(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0038477
(43) 공개일자 2020년04월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 7/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 7/20745 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7004277
(22) 출원일자(국제) 2018년07월16일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년02월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/042353
(87) 국제공개번호 WO 2019/014685
국제공개일자 2019년01월17일
(30) 우선권주장
62/532,680 2017년07월14일 미국(US)

(71) 출원인
이너테크 아이피 엘엘씨
미합중국, 코네티컷 06810, 댄버리, 60 백커스 애비뉴
(72) 발명자
코스타키스, 존
미국 뉴욕주, 글래스코, 피오박스 577
구엔, 켄
미국 코네티컷주, 댄베리, 유닛 5124, 2 마운틴뷰 테라스
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤재승

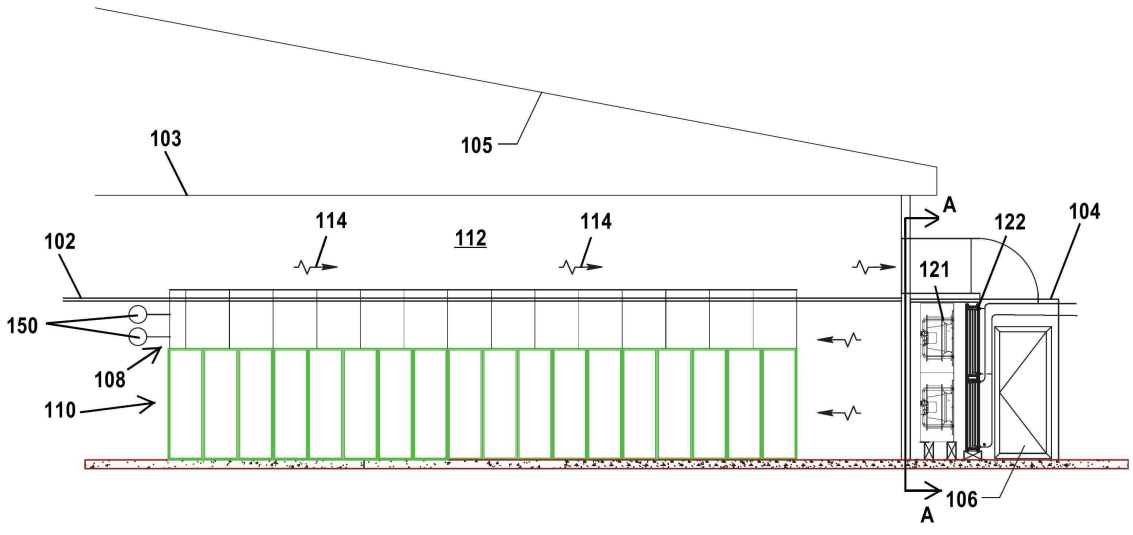
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 **모듈식 공기 냉각 및 분배 시스템과 방법**

(57) 요 약

모듈식 공기 냉각 및 분배 시스템은 냉각용 팬 및 열교환기 조립체와 온도 및 속도 측정값에 따라 팬 속도를 제어하는 제어기를 포함한다. 냉각용 조립체는 유체-공기 열교환기와 가변 속도 팬을 포함한다. 유체-공기 열교환기의 유체는 프로필렌글리콜 또는 물일 수 있다. 열교환기는 압력 저하를 최소화하고 열 전달을 최대화한다. 냉각용 조립체의 수량은 옥내 냉각 요건에 맞게 선택된다. 냉각용 조립체는 조립이 용이하고, 냉각 부하에 부합하도록 수직 방향으로 적층되고/되거나 수평 방향으로 연결된다. 향후 추가적인 냉각 용량이 필요할 경우, 냉각용 조립체는 용이하게 추가될 수 있고, 수직 및/또는 수평방향으로 확장될 수 있다. 팬 및 열교환기 조립체의 팬의 속도는 풍속계를 사용하여 구할 수 있는 유체 온도 및 유체 속도 측정값에 기초하여 제어된다.

대 표 도



(72) 발명자
장, 밍
미국 코네티컷주, 웨스턴, 131 로드 하이웨이

샤피로, 도론
미국 미주리주, 세인트루이스, 7401 웨일 애비뉴

명 세 서

청구범위

청구항 1

건물의 제1 천장과 제2 천장 사이에 형성되는 천장 플레넘과,

각각 복수의 서버 랙으로 구성되는 복수의 서버 랙 열에 의해 형성되는 적어도 하나의 열기 통로 상부에 배치되고 상기 제1 천장의 개구부를 통해 연장되되 유체를 상기 열기 통로에서 상기 천장 플레넘 내로 향하게 하도록 구성되는 차폐 조립체와,

상기 열기 통로 또는 상기 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 속도를 측정하도록 구성되는 유속 센서와,

상기 열기 통로 또는 상기 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 온도를 측정하도록 구성되는 온도 센서와,

적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체와,

측정된 온도 및 속도에 기초하여 상기 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체의 적어도 하나의 팬의 속도를 조절하도록 구성되는 제어기를 포함하되,

상기 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체의 적어도 하나의 팬은 유체를 상기 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체의 적어도 하나의 열교환기를 통해 상기 천장 플레넘에서 상기 복수의 서버 랙으로 유동시키는 냉각 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제1 팬 및 열교환기 조립체 열과 상기 제1 팬 및 열교환기 조립체 열에 인접한 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제2 팬 및 열교환기 조립체 열을 포함하는 냉각 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 속도 센서와 상기 온도 센서는 풍속계로 구현되는 냉각 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 중복 구성의 풍속계를 추가로 포함하는 냉각 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 상기 건물 외부에 위치한 옥외용 함체 내부에 상기 건물의 벽에 인접하게 배치되고, 상기 적어도 하나의 팬은 유체를 상기 건물 벽의 개구부를 통해 상기 복수의 서버 랙으로 유동시키는 냉각 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 건물의 바닥과 슬래브 사이에 형성되는 바닥 플레넘과,

상기 천장 플레넘과 상기 바닥 플레넘 사이에 유체 연통되도록 결합되는 공기 도관을 추가로 포함하되,

상기 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 상기 공기 도관 내에 배치되고 공기를 상기 공기 도관을 통해 상기 바닥 플레넘으로 유동시키고 상기 바닥의 개구부를 통해 상기 복수의 서버 랙으로 유동시키도록 구성되는 냉각 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 복수의 서버 랙과 상기 적어도 하나의 팬 및 열 교환기 조립체 사이에 위치하도록 상기 건물 내부에 배치되는 내벽을 추가로 포함하되, 상기 내벽은 상기 제1 천장과 연결되고 상기 내벽의 상단부와

상기 제2 천장 사이에 내벽 개구부가 형성되도록 상기 건물의 바닥으로부터 연장되는 냉각 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 복수의 열교환기가 상기 내벽과 복수의 팬 사이에 배치되고, 상기 복수의 팬은 공기를 상기 내벽 개구를 통해 상기 서버 랙으로부터 유동시키고 상기 차폐 조립체를 통해 상기 천장 플레넘으로 유동시키도록 구성되는 냉각 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서, 복수의 팬이 상기 내벽과 복수의 열교환기 사이에 배치되되, 상기 복수의 팬은 공기를 상기 내벽 개구부를 통해 상기 천장 플레넘으로부터 유동시키고 상기 팬 및 열교환기 조립체를 통해 상기 복수의 서버 랙으로 유동시키도록 구성되는 냉각 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 팬 및 열교환기 조립체 함체를 포함하는 냉각 시스템.

청구항 11

복수의 서버 랙으로 각각 구성되는 복수의 서버 랙 열에 의해 형성되는 적어도 하나의 열기 통로에 인접하게 건물 내부에 배치되는 제1 차폐 조립체와,

상기 제1 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 속도를 측정하도록 구성되는 유속 센서와,

상기 제1 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 온도를 측정하도록 구성되는 온도 센서와,

상기 건물 외부에 배치되는 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제1 팬 및 열교환기 조립체 열과,

상기 제1 팬 및 열교환기 조립체 열에 인접하게 상기 건물 외부에 배치되는 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제2 팬 및 열교환기 조립체 열과,

측정된 온도 및 속도에 기초하여 상기 제1 및 제2 팬 및 열 교환기 조립체 열의 복수의 팬의 속도를 조절하도록 구성되는 제어기를 포함하되,

상기 팬 및 열 교환기 조립체의 복수의 팬은 공기를 상기 제1 차폐 조립체를 통해 열기 통로로부터 유동시키고 상기 복수의 팬 및 열교환기 조립체의 복수의 열교환기를 통해 상기 복수의 서버 랙으로 유동시키는 냉각 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제1 차폐 조립체는 상기 열기 통로의 일측과 상기 건물 외벽의 적어도 하나의 개구부 사이에 배치되고, 상기 제1 및 제2 팬 및 열교환기 조립체 열은 상기 외벽의 상기 적어도 하나의 개구부를 통해 상기 제1 차폐 조립체와 유체 연통되는 냉각 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 제1 차폐 조립체는 상기 열기 통로 상부에 배치되는 냉각 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제1 차폐 조립체 상부에 배치되는 제2 차폐 조립체를 추가로 포함하는 냉각 시스템.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 복수의 팬 및 열교환기 조립체를 수용하는 팬 및 열교환기 함체를 추가로 포함하는 냉각 시스템.

청구항 16

복수의 서버 랙으로 각각 구성된 복수의 서버 랙 열에 의해 형성되는 적어도 하나의 열기 통로에 인접하게 건물

내부에 배치되는 제1 차폐 조립체와,

상기 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 속도를 측정하도록 구성되는 유속 센서와,

상기 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 온도를 측정하도록 구성되는 온도 센서와,

상기 복수의 서버 랙의 최상부보다 위에 위치하도록 상기 건물 내부에 배치되는 각각 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성되는 제1 및 제2 팬 및 열교환기 조립체 열과,

측정된 온도 및 속도에 기초하여 상기 제1 및 제2 팬 및 열 교환기 조립체 열의 복수의 팬의 속도를 조절하도록 구성되는 제어기를 포함하되,

상기 복수의 팬 및 열교환기 조립체의 복수의 팬은 공기를 상기 제1 차폐 조립체를 통해 상기 열기 통로로부터 유동시키고 상기 팬 및 열교환기 조립체의 복수의 열교환기를 통해 상기 복수의 서버 랙으로 유동시키는 냉각 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 제1 차폐 조립체는 상기 열기 통로의 일측에 배치되고, 상기 팬 및 열 교환기 조립체는 상기 제1 차폐 조립체 상부에 배치되고 상기 제1 차폐 조립체와 유체 연통되는 냉각 시스템.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 제1 차폐 조립체 위에 배치되는 제2 차폐 조립체를 추가로 포함하되, 상기 팬 및 열교환기 조립체는 상기 제2 차폐 조립체에 결합되고 상기 제2 차폐 조립체와 유체 연통되는 냉각 시스템.

