(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월20일
(11) 등록번호 10-2353741
(24) 등록일자 2022년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 23/00 (2022.01) *F25B 25/00* (2022.01)
(52) CPC특허분류
F25B 23/006 (2013.01)
F25B 25/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7003368(분할)
(22) 출원일자(국제) 2017년08월22일
심사청구일자 2021년03월02일
(85) 번역문제출일자 2021년02월02일
(65) 공개번호 10-2021-0014779
(43) 공개일자 2021년02월09일
(62) 원출원 특허 10-2019-7008326
원출원일자(국제) 2017년08월22일
심사청구일자 2019년03월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/048048
(87) 국제공개번호 WO 2018/039254
국제공개일자 2018년03월01일
(30) 우선권주장
62/378,148 2016년08월22일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20120125023 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
존슨 컨트롤스 테크놀러지 컴퍼니
미국 미시건 오번 힐스 하이 미도우 서클 2875 (우편번호 48326)
(72) 발명자
코프코, 윌리엄 엘.
미국 17407 펜실베니아 자코버스, 크릭우드 드라이브 228
자르두스, 스테펜 엠.
미국 17402 펜실베니아 요크, 캔들라이트 드라이브 2842
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한라특허법인(유한)

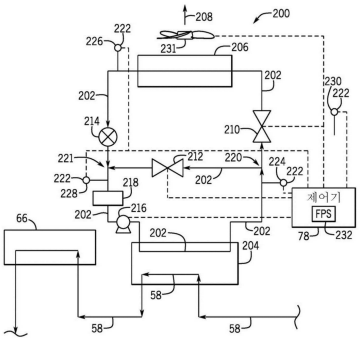
전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 **냉장 시스템을 제어하는 시스템 및 방법**

(57) 요 약

냉장 시스템은 냉각 유체가 작동 유체와 열 교환 관계에 있도록 구성된 열 교환기(204); 응축기(206) 및 열 교환기를 통해 작동 유체를 순환시키도록 구성된 펌프(216), 응축기로의 작동 유체의 유동 레이트를 제어하도록 구성된 유동 제어 밸브(210) 및 응축기를 바이패스하는 작동 유체의 유동 레이트를 제어하도록 구성된 응축기 바이패스 밸브(212)를 구비한 외기 냉각 회로, 주위 온도, 응축기에서 유출되는 작동 유체의 온도, 유동 제어 밸브의 위치, 응축기 바이패스 밸브의 위치, 또는 이들의 조합에 기반하여 유동 제어 밸브의 위치, 응축기 바이패스 밸브의 위치, 응축기의 팬(208)의 속도, 펌프의 속도, 히터(218)의 온도를 조정하도록 구성된 제어기(78)를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
F25B 2400/0403 (2013.01)
F25B 2400/13 (2013.01)
F25B 2600/13 (2013.01)
Y02B 30/70 (2020.08)

(72) 발명자
페데르만, 이스라엘
미국 17403 펜실베니아 요크, 에스 리치랜드 애비뉴 631
크레인, 커티스 씨.
미국 17406 펜실베니아 요크, 드럭 밸리 로드 3361
콰오-보보, 타드
미국 17403 펜실베니아 요크, 에스 리치랜드 애비뉴 631

명 세 서

청구범위

청구항 1

냉각 유체를 작동 유체와의 열 교환 관계로 위치시키도록 구성되는 열 교환기;

펌프를 포함하는 외기 냉각 회로로서, 상기 펌프는 외기 냉각 회로의 코일 및 상기 열 교환기를 통해 상기 작동 유체를 순환시키도록 구성되는 외기 냉각 회로;

상기 외기 냉각 회로의 코일로 지향되는 상기 작동 유체의 제1 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 상기 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브;

상기 외기 냉각 회로의 코일을 바이패스하는 상기 작동 유체의 제2 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 상기 외기 냉각 회로의 코일 바이패스 밸브; 및

주위 온도, 상기 코일에서 유출되는 작동 유체의 온도, 상기 유동 제어 밸브의 제1 위치, 상기 코일 바이패스 밸브의 제2 위치, 또는 이들의 조합에 기반하여 상기 유동 제어 밸브의 제1 위치, 상기 코일 바이패스 밸브의 제2 위치, 상기 코일의 팬의 속도, 상기 펌프의 속도, 상기 외기 냉각 회로의 히터의 온도를 조정하도록 구성되는 제어기를 포함하는 것인 냉장 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제어기와 통신 가능하게 결합되는 제1 온도 센서 및 제2 온도 센서를 포함하되, 상기 제1 온도 센서는 상기 주위 온도를 나타내는 피드백을 상기 제어기에 제공하도록 구성되고, 상기 제2 온도 센서는 상기 코일에서 유출되는 작동 유체의 온도를 나타내는 피드백을 상기 제어기에 제공하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 주위 온도가 목표 온도 이하인 경우 상기 제어기는 상기 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브를 폐쇄하고 상기 외기 냉각 회로의 코일 바이패스 밸브를 개방하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 외기 냉각 회로의 히터를 포함하되, 상기 제어기는 상기 주위 온도가 상기 목표 온도 아래로 떨어지면 상기 히터를 턴온 하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 외기 냉각 시스템의 히터는 상기 열 교환기, 상기 펌프, 및 상기 코일 바이패스 밸브를 포함하는 루프를 통해 유동하는 작동 유체를 가열하기 위해 위치하는 것인 냉장 시스템.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 제어기는 상기 유동 제어 밸브가 소정 시간 동안 폐쇄된 후에 상기 작동 유체를 상기 코일로 지향하도록 상기 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브를 개방 위치로 향하게끔 조절하도록 구성되며, 상기 제어기는 상기 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브가 완전 개방 위치에 도달하면 상기 외기 냉각 회로의 코일 바이패스 밸브를 폐쇄 위치로 향하게끔 조절하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 외기 냉각 회로의 코일 바이패스 밸브가 완전 폐쇄 위치에 도달하면 상기 제어기는 상기 열 교환기에서 유출되는 냉각 유체의 추가 온도, 상기 코일에서 유출되는 작동 유체의 온도, 또는 이들의 조합에 기반하여 상기 외기 냉각 회로의 코일의 팬의 속도 및 상기 외기 냉각 회로의 펌프의 속도를 조절하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 8

냉각 유체를 작동 유체와의 열 교환 관계로 위치시키도록 구성되는 열 교환기;

펌프를 포함하는 외기 냉각 회로로서, 상기 펌프는 상기 외기 냉각 회로의 코일 및 상기 열 교환기를 통해 상기 작동 유체를 순환시키도록 구성되는 외기 냉각 회로;

상기 작동 유체의 온도 또는 주위 온도를 탐지하도록 구성되는 센서; 및

상기 작동 유체의 온도 또는 주위 온도를 나타내는 온도 데이터를 상기 센서로부터 수신하고, 상기 온도 데이터에 기초하여 상기 외기 냉각 회로의 펌프의 속도를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 임계온도를 초과하여 유지하도록 구성되는 제어기를 포함하고,

상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 하는 것인 냉장 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브로서, 상기 외기 냉각 회로의 코일로 지향되는 상기 작동 유체의 제1 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 유동 제어 밸브; 및

상기 외기 냉각 회로의 코일 바이패스 밸브로서, 상기 외기 냉각 회로의 코일을 바이패스하는 작동 유체의 제2 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 코일 바이패스 밸브를 포함하고,

상기 제어기는 상기 온도 데이터에 기초하여 유동 제어 밸브의 제1 위치 및 코일 바이패스 밸브의 제2 위치를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 상기 임계온도를 초과하여 유지하도록 구성되고, 상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 하는 것인 냉장 시스템.

청구항 10

청구항 8에 있어서, 상기 외기 냉각 회로의 코일로 지향되는 상기 작동 유체의 제1 유동 레이트 및 상기 외기 냉각 회로의 코일을 바이패스하는 작동 유체의 제2 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 밸브 시스템을 포함하고,

상기 제어기는 상기 온도 데이터에 기초하여 상기 밸브 시스템의 하나 이상의 위치를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 상기 임계 온도를 초과하여 유지하도록 구성되고, 상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 하는 것인 냉장 시스템.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 외기 냉각 회로의 히터; -상기 제어기는 상기 히터의 히터 온도를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 상기 임계온도를 초과하여 유지하도록 구성되고, 상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 함-;

상기 외기 냉각 회로의 코일의 팬; -상기 제어기는 팬의 속도를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 상기 임계온도를 초과하여 유지하도록 구성되고, 상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 함;

을 포함하는 것인 냉장 시스템.

청구항 12

청구항 8에 있어서, 상기 센서는 상기 작동 유체의 온도를 탐지하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 13

청구항 8에 있어서, 상기 센서는 상기 주위 온도를 탐지하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 14

청구항 8에 있어서, 상기 펌프는 가변 속도 펌프를 포함하는 것인 냉장 시스템.

청구항 15

청구항 8에 있어서, 상기 임계온도는 상기 냉각 유체의 어는점 온도를 포함하는 것인 냉장 시스템.

청구항 16

냉각 유체를 작동 유체와의 열 교환 관계로 위치시키도록 구성되는 열 교환기;

밸브를 포함하는 외기 냉각 회로; -상기 밸브는 상기 외기 냉각 회로의 코일로 지향되는 작동 유체의 제1 유동 레이트 또는 상기 외기 냉각 회로의 코일을 바이패스하는 작동 유체의 제2 유동 레이트를 제어하도록 구성됨-;

상기 작동 유체의 온도 또는 주위 온도를 탐지하도록 구성되는 센서; 및

제어기;를 포함하고,

상기 제어기는, 상기 작동 유체의 온도 또는 주위 온도를 나타내는 온도 데이터를 상기 센서로부터 수신하고, 상기 온도 데이터에 기초하여 밸브의 위치를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 임계온도를 초과하여 유지하도록 구성되고 상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 하는 것인 냉장 시스템.

청구항 17

청구항 16에 있어서, 상기 외기 냉각 회로는, 상기 열 교환기 및 상기 외기 냉각 회로의 코일을 통해 상기 작동 유체를 순환시키도록 구성되는 펌프를 포함하고,

상기 제어기는 상기 온도 데이터에 기초하여 펌프의 속도를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 상기 임계온도를 초과하여 유지하도록 구성되고, 상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 하는 것인 냉장 시스템.

청구항 18

청구항 16에 있어서, 상기 밸브는 상기 외기 냉각 회로의 코일로 지향되는 작동 유체의 제1 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 유동 제어 밸브를 포함하고,

상기 냉장 시스템은, 상기 외기 냉각 회로의 코일을 바이패스하는 작동 유체의 제2 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 코일 바이패스 밸브를 포함하고,

상기 제어기는 상기 온도 데이터에 기초하여 코일 바이패스 밸브의 제2 위치를 조절함으로써 상기 작동 유체의 온도가 임계온도를 초과하여 유지하도록 구성되고, 상기 임계온도에서 상기 작동 유체는 상기 냉각 유체를 동결되게 하는 것인 냉장 시스템.

청구항 19

청구항 16에 있어서, 상기 밸브는 상기 외기 냉각 회로의 코일로 지향되는 작동 유체의 제1 유동 레이트 및 상기 외기 냉각 회로의 코일을 바이패스하는 작동 유체의 제2 유동 레이트를 제어하도록 구성되는 것인 냉장 시스템.

청구항 20

청구항 16에 있어서, 상기 임계온도는 상기 냉각 유체의 어는 점을 포함하는 것인 냉장 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 발명의 명칭이 "SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING A REFRIGERATION SYSTEM"이고 2016년 8월 22일에 출원된 미국 가출원 제62/378,148호에 대한 우선권 및 그 이익을 주장하며, 상기 가출원의 내용은 그 전체가 참조로서 포함된다.

배 경 기 술

[0003] 본 개시는 일반적으로 냉장 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 외기 냉각 시스템 및 기계 냉각 시스템을 포함하는 냉장 시스템에 관한 것이다.

[0004] 냉장 시스템들은 다양한 설정에서 수많은 목적을 위해 사용된다. 예를 들어, 냉장 시스템들은 외기 냉각 시스템 및 기계 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 경우에 따라, 외기 냉각 시스템은 액체-공기 열 교환기(liquid-to-air heat exchanger)를 포함할 수 있는데, 이러한 액체-공기 열 교환기는 산업 전반에 걸쳐 여러 난방, 환기, 및 공기 조화(air conditioning) 응용분야에서 사용된다. 후자의 응용분야들은 주거용, 상업용, 및 산업용 공기 조화 시스템들을 포함한다. 추가적으로, 기계 냉각 시스템은 증기 압축 냉장 사이클일 수 있는데, 이러한 증기 압축 냉장 사이클은 응축기, 증발기, 압축기, 및/또는 팽창 디바이스를 포함할 수 있다. 증발기에서, 액체 또는 주로 액체 냉매는 외기 냉각 시스템의 액체-공기 열 교환기를 통해 유동할 수 있는 기체 유동 스트림 및/또는 냉각 유체(예를 들어, 물)로부터 열 에너지를 인입함으로써 증발된다. 응축기에서, 냉매는 과열 제거(de-superheated), 응축, 그리고 과냉각(sub-cooler)된다. 경우에 따라, 냉장 시스템들은 원하는 냉각 수요를 충족시키기 위해 액체-공기 열 교환기의 팬의 속도 및/또는 기계 냉각 시스템 내의 압축기의 속도를 조절할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시예에서, 냉장 시스템은 냉각 유체가 작동 유체와 열 교환 관계에 있도록 구성된 열 교환기, 응축기 및 펌프를 구비하되 펌프는 응축기와 열 교환기를 통해 작동 유체를 순환시키도록 구성된 외기 냉각 회로, 외기 냉각 회로의 응축기로 지향되는 작동 유체의 유동 레이트를 제어하도록 구성된 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브, 외기 냉각 회로의 응축기를 바이패스하는 작동 유체의 유동 레이트를 제어하도록 구성된 외기 냉각 회로의 응축기 바이패스 밸브, 및 주위 온도, 응축기에서 유출되는 작동 유체의 온도, 유동 제어 밸브의 제1 위치, 응축기 바이패스 밸브의 제2 위치, 또는 이들의 조합에 기반하여 유동 제어 밸브의 제1 위치, 응축기 바이패스 밸브의 제2 위치, 응축기의 팬의 속도, 펌프의 속도, 외기 냉각 회로의 히터의 온도를 조정하도록 구성된 제어기를 포함한다.

[0006] 다른 실시예에서, 하나 이상의 유형의 비일시적 기계 판독 가능 매체는 프로세서 실행 가능 명령들을 구비하되, 프로세서 실행 가능 명령들은 주위 온도를 나타내는 피드백을 수신하라고 지시하는 명령, 주위 온도를 목표 온도와 비교하라고 지시하는 명령, 주위 온도가 목표 온도 이하인 경우 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브를 폐쇄하고 외기 냉각 회로의 응축기 바이패스 밸브를 개방하라고 지시하되, 외기 냉각 회로는 작동 유체가 냉각 유체와 열 교환 관계에 있도록 하는 열 교환기를 통해 작동 유체를 순환시키도록 구성되는, 명령, 유동 제어 밸브가 소정의 시간 동안 폐쇄된 후 작동 유체를 응축기로 지향시키기 위해 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브를 개방 위치로 향하게끔 조절하라고 지시하는 명령, 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브가 완전 개방 위치에 도달하면 외기 냉각 회로의 응축기 바이패스 밸브를 폐쇄 위치로 향하게끔 조절하라고 지시하는 명령, 및 외기 냉각 회로의 응축기 바이패스 밸브가 완전 폐쇄 위치에 도달하면 열 교환기에서 유출되는 냉각 유체의 제1 온도, 응축기에서 유출되는 작동 유체의 제2 온도, 또는 이들의 조합에 기반하여 외기 냉각 회로의 응축기의 적어도 하나의 팬의 제1 속도 및 외기 냉각 회로의 펌프의 제2 속도를 조절하라고 지시하는 명령을 포함한다.

[0007] 다른 실시예에서, 방법은 주위 온도를 나타내는 피드백을 수신하는 단계, 주위 온도를 목표 온도와 비교하는 단계, 주위 온도가 목표 온도 이하인 경우 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브를 폐쇄하고 외기 냉각 회로의 응축기 바이패스 밸브를 개방하되, 외기 냉각 회로는 작동 유체가 냉각 유체와 열 교환 관계에 있도록 하는 열 교환기를 통해 작동 유체를 순환시키도록 구성되는, 단계, 유동 제어 밸브가 소정의 시간 동안 폐쇄된 후 작동 유체를 응축기로 지향시키기 위해 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브를 개방 위치를 향하게끔 조절하는 단계, 외기 냉각 회로의 유동 제어 밸브가 완전 개방 위치에 도달하면 외기 냉각 회로의 응축기 바이패스 밸브를 폐쇄 위치로 향하게끔 조절하는 단계, 및 외기 냉각 회로의 응축기 바이패스 밸브가 완전 폐쇄 위치에 도달하면 열 교환기에서 유출되는 냉각 유체의 제1 온도, 응축기에서 유출되는 작동 유체의 제2 온도, 또는 이들의 조합에 기반하여 외기 냉각 회로의 응축기의 적어도 하나의 팬의 제1 속도 및 외기 냉각 회로의 펌프의 제2 속도를 조절하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 개시의 일 양태에 따라 냉장 시스템을 채택한 예시적인 상업적 또는 산업적 환경의 사시도이다.

