



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월21일

(11) 등록번호 10-2755669

(24) 등록일자 2025년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F24F 3/153 (2006.01) *F24F 11/46* (2018.01)

F24F 11/83 (2018.01) *F24F 110/10* (2018.01)

F24F 110/20 (2018.01) *F25D 17/02* (2006.01)

(52) CPC특허분류

F24F 3/153 (2021.01)

F24F 11/46 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2023-0012002

(22) 출원일자 2023년01월30일

심사청구일자 2023년01월30일

(65) 공개번호 10-2024-0119684

(43) 공개일자 2024년08월06일

(56) 선행기술조사문헌

KR102291575 B1

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 7 항

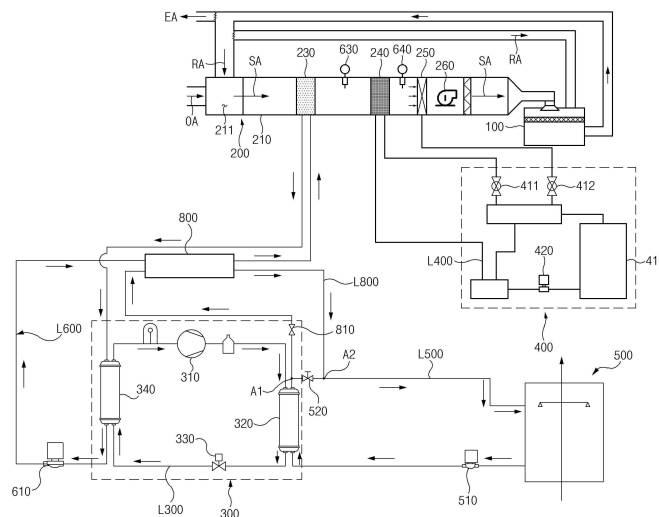
심사관 : 이재훈

(54) 발명의 명칭 고효율 공조 시스템 및 그 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 냉각 배관에서 증발기를 거친 제1 열매체와 방열 배관에서 응축기를 거친 제2 열매체가 열교환하는 열회수 열교환기를 구비하고, 열회수 열교환기로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 습도와 가습기로 들어가는 공기의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절한 후, 열회수 열교환기로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 온도와 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절한다.

대표도



(52) CPC특허분류

F24F 11/83 (2023.05)

F25D 17/02 (2013.01)

F24F 2110/10 (2018.01)

F24F 2110/20 (2018.01)

F24F 2203/021 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020210033182 A

JP2005061647 A

JP2006207856 A

JP2009257649 A

명세서

청구범위

청구항 1

공기에 대해서 냉각 및 제습을 행하는 냉각 열교환기, 상기 냉각 열교환기를 거친 공기를 가열하여 공기의 온도가 설정 온도가 되도록 조절하는 가열 열교환기, 및 상기 가열 열교환기를 거친 공기를 가습하여 공기의 습도가 설정 습도가 되도록 조절하는 가습기를 포함하는 공조기와,

압축기, 응축기, 팽창 장치 및 증발기를 포함하며, 이 순서로 냉매가 순환하도록 하는 냉매 배관을 구비하는 냉동기와,

상기 증발기를 통과하면서 상기 냉매와 열교환하여 냉각된 제1 열매체를 상기 냉각 열교환기를 거쳐 상기 증발기로 순환하도록 하는 냉각 배관과,

상기 응축기를 통과하면서 상기 냉매와 열교환하여 가열된 제2 열매체를 방열기를 거쳐 상기 응축기로 순환하도록 하는 방열 배관과,

상기 냉각 배관에서 상기 증발기를 거친 상기 제1 열매체와 상기 방열 배관에서 상기 응축기를 거친 상기 제2 열매체가 열교환하는 열회수 열교환기와,

상기 방열 배관에서의 상기 응축기出口的 일지점(A1)에서 상기 방열 배관으로부터 분기되고, 상기 열회수 열교환기를 통과하여, 상기 방열기의 입구의 일지점(A2)에서 상기 방열 배관과 합류하는 열회수 배관과,

상기 열회수 배관을 통해 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 제어부를 구비하며,

상기 제어부는, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 습도와 상기 가습기로 들어가는 공기의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절한 후, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절하는 것을 특징으로 하는 공조 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제어부는, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 습도와 상기 가습기로 들어가는 공기의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절되지 않는 횟수가 일정 횟수 이상인 경우에는, 습도 조절을 행하지 않고 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)만이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절하는 것을 특징으로 하는 공조 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제어부는, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)만이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절한 후, 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1이 설정 온도에 해당하는 이슬점 온도보다 작아지도록 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것을 특징으로 하는 공조 시스템.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 방열 배관에서의 상기 응축기 출구와 상기 방열기와 사이에 마련되고 개도를 조절할 수 있는 제1 밸브와, 상기 열회수 배관에서의 상기 방열 배관의 일지점(A1)과 상기 열회수 열교환기와 사이에 마련되고 개도를 조절할 수 있는 제2 밸브를 더 구비하며,

상기 제어부는, 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절함에 있어서, 상기 제2 밸브가 전개 상태인 경우에는 상기 제1 밸브의 개도를 조절하여 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것을 특징으로 하는 공조 시스템.

청구항 5

청구항 1에 기재된 공조 시스템의 제어 방법으로서,

상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 습도와 상기 가습기로 들어가는 공기의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 습도를 조절하는 습도 조절 단계와,

상기 습도 조절 단계 후, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 온도를 조절하는 온도 조절 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공조시스템의 제어 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 습도 조절 단계에서, 상기 설정 습도와 상기 가습기로 들어가는 공기의 습도 RH1의 차이인 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절되지 않는 횟수가 일정 회수 이상인 경우에는, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)만이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 온도를 조절하는 것을 특징으로 하는 공조 시스템의 제어 방법.