청구항 19

복수의 서버 랙을 냉각하는 방법으로서,

복수의 서버 랙으로 각각 구성된 복수의 서버 랙 열 사이에 한정되는 적어도 하나의 열기 통로 내부 또는 그 부근의 유체 온도를 감지하는 단계와,

상기 유체 온도가 소정의 유체 온도보다 높을 경우, 상기 복수의 서버 랙과 상기 열기 통로와 열교환기를 통해 유체를 순환시키는 적어도 하나의 팬의 속도를 소정의 속도 만큼 증가시키는 단계와,

상기 유체 온도가 소정의 유체 온도보다 낮을 경우, 유체 속도를 측정하고 상기 유체 속도가 소정의 속도보다 높은지 판정하는 단계와,

측정된 유체 속도가 상기 소정의 속도보다 높을 경우, 상기 팬의 속도를 다른 소정의 속도 만큼 감소시키는 단계를 포함하는 서버 랙 냉각 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 유체 온도와 상기 유체 속도는 상기 열기 통로에 인접하게 배치되는 차폐 조립체 내부에서 측정되는 서버 랙 냉각 방법.

청구항 21

제19항에 있어서, 상기 유체 온도와 상기 유체 속도는 풍속계에 의해 측정되는 서버 랙 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 냉각 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 데이터 센터의 서버 랙은 대량의 열을 발생시키는 많은 수의 전자 장치를 포함한다. 따라서, 많은 양의 전력이 전자 장치를 냉각시키기 위해 필요하다. 큰 전력 소비의 한 요인은 서버 랙에 냉각 유체 또는 공기를 공급하는 방식이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 일 양태에서, 본 개시는 냉각 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0004] 냉각 시스템은 건물의 제1 천장과 제2 천장 사이에 형성되는 천장 플레넘(plenum)과, 서버 랙 열(rows of server racks)에 의해 형성되는 적어도 하나의 열기 통로 상부에 배치되고 상기 제1 천장의 개구부를 통해 연장되는 차폐 조립체를 포함한다. 차폐 조립체는 유체를 열기 통로에서 천장 플레넘 내로 향하게 한다. 냉각 시스템은 열기 통로 또는 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 속도를 측정하는 유속 센서와, 열기 통로 또는 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 온도를 측정하는 온도 센서를 포함한다. 차폐 조립체는 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체와, 측정된 온도 및 속도에 기초하여 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체의 적어도 하나의 팬의 속도를 조절하는 제어기를 포함한다. 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체의 적어도 하나의 팬은 유체를 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체의 적어도 하나의 열교환기를 통해 천장 플레넘에서 복수의 서버 랙으로 유동시킨다.

[0005] 본 개시의 양태에서, 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제1 팬 및 열교환기 조립체 열과, 제1 팬 및 열교환기 조립체 열에 인접한 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제2 팬 및 열교환기 조립체 열을 포함한다.

[0006] 본 개시의 양태에서, 속도 센서와 온도 센서는 풍속계로 구현된다.

[0007] 본 개시의 양태에서, 냉각 시스템은 중복 구성의 풍속계를 추가로 포함한다.

[0008] 본 개시의 양태에서, 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 상기 건물 외부에 위치한 옥외용 함체 내부에 건물 벽에 인접하게 배치되고, 적어도 하나의 팬은 유체를 건물 벽의 개구부를 통해 서버 랙으로 유동시킨다.

[0009] 본 개시의 양태에서, 냉각 시스템은 건물의 바닥과 슬래브 사이에 형성되는 바닥 플레넘과, 천장 플레넘과 바닥 플레넘 사이에 유체 연통되도록 결합되는 공기 도관을 추가로 포함한다. 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 공기 도관 내에 배치되고, 공기를 공기 도관을 통해 바닥 플레넘으로 유동시키고 바닥의 개구부를 통해 서버 랙으로 유동시킨다.

[0010] 본 개시의 양태에서, 냉각 시스템은 복수의 서버 랙과 적어도 하나의 팬 및 열 교환기 조립체 사이에 위치하도록 건물 내부에 배치되는 내벽을 포함하되, 내벽은 제1 천장과 연결되고 내벽의 상단부와 제2 천장 사이에 내벽 개구부가 형성되도록 건물의 바닥으로부터 연장된다.

[0011] 본 개시의 양태에서, 열교환기는 내벽과 팬 사이에 배치되고, 팬은 공기를 내벽 개구부를 통해 서버 랙으로부터 유동시키고 차폐 조립체를 통해 천장 플레넘으로 유동시키도록 구성된다.

[0012] 본 개시의 양태에서, 팬은 내벽과 열교환기 사이에 배치되고 공기를 내벽 개구부를 통해 천장 플레넘으로부터 유동시키고 팬 및 열교환기 조립체를 통해 서버 랙으로 유동시킨다.

[0013] 본 개시의 양태에서, 적어도 하나의 팬 및 열교환기 조립체는 팬 및 열교환기 조립체 함체를 포함한다.

[0014] 또 다른 양태에서, 본 개시는 다른 냉각 시스템을 제공한다. 냉각 시스템은 서버 랙 열에 의해 형성되는 적어도 하나의 열기 통로에 인접하게 건물 내부에 배치되는 제1 차폐 조립체와, 제1 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 속도를 측정하는 유속 센서와, 제1 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 온도를 측정하도록 구성되는 온도 센서와, 건물 외부에 배치되는 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제1 팬 및 열교환기 조립체 열과, 제1 팬 및 열교환기 조립체 열에 인접하게 건물 외부에 배치되는 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 제2 팬 및 열교환기 조립체 열과, 측정된 온도 및 속도에 기초하여 제1 및 제2 팬 및 열 교환기 조립체 열의 팬의 속도를 조절하도록 구성되는 제어기를 포함한다. 팬 및 열 교환기 조립체의 팬은 공기를 제1 차폐 조립체를 통해 열기 통로로부터 유동시키고 팬 및 열교환기 조립체의 열교환기를 통해 서버 랙으로 유동시킨다.

[0015] 본 개시의 양태에서, 제1 차폐 조립체는 열기 통로의 일측과 건물 외벽의 적어도 하나의 개구부 사이에 배치되고, 제1 및 제2 팬 및 열교환기 조립체 열은 건물 외벽의 적어도 하나의 개구부를 통해 제1 차폐 조립체와 유체 연통된다.

[0016] 본 개시의 양태에서, 제1 차폐 조립체는 열기 통로 상부에 배치된다.

[0017] 본 개시의 양태에서, 냉각 시스템은 제1 차폐 조립체 상부에 배치되는 제2 차폐 조립체를 포함한다.

[0018] 본 개시의 양태에서, 냉각 시스템은 팬 및 열교환기 조립체를 수용하는 팬 및 열교환기 함체를 포함한다.

[0019] 또 다른 양태에서, 본 개시는 또 다른 냉각 시스템을 제공한다. 냉각 시스템은 서버 랙 열에 의해 형성되는 적어도 하나의 열기 통로에 인접하게 건물 내부에 배치되는 제1 차폐 조립체와, 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 속도를 측정하는 유속 센서와, 차폐 조립체 내를 유동하는 유체의 온도를 측정하는 온도 센서와, 서버 랙의 최상부보다 위에 위치하도록 건물 내부에 배치되는 각각 복수의 팬 및 열교환기 조립체로 구성되는 제1 및 제2 팬 및 열교환기 조립체 열과, 측정된 온도 및 속도에 기초하여 제1 및 제2 팬 및 열교환기 조립체 열의 팬의 속도를 조절하는 제어기를 포함한다. 복수의 팬 및 열교환기 조립체의 팬은 공기를 제1 차폐 조립체를 통해 열기 통로로부터 유동시키고 팬 및 열교환기 조립체의 열교환기를 통해 복수의 서버 랙으로 유동시킨다.

[0020] 본 개시의 양태에서, 제1 차폐 조립체는 열기 통로의 일측에 배치되고, 팬 및 열 교환기 조립체는 제1 차폐 조립체 상부에 배치되고 제1 차폐 조립체와 유체 연통된다.

[0021] 본 개시의 양태에서, 냉각 시스템은 제1 차폐 조립체 위에 배치되는 제2 차폐 조립체를 포함하며, 팬 및 열교환기 조립체는 제2 차폐 조립체에 결합되고 제2 차폐 조립체와 유체 연통된다.

[0022] 또 다른 양태에서, 본 개시는 서버 랙을 냉각하는 방법을 제공한다. 서버 랙 냉각 방법은 서버 랙 열 사이에 한정되는 적어도 하나의 열기 통로 내부 또는 그 부근의 유체 온도를 감지하는 단계와, 유체 온도가 소정의 유체 온도보다 높을 경우, 서버 랙과 열기 통로와 열교환기를 통해 유체를 순환시키는 적어도 하나의 팬의 속도를 소정의 속도 만큼 증가시키는 단계와, 유체 온도가 소정의 유체 온도보다 낮을 경우, 유체 속도를 측정하고 유체 속도가 소정의 속도보다 높은지 판정하는 단계와, 측정된 유체 속도가 소정의 속도보다 높을 경우, 팬의 속도를 다른 소정의 속도 만큼 감소시키는 단계를 포함한다.

[0023] 본 개시의 양태에서, 유체 온도와 유체 속도는 열기 통로에 인접하게 배치되는 차폐 조립체 내부에서 측정된다.

[0024] 본 개시의 양태에서, 유체 온도와 상기 유체 속도는 풍속계에 의해 측정된다.

발명의 효과

[0025] 일 양태에서, 본 개시는 냉각 시스템을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0026] 본 개시의 하나 이상의 양태는 본 명세서의 마지막에 기재된 특허청구범위에서 구체적으로 적시되고 명확하게 청구된다. 기술 분야의 당업자는 유사한 구성 요소가 동일한 참조 부호로 표기된 첨부 도면과 함께 제공되는 여러 실시예에 대한 상세한 설명을 참조하여 본 개시의 상기 및 다른 목적, 특징 및 장점을 보다 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

도 1은 천장 높이가 비교적 낮은 본 개시의 일 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 2는 A-A 절단선을 따라 취한 도 1의 냉각 조립체의 정면 단면도이다.

도 3은 바닥 냉기 공급 방식을 취하는 다른 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 4는 천장 높이가 비교적 높은 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 5는 저온의 공급 공기로부터 고온의 오버헤드 복귀 공기를 격리하기 위해 수직 차폐판이 사용되는 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 6은 열기 통로에서 배출되는 공기가 지면 높이의 냉각 모듈 내로 인입되는 것을 도시한 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 7은 서버 랙의 전방으로 저온의 공기를 송풍하는 기술을 도시한 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 것으로 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 8은 냉각 모듈이 오버헤드 위치에 장착된 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 9는 냉각 모듈의 위치가 바닥 보다 높은 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 10은 냉각 모듈 또는 조립체의 위치가 바닥보다 높은 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 데이터 센터 조립체의 입면도이다.

