



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월16일  
(11) 등록번호 10-2478547  
(24) 등록일자 2022년12월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H05K 7/20 (2006.01) B23K 1/00 (2006.01)  
F28D 1/047 (2006.01) F28D 1/053 (2006.01)  
F28D 7/00 (2006.01) F28F 1/02 (2006.01)  
F28F 1/12 (2006.01) F28F 21/08 (2006.01)  
F28F 9/013 (2006.01) F28F 9/02 (2006.01)  
G06F 1/20 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H05K 7/20654 (2013.01)  
F28D 1/0478 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7008579
- (22) 출원일자(국제) 2017년08월28일  
심사청구일자 2020년08월26일
- (85) 번역문제출일자 2019년03월25일
- (65) 공개번호 10-2019-0089848
- (43) 공개일자 2019년07월31일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/048969
- (87) 국제공개번호 WO 2018/039680  
국제공개일자 2018년03월01일
- (30) 우선권주장  
62/380,039 2016년08월26일 미국(US)  
62/383,878 2016년09월06일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
EP02675259 A1\*  
JP2001289465 A\*  
US20090154091 A1\*  
US20130240186 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
이너테크 아이피 엘엘씨  
미합중국, 코네티컷 06810, 덴버리, 60 백커스 애비뉴
- (72) 발명자  
장, 밍  
미국 미주리주, 볼윈 1380 키퍼 블러프스 드라이브  
구엔, 켄  
미국 코네티컷주, 덴베리, 2 마운틴뷰 테라스  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
윤재승

전체 청구항 수 : 총 20 항

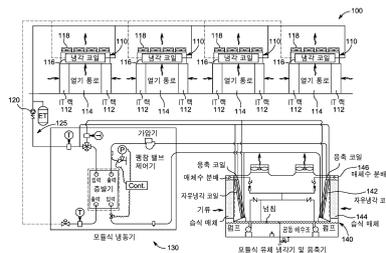
심사관 : 정상민

(54) 발명의 명칭 단일상 유체 및 대향류 순환로를 구비한 평판관 열교환기를 사용하는 냉각 시스템 및 방법

(57) 요약

냉각 시스템은 다수의 평판관으로 이루어진 하나 이상의 열을 갖는 열교환 기와, 평판관 쌍 사이에 배치되는 루버핀과, 대향류 열교환기를 형성하기 위한 특수 헤더관 연결부를 포함한다. 다수의 열을 갖는 열교환기는 서버 랙 부근 또는 근처에 배치될 수 있고 하나 이상의 열을 갖는 실외 열교환기와 유체 연통할 수 있다. (뒷면에 계속)

대표도



체가 서버 랙의 열교환기와 실외 열교환기를 포함하는 유체 순환로 또는 루프를 통해 펌핑된다. 대안으로서, IT 랙의 열교환기를 포함하는 단일상 유체 순환로는 실외 유체 냉각기를 포함하는 물 순환로와 열적으로 연통할 수 있다. 평판관은 하나 이상의 채널이 형성된 관이거나 다수의 채널을 갖는 압출 관일 수 있다. 열교환기는 평판관 열과 유입구/배출구 사이의 조립 및 연결을 용이하게 하고 압력 강하를 저감하는 헤더관/연결부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

*F28D 1/05391* (2013.01)

*F28D 7/0066* (2013.01)

*F28F 1/022* (2013.01)

*F28F 1/128* (2013.01)

*F28F 21/084* (2013.01)

*F28F 9/013* (2013.01)

*F28F 9/02* (2013.01)

*G06F 1/20* (2013.01)

*H05K 7/2079* (2013.01)

(72) 발명자

**샤피로, 도론**

미국 미주리주, 세인트루이스, 7401 웨일 애비뉴

**코스타키스, 존**

미국 뉴욕주, 글래스코, 피오박스 577

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 정보 기술(IT) 랙을 냉각하기 위한 IT 랙 냉각 시스템으로서,

상기 복수의 IT 랙에 의해 형성되는 열기 통로 또는 그 부근에 배치되고, 제1 복수의 평판관을 포함하는 제1 열과 상기 제1 열과 유체 연통하는 제2 복수의 평판관을 포함하는 제2 열을 포함하는 열교환기와,

상기 열교환기와 공기 연통하게 배치되고 상기 열기 통로에서 나오는 공기를 상기 제2 열에서 상기 제1 열까지 상기 열교환기를 통해 이동시키도록 구성되는 팬과,

상기 열교환기에 결합되고 상기 열교환기와 유체 연통하며 단일상 유체를 상기 제1 평판관에서 상기 제2 평판관까지 상기 열교환기를 통해 순환시키는 단일상 유체 순환로를 포함하고,

상기 단일상 유체는 플루오로 케톤(FK) 유체이며,

상기 FK 유체는 마이크로캡슐화된 상변화 물질을 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 평판관은 하나 이상의 채널을 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 평판관은 두 개의 채널, 세 개의 채널 또는 다섯 개의 채널을 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 평판관은 압출 또는 경납땜 알루미늄관인 IT 랙 냉각 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 복수의 평판관의 평판관 쌍 사이에 배치되는 복수의 핀을 추가로 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 복수의 핀 각각은 공기 유동 방향으로 파형 패턴을 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

#### 청구항 7

제5항에 있어서, 상기 복수의 핀은 루버핀인 IT 랙 냉각 시스템.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 열교환기는

상기 제2 열과 유체 연통하는 제3 복수의 평판관을 포함하는 제3 열과,

상기 제3 열과 유체 연통하는 제4 복수의 평판관을 포함하는 제4 열을 추가로 포함하되,

상기 팬은 상기 열기 통로에서 나오는 열기를 상기 제4 열에서 상기 제1 열까지 상기 열교환기를 통해 이동시키고,

상기 단일상 유체 순환로는 상기 단일상 유체를 상기 제1 열에서 상기 제4 열까지 상기 열교환기를 통해 순환시

키는 IT 랙 냉각 시스템.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 제1 열과 상기 제2 열은 0-링과 하나 이상의 볼트를 사용하여 서로 연결되는 IT 랙 냉각 시스템.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제1항에 있어서,

물 순환로와,

상기 단일상 유체 순환로와 상기 물 순환로 사이에 결합되는 제2 열교환기를 추가로 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 실외 유체 냉각기에 배치되고 상기 물 순환로와 유체 연통하되, 복수의 평판관으로 이루어진 하나 이상의 열을 포함하는 제3 열교환기를 추가로 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

**청구항 14**

제1항에 있어서, 실외 유체 냉각기에 배치되고 상기 단일상 유체 순환로와 유체 연통하되, 복수의 평판관으로 이루어진 하나 이상의 열을 포함하는 제2 열교환기를 추가로 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 상기 열교환기는 상기 열기 통로 상부에 배치되는 IT 랙 냉각 시스템.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 상기 열교환기와 상기 열기 통로 사이에 결합되는 공기 도관을 추가로 포함하는 IT 랙 냉각 시스템.

**청구항 17**

복수의 정보 기술(IT) 랙을 냉각하는 IT 랙 냉각 방법으로서,

상기 복수의 IT 랙에 의해 형성된 열기 통로에서 나오는 공기를 열교환기의 제1 열의 제1 복수의 평판 알루미늄 재질 관과 상기 열교환기의 제2 열의 제2 복수의 평판 알루미늄 재질 관을 순차적으로 가로 질러 이동시키는 단계와,

상기 공기로부터 단일상 유체로 열을 전달하기 위해 상기 단일상 유체를 상기 제2 복수의 평판 알루미늄 재질 관에서 상기 제1 복수의 평판 알루미늄 재질 관까지 상기 열교환기를 통해 펌핑하고 제2 열교환기의 제1 채널을 통해 펌핑하는 단계와,

상기 제2 열교환기의 제2 채널을 통해 냉각수 용액을 순환시키는 단계를 포함하고,

상기 단일상 유체는 플루오로케톤(FK) 유체이며,

상기 FK 유체는 마이크로캡슐화된 상변화 물질을 포함하는 IT 랙 냉각 방법.

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

제1 한 쌍의 헤더관과 상기 제1 한 쌍의 헤더관과 유체 연통하도록 상기 제1 한 쌍의 헤더관 사이에 결합되는 제1 복수의 평판관을 포함하는 제1 열과,

제2 한 쌍의 헤더관과 상기 제2 한 쌍의 헤더관과 유체 연통하도록 상기 제2 한 쌍의 헤더관 사이에 결합되는 제2 복수의 평판관을 포함하는 제2 열과,

상기 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 쌍 사이에 배치되는 복수의 핀을 포함하되,

상기 제1 열의 상기 제1 한 쌍의 헤더관의 헤더관과 상기 제2 열의 상기 제2 한 쌍의 헤더관의 헤더관 사이의 유체 유동을 가능하게 하기 위해 상기 제1 한 쌍의 헤더관의 헤더관은 상기 제2 한 쌍의 헤더관의 헤더관에 일체로 결합되고,

상기 제1 열의 제1 측에 있는 상기 제1 한 쌍의 헤더관의 제1 헤더관에 있는 각각의 구멍에 일체로 결합되는 복수의 헤더 커넥터를 포함하고

상기 제1 열의 제2 측에 있는 상기 제1 한 쌍의 헤더관의 제2 헤더관에 있는 각각의 구멍에 일체로 결합되는 복수의 헤더 커넥터를 포함하고, 상기 제1 열의 제1 측은 상기 제1 열의 제2 측과 반대 방향이며,

상기 제2 열의 제1 측에 있는 상기 제2 한 쌍의 헤더관의 제1 헤더관에 있는 각각의 구멍에 일체로 결합되는 복수의 헤더 커넥터를 포함하고

상기 제2 열의 제2 측에 있는 상기 제2 한 쌍의 헤더관의 제2 헤더관에 있는 각각의 구멍에 일체로 결합되는 복수의 헤더 커넥터를 포함하고, 상기 제2 열의 제1 측은 상기 제2 열의 제2 측과 반대 방향이며,

상기 제1 열의 제2 측에 있는 상기 제1 한 쌍의 헤더관의 제2 헤더관에 있는 각각의 구멍에 일체로 결합된 복수의 헤더 커넥터는 상기 제2 열의 제1 측에 있는 상기 제2 한 쌍의 헤더관의 제1 헤더관에 있는 각각의 구멍에 일체로 결합된 복수의 헤더 커넥터와 각각 결합되는 열교환기.

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

제20항에 있어서, 상기 제1 및 제2 복수의 평판관은 압출 또는 경납땜 알루미늄관인 열교환기.

**청구항 24**

제20항에 있어서, 상기 복수의 핀 각각은 공기 유동 방향으로 파형 패턴을 포함하는 열교환기.

**청구항 25**

제20항에 있어서, 상기 복수의 핀은 루버핀인 열교환기.

**청구항 26**

제20항에 있어서,

상기 제1 열에 결합되고 상기 제1 열과 유체 연통하는 유체 유입구와,

상기 제2 열에 결합되고 상기 제2 열과 유체 연통하는 유체 배출구와,

상기 제2 열에서 상기 제1 열까지 상기 열교환기를 통해 열기를 이동시키도록 구성되는 하나 이상의 팬을 추가로 포함하는 열교환기.