청구항 7

청구항 5 또는 청구항 6에 있어서,

상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)만이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절한 후, 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1이 설정 온도에 해당하는 이슬점 온도보다 작아지도록 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것을 특징을 하는 공조 시스템의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 미리 설정된 설정 온도와 설정 습도에 맞추어 온도와 습도를 조절하기 위한 고효율 공조 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 가열 열교환기와 가습기로 유입되기 전의 공기의 온도 및 습도를 소정의 온도 범위 내 및 소정의 습도 범위 내로 조절하여 가열 열교환기 및 가습기에서의 에너지 소비량을 줄일 수 있는 고효율 공조 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

본 발명은 "에너지절감형 챔버 시스템 기초 설계 및 기초 성능 데이터 분석 연구" 과제의 결과이다.

일반적으로 반도체 또는 디스플레이 제조 공정은 높은 청정도가 요구되는 클린룸(Clean room) 내에서 이루어지며, 이러한 클린룸에는 유입되는 공기의 온도와 습도를 미리 정해진 설정 온도 및 설정 습도로 유지하기 위하여

공조 시스템이 마련되어 있다.

- [0003] 도 1에 도시된 것과 같이, 종래의 공조 시스템은, 클린룸(1)에 대해서 공기를 공급하기 위한 공조기(10)와, 위 공기에 대해서 냉각 및 제습을 행하기 위한 냉동기(30)와, 위 공기에 대해서 가열 및 가습을 행하기 위한 가열 가습 장치(50)를 포함하고 있다.
- [0004] 공조기(10)는 에어 필터(11), 냉각 열교환기(12), 가열 열교환기(13), 가습기(14) 및 팬(15)이 덕트(16) 내에 순차적으로 마련된다. 팬(15)의 작동에 의해서 덕트(16) 내를 통과한 공기(SA)가 클린룸(1)으로 유입되고, 클린룸(1)을 거친 공기(SA) 중 일부는 외부로 배기(EA)로서 외부로 배출되며, 다른 일부는 환기(RA)로서 다시 클린룸(1)으로 유입된다.
- [0005] 외부로부터 유입되는 외기(OA)와 환기(RA)가 혼합된 공기(SA)는, 팬(15)의 작동에 의해서 덕트(16)를 통과하면서 에어 필터(11), 냉각 열교환기(12), 가열 열교환기(13) 및 가습기(14)를 거쳐 클린룸(1)으로 유입된다.
- [0006] 에어 필터(11)에서는 덕트(16)를 통해서 클린룸(1)으로 유입되는 공기(SA) 내의 이물질을 제거하고, 냉각 열교환기(12)에서는 냉동기(30)의 증발기(31)에서 냉매와의 열교환에 의해서 냉각된 열매체가 통과하면서 공기(SA)와 열교환하여 공기(SA)에 대해서 냉각 및 제습을 행하며, 가열 열교환기(13)에서는 가열가습 장치(50)의 가열기(51)에서 가열된 수증기가 통과하면서 공기(SA)를 가열하고, 가습기(14)는 가열가습 장치(50)의 가열기(51)에서 가열된 수증기가 공기(SA)에 공급되어 가습을 행한다.
- [0007] 냉동기(30)는 압축기(32), 응축기(33), 팽창 장치(34) 및 증발기(31)의 순서로 냉매가 순환하며, 응축기(33)에서 냉매와 열교환된 고온의 열매체는 방열기(40, 냉각탑)에서 냉각된다.
- [0008] 또한 가열가습 장치(50)는 전기 히터 등에 의해서 물을 가열하는 가열기(51)를 구비하며, 가열기(51)에서 가열된 고온의 수증기는 앞서 설명한 것과 같이 가열 열교환기(13)를 통과하면서 공기(SA)와의 열교환에 의해서 공기(SA)를 가열하고, 또한 고온의 수증기의 일부는 가습기(14)를 통해서 공기(SA)에 공급되어 가습을 행한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 이러한 종래의 공조 시스템은, 클린룸(1) 내의 냉방 부하량 또는 난방 부하량과 무관하게 최대 냉방 부하를 제공할 수 있도록 냉동기(30)가 운전되고, 최대 난방 부하 및 가습량을 제공할 수 있도록 가열가습 장치(50)가 운전된다. 따라서 종래의 공조 시스템은 냉각 열교환기(12)를 통과한 공기(SA)의 온도 및 습도가 클린룸(1)의 설정 온도 및 설정 습도보다 크게 낮아지게 되어 가열가습 장치(50)(보다 구체적으로는 가열 열교환기(13) 및 가습기(14))에서 설정 온도 및 설정 습도로 가열 및 가습을 행하기 위한 에너지 소비량이 증가하게 되는 문제점을 가지고 있다.
- [0010] 본 발명은 이와 같은 종래의 공조 시스템의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 응축기의 응축열을 이용하여 냉각 열교환기로 흐르는 열매체의 온도를 조절하는 것에 의해, 가열 열교환기 및 가습기로 들어가는 공기의 온도 및 습도가 설정 온도 및 설정 습도보다 크게 낮아지지 않도록 하여, 가열 열교환기 및 가습기에서의 가열 및 가습을 위한 에너지 소비량을 줄일 수 있는 고효율의 공조 시스템 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 위 목적을 달성하기 위해서 본 발명은, 공기에 대해서 냉각 및 제습을 행하는 냉각 열교환기, 상기 냉각 열교환기를 거친 공기를 가열하여 공기의 온도가 설정 온도가 되도록 조절하는 가열 열교환기, 및 상기 가열 열교환기를 거친 공기를 가습하여 공기의 습도가 설정 습도가 되도록 조절하는 가습기를 포함하는 공조기와, 압축기, 응축기, 팽창 장치 및 증발기를 포함하며, 이 순서로 냉매가 순환하도록 하는 냉매 배관을 구비하는 냉동기와, 상기 증발기를 통과하면서 상기 냉매와 열교환하여 냉각된 제1 열매체를 상기 냉각 열교환기를 거쳐 상기 증발기로 순환하도록 하는 냉각 배관과, 상기 응축기를 통과하면서 상기 냉매와 열교환하여 가열된 제2 열매체를 방열기를 거쳐 상기 응축기로 순환하도록 하는 방열 배관과, 상기 냉각 배관에서 상기 증발기를 거친 상기 제1 열매체와 상기 방열 배관에서 상기 응축기를 거친 상기 제2 열매체가 열교환하는 열회수 열교환기와, 상기 방열 배관에서의 상기 응축기 출구의 일지점(A1)에서 상기 방열 배관으로부터 분기되고, 상기 열회수 열교환기를 통과하여, 상기 방열기의 입구의 일지점(A2)에서 상기 방열 배관과 합류하는 열회수 배관과, 상기 열회수 배관을 통해 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 제어부를 구비하며, 상기 제어부는, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 습도와 상기 가습