도 2는 본 개시의 일 양태에 따라 냉장 시스템의 효율을 향상시키기 위해 외기 냉각 시스템 및 기계 냉각 시스템 모두를 포함할 수 있는 도 1의 냉장 시스템의 사시도이다.

도 3은 본 개시의 일 양태에 따라 냉장 시스템의 일 실시예의 블록도이다.

도 4는 본 개시의 일 양태에 따라 추가적인 기계 냉각 시스템을 포함하는 냉장 시스템의 일 실시예의 블록도이다.

도 5는 본 개시의 일 양태에 따라 이코노마이저(economizer), 필터, 및 추가 밸브들을 포함하는 냉장 시스템의 블록도이다.

도 6은 본 개시의 일 양태에 따라 냉장 시스템의 효율을 향상시키기 위해 활용될 수 있는 공정의 블록도이다.

도 7은 본 개시의 일 양태에 따라 냉장 시스템의 동작의 다양한 모드들에 대한 냉각 부하 수요의 함수로서 주위 온도의 그래픽 표현이다.

도 8은 본 개시의 일 양태에 따른 냉장 시스템과 함께 활용될 수 있는 외기 냉각 시스템의 개략도이다.

도 9는 본 개시의 일 양태에 따른 도 8의 외기 냉각 시스템의 일 실시예의 사시도이다.

도 10은 본 개시의 일 양태에 따른 도 8의 외기 냉각 시스템의 일 실시예의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 개시는 부하를 냉각시키기 위한 기계 냉각 시스템 및 외기 냉각 시스템을 포함하는 냉장 시스템을 위한 향상된 제어 시스템에 관한 것이다. 여기에 사용된 바와 같이, 외기 냉각 시스템은 주위 공기와 열 교환 관계에 있는 유체를 배치하는 시스템을 포함할 수 있다. 따라서, 외기 냉각 시스템은 주변 환경의 주위 공기를 냉각 유체 및/또는 가열 유체로서 활용할 수 있다. 냉장 시스템은 외기 냉각 시스템을 단독으로 활용하거나(예를 들어, 외기 냉각 모드), 기계 냉각 시스템을 단독으로 활용하거나(예를 들어, 기계 냉각 모드), 또는 외기 냉각 시스템과 기계 냉각 시스템을 동시에 활용할 수 있다(예를 들어, 하이브리드 냉각 모드). 어느 시스템(들)을 동작시킬지를 결정하기 위해, 냉매 시스템은 다양한 센서들 및/또는 그밖에 냉장 시스템의 동작 조건들(예를 들어, 팬 속도, 압축기 속도, 주위 공기 온도, 냉각 유체 온도)을 측정하는 모니터링 디바이스들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 실시예들에 따르면, 어느 시스템(들)을 동작시킬지를 결정하는 것은 적어도 원하는 냉각 부하 수요(예를 들어, 원하는 부하 온도) 및/또는 주위 공기 온도(예를 들어, 냉장 시스템의 주변 환경의 온도)에 의존할 수 있다.

[0010] 통상적으로, 외기 냉각 시스템은 기계 냉각 시스템(예를 들어, 증기 압축 냉장 사이클의 압축기)보다 더 적은 전력을 소모하는 것으로 여겨지기 때문에 냉장 시스템들은 기계 냉각 시스템을 동작시키기 전에 외기 냉각 시스템의 공기 유동을 최대 공기 유동까지 증가시킨다. 예를 들어, 외기 냉각 시스템은 공기가 열 교환기의 코일을 지향하게 함으로써 코일을 통과하여 유동하는 냉각 유체를 냉각시키는 하나 이상의 팬을 포함할 수 있다. 팬들이 동작하기 위해, 공기가 코일 위로 유동하여 냉각 유체로부터 열을 흡수할 수 있도록 하나 이상의 팬에 전원이 공급된다. 외기 냉각 시스템에 의해 수행되는 외기 냉각량은 구동 중인 다수의 고정 속도 팬을 이용하여 코일 바이패스 밸브(coil bypass valve)를 제어함으로써 조정될 수 있다.

[0011] 기계 냉각 시스템은 하나 이상의 증기 압축 냉장 사이클을 포함할 수 있는데, 각각의 증기 압축 냉장 사이클은 증발기, 압축기, 응축기, 및/또는 팽창 디바이스를 포함한다. 냉매로 하여금 가변 속도 드라이브에 의해 전원이 공급될 수 있는 압축기를 거쳐 기계 냉각 시스템(예를 들어, 냉매 루프)을 통과하게 할 수 있다. 압축기와 결합된 가변 속도 드라이브는 압축기의 속도 및 이에 따른 증기 압축 냉장 사이클에 의해 수행되는 냉각량에 대한 제어를 가능하게 할 수 있다.

[0012] 통상적으로, 외기 냉각 시스템의 팬들이 기계 냉각 시스템의 압축기보다 더 적은 전원을 소모하는 것으로 여겨지기 때문에 냉장 시스템들은 기계 냉각 시스템의 압축기에 전원을 공급하기 전에 외기 냉각 시스템을 최대 용량(예를 들어, 최대 팬 속도)으로 동작시킨다. 추가적으로, 기계 냉각 시스템의 하나 이상의 압축기에 전원이 공급되는 경우 종래의 냉장 시스템들은 외기 냉각 시스템을 최대 용량(예를 들어, 최대 팬 속도)으로 계속 동작시킬 수 있다. 본 실시예들은 외기 냉각 시스템의 팬(예를 들어, 가변 속도 팬)의 속도를 임계 속도까지 증가시킴으로써 전체 냉장 시스템(예를 들어, 외기 냉각 시스템 및 기계 냉각 시스템)으로 입력된 전력량은 최소화하는 것을 추구하는데, 여기서 임계 속도는 최대 팬 속도(예를 들어, 팬이 물리적으로 초과할 수 없는 속도) 미만이다. 경우에 따라, 팬이 임계 속도에 도달하면(또는 팬이 임계 속도에 도달하기 전에), 기계 냉각 시스템의 압축기에 전원이 공급될 수 있다. 이러한 방식으로 냉장 시스템을 동작시키는 것은 시스템에 공급되는 전력량을 최소화함으로써 냉장 시스템의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0013] 도면들로 돌아가면, 도 1은 냉장 시스템에 대한 예시적인 적용 예를 나타낸다. 일반적으로, 이러한 시스템들은 난방, 환기, 공기 조화, 및 냉장(HVAC&R) 분야 내의 그리고 그 분야 외에서 설정 범위에 적용될 수 있다. 냉장 시스템들은 증기 압축 냉장, 흡수 냉장, 및/또는 열전 냉각을 통해 데이터 센터들, 전기 디바이스들, 냉동고들, 냉각기들, 또는 기타 환경들을 냉각시킬 수 있다. 그러나, 현재 고려되는 적용 예들에서, 냉장 시스템들은 가정용, 상업용, 경공업용, 산업용, 및 주거지, 건물, 구조물 등과 같은 부피 또는 인클로저(enclosure)를 가열하거나 냉각시키기 위한 임의의 다른 응용 분야에서 사용될 수 있다. 또한, 냉장 시스템들은 적절한 경우 다양한 유체들의 기본 냉장 및 가열을 위한 산업 응용 분야에서 사용될 수 있다.

[0014] 도 1은 예시적인 응용 분야를 예시하고 있는데, 여기서는 하나 이상의 열 교환기들을 채택할 수 있는 환경 관리를 구축하기 위한 난방, 환기, 공기 조화, 및 냉장 시스템(HVAC&R)을 예시한다. 예를 들어, 냉장 시스템(12) 및 보일러(14)를 포함하는 시스템에 의해 빌딩(10)이 냉방된다. 도시된 바와 같이, 냉장 시스템(12)은 빌딩(10)의 지붕에 배치되고, 보일러(14)는 지하실에 위치한다. 다만, 냉장 시스템(12) 및 보일러(14)는 빌딩(10) 옆에 있는 다른 장비실들 및 영역들에 위치할 수 있다. 냉장 시스템(12)은 시원한 물(또는 글리콜과 같은 다른 냉각 유체)에 대해 냉매 사이클을 구현한 기계 냉각 시스템 및/또는 공랭식 디바이스이다. 냉장 시스템(12)은 기계 냉각 회로, 외기 냉각 시스템, 제어기, 및 펌프들, 밸브들, 및 파이핑과 같은 관련 장비를 포함할 수 있는 단일의 구조체 내에 수용된다. 예를 들어, 냉장 시스템(12)은 외기 냉각 시스템, 기계 냉각 시스템, 및 제어기를 통합한 단일 패키지 루프탑 유닛(package rooftop unit)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 냉장 시스템(12)은 외부 제어기(예를 들어, 빌딩(10)의 다른 컴포넌트들을 제어하는 외부 제어기를 위한 연결 포트들)를 포함하지 않을 수 있다. 다시 말하면, 냉장 시스템(12)은 추가적인 컴포넌트들 또는 제어기들 없이 가열하거나/하고 냉각시키는데 활용될 수 있는 자율 유닛(예를 들어, 패키지화된 유닛)이다. 보일러(14)는 물을 가열하기 위한 가열로(furnace)를 포함하는 밀폐된 용기이다. 냉장 시스템(12) 및 보일러(14)로부터의 물(또는 다른 냉각 유체)은 수도관들(water conduits)(16)에 의해 빌딩(10)을 통해 순환된다. 수도관들(16)은 공기 처리기들(air handlers)(18)로 경로 설정되어, 개별 층에 위치하고, 빌딩(10)의 섹션들 내에 존재한다.

[0015] 공기 처리기들(18)은 공기 처리기들(18) 사이에 공기를 분배하도록 구성된 덕트워크(ductwork)(20)에 결합되어 외부 흡기구(미도시)로부터 공기를 받아들일 수 있다. 공기 처리기들(18)은 냉장 시스템(12)으로부터의 냉수 및 보일러(14)로부터의 온수를 순환시켜서 가열된 공기 또는 냉각된 공기를 제공하는 열 교환기들을 포함한다. 공기 처리기들(18) 내에 있는 팬들은 열 교환기들의 코일들을 가로질러 공기를 인입하여, 방, 아파트, 사무실과 같은 빌딩(10) 내의 환경들로 조화된 공기를 향하게 함으로써 이 환경들을 지정 온도로 유지한다. 조화된 공기의 온도를 지정하기 위해, 여기에서 서모스탯(thermostat)(22)을 포함하는 것으로 도시된 제어 디바이스가 사용될 수 있다. 제어 디바이스(22)는 또한 공기 처리기(18)를 통해 이로부터의 공기 유동을 제어하는 데 사용될 수 있다. 이 시스템에는 그 밖의 다른 디바이스들이 포함될 수 있음은 물론이며, 예를 들어 물의 유동을 레귤레이트 하는 제어 밸브들 및/또는 물, 공기 등의 온도와 압력을 감지하는 온도 트랜스듀서들 또는 스위치들이 포함될 수 있다. 또한, 제어 디바이스들은 그 밖의 다른 빌딩 제어 또는 모니터링 시스템들과 통합되고/되거나 이들로부터 분리된 컴퓨터 시스템들을 포함할 수 있는데, 빌딩(10)으로부터 원거리에 있는 시스템들을 포함한다. 냉각 유체로서 물이 설명되었지만, 냉장 시스템(12)에서는 임의의 적절한 냉각 유체가 활용될 수도 있음에 유의해

야 한다.

[0016] 본 개시의 실시예들에 따르면, 냉장 시스템(12)은 외기 냉각 시스템을 포함하도록 수정 및/또는 향상될 수 있는 기계 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 2는 전체 냉장 시스템(12)의 효율을 향상시키기 위해 외기 냉각 시스템과 기계 냉각 시스템(예를 들어, 증기 압축 냉장 사이클) 모두를 포함할 수 있는 냉장 시스템(12)의 사시도이다. 실시예에 따라, 냉장 시스템(12)의 기계 냉각 시스템은 존슨콘트롤즈(Johnson Controls)사에 의해 상용화된 YVAA 칠러(chiller)와 유사한 공랭식 가변 속도 스크류 칠러일 수 있다. 예를 들어, 기계 냉각 시스템은 다양한 속도 응축기 팬들(예를 들어, 하나 이상의 공랭식 열 교환기와 함께 사용될 수 있는 팬들)을 구비한 2-회로 가변 속도 스크류 칠러일 수 있다. 추가적으로, 냉장 시스템(12)은 단독으로 활용하거나 기계 냉각 시스템(예를 들어, 증기 압축 냉장 사이클)과 함께 활용될 수 있는 외기 냉각 시스템을 포함할 수 있다.

[0017] 실시예에 따라, 냉장 시스템(12)은 주위 공기(예를 들어, 냉장 시스템의 주변 환경에서의 공기)의 온도 및/또는 냉각 부하 수요(예를 들어, 부하에 의해 요구되는 냉각량)에 기반하여 기계 냉각 시스템 및/또는 외기 냉각 시스템을 동작시킬지 여부(및 동작시키는 방법)를 결정하도록 구성된 제어 시스템을 포함할 수 있다. 따라서, 냉각 부하 수요를 충족시키기 위해, 냉장 시스템(12)은 기계 냉각 시스템만을 동작시키거나(예를 들어, 기계 냉각 모드), 외기 냉각 시스템만을 동작시키거나(예를 들어, 외기 냉각 모드), 또는 기계 냉각 시스템과 외기 냉각 시스템(하이브리드 냉각 모드)을 동시에 동작시킬 수 있다.

[0018] 앞서 설명된 바와 같이, 냉장 시스템(12)에 입력된 에너지양을 최소화하여 부하의 원하는 냉각 용량을 달성하면서 냉장 시스템(12)의 효율을 최대화하는 것이 바람직할 수 있다. 통상적인 냉장 시스템들에서, 외기 냉각 시스템의 팬의 속도는 원하는 냉각 부하를 달성하기 위해 기계 냉각 시스템의 압축기(예를 들어, 가변 속도 압축기)가 활성화되기 전에 최대화될 수 있다. 그러나, 지금은 팬의 최대 속도에 도달하기 전에 기계 냉각 시스템 압축기를 활성화시키는 것이 기계 냉각 시스템 압축기를 활성화시키기 전에 팬을 최고 속도로 동작하는 것보다 더 적은 에너지를 소모할 수 있다고 인식되고 있다.

[0019] 예를 들어, 도 3은 본 개시의 실시예들에 따라 활용될 수 있는 냉장 시스템(12)의 블록도이다. 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 냉장 시스템(12)은 외기 냉각 시스템(52) 및 기계 냉각 시스템(54)(예를 들어, 하나 이상의 증기 압축 냉장 사이클)을 포함한다. 외기 냉각 시스템(52)은 냉각 유체(58)를 받아서 냉각시킬 수 있는 공랭식 열 교환기(56)(예를 들어, 물 및/또는 글리콜)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 공랭식 열 교환기(56)는 공랭식 열 교환기(56)의 코일들 위를 지나도록 공기를 향하게 하는 하나 이상의 팬(60)(예를 들어, 가변 속도 팬들)에 의해 생성되는 공기 유동 경로(59)를 따라 위치할 수 있다. 주위 공기가 상대적으로 낮은 온도에 있는 경우, 코일들 위를 지나도록 향하게 된 공기는 냉각 유체(58)로부터 열을 흡수할 수 있으며, 이로써 공랭식 열 교환기(56)의 코일들 위로 유동하는 주위 공기의 온도를 증가시키고 냉각 유체(58)의 온도를 감소시킬 수 있다. 실시예에 따라, 냉각 유체(58)는 부하(62)로부터 공랭식 열 교환기(56)에 의해 수신될 수 있다. 그러므로, 부하(62)의 온도를 낮추기 위해 냉각 유체(58)는 최종적으로 부하(62)(예를 들어, 빌딩 또는 기계를 통과하여 진행되게 할 수 있는 공기 또는 유체)의 방향으로 다시 향하게 될 수 있다.

[0020] 그러나, 외기 냉각 시스템(52)은 주위 공기의 온도가 비교적 높은 경우 효과적이지 않을 수 있다. 예를 들어, 공랭식 열 교환기(56) 내의 주위 공기와 냉각 유체(58) 사이에 일어나는 열 전달량은 주위 공기의 온도가 증가함에 따라 감소할 수 있다(예를 들어, 주위 공기가 비교적 따뜻한 경우 주위 공기는 냉각 유체(58)로부터 그다지 많은 열을 흡수하지 않을 수 있다). 그러므로, 냉장 시스템(12)은 외기 냉각 시스템(52)을 향해 유동할 수 있는 냉각 유체(58)의 양을 제어하는 3-방향 밸브(64)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 주위 공기 온도가 부하(62)로부터 돌아오는 냉각 유체(58)의 온도보다 충분히 낮아서 외기 냉각이 냉각 부하 수요의 적어도 일부를 공급하는 경우, 3-방향 밸브(64)는 냉각 유체(58)가 기계 냉각 시스템(54)의 증발기(66)를 향해 바로 유동하는 것을 차단하는 동시에, 공랭식 열 교환기(56)를 통한 유동을 가능하게 할 수 있다. 그다음, 냉각 유체(58)는 증발기(66)를 통해 유동할 수 있으며, 이로써 냉각 유체(58)를 더 냉각시킬 수 있다.

