

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁸ F25B 5/04 (2006.01)		(45) 공고일자	2006년02월02일
		(11) 등록번호	10-0548669
		(24) 등록일자	2006년01월25일
(21) 출원번호	10-1999-7000383	(65) 공개번호	10-2000-0067923
(22) 출원일자	1999년01월19일	(43) 공개일자	2000년11월25일
번역문 제출일자	1999년01월19일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/011269	(87) 국제공개번호	WO 1998/03825
국제출원일자	1997년07월02일	국제공개일자	1998년01월29일
(81) 지정국			
국내특허 : 오스트레일리아, 브라질, 중국, 독일, 영국, 일본, 대한민국,			
EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드,			
(30) 우선권주장	690,226	1996년07월19일	미국(US)
(73) 특허권자	쎄파워, 인코포레이티드 미국 오하이오 아텐스 밀 스트리트 182 (우편번호:45701)		
(72) 발명자	반더월트, 니콜라스, 알. 미국45701오하이오아텐스웨스트힐즈드라이브33		
	웅거, 루우벤, 제트. 미국45701오하이오아텐스웨스트힐즈드라이브7		
(74) 대리인	남상선		

심사관 : 김보철

(54) 직렬 증발기 및 조절가능한 압축기를 갖춘 냉동 회로

요약

조절가능한 압축기(12)와 둘 이상의 증발기(22, 26)를 갖춘 랭킨 사이클 냉동 회로를 포함하는 냉동장치가 개시된다. 압축기(12)의 유량은 냉각되어질 질량체의 감지온도에 응답하여 조절되고, 제어 회로(44)는 냉매 유동로를 제어하도록 밸브(16, 18)를 전환하고 냉동장치의 능률이 최적화되도록 압축기(12)의 유량을 조절한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 열 펌프, 냉동장치 및 공조기와 같이 하나의 질량체에서 다른 질량체로 열을 펌핑하기 위한 장치에 관한 것이며, 특히 조절가능한 유량(modulatable flow rate)을 갖는 선형 압축기 및 다중 증발기를 구비함으로써 능률이 향상되는 냉동 회로에 관한 것이다.

배경기술

통상적인 냉장고 또는 냉동고는 두 개의 구획실 즉, 식품을 냉장시키기 위한 구획실 및 식품을 냉동시키기 위한 구획실을 갖고 있다. 이들 구획실은 전혀 다른 온도로 유지되며, 통상적으로 냉동실은 -20°C , 냉장실은 $+3^{\circ}\text{C}$ 로 유지된다. 이들 두 구획실로부터 열이 이동되어 주위로 방출된다. 이러한 냉장고는 통상적으로 증기 압축 사이클로 알려져 있는 랭킨 냉동 사이클(Rankine refrigeration cycle)을 주로 이용한다.

통상의 랭킨 냉동 회로는 냉동실 내의 공기와 열접촉하는 단일 증발기를 갖고 있다. 열은 냉장실과 냉동실간의 공기 순환에 의해 냉장실로부터 이동된다.

이러한 장치의 한 가지 단점은 냉장실이나 냉동실로부터 이동되는 전체 열이 매우 낮은 냉동 온도로 이동된다는 것이다. 따라서, 냉장실로부터의 열이라도 냉동 온도로부터 더 높은 열적 상승을 통해 주위 온도로 펌핑되어야 한다. 냉동장치의 능률(efficiency)과 에너지 소비는 냉장실로부터 이동한 열이 냉장 온도로 냉장실로부터 직접 이동하여 주위 온도로 상승할 수 있다면 향상될 수 있다.

또한, 냉매를 공급하는 증발기에 대해 최대 능률로 각각의 압축기를 설계하고 작동하여 고능률을 달성하도록, 냉장고는 두 개의 증발기 각각을 위한 두 개의 압축기를 사용하여 왔다. 그러나, 이러한 이중 압축기는 가격을 상승시키며, 또한 냉동설비가 차지하는 체적을 증가시켜서 결국, 냉장 공간을 감소시킨다.

미국 특허 제 5,465,591호에 개시되어 있는 바와 같은 일부 냉동장치는 어느 하나의 증발기로 냉매를 선택적으로 보내며 동시에 양쪽 모두로 보내지는 않는 단일 압축기를 사용한다. 종래에 사용되었던 압축기는 하나의 일정한 펌핑률(pumping rate) 또는 변위(displacement)로 작동하기 때문에, 이러한 이중 증발기 장치는 냉장 모드에서 과도한 용량을 가지므로 비효율적이다. 냉장 증발기의 출력에서 흡입 증기 밀도가 크기 때문에 냉장실의 고온으로부터 열을 펌핑하는데는 적은 일이 필요하다.