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 냉각 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 지난 몇 년 동안, 컴퓨터 장비 제조업자는 서버의 데이터 수집 및 저장 능력을 확장했다. 서버 능력의 확장으로 인해 데이터 센터의 서버 및 서버 랙 어셈블리당 총 전력 소비량 및 총 발열량이 증가했다. 또한, 컴퓨터 데이터 수집 및 저장을 위한 전력 및 온도 제어 요건이 증가했다. 이에 따라, 데이터 수집 및 저장 산업은 컴퓨터 데이터 수집 및 저장 용량의 어마어마하고 지속적인 증가를 처리하기 위해 새롭고 혁신적인 장비, 시스템 및 설계 전략을 모색하고 있다.

[0003] 지속적으로 증가하는 데이터 센터 내 컴퓨터 서버의 열 부하에 대응하여 컴퓨터 서버 랙용 냉각 시스템의 냉각 능력을 향상시키기 위해 노력해 왔다. 컴퓨터 서버 열 부하(kW 단위로 측정됨)의 증가로 인해, 데이터실 내부의 냉각 시설에 더 많은 공간을 할당하거나 열원, 즉 컴퓨터 서버 랙에 냉각 시스템을 집중시키는 것이 필요했다. 최근의 냉각 시스템은 컴퓨터 서버 랙의 냉각에 집중하도록 설계되었다. 이런 냉각 시스템은 배면 도어 열교환기와 랙탑(rack-top) 쿨러를 포함한다.

**발명의 내용**

[0004] 일 양태에서, 본 발명은 복수의 정보 기술(IT) 랙을 냉각하기 위한 시스템을 제공한다. 본 시스템은 복수의 IT 랙에 의해 형성되는 열기 통로 또는 그 부근에 배치되는 열교환기를 포함한다. 열교환기는 제1 복수의 평판관을 포함하는 제1 열과 제1 열과 유체 연통하는 제2 복수의 평판관을 포함하는 제2 열을 포함한다. 본 시스템은 열교환기와 공기 연통하게 배치되는 팬을 추가로 포함한다. 팬은 열기 통로에서 나오는 공기를 제2 열에서 제1 열까지 열교환기를 통해 이동시킨다. 본 시스템은 열교환기에 결합되고 열교환기와 유체 연통하는 단일상 유체 순환로를 추가로 포함한다. 단일상 유체 순환로는 단일상 유체를 제1 평판관에서 제2 평판관까지 열교환기를 통해 순환시킨다.

[0005] 몇몇 양태에서, 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 평판관은 하나 이상의 채널을 포함한다. 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 평판관은 두 개의 채널, 세 개의 채널 또는 다섯 개의 채널을 포함한다.

[0006] 몇몇 양태에서, 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 평판관은 압출 또는 경납땜 알루미늄판이다.

[0007] 몇몇 양태에서, 본 시스템은 제1 및 제2 복수의 평판관의 평판관 쌍 사이에 배치되는 복수의 핀을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 복수의 핀 각각은 공기 유동 방향으로 파형 패턴을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 복수의 핀은 루버핀이다.

[0008] 몇몇 양태에서, 열교환기는 제2 열과 유체 연통하는 제3 복수의 평판관을 포함하는 제3 열과 제3 열과 유체 연통하는 제4 복수의 평판관을 포함하는 제4 열을 추가로 포함한다. 팬은 열기 통로에서 나오는 열기를 제4 열에서 제1 열까지 열교환기를 통해 이동시키고, 단일상 유체 순환로는 단일상 유체를 제1 열에서 제4 열까지 열교환기를 통해 순환시킨다.

- [0009] 몇몇 양태에서, 제1 열과 제2 열은 0-링(0-ring)과 하나 이상의 볼트 또는 나사를 사용하여 서로 연결된다.
- [0010] 몇몇 양태에서, 단일상 유체는 플루오로케톤(FK) 유체이다. FK 유체는 마이크로캡슐화된 상변화 물질을 포함한다.
- [0011] 몇몇 양태에서, 본 시스템은 물 순환로와, 단일상 유체 순환로와 물 순환로 사이에 결합되는 제2 열교환기를 추가로 포함한다.
- [0012] 몇몇 양태에서, 본 시스템은 실외 유체 냉각기에 배치되고 물 순환로와 유체 연통하는 제3 열교환기를 추가로 포함한다. 제3 열교환기는 복수의 평판관으로 이루어진 하나 이상의 열을 포함한다.
- [0013] 몇몇 양태에서, 본 시스템은 실외 유체 냉각기에 배치되고 단일상 유체 순환로와 유체 연통하는 제2 열교환기를 추가로 포함한다. 제2 열교환기는 복수의 평판관으로 이루어진 하나 이상의 열을 포함한다.
- [0014] 몇몇 양태에서, 열교환기는 열기 통로 상부에 배치된다.
- [0015] 몇몇 양태에서, 본 시스템은 열교환기와 열기 통로 사이에 결합되는 공기 도관을 추가로 포함한다.
- [0016] 다른 양태에서, 본 발명은 복수의 정보 기술(IT) 랙을 냉각시키는 방법을 제공한다. 본 방법은 복수의 IT 랙에 의해 형성된 열기 통로에서 나오는 공기를 열교환기의 제1 열의 제1 복수의 평판 알루미늄 재질 관과 열교환기의 제2 열의 제2 복수의 평판 알루미늄 재질 관을 순차적으로 가로 질러 이동시키는 단계와, 공기로부터 단일상 유체로 열을 전달하기 위해 단일상 유체를 제2 복수의 평판 알루미늄 재질 관에서 제1 복수의 평판 알루미늄 재질 관까지 열교환기를 통해 펌핑하고 제2 열교환기의 제1 채널을 통해 펌핑하는 단계와, 제2 열교환기의 제2 채널을 통해 냉각수 용액을 순환시키는 단계를 포함한다.
- [0017] 몇몇 양태에서, 단일상 유체는 플루오로케톤(FK) 유체이다. FK 유체는 마이크로캡슐화된 상변화 물질을 포함한다.
- [0018] 또 다른 양태에서, 본 발명은 열 교환기를 제공한다. 열교환기는 제1 한 쌍의 헤더관과 제1 한 쌍의 헤더관과 유체 연통하도록 제1 한 쌍의 헤더관 사이에 결합되는 제1 복수의 평판관을 포함하는 제1 열을 포함한다. 열교환기는 제2 한 쌍의 헤더관과 제2 한 쌍의 헤더관과 유체 연통하도록 제2 한 쌍의 헤더관 사이에 결합되는 제2 복수의 평판관을 포함하는 제2 열도 포함한다. 제1 한 쌍의 헤더관의 헤더관은 경납땜 공정을 이용하지 않고 제2 한 쌍의 헤더관의 헤더관에 결합된다. 열교환기는 제1 및 제2 복수의 평판관의 각각의 쌍 사이에 배치되는 복수의 핀도 포함한다.
- [0019] 몇몇 양태에서, 제1 열과 제2 열은 경납땜 공정을 이용하여 개별적으로 구축된다. 제1 및 제2 복수의 평판관은 각각 두 개의 채널, 세 개의 채널 또는 다섯 개의 채널을 포함한다. 제1 및 제2 복수의 평판관은 압출 또는 경납땜 알루미늄관이다.
- [0020] 몇몇 양태에서, 복수의 핀 각각은 공기 유동 방향으로 곡형 패턴을 포함한다. 복수의 핀은 루버핀이다.
- [0021] 몇몇 양태에서, 열교환기는 제1 열에 결합되고 제1 열과 유체 연통하는 유체 유입구와, 제2 열에 결합되고 제2 열과 유체 연통하는 유체 배출구와, 제2 열에서 제1 열까지 열교환기를 통해 열기를 이동시키도록 구성되는 하나 이상의 팬을 포함한다.
- [0022] 몇몇 양태에서, 제1 한 쌍의 헤더관의 헤더관은 0-링 또는 개스킷과 하나 이상의 볼트 또는 나사를 사용하여 제2 한 쌍의 헤더관의 헤더관의 헤더 연결부에 제1 한 쌍의 헤더관의 헤더관의 헤더 연결부를 결합함으로써 제2 한 쌍의 헤더관의 헤더관에 연결된다.
- [0023] 또 다른 양태에서, 본 발명은 열교환기를 제조하는 방법을 제공한다. 본 방법은 제1 복수의 평판관이 제1 한 쌍의 헤더관과 유체 연통하도록 경납땜 공정을 통해 제1 한 쌍의 헤더관 사이에 제1 복수의 평판관을 결합하는 단계와, 제2 복수의 평판관이 제2 한 쌍의 헤더관과 유체 연통하도록 경납땜 공정을 통해 제2 한 쌍의 헤더관 사이에 제2 복수의 평판관을 결합하는 단계와, 경납땜 공정을 이용하지 않고 제2 한 쌍의 헤더관의 제2 헤더관에 제1 한 쌍의 헤더관의 제1 헤더관을 결합하는 단계를 포함한다.
- [0024] 몇몇 양태에서, 본 제조 방법은 0-링 또는 개스킷을 통해 제2 헤더관의 제2 헤더 연결부에 제1 헤더관의 제1 헤더 연결부를 결합함으로써 제2 헤더관에 제1 헤더관을 결합하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0025] 이하, 하기 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 양태와 특징을 설명한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일상 유체 냉각 시스템의 개략적인 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 중간 열교환기를 갖는 단일상 유체 냉각 시스템의 개략적인 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 중간 열교환기 및 개별 펌프/파이프 루프를 갖는 단일상 유체 냉각 시스템의 개략적인 구성도이다.
- 도 4A 및 도 4B는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 루프탑 공조기로의 열기 복귀로를 갖는 냉각 시스템의 개략적인 구성도이다.
- 도 5A는 본 발명에 따라 제공되는 열교환기의 정면도이다.
- 도 5B는 도 5A의 절단선 5A-5A를 따라 취한 도 5A의 열교환기의 단면도이다.
- 도 5C는 도 5A의 열교환기의 상면도이다.
- 도 5D는 도 5C의 절단 선 5D-5D를 따라 취한 도 5A의 열교환기의 단면도이다.
- 도 6은 본 발명에 따라 제공되는 다른 열교환기의 상면도이다.
- 도 7A는 본 발명에 따라 제공되는 또 다른 열교환기의 정면도이다.
- 도 7B는 도 7A의 절단선 7A-7A를 따라 취한 도 7A의 열교환기의 단면도이다.
- 도 7C는 도 7A의 열교환기의 측면도이다.
- 도 8A는 본 발명에 따라 제공되는 또 다른 열교환기의 정면도이다.
- 도 8B는 도 8A의 열 교환기의 상면도이다.
- 도 8C는 도 8B의 절단선 8C-8C를 따라 취한 도 8A 및 도 8B의 열교환기의 평판관의 단면도이다.
- 도 9A는 본 발명의 몇몇 실시예에 따라 제공되는 열교환 핀의 상면도이다.
- 도 9B는 도 9A의 열교환 핀의 정면도이다.
- 도 10A는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 도 9A 및 도 9B의 열교환 핀의 상세 정면도이다.
- 도 10B는 도 10A의 절단선 10B-10B를 따라 취한 도 10A의 열교환 핀의 단면도이다.
- 도 11A는 본 발명의 몇몇 실시예에 따라 제공되는 또 다른 열교환기의 상면도이다.
- 도 11B는 도 11A의 열교환기의 정면도이다.
- 도 11C는 도 11A 및 도 11B의 열교환기의 좌측면도이다.
- 도 11D는 도 11A 및 도 11B의 열교환기의 우측면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0027] 본 발명은 다수의 관(tube) 열과, 대향류를 유지하고 관 열과 유입구/배출구 사이의 연결을 용이하게 하기 위한 특수 헤더관을 구비한 열교환기에 관한 것이다.
- [0028] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 각각의 도면에서, 동일한 참조 번호는 동일하거나 대응하는 구성요소를 나타낸다. 도면 및 후술하는 설명에서, 전방, 후방, 상부, 하부, 상면, 하면 및 이와 유사한 방향 관련 용어와 같은 용어는 단지 설명의 편의를 위해 사용되며 본 개시를 제한하고자 하는 것은 아니다. 또한, 이하의 설명에서, 공지된 기능 또는 구성은 본 발명의 요지를 불필요하게 흐리는 것을 피하기 위해 상세히 설명되지 않는다.
- [0029] 현재, 일부의 컴퓨터 서버들은 고열을 발생시키는데, 시판 중인 배면 도어 열교환기와 여타의 유사 냉각 제품은 이런 고밀도 컴퓨터 서버의 냉각 요건을 다루는 데 어려움이 있다. 또한, 통상의 핀-구리-관(fin-copper-tube) 코일은 공기 측 및 유체 측에서 상당한 압력 강하가 나타나고, 단일열 평판관 또는 마이크로 채널 열교환기는 단일상(single-phase) 유체의 경우 온도 어프로치(temperature approach)가 커지기 때문에 성능 저하가 나타난