도 11은 본 개시의 일 실시예에 따른 다수의 팬 및 열교환기 모듈을 구비한 팬 및 열교환기 조립체의 입면도이다.

도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 다수의 팬 및 열교환기 모듈을 구비한 팬 및 열교환기 조립체의 정면도이다.

도 13은 본 개시의 일 실시예에 따른 "기초" 함체 조립체의 사시도이다.

도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른 "부가" 함체 조립체의 사시도이다.

도 15는 본 개시의 일 실시예에 따른 팬 및 열교환기 조립체의 분해도이다.

도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른 팬 및 열교환기 조립체의 팬을 제어하는 예시적인 방법을 도시한 흐름도이다.

도 17은 본 개시의 일 실시예에 따른 풍속계 모듈의 분해도이다.

도 18은 차폐 조립체의 벽에 설치된 도 17의 풍속계 모듈의 측면도이다.

상기 도면은 단지 예시의 목적으로만 본 개시의 실시예를 도시한다. 기술분야의 당업자라면 다음의 설명으로부터 본 명세서에 예시된 구조 및 방법의 대안적인 실시예가 본 명세서에 설명된 본 개시의 원리를 벗어나지 않고 채택될 수 있다는 것을 용이하게 알 수 있을 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 개시의 모듈식 공기 냉각 및 분배 시스템은 유연성과 확장성이 우수하고 설치가 용이하며 데이터 센터와 같은 대면적의 개방된 실내 공간의 냉각을 위한 에너지 소비를 저감할 수 있다. 기본적인 팬/열교환기 모듈식 조립체의 조합은 특정 건물의 전체 디자인에 가장 잘 부합하도록 다양한 방식으로 구성될 수 있다.

[0028] 본 개시의 실시예는 고온의 공기를 서버 랙에서 열교환기로 향하게 하는 모듈식 공기 냉각 및 분배 시스템으로, 설치가 용이하고 저렴하며 공기압 손실(air pressure drop)이 작은 모듈식 공기 냉각 및 분배 시스템에 관한 것이다. 이후, 고온의 공기는 액체, 예컨대, 냉매 또는 냉각수로 냉각되어 저온의 공기가 데이터 센터의 개방된 공간으로 다시 배출된다. 실시예에서, 서버에서 배출되는 고온의 공기는 열교환기의 유입구까지 이르는 내내 천장 또는 열기 통로 차폐부와 짧은 도관(필요한 경우)을 이용하여 저온의 공기로부터 격리된다. 고온의 공기를 격리된 상태로 유지함으로써, 열 방출(heat rejection)이 보다 높은 온도에서 이루어질 수 있어서 보다 "자유로운" 냉각이 가능해지고 액체 유량이 저감되며 에너지 효율이 향상된다. 그 전체 내용이 본 명세서에 원용되는 가특허출원 제 62/380,039호에 개시된 바와 같은 것으로, 상기 열교환기는 공기압 손실이 작은 다열 알루미늄 편평관 열교환기이다. 차폐부/천장/플레넘을 통한 작은 공기압 손실과 더불어, 이런 요인은 전체 압력 손실을 저감하고 팬 출력을 낮출 수 있도록 해준다. 분석에 따르면, 몇몇 실시예는 데이터 센터 전체에 걸쳐 균일한 공기 온도 분포를 갖는다.

[0029] 본 개시에서는 용어 "공기"가 사용되지만, 기체 상태의 다른 유체가 본 개시의 실시예에 따라 공기 대신 사용될 수 있다.

[0030] 도 1 내지 도 10은 팬 및 열교환기 조립체와 기류 배치가 특정 건물 구조의 세부 사항에 맞게 적용될 수 있는 다양한 실시예를 도시한다.

[0031] 도 1은 비교적 낮은 하부 천장(102)을 갖는 실시예를 도시한다. 냉각 유닛 또는 모듈(104)은 외부에 배치되며 옥내 바닥 공간을 필요로 하지 않는다. 옥외 냉각 모듈 또는 조립체(104)는 공장에서 조립되고 모듈식 슬래브에 장착될 수 있다. 냉각 모듈 또는 조립체(104)는 내후성 함체(enclosure) 내부에 배치될 수 있다. 차폐 조립체(108)가 열기 통로를 포함하도록 서버 랙(110)에 결합된다. 천장 플레넘(112)이 하부 천장(102)과 상부 천장(103) 사이에 한정될 수 있다. 대안으로서, 상부 천장(103)이 제거되고 천장 플레넘(112)이 하부 천장(102)과 경사 지붕(105) 사이에 한정될 수 있다. 천장 플레넘(114)은 냉각 모듈 또는 조립체(104)에 복귀 공기(11

4)를 공급하도록 구성된다.

[0032] 중복 구성의 풍속계(150)가 차폐 조립체(108)를 통해 유동하는 공기의 온도 및/또는 속도를 측정하기 위해 차폐 조립체(108)에 결합된다. 다른 실시예에서는, 다른 유형의 유속 센서와 유체 온도 센서가 중복 구성의 풍속계(150) 대신에 사용될 수 있다. 예컨대, 유체 온도 센서는 기계식 스위치에 부착된 패들(paddle)로 대체될 수 있는데, 차폐 조립체(108) 내의 유체 유동으로 인해 패들이 기계식 스위치를 전후로 이동시켜 유체의 유동 방향을 감지하게 된다. 대안으로서, 유체의 유동 방향은 당업계에 공지된 임의의 다른 유체 유동 방향 센서에 의해 측정될 수 있다. 유속 센서는 임의의 적합한 저속형(low velocity-type) 센서일 수 있다.

[0033] 온도 및/또는 속도 측정값은 팬 및 열교환기 조립체의 팬들 중 하나 이상의 팬의 속도를 제어하기 위해 사용된다. 예컨대, 열기 통로와 냉기 통로 사이의 유체 누출율을 나타내는 유체 속도 및 온도 측정값은 팬 및 열 교환기 조립체의 팬의 속도를 조절하여 차폐 조립체 내부의 압력을 중화하기 위해 사용될 수 있다. 실시예에서, 풍속계(150)는 공기의 온도와 속도를 동시에 감지할 수 있는 열선 풍속계일 수 있다.

[0034] 실시예에서, 제어 시스템은 온도 설정점과 속도 설정점을 이용할 수 있다. 예컨대, 온도 설정점은 하기 식에 따라 산출될 수 있다.

[0035] 온도 설정점 = 열기 통로 온도 - {(열기 통로 온도 - 냉기 통로 설정 온도)/ 3}.

[0036] 온도 설정점은 팬 및 열교환기 조립체의 팬에게 가속 또는 감속을 명령하기 위해 사용된다. 속도 설정점은 팬 속도를 미세 조정하여 공기 누출을 최소화하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 속도 설정점은 팬을 감속하기 위해 사용될 수 있다.

[0037] 제어 시스템은 수동 모드와 자동 모드로 동작할 수 있다. 수동 모드에서는, 팬이 자동 설정에 우선하는 고정 속도로 설정된다. 예컨대, 초기 속도 설정점은 소정의 속도, 예컨대, 45.72 m/분(150 ft/분)로 설정될 수 있다. 자동 모드에서는, 저 부하가 인가될 경우, 제어 시스템이 먼저 열기 통로 및 냉기 통로 설정 온도가 예컨대, 소정의 온도, 예컨대, -15℃(5°F) 미만인지를 판단할 수 있다. 열기 통로 및 냉기 통로 설정 온도가 -15℃(5°F) 미만일 경우, 팬 속도는 소정의 최저 속도일 수 있는 최저 속도로 유지된다. 산출된 총 IT 부하를 기능 중인 팬 및 열교환기 조립체의 총 개수로 나눈 값이 소정의 백분율(예컨대, 30%) 미만이거나 팬 및 열 교환기 조립체의 유입 온도와 배출 온도 사이의 온도 차가 소정의 온도(예컨대, -12.2℃(10°F)) 미만일 경우, 팬 속도는 하기 예시적인 방정식에 따라 산출될 수 있다.

[0038] $$\text{최대팬속도대비백분율} = \frac{IT\text{부하} \times 130}{\text{팬및열교환기조립체최대공기용적}} \times 100$$

[0039] 산출된 총 IT 부하를 기능 중인 팬 및 열 교환기 조립체의 총 개수로 나눈 값이 소정의 백분율(예컨대, 30%)보다 크고 팬 및 열 교환기 조립체의 유입 온도와 배출 온도 사이의 온도 차가 소정의 온도(예컨대, -12.2℃(10°F)보다 클 경우, 최대 팬 속도 대비 백분율은 하기와 같이 결정될 수 있다. 풍속계의 측정값이 온도 설정점(예컨대, -12.2℃(10°F))보다 높을 경우에는, 팬 속도가 소정의 분당 회전수(RPM)(예컨대, 100 RPM)만큼 증가된다. 감지된 온도가 온도 설정점 미만이 될 때까지 팬 속도는 계속 증가한다. 풍속계의 온도 측정값이 온도 설정점보다 낮고 풍속계의 속도 측정값이 속도 설정점(예컨대, 45.72 m/분(150 ft/분))보다 클 경우에는, 팬 속도가 감소된다(예컨대, 팬 속도가 100 RPM 만큼 감소되거나 속도 제어용 PID 제어기가 풍속계의 측정값에 기초하여 적용된다).

[0040] 풍속계의 온도 측정값이 온도 설정점보다 낮고 풍속계의 속도 측정값이 예컨대, 현장 조건에 따라 달라질 수 있는 속도 설정점(예컨대, 22.86 m/분(75 ft/분) 또는 45.72 m/분(150 ft/분))보다 낮을 경우, 팬 속도는 변경되지 않는다. 몇몇 실시예에서, 풍속계의 온도 측정값이나 속도 측정값이 변동이 심할 경우, 제어기는 순간 측정값 대신 일정 시간 동안의(예컨대 3초 내지 5초 동안의) 평균 측정값을 적용할 수 있다.

[0041] 도 2는 일 실시예에 따른 것으로 A-A 절단선을 따라 취한 선택적 모듈식 공기 벽 구간의 단면도이다. 모듈식 공기 벽 구간은 가로 6 열 세로 2 열로 배열된 12 개의 팬 및 열교환기 모듈 또는 조립체에 대응하는 12 개의 가드(guard) 또는 루버(louvre) 구간(202)을 포함한다. 즉, 가드 또는 루버 구간(202)은 각각 6 개의 팬 및 열교환기 조립체로 구성된 팬 및 열 교환기 조립체 2 열에 대응한다. 실시예에서, 데이터 센터의 용량 요건 및/또는 구성에 따라 임의의 개수의 팬 및 열교환기 조립체 열이 구비될 수 있다. 예를 들어, 3 열의 팬 및 열교환기 조립체가 구비되거나 7 열의 팬 및 열교환기 조립체가 구비될 수 있다. 각각의 가드 또는 루버 섹션(202)은 유체를 특정 방향으로 향하게 하거나 유체를 소정 각도로 확산시키는 유체 편향기를 포함할 수 있다. 유

체 편향기의 각도는 조절 가능할 수 있다.