또한, 종래에는 하나 또는 그 이상의 증발기가 다른 증발기로부터 방출된 냉매의 적어도 일부를 수용하도록 증발기를 직렬로 연결하여 왔다. 그러한 배치의 예가 미국 특허 제 5,228,308호에 개시되어 있다.

따라서, 종래의 냉동 회로는 하나 또는 다중의 통상적인 냉매 압축기가 증발기에 직렬 또는 병렬로 연결되어 있는 구조로 되어 있다.

그렇지만, 에너지 비용을 감소시키고 환경을 보호하도록 다중 구획실 냉동장치의 능률을 향상시킬 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 적어도 두 개의 질량체를 냉각하기 위한 적어도 두 개의 증발기를 갖는 랭킨 사이클 냉동 회로를 사용하는 조절가능한 압축기에 관한 것이다. 이 압축기를 통과하는 냉매 유량은 두 개의 질량체의 냉각 요건에 맞는 냉각을 제공하기 위하여 두 개의 질량체의 감지 온도에 응답하여 조절되기 때문에 냉동장치의 에너지 소비를 최소화시킨다.

특히, 본 발명은 랭킨 사이클 냉동 회로를 갖춘 자유 피스톤 선형 압축기와 결합되는데, 선형 압축기는 모터 제어 회로에 연결된 선형 전자기 모터에 의해 구동되고, 증발기가 설치되어 있는 두 개의 구획실의 냉각 수요(cooling demand)에 응답하여 압축기를 통해 냉매 유량을 조절하기 위하여 모터 제어 회로는 다양한 구동 전압을 구동 모터의 전기자에 인가할 수 있다. 자유 피스톤 선형 압축기의 변위를 변경시키는 것에 의한 것과 같이 냉매 유량을 조절할뿐만 아니라, 바람직하게는 두 증발기가 직렬로 연결된다. 그 결과, 냉매 흐름은 냉장실의 증발기를 통한 유동로를 따라서만 보내지거나 또는 선택적으로, 먼저 냉동실의 증발기를 통과한 후에 냉장실의 증발기를 통한 통로를 따라 보내질 수 있다. 냉장 증발기가 냉매를 공

급받는 경우에만, 냉매 유량은 냉장실의 냉각 수요만을 공급하도록 제어될 수 있다. 증발기가 직렬로 연결되어 있으면, 냉매 유량은 냉동실이 냉각되거나 냉동실과 냉장실이 모두 냉각되도록 제어될 수 있다. 결국, 냉매의 압축기에 의한 펌핑률과 유동로 모두는 본 발명에 따른 열펌핑 장치의 능력을 최적화하기 위하여 제어가능하게 변경될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예를 도시한 개략선도이고,

도 2는 선형 압축기의 개략선도이고,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예의 냉동 회로 밸브와 자유 피스톤 선형 압축기의 펌핑률을 제어하기 위한 제어 회로의 개략선도이고,

도 4는 도 3의 제어 회로의 작동을 도시한 진리치표이고, 그리고

도 5는 직렬 모드에 있는 본 발명의 실시예의 작동에 있어서 냉각률과 냉매 유량의 관계를 도시한 그래프이다.

실시예

도면에 도시되어 있는 본 발명의 바람직한 실시예를 명확하게 설명하기 위하여 특정 용어가 사용된다. 그러나, 이는 본 발명을 선택된 특정 용어로 제한하려는 것이 아니며 각각의 특정 용어는 유사한 목적을 달성하기 위하여 유사한 방법으로 작동하는 모든 기술적 균등물을 포함하는 것이다. 예를 들면, "연결(connected)" 또는 이와 유사한 용어가 자주 사용된다. 이들은 직접적인 연결에 한정되는 것이 아니고 다른 회로 부품을 통한 연결도 포함하는 것으로서, 그러한 연결은 당업자에게 동등한 것으로 인식되는 것이다. 또한, 전자신호에 따라 잘 알려진 작동을 실행하는 종류로 이루어진 회로가 도시되어 있다. 당업자는 신호에 따라 동일하게 작동하는 다른 회로들이 많이 있을 수 있음을 인식할 것이다. 또한, 당업자는 부울 논리(Boolean logic)의 원리 하에서, 논리 수준 및 논리 함수가 동일하거나 등가의 결과를 얻기 위하여 역전될 수도 있음을 이해할 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 양호한 랭킨 사이클 냉동 회로에 대한 개략선도를 도시하고 있다. 랭킨 사이클 냉동 회로는 일반적으로 팽창 오리피스 또는 모세관, 증발기, 연결 도관, 제어 밸브, 콘덴서, 압축기 및 열교환기를 포함한다. 도 1은 또한 압축기-구동 모터와 모터 및 밸브 제어 회로를 포함하며, 이는 블록으로 도시되어 있고 보다 자세하게는 도 2와 도 3에 도시되어 있다. 냉장실과 냉동실간의 공기의 혼합은 없다.