다.

- [0030] 본 발명은 데이터 센터 또는 여타의 온도 차가 큰 열 부하를 냉각하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 기존의 펌프식 R134a 액체 냉매 시스템과 비교하여, 본 발명의 실시예에 따른 시스템은 비열이 낮고 큰 온도 차를 나타내는 플루오로케톤(FK) 유체와 대향류 열교환기를 사용하여 보다 높은 에너지 효율을 달성한다. FK 유체의 낮은 작동 압력 및 단일상 성질은 열교환기 및 냉각 시스템의 다른 부분에 누출이 발생할 가능성을 낮춘다. 또한, FK 유체는 지구 온난화 지수(GWP)가 겨우 1인데 반해, R134a의 GWP는 약 1,400이다. 수계 액체 냉각 시스템과 비교하여, 본 발명에 따른 시스템은 누출이 발생하더라도 차가운 실외 주변 조건 하에서 동결이 일어날 가능성이 없어 FK 유체에 의해 서버 전자기기가 손상될 우려가 없고 수계 시스템에 비해 부식에 대한 우려가 없기 때문에 안전성이 보다 뛰어나다.
- [0031] 본 발명의 실시예에 따른 냉각 시스템은 단일상 유체를 사용한다. 예컨대, 냉각 시스템은 FK 유체(예컨대, 3M<sup>TM</sup>사가 제조하는 노벡(등록상표)(Novac<sup>TM</sup>) 649) 또는 이와 유사한 물성을 갖는 열전달 유체를 사용할 수 있다. 다른 예로서, 냉각 시스템은 비오존층 파괴 유체인 하이드로플루오로에테르(HFE) 유체를 사용할 수 있다. 단일상 유체는 냉각을 제공하기 위해 컴퓨터 서버 랙 또는 여타의 열 부하에 밀접하게 결합된 열교환기로 펌핑된다. 그후, 컴퓨터 서버 랙 또는 다른 열 부하에 의해 가온된 단일상 유체는 실외 유체 냉각기로 펌핑되어 "자유 냉각"을 위해 주변 공기 중으로 직접 열을 방출하고, (필요할 경우) 냉동기 증발기를 통해 요구되는(또는 원하는) 공급 온도(예컨대, 167°C)까지 추가로 냉각된다. 냉각된 단일상 유체는 서버 랙 부근의 열교환기로 다시 펌핑되어 사이클이 완료된다. 단일상 유체는 비도전성이고 비활성인 다른 액상 유체일 수도 있다.
- [0032] 또한, 펌프식 액체 냉매 시스템과 비교하여, 본 발명의 실시예에 따른 유체 시스템은 액상에서 기상으로 변하는 유체를 사용하지 않고 비교적 낮은 압력 하에서 가동되므로 작동시 견고성이 훨씬 더 우수하다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유체 사이클은 (예컨대, 서버 부하에 위치한 열교환기에서 배출된 유체와 냉동기 및/또는 실외 유체 냉각기에 의해 공급되는 유체 사이의) 온도 변화를 크게 유지하고 온도 어프로치를 작게 유지하여, 다른 냉각 루프 시스템에 비해 유체 유량이 저감되고 에너지 효율이 높아지고 "자유 냉각" 또는 부분적 "자유 냉각" 시간이 길어지게 된다.
- [0033] 도 1은 냉각 시스템(100)의 개략적인 구성도이다. IT 랙(112)에서 나오는 열기는 열기 통로(114)로 배출된 후, 팬(118)에 의해 열기 통로의 상부에 위치한 FK 유체 열교환기(116)로 흡인된다. 아래에서 보다 상세히 설명되는 열교환기(116)는 다수의 평판관으로 이루어진 다수의 열을 포함한다. 예컨대, 열교환기(116)는 다수의 평판관으로 이루어진 두 개 또는 네 개의 열을 포함할 수 있다. 열기는 열교환기(116)의 관 측에서 열교환기(116)를 통해 유동하는 FK 유체 또는 다른 적절한 단일상 유체에 의해 냉각된 후 실내 또는 냉기 통로로 다시 배출된다. 열교환기(116)에서 배출된 가온된 FK 유체는 펌프(120)에 의해 실외 유체 냉각기(140)의 유체-공기 자유 냉각 열교환기(142)로 펌핑되어 주변 공기에 의해 냉각된다. 열교환기(142)는 하나 이상의 평판관 열을 포함한다. 예컨대, 열교환기(142)는 하나 또는 두 개의 평판관 열을 포함할 수 있다. 예컨대, 주변 공기의 온도가 높아 FK 유체의 추가 냉각이 필요한 경우에는, 모듈식 냉동기(130)가 가동될 수 있다.
- [0034] 일 예시적인 방법에서, 주변 공기가 충분히 차가워서(예컨대, 13.3°C) 유체 냉각기(140)에서 배출되는 FK 유체 또는 다른 적절한 단일상 유체의 온도가 요구되는 공급 온도(예컨대, 16.7°C)에 도달할 경우, FK 유체는 실내 열기 통로 열교환기(116)로 다시 펌핑되어 "완전 자유 냉각" 사이클을 완료한다(가압기 또는 냉동기의 작동이 불필요하다. 예컨대, 모듈식 냉동기(130)가 작동되지 않아도 된다). 유체 냉각기(140)에서 배출되는 FK 유체의 온도가 요구되는 공급 온도(예컨대, 16.7°C)보다 높을 경우에는, 냉동기(130)가 작동되어 냉동기(130)를 통해 유동하는(예컨대, 냉동기(130)의 증발기를 통해 유동하는) FK 유체를 설정점까지 추가로 냉각한다. 그후, 추가로 냉각된 FK 유체는 실내 열기 통로 열교환기(116)로 다시 펌핑되어 "부분적 자유 냉각" 사이클을 완료한다. 매체수 분배 시스템(146)에 의해 물을 분배받는 단열 습식 매체(144) 또는 물 분무기가 유체 냉각기(140)의 공기 유입구에 배치되어 유입 공기의 온도를 습구 온도(bulb temperature)에 가깝게 냉각시켜 완전 자유 냉각 또는 부분적 자유 냉각을 향상시킴으로써 에너지를 절약할 수 있다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 냉각 시스템(200)을 도시한다. 냉각수(또는 글리콜/물 혼합물)를 사용하여 FK 유체를 냉각하고 실외 유체 냉각기(140) 및/또는 (필요시) 냉동기(130)로 열을 배출하는 물 순환로(215)에 서버 랙 부근의 FK 유체 순환로(205)를 열적으로 결합하기 위해 중간 관형 열교환기(210)가 사용된다. 이 구성의 장점은 FK 유체의 충전량을 크게 저감할 수 있다는 것이다.
- [0036] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 냉각 시스템(300)을 도시한다. 냉각수(또는 글리콜/물 혼합물)를 사용하여 FK 유체를 냉각하고 실외 유체 냉각기(140) 및/또는 (필요시) 냉동기(130)로 열을 배출하는 물 순환로

(315)에 IT 랙 부근의 FK 유체 순환로(305)를 열적으로 결합하기 위해 중간 관형 열교환기(310)가 사용된다. 냉각 시스템(300)은 소형 보조 펌프(308) 및 파이프(305)를 사용하여 열기 통로에 위치한 개개의 열교환기(116)로 FK 유체를 개별적으로 펌핑하기 때문에, 대형 액체 공급 및 복귀 파이프가 필요하지 않고 어느 한 열교환기가 고장나더라도 다른 열교환기가 영향을 받지 않게 된다.

[0037] 도 4A 및 도 4B는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 냉각 시스템(400)을 도시한다. 열기 통로에서 나온 열기는 루프탑 공조기(410)로 흡인되고 그곳에서 냉각된 후 다시 릭 또는 냉기 통로로 보내진다. 냉각된 액체(예컨대, FK 액상 유체 또는 다른 유사 유체)는 공조기(410)의 열교환기(415)와 (물 순환로(425)를 매개로) 실외 유체 냉각기(440) 및 냉동기(430)와 유체 연통하여 공조기(410)에 냉각을 제공하고 유체 냉각기(440) 및 냉동기(430)로 열을 배출하는 열교환기(420)를 포함하는 단일상 유체 순환로(405)를 통해 펌핑된다. 열교환기(415)는 예컨대 도 5A 내지 도 11D에 개시된 실시예에 따른 다수의 평판관으로 이루어진 다수의 열을 포함하는 평판관 열교환기일 수 있다.

[0038] 냉각 시스템의 실시예에 따르면, 도 1 내지 도 4B의 모든 냉각 시스템에 있어, 열 용량을 증가시키고(즉, 열 질량/열 전달을 증가시키고) 유량/펌핑 파워를 저감하기 위해 마이크로캡슐화된 상변화 물질(MEPCM)이 액상 FK 유체에 첨가될 수 있다. MEPCM은 데이터 센터 냉각 또는 여타의 용도를 위한 작동 온도 범위에 맞춰 선택된 다수의 상이한 화학 성분을 포함한다.