[0021] 도 3에 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 3-방향 밸브(64)는 냉각 유체(58)를 펌프(65)로부터 받아서 부하(62)로부터 증발기(66)로 냉각 유체(58)의 유동을 바로 향하게 하는 것과 공랭식 열 교환기(56)로부터 증발기(66)로 냉각 유체(58)의 유동을 향하게 하는 것 사이에서 선택할 수 있다. 실시예에 따라, 3-방향 밸브(64)는 밸브들의 위치를 조절할 수 있는 액추에이터에 기계적으로 결합된 2개의 2-방향 버터플라이 밸브와 1개의 티(tee)를 포함할 수 있다(예를 들어, 하나의 버터플라이 밸브가 닫히면 다른 버터플라이 밸브는 열림). 도 3의 실시예에서 3-방향 밸브(64)가 공랭식 열 교환기(56)의 업스트림에 위치하는 동안 다른 실시예에서 공랭식 열 교환기(56)의 다운스트림에 위치할 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 3-방향 밸브(64)는 부하(62)로부터 증발기

(66) 및 공랭식 열 교환기(56)로의 냉각 유체(58)의 직접 유동을 동시에 공급 및 제어하도록 구성될 수 있다.

[0022] 외기 냉각이 냉각 부하 수요를 실질적으로 모두 제공할 수 있는 경우(예를 들어, 주위 공기 온도가 임계 온도 미만인 경우), 기계 냉각 시스템(54)은 동작하지 않는다. 이처럼, 냉각 유체(58)는 실질적 온도 변화를 경험하지 않고 증발기(66)를 통과하여 유동한다(예를 들어, 실질적으로 어떠한 열도 증발기(66) 내에서 냉각 유체(58)로부터 전달되지 않음). 일부 실시예들에서, 냉장 시스템(12)은 냉각 유체(58)(또는 냉각 유체(58)의 일부)가 증발기(66)를 바이패스할 수 있도록 바이패스 밸브(67)를 포함할 수 있다. 실시예에 따라, 증발기(66)를 바이패스하는 것은 증발기(66)를 통과하여 유동하는 경우 냉각 유체(58)에 의해 경험되는 압력 강하를 실질적으로 회피할 수 있다.

[0023] 외기 냉각이 냉각 부하 수요의 실질적 전부를 제공할 수 없는 경우, 기계 냉각 시스템(54)은 개시될 수 있다(예를 들어, 독자적으로 또는 외기 냉각 시스템(52)과 동시에 동작될 수 있음). 실시예에 따라, 다른 컴포넌트들 중에서, 기계 냉각 시스템(54)은 증발기(66), 압축기(70)(예를 들어, 가변 속도 압축기), 응축기(72), 및/또는 팽창 디바이스(74)를 포함하는 증기 압축 냉장 사이클(68)일 수 있다. 예를 들어, 기계 냉각 시스템(54)은 냉각 유체(58)를 통한 열 전달을 거쳐 증발기(66) 내에서 증발(기화)될 수 있는 냉매(76)를 순환시키도록 구성될 수 있다(예를 들어, 냉각 유체(58)는 열 에너지를 증발기(66) 내의 냉매(76)로 전달함). 그러므로, 냉각 유체(58)로부터 증발기(66) 내의 냉매(76)로 열이 전달될 수 있으며, 이로써 (예를 들어, 외기 냉각 시스템(52)을 대신하거나 이에 추가하여) 냉각 유체(58)의 온도를 감소시킬 수 있다. 실시예에 따라, 냉각 유체(58) 및/또는 냉매(76)는 글리콜(또는 글리콜과 물의 혼합물)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 콘덴서(72)의 코일들의 하나 이상의 세트는 마이크로-채널 코일들을 포함할 수 있다.

[0024] 공랭식 열 교환기(56)는 열 전달을 개선하기 위해 내부적으로 향상된 튜브들 및 루버 핀들(louvered fins)을 구비한 라운드 튜브 플레이트 핀 코일들(round-tube plate-fin coils)을 포함할 수 있다. 증발기(66)는 브레이징 판형(brazed-plate) 직접 팽창(DX) 쉘앤튜브(shell-and-tube) 열 교환기, 만액(flooded) 쉘앤튜브 열 교환기, 강하 경막(falling film) 쉘앤튜브 열 교환기, 하이브리드 강하 경막 및 만액 열 교환기, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. DX 증발기들을 활용하는 실시예들의 경우, 냉매가 튜브 측에 있으며, 냉매는 증발기를 수 차례(예를 들어, 2번, 3번, 4번 이상) 통과할 수 있다. 쉘 측에서 냉매를 구비한 증발기들을 활용하는 실시예들의 경우, 물 또는 글리콜은 1번, 2번, 3번 이상 튜브들을 통해 유동할 수 있다.

[0025] 증발기(66)에서 나온 냉매(76)는 증기 압축 냉장 사이클(68)을 통해 냉매를 순환시키도록 구성된 압축기(70)를 향해 유동할 수 있다. 또한, 압축기(70)는 냉매(76)가 증기 압축 냉장 사이클(68)을 통해 순환함(예를 들어, 주기 이동함(cycle))에 따라 냉매(76)의 압력을 증가시킬 수 있다. 냉매(76)의 압력을 증가시키는 것은 또한 냉매(76)의 온도를 증가시킬 수 있어서 압축기(70)에서 나온 냉매(76)의 온도가 압축기(70)로 들어온 냉매(76)의 온도보다 높다. 따라서, 증발기(66) 내의 냉각 유체(58)로부터 열을 궁극적으로 흡수할 수 있도록 냉매(76)의 온도를 감소시키는 것이 바람직할 수 있다.

[0026] 그러므로, 압축기(70)에서 나온 냉매(76)는 응축기(72)를 향해 유동할 수 있다. 실시예에 따라, 기계 냉각 시스템(54)의 응축기(72)는 외기 냉각 시스템(52)의 공랭식 열 교환기(56)와 유사하게, 공랭식 열 교환기일 수 있다. 응축기(72)가 공랭식 열 교환기인 실시예들에서, 응축기(72)는 팬들(60)을 공랭식 열 교환기(56)와 공유할 수 있다. 도 3의 예시적인 실시예에 도시된 바와 같이, 응축기(72)는 냉각 유체(58)가 외기 냉각 중에 주위 온도에 접근할 수 있도록 공기 유동 경로(59)에 대해서 공랭식 열 교환기(56)의 다운스트림에 위치할 수 있다. 다른 실시예들에서, 응축기(72)는 팬들(60)(예를 들어, 도 4 및 도 5)로부터 분리된 팬들(77)(예를 들어, 가변 속도 팬들)을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 기계 냉각 시스템(54)의 응축기(72)는 냉매(76)로부터 다른 매개체(예를 들어, 물, 공기)로 열을 전달하도록 구성된 임의의 적절한 열 교환기일 수 있다. 경우에 따라, 응축기(72)는 냉매(76)의 온도를 감소시키고 냉매(76)를 일반적으로 액화(예를 들어, 응축)하도록 구성된다.

[0027] 실시예에 따라, 기계 냉각 시스템(54)은 또한 냉매(76)의 압력을 감소시킬 뿐 아니라 냉매(76)의 온도를 더 감소시킬 수 있는 팽창 디바이스(74)를 포함할 수 있다. 팽창 디바이스(74)는 팽창 밸브, 플래시 탱크, 팽창 오일, 또는 냉매(76)의 압력을 감소시키도록(그리고 냉매(76)의 온도를 감소시키도록) 구성된 임의의 다른 디바이스를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 기계 냉각 시스템(54)은 팽창 디바이스(74)를 활용하지 않을 수 있다.

[0028] 앞서 설명된 바와 같이, 냉각 유체(58)는 기계 냉각 시스템(54)의 증발기(66) 및/또는 외기 냉각 시스템(52)을 통해 유동함으로써 온도가 감소할 수 있다. 그러나, 냉각 부하 수요(예를 들어, 부하(62)의 소정의 및/또는 원하는 온도 및/또는 증발기(66)를 나온 냉각 유체(58)의 소정의 온도)가 외기 냉각 시스템(52)이 독자적으로 제

공할 수 있는 양을 초과한 경우, 외기 냉각 시스템(52) 및 기계 냉각 시스템(54)은 동시에 동작할 수 있다(예를 들어, 하이브리드 냉각 모드). 따라서, 냉각 유체(58)는 외기 냉각 시스템(52)의 공랭식 열 교환기(56)의 방향으로 향해질 수 있는데, 여기서 냉각 유체(58)는 제1 온도로부터 제2 온도로 온도가 감소할 수 있다(예를 들어, 제2 온도는 제1 온도 미만임). 추가적으로, 냉각 유체(58)는 공랭식 열 교환기(56)를 나올 때 기계 냉각 시스템(54)의 증발기(66)의 방향으로 향하게 될 수 있다. 냉각 유체(58)는 하이브리드 냉각 모드 중에 제2 온도에서 제3 온도로 온도를 더 감소시킬 수 있다(예를 들어, 제3 온도는 제2 온도 미만이며, 이로써 제1 온도 미만이 된다). 증발기(66)를 나올 때, 냉각 유체(58)는 부하(62)의 방향으로 향해질 수 있는데, 여기서 냉각 유체(58)는 부하(62)를 냉각시키는데 활용될 수 있다.

[0029] 실시예에 따라, 냉각 유체(58)의 제1 부위가 외기 냉각 시스템의 공랭식 열 교환기(56)의 방향으로 향해질 수 있으며, 반면에 냉각 유체(58)의 제2 부위는 (예를 들어, 3-방향 밸브(64)를 거쳐) 기계 냉각 시스템(54)의 증발기(66)의 방향으로 향해질 수 있다. 다른 실시예들에서는, 일반적으로 냉각 유체(58)의 전부가 증발기(66)에 들어가기 전에 공랭식 열 교환기(56)를 통과하여 유동하거나, 또는 증발기(66)를 바로 통과하여 유동할 수 있다.

[0030] 냉장 시스템(12)은 3-방향 밸브(64)의 위치, 바이패스 밸브(67)의 위치, 하나 이상의 팬(60)의 속도, 하나 이상의 팬(77)의 속도(예를 들어, 도 5), 압축기(70)의 속도, 및/또는 부하(62)에 공급되는 냉각 유체(58)의 온도에 영향을 미칠 수 있는 임의의 다른 동작 조건들을 조절할 수 있는 제어기(78)를 포함할 수 있다. 따라서, 냉장 시스템(12)은 냉장 시스템(12)의 동작 조건들을 모니터링할 수 있는 하나 이상의 센서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 냉장 시스템(12)은 복귀 냉각 유체 온도 센서(81), 공급 냉각 유체 온도 센서(83), 흡입 압력 센서(85), 토출 압력 센서(87), 및/또는 주위 온도 센서(89)를 포함할 수 있다. 온도 및/또는 압력 센서들은 하나 이상의 센서로부터 수신된 피드백에 기반하여 3-방향 밸브(64)의 위치, 밸브(67)의 위치, 하나 이상의 팬(60)의 속도, 하나 이상의 팬(77)의 속도(도 5), 및/또는 압축기(70)의 속도를 조절할 수 있는 제어기(78)에 피드백을 제공할 수 있다.

[0031] 실시예에 따라, 제어기(78)는 프로세서(80) 및 메모리(82)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어기(78)는 여기에 개시된 기술들을 구현하기 위해 프로세서(예를 들어, 프로세서(80))에 의해 이용되는 기계 판독 가능 매체(예를 들어, 메모리(82)에 저장된 비일시적 코드 또는 명령어들을 포함한다. 메모리(82)는 프로세서(80)에 의해 실행될 수 있는 컴퓨터 명령어들을 저장할 수 있다. 또한, 메모리(82)는 냉장 시스템(12)의 소정의 동작 조건들과 관련된 실험적 데이터 및/또는 기타 수치들을 저장할 수 있다. 제어기(78)는 예를 들어, 하나 이상의 센서로부터 수신된 피드백에 기반하여 3-방향 밸브(64)의 위치, 밸브(67)의 위치, 하나 이상의 팬(60)의 속도, 하나 이상의 팬(77)의 속도, 및/또는 압축기(70)의 속도를 조절함으로써 냉장 시스템(12)의 동작을 모니터링하고 제어할 수 있다. 냉장 시스템(12)의 제어기(78)는 냉장 시스템(12)의 효율을 향상시킬 수 있는 명령어들을 수행하도록 구성될 수 있다. 이러한 명령어들은 도 6을 참조하여 여기에서 더 상세히 설명될 것이다.

[0032] 도 4는 기계 냉각 시스템(54)이 제2 증기 압축 냉장 사이클(90)을 포함하는 냉장 시스템(12)의 블록도이다. 제2 증기 압축 냉장 사이클(90)은 제2 압축기(91)(예를 들어, 가변 속도 압축기 또는 고정 속도 압축기), 제2 응축기(92), 및 제2 팽창 디바이스(93)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 압축기(70)는 가변 속도 압축기일 수 있고, 제2 압축기(91)는 고정 속도 압축기일 수 있다. 그러나, 다른 실시예들에서, 압축기(70) 및 제2 압축기(91)는 냉장 시스템(12)이 최소 에너지 입력으로 동작할 수 있게 하는 가변 속도 압축기와 고정 속도 압축기의 임의의 적절한 조합일 수 있다. 또한, 제2 증기 압축 냉장 사이클(90)은 냉각 부하 수요가 비교적 높은 경우 추가적으로 냉각시키기 위해 냉매(94)가 증발기(66)를 통과하도록 구성될 수 있다. 제2 증기 압축 냉장 사이클(90)은 증기 압축 냉장 사이클(68)과 실질적으로 동일한 방식으로 동작하여 냉각된 냉매(94)를 증발기(66)에 제공하도록 구성될 수 있는데, 여기서 냉각된 냉매(94)는 냉각 유체(58)로부터 열을 흡수할 수 있다. 일부 실시예들에서, 냉매(94)는 냉매(76)와 동일한 유체(예를 들어, 물, 글리콜, 및/또는 물과 글리콜의 혼합물)일 수 있다. 다른 실시예들에서, 냉매(94)는 냉매(76)와 상이할 수 있다.

[0033] 도 4에 도시된 바와 같이, 2개의 냉매 회로(68 및 90)는 단일의 증발기(66)를 공유한다. 본 실시예에서, 증발기(66)는 쉘 측에 냉매를 구비하고 튜브 측에 물 또는 글리콜을 구비한 쉘앤튜브 열 교환기를 포함한다. 파티션(95)이 2개의 냉매 회로(68 및 90)를 분리하고 이들 2개의 회로(68 및 90) 사이의 튜브 시트 역할을 한다. 다른 실시예들에서, 냉장 시스템(12)에 다수의 냉매 회로들(68 및 90)이 포함된 경우 DX 증발기들 또는 브레이징 판형 증발기들이 활용될 수 있다.

[0034] 도 4의 예시적인 실시예에 도시된 바와 같이, 제2 응축기(92)는 응축기(72)로부터 이격된 공기 유동 경로(96)에

배치될 수 있다. 제2 공랭식 열 교환기(97)는 공기 유동 경로(96)를 따라 배치될 수 있고, 제2 응축기(92)와 팬들(98)(예를 들어, 가변 속도 팬들)을 공유할 수 있다. 본 실시예에서, 공기 스트림(59)은 공랭식 열 교환기(59), 응축기(72), 및 팬들(60)을 통해 주위 환경으로부터 인입된 후, 위로(예를 들어, 냉장 시스템(12) 밖으로) 토출된다. 마찬가지로, 공기 유동 경로(96)는 제2 공랭식 열 교환기(97), 제2 응축기(92), 및 팬들(98)을 통해 주위 환경으로부터 인입된 후, (예를 들어, 냉장 시스템(12)으로부터) 위로 토출된다. 다른 실시예들에서, 응축기(72), 제2 응축기(92), 및 공랭식 열 교환기(56)는 냉각 부하 수요를 충족시키기 위해 임의의 적절한 배열로 배치될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 응축기(72), 제2 응축기(92), 및 공랭식 열 교환기(56) 중 하나 이상은 주위 공기가 일렬 유동 구성에서 공랭식 열 교환기(56), 응축기(72), 제2 응축기(92), 및 팬(60)을 통해 유동하도록 팬들을 공유할 수 있다(예를 들어, 응축기(72), 제2 응축기(92),및/또는 공랭식 열 교환기(56)가 동일한 공기 유동 경로에 배치됨).

[0035] 또한, 제어기(78)는 제2 흡입 압력 센서(99) 및 제2 토출 압력 센서(100)에 통신 가능하게 결합되어 제2 압축기(91)를 들어가거나 나오는 냉매(94)의 압력을 모니터링할 수 있다(예를 들어, 압축기(70)를 위한 흡입 압력 센서(85) 및 토출 압력 센서(87)와 유사함). 일부 실시예들에서, 제2 압축기(91)를 들어가거나 나오는 냉매(94)의 압력은 제어기(78)로 하여금 제2 압축기(91)의 속도를 증가 및/또는 감소시킬 지 여부를 결정하게 할 수 있다.