자유 피스톤 선형 압축기(free piston linear compressor; 12)의 출력부(10)는 통상적인 방법으로 콘덴서(14)에 연결된다. 콘덴서(14)의 출력부는 바람직하게는 냉장 솔레노이드 밸브(16)와 냉동 솔레노이드 밸브(18)로 이루어진 두 개의 작동식 밸브에 연결된다. 솔레노이드 밸브(18)의 출력부는 모세관(20)을 통해 냉동 증발기(제 1 증발기; 22)의 입력부로 보내지고, 냉동 증발기(22)는 저온 냉동실(23)에 열적으로 연결된다. 냉장 솔레노이드 밸브(16)는 모세관(24)을 통해 냉장 증발기(제 2 증발기; 26)의 입력부로 보내지고, 냉장 증발기(26)는 비교적 고온인 냉장실(27)에 열적으로 연결된다. 냉동실(23)과 냉장실(27) 각각은 공기와 식료품을 포함하는 냉각되어질 질량체를 담고 있다. 모세관(20, 24)은 열교환기(28) 내에서 서로 열적으로 연결되고, 열교환기(28)는 제 3 열교환기 도관(30)을 포함하고 있다. 팽창 밸브는 공지되어 있는 바와 같이 모세관으로 대체될 수도 있다. 열교환기 도관(30)은 흡입 라인 통로를 형성하도록 냉장 증발기(26)로부터의 출력부(32)와 압축기(12)의 흡입 입력부(34) 사이에 위치된다.

증발기(22)의 출력부(36)는 체크 밸브(38)를 통해 냉장 증발기(26)의 입력부(40)에 연결된다. 체크 밸브(38)는 냉동 증발기(22)로부터 냉장 증발기(26)로 냉매가 흐르는 것을 허용하도록 지향되어 있다.

자유 피스톤 선형 압축기(12)는 압축기-구동 모터(42)에 의해 구동된다. 압축기(12)와 이의 구동 모터(42)는 도 2와 관련하여 아래에서 설명된다. 압축기-구동 모터(42)는 물론, 솔레노이드 밸브(16, 18)도 모터 및 밸브 제어 회로(44)에 의해 제어된다. 제어 회로(44)의 출력은 냉동실(23) 내에 설치되어 있는 냉동 온도 센서(46) 및 냉장실(27) 내에 설치되어 있는 냉장 온도 센서(48)와, 각각 냉장실과 냉동실을 위한 입력 온도 설정치(50, 52)에 의해 결정된다. 입력 온도 설정치는 키 패드 또는 전위차계와 같은 종래의 입력장치에 의해 제어 회로(44)에 수조작으로 입력될 수 있다. 물론, 연속적으로 전력이 동력 입력부(53)에 인가되고 제어 회로(44)에 의해 모터(42)로 제어가능하게 인가된다.

작동중, 압축기(12)로부터 압축 냉매는 솔레노이드 밸브(16, 18)의 상태에 의해 결정되어 두 개의 유체 유동로 중의 하나를 따라서 보내진다. 제 1 모드에서 냉동 솔레노이드 밸브(18)가 폐쇄되고 냉장 솔레노이드 밸브(16)가 개방되면 냉매가 모세관(24)으로 보내지며, 모세관(24)은 냉장실(27)로부터 열이 이동하도록 냉장온도보다 충분히 낮은 온도에서 증발을 일으키는 크기로 되어 있다. 냉매는 냉장 증발기(26) 내에서 증발하고 압축기(12)의 흡입 라인(34)으로 유입되는 흡입 라인 열교환기(28)를 통해 압축기로 회수된다. 일방향 체크 밸브(38)는 냉장 모드에서 냉매가 냉동 증발기(22) 내에 축적되는 것을 방지한다.