[0039] 실시예에서, 냉각 시스템은 실내 열기 통로 열교환기(또는 공조기 열교환기)와 실외 유체 냉동기용으로 다중열 평판 알루미늄관 대향류 열교환기를 사용한다. 고효율 대향류 열교환기는 실내 열교환기에서 배출되는 유체의 온도를 유입되는 열기의 온도에 가깝게 만들고 실외 유체 냉각기에서 배출되는 공기의 온도를 유입되는 FK 유체의 온도에 가깝게 만들 수 있다. 다시 말해서, 이들 열교환기는 매우 높은 전달 단위수(NTU) 또는 높은 열교환율(예컨대, 95% 이상)을 갖는다. 이는 R134a 펌프식 액체 시스템 또는 여타 경쟁 기술에 비해 본 시스템의 에너지 효율을 향상시킨다.

[0040] 도 5A는 열교환기(500)의 정면도이고 도 5B는 도 5A의 절단선 5B-5B를 따라 취한 열교환기(500)의 단면도이다. 열교환기(500)는 네 개의 열(501), 즉, 제1 열(501a), 제2 열(501b), 제3 열(501c) 및 제4 열(501d)을 갖는다. 대안으로서, 특정 용도에 따라서 열교환기(500)는 두 개의 열 또는 임의의 갯수의 열을 가질 수 있다. 각각의 열(501)은 다수의 관(502)을 포함한다. 즉, 제1 열(501a)은 관(502a)을 포함하는 다수의 관을 포함하고, 제2 열(501b)은 관(502b)을 포함하는 다수의 관을 포함하고, 제3 열(501c)은 관(502c)을 포함하는 다수의 관을 포함하고, 제4 열(501d)은 관(502d)을 포함하는 다수의 관을 포함한다.

[0041] 관(502)은 평판관일 수 있다. 평판관은 평판 알루미늄 재질의 관일 수 있다. 각각의 관(502)은 하나의 채널, 두 개의 채널, 또는 다수의 채널(미도시)을 가질 수 있다. 관(502)은 다중 포트 압출 알루미늄관일 수도 있다. 루버핀(louver fin)(미도시)이 공기 측(504)에 사용된다(핀은 네 개의 열(502a, 502b, 502c, 502d) 모두를 덮도록 조각 조각 적층되어 형성될 수 있거나, 아니면 각각의 열(502a, 502b, 502c, 502d)이 자체의 핀을 갖도록 매열(502a, 502b, 502c, 502d)마다 개별적으로 마련될 수도 있다). 네 개의 열(501a, 501b, 501c, 501d)은 대향류 순환로를 형성한다. 즉, 액상 유체는 제4 열(501d)로 들어가서 제3 열(501c)을 통과한 후 제2 열(501b)을 지나 제1 열(501a)에서 빠져나가고, 기류는 제1 열(501a)로 들어가서 제4 열(501d)에서 빠져나간다.

[0042] 종래의 핀-구리-관 코일과 비교하여, 평판관 열교환기(500)는 열 전달 성능이 보다 우수하면서도 기류 압력 강하 및 유체측 압력 강하가 저감된다. 통상의 평판관 횡류 열교환기와 비교하여, 열교환기(500)는 다중열과 대향류 순환 구조로 인해 액체 및 공기 간 온도 어프로치가 작으므로 열전달 효율이 높다. 이는 열교환기(500)의 진입측 헤더관(506a), 중간 헤더관(506b) 및 배출측 헤더관(506c)에 의해 달성된다.

[0043] 도 5B는 평판관(502a, 502b, 502c, 502d)으로 이루어진 네 개의 열(501a, 501b, 501c, 501d) 모두를 덮어 내부 격벽을 갖춘 대향류 순환구조를 형성하도록 열교환기(500)의 각각의 단부에 배치된 헤더관(506)을 도시한다.

[0044] 도 5C는 도 5A의 열 교환기의 상면도이고, 도 5D는 도 5C의 절단선 5D-5D를 따라 취한 도 5A의 열교환기의 단면도이다. 도 5C에 도시된 바와 같이, 유체 유입관(508a)이 제4 열(501d)의 평판관(502d)과 유체 연통하도록 제4 열(501d)에 연결되고, 유체 배출관(508b)이 제1 열(501a)의 평판관(502a)과 유체 연통하도록 제1 열(501a)에 연결된다. 본 발명의 실시예에서, 유체 유입관(508a)과 유체 배출관(508b)은 단일상 유체 순환로에 연결될 수 있다.

[0045] 도 5D는 각각의 열(501a 내지 501d)에 속한 다수의 평판관(502a 내지 502d)을 각각 도시한다. 핀(503a 내지 503d)은 평판관(502a 내지 502d) 쌍 사이에 배치된다. 몇몇 실시예에서, 핀(503a 내지 503d)은 루버핀이다.

- [0046] 도 6 내지 도 7C는 열(501)과 헤더관(506)의 다른 실시예를 도시한다. 도 6은 4열 열교환기를 형성하도록 적층된 두 개의 2열 열교환기를 도시한다. 제2 열(602b)과 제3 열(602c) 사이의 연결은 두 개의 짧은 연결관(612), 즉, 헤더관(미도시)의 각각의 단부에 위치한 연결부(612) 또는 헤더관의 각각의 단부에 위치한 짧은 연결부(612)를 통해 이루어진다. 액상 유체는 제4 열(602d)로 들어간 후 각각의 열(602)의 헤더관(606)의 일단부를 거쳐 제1 열(602a)에서 빠져나간다.
- [0047] 또한, 도 7A 내지 도 7C는 단일한 열교환기(610)를 형성하도록 적층된 네 개의 개별 열(602)을 나타내는 것으로, 매 두 개의 열(602)과 유입구(614A) 및 배출구(614B) 사이의 액체 연결(614)은 타측에서 추가 연결관(616) 세트를 통해 이루어진다. 도 7C는 액체 유입구(614a)와 배출구(614b) 그리고 제2 열(602b)과 제3 열(602c) 사이의 과도부(616)를 도시한 좌측면도이다. 제1 열(602a)과 제2 열(602b) 사이의 연결(614)과 제3 열(602c)과 제4 열(602d) 사이의 연결(614)도 이와 유사하다.
- [0048] 일반적으로, 본 발명의 열교환기(500, 610)의 실시예는 임의의 액체-기체 열 교환기에 사용될 수 있다. 예컨대, 본 발명의 열교환기(500, 610)의 실시예는 데이터 센터 냉각시 서버 랙 부근의 밀접 결합형 열교환기와 데이터 센터용 실외 유체 냉각기에 사용될 수 있다.
- [0049] 도 8A 및 도 8B는 다른 실시예에 따른 열교환기 열을 도시한다. 열교환기 열은 헤더관(805a, 805b) 사이에 결합된 다수의 평판관(801)을 포함한다. 평판관(801)은 알루미늄관, 예컨대, 압출 알루미늄관일 수 있다. 열교환기 열은 하나 이상의 타 열과의 연결을 위한 헤더 커넥터(810a, 810b)도 포함한다. 예컨대, 헤더 커넥터(810a)는 제1 타 열의 헤더 커넥터에 연결될 수 있고, 헤더 커넥터(810b)는 제2 타 열의 헤더 커넥터에 연결될 수 있다. 헤더 커넥터(810a, 810b)는 O-링 또는 개스킷과 하나 이상의 볼트 또는 나사를 통해 타 열의 헤더 커넥터에 부착 또는 연결될 수 있다. 도 8A는 각각의 헤더관(810a, 810b) 상에 세 개의 헤더 커넥터(805a, 805b)를 갖는 열을 각각 도시한다. 다른 실시예는 보다 적거나 많은 수의 헤더 커넥터를 포함할 수 있다. 예컨대, 보다 많은 수의 헤더 커넥터가 차압을 저감하기 위해 사용될 수 있다.
- [0050] 도 8C는 도 8B의 절단선 8C-8C를 따라 취한, 도 8A 및 도 8B의 열교환기 열에 속한 평판관(801)의 단면도이다. 평판관(801)은 다섯 개의 채널(820)을 포함한다. 평판관(801)의 다른 실시예는 보다 적거나 많은 수의 채널(820)을 포함할 수 있다. 예컨대, 평판관(801)은 하나의 채널, 두 개의 채널, 세 개의 채널 또는 여섯 개의 채널을 포함할 수 있다.
- [0051] 도 9A 및 도 9B는 본 발명의 몇몇 실시예에 따라 제공되는 열교환 핀(905)을 도시한다. 핀(905)은 도 8A 내지 도 8C에 도시된 평판관(801) 사이에 배치되어 열교환기 열을 통해 유동하는 공기와 열교환기를 통해 유동하는 유체, 예컨대, 단일상 유체 사이의 열 전달을 향상시킨다.
- [0052] 도 10A는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 도 9A 및 도 9B의 열교환 핀의 상세 정면도이다. 도 10B는 도 10A의 절단선 10B-10B를 따라 취한 도 10A의 열교환 핀의 단면도이다. 상기 핀은 선형부(1005)와 곡형부(1010)를 포함하며, 도시된 실시예에서 곡형부(1010)는 톱니 패턴 또는 형상을 갖는다. 다른 실시예에서, 곡형부(1010)는 사인(sine) 패턴 또는 삼각형 패턴을 가질 수 있다.
- [0053] 도 11A 내지 도 11D는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 제공되는 열교환기를 도시한다. 도 11A에 도시된 바와 같이, 열교환기(1100)는 네 개의 열(1101 내지 1104)을 포함한다. 열(1101)은 예컨대, 경납땜 공정에 의해 서로 부착되거나 연결되는 헤더관(1111)과 헤더 커넥터(1121)를 포함한다. 열(1102)은 서로 연결된 제1 헤더관(1112a) 및 제1 헤더 커넥터(1122a)와, 서로 연결된 제2 헤더관(1112b) 및 제2 헤더 커넥터(1122b)를 포함한다. 열(1103)은 서로 연결된 제1 헤더관(1113a) 및 제1 헤더 커넥터(1123a)와, 서로 연결된 제2 헤더관(1113b) 및 제2 헤더 커넥터(1123b)를 포함한다. 열(1104)은 서로 연결된 헤더관(1114b)과 헤더 커넥터(1124)를 포함한다. 열(1102)과 열(1103)은 헤더 커넥터(1122a, 1123a)를 연결함으로써 서로 연결된다. 예컨대, 도 11B에 도시된 바와 같이, 헤더 커넥터(1123a)는 구멍 또는 개구부(1143a, 1144a)를 포함하고, 헤더 커넥터(1122a)는 헤더 커넥터(1122a, 1123a)를 서로 연결하기 위해 볼트 또는 다른 유사한 체결구가 삽입될 수 있는 대응하는 구멍을 포함한다. O-링 또는 개스킷(1105)이 헤더 커넥터(1122a, 1123a) 사이에 배치되어 열(1101 내지 1104) 내부로부터 공기측으로 유체 누출을 막도록 밀봉을 제공할 수 있다. 마찬가지로, 헤더 커넥터(1121, 1122b)가 서로 연결되고 헤더 커넥터(1123b, 1124)가 서로 연결된다.
- [0054] 대응하는 열 사이의 유체 연통을 가능하게 하기 위해 서로 연결되지 않는 헤더 커넥터, 예컨대, 헤더 커넥터(1111a, 1121a)의 경우, 이격자(1131)가 해당 헤더 커넥터(1111a, 1121a) 사이에 배치된다. 이격자(1131)는 이격자(1131)에 헤더 커넥터(1111a, 1121a)를 부착하기 위한 체결구를 포함할 수 있다.