[0036] 냉장 시스템(12)은 이코노마이저(101), 필터(102), 오일 분리기(104), 및/또는 부하(62)를 냉각시키기 위한 향상된 제어 및 능력을 제공할 수 있는 추가적인 밸브들을 추가적으로 포함할 수 있으며, 이로 인해 냉장 시스템(12)의 효율을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 도 5는 이러한 추가 디바이스들을 포함하는 냉각 시스템(12)의 블록도이다. 도 5의 예시적인 실시예에 도시된 바와 같이, 증기 압축 냉장 사이클(68)은 이코노마이저(101)를 포함한다. 이코노마이저(101)는 플래시 탱크(106)뿐 아니라 팽창 디바이스(74)를 포함할 수 있다. 실시예에 따라, 플래시 탱크(106)는 비교적 낮은 압력과 낮은 온도로 팽창 디바이스(74)로부터 냉매(76)를 받을 수 있다. 플래시 탱크(106)는 응축 냉매로부터 임의의 증기 냉매(vaporous refrigerant)를 훨씬 더 분리하기 위해 냉매(76)의 압력을 급속히 낮추도록 구성된 용기일 수 있다. 또한, 냉매(76)의 제1 부위는 플래시 탱크(106)에서의 급속한 팽창으로 인해 기화할 수 있다(예를 들어, 액체에서 기체로 변함). 일부 실시예들에서, 기화한 냉매(76)의 제1 부위는 증발기(66)를 바이패스할 수 있고, 바이패스 회로(107)를 거쳐 압축기(70)를 향하게 할 수 있다. 또한, 냉매(76)의 제2 부위는 액체 상태로 남을 수 있고, 플래시 탱크(106)의 하단(108)에 쌓일 수 있다. 일부 실시예들에서, 냉매(76)의 제2 부위의 유동이 냉매 시스템(12)의 기타 동작 조건들에 기반하여 조절될 수 있도록, 플래시 탱크(106)의 다운스트림 및 증발기(66)의 업스트림에 밸브(110)가 포함될 수 있다. 예를 들어, 응축기(72)가 냉매(76)의 온도를 임의의 레벨로 줄여서 플래시 탱크(106)를 나가는 제1 부위가 제2 부위보다 실질적으로 낮게 하는 경우, 밸브(110)는 더 많은 냉매(76)가 증발기(66)에서 증발되어 압축기(70)를 향하도록 증발기(66)를 향하는 냉매(76)의 제2 부위의 유동을 증가시키게 끔 조절될 수 있다.

[0037] 또한, 플래시 탱크(106)는 플래시 탱크(106)의 하단(108)에 쌓인 냉매(76)의 제2 부위(예를 들어, 액체 부위)의 양을 모니터링할 수 있는 액체 레벨 센서(111)를 포함할 수 있다. 액체 레벨 센서(111)는 제어기(78)에 통신 가능하게 결합되어 플래시 탱크(106)에 쌓인 액체의 양에 관해 제어기(78)에 피드백을 제공할 수 있다. 실시예에 따라, 제어기(78)는 액체 레벨 센서(111)로부터 수신된 피드백에 기반하여 출력, 함수, 또는 명령을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 실시예에 따라, 응축기(72)와 이코노마이저(101) 사이에 3-방향 밸브(112)가 위치할 수 있다. 그러므로, 플래시 탱크(106)의 액체 레벨이 임계 레벨을 초과하면, 3-방향 밸브(112)는 냉매(76)가 바이패스 회로(113)를 따라 증발기(66)로 향하도록 조절될 수 있으며, 이로써 이코노마이저(101)를 바이패스할 수 있다(예를 들어, 냉매의 온도가 너무 낮아서 이코노마이저(101)에 의해 제공되는 추가 냉각이 바람직하지 않을 수 있음). 또한, 플래시 탱크(106)의 액체 레벨이 소정의 레벨 미만이면, 바이패스 회로(113)를 차단함으로써 3-방향 밸브(112)는 냉매(76)의 전부 또는 상당 부분이 이코노마이저(101)에서 추가적인 냉각을 초래하게 할 수 있다.

[0038] 도 5의 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 증기 압축 냉장 사이클(68)은 냉매(76)의 제1 부위가 압축기(70)로부터 플래시 탱크(106)를 향해 유동하는 것을 차단할 수 있는 바이패스 회로(107)를 따라 배치된 체크 밸브(115)를 포함할 수 있다. 따라서, 냉매(76)(예를 들어, 증기 냉매)의 제1 부위는 플래시 탱크(106)로부터 압축기(70)를 향하게 될 수 있는데, 여기서 냉매(76)의 제1 부위의 압력이 증가할 수 있다. 또한, 체크 밸브(115)로 인해, 냉매(76)의 제1 부위는 압축기(70)로부터 플래시 탱크(106)를 향해 되돌아 유동하는 것이 차단될 수 있다. 추가적으로 또는 대안으로서, 플래시 탱크(106)와 압축기(70) 사이에 밸브(116)가 포함되어 냉매(76)의 제1 부위의 유동이 (예를 들어, 밸브(116)의 위치를 조절하도록 구성된 액추에이터를 거쳐) 제어기(78)에 의해 조절될 수 있다. 압축기(70)는 압축될 수 있는 냉매(76)의 비율을 통제하는 (예를 들어, 압축기 속도에 기반한)

소정의 용량을 포함할 수 있기 때문에, 플래시 탱크(106)로부터 압축기(70)를 향하는 냉매(76)의 제1 부위의 유동을 제어하는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 압축기(70)가 소정의 용량 부근에 있으면, 제어기(78)는 밸브(116)를 조절하여 압축기(70)를 향해 유동하는 냉매(76)의 제1 부위의 유동 레이트를 감소시킬 수 있다. 이와 유사하게, 압축기가 일반적으로 용량 미만에서 동작하는 경우, 제어기(78)는 밸브(116)를 조절하여 압축기(70)를 향해 유동하는 냉매(76)의 제1 부위의 유동을 증가시킬 수 있다.

[0039] 또한, 증기 압축 냉장 사이클(68)은 냉매(76)로부터 오염물들을 제거하는데 활용될 수 있는 필터(102)를 포함할 수 있다. 실시예에 따라, 산(acids) 및/또는 오일이 증기 압축 냉장 사이클(68)을 통해 주기 이동하는 냉매(76)와 혼합되질 수 있다. 따라서, 필터(102)는 냉매(76)로부터 이러한 오염물들을 제거하여 팽창 디바이스(74), 플래시 탱크(106), 압축기(70), 및/또는 증발기(66)를 들어가는 냉매(76)가 최소한의 오염물을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0040] 증기 압축 냉장 사이클(68)은 또한, 예를 들어 압축기(70)의 다운스트림 및 응축기(72)의 업스트림에 배치될 수 있는 오일 분리기(104)를 포함할 수 있다. 오일 분리기(104)는 압축기(70)를 통해 흐르는 경우 냉매(76)에 수집될 수 있는 오일을 제거하는데 활용될 수 있다. 따라서, 오일 분리기(104) 내에서 제거되는 임의의 오일은 오일 분리기(104)로부터 재순환 회로(117)를 통해 압축기(70)로 복귀할 수 있다. 또한, 냉매(76)로부터 제거된 오일은 오일 분리기 내에 쌓일 수 있다. 이처럼, 압축기(70)를 향해 유동하는 오일의 유동 및/또는 압력을 제어하기 위해 밸브(118)가 재순환 회로(117)를 따라 배치될 수 있다. 그러므로, (예를 들어, 밸브(118)의 위치를 조절하도록 구성된 액추에이터를 거쳐) 제어기(78)에 의해 압축기(70)로 복구한 오일의 양이 조절될 수 있다. 실시예에 따라, 오일 분리기(104)는 플래시 용기, 막 분리기(membrane separator), 또는 냉매(76)(예를 들어, 물 및/또는 글리콜)로부터 오일을 분리하도록 구성된 임의의 다른 디바이스일 수 있다.

[0041] 또한, 오일 분리기(104)를 향해 유동하는 냉매(76)의 양을 제어하기 위해 압축기(70)와 오일 분리기(104) 사이에 밸브(119)가 배치될 수 있다. 경우에 따라, 오일 분리기(104)는 제어기(78) 및/또는 오퍼레이터가 오일 분리기(104) 내에 얼마나 많은 오일이 쌓일 수 있는지를 판단하게 할 수 있는 오일 레벨 모니터링 디바이스(예를 들어, 오일 레벨 센서(120))를 포함할 수 있다. 오일 분리기(104) 내의 오일의 양이 소정의 임계 레벨을 초과하는 경우, 제어기(78)는 밸브(119)의 위치를 조절하여 오일 분리기(104)를 향하는 냉매(76)의 유동을 감소시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어기(78)는 또한 밸브(118)의 위치를 조절하여 오일 분리기(104)로부터 압축기(70)로 복귀하는 오일의 양을 증가시킬 수 있다. 따라서, 오일 분리기(104) 내의 오일의 레벨이 감소할 수 있으며, 이로써 더 많은 냉매(76)가 오일 분리기(104)를 향해 유동하게 함으로써 응축기(72)를 향해 유동하게 할 수 있다. 본 설명은 증기 압축 냉장 사이클(68)에 중점을 두었지만, 제2 증기 압축 냉장 사이클(90)이 이코노마이저, 필터, 오일 분리기, 및/또는 도 5를 참조하여 설명된 추가 밸브들 및 컴포넌트들을 포함할 수 있음에 유의해야 한다.

[0042] 냉장 시스템(12)의 효율을 향상시키기 위해, 하나 이상의 팬(60)이 최대 속도(하나 이상의 팬(60)이 더 이상 빨리 회전할 수 없는 속도 및/또는 제조사에 의해 지정된 소정의 최대 속도)에 도달하기 전에 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))를 동작시키는 것이 바람직할 수 있다. 경우에 따라, 하나 이상의 팬(60)이 최대 속도에 도달하기 전에 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))를 동작시키는 것은 냉장 시스템(12)의 효율을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 도 6은 냉장 시스템(12)의 효율을 향상시키는데 활용될 수 있는 프로세스(130)의 블록도이다.

[0043] 블록 132에서, 제어기(78)는 주위 공기(예를 들어, 냉장 시스템(12)의 주변 환경에서의 공기)의 온도 및/또는 냉각 부하(예를 들어, 부하(62)) 수요를 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어기(78)는 주위 공기 온도를 모니터링하는 주위 공기 온도 센서(89)에 통신 가능하게 결합될 수 있다. 또한, 제어기(78)는 복귀 냉각 유체 온도 센서(81) 및/또는 공급 냉각 유체 온도 센서(83)에 통신 가능하게 결합되어 냉각 부하 수요를 결정할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같이, 주위 공기 온도는 냉장 시스템(12)을 둘러싼 환경에서 공기의 온도일 수 있다. 또한, 냉각 부하 수요는 부하(62)의 소정의 또는 원하는 온도(예를 들어, 사용자 인터페이스로부터 수신된 온도)와 부하(62)의 실제 온도(예를 들어, 부하(62)를 모니터링하는 센서로부터 수신된 온도) 사이의 차이 및/또는 부하(62)에 공급되거나 그로부터 복귀하는 (예를 들어, 사용자 인터페이스로부터 수신되는) 냉각 유체(58)의 원하는 온도와 부하(62)에 공급되거나 그로부터 복귀하는 냉각 유체(58)의 실제 온도(예를 들어, 복귀 냉각 유체 온도 센서(82) 또는 공급 냉각 유체 온도 센서(83)로부터 수신된 온도) 사이의 온도 차이에 기초할 수 있다.

[0044] 블록 134에서, 제어기(78)는 적어도 주위 공기의 온도 및/또는 냉각 부하 수요에 기반하여 제1 속도로 공랭식 열 교환기(56)의 하나 이상의 팬(60)을 동작시키도록 구성될 수 있다. 따라서, 제어기(78)는 하나 이상의 센서로부터 수신된 피드백에 기반하여 (예를 들어, 프로세서(80)를 거쳐) 팬의 제1 속도를 계산하도록 구성될 수 있

다. 하나 이상의 팬(60)의 제1 속도는 냉각 부하 수요가 증가함에 따라 및/또는 주위 공기 온도가 증가함에 따라 증가할 수 있다. 이와 반대로, 제1 속도는 냉각 부하 수요가 감소함에 따라(예를 들어, 부하의 실제 온도가 냉각 시의 부하의 소정의 온도 미만인 경우) 및/또는 주위 공기 온도가 감소하는 경우 감소할 수 있다.

[0045] 실시예에 따라, 하나 이상의 팬(60)은 최대 속도(예를 들어, 하나 이상의 팬(60)이 물리적으로 초과할 수 없는 속도)를 포함할 수 있다. 그러나, 하나 이상의 팬(60)의 속도를 최대 속도까지 증가시키는 것은 바람직하지 않을 수 있다는 것을 인식하게 된다. 오히려, 주위 공기 온도가 증가하는 경우 및/또는 냉각 부하 수요가 증가하는 경우 압축기(70)의 압력을 동작 및/또는 증가시키는 것은 냉장 시스템(12)에 입력되는 전력을 줄일 수 있다. 그러므로, 제어기(78)의 메모리(82)는 하나 이상의 팬(60)의 최대 속도 미만일 수 있는 하나 이상의 팬(60)의 임계 속도를 (예를 들어, 알고리즘을 이용하여) 계산하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 팬(60)의 임계 속도는 최대 속도의 50%와 99% 사이, 최대 속도의 70%와 95% 사이, 또는 최대 속도의 80%와 90% 사이일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어기(78)는 아래의 수식 1을 이용하여 외기 냉각 전용 모드 동안 임계 팬 속도를 계산할 수 있다.

[0046] [수식 1]

[0047] 임계 속도 = $\{[d1 \times (ECHLT - T_{amb})^2] + d0\} \times FanFactor1$

[0048] 수식 1에서, d1 및 d0는 공랭식 열 교환기(56)에 특정한 소정의 인자들을 나타낼 수 있다. 또한, ECHLT는 진입 칠링 처리 액체 온도(entering chilled liquid temperature) 또는 증발기(66)로부터 부하(62)를 향하는 냉각 유체(58)의 온도(예를 들어, 공급 냉각 유체 온도 센서(83)로부터 수신된 온도)를 나타낸다. T_{amb}는 주위 공기 온도이고, FanFactor1는 공랭식 열 교환기(56)에 특정될 수 있는 프로그램 가능 인자이다.

[0049] 외기 냉각 전용 모드에서 동작하는 경우, 제어기는 팬 속도를 변조하여 소정의 설정점 근처에서 진출 칠링 처리 액체 온도(leaving chilled liquid temperature)를 유지한다. 부하 및/또는 주위 온도가 증가함에 따라, 제어기는 팬들(60)이 임계 속도에 도달할 때까지 팬들(60)의 속도를 증가시킨다. 임계 속도에서, 제어기(78)는 임계 속도를 넘어서는 하나 이상의 팬(60)의 속도 증가를 차단할 수 있다. 부하 또는 주위 온도의 임의의 추가적 증가, 또는 설정점 값보다 높은 진출 칠링 처리 물 온도의 상응하는 증가를 초래하는 다른 동작 조건은 제어기로 하여금 하나 이상의 압축기(예를 들어, 가변 속도 압축기)의 동작을 개시하게 한다. 수식 1에 의해 도시된 바와 같이, 임계 속도는 다양한 동작 조건에 대해 상이할 수 있다(예를 들어, 주위 공기 온도 및/또는 냉각 부하의 다양한 조합에 대한 상이한 임계 속도). 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))의 속도는 당업계에 공지된 알고리즘들을 이용하여 제어기(78)에 의해 결정될 수 있으며, 이로써 냉각 부하 수요가 냉장 시스템(12)에 의해 달성될 수 있다.

[0050] 하나 이상의 팬(60)이 임계 속도에 도달하는 경우, 제어기(78)는 또한 블록 136에 도시된 바와 같이 제1 압축기 속도로 기계 냉각 시스템(54)의 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91)를 동작시키도록 구성될 수 있다. 실시예에 따라, 압축기(70)의 제1 압축기 속도는 냉각 부하 수요를 달성하고 냉장 시스템(12)에 입력된 에너지량을 감소시키는 속도일 수 있다(예를 들어, 최소 에너지량이 입력됨). 또한, 제어기(78)는 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))가 동작하고 있는 경우 하나 이상의 팬(60)의 제2 속도를 결정하도록 구성될 수 있다. 다시 말하면, 압축기(70)가 동작하는 경우, 임계 속도로 하나 이상의 팬을 계속 동작시키는 것이 바람직하지 않을 수 있다. 예를 들어, 제어기(78)는 수식 2에 기반하여 제2 속도를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0051] [수식 2]

[0052] 제2 속도 = b1 × 팬당 단위 총 부하 + b2 × FanFactor2

[0053] 그러므로, 제2 속도(예를 들어, 하이브리드 동작 모드 중에 하나 이상의 팬(60)의 속도)는 팬당 단위 총 부하(예를 들어, 하나 이상의 팬(60) 중 하나의 팬에 의해 수행되는 외기 냉각 및 기계 냉각의 양)에 기반할 수 있다. 따라서, 제어기(78)는 무엇보다도 진입 칠링 처리 액체 온도(ECHLT), 주위 온도(T_{amb}), 각 팬의 외기 냉각 용량, 각 팬의 기계 냉각 용량, 냉장 시스템(12)에 포함된 팬들의 개수 등에 기반할 수 있는 팬당 단위 총 부하를 결정하도록 구성될 수 있다. 인자들(b1, b2, 및 FanFactor2)은 실험적 데이터에 기반하고/하거나 (예를 들어, 제조사에 의해 제공되는) 냉장 시스템(12)에 특정한 정보에 기반하여 압축기(들)(70 및/또는 91) 및 팬들(60)의 총 에너지 사용을 최소화하도록 미리 정해질 수 있다. 팬당 단위 총 부하는 압축기들(70 및/또는 91)에 의해 제공되는 기계 냉각 용량에 공랭식 열 교환기(56)로부터 제공되는 외기 냉각 용량을 더한 값으로부터 추정될 수 있다.