기로 들어가는 공기의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절한 후, 상기 열회수 열교환기로 흐르는 상기 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 상기 설정 온도와 상기 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 열회수 열교환기로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 습도와 가습기로 들어가는 공기의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절한 후, 열회수 열교환기로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 온도와 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절할 수 있다. 이로 인해서 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도를 설정 온도에 가깝게 할 수 있고, 또한 가습기로 들어가는 공기의 온도를 설정 온도에 가깝게 할 수 있다. 그 결과 가열 열교환기 및 가습기에서의 가열 및 가습을 위한 에너지 소비량을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 종래 공조 시스템을 개략적으로 나타내는 도면이다.
 도 2는 본 발명에 따르는 공조 시스템의 실시 형태를 나타내는 도면이다.
 도 3은 본 발명에 따르는 공조 시스템의 실시 형태에서의 제어와 관련되는 구성의 일부를 개략적으로 나타내는 도면이다.
 도 4는 본 발명에 따르는 공조 시스템의 제어 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 형태에 대해서 상세하게 설명한다. 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 붙이고 중복되는 설명을 생략한다. 또한 설명의 편의상 도면에서는 구성을 간략화하여 도시하고 있으며, 각 구성의 크기, 비율 등도 실제와 다를 수 있다.

[0015] 본 실시 형태에 따르는 공조 시스템은, 도 2에 도시된 것과 같이, 미리 정해진 설정 온도 및 설정 습도로 온도 및 습도가 유지되는 클린룸(100)과, 클린룸(100)으로 유입되는 공기(SA)의 온도 및 습도를 설정 온도 및 설정 습도로 맞추기 위한 공조기(200), 냉동기(300), 가열가습 장치(400)를 구비하고 있다.

[0016] 공조기(200)는 클린룸(100)으로 유입되는 공기(SA)가 흐르는 덕트(210)를 구비하고 있다. 공조기(200)에서는 클린룸(100)으로 공급된 공기(SA)가 클린룸(100)으로부터 배출된 후 일부는 배기(EA)로서 외부로 배출되고, 일부는 환기(RA)로서 다시 덕트(200)로 유입될 수 있다. 또한 공조기(200)는 외부로부터 외기(OA)가 유입되도록 하는 구조를 가지고 있다. 덕트(200)에는 외기(OA)와 환기(RA)가 혼합되는 혼합 공간(211)이 마련되어 있다.

[0017] 덕트(210)에는 공기(SA)가 흐르는 방향을 따라서 혼합 공간(211), 냉각 열교환기(230), 가열 열교환기(240), 가습기(250) 및 팬(260)이 이 순서대로 배치되어 있다. 냉각 열교환기(230)는 덕트(210)를 흐르는 공기(SA)에 대해서 냉각을 행하여 공기(SA)의 온도를 낮춤과 아울러 제습을 행한다.

[0018] 가열 열교환기(240)는 냉각 열교환기(230)를 거친 공기(SA)가 설정 온도에 도달하지 않은 경우, 공기(SA)의 온도가 설정 온도에 이를 수 있도록 가열한다. 가습기(250)는 가열 열교환기(240)를 거친 공기(SA)가 설정 습도에 도달하지 않은 경우 공기(SA)의 습도가 설정 습도에 이를 수 있도록 가습을 행한다. 팬(260)은 덕트(210) 내에서 공기(SA)가 냉각 열교환기(230), 가열 열교환기(240) 및 가습기(250)를 거쳐 클린룸(100)으로 흐르도록 한다.

[0019] 냉각 열교환기(230)와 가열 열교환기(240)와의 사이에는 온도 센서(630)가 마련되어 있으며, 온도 센서(630)에 의해서 냉각 열교환기(230)를 거쳐 가열 열교환기(240)로 들어가는 공기(SA)의 온도 TA1이 측정된다. 또한 가습기(250)의 입구에는 습도 센서(640)가 마련되어 있으며, 습도 센서(640)에 의해서 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1이 측정된다. 온도 센서(630) 및 습도 센서(640)에서 측정된 공기(SA)의 온도 TA1 및 공기(SA)의 습도 RH1은 후술하는 제어부(900)에 보내어져 공조 시스템의 제어에 사용된다. 이에 대해서는 이후 상세하게 설명한다.