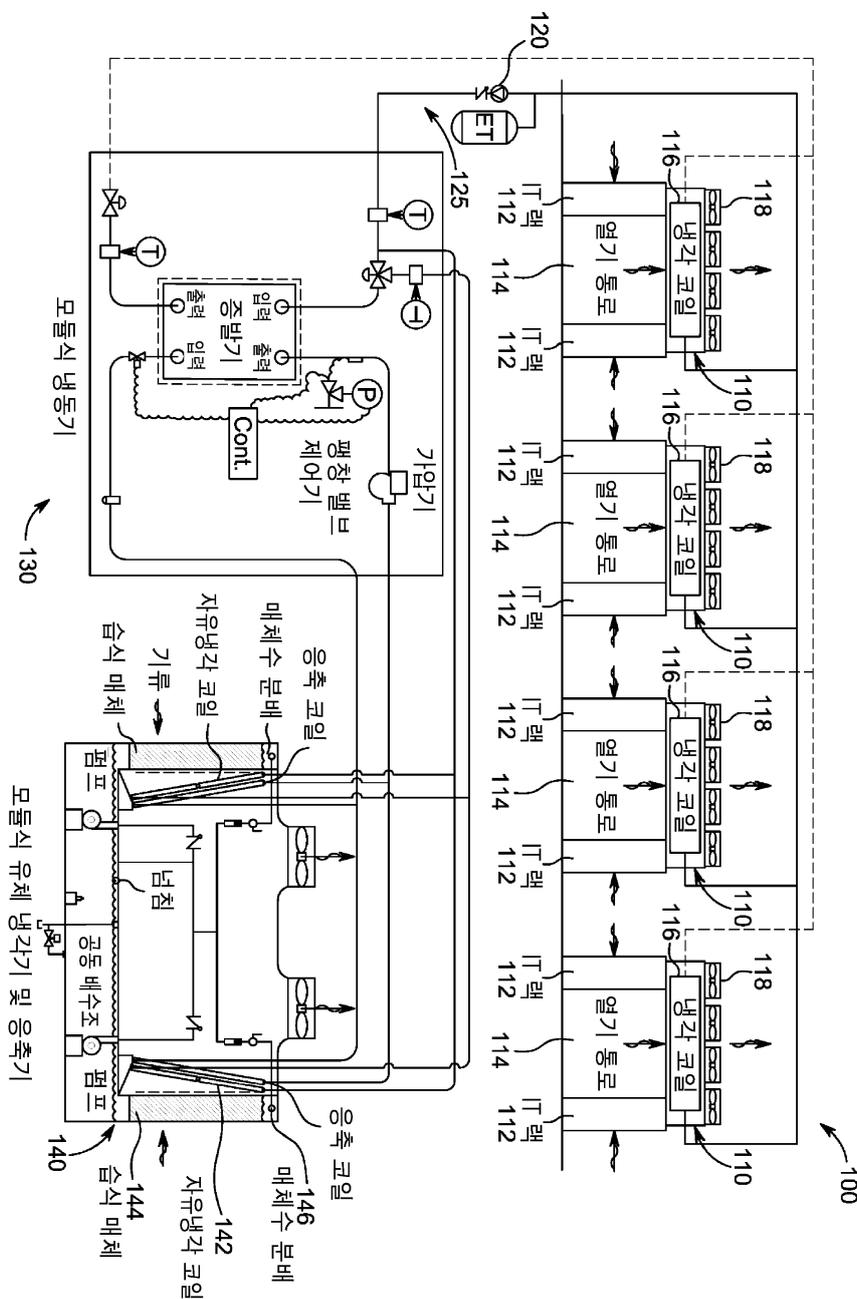
[0055] 도 11C에 도시된 바와 같이, 제1 열(1101)의 제1 헤더관(1111a)은 유체 공급 라인과의 연결을 위한 유입구 커넥터 또는 관 스테רב(1141)를 포함하고, 제4 열(1104)의 제4 헤더관(1114a)은 유체 복귀 라인과의 연결을 위한 배출구 커넥터 또는 관 스테רב(1142)를 포함한다.

[0056] 통상의 핀-구리-관 코일과 비교하여, 도 8A 내지 도 11D의 열교환기의 실시예는 공기 측과 액체 측 모두에서 압력 강하가 저감된다. 또한, 열교환율이 높아서 공기 측과 액체 측 사이의 온도 어프로치가 작다.

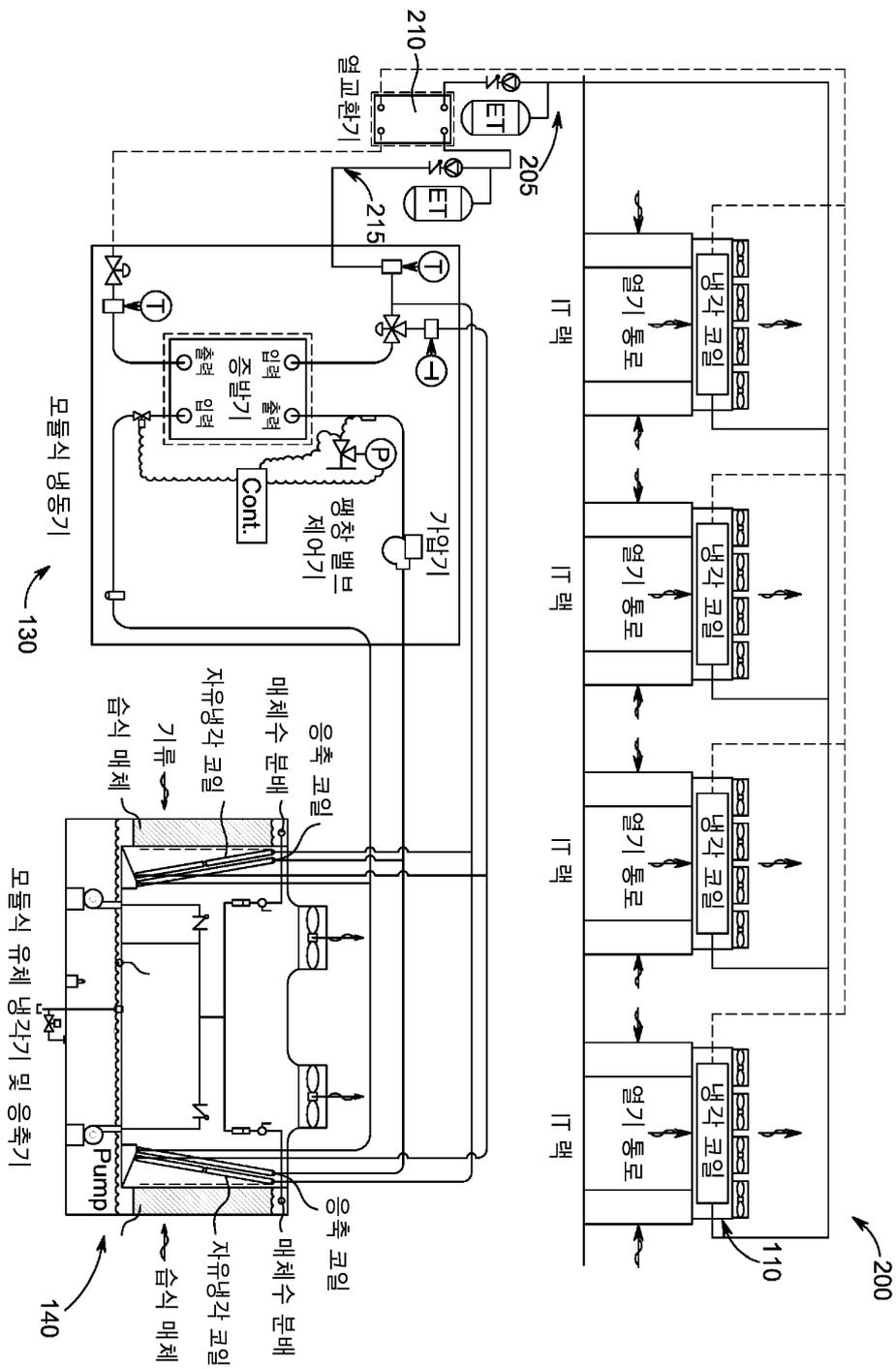
[0057] 본 발명의 여러 실시예를 도면에 도시하였으나, 본 발명의 범위가 당업계에서 허용하는 바만큼 넓도록 되어있기 때문에 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 본 명세서도 마찬가지로 이해되어야 한다. 그러므로 상기 설명은 제한이 아니라 단지 특정 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 도 8C, 도 9 및 도 10의 실시예는 도 8 또는 도 11에 도시된 열교환기에만 적용 가능한 것이 아니라 도 5, 도 6 및 도 7에 도시된 실시예에도 적용 가능하다.