[0042] 기계 및 전기식 체이스(chase)(204)가 가드 또는 루버 섹션(202) 사이에 배치되고 팬 및 열교환기 조립체의 팬 및/또는 열교환기 사이에 배치될 수 있다. 벽 개방부 또는 개구부(206)가 복귀 공기 도관(208)과 가드 또는 루버 섹션(202)을 수납하기 위해 형성된다. 실시예에서, 복귀 공기 도관(208)은 서로 결합되어, 플레넘 룸(106)으로 들어가는 단일 또는 공통 복귀 공기 도관을 형성할 수 있다. 모듈식 공기 벽 구간은, 추가적인 냉각 용량이 필요할 경우 천장 플레넘(112)에서 플레넘 룸(106)으로 보다 많은 복귀 공기를 전달하는 추가 유체 도관을 수납하기 위해 탈착될 수 있는 탈부착 가능 복귀 공기 패널(208)도 포함한다.

[0043] 도 3은 바닥 냉기 공급(under-floor cool air distribution) 방식을 취하는 예시적인 데이터 센터 조립체의 실시예를 도시한다. 복귀 공기(214)는 천장(302)과 지붕(303) 사이의 천장 플레넘과, 철망 스크린(330)을 구비한 팬 및 열교환기 조립체와, 슬래브(322)와 천공형 바닥 타일(324) 사이에 형성된 용적부와, 서버 랙(210)을 순차적으로 통과하며 순환된다.

[0044] 도 4는 다층 건물의 다른 층에 대응될 수 있는 비교적 높은 천장(403)을 갖는 냉기 통로 차폐 구성을 취하는 예시적인 데이터 센터 조립체의 실시예를 도시한다. 실시예에서, 높은 천장(403)은 천장 플레넘(412)의 일부를 형성할 수 있는 T형 콘크리트 보로 형성될 수 있다. 실시예에서, 높은 천장(403)은 낮은 천장(402)에 보다 가깝도록 설치될 수 있다. 수직 차폐판(431)이 저온의 공급 공기(413)로부터 고온의 복귀 공기(414)를 격리시킨다. 팬 배출 공기 유동이 역전되고 냉기(413)가 서버 랙(210)에 의해 형성되는 냉기 통로를 포함하는 차폐 조립체(408)를 통해 서버 랙(210)의 전방으로 공급된다. 또한, 고온의 공기(414)가 팬 및 열교환기 조립체의 팬에 의해 서버 랙(210)의 하나 이상의 열기 통로로부터 인출된다. 제어 모듈(432)과 전력 모듈(434)이 차폐 조립체(408)와 팬 및 열 교환기 조립체 내를 유동하는 유체와 유체 연통되는 풍속계(150)에 결합되어 차폐 조립체(408)와 팬 및 열 교환기 조립체에 제어 신호와 전력을 각각 공급한다. 여기서, 제어 신호는 예컨대, 팬 및 열교환기 조립체의 가변 속도 팬의 속도를 제어하기 위한 제어 신호일 수 있다. 제어 모듈(431)은 유체 온도 및 속도 측정값을 사용하는 방법을 포함하는 본 명세서에 개시된 방법을 실행하기 위한 프로세서와 메모리를 포함할 수 있는 임의의 적합한 제어기로 구현될 수 있다.

[0045] 도 5는 수직 차폐판(431)이 저온의 공급 공기(513)로부터 고온의 오버헤드 복귀 공기(514)를 격리하기 위해 사용되는 열기 통로 차폐 구성을 취하는 예시적인 데이터 센터 조립체의 실시예를 도시한다. 팬 배출 공기 유동(저온의 공급 공기(513))의 방향은 도 4의 팬 배출 공기 유동(고온의 복귀 공기(414))의 방향과 반대이다. 팬 및 열교환기 조립체의 팬은 서버 랙(210)의 전방으로 저온의 공급 공기(513)를 공급한다. 또한, 고온의 복귀 공기(514)는 차폐 조립체(508)로부터 흘러 나온다.

[0046] 도 6은 서버 랙(210)의 열기 통로에서 나오는 고온의 복귀 공기(414)가 지면 높이의 외부 팬 및 열교환기 조립체 내로 인입되는 냉각 시스템의 실시예를 도시한다. 저온의 공급 공기(413)가 오버헤드 위치로부터 서버 랙(210)의 전방으로 공급된다. 서버 랙(210) 사이의 하나 이상의 열기 통로가 서버 랙(210)의 최상부 또는 상단에서 커버로 둘러싸이고, 열기 차폐 조립체(608)가 서버 랙들(210) 중 최우측 서버 랙과 건물 또는 시설의 벽 또는 패널(632) 사이에 배치된다. 열기 차폐 조립체(608)는 외부의 팬 및 열교환기 조립체와 기류 연통된다.

[0047] 도 7은 저온의 공급 공기(713)가 서버 랙(210)의 전방으로 송풍되는 냉각 시스템의 실시예를 도시한다. 오버헤드 열기 통로 차폐 조립체가 서버 랙(210)에서 팬 및 열교환기 조립체(720)의 유입구로 고온의 복귀 공기(714)를 이동시키기 위해 사용된다.

[0048] 도 8은 팬 및 열교환기 조립체(820a, 820b)가 오버헤드 위치에 장착된 냉각 시스템의 실시예를 도시한다. 도 8의 냉각 시스템은 제1 공기 차폐 조립체(807)와 제1 공기 차폐 조립체(807) 상에 배치되는 제2 공기 차폐 조립체(808)를 포함한다. 팬 및 열교환기 조립체(820a, 820b)는 제2 공기 차폐 조립체(808)의 최우측부의 밑면에 계단식으로 결합되고 제2 공기 차폐 조립체(808)와 기류 연통된다. 팬 및 열 교환기 조립체(820a, 820b)의 열교환기는 수냉 시스템으로부터 냉각수를 공급 받고 수냉 시스템으로 냉각수를 복귀시키도록 냉각수 공급 및 회수 배관(840)에 결합된다. 팬 및 열교환기 조립체(820a, 820b)는 팬 및 열교환기 조립체(820a, 820b)에 전력과 제어 신호를 각각 공급하는 전력 모듈(434)과 제어 모듈(432)에 결합된다.

[0049] 도 9는 팬 및 열교환기 조립체(920)의 위치가 바닥(950)보다 높은 다른 실시예를 도시한다. 고온의 복귀 공기가 바닥(950) 높이에서 서버 랙(210)에 의해 형성된 열기 통로로부터 인출되고, 저온의 공급 공기(913)가 위로부터 서버 랙(210)의 전방으로 하향 공급된다. 차폐 조립체(908)가 최우측 서버 랙(910)과 팬 및 열교환기 조립체(920)의 밑면에 결합된다. 이 구성에서, 팬 및 열교환기 조립체의 팬은 차폐 조립체(908)를 통해 서버 랙

(210)의 열기 통로로부터 고온의 공기(914)를 인출한다.

[0050] 도 10은 팬 및 열교환기 조립체(920)의 위치가 바닥(950)보다 높은 냉각 시스템의 다른 실시예를 도시한다. 본 냉각 시스템은 제1 공기 차폐 조립체(1007)와 제1 공기 차폐 조립체(1007)의 상단에 결합되고 제1 공기 차폐 조립체(1007)와 기류 연통되는 제2 공기 차폐 조립체(1008)를 포함한다. 팬 및 열교환기 조립체(920)는 제2 공기 차폐 조립체(1008)의 최우측부(1009)의 밑면에 결합되고 제2 공기 차폐 조립체(1008)와 기류 연통된다. 팬 및 열교환기 조립체(920)의 열교환기는 수냉 시스템에서 배출되는 냉각수를 전달하고 수냉 시스템으로 복귀하는 물을 전달하는 냉각수 공급 및 회수 배관에 연결된다. 팬 및 열교환기 모듈의 팬은 전력과 제어 신호를 팬에 공급하는 전력 및 제어 모듈에 결합된다. 고온의 복귀 공기가 제2 공기 차폐 구조로부터 인출되어 오버헤드 플레넘으로 이동되고, 저온의 공급 공기가 서버 랙의 전방 주위로 송풍된다.

[0051] 도 11 및 도 12는 보다 큰 팬 및 열교환기 조립체를 형성하도록 조립된 예시적인 팬 및 열교환기 모듈 또는 조립체의 측면도와 정면도를 각각 도시한다. 실시예에서, 2 개, 3 개 또는 4 개의 팬 및 열교환기 조립체가 적층되어 팬 및 열교환기 조립체 적층체(1102,1104 또는 1106)를 형성할 수 있다. 실시예에서, 임의의 개수의 팬 및 열교환기 조립체 적층체(1102,1104 또는 1106)가 나란히 연결될 수 있다. 예를 들어, 6 개의 적층체가 나란히 연결될 수 있다.

[0052] 도 13은 예컨대, 그 폭이 하나의 팬 및 열 교환기 모듈에 대응되고 그 높이가 두 개의 팬 및 열 교환기 모듈에 대응될 수 있는 예시적인 "기초(starter) 함체 조립체"(1302)를 도시한다. 기초 함체 조립체(1302)는 좌측 벽 패널(1304)과, 우측 벽 패널(1306)과, 후방 벽 패널(1308)과, 지붕 패널(1310)을 포함한다. 좌측 벽 패널(1304)과 우측 벽 패널(1306)은 팬 및 열교환기 모듈 또는 조립체 적층체에 접근하기 위한 접근 도어(1308)를 포함할 수 있다.

[0053] 도 14는 예컨대, 그 폭이 하나의 팬 및 열 교환기 모듈에 대응되고 그 높이가 두 개의 팬 및 열 교환기 모듈에 대응될 수 있는 예시적인 "부가(add-on) 함체 조립체"(1402)를 도시한다. 부가 함체 조립체(1402)는 도 13의 기초 함체 조립체(1302)에 부착될 수 있는 좌측 벽 패널(1304) 후방 벽 패널(1308) 및 지붕 패널(1310)을 포함한다.

[0054] 도 15는 기초 조립체(1302)와, 부가 조립체(1402)와, 기초 함체 조립체(1302) 및 부가 함체 조립체(1402) 내에 포함되는 팬 및 열교환기 모듈 또는 조립체 적층체를 도시하는 분해도이다. 팬 및 열교환기 조립체 적층체(1501)는 팬 가드(1502)(예컨대, 3 개의 팬 가드)와, 가변 속도 팬(1504)(예컨대, 3 개의 가변 속도 팬)과, 팬 하우징(1506)(예컨대, 서로 결합되도록 구성되는 3 개의 팬 하우징)과, 열교환기(1508)(예컨대, 서로 결합되도록 구성되는 3 개의 열교환기)를 포함한다. 함체 조립체(1302, 1402)와 팬 및 열교환기 조립체 적층체(1501)는 부분적으로 조립된 키트 형태로 배송될 수 있다. 이후, 최종 조립이 현장에서 이루어질 수 있다.