- [0020] 냉각 열교환기(230) 및 가열 열교환기(240)에서 각 열교환기를 흐르는 열매체와 공기(SA)와의 열교환하는 방식은 2개의 유체가 열교환하기 위해서 통상적으로 사용하는 방법을 채용할 수 있으며, 예를 들면 코일 형상의 냉각 열교환기(230), 가열 교환기(240)의 내측을 열매체가 흐르는 상태에서 공기(SA)가 그 외측을 흐르면서 열교환하는 방식을 채용할 수 있다.
- [0021] 냉동기(300)는 냉매가 순환하는 냉매 배관(L300)을 구비하며, 냉매 배관(L300)에는 냉매를 압축하는 압축기(310), 압축기(310)에서 압축된 냉매를 응축시키는 응축기(320), 응축기(320)에서 응축된 냉매를 팽창시키는 팽창 장치(330), 팽창 장치(330)에서 팽창된 냉매를 증발시키는 증발기(340)가, 이 순서대로 배치되어 있다.
- [0022] 본 실시 형태의 공조 시스템은, 제1 열매체가 공조기(200)의 냉각 열교환기(230)와 냉동기(300)의 증발기(340)를 순환하도록 하는 냉각 배관(L600)을 구비하고 있다. 냉각 배관(L600)에는 제1 열매체를 순환시키는 순환 펌프(610)가 마련되어 있다. 제1 열매체로는 물이나 브라인 등의 유체를 사용할 수 있다.
- [0023] 냉각 배관(L600)을 흐르는 제1 열매체는 증발기(340)에서 저온의 냉매와 열교환한 후 저온이 되고, 이후 저온의 제1 열매체는 냉각 열교환기(230)를 흐르면서 공기(SA)와의 열교환에 의해 공기(SA)를 냉각시켜 공기(SA)의 온도를 낮추고, 제습을 행하여 습도를 낮춘다.
- [0024] 본 실시 형태의 공조 시스템에서는, 제2 열매체가 냉동기(300)의 응축기(320)와 방열기(500)를 순환하도록 하는 방열 배관(L500)을 구비하고 있다. 방열 배관(L500)에는 제2 열매체를 순환시키는 순환 펌프(510)가 마련되어 있다. 제2 열매체로서는 물이나 브라인 등의 유체를 사용할 수 있으며, 제1 열매체와 동일한 것을 사용할 수 있다. 방열기(500)는 냉각탑, 건식 열교환기 등 주지의 것이 사용될 수 있다.
- [0025] 본 실시 형태의 공조 시스템에서의 가열가습 장치(400)는 보일러 또는 가열 히터 등과 같이 물을 가열하여 수증기 또는 온수로 변화시키는 가열기(410)를 구비하며, 가열기(410)에서 생성된 수증기 또는 온수를 가열 열교환기(240) 및 가습기(250)에 공급하기 위한 가열가습 배관(L400)을 구비한다. 또한 가열가습 배관(L400)에는 순환 펌프(420)가 마련되어 있으며, 가열기(410)와 가열 열교환기(240)와의 사이 및 가열기(410)와 가습기(250)의 사이에는 각각 가열 열교환기(240)과 가습기(250)로 공급되는 수증기 또는 온수의 양을 조절하기 위한 가열 밸브(411) 및 가습 밸브(412)가 마련되어 있다.
- [0026] 가열 열교환기(240)에서는 냉각 열교환기(230)를 거친 공기(SA)가 가열 열교환기(240)를 지나서 고온의 수증기 또는 온수와 열교환하면서 가열되어 설정 온도가 되고, 가습기(250)에서는 가열 열교환기(240)를 거친 공기(SA)가 가습기(250)로부터 분사되는 수증기와 혼합되는 것에 의해 가습되어 설정 습도로 된 후, 클린룸(100)으로 들어간다.
- [0027] 또한, 본 실시 형태의 공조 시스템에는 냉각 배관(L600)에서 증발기(340)를 거쳐 냉각 열교환기(230)로 유입되는 제1 열매체와, 방열 배관(L500)에서 응축기(320)를 거쳐 방열기(500)로 유입되는 제2 열매체가 열회수 열교환기(800)가 마련되어 있다.
- [0028] 구체적으로 본 실시 형태의 공조 시스템은 방열 배관(L500)에서의 응축기(320) 출구의 일지점(A1)에서 분기되어 방열기(500)의 입구의 일지점(A2)에서 합류하는 열회수 배관(L800)을 구비한다. 열회수 배관(L800)에는 열회수 열교환기(800)가 마련된다. 또한 열회수 열교환기(800)에는 냉각 배관(L600)에서의 증발기(340)와 냉각 열교환기(200) 사이의 냉각 배관(L600)의 부분이 통과하도록 마련된다.
- [0029] 또한 방열 배관(L500)에서의 열회수 배관(L800)이 분기하는 응축기(320) 출구의 일지점(A1)과 열회수 배관(L800)이 합류하는 방열기(500) 입구의 일지점(A2)과의 사이에는 개도가 조절되는 제1 밸브(520)가 마련되어 있고, 열회수 배관(L800)에서의 일지점(A1)과 열회수 열교환기(800)과의 사이에는 개도가 조절되는 제2 밸브(810)가 마련되어 있다. 제1 밸브(520)의 개도 및 제2 밸브(810)의 개도를 조절하는 것에 의해서 열회수 배관(L800)을 거쳐 열회수 열교환기(800)로 유입되는 제2 열매체의 유량을 조절할 수 있다.
- [0030] 열회수 배관(L800)을 흐르는 제2 열매체는, 응축기(320)에서 고온의 냉매와 열교환한 후 고온이 되고, 이후 제2 밸브(810)를 거쳐 열회수 열교환기(800)를 흐르면서 냉각 배관(L600)을 따라서 냉각 열교환기(200)로 유입되는 제1 열매체와 열교환하여 제1 열매체의 온도를 높일 수 있다. 온도가 상승된 제1 열매체는 냉각 열교환기(200)를 통과하면서, 냉각 열교환기(200)를 지나서 공기(SA)와 열교환하는 것에 의해서 공기(SA)의 온도를 높인다. 이로 인해서 냉각 열교환기(200)를 거친 공기(SA)의 온도가 설정 온도에 근접하도록 할 수 있다. 그 결과 가열 열교환기(240)에서 공기(SA)를 가열하여 설정 온도에 이르게 하는데 요구되는 에너지를 절감할 수 있다.
- [0031] 한편, 제1 밸브(520) 및 제2 밸브(810)의 개도를 조절하는 것에 의해서 제2 밸브(810)를 거쳐 열회수 열교환기

(800)로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시킬 수 있다. 이 경우 열회수 열교환기(800)를 흐르면서 냉각 배관(L600)을 따라서 냉각 열교환기(200)로 유입되는 제1 열매체의 온도는 변화하게 되고, 그 결과 냉각 열교환기(200)를 지나는 공기(SA)의 온도 및 습도를 조절할 수 있다.