제 2 모드에서는, 냉장 솔레노이드 밸브(16)가 폐쇄되고 냉동 솔레노이드 밸브(18)가 개방된다. 이 모드에서는 응축된 냉매가 압축 증발기 모두를 통해 동시에 흐른다. 냉매는 모세관(20)을 통해 보내지는데, 이 모세관은 냉동실(23)로부터 열이 이동하도록 냉동실 온도보다 충분히 낮은 온도에서 증발을 일으키는 크기로 되어 있다. 냉매는 냉동 증발기 내에서 증발함으로써 열을 제거하고 직렬로 일방향 밸브와 냉장 증발기(26)를 통해 흐름으로써, 냉장실로부터 얼마간의 열을 제거하고 냉장실 온도로 과열되기 시작한다. 이러한 직렬 경로로 흐른 냉매는 압축기(12)의 흡입 라인(34)으로 유입되는 복귀 경로를 통해 압축기로 회수된다.

압축기를 통해 펌핑된 냉매의 질량 유량은 펌프 변위, 냉매 밀도, 및 시간당 펌핑 사이클 회수인 압축기 주파수의 함수이다. 냉매의 질량 유량은 냉매에 의해 흡수되는 열의 양을 결정하는, 증발기로 이송되어 증발되는 냉매의 질량체이기 때문에 임계변수이다. 냉매의 질량 유량은 압축기의 변위나 주파수 또는 둘다를 조정함으로써 통상적으로 조정된다. 그러나, 질량 유량이 냉매 밀도의 함수이기 때문에 펌프 변위만으로 질량 유량이 결정되지는 않는다. 결국, 소정의 또는 선택된 변위가 상이한 밀도의 냉매를 위한 상이한 질량 유량을 제공한다. 냉매 증기압이 온도의 함수로서 지수적으로 증가하기 때문에, 냉장 증발기로부터 나온 냉매는 냉동 증발기로부터 나온 냉매보다 농밀하다. 그러므로, 비록 질량 유량이 변위의 변화에 의해 조절될 수 있지만, 설계 공학자는 질량 유량과 체적 유량(즉, 변위)이 동일하지 않음을 명심해야 할 것이다. 그러므로, 냉매 질량 유량은 냉동장치 내에서 여러 변수들의 함수이며 자체 압축기의 고정 특성은 아니다. 압축기의 특성은 자체 압축비와 변위를 포함한다.

압축기(12)를 통한 유량이 조정되어 제어 회로(44)에 의해 제어가능하게 변경될 수 있기 때문에, 두 개의 유동로를 위한 유량과 냉각률은 냉각 수요에 응답하여 변경될 수 있다. 이의 일부로서, 양 증발기를 통한 직렬 유동로 모드에서, 유량은 오직 냉매 증기만이 냉동 증발기(22)로부터 냉장 증발기(26)로 흐르도록 충분히 낮거나, 또는 이와 달리 냉장실(27)을 추가로 냉각하기 위하여 액체 냉매를 냉장 증발기(26)의 입력부(40)로 유입시키도록 높을 수 있다.

이러한 작동이 도 5의 그래프에 표시되어 있다. 유량(A) 이하의 냉매 유량에서, 액체 냉매의 증발에 의해 냉동실이 냉각되고, 냉동 온도로부터 냉장 온도로 증기를 가열 즉, 과열함으로써 냉장실이 냉각된다. 냉매의 증발은 냉동 증발기 내에서 완료되고 증기만이 냉장 증발기로 흐른다.

유량(A) 이상의 유량에 대해, 냉동 증발기에서 냉매가 모두 증발하지 않는다. 냉동실에서 유출되는 냉매의 일부는 액체이고 냉장 증발기에서 증발한다. 따라서, 증발과 과열의 결과로 냉장실이 냉각된다. 냉동 증발기가 포화되기 때문에 유량을 증가시켜도 냉동 증발기는 더 이상 냉각되지 않는다. 그러나, 유량(A) 이상에서, 증가된 냉매 증발과 과열의 결합 효과에 의한 유량으로 냉장실이 급속하게 냉각된다.

유량(B)에서, 또한 냉장 증발기가 액체 냉매로 포화된다. 한층 더한 유량의 증가가 증발을 증가시키지는 않지만, 냉각을 증가시키지 않고서도 냉장 증발기에서 유출되는 액체 유량을 단지 증가시킨다. 그러한 액체의 냉각효과는 흡입 라인 및/또는 압축기를 냉각시키는데 소모된다.