[0055] 열기 통로 차폐 구역 또는 조립체로부터의 공기 유량이 특정 값을 갖도록 보장하기 위해 열선 풍속계를 사용하여 팬의 속도를 서버 공기 유동에 부합하도록 제어할 수 있다. 도 16은 본 개시의 실시예에 따른 것으로, 팬 및 열교환기 조립체의 팬을 제어하는 예시적인 방법을 도시한 흐름도이다. 블록 1602에서는, 풍속계를 사용하여 온도를 측정한다. 이어서 블록 1604에서는, 측정된 온도가 소정의 온도, 예컨대, 26.7℃(80°F)보다 높은지 판정한다. 측정된 온도가 소정의 온도보다 높을 경우, 블록 1606에서, 팬 속도를 소정의 속도, 예컨대, 100 RPM 만큼 증가시킨다.

[0056] 측정된 온도가 소정의 온도 이하일 경우, 블록 1608에서, 풍속계의 속도 측정값이 소정의 속도, 예컨대, 45.72 m/분(150 ft/분)보다 큰지 판정한다. 풍속계의 속도 측정값이 소정의 속도보다 클 경우, 블록 1610에서, 팬 속도를 소정의 속도 또는 다른 소정의 속도까지 감소시킨다. 풍속계의 속도 측정값이 소정의 속도 이하일 경우, 블록 1602로 되돌아가 풍속계로 온도를 측정한다.

[0057] 도 17은 본 개시의 일 실시예에 따른 것으로, 유체 속도 및 유체 온도를 측정하기 위해 사용되는 풍속계 모듈(1700)의 분해도이다. 풍속계 모듈(1700)은 풍속계 하우징(1702)과, 풍속계 유지부(1704)와, 하우징 너트 유지부(1706)와, 풍속계(1708)와, 풍속계 너트 유지부(1710)를 포함한다. 풍속계 유지부(1704)는 하우징 너트 유지부(1706)를 이용하여 풍속계 하우징(1702)에 고정된다. 풍속계(1708)는 풍속계(1708)의 2 개의 측정창이 풍속계 하우징(1704)의 중심에 위치하고 도 18에 도시된 유체 유동 방향(1810)에 수직하도록 풍속계 유지부(1704)에 삽입된다. 풍속계(1708)는 풍속계 너트 유지부(1710)에 의해 적소에 고정된다.

[0058] 도 18에 도시된 바와 같이, 도 17의 풍속계 모듈(1700)은 풍속계 하우징(1702)의 벌집 측이 냉기 통로(1804)로부터 열기 통로(1806)를 격리시키는 차폐 조립체 벽(1802)과 동일 평면 상에 있도록 차폐 조립체 벽(1802)의 절

개부(cutout)에 설치된다. 벌집 구조는 유체가 일직선으로 유동하도록 하여 난류를 저감하고 풍속계의 정확도를 높이는 데 도움이 된다.

[0059] 열교환기 내의 액체(예컨대, 글리콜과 물) 유동은 소기의 공기 배출 온도를 유지하도록 조절될 수 있다. 두 개 이상의 모듈을 사용할 경우의 기계적 중복 구성 외에도, 전체 시스템은 임의의 적합한 통신 네트워크를 경유한 제어를 위해 네트워크 중복 구성을 이용한다.

[0060] 그 전체 내용이 본 명세서에 원용되는 것으로 발명의 명칭이 "단상 유체와 역류 회로를 구비한 편평관 열교환기를 이용한 냉각 시스템 및 방법{Cooling Systems and Methods Using Single-Phase Fluid and a Flat Tube Heat Exchanger with Counter-Flow Circuiting}"이고 2017년 8월 28일에 출원된 국제 출원 제 PCT/US2017/048969 호에 개시된 열교환기의 실시예를 포함하여, 임의의 적합한 열 교환기 설계가 본 개시의 실시예에 사용될 수 있다.

[0061] 그 전체 내용이 본 명세서에 원용되는 것으로 발명의 명칭이 "단상 유체를 이용한 냉각 시스템 및 방법{Cooling Systems and Methods Using Single-Phase Fluid"인 미국 특허 출원 제 15/697445호에 개시된 유체 쿨러/칠러를 포함하여, 액체와 같은 임의의 적합한 유체를 공급하는 임의의 적합한 유체 쿨러/칠러가 본 개시의 실시예에 따른 팬 및 열교환기 조립체의 열교환기에 사용될 수 있다.

[0062] 본 개시의 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명하였으나, 기술분야의 당업자라면 이에 대한 다양한 변경 및 수정을 명백히 알 수 있을 것이다. 이런 변경 및 수정은 첨부된 특허청구범위에서 정하는 본 개시의 범위 내에 포함되는 것으로 이해해야 한다.