- [0032] 도 3에 도시된 것과 같이, 본 실시 형태의 공조 시스템은 공조 시스템을 제어하기 위한 제어부(900)를 구비하고 있다. 제어부(900)는, 공조기(200), 냉동기(300)(압축기(310) 등), 가열가습 장치(400)(히터, 가열 밸브(411), 가습 밸브(412) 등), 순환 펌프(510, 610) 등에 제어 신호를 보내어 제어한다. 또한 제어부(900)는 온도 센서(630) 및 습도 센서(640)에서 측정되는 온도 및 습도를 수신하고, 이를 근거로 하여 제1 밸브(520) 및 제2 밸브(810)의 개도를 조절할 수 있다. 제1 밸브(520) 및 제2 밸브(810)의 개도가 조절되면 응축기(320)를 지나 열회수 열교환기(800)로 흐르는 제2 열매체의 유량이 조절되고, 그 결과 냉각 열교환기(230)를 지나는 공기(SA)의 온도 및 습도가 조절된다.
- [0033] 제어부(900)는 공조 시스템의 각 구성과 전기적인 신호를 주고 받을 수 있는 컴퓨터, 태블릿, 휴대폰 마이크 등 전자 기기일 수 있다.
- [0034] 이하 도 4를 참조하면서 본 실시 형태의 공조 시스템의 제어 방법에 대해서 상세하게 설명한다. 도 4에서의 N은 습도 조절을 어느 일정 횟수 이하로 하기 위해서 사용되는 카운트 횟수로서 정수이다.
- [0035] 먼저, 공조 시스템을 가동한다. 구체적으로, 제어부(900)는 공조기(200), 냉동기(300)(압축기(310) 등), 가열가습 장치(400)(가열기(410), 순환 펌프(420), 가열 밸브(411), 가습 밸브(412) 등), 순환 펌프(510, 610) 등을 가동시킨다(S100 단계).
- [0036] 이후 카운트 횟수인 N이 1로 리셋되고(S200 단계), N이 일정값 이하인지 여부를 확인한다(S220 단계). 여기서 일정값은 2로 하여 습도 조절을 2회 행하여도 습도가 미리 설정된 소정의 습도 범위 내에 들어가지 않는 경우, 습도 조절을 행하지 않고 온도 조절을 행하도록 한다.
- [0037] 먼저, 습도 조절에 대해서 설명한다. S220 단계에서 N이 2 이하인 경우(S220 단계에서 Yes인 경우)에는 습도 센서(640)에서 측정한 습도 RH1과 설정 습도와의 차이가 미리 설정된 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절한다. 여기서 소정의 습도 범위는 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1이 설정 습도에 가까운 값을 가지면서도 가습기(250)에 의해서 조절 가능한 값을 가지도록 하는 범위이다. 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1이 설정 습도에 너무 가까운 값을 가지게 되면 오히려 가습기(250)에 의한 습도 조절이 어려울 수 있기 때문에 소정의 습도 범위는 하한값을 가지고 있다. 또한 하한값을 설정하지 않으면 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1이 설정 습도보다 크게 될 수도 있어 제어에 시간이 많이 걸리는 등의 문제가 발생한다.
- [0038] 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1과 설정 습도와의 차이가 소정의 습도 범위, 예를 들면 5% 내지 10%의 사이에 들어가도록 하는 것을 상정하면, S310 단계에서는 (설정 습도 - 습도 RH1)과 습도차 하한값(예를 들면 5%)과 비교한다. S310 단계에서 (설정 습도 - 습도 RH1)이 습도차 하한값 이상이 경우(S310 단계에서 Yes인 경우)에는 S320 단계에서 (설정 습도 - 습도 RH1)과 습도차 상한값(예를 들면 10%)과 비교한다. S320 단계에서도 (설정 습도 - 습도 RH1)이 습도차 상한값 이하인 경우(S320 단계에서 Yes인 경우)에는 온도 센서(630)에서 측정한 온도 TA1와 설정 온도와의 차이가 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절된다(S410 단계 이후의 단계).
- [0039] 한편, S310 단계에서 (설정 습도 - 습도 RH1)이 습도차 하한값 미만인 경우(S310 단계에서 No인 경우)에는 냉각 열교환기(230)를 통과하는 제1 열매체의 온도를 낮추어 보다 많은 제습이 이루어지도록 한다. 구체적으로는 먼저 냉각 열교환기(230)를 거친 공기(SA)의 온도 TA1와 이슬점 온도(구체적으로는 설정 온도에 대응하는 이슬점 온도)를 대비하고(S330 단계), 온도 TA1이 이슬점 온도보다 큰 경우(S330 단계에서 Yes인 경우)에는 제2 밸브(810)의 개도를 감소시킨다(S340 단계). 제2 밸브(810)의 개도가 감소하면 응축기(320)를 거쳐 열회수 열교환기(800)로 들어가는 제2 열매체의 유량이 감소하게 된다. 이로 인해서 열회수 열교환기(800)에서 제2 열매체와 열교환되는 제1 열매체의 온도가 감소하게 되고, 온도가 감소된 제1 열매체와 냉각 열교환기(230)에서 열교환되는 공기(SA)의 온도가 감소된다. 이것은 냉각 열교환기(230)를 거친 공기(SA)의 온도 TA1이 설정 온도에 해당하는 이슬점 온도 이하가 될 때까지 반복한다.
- [0040] 또한 S330 단계에서 온도 TA1이 이슬점 온도 이하인 경우(S330 단계에서 No인 경우)에는 냉각 열교환기(230)를 거치는 공기(SA)에서 제습이 일어나게 되어 공기(SA)의 습도가 감소된다. 이러한 과정은 (설정 습도 - 습도 RH1)이 습도차 하한값 이상이 될 때까지 반복한다.
- [0041] 다음으로 S320 단계에서 (설정 습도 - 습도 RH1)이 습도차 상한값보다 큰 경우(S320 단계에서 No인 경우)에는 제2 밸브(810)의 개도를 증가시킨다(S350 단계). 제2 밸브(810)의 개도가 증가하면 응축기(320)를 거쳐 열회수