도면

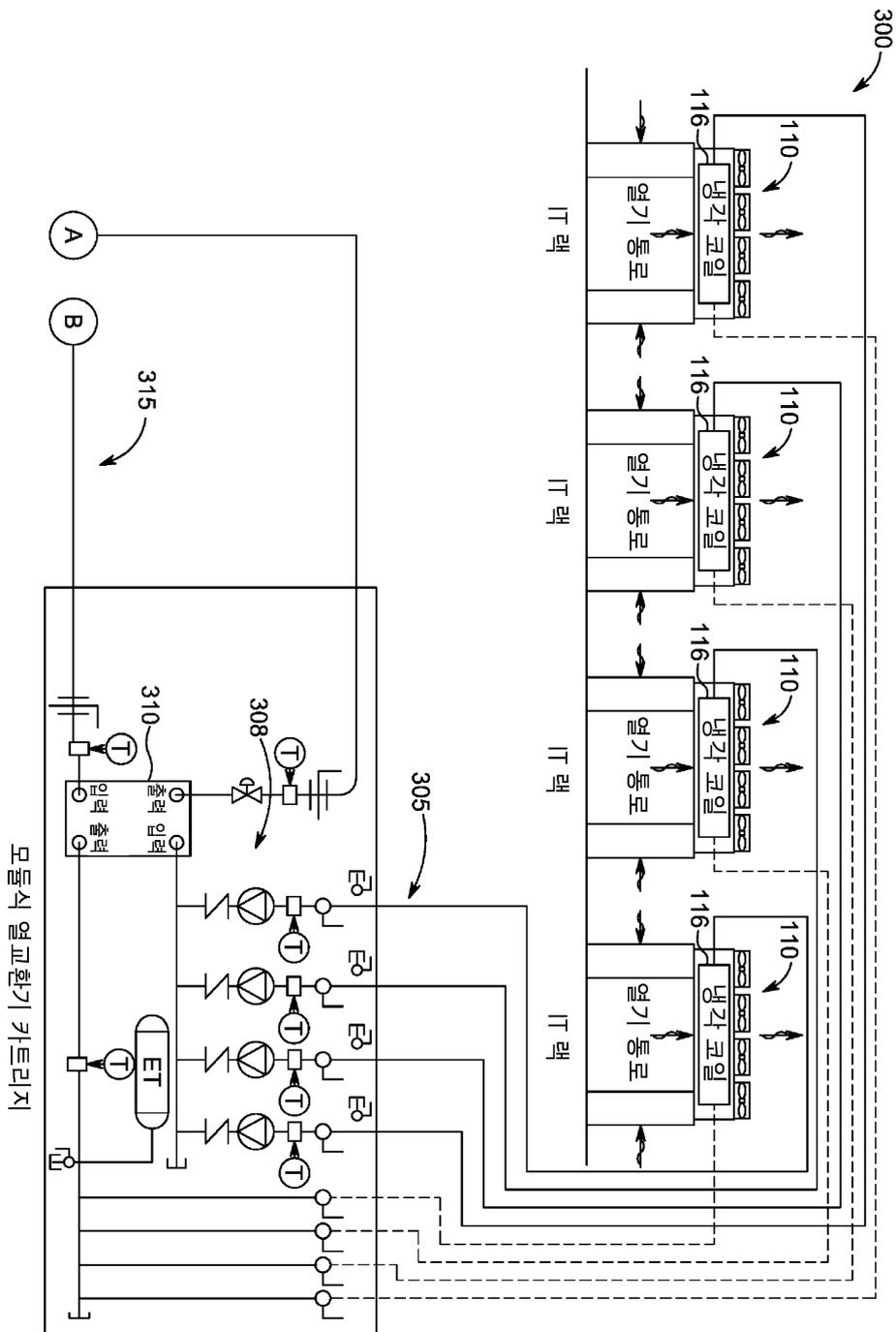
도면1



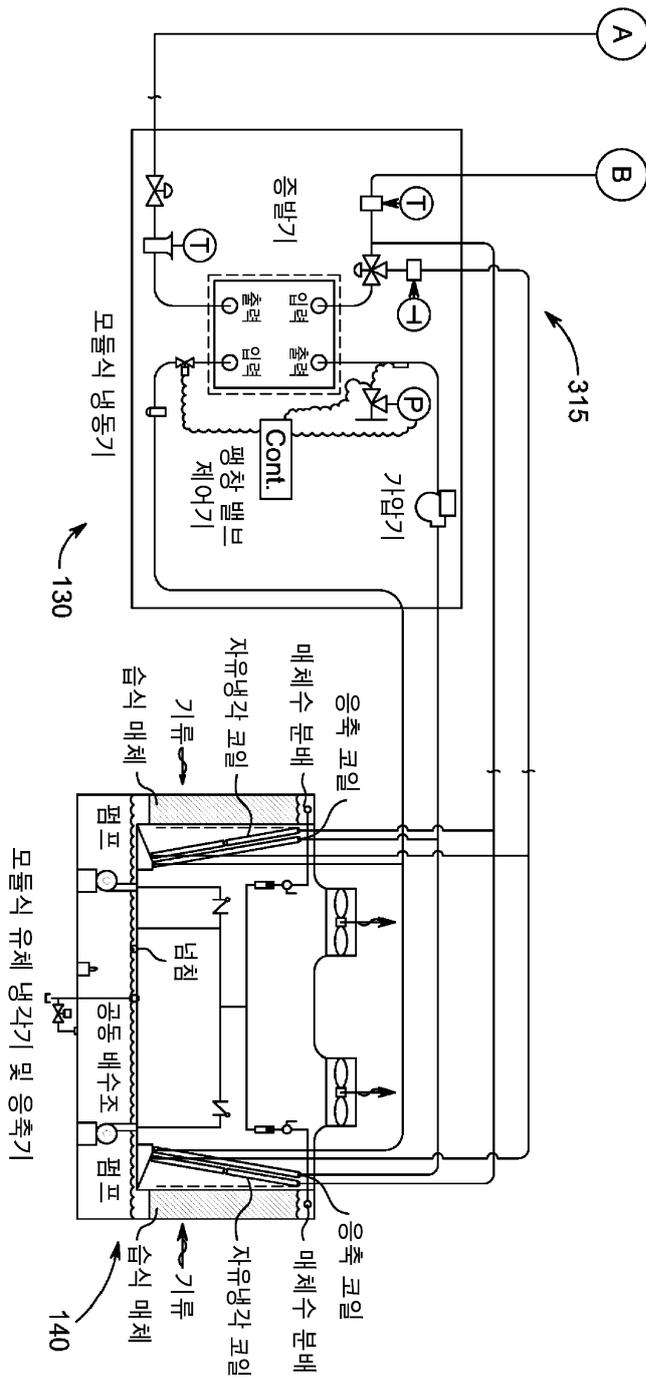
도면2



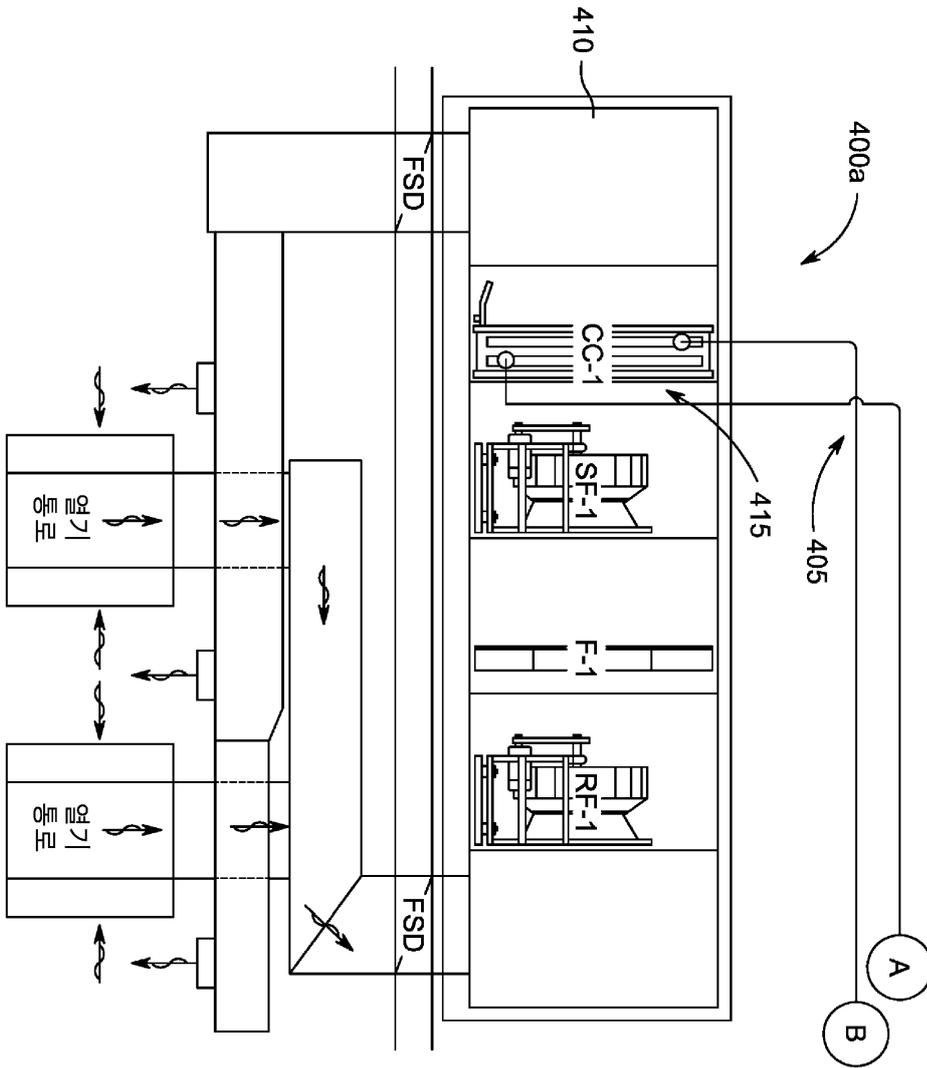
도면3a



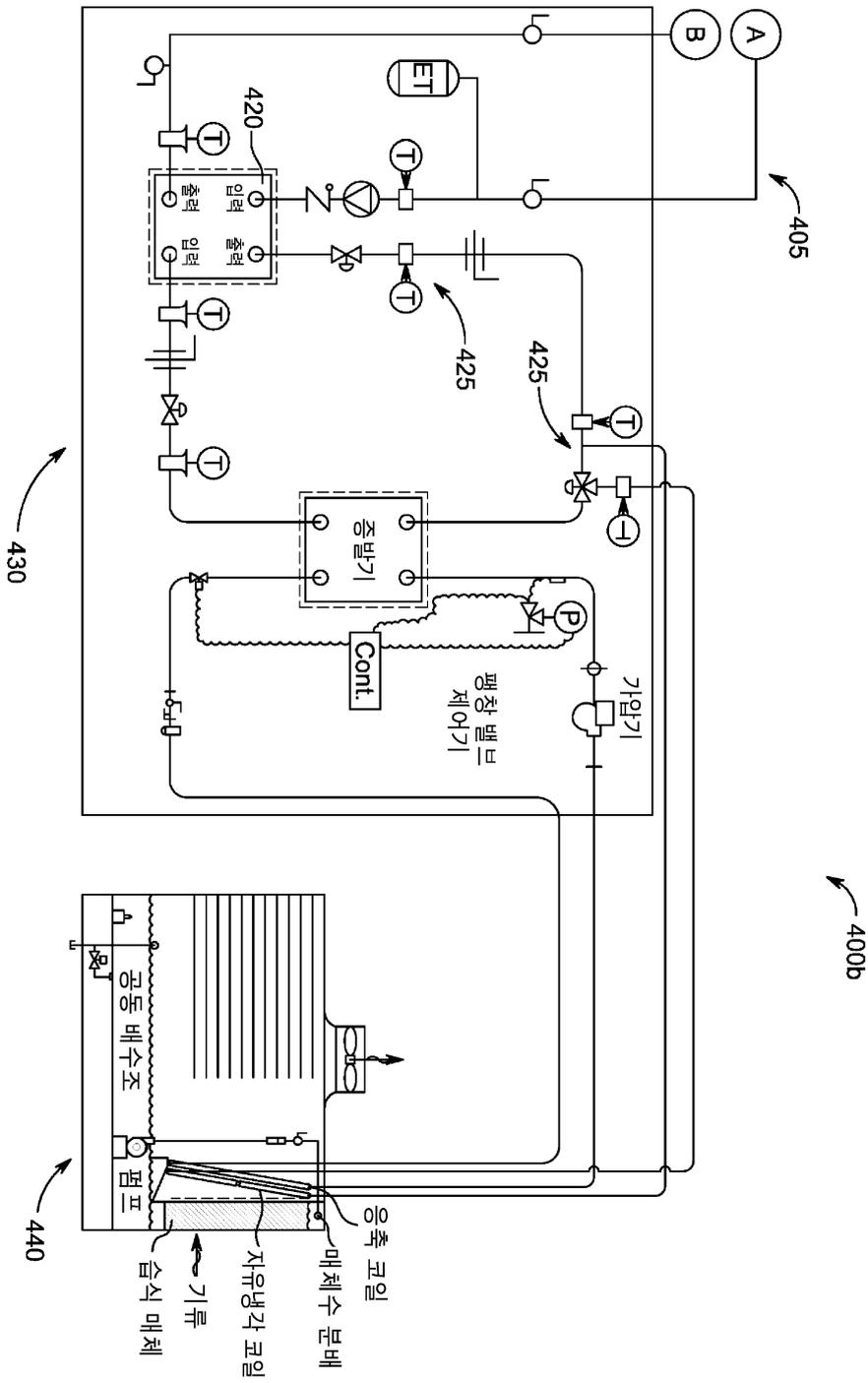
도면3b



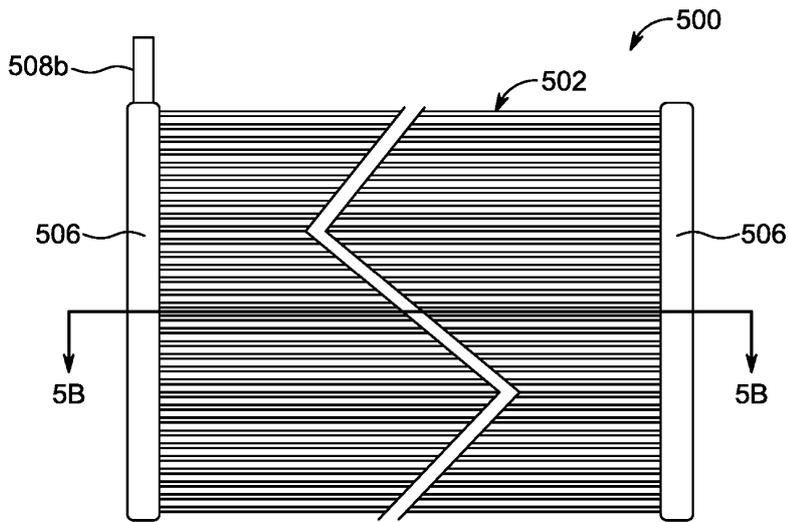
도면4a



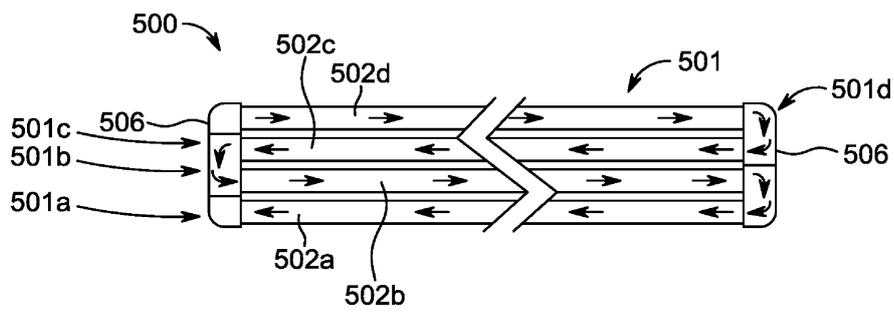
도면4b



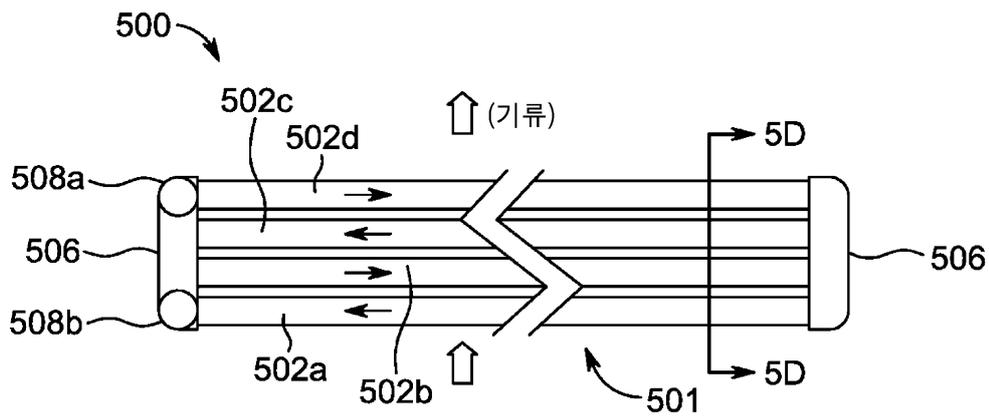
도면5a



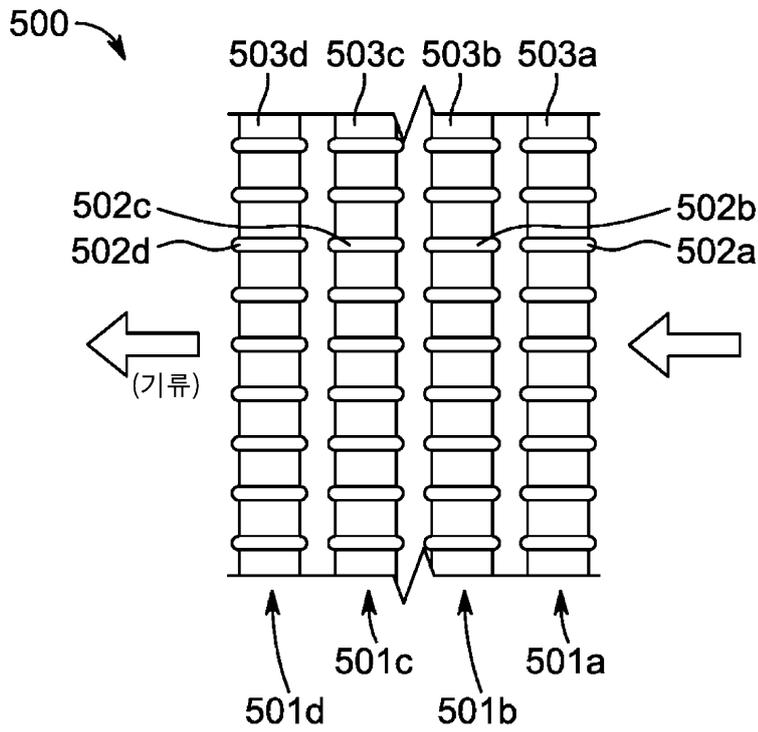