[0054] 제2 속도는 압축기들(70 및/또는 91) 및 팬들(60)의 총 에너지 사용을 최소화할 수 있는 추정 팬 속도를 나타낸다. 경우에 따라, 제2 속도에 기반하여 특정 냉매 회로(68 및/또는 90)에 대한 팬 속도를 조절하여 압축기 오일 압력, 압축기 흡입 압력, 압축기 토출 압력, 및/또는 수용 가능 제어 한도들 내의 다른 동작 조건들을 유지하는 것이 바람직할 수 있다.

[0055] 실시예에 따라, 압축기(70)는 하나 이상의 팬(60)이 임계 속도에 도달한 경우, 주위 공기 온도가 소정의 값에 도달한 경우, 및/또는 냉각 부하 수요가 소정의 값에 도달한 경우에 동작할 수 있다. 따라서, 제어기(78)는 진출 칠링 처리 액체 온도, 하나 이상의 팬(60)의 제2 속도, 주위 공기 온도, 및/또는 냉각 부하 수요에 기반하여 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))의 제1 압축기 속도를 결정할 수 있다. 다른 실시예들에서, 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))는 하나 이상의 팬(60)이 임계 속도에 도달할 때까지 동작되지 않을 수 있다. 임의의 경우에, 최대 속도 미만의 하나 이상의 팬(60) 및 압축기(70)를 동시에 동작시키는 것은 냉장 시스템(12)에 의해 소모되는 전력량을 감소시킬 수 있는데, 이는 냉장 시스템의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0056] 경우에 따라, 동작 조건들(예를 들어, 주위 공기 온도 및/또는 냉각 부하 수요)은 냉장 시스템의 동작 중에 변할 수 있다. 따라서, 블록 138에서, 제어기(78)는 동작 조건들의 변화를 초래하기 위해 하나 이상의 팬(60)의 속도, 압축기(70)의 압축기 속도, 및/또는 제2 압축기(91)의 압축기 속도를 조절하도록 구성될 수 있다. 또한, 제어기(78)는 냉장 시스템(12)의 상이한 동작 모드(예를 들어, 도 7 참조) 사이에서 전환되도록 구성될 수 있다. 비제한적 예시로서, 냉장 시스템(12)이 외부 환경에 위치하는 경우, 주위 공기 온도는 (예를 들어, 햇빛이나 햇빛 결핍의 결과로) 야간에 감소하고 주간에 증가할 수 있다. 그러므로, 압축기(70) 및 공랭식 열 교환기(56)의 하나 이상의 팬(60)을 활용하는 동작의 하이브리드 냉각 모드 중에, 제어기(78)는 하나 이상의 팬(60)의 속도를 제1 속도에서 제2 속도(예를 들어, 제2 속도는 제1 속도 미만임)로 감소시키고/시키거나, 밤에, 압축기(70)의 압축기 속도를 제1 압축기 속도로부터 제2 압축기 속도(예를 들어, 제2 압축기 속도는 제1 압축기 속도 미만임)로 감소시키도록 구성될 수 있다. 이와 유사하게, 주위 공기 온도가 주간 동안에 상승함에 따라, 제어기(78)는 하나 이상의 팬(60)의 속도를 제1 속도 및/또는 제2 속도로부터 제3 속도(예를 들어, 제3 속도는 제1 속도 및/또는 제2 속도보다 높음)로 증가시키고/시키거나 압축기(70)의 압축기 속도를 제1 압축기 속도 및/또는 제2 압축기 속도로부터 제3 압축기 속도(예를 들어, 제3 압축기 속도는 제1 압축기 속도 및/또는 제2 압축기 속도보다 높음)로 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0057] 또한, 제어기(78)는 냉각 부하 수요가 증가 및/또는 감소하는 경우 하나 이상의 팬(60)의 속도 및/또는 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))의 속도를 조절하도록 구성될 수 있다. 임의의 이벤트에서, 제어기(78)는 냉장 시스템(12)(예를 들어, 식 2 참조)에 입력된 전력량을 실질적으로 또는 일반적으로 최소화하는 압축기(70)의 압축기 속도(및/또는 제2 압축기(91)의 속도)와 하나 이상의 팬(60)의 속도의 조합을 계산함으로써 압축기(70)(및/또는 제2 압축기(91))의 압축기 속도 및 하나 이상의 팬(60)의 속도를 결정하도록 구성될 수 있다. 따라서, 냉장 시스템(12)의 효율이 향상될 수 있다.

[0058] 도 7은 냉장 시스템(12)의 동작의 다양한 모드에서의 냉각 부하 수요의 함수로서 주위 공기 온도의 그래픽 표현(150)이다. 그래픽 표현은 진출 칠링 처리 액체 온도(LCHLT)(예를 들어, 복귀 냉각 유체 온도 센서(81)로부터 수신된 온도) 및 유동 레이트가 일정하다고 가정한다. 따라서, 그래픽 예시(150)는 냉장 시스템(12)이 적어도 주위 공기 온도 및 냉각 부하 수요에 기반하여 주어진 모드로 동작할 수 있는 경우를 나타낸다. 도 7의 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 주위 공기 온도가 임계 온도선(152) 미만이 경우, 외기 냉각 시스템(52)이 동작될 수 있다. 실시예에 따라, 임계 온도선(152)은 측정된 복귀 칠링 처리 액체 온도, 측정된 주위 공기 온도, 및/또는 다른 동작 파라미터들에 기반하여 냉각 유체(58)로부터 열을 흡수하기 위해 외기 냉각이 여전히 효과적일 수 있는 주위 공기 온도를 나타낸다. 또한, 주위 공기 온도가 제2 임계 온도선(154) 미만인 경우, 냉장 시스템(12)은 외기 냉각 전용 모드(156)로 동작할 수 있다. 제2 임계 온도선(154)은 기계 냉각 시스템(54)을 활용하는 것 없이 및/또는 하나 이상의 팬(60)을 임계 속도 이상으로 동작시키는 것 없이 냉각 부하 수요가 달성될 수 있는 주위 공기 온도를 나타낼 수 있다.

[0059] 주위 공기 온도가 제2 임계 온도선(154)을 초과하지만 임계 온도선(152) 미만인 경우, 제어기(78)는 제1 하이브리드 냉각 모드(158)에서 증기 압축 냉장 사이클(68)의 압축기(70)를 동작시키도록 구성될 수 있다. 제1 하이브리드 냉각 모드(158)에서, 증기 압축 냉장 사이클(68) 및 외기 냉각 시스템(52)에 의해 수행되는 냉각의 양은 냉각 부하 수요를 달성한다. 그러나, 경우에 따라, (예를 들어, 냉각 부하 수요가 냉각 부하 수요 임계선(159)을 초과하는 경우) 주위 공기 온도는 임계 온도선(152) 미만일 수 있지만, 외기 냉각 시스템(52) 및 증기 압축 냉장 사이클(68)은 냉각 부하 요구를 달성할 수 없을 수도 있다. 그러므로, 제2 증기 압축 냉장 사이클(90)의 제2 압축기(91)는 증기 압축 냉장 사이클(68)의 압축기(70) 및 공랭식 열 교환기(56)와 함께 동작되어 원하는

레벨의 냉각을 달성할 수 있다. 이러한 경우에, 냉장 시스템(12)은 제2 하이브리드 냉각 모드(160)로 동작할 수 있다.

[0060] 주위 공기 온도가 임계 온도선(152) 이상으로 증가함에 따라, 외기 냉각 시스템(52)은 임의의 실질적 양의 냉각을 제공하는 것 없이 에너지를 소모할 수 있다. 그러므로, 하나 이상의 팬(60)에 공급되는 전력이 차단될 수 있고, 제1 기계 냉각 전용 모드(162)가 수행될 수 있다. 제1 기계 냉각 전용 모드(162)는 증기 압축 냉장 사이클(68)의 압축기(70)를 동작시켜서 증발기(66)를 통해 유동하는 냉각 유체(58)를 냉각시킬 수 있다. 제1 기계 냉각 전용 모드(162)는 제2 냉각 부하 수요 임계선(164) 미만의 원하는 냉각 레벨을 달성할 수 있다. 이로 인해, 냉각 부하 수요가 제2 냉각 부하 수요 임계선(164)을 초과하는 경우(그리고, 주위 공기 온도가 온도 임계선(152)을 초과하는 경우), 제어기(78)에 의해 제2 기계 냉각 전용 모드(166)가 개시될 수 있다. 제2 기계 냉각 전용 모드(166)는 냉각 부하 수요를 달성하기 위해 제2 증기 압축 냉장 사이클(90)의 제2 압축기(91)와 증기 압축 냉장 사이클(68)의 압축기(70) 모두를 동작시킬 수 있다.

[0061] 실시예에 따라, 온도 임계선(152) 및 제2 온도 임계선(154)은 주위 공기 온도를 나타내는 축(170)을 따라 지점(168)에서 교차할 수 있다. 지점(168)은 LCHLT를 나타내는 지점(172) 미만일 수 있으며, 이로써 냉각 유체(58)로부터 주위 공기로 열이 전달될 수 있다.

[0062] 도 8은 공랭식 열 교환기(56)를 대신하거나 이에 추가하여 활용될 수 있는 외기 냉각 회로(200)의 일 실시예의 개략도이다. 외기 냉각 회로(200)는 냉각 유체(58)가 외기 냉각 회로(200)의 작동 유체(202)와 열 교환 관계에 있도록 한다. 예를 들어, 냉장 시스템(12)은 외기 냉각 회로(200)의 작동 유체(202)와 냉각 유체(58) 사이의 열 에너지 전달을 가능하게 할 수 있는 열 교환기(204)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 냉각 유체(58)는 열 교환기(204)를 통해 연속적으로 유동할 수 있다(예를 들어, 열 교환기(204)가 3-방향 밸브(64)를 대체하거나 3-방향 밸브(64)의 업스트림 또는 다운스트림에 위치함). 다른 실시예에서, 냉각 유체(58)는 3-방향 밸브(64)를 이용하여 열 교환기(204)로 선택적으로 지향될 수 있다(예를 들어, 열 교환기(204)가 공랭식 열 교환기(56)를 대체하거나 공랭식 열 교환기(56)의 업스트림 또는 다운스트림에 위치하는 경우). 일부 실시예에서, 작동 유체(202)는 글리콜(glycol), 물과 글리콜의 혼합물, 및/또는 다른 적합한 유체이다. 외기 냉각 회로(200)는 작동 유체(202)가 에어플로우(airflow; 208)와 열 교환 관계에 있도록 하는 응축기(206)를 통하도록 작동 유체(202)를 지향시킬 수 있다. 따라서, 냉각 유체(58)는 외기 냉각 회로(200)를 통해 에어플로우(208)로 열 에너지를 간접적으로 전달할 수 있다.

[0063] 일부 실시예에서, 외기 냉각 회로(200)는 유동 제어 밸브(210)(예를 들어, 유체의 유동 레이트를 제어하도록 구성된 버터플라이 밸브 또는 기타 다른 밸브), 응축기 바이패스 밸브(212)(유체의 유동 레이트를 제어하도록 구성된 버터플라이 밸브 또는 기타 다른 밸브), 체크 밸브(214), 펌프(216), 및/또는 하나 이상의 히터(218)를 포함한다. 히터들(218)은 펌프(216), 응축기 바이패스 밸브(212), 열 교환기(204), 및 연결 파이프에 의해 형성되는 루프 내의 목표 온도로 작동 유체(202)의 온도를 유지하도록 구성된다. 따라서, 주위 온도가 영하인 경우에도 루프 내의 작동 유체(202)의 온도는 영상이다. 이와 같이, 열 교환기는 펌프가 시동될 때 영하의 온도에 영향을 받지 않을 것이다. 일부 실시예에서, 히터들(218)의 크기를 최소화하고 루프 내에 균일한 온도를 제공하기 위해 루프의 컴포넌트들 주위에 단열재가 포함될 수 있다. 작동 유체는 열 교환기(204)로부터 제1 T형 연결부(220)로 유동할 수 있다. 유동 제어 밸브(210) 및/또는 응축기 바이패스 밸브(212)는 작동 유체(202)를 T-형 연결부(220)로부터 응축기(206)로 지향하고, 다시 열 교환기(204)로 지향하거나, 응축기(206) 및 열 교환기(204) 양자 모두로 지향하도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 유동 제어 밸브(210)가 개방되고 응축기 바이패스 밸브(212)가 폐쇄된 경우, 작동 유체(202)는 응축기(206)로 유동할 수 있다. 이와 유사하게, 유동 제어 밸브(210)가 폐쇄되고 응축기 바이패스 밸브(212)가 개방된 경우, 작동 유체(202)는 다시 열 교환기(204)로 유동할 수 있으며, 이로써 응축기(206)를 바이패스할 수 있다. 유동 제어 밸브(210) 및 응축기 바이패스 밸브(212)가 모두 개방(또는 부분적으로 개방)된 경우, 응축기(206)로부터의 작동 유체(202)와 응축기 바이패스 밸브(212)로부터의 작동 유체(202)가 제2 T형 연결부(221)에서 혼합되도록 작동 유체(202)는 응축기(206)를 향하고 다시 열 교환기(204)로 향하도록 지향될 수 있다.

[0064] 체크 밸브(214)는 응축기 바이패스 밸브(212)로부터 응축기(206)를 향해 유동하는 작동 유체(202)의 유동을 차단하지만, 작동 유체(202)가 응축기(206)(그리고 이로 인해 유동 제어 밸브(210))로부터 열 교환기(204)로 유동하게 한다. 다시 말하면, 체크 밸브(214)는 작동 유체(202)가 응축기(206)를 통해 단일 방향으로 유동하게 한다. 외기 냉각 회로(200)의 펌프(216)는 외기 냉각 회로(200)를 통과하는 작동 유체(202)의 유동 레이트를 제어할 수 있으며, 이로 인해 작동 유체(202)와 냉각 유체(58) 사이에 전달되는 열의 양을 조정한다. 예를 들어, 주위 온도가 상대적으로 높으면, 펌프(216)는 상당량의 열이 냉각 유체(58)로부터 작동 유체(202)로 전달되지

않기 때문에 펌프(216)는 셧다운(예를 들어, 턴오프)될 수 있다. 이와 반대로, 주위 온도가 상대적으로 낮으면, 작동 유체(202)의 온도가 임계치(예를 들어, 냉각 유체(58)를 동결시킬 수 있는 온도)가 보다 높게 유지되도록 하나 이상의 히터(218)가 열을 작동 유체(202)로 전달할 수 있다.

[0065] 냉장 시스템(12)의 제어기(78)는 외기 냉각 회로(200)를 따라 배치되어 작동 유체(202)의 온도를 모니터링하도록 구성된 하나 이상의 온도 센서(222)에 결합될 수 있다. 예를 들어, 외기 냉각 회로(200)는 열 교환기(204)에서 유출되는 작동 유체(202)(예를 들어, 따뜻한 제2 냉각 유체)의 온도를 모니터링하도록 구성된 제1 온도 센서(224)를 포함할 수 있다. 외기 냉각 회로(200)는 또한 응축기(206)에서 유출되는 작동 유체(202)(예를 들어, 냉각된 제2 냉각 유체)의 온도를 모니터링하도록 구성된 제2 온도 센서(226)를 포함할 수 있다. 또한, 외기 냉각 회로(202)는 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)(예를 들어, 따뜻한 제2 냉각 유체, 냉각된 제2 냉각 유체, 또는 따뜻한 제2 냉각 유체와 냉각된 제2 냉각 유체의 혼합물)의 온도를 모니터링하도록 구성된 제3 온도 센서(228)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제어기(78)는 또한 주위 온도를 모니터링하도록 구성된 온도 센서(230)와 결합될 수 있다.

[0066] 제어기(78)는 온도 센서들(222) 중 하나 이상으로부터 수신된 피드백에 기반하여 유동 제어 밸브(210)의 위치, 코일 바이패스 밸브(212)의 위치, 응축기 팬(231)의 속도, 및/또는 펌프(216)의 속도를 조정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어기(78)는 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)가 설정치(예를 들어, 목표 온도)에 도달하도록 유동 제어 밸브(210)의 위치, 코일 바이패스 밸브(214)의 위치, 응축기 팬(231)의 속도, 및/또는 펌프(216)의 속도를 조정할 수 있다. 설정치는 작동 유체(202)와 냉각 유체(58) 사이의 원하는 양의 열 전달 및/또는 냉각 유체(58)의 온도(예를 들어, 목표 온도)에 기반할 수 있다.