열교환기(800)으로 들어가는 제2 열매체의 유량이 증가하게 된다. 이로 인해서 열회수 열교환기(800)에서 제2 열매체와 열교환되는 제1 열매체의 온도가 증가하게 되고, 온도가 증가된 제1 열매체와 냉각 열교환기(230)에서 열교환되는 공기(SA)의 온도가 증가된다. 그 결과 냉각 열교환기(230)에서 제습되는 양이 감소하여 공기(SA)의 습도가 증가되고, (설정 습도 - 습도 RH1)의 값이 작아지게 된다.

[0042] 이러한 S310 단계 내지 S350 단계의 반복적으로 행하는 것에 의해서 습도를 조절하여 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1에 대해서 (설정 습도 - 습도 RH1)이 미리 설정된 습도차 하한값 내지 습도차 상한값 범위의 내에 들어가도록 한다. 이로 인해서 냉각 열교환기(230)를 거쳐 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도가 설정 습도에 가까운 값을 가지게 된다. 그 결과 설정 습도로 맞추기 위해서 가습기(50)에서 가해지는 가습량을 줄일 수 있어 가습을 위한 에너지를 절감할 수 있다.

[0043] 다음으로 S410 단계 내지 S472 단계에서는 냉각 열교환기(230)를 거쳐 가열 열교환기(240)로 들어가는 공기(SA)의 온도 TA1에 대해서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 미리 설정된 온도차 하한값 내지 온도차 상한값의 범위(예를 들면 3℃ 내지 6℃의 범위) 내에 들어가도록 조절한다. 여기서 소정의 온도 범위는 가열 열교환기(240)로 들어가는 공기(SA)의 온도 TA1이 설정 온도에 가까운 값이 되면서도 가열 열교환기(240)에 의해서 조절 가능한 값을 가지도록 하는 범위이다. 가열 열교환기(240)로 들어가는 공기(SA)의 온도 TA1이 설정 온도에 너무 가까운 값을 가지게 되면 오히려 가열 열교환기(240)에 의한 온도 조절이 어려울 수 있으므로 소정의 온도 범위는 하한값을 가지고 있다. 또한 온도 범위의 하한값을 설정하지 않으면 가열 열교환기(240)로 들어가는 온도 TA1이 설정 온도보다 높게 될 수 있어 제어에 시간이 많이 걸리는 등 문제가 발생한다.

[0044] 구체적으로 먼저 S410 단계에서는 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 하한값 이상인지 여부를 판단한다. S410 단계에서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 하한값 이상인 경우(S410 단계에서 Yes인 경우)에는 S420 단계에서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 상한값 이하인지 여부를 판단한다.

[0045] 또한 S410 단계에서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 하한값보다 작은 경우(S410 단계에서 No인 경우)에는 제2 밸브(810)의 개도를 감소시킨다(S430 단계). 제2 밸브(810)의 개도가 감소하면 응축기(320)를 거친 제2 열매체의 유량이 감소하게 된다. 이로 인해서 열회수 열교환기(800)에서 제2 열매체와 열교환되는 제1 열매체의 온도가 감소하게 되고, 그 결과 온도가 감소된 제1 열매체와 냉각 열교환기(230)에서 열교환되는 공기(SA)의 온도가 감소된다. 이러한 과정을 반복하는 것에 의해서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 하한값 이상이 되도록 한다.

[0046] 다음으로, S420 단계에서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 상한값보다 큰 경우(S420 단계에서 No인 경우)에는 제2 밸브(810)가 전개(全開) 상태인지를 확인한다(S470 단계). S470 단계에서 제2 밸브(810)가 전개 상태인 경우(S470 단계에서 Yes인 경우)에는 제1 밸브(520)의 개도를 감소시키고(S471 단계), S470 단계에서 제2 밸브(810)가 전개 상태가 아닌 경우(S470 단계에서 No인 경우)에는 제2 밸브(520)의 개도를 증가시켜, 응축기(320)를 거친 제2 열매체의 유량을 증가시킨다(S472 단계). 이와 같이 하여 응축기(320)를 거친 제2 열매체의 유량이 증가하면, 열회수 열교환기(800)에서 제2 열매체와 열교환되는 제1 열매체의 온도가 증가하게 되고, 그 결과 온도가 증가된 제1 열매체와 냉각 열교환기(230)에서 열교환되는 공기(SA)의 온도가 증가하게 된다. 이러한 과정을 반복하는 것에 의해서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 상한값 이하가 되도록 한다.

[0047] 한편, S410 단계에서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 하한값 이상이고(S410 단계에서 Yes이고), S420 단계에서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 상한값 이하인 경우(S420 단계에서 Yes인 경우)에는 S440 단계에서 N이 2 이하인지 확인하고, 2 이하인 경우에는 S450 단계로 이동하고, N이 2를 초과하는 경우에는 냉각 열교환기(230)를 거쳐 가열 열교환기(240)으로 들어가는 공기(SA)의 온도 TA1이 설정 온도에 해당하는 이슬점 온도보다 큰지 여부를 확인한다(S460 단계). 이는 N이 2를 초과하는 경우, 즉 S310 단계 내지 S450 단계를 2회 반복하여도 습도 RH1이 소정의 습도 범위 내로 조절되지 않아 S410 단계, S420 단계, S430 단계, S470 단계, S471 단계, S472 단계를 반복하여 온도 TA1을 소정의 온도 범위 내로 조절한 경우, 냉각 열교환기(230)에서 제습이 가능한지 확인하는 것이다.