도면5b



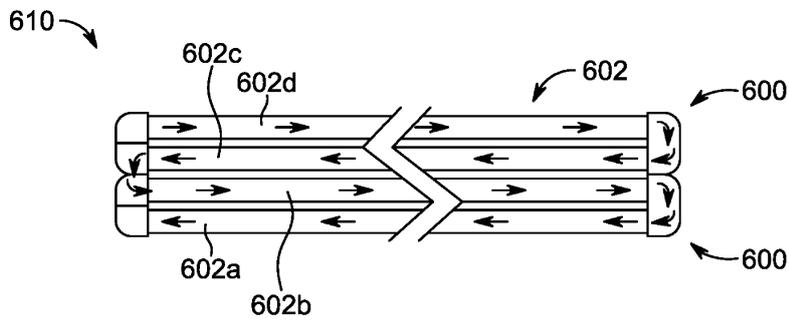
도면5c



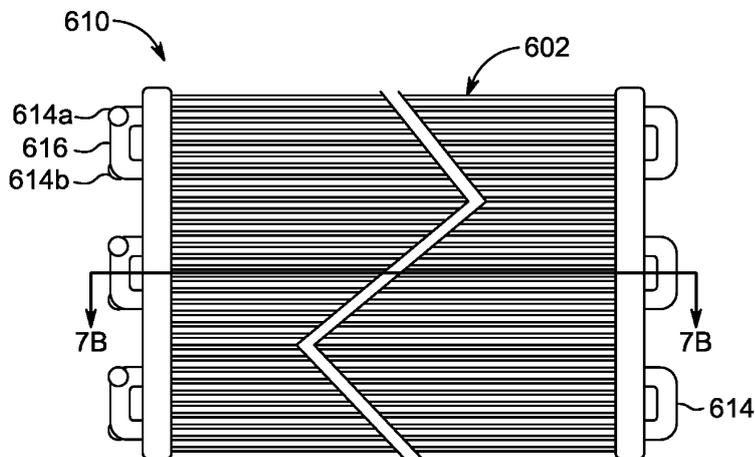
도면5d



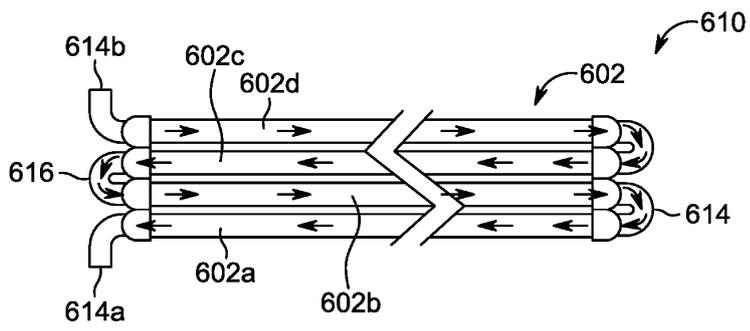
도면6



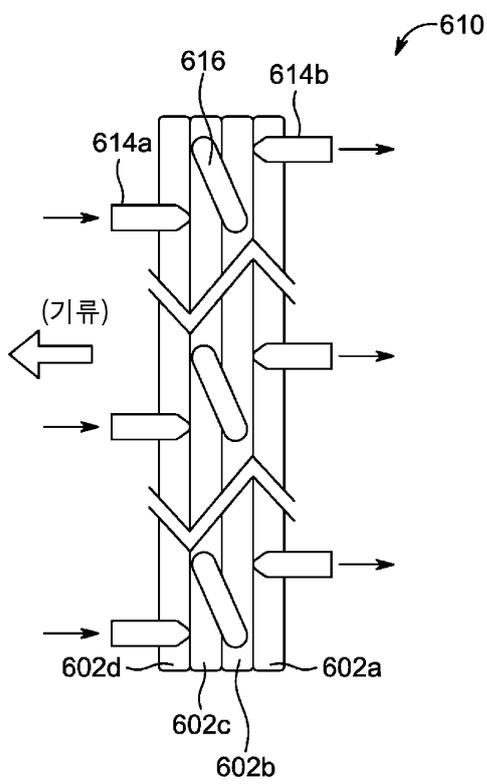
도면7a



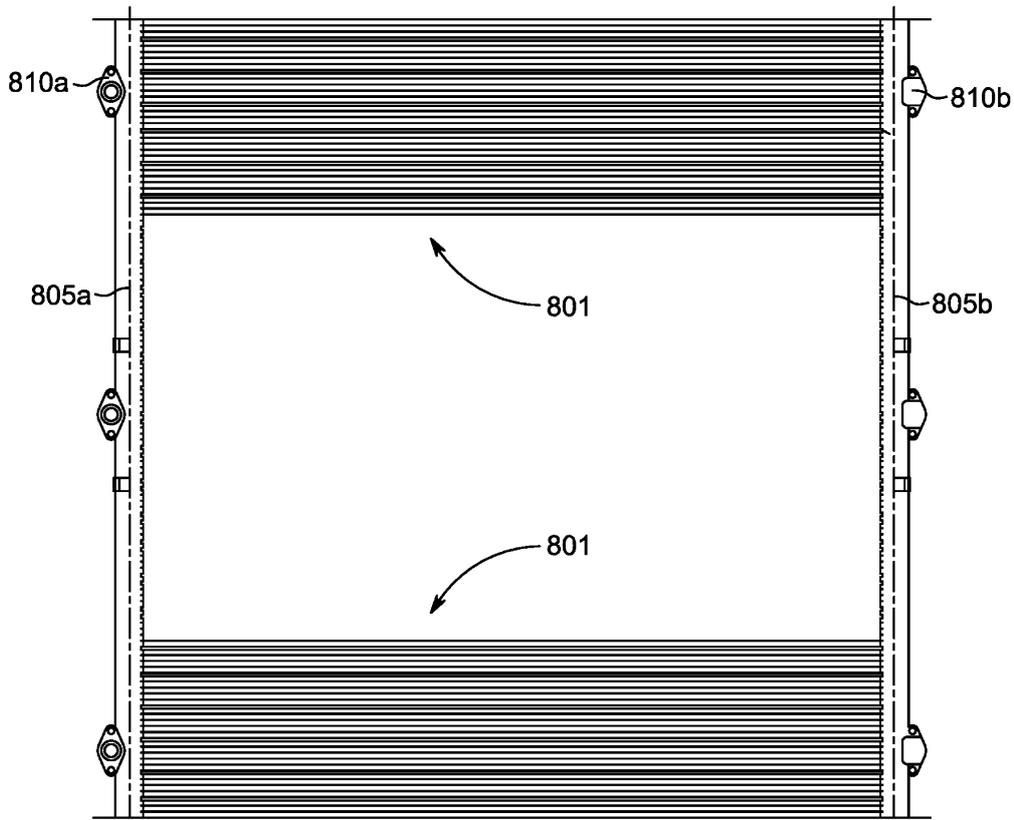
도면7b



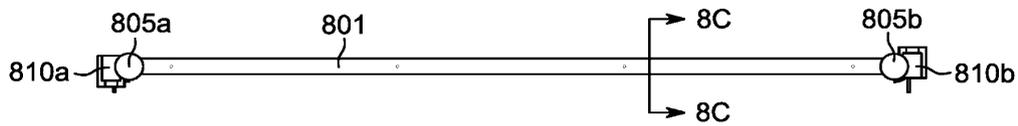
도면7c



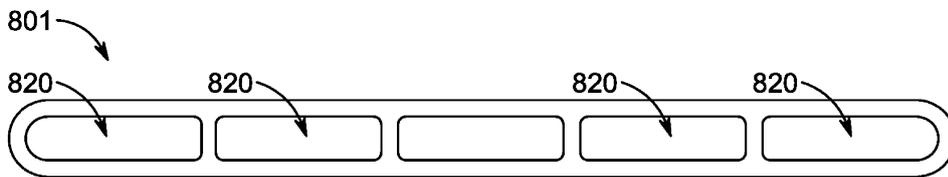
도면8a