부호의 설명

[0063] 102: 하부 천장 103: 상부 천장 104: 냉각 모듈

105: 경사 지붕 106: 플레넘 룸

108, 408, 508, 608, 908: 차폐 조립체 110, 210: 서버 랙

112, 312: 천장 플레넘 114, 414, 514, 714, 914: 복귀 공기

150: 풍속계 202: 루버 구간 204: 체이스

206: 벽 개구부 208: 복귀 공기 도관 210: 서버 랙

302: 천장 303: 지붕 322: 슬래브

324: 바닥 타일 330: 철망 스크린 402: 낮은 천장

413, 513, 713, 913: 공급 공기 431: 수직 차폐판

432: 제어 모듈 434: 전력 모듈

720, 820a, 820b, 920: 팬 및 열교환기 조립체

807, 1007: 제1 공기 차폐 조립체 808, 1008: 제2 공기 차폐 조립체

840: 냉각수 공급 및 회수 배관 950: 바닥

1102, 1104, 1106, 1501: 팬 및 열교환기 조립체 적층체

1302: 기초 함체 조립체 1304: 좌측 벽 패널

1306: 우측 벽 패널 1308: 후방 벽 패널 1310: 지붕 패널

1402: 부가 함체 조립체 1502: 팬 가드 1504: 가변속도 팬

1506: 팬 하우징 1508: 열교환기 1700: 풍속계 모듈

1702: 풍속계 하우징 1704: 풍속계 유지부

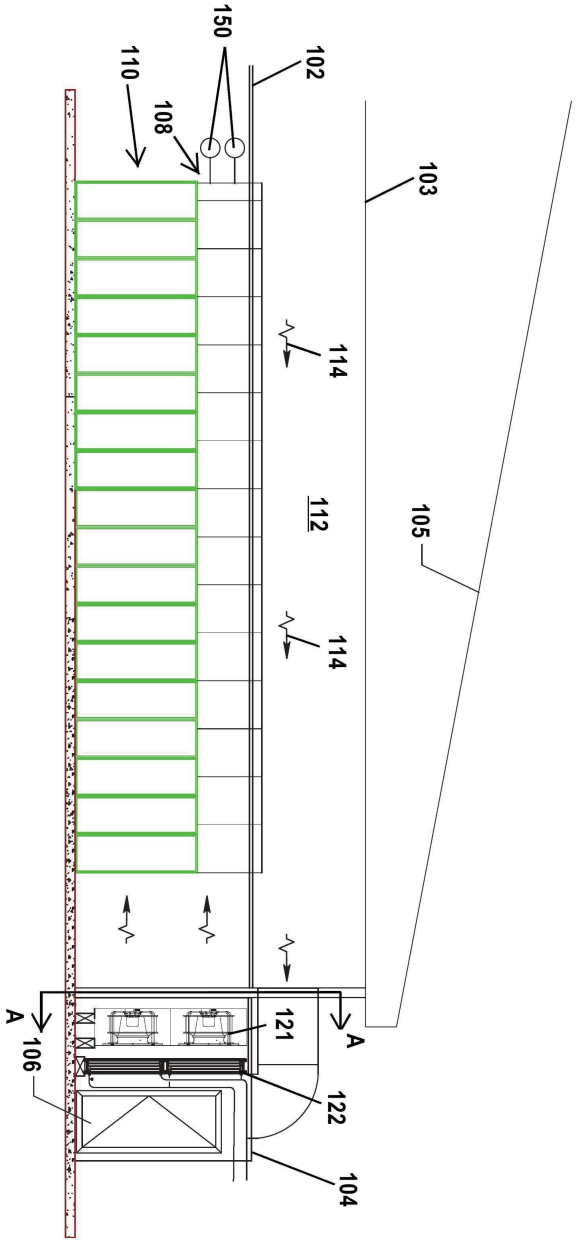
1706: 하우징 너트 유지부 1708: 풍속계

1710: 풍속계 너트 유지부 1802: 차폐 조립체 벽

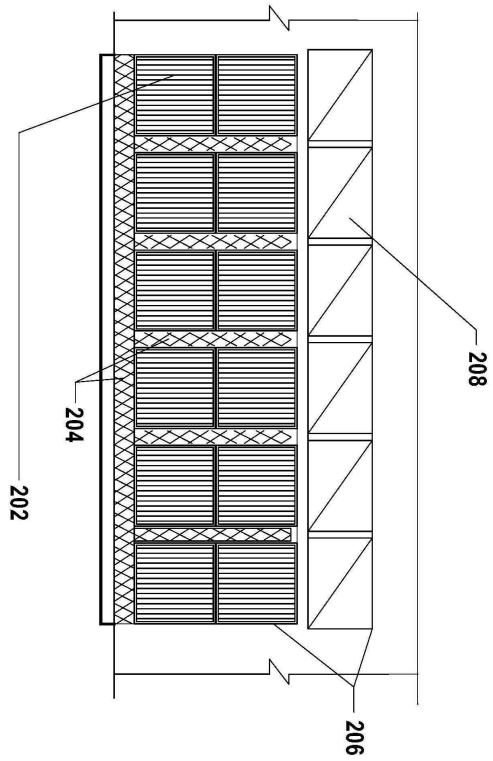
1804: 냉기 통로 1806: 열기 통로

도면

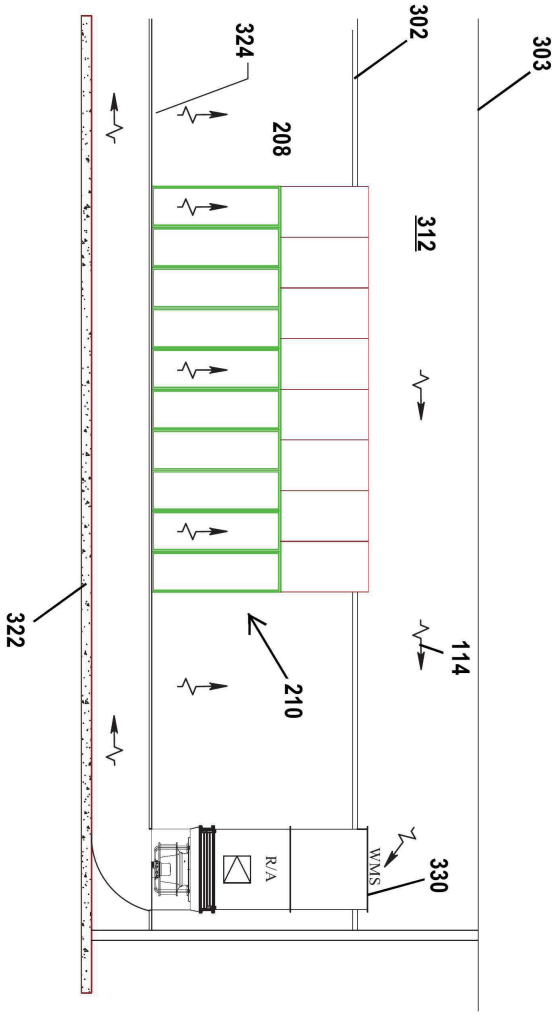
도면1



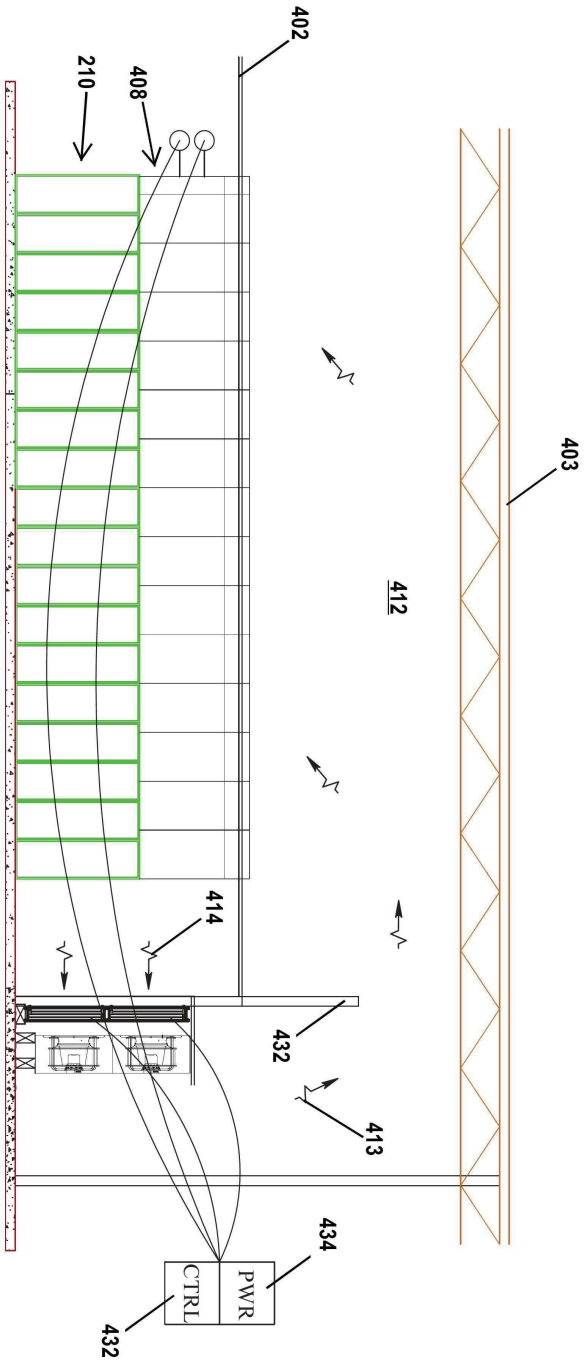
도면2



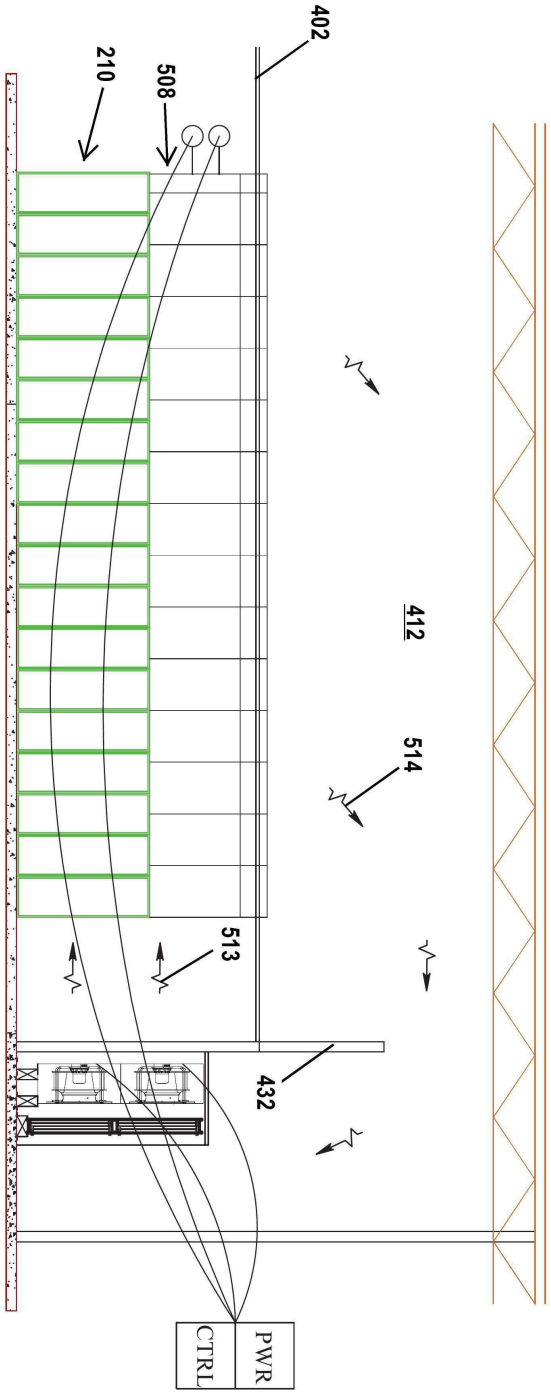
도면3



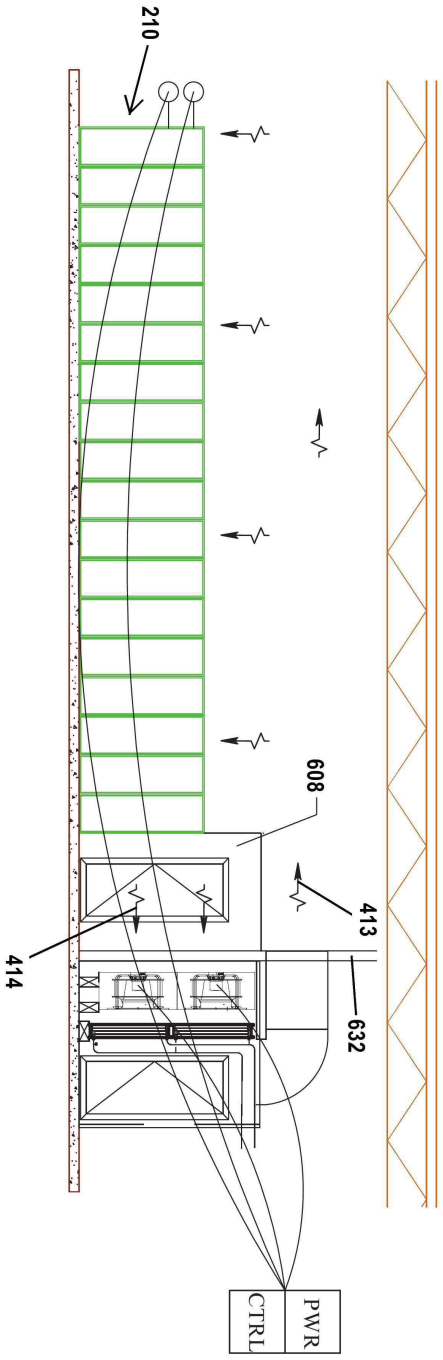
도면4



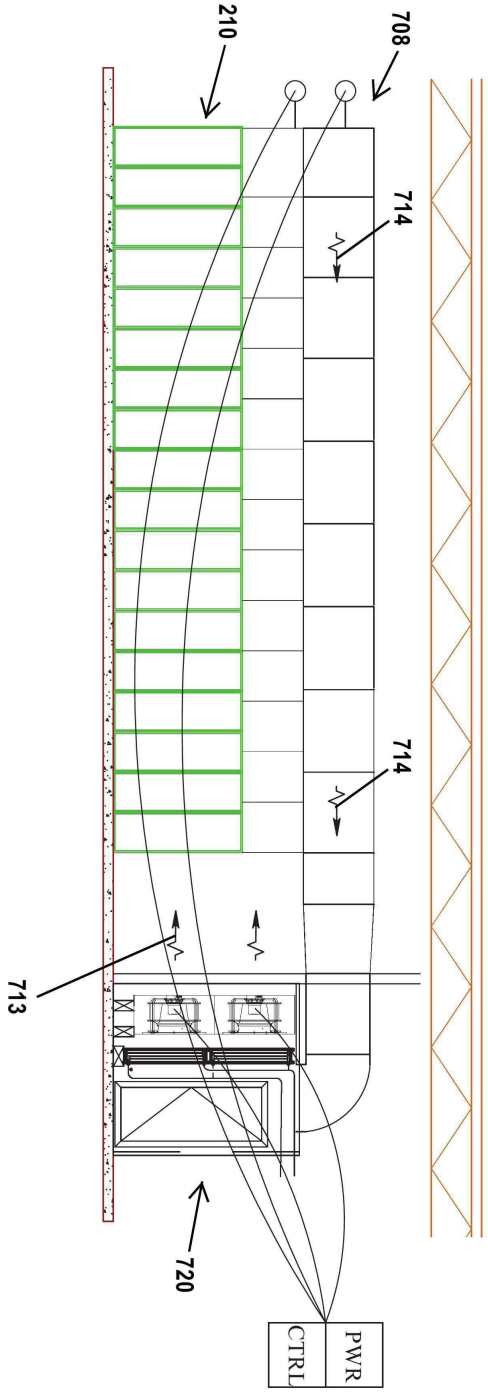