[0048] 만약 가열 열교환기(240)로 들어가는 공기(SA)의 온도 TA1이 설정 온도에 해당하는 이슬점 온도보다 큰 경우(S460 단계에서 Yes인 경우)에는 제2 밸브(810)의 개도를 감소시키고(S461 단계), 온도 TA1이 설정 온도에 해당하는 이슬점 온도 이하가 될 때까지 제2 밸브(810)의 개도를 감소시킨다. 온도 TA1이 설정 온도에 해당하는 이슬점 온도 이하가 되면 냉각 열교환기(230)를 거치는 공기(SA)에서 제습이 일어나게 되어 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 습도가 감소된다.

[0049] 또한 S410 단계에서 (설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 하한값 이상이고(S410 단계에서 Yes이고), S420 단계에서

(설정 온도 - 온도 TA1)이 온도차 상한값 이하인 경우(S420 단계에서 Yes인 경우)에는 사용자에게 의해서 설정 온도 또는 설정 습도가 변경되지 않으면(S500 단계에서 No), (설정 온도 - 온도 TA1)에 해당하는 온도만큼을 가열 열교환기(240)에서 가열하고(S510 단계), (설정 습도 - 습도 RH1)에 해당하는 습도만큼을 가습기(250)에서 가습한다(S520 단계). 한편 사용자에게 의해서 설정 온도 또는 설정 습도가 변경되는 경우(S500 단계에서 Yes인 경우)에는 S200 단계로 가서 습도 조절 및 온도 조절을 처음부터 다시 수행하게 된다.

[0050] 이상 설명한 것과 같이, 본 발명의 실시 형태에 따르는 공조 시스템 및 그 제어 방법에 따르면, 열회수 열교환기(800)로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 습도와 가습기로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절한 후, 열회수 열교환기(800)로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 온도와 가열 열교환기로 들어가는 공기의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절할 수 있다. 이로 인해서 가열 열교환기(240)로 들어가는 공기(SA)의 온도를 설정 온도에 가깝게 할 수 있고, 또한 가습기(250)로 들어가는 공기(SA)의 온도를 설정 온도에 가깝게 할 수 있다. 그 결과 가열 열교환기(240) 및 가습기(250)에서의 가열 및 가습을 위한 에너지 소비량을 줄일 수 있다.

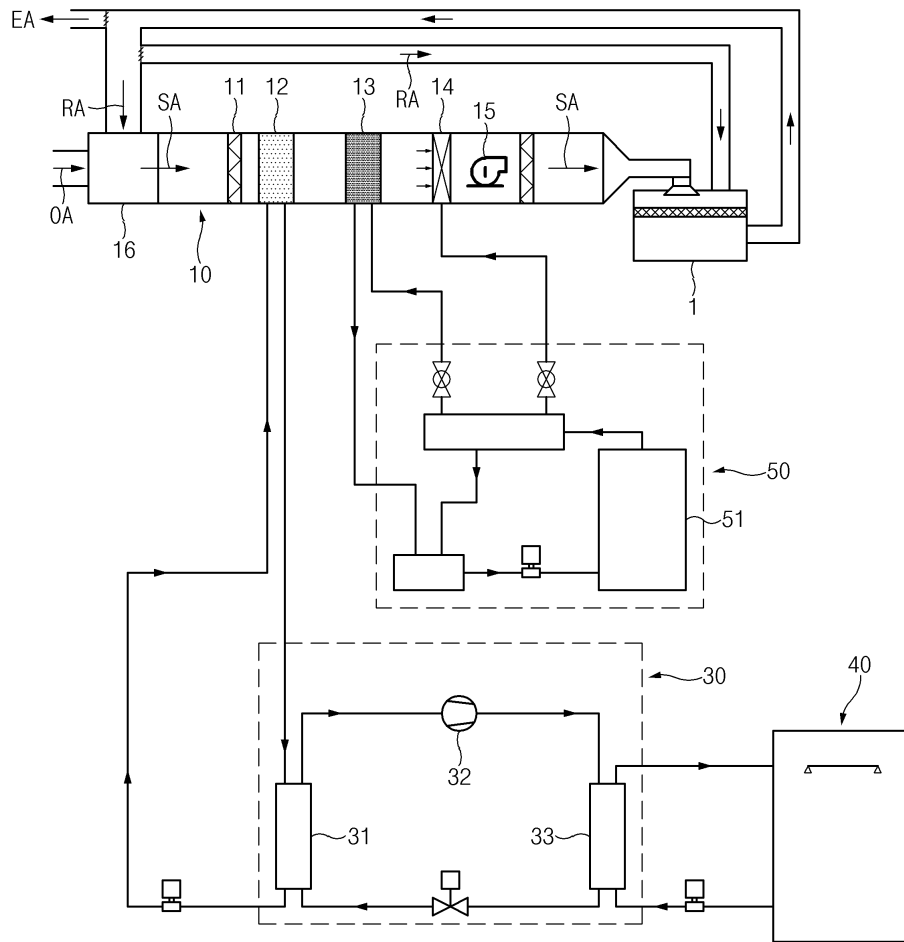
[0051] 또한 본 발명의 실시 형태에 따르는 공조 시스템 및 그 제어 방법에 따르면, 열회수 열교환기(800)로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 습도와 가습기로 들어가는 공기(SA)의 습도 RH1의 차이인 (설정 습도 - 습도 RH1)이 소정의 습도 범위 내에 들어가도록 조절되지 않는 횟수가 일정 횟수 이상인 경우에는, 습도 조절을 행하지 않고 열회수 열교환기(800)로 흐르는 제2 열매체의 유량을 변화시키는 것에 의해서 설정 온도와 가열 열교환기로 들어가는 공기(SA)의 온도 TA1의 차이인 (설정 온도 - 온도 TA1)만이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절할 수 있다. 이로 인해서 습도 조절이 안정적으로 이루어지지 않는 경우에는 습도 조절을 행하지 않고 (설정 온도 - 온도 TA1)만이 소정의 온도 범위 내에 들어가도록 조절하도록 하여 습도 조절이 반복되는 것을 방지하도록 함으로써 에너지 소비량을 줄일 수 있다.