[0067] 일부 실시예에서, 작동 유체(202)는 냉각 유체(58)보다 낮은 빙점을 포함할 수 있다(예를 들어, 냉각 유체는 물이고 작동 유체는 글리콜인 경우). 따라서, 냉각 유체(58)의 동결을 차단하기 위해, 냉장 시스템(12)의 제어기(78)는 동결 방지 시스템(232)을 포함할 수 있다. 동결 방지 시스템(232)은 유동 제어 밸브(210)의 위치, 응축기 바이패스 밸브(212)의 위치, 응축기 팬(231)의 속도, 및/또는 펌프(216)의 속도를 조정하여 냉장 시스템(12)의 도관들(예를 들어, 열 교환기(204) 내의 튜브들)의 동결을 차단하거나 감소시키도록 구성될 수 있다. 제어기(78)는 응축기(206)에서 유출되는 작동 유체(202)의 출구 온도(outlet temperature)(예를 들어, 제2 온도 센서(226)로부터 수신된 온도), 주위 온도(예를 들어, 온도 센서(230)로부터 수신된 온도), 및/또는 응축기 바이패스 밸브(212) 및 유동 제어 밸브(210) 중 어느 하나 또는 양자 모두의 위치에 기반하여 유동 제어 밸브(210), 응축기 바이패스 밸브(212), 응축기 팬(231), 및/또는 펌프(216)에 신호들을 전송하도록 구성될 수 있다.

[0068] 동결 방지 시스템(232)은 외기 냉각 회로(200)의 동작 조건들을 나타내는 피드백에 기반한 특정 조치들을 수행할 수 있다. 아래 표 1에 도시된 바와 같이, 동결 방지 시스템(232)은 주위 공기 온도가 제1 목표 온도(예를 들어, 40°F) 초과인 경우 제1 동작 모드로 동작할 수 있다. 제1 동작 모드로 동작하는 경우, 주위 온도가 제1 목표 온도(예를 들어, 제1 임계 온도) 초과이면, 제어기(78)는 응축기 팬(231)을 턴오프 하고(만약 응축기 팬(231)이 아직 턴오프되지 않았으면), 펌프(216)를 턴오프 하고(만약 펌프(216)가 아직 턴오프되지 않았으면), 히터들(218)을 턴오프 하고(만약 히터들(218)이 아직 턴오프 되지 않았으면), 응축기 바이패스 밸브(212)를 폐쇄하고/하거나, 유동 제어 밸브(210)를 개방하기 위해 하나 이상의 신호를 전송하도록 구성된다. 제1 동작 모드로 동작하는 경우, 동결 방지 시스템(232)은 작동 유체(202)가 열 교환기(204)로 지향되기 전에 응축기(206)로 유동하게 한다. 이와 같이, 동결 방지 시스템(232)은 작동 유체(202)가 냉각 유체(58)가 열 교환기(204)에서 동결될 수도 있는 온도 이하로 떨어지지 않도록 주위 온도가 제1 목표 온도 초과이면 제1 모드로 동작한다.

[0069] 주위 온도가 제1 목표 온도에 도달하거나 그 이하로 떨어지는 경우, 동결 방지 시스템(232)은 아래 표 1에 도시된 바와 같이 제2 모드로 동작한다. 제2 모드에서, 주위 온도가 제1 목표 온도 이하이면, 동결 방지 시스템(232)은 응축기 팬(231)을 턴오프 하고(만약 응축기 팬(231)이 아직 턴오프되지 않았으면), 펌프(216)를 턴오프 하고(만약 펌프(216)가 아직 턴오프되지 않았으면), 히터들(218)을 턴온 하고, 응축기 바이패스 밸브(212)를 개방하고/하거나, 유동 제어 밸브(210)를 폐쇄하기 위해 하나 이상의 신호를 전송한다. 제2 모드로 동작하는 경우, 작동 유체(202)는 응축기(206)를 바이패스하고, 바이패스 밸브(212)를 통해 열 교환기(204)로 다시 지향된다. 이와 같이, 작동 유체(202)는 응축기(206) 내에서 열 에너지를 주위 공기로 전달하는 것 없이 열 교환기(204)로 다시 순환된다. 그러나, 작동 유체(202)의 온도가 상대적으로 낮을 수 있기 때문에, 열 교환기(204) 내의 냉각 유체(58)가 동결되지 않도록 히터들(218)이 가동될 수 있다. 예를 들어, 주위 공기 온도가 제1 목표 온도 미만이기 때문에, 응축기(206)를 통해 유동하는 작동 유체(202)의 온도는 (예를 들어, 작동 유체(202)를 이용한 열 에너지 전달을 통해) 냉각 유체(58)가 열 교환기(204)에서 동결하게 할 수 있는 레벨 미만으로 떨어질 수 있다. 이로 인해, 히터들(218)이 가동되어 작동 유체(202)의 온도를 냉각 유체(58)의 빙점보다 높도록 증가

시킨다.

[0070] 또한, 아래 표 1에 도시된 바와 같이, 동결 방지 시스템(232)은 응축기(206)에서 유출되는 작동 유체(202)의 온도에 기반하여 제3 모드로 동작할 수 있다. 일부 실시예에서, 동결 방지 시스템(232)의 제3 모드는 소정 시간 동안 제2 동작 모드로 동작한 후에 개시된다. 예를 들어, 제3 모드로 동작하는 경우, 제어기(78)는 응축기 팬(231)을 턴오프 하고(만약 응축기 팬(231)이 아직 턴오프되지 않았으면), 펌프(216)를 고정 속도로 동작시키고, 히터들(218)을 턴오프 하고(만약 히터들이 아직 턴오프되지 않았으면), 응축기 바이패스 밸브(212)를 개방하고/하거나, 유동 제어 밸브(210)를 개방하기 위해 하나 이상의 신호를 전송한다. 따라서, 유동 제어 밸브(210)는 응축기(206)를 통해 작동 유체(202)를 순환시키는 것을 시작하기 위해 개방된다. 일부 실시예에서, 유동 제어 밸브(210)는 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)의 온도를 냉각 유체(58)의 빙점(예를 들어, 냉각 유체(58)로부터의 일정량의 열에너지를 흡수하여 냉각 유체(58)의 온도를 빙점 아래로 감소시킬 수 있는 작동 유체(202)의 온도)보다 높게 유지하기 위해 점진적으로 개방된다. 이와 같이, 응축기 바이패스 밸브(212)를 통해 유동하는 작동 유체(202)는 작동 유체(202)가 열 교환기(204)로 유입되긴 전에 (예를 들어, 제2 T-형 연결부(221)에서) 응축기(206)로부터 유출되는 작동 유체(202)와 혼합된다. 이로 인해, 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)의 온도는 작동 유체(202)가 응축기(206)를 통해 유동 개시할 수 있게 하면서 냉각 유체(58)의 빙점보다 높게 남도록 조정된다.

[0071] 열 교환기(204)에서 유출되는 작동 유체(202)의 온도가 증가함에 따라 동결 방지 시스템(232)은 제4 동작 모드로 전환될 수 있다. 제4 동작 모드에서, 제어기(78)는 응축기 팬(231)을 턴오프 하고(만약 응축기 팬(231)이 아직 턴오프되지 않았으면), 펌프(216)를 고정 속도로 동작시키고, 히터들(218)을 턴오프 하고(만약 히터들(218)이 아직 턴오프되지 않았으면), 응축기 바이패스 밸브(212)를 폐쇄하고/하거나, 유동 제어 밸브(210)를 완전히 개방하기 위해 하나 이상의 신호를 전송할 수 있다. 일부 실시예에서, 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)의 온도를 냉각 유체(58)의 빙점보다 높게 유지하기 위해 제4 동작 모드로 동작하는 경우 응축기 바이패스 밸브(212)는 점진적으로 폐쇄된다. 다시 말하면, 일단 유동 제어 밸브(210)가 완전 개방 위치에 도달하면(예를 들어, 100% 개방 또는 완전 개방), 제어기(78)는 응축기(206)로 지향되는 작동 유체(202)의 유동을 증가시키고 응축기 바이패스 밸브(212)를 통해 열 교환기(204)로 지향되는 작동 유체(202)의 유동을 감소시키기 위해 응축기 바이패스 밸브(212)를 폐쇄하기 시작한다. 이와 같이, 제어기(78)는 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)의 온도를 냉각 유체(58)의 빙점보다 높게 유지되도록 조정한다. 일부 실시예에서, 응축기 팬(231)이 턴오프 되어 있기 때문에 작동 유체(202)의 온도는 냉각 유체(58)의 빙점보다 높게 유지된다.

[0072] 응축기 바이패스 밸브(212)가 완전 폐쇄되면, 동결 방지 시스템(232)은 제5 동작 모드로 동작하기 시작할 수 있다. 제5 동작 모드 중에, 제어기(78)는 적어도 냉각 수요 및/또는 압축기 수요에 기반하여 응축기 팬(231)의 속도를 조정하고, 적어도 응축기(206)에 대한 작동 유체(202)의 유입구 온도 및/또는 응축기 팬들(231)(예를 들어, 응축기(206)가 복수의 팬(231)을 갖는 경우) 중 하나의 최고 속도에 기반하여 펌프(216)의 속도를 조정하고, 히터들(218)을 턴오프 하고(만약 히터들이 아직 턴오프되지 않았으면), 응축기 바이패스 밸브(212)를 완전 폐쇄하고/하거나, 유동 제어 밸브(210)를 완전 개방하기 위해(만약 유동 제어 밸브(210)가 아직 완전 개방 위치에 있지 않으면) 하나 이상의 신호를 전송한다. 따라서, 일단 코일 바이패스 밸브(212)가 완전 폐쇄되고 유동 제어 밸브(210)가 완전 개방되면, 제어기(78)는 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)의 온도를 소정의 온도(예를 들어, 목표 온도)로 유지하기 위해 응축기 팬(231)의 속도를 조절하고/하거나 펌프(216)의 속도를 조절할 수 있다. 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)의 소정 온도는 (예를 들어, 열 교환기(204)에서 유출되는 냉각 유체(58)의 온도에 의해 적어도 결정되는) 냉각 유체(58)의 냉각 수요에 기반할 수 있다. 이와 같이, 제어기(78)는 피드백을 수신하고, 작동 유체(202)의 온도를 소정의 온도로 유지하기 위해 응축기 팬(206)의 속도 및/또는 펌프(216)의 속도를 조정한다.

[0073] 주위 공기 온도가 제2 목표 온도(예를 들어, 34°F)보다 높게 증가하는 경우 및/또는 작동 유체(202)의 온도가 제3 목표 온도(예를 들어, 34°F)보다 높게 증가하는 경우, 동결 방지 시스템(232)은 제6 동작 모드를 개시할 수 있다. 예를 들어, 제6 동작 모드로 동작하는 경우, 제어기(78)는 적어도 냉각 수요 및/또는 압축기 수요에 기반하여 응축기(206)의 속도를 조정하고, 적어도 응축기 팬들(231) 중 하나의 최고 속도에 기반하여 펌프(216)의 속도를 조정하고, 히터들(218)을 턴오프 하고(만약 히터들(218)이 아직 턴오프되지 않았으면), 응축기 바이패스 밸브(212)를 완전 폐쇄하고/하거나(만약 응축기 바이패스 밸브(212)가 아직 완전 폐쇄 위치에 있지 않으면), 유동 제어 밸브(210)를 완전 개방하기 위해(만약 유동 제어 밸브(210)가 아직 완전 개방 위치에 있지 않으면) 하나 이상의 신호를 전송한다. 따라서, 제어기(78)는 응축기 팬(231)의 속도 및/또는 펌프(216)의 속도를 조절하여 열 교환기(204)로 유입되는 작동 유체(202)의 온도를 조정한다.

[0074] 표 1의 제1 목표 온도의 값과 제2 목표 온도의 값이 각각 40와 34로 도시되어 있지만, 제1 목표 온도의 값과 제2 목표 온도의 값은 열 교환기(204)에서의 국부 동결을 회피하기 위해 열 교환기(204)를 통해 순환하는 액체의 빙점보다 높은 임의의 적합한 온도일 수 있다. 일부 실시예에서, 펌프(214)가 개시(예를 들어, 턴온)되기 전에 유동 제어 밸브(210)와 응축기 바이패스 밸브(212)가 응축기(206)를 통한 작동 유체(202)의 순환을 차단하도록 제1 목표 온도의 값은 제2 목표 온도의 값보다 크다. 부가적으로 또는 대안으로, 제2 목표 온도의 값은 열 교환기(204)에서의 동결을 회피하기 위해 제어를 위한 충분한 마진을 제공하면서 외기 냉각량을 증가시키기 위해 냉각 유체 (58)의 동결 온도보다 높다.

[0075] 일부 실시예에서, 작동 유체(202)의 온도가 빙점(예를 들어, 대략 30°F) 아래로 떨어지면 펌프(214)의 동작을 차단하기 위해 저온 한계 또한 사용될 수 있다. 일부 사례에서, 작동 유체(202)는 불충분한 컴포넌트 동작, 컴포넌트에 대한 전력 공급의 감소, 주위 기상 조건들, 또는 다른 작동 상의 결함들의 결과로서 저온 한계에 도달할 수 있다. 저온 한계는 사소한 온도 변동과 관련된 트립(trip)을 회피하기 위해 제2 목표 온도보다 낮을 수 있지만, 열 교환기(204)에서의 냉각 유체(58)의 동결을 회피하기 위해 충분히 높을 수 있다. 이로 인해, 저온 한계는 열 교환기(204)에서의 동결을 회피하기 위한 페일세이프(failsafe)를 제공한다. 추가적으로, 펌프(214)는 작동 유체(202)의 온도가 소정 온도, 예를 들어, 제2 목표 온도까지 상승하면 가동(예를 들어, 시동 또는 턴온)되도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 경고 메시지 또는 경보가 활성화되어 건물 자동화 제어기, 설비 운영자, 및/또는 서비스 직원에서 외기 냉각 회로(200)의 잠재적 우려 사항들을 통지할 수 있다.

표 1

[0076] 동결 방지 시스템 모드

모드	팬	펌프	히터	코일 바이패스 밸브	유동 제어 밸브
오프, 주위 > 40°F	오프	오프	오프	폐쇄	개방
오프, 주위 <= 40°F	오프	오프	온	개방	폐쇄
코일 유출 온도 < 34°F	오프	온, 고정 속도	오프	개방	HX 입구 글리콜 온도를 빙점보다 높게 유지하기 위해 밸브 개방
코일 유출 온도 < 34°F 및 코일 밸브 100% 개방	오프	온, 고성 속도	오프	HX 입구 글리콜 온도를 빙점보다 높게 유지하기 위해 밸브 폐쇄	100% 개방
코일 바이패스 밸브 100% 폐쇄	온, 냉각 및 압축기 수요 기반 조절	온, 응축기 입구 온도 또는 최고 팬 속도 기반 조절	오프	100% 폐쇄	100% 개방
주위 > 34°F 및 코일 출구 온도 > 34°F	온, 커패시터 및 압축기 수요 충족 위해 조절	온, 최고 팬 속도 기반 조절	오프	100% 폐쇄	100% 개방

[0077] 요약하면, 동결 방지 시스템(232)은 응축기(206)로부터의 냉각된 작동 유체(202)와 혼합되는 열 교환기(204)로부터의 따뜻한 작동 유체(202)의 양을 조절하여 작동 유체(202)가 열 교환기(204)에서의 냉각 유체(58)를 빙점 아래로 냉각시키는 것을 차단한다. 따라서, 동결 방지 시스템(232)은 주위 온도 임계치, 응축기(206)에서 유출되는 작동 유체(202)의 임계 출구 온도, 및/또는 밸브들(210 및 212)의 위치에 기반하여 응축기 바이패스 밸브(212)의 위치, 유동 제어 밸브(210)의 위치, 응축기 팬(231)의 속도, 및/또는 펌프(216)의 속도를 조정하여 응축기(206)를 통해 유동하는 작동 유체(202)의 양을 제어하고 작동 유체(202)의 온도를 열 교환기(204)에서의 냉각 유체(58)의 빙점보다 높게 유지한다. 이와 같이, 열 교환기(204)를 통한 냉각 유체(58)의 유동이 차단되지 않도록 열 교환기(204)에서의 냉각 유체(58)의 동결이 감소 및/또는 제거된다. 추가적으로, 동결 방지 시스템(232)은 주위 온도 임계치, 응축기(206)에서 유출되는 작동 유체(202)의 임계 출구 온도, 및/또는 밸브들(210 및 212)의 위치에 기반하여 응축기 팬(231)의 속도 및/또는 외기 냉각 회로(200)를 따라 배치된 하나 이상의 히터(218)에 공급되는 전원을 조정하여 응축기(206)에서 작동 유체(202)로부터 전달되는 열의 양을 제어함으로써 열 교환기(204)에서의 작동 유체(202)의 온도를 냉각 유체(58)의 빙점보다 높게 유지할 수 있다.