도면5



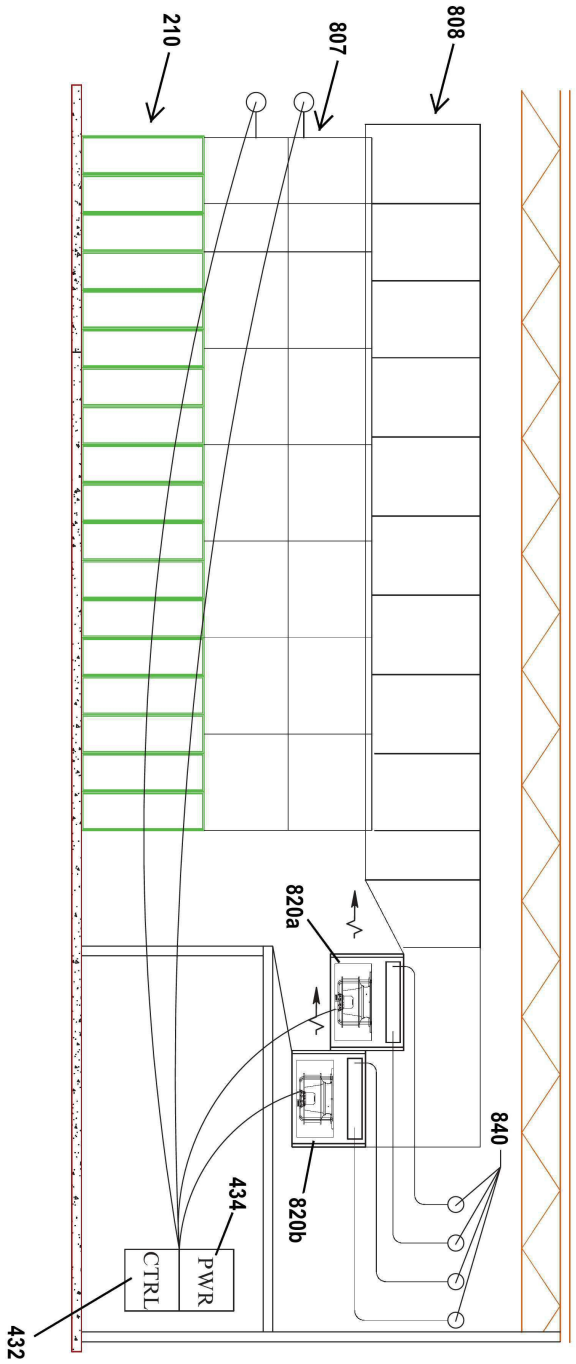
도면6



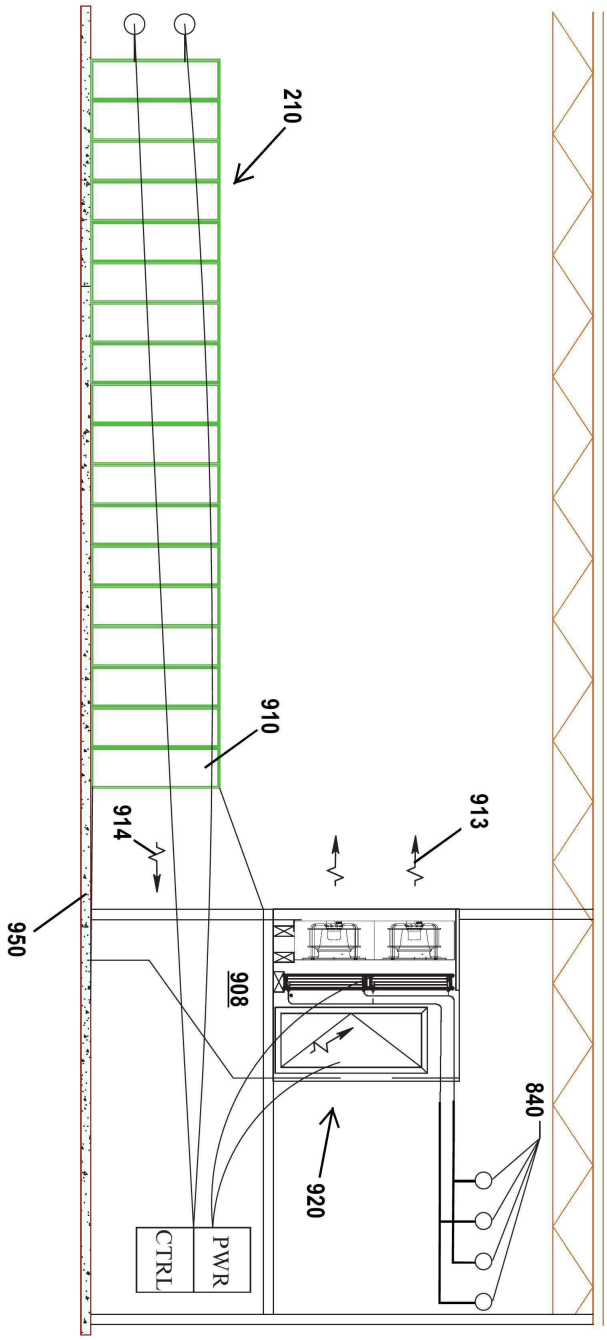
도면7



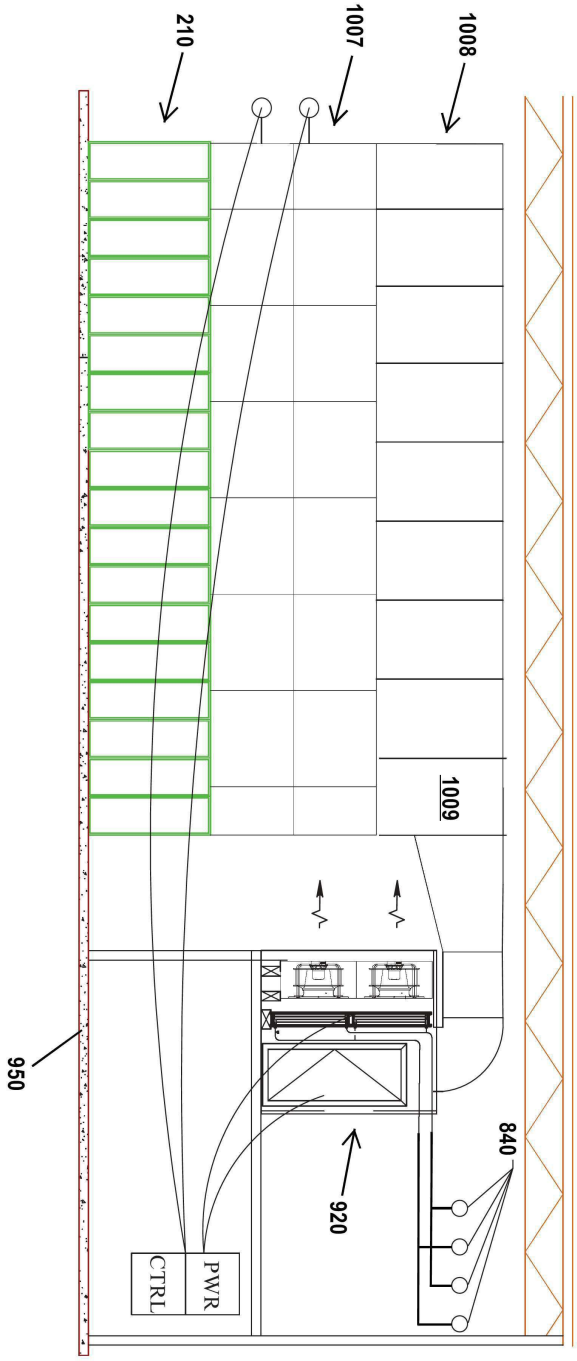
도면8



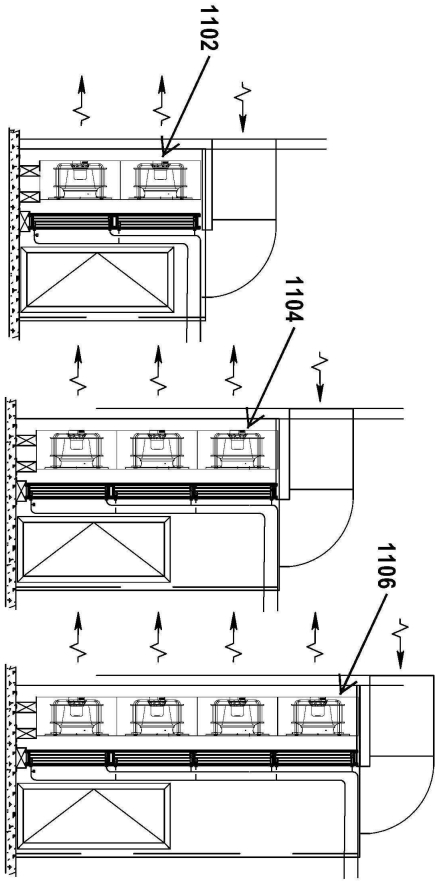
도면9



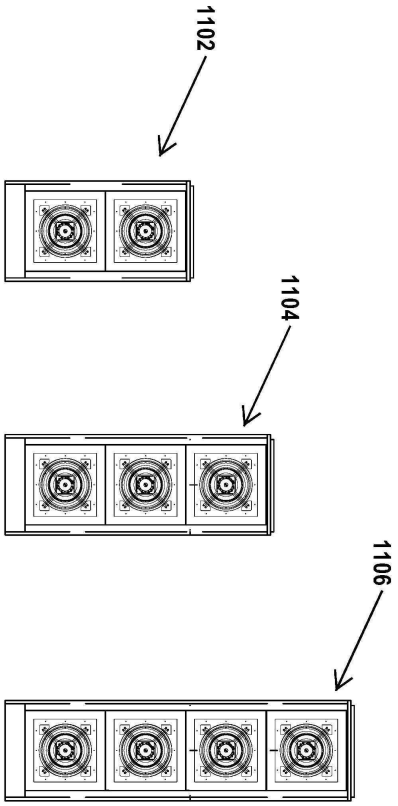
도면10



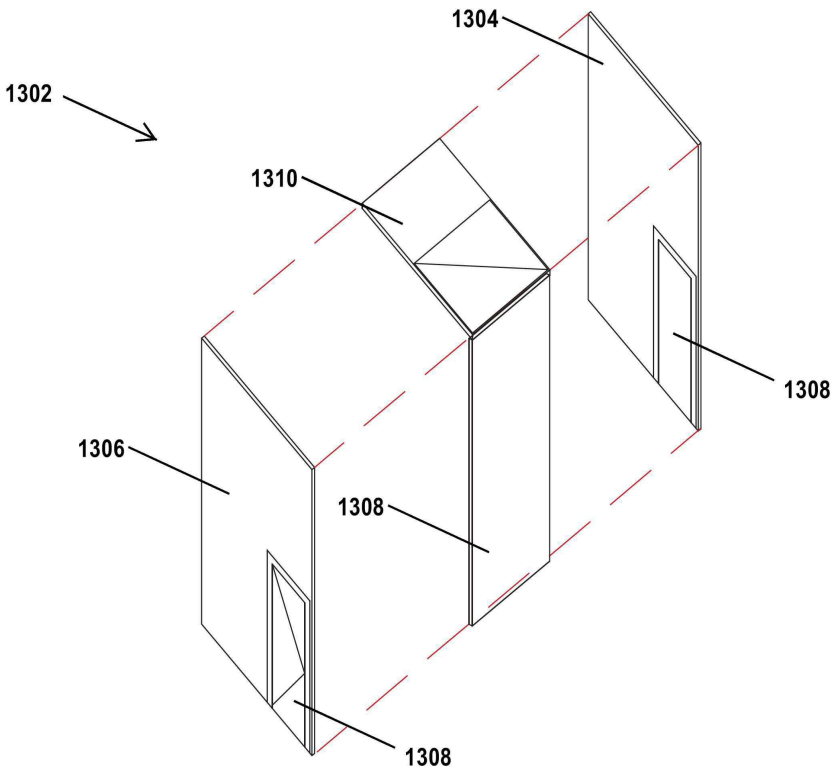
도면11



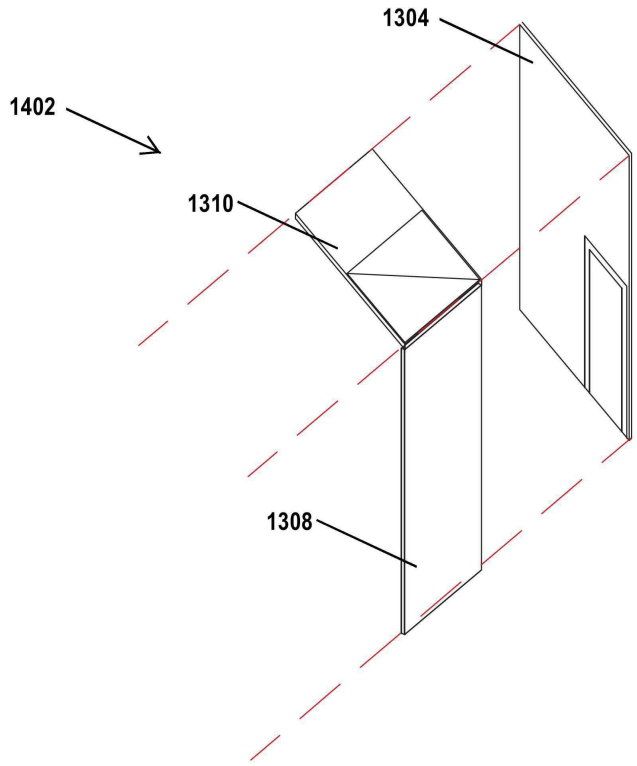
도면12



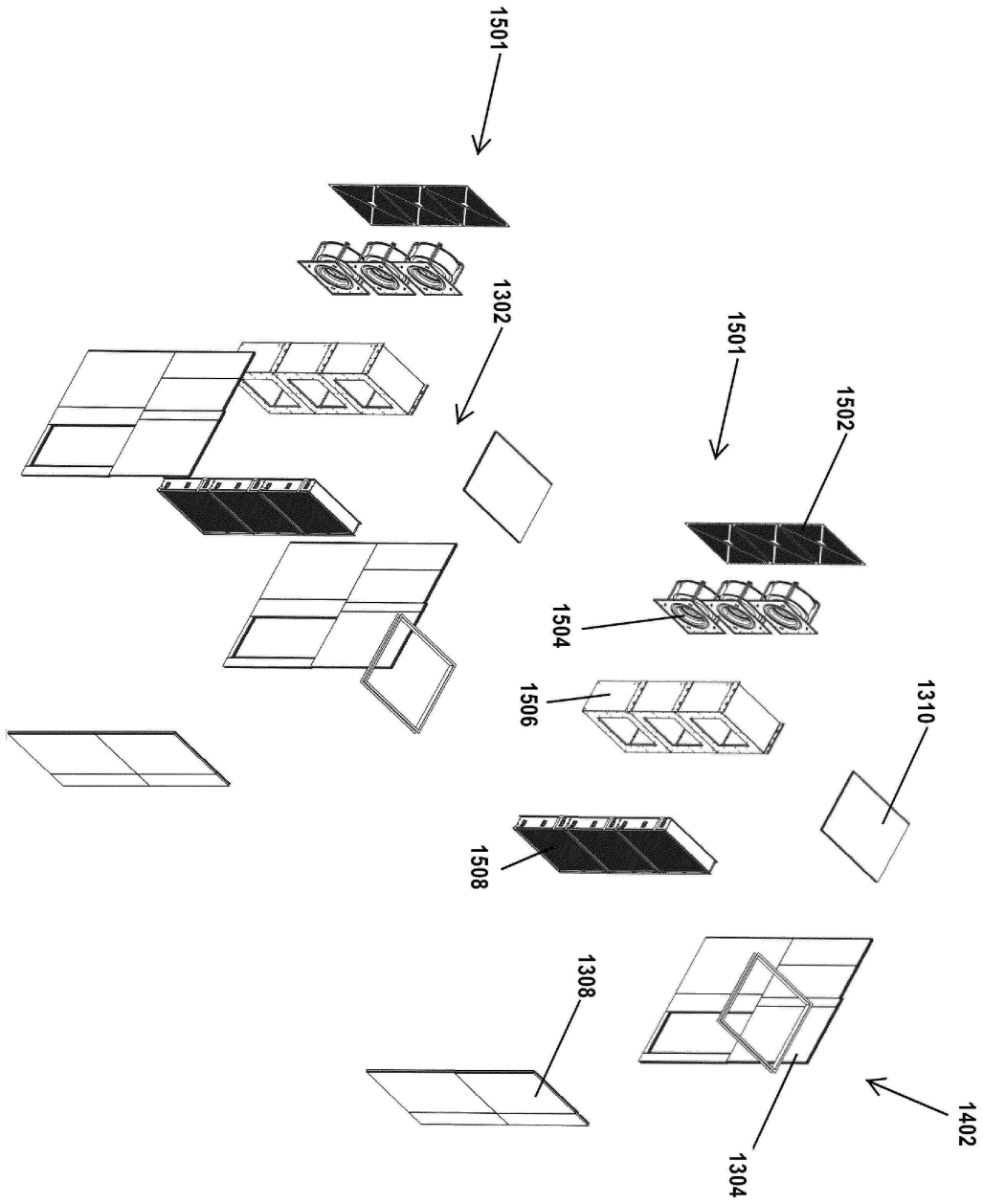
도면13



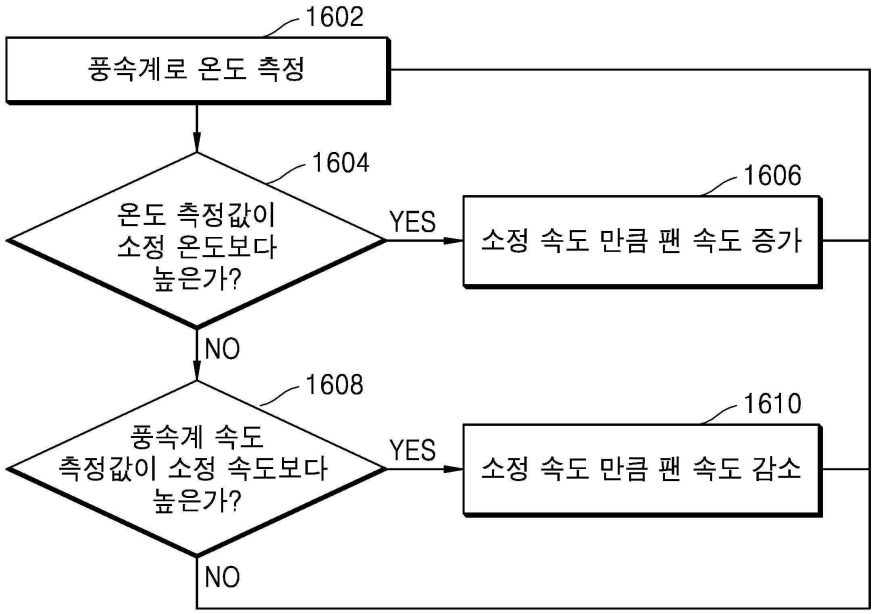
도면14



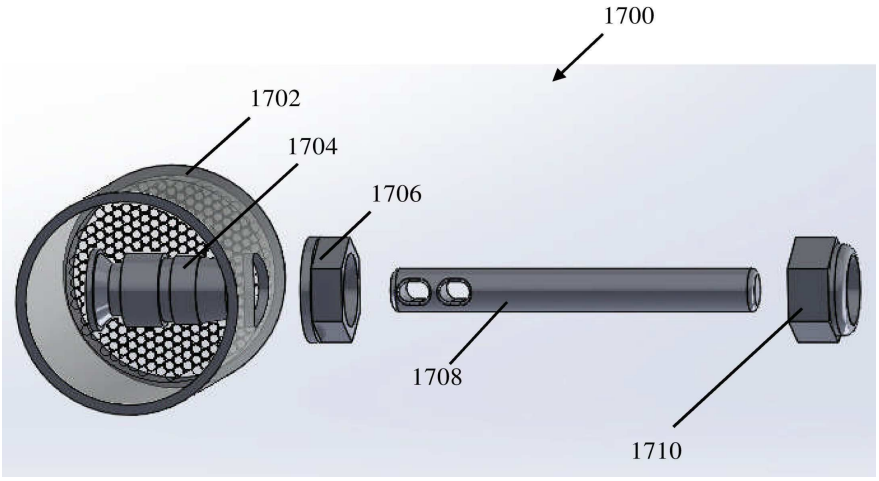
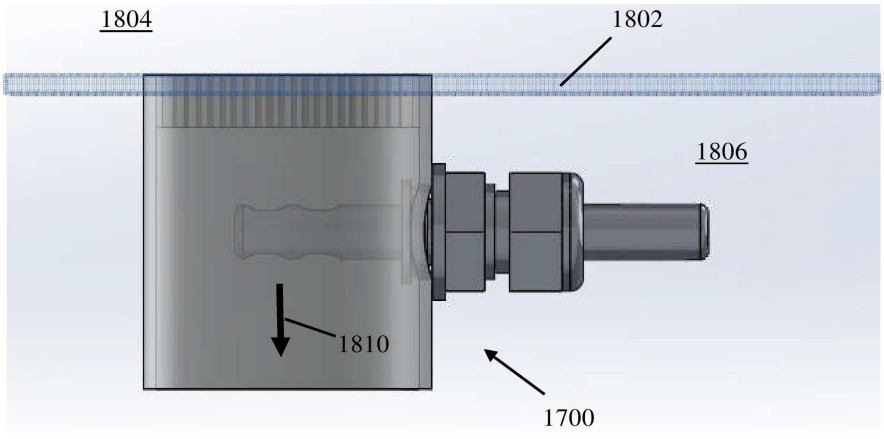
도면15



도면16



도면17



도면18