따라서, 증발기가 직렬로 연결되어 있으면, 냉장실의 냉각은 유량(A)과 유량(B) 사이의 유량에서 제어되고 이 범위에서 냉동실 냉각이 최대가 된다. 냉장실에서 일어나는 증발에 의한 모든 냉각이 냉동 온도로 발생하기 때문에, 이 모드는 유량(A) 이상의 유량에서는 비능률적이다. 이 모드에서 유량(A)과 유량(B) 사이의 유량에서의 냉각은 최대 냉각이 냉장실의 주 냉각에 대한 수요와 함께 동시에 냉동실에서 요구될 때 적절하다. 냉장실에 상대적으로 적은 보유 냉각 수요가 요구될 때, 유량은 유량(A) 이하가 될 수 있다. 그러나, 냉동실 냉각에 대한 수요가 없고 냉장실의 냉각에 대한 수요가 있다면, 냉매는 냉장 증발기를 통해서만 보내진다.

상기 냉동 회로에 사용하기에는 특히 선형 압축기가 적절한데, 그 이유는 선형 압축기의 배기량(즉, 변위)이 작동 중에도 쉽게 조정될 수 있기 때문이다. 이는 냉매의 질량 유량이 작동 모드의 요구에 부응하도록 조정되는 것을 허용한다. 직렬 연결된 냉동 모드로부터 냉장 모드로 변환할 때, 차례로 열교환기에 과부하를 걸고 사이클 능률을 떨어뜨릴 수 있는, 흡입 증기의 밀도가 훨씬 높게 되거나 과다 질량 유량으로 유도되기 때문에 압축기의 배기량이 감소될 필요가 있다. 후술되는 바

와 같이, 제어장치는 압축기를 통해 유량을 조정하고 냉장실 및 냉동실 내의 희망 온도를 유지하도록 냉동 모드 및 냉장 모드 사이를 변환시킨다. 어느쪽에서도 냉각 수요가 없는 경우에는, 솔레노이드 밸브(16)가 개방되고 솔레노이드 밸브(18)가 폐쇄된다.

랭킨 사이클 냉동 회로가 전형적인 가정용 냉장고 또는 냉동고와 관련하여 기술되었지만, 본 발명의 원리는 다수의 질량체가 일반적으로 냉각되는 다른 랭킨 사이클 냉동 회로에 적용될 수도 있다. 따라서, 예를 들면 이러한 원리가 둘 이상의 다른 장소를 다른 온도로 냉각하기 위한 공조기 또는 복합 공조 및 대형 냉각기 냉동장치는 물론 다수의 증발기를 갖춘 다른 랭킨 사이클 냉동장치에 이용될 수도 있다.

선형 압축기는 통상적인 왕복식 압축기에서와 같은 기계 기구에 연결된 회전 모터에 의한 것이 아니라 선형 모터에 의해 직접 구동되는 피스톤을 갖춘 양변위 피스톤식 압축기이다. 피스톤 및 모터의 왕복 질량체는 달리 요구되고 모터의 능력과 크기에 영향을 미치는 매우 높은 반응 모터 전류(very high reactive motor currents)를 피하도록 기계식 및 가스 스프링의 조합체와 공진되거나 거의 공진되어야 한다. 선형 압축기에서, 피스톤 운동은 통상적인 왕복식 압축기에서와 같은 구동기 메커니즘의 지오메트리(geometry)에 의해 결정되지 않는다. 피스톤 운동의 진폭과 중간위치는 둘 다 변경될 수 있으며, 피스톤에 작용하는 압력, 기계력, 및 전자기력에 의해 지시된다. 이것은 피스톤 운동이 미리 정해지지 않기 때문에 단점이 될 수 있어서, 특히 깨지기 쉬운 부분이 부딪히는 경우에는 큰 기계적 간극을 허용하거나 피스톤 위치를 제어하도록 하는 어떤 메커니즘을 갖추 것을 요구하게 만든다. 그러나, 선형 압축기는 피스톤 운동이 최적으로 실행되도록 계속적으로 조정될 수 있기 때문에 보다 다용도로 사용된다.

냉동장치와 같은 고압비 분야를 위하여, 피스톤의 상사점(TDC) 위치를 제어하는 메커니즘이 사부피(dead volume)를 최소화하기 위하여 요구된다. 이는 피드백 루프에서 피스톤의 상사점 위치를 사용하는 단순 웨이브-초핑 트라이악 기초 회로(simple wave-chopping triac based circuit)로 압축기에 대한 RMS 전압을 제어함으로써 달성된다. 그러한 회로는 본 출원에 참조된 레드리치(Redlich)의 미국특허 제 5,156,005호에 개시되어 있다. 피스톤 위치를 감지하는 부품으로서 두 종류가 사용되어 왔다. 하나는 피스톤 위치를 탐지하는데 사용되는 자체 모터이다. 두번째는 단순 유도성 픽업(simple inductive pickup)이다. 둘 다 만족스러운 성능을 나타낸다. 이들은 피스톤 진폭을 변경시키는 수단이 제어기/구동기 내에 이미 설치되어 있기 때문에 고유 용량 조절을 제공한다.