부호의 설명

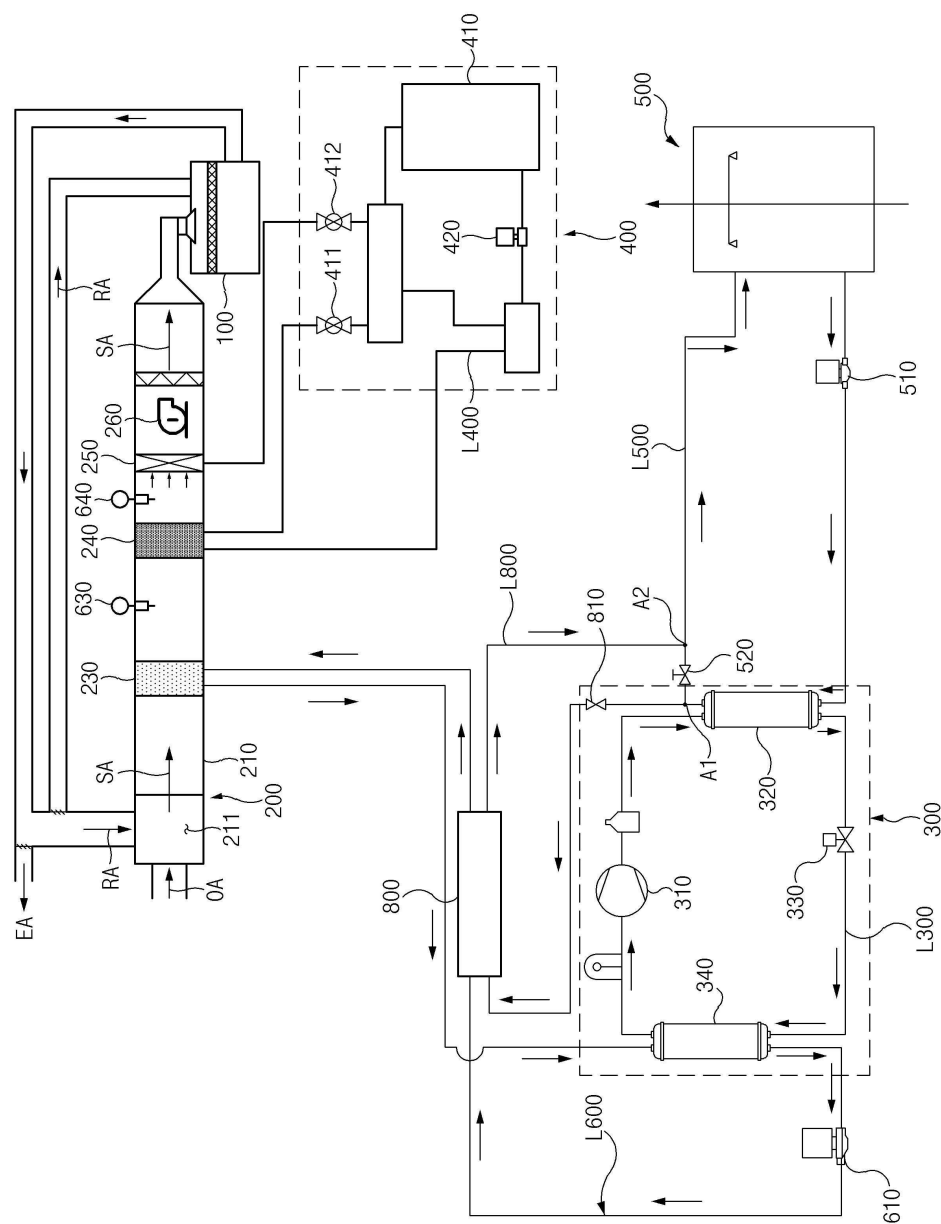
[0052]	100 : 클린룸	200 : 공조기
	210 : 덕트	230 : 냉각 열교환기
	240 : 가열 열교환기	250 : 가습기
	300 : 냉동기	310 : 압축기
	320 : 응축기	330 : 팽창 장치
	340 : 증발기	400 : 가열가습 장치
	411 : 가열 밸브	412 : 가습 밸브
	410 : 가열기	500 : 방열기
	510 : 순환 펌프	520 : 제1 밸브
	610 : 순환 펌프	630 : 온도 센서
	640 : 습도 센서	800 : 열회수 열교환기
	810 : 제2 밸브	900 : 제어부
	L300 : 냉매 배관	L400 : 가열가습 배관
	L500 : 방열 배관	L600 : 냉각 배관
	L800 : 열회수 배관	

도면

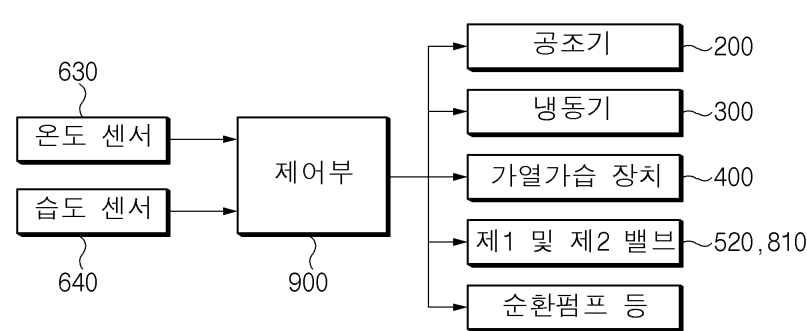
도면1



도면2



도면3



도면4