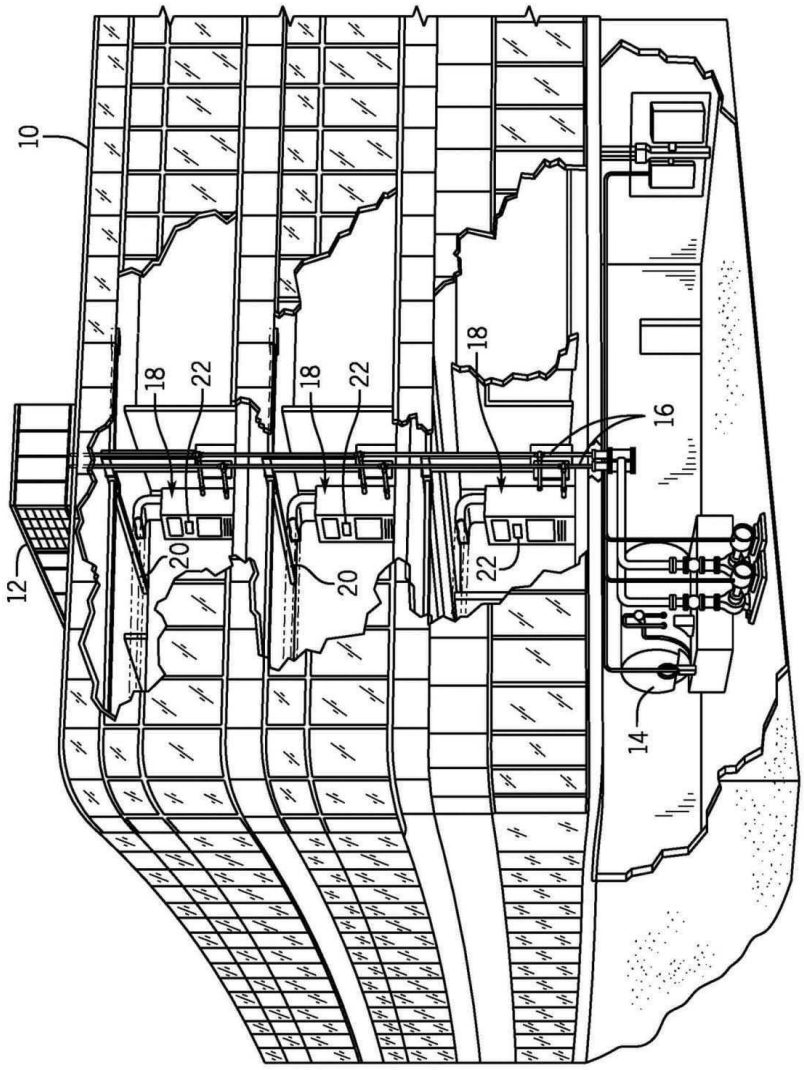
[0078] 도 9 및 도 10은 공랭식 열 교환기(56)를 대신하거나 이에 추가하여 활용될 수 있는 외기 냉각 회로(200)의 일 실시예의 사시도이다. 도 9에 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 작동 유체(202)는 응축기(206)의 복수의 도관(250)을 통과하도록 지향될 수 있다. 복수의 도관(250) 중 하나 이상이 응축기(206)의 개별 팬(231)에 대응할 수 있다. 다른 실시예에서, 응축기(206)는 응축기(206)의 단일 팬(231)으로 작동 유체(202)를 지향하는 단일 도관을 포함한다. 임의의 사례에서, 제어기(78)는 팬(231)의 속도를 조정하여 응축기(206)에서 유출되는 작동 유체(202)의 온도를 제어하도록 응축기(206)의 팬(231)에 결합된다. 부가적으로, 전술한 바와 같이, 제어기(78)는 펌프(216)에 결합되고, 펌프(216)의 속도를 조정하여 외기 냉각 회로(200)를 통해(예를 들어, 열 교환기(204)로부터 응축기(206)를 통하고/하거나 응축기 바이패스 밸브(212)를 통해) 순환되는 작동 유체(202)의 양을 제어하도록 구성된다.

[0079] 개시된 실시예들 중 하나 이상의 실시예가 단독으로 또는 조합하여 외기 냉각 시스템 및 기계 냉각 시스템을 포함하는 냉장 시스템의 효율을 향상시키는데 유용한 하나 이상의 기술적 효과를 제공할 수 있다. 일반적으로, 본 개시의 실시예들은 외기 냉각 시스템의 하나 이상의 팬이 최대 속도 아래로 동작하는 경우 기계 냉각 시스템의 압축기를 동작시키는 것을 포함한다. 경우에 따라, 최대 속도 미만의 속도로 외기 냉각 시스템의 팬들 및 압축기를 동작시키는 것은 팬들 및/또는 압축기를 최대 속도로 동작시키는 것보다 더 적은 전력을 소모할 수 있다. 따라서, 냉장 시스템에 입력된 전력은 감소될 수 있고, 냉장 시스템의 효율이 향상될 수 있다. 본 명세서에 기재된 기술적 효과들과 기술적 문제들은 예시적인 것으로서 제한적인 것이 아니다. 본 명세서에 설명된 실시예들은 다른 기술적 효과들을 가질 수도 있고 다른 기술적 문제들을 해결할 수도 있음에 유의해야 한다.

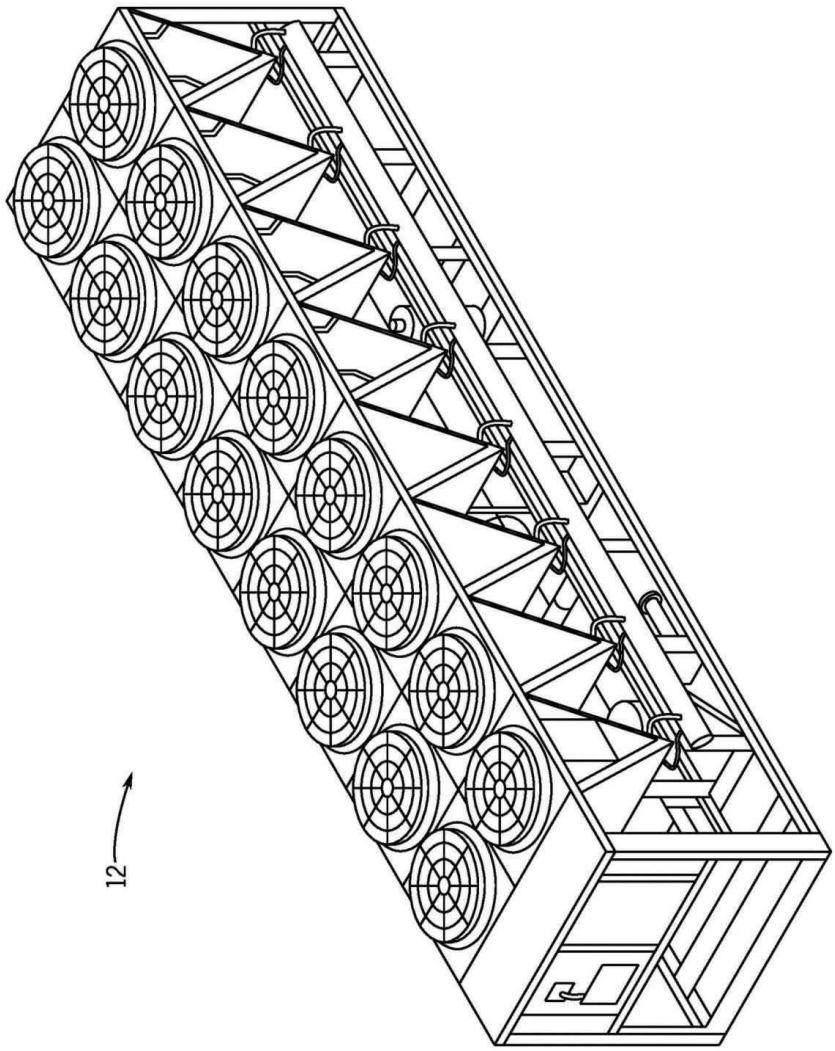
[0080] 본 개시의 일정한 특징들 및 실시예들만이 예시되고 설명되었지만, 청구항에서 인용되는 주제의 신규한 교시들과 이점들로부터 실질적으로 벗어나지 않는 한 많은 수정과 변경이 당업자에게 일어날 수 있다(예를 들어, 다양한 구성 요소의 크기, 치수, 구조, 형상, 및 비율의 변화, 파라미터의 값(예를 들어, 온도, 압력 등)의 변화, 장착 배열의 변화, 재료 사용의 변화, 색상 변화, 배향 변화 등). 임의의 프로세서 또는 방법 단계들의 순서 또는 시퀀스는 대안적인 실시예들에 따라 달라지거나 재배열될 수 있다. 그러므로, 첨부된 청구항들은 본 개시의 진정한 사상 내에 있는 그러한 모든 수정 및 변경을 포괄하도록 의도된 것으로 이해되어야 한다. 또한, 예시적인 실시예들의 간략한 설명을 제공하기 위한 노력으로, 실제 구현의 모든 특징들이 기술되지 않았을 수도 있다(즉, 실시예를 실시하기 위해 현재 고려되는 최선의 모드와 관련이 없는 것들 또는 청구되는 실시예들을 가능케 하는 것과 무관한 것들). 임의의 엔지니어링 또는 설계 프로젝트에서와 같이 이러한 실제 구현의 개발 시에는 수많은 구현 특정 결정을 내릴 수 있음은 물론이다. 이러한 개발 노력은 복잡하고 시간 소모적일 수 있지만, 그럼에도 불구하고, 과도한 실험 없이 본 개시의 이점을 갖는 통상의 기술자를 위한 설계, 양산, 및 제조의 일상적인 착수일 수 있다.