선형 압축기는 세 개의 독특한 능력관련 특징을 갖고 있다. 첫번째 특징은 모든 구동력이 운동 라인을 따라 작용하기 때문에, 지지하중을 감소시키고 가스 지지 또는 저점성 오일을 사용하게 하는, 측방향 추력이 없다는 것이다. 이것은 다른 종류의 압축기에 비해 극단적으로 적은 마찰손실을 가져온다.

두번째 특징은 90% 이상의 효율을 갖는 영구자석 모터가 쉽게 달성될 수 있다는 것이다. 마지막으로, 용량 조절이 전술된 바와 같이 용이하게 달성될 수 있다.

선형 압축기와 사용되는 압축기-구동 모터는 본질적으로 용량 조절 능력을 제공한다. 피스톤의 상사점 위치를 변경시킴으로써 용량이 제어될 수 있다. 용량을 조절하기 위한 이러한 메커니즘을 사용하는 것은 가스 이력현상 손실(gas hysteresis losses)이라는 문제점을 일으킨다. 그러나, 용량이 감소하면 열교환기 내의 부하와 온도 하강이 또한 감소됨을 기억하여야 한다. 이것은 증가된 사부피를 상쇄하는 용량을 갖춘 압축비의 감소를 가져와 압축기 내의 가스 이력현상 손실의 큰 변화가 없게 한다. 또한, 유동 및 누출 손실도 감소된다.

조절가능한 유량 선형 압축기가 종래에 있었으며, 도 2는 그러한 압축기를 도시하고 있다. 도 2는 자유 피스톤 선형 압축기는 물론 이의 일체식 구동 모터를 둘다 포함하는 장치를 도시하고 있다. 선형 압축기는 실린더, 피스톤 및 커넥팅 로드와 함께 압축기에 공통적으로 사용되는 일방향 체크 밸브인 유입 및 배출 밸브를 포함한다. 선형 모터는 교류 전압이 인가되는 전기자 권선부와, 피스톤에 연결되고 전기자의 시간 변환 전류 및 이에 따른 시간 변환 자기장에 의해 진동 왕복식으로 구동되는 자석을 포함한다. 전체 유닛이 질량체 및 스프링 상수를 갖고 설계되어 이들은 작업능률을 최대화하도록 인가된 전압의 주파수에 가깝게 공진된다.

도 2의 자유 피스톤 선형 압축기 및 모터는 실린더(60)를 갖고 있는데, 이 실린더는 지지 하우징(62)을 형성하도록 바깥쪽으로 연장된다. 피스톤(64)은 실린더(60) 내에 왕복할 수 있도록 활주가능하게 장착되어 있으며 주위 자석링(66)에 연결되어 있다. 흡입 머플러(68)와 통상적인 유입 및 배출 밸브를 포함하는 밸브 조립체(70)가 실린더(60)의 머리단부(72)에 장착되어 있다. 냉매는 흡입 머플러(68)로부터 압축공간(74)으로 유입되고 방출 라인(76)으로부터 방출하기 위하여 압축되어 배출된다. 주위 코일은 외측 라미네이션(82) 및 내측 라미네이션(84)을 포함하는 통상적인 얇은 판으로 둘러싸인 낮은 자기저항 자기통로(80) 내에 놓여지는 전기자(78)를 형성한다. 피스톤은 평면 스프링(86)에 의해 지지되고, 스프링(86)은 전기자(78)에 인가되는 제어된 교류 입력 동력의 작동 주파수에서 자체 부착된 구조물 및 피스톤(64)의 질량체를 공진시

키는 스프링 상수를 갖는다. 전기자(78)에 인가된 전력의 전압은 도 1에 도시되어 있는, 모터 및 밸브 제어 회로(44)에 의해 변경된다. 피스톤 행정을 증가시키도록 전압을 증가시키고 피스톤 행정을 감소시키도록 전압을 감소시키는 것은 압축 유량에 상응하는 영향을 미친다.

