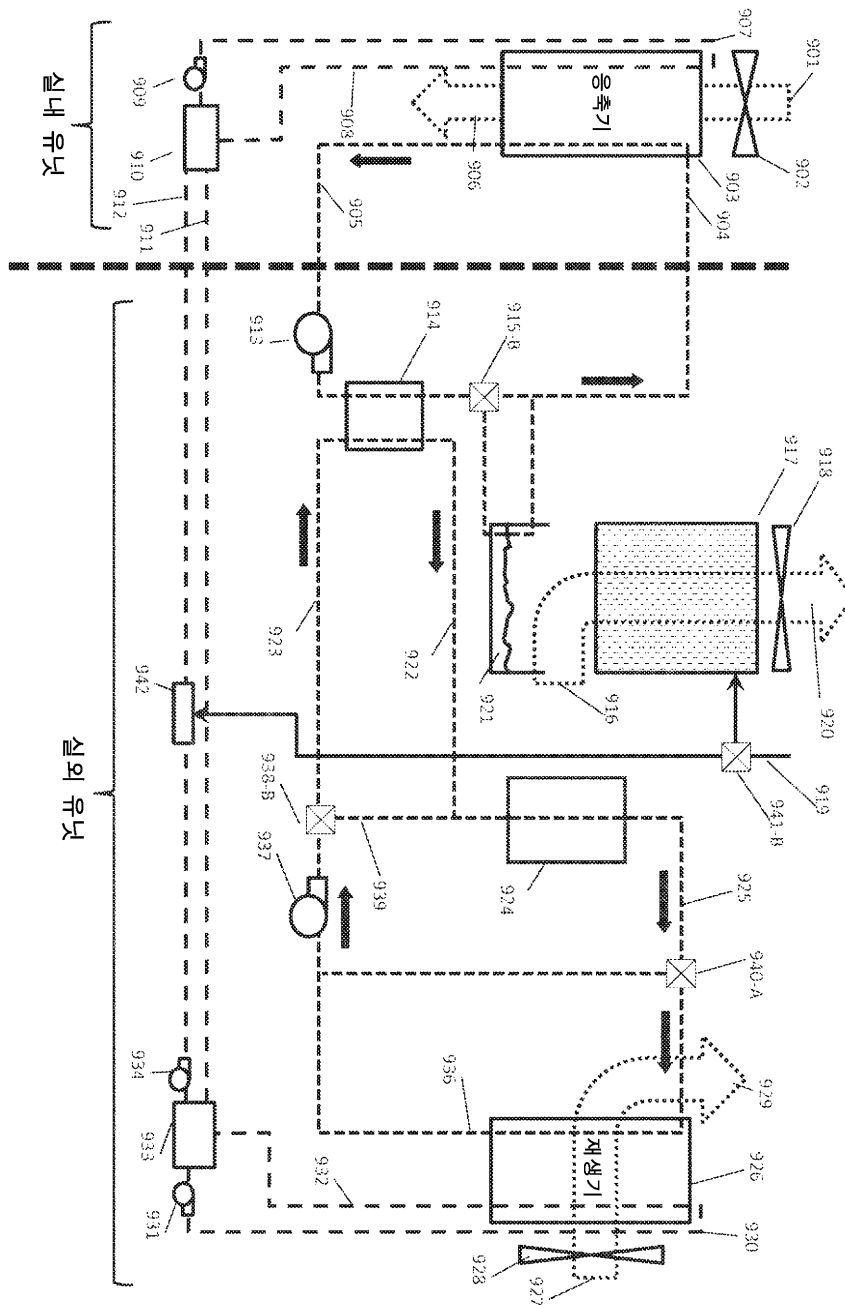
도면9a



도면9b



도면9c



도면9d