도면

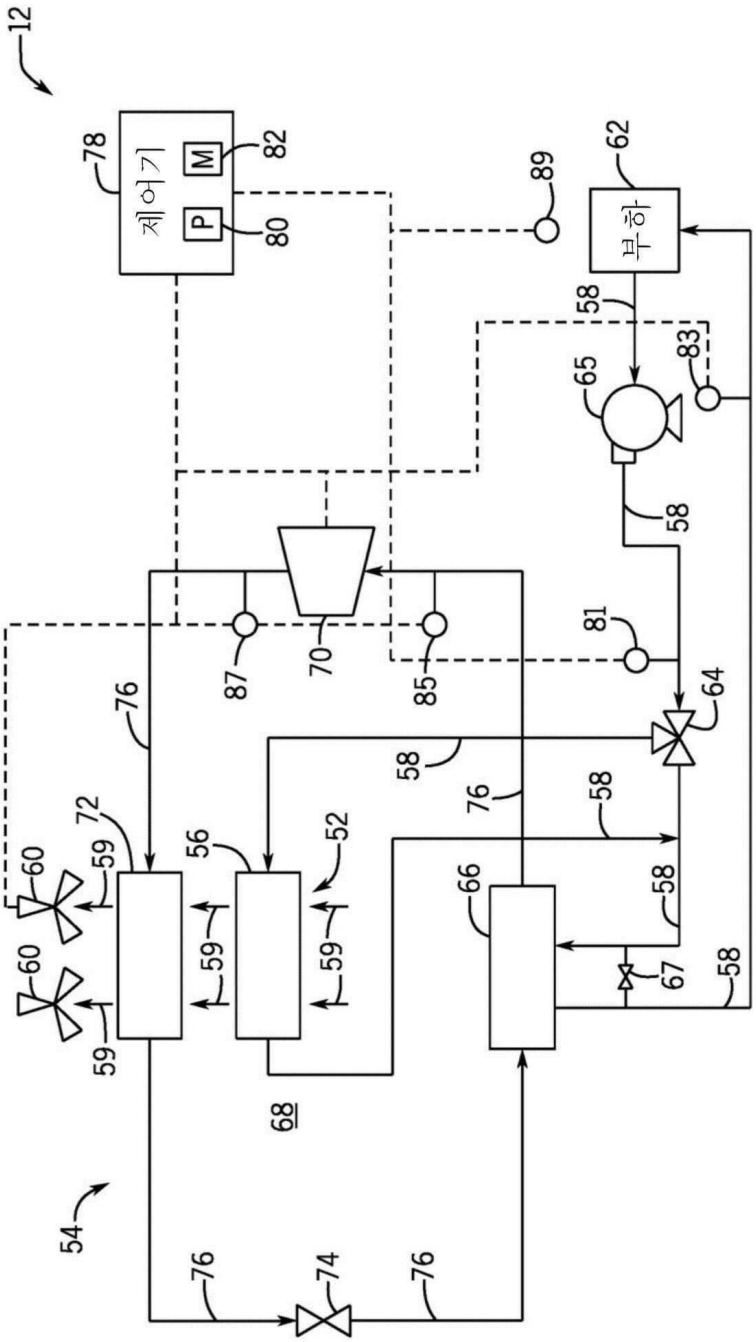
도면1



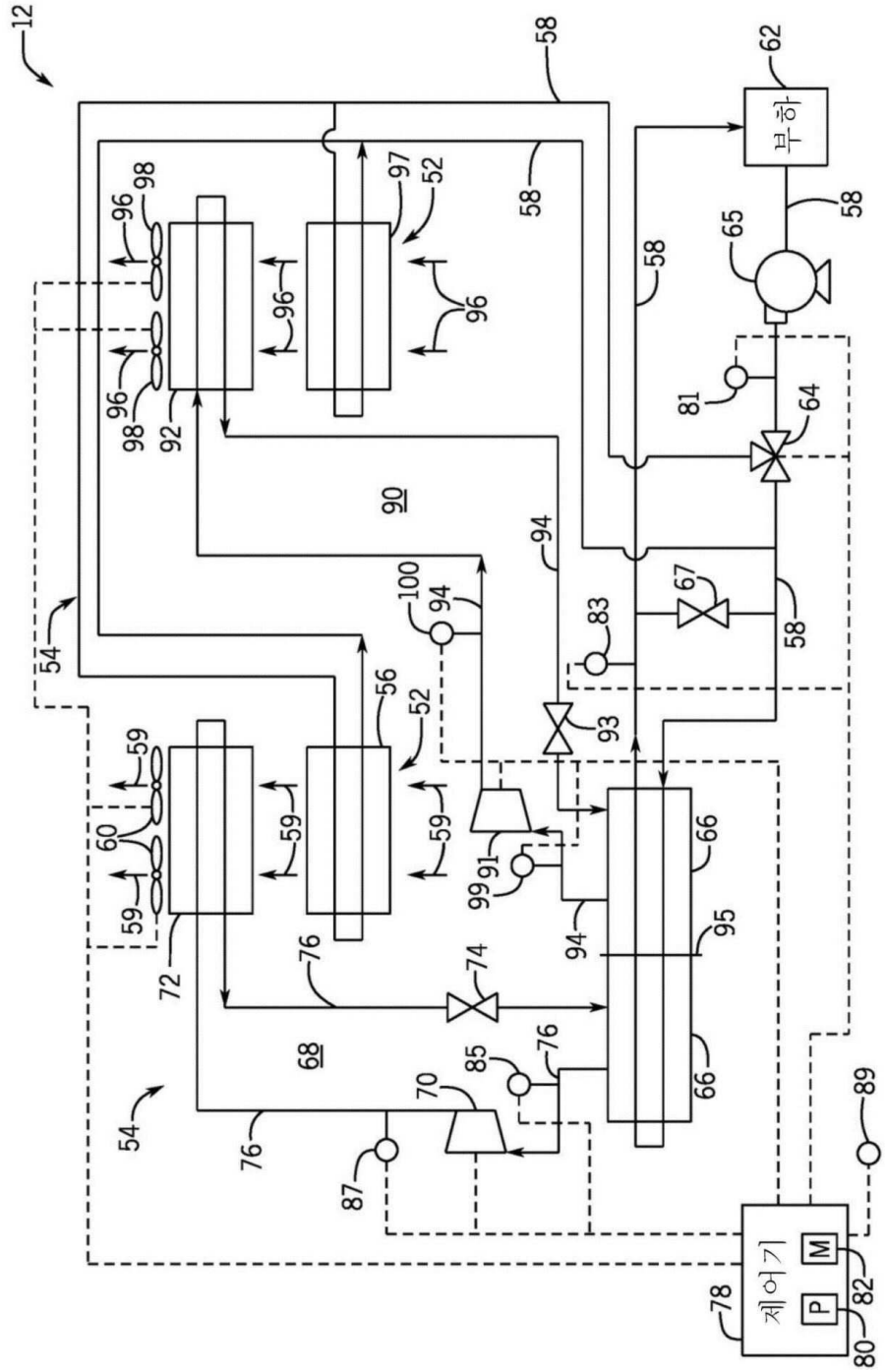
도면2



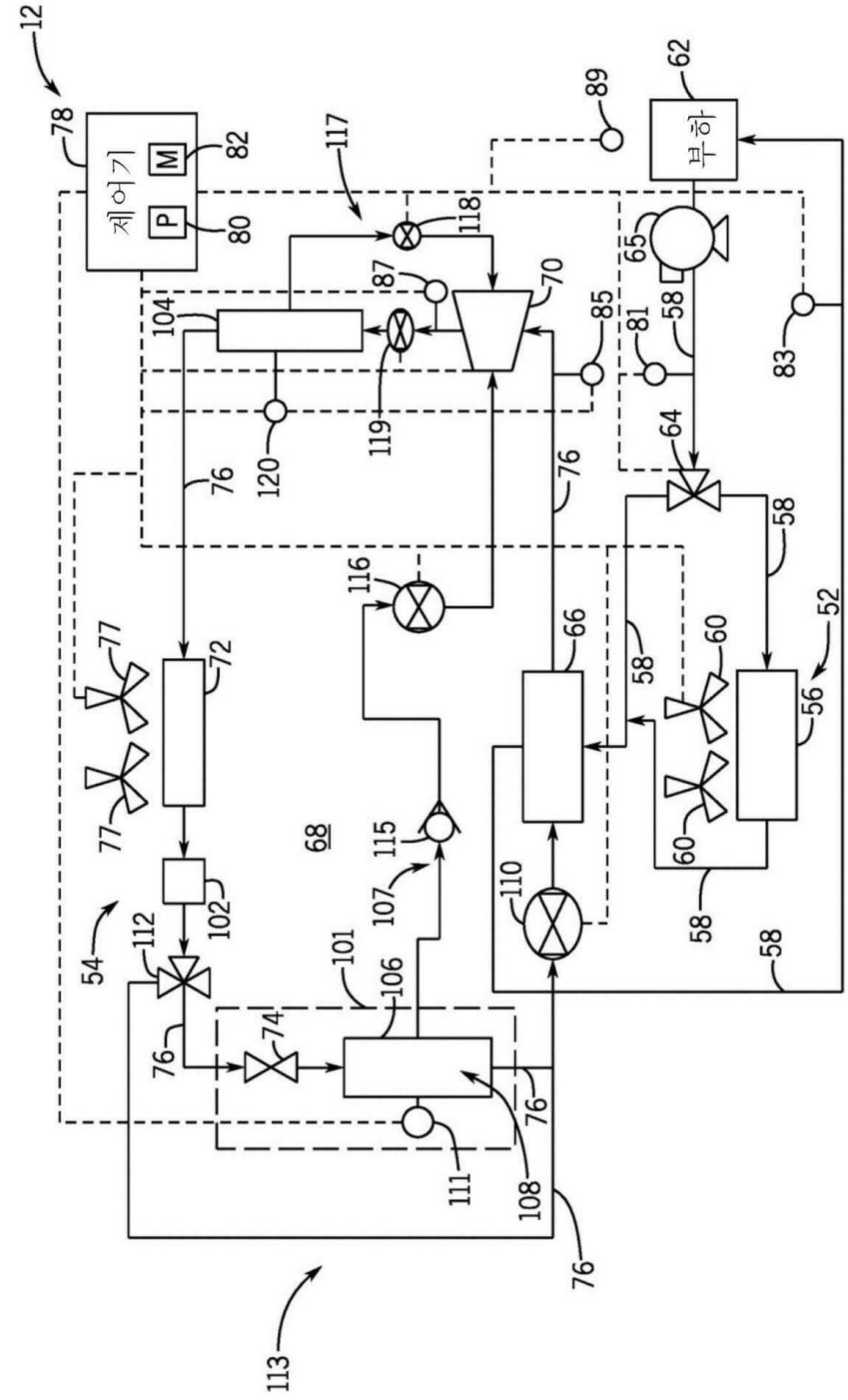
도면3


12
78
제어기
M
P
82
80
89
62
부하
58
83
65
58
81
87
70
85
64
76
58
76
58
72
59
60
56
52
66
58
60
59
59
59
67
58
59
68
54
76
74
76

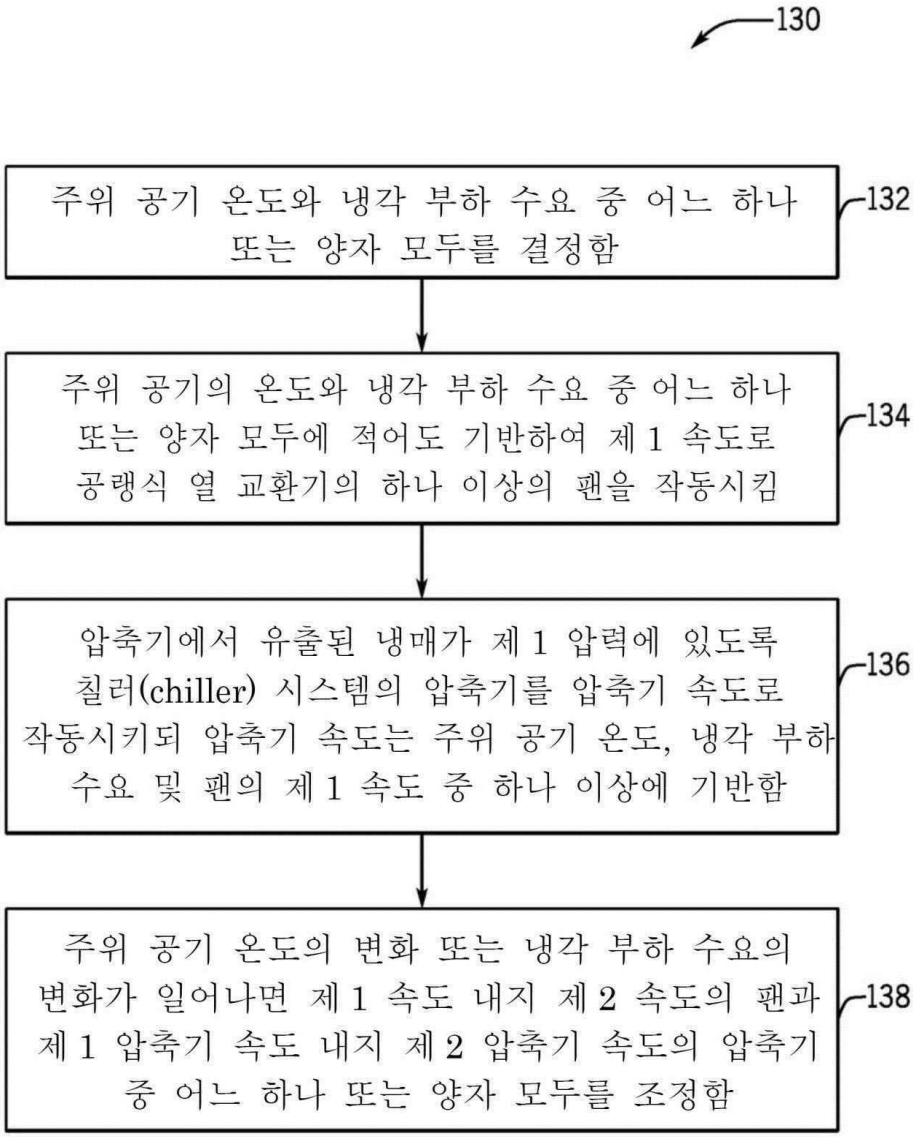
도면4


12
58
62
부하
58
65
58
58
81
64
90
94
100
94
67
83
58
54
56
52
93
59
60
59
59
59
91
99
66
94
95
72
76
74
76
68
85
70
66
89
54
76
87
제어기
M
P
78
82
80

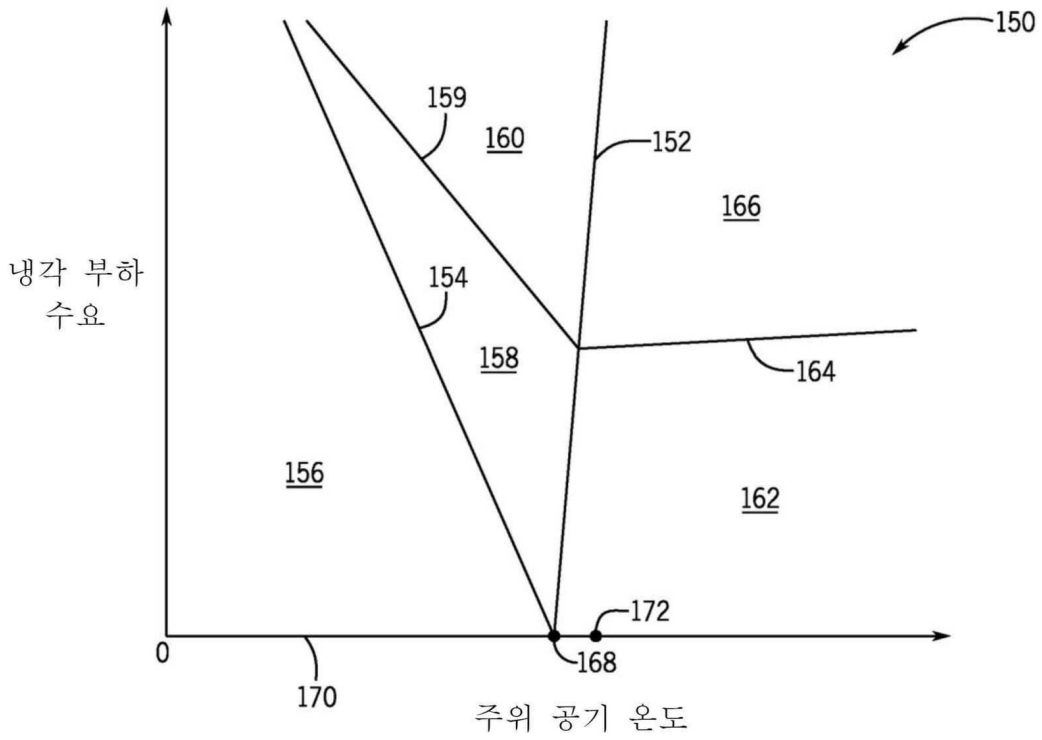
도면5


12
78
제어기
M
P
82
80
117
118
89
62
부하
65
87
70
104
85
81
58
83
119
120
76
64
58
116
66
52
77
72
60
56
68
115
107
110
102
112
54
101
106
74
111
108
113

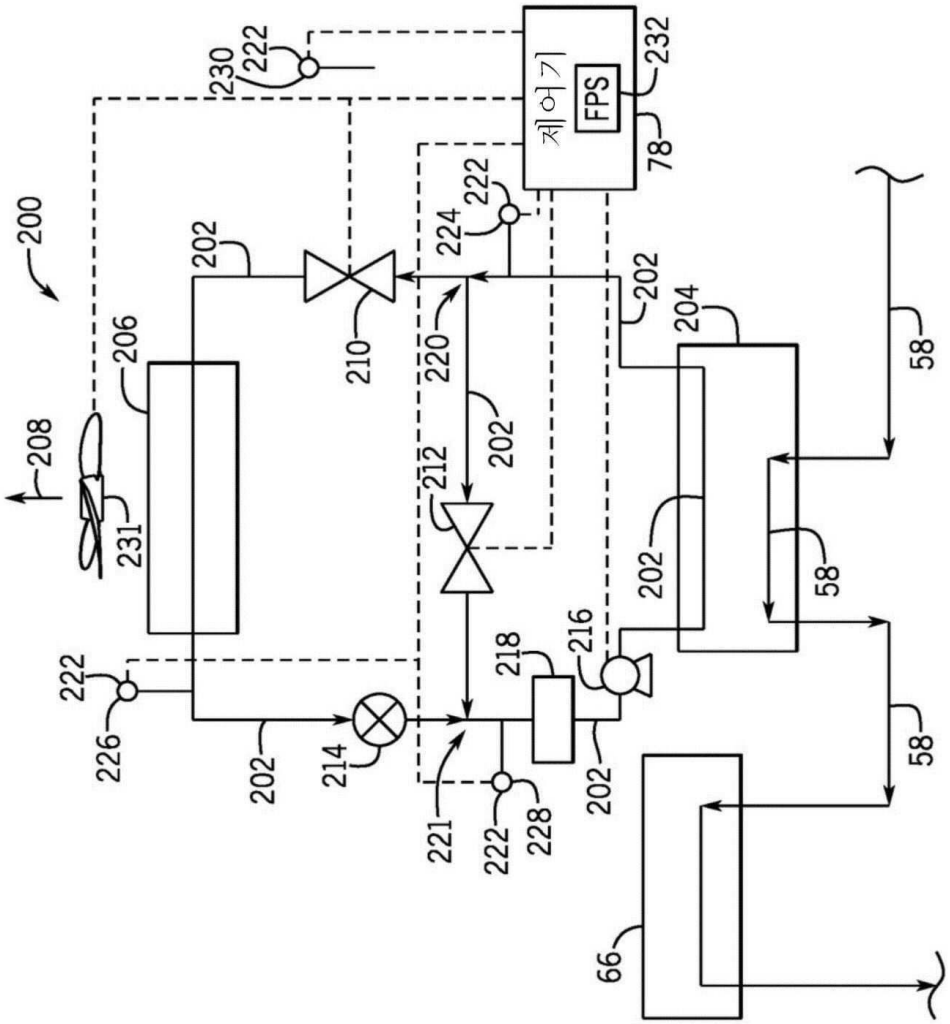
도면6


130
주위 공기 온도와 냉각 부하 수요 중 어느 하나 또는 양자 모두를 결정함
132
주위 공기의 온도와 냉각 부하 수요 중 어느 하나 또는 양자 모두에 적어도 기반하여 제 1 속도로 공랭식 열 교환기의 하나 이상의 팬을 작동시킴
134
압축기에서 유출된 냉매가 제 1 압력에 있도록 칠러(chiller) 시스템의 압축기를 압축기 속도로 작동시키되 압축기 속도는 주위 공기 온도, 냉각 부하 수요 및 팬의 제 1 속도 중 하나 이상에 기반함
136
주위 공기 온도의 변화 또는 냉각 부하 수요의 변화가 일어나면 제 1 속도 내지 제 2 속도의 팬과 제 1 압축기 속도 내지 제 2 압축기 속도의 압축기 중 어느 하나 또는 양자 모두를 조정함
138

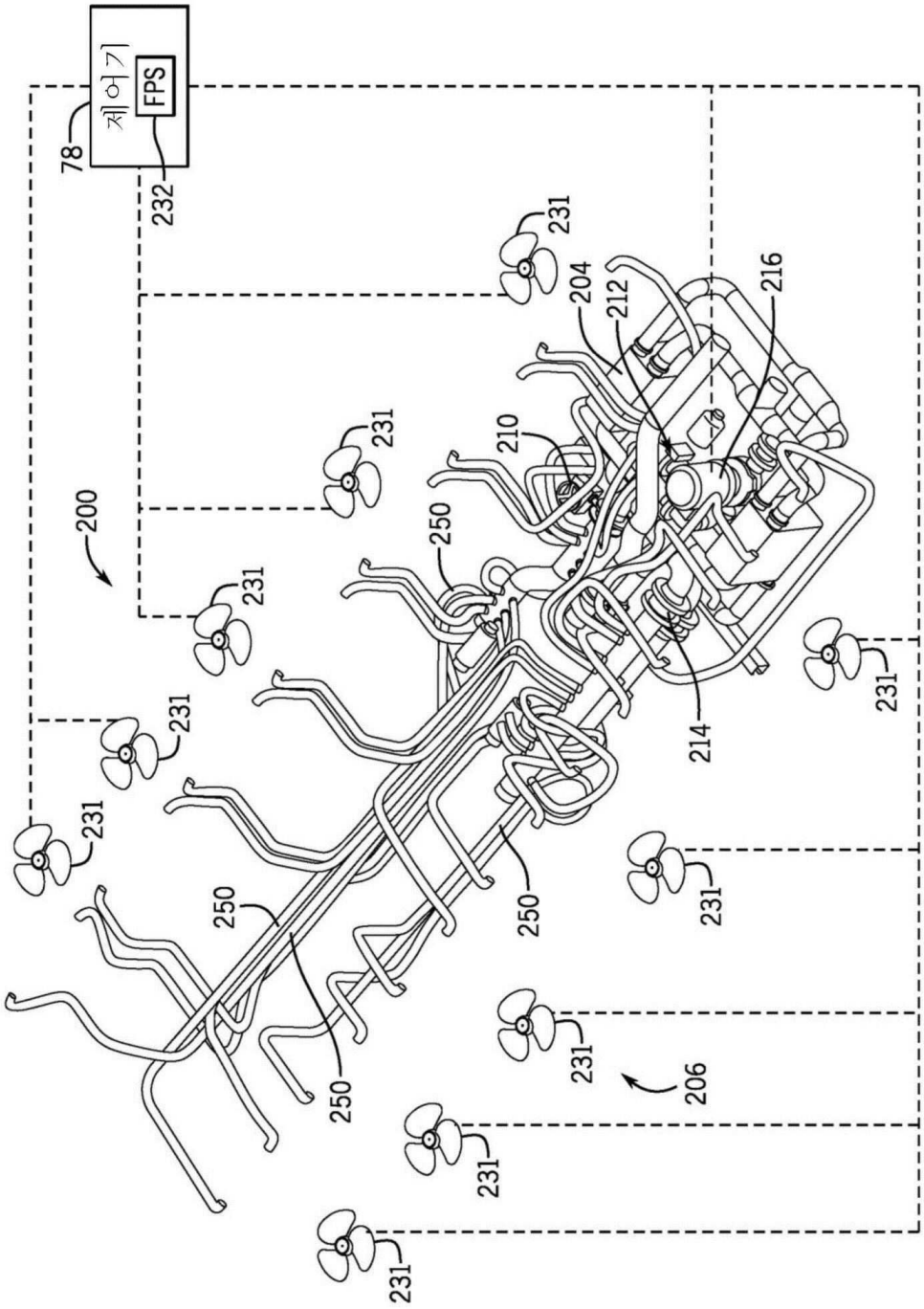
도면7


150
159
160
152
166
154
158
164
156
162
172
168
0
170
냉각 부하
수요
주위 공기 온도

도면8


200
202
204
206
208
210
212
214
216
218
220
221
222
224
226
228
230
231
232
58
66
78
제어기
FPS

도면9



도면10