또한, 압축기를 통한 유량은 "공기식(pneumatic)" 제어기법에 의해 제어될 수 있는데, 이 기법에서 모터는 일정하게 주어진 행정에서 연속적으로 작동하지만, 피스톤의 평균위치는 유효 압축비를 변경시키기 위해 변화되고 그럼으로써 유량이 변화한다. 이것은 단부위치 제한개념 및 계류중인 미국 특허출원 제 08/265,790호에 기재되어 있는 장치를 사용하여 달성될 수 있다. 상기 특허출원의 명세서의 제 9도에는 본 발명의 도 2에 도시되어 있는 압축기와 매우 유사한 선형 모터 압축기 장치가 개시되어 있다. 실린더 벽 내에 축방향으로 활주가능한 포트를 제공함으로써 단부 위치의 제한을 조절할 수 있다. 포트의 위치는 단부 위치를 결정하기 때문에 포트 위치의 축방향 이동에 의해 평균 피스톤 위치가 축방향으로 이동되고 결국 압축기의 압축비를 변경시키게 된다.

또한, 평균 위치는 압축비 및 유량을 조절하도록 제어가능하게 변경되는 미국특허 제 5,496,153호에 도시되어 있는 바와 같은 압축기 피스톤의 상사점을 탐지함으로써 변경될 수도 있다.

도 3은 본 발명의 실시예에서 사용하기 위한 제어 회로를 도시하고 있다. 온도 설정점 신호가 증폭되어 압축기 변위를 제어하는 에러 신호를 제공하도록 감지된 온도 신호로부터 대수적으로 공제되는 통상적인 피드백 제어원리를 이용한다. 도 3을 참조하면, 냉장실 온도설정 입력부(50) 및 냉동실 온도설정 입력부(52)는 냉동실 온도 센서(46)와 냉장실 온도 센서(48)로부터 탐지된 온도의 입력부가 되는 합 중계점(summing junctions; 102 및 104)에 각각 연결된다. 냉장실 온도설정 입력부(50)에서 설정된 냉장실 온도와 온도 센서(48)에서 감지된 냉장실 온도간의 차이를 나타내는 에러 신호는 가산 회로의 한 저항자(R1)를 통해 증폭기(106)의 입력부로 인가된다. 냉동실 온도설정 입력부(52)에서 설정된 냉동실 온도와 온도 센서(46)에서 감지된 냉동실 온도간의 차이는 제 2 가산 회로 저항자(R2)를 통해 증폭기(106)로 인가된다. 그러므로, 증폭기(106)로부터의 출력은 희망 펌프 유량에 비례하는 크기를 갖는다. 이러한 증폭기(106)로부터의 출력은 구동 모터의 진폭과 압축기를 통한 유량을 제어하는 전술한 레드리치의 미국특허 제 5,156,005호에 개시되어 있는 것과 같은 압축기 변위 제어기에 인가된다.

논리 회로가 도 1에 도시되어 있는 솔레노이드 밸브(16 및 18)를 제어하는데 사용된다. 비교기(111)는 냉동실 온도 센서(46)로부터의 신호 및 냉동실 온도 설정 입력부(52)로부터의 신호와 연결되어 있어서, 감지된 온도가 설정치를 초과하여 냉동실 냉각 수요가 있는 경우 논리값 1을 제공하고 그렇지 않은 경우에는 논리값 0을 제공한다. 비교기(111)의 출력은 회로 논리에 따라 개방 또는 폐쇄로 전환되기 위한 솔레노이드 밸브(16 및 18)에 인가되는 전압으로 비교기(111)로부터의 논리값 1 및 0을 변환하는 논리부호해독 회로(114)에 연결된다. 비교기(111)의 출력이 논리값 0인 경우에 합 중계점(104)의 출력부를 클램핑하기 위하여 다이오드(116)는 비교기(111)의 출력부와 저항자(R2)의 입력부 사이에 연결된다.

도 4는 도 3의 회로의 작동을 나타내는 진리치표(truth table)이다. 진리치표를 참조하면, 표제 "냉동실" 밑의 "0"은 냉동실로부터 냉각 수요가 없음을 나타내며, 이는 구획실에 대한 감지 온도가 설정점 온도와 같거나 그 이하인 경우에 발생한다. "1"은 구획실의 온도가 설정점 온도를 초과하기 때문에 냉각 수요의 존재를 나타낸다.