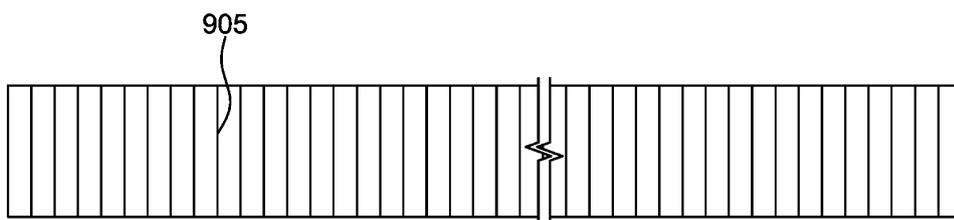
도면8b



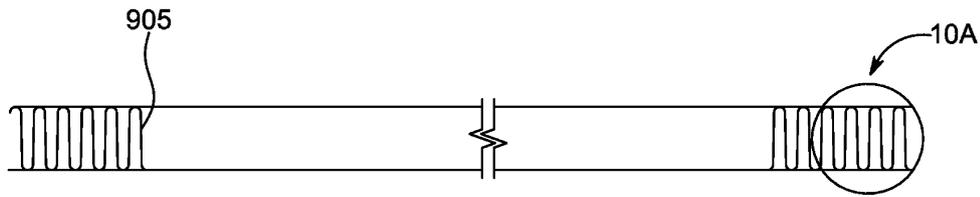
도면8c



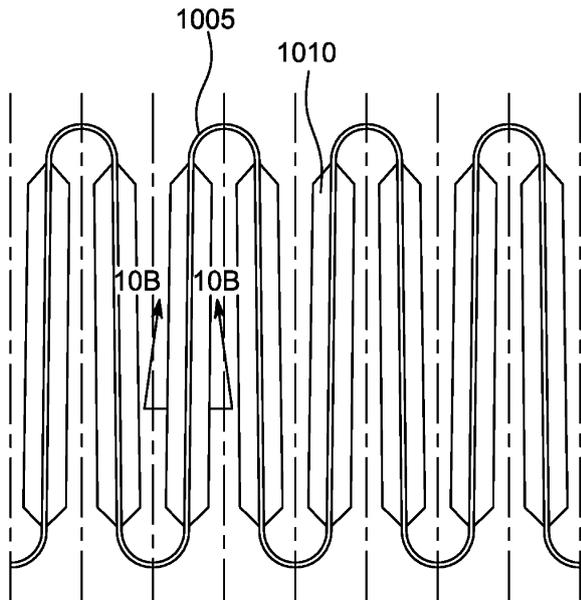
도면9a



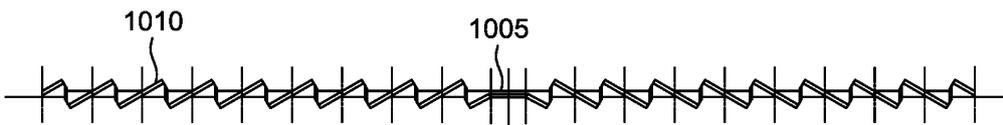
도면9b



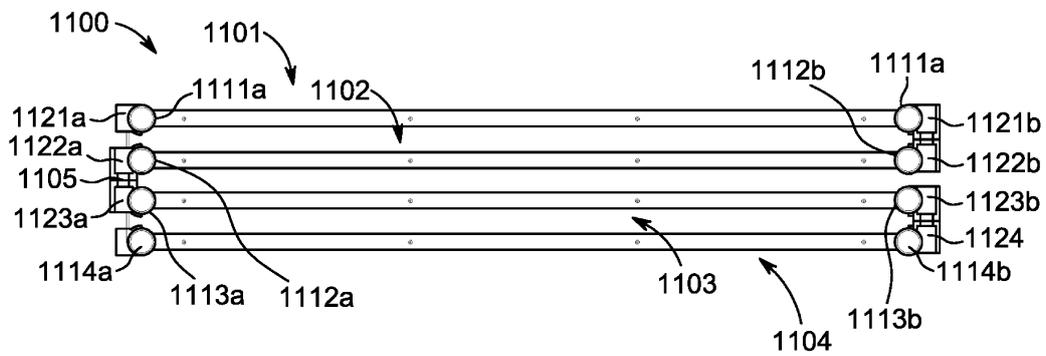
도면10a



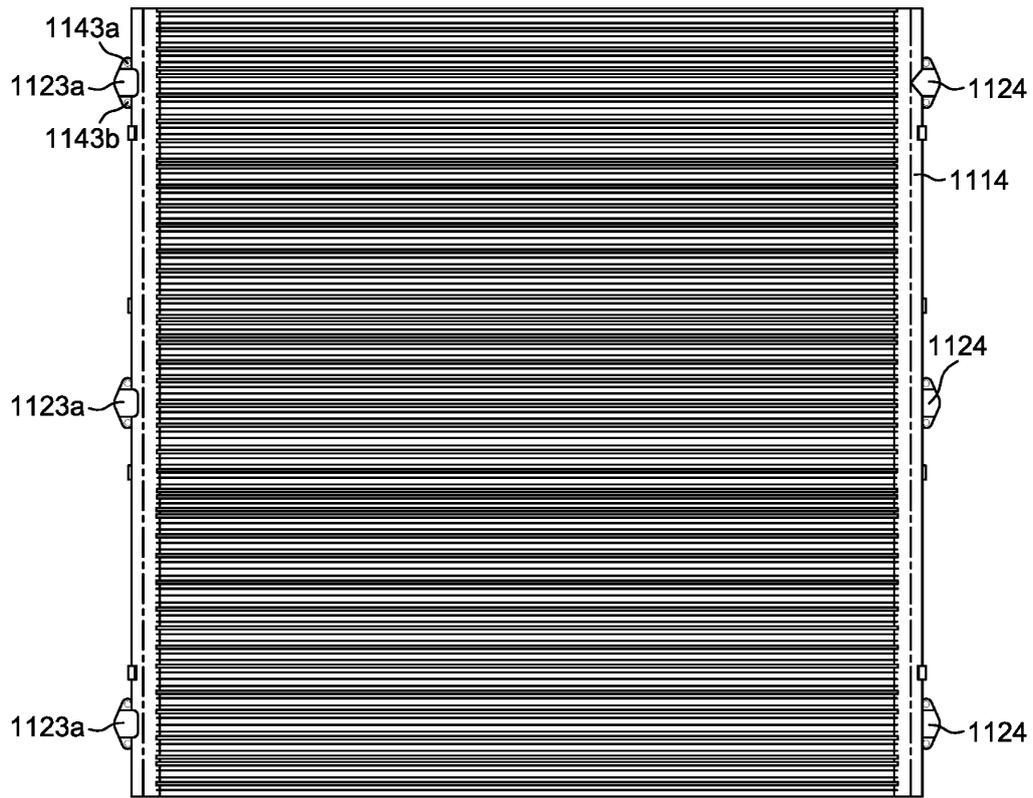
도면10b



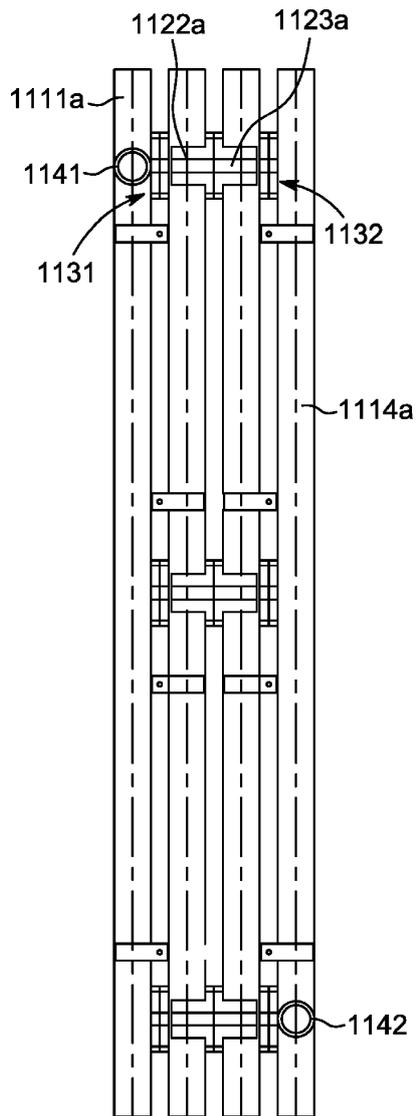
도면11a



도면11b



도면11c



도면11d