만일 냉동실이 냉각 수요가 없다면, 비교기(111)는 논리 출력값 0을 제공하고 논리부호해독 회로(114)는 밸브(16)를 개방하고 밸브(18)를 폐쇄한다. 비교기(111)로부터의 논리 출력값 0에 의해 다이오드(116)는 레지스터(R2)를 로직 레벨 0으로 클램핑하여 냉장실에 대한 에러 신호만이 피드백 제어 회로에 의해 압축기를 통하여 질량 유량을 제어한다.

만일 냉동실이 냉각 수요가 있다면, 비교기(111)는 논리 출력값 1을 제공하고 논리부호 해독 회로(114)는 밸브(16)를 폐쇄하고 밸브(18)를 개방한다. 비교기(111)의 논리 출력값 1이 입력부(R2)를 클램핑하지 않음으로써, 피드백 제어 시스템의 냉동부에 대한 에러 신호는 두 구획실의 냉각 수요의 합에 상응하는 증가된 유량에서 압축기를 구동하도록 냉장 에러 신호에 더해진다.

선택적으로, 도 4에 도시되어 있는 두 개의 작동 상태 각각과 관련된 예정된 펌프 변위를 단순히 갖춘 제어 회로가 사용될 수도 있음은 당업자에게 명백하다. 각각의 구획실에 대한 감지 온도와 각각의 구획실에 대한 설정 온도간의 온도 차이의 변화에 응답하여 공지된 제어 연산방식에 따라 희망 출력 유량을 제공하도록 컴퓨터와 소프트웨어를 사용하여 보다 정교한 제어가 달성될 수 있다.

추가 온도 센서가 예를 들어 비상 온도 레벨과 같은 추가 온도를 탐지할 수도 있다. 이것은 논리부호해독 회로(114)에 두 개의 추가 입력을 제공하여, 냉동장치를 위한 16가지의 가능한 조합 및 작동조건을 제공할 수 있다.

다른 종류의 원동기 또는 모터들이 압축기를 통한 질량 유량의 조절을 허용하는 방식으로 선형 압축기를 구동하는데 사용될 수도 있음은 당업자에게 명백하다. 이들은 스테어링 엔진, 스팀 엔진 또는 선형 내연기관을 포함하며, 심지어는 비록 이들 중 아무것도 개시된 실시예에 비해 유익하지 않더라도 조정가능한 연동장치를 갖춘 회전 모터를 포함할 수 있다.

또한, 비록 선형 압축기가 가장 바람직하기는 해도, 냉매의 질량 유량은 선형 압축기 이외의 압축기에 의해 조절될 수도 있다. 예를 들면, 전자 정류 모터[무브러쉬 직류 모터(brushless dc motor)로도 불림]가 통상적인 크랭크식 압축기를 구동하도록 연계될 수 있다. 그러한 모터는 냉매 유량을 모터의 회전속도를 제어함으로써 조절되도록 하는 변경가능한 속도를 갖는다.

그 결과, 본 발명에 따른 냉동 회로를 통한 유동로와 압축기를 통한 냉매 질량 유량은 양 구획실 모두의 냉각 수요를 정확하게 만족시킨다.

특정 실시예가 본 발명을 설명하는데 이용되었지만, 첨부된 특허청구범위 내에서 많은 변형예가 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

냉매를 내포하는 증기 압축 사이클 냉동 회로를 포함하며, 하나의 저온 질량체의 온도가 다른 저온 질량체의 온도 보다 낮은 둘 이상의 저온 질량체로부터 고온 질량체로 열을 상승시키는, 열 펌프 장치로서,

(a) 조절가능한 유량을 가지며 상기 냉동 회로 내에서 유체가 연통하는 냉매 입력부와 냉매 출력부를 가지는 압축기-구동 모터 결합체와,

(b) 둘 이상의 증발기로서, 상기 증발기들 중 제 1 증발기는 제 1 최저온 질량체에 열적으로 연결되어 있고 상기 증발기들 중 제 2 증발기는 상기 제 1 최저온 질량체의 온도와 상기 고온 질량체의 온도 사이의 온도를 갖는 제 2 저온 질량체에 열적으로 연결되어 있는, 둘 이상의 증발기와, 그리고

(c) 질량체의 온도를 감지하기 위한 센서를 구비하고 있으며 감지되는 온도에 응답하여 상기 유량을 조절하기 위해 상기 압축기-구동 모터 결합체에 연결되어 있는 제어 회로를 포함하며,

상기 제 1 증발기는 압축기에 의해 압축되는 냉매를 수용하도록 밸브를 통해 연결가능한 입력부 및 상기 제 2 증발기의 입력부에 연결되는 출력부를 가지며,

상기 제 2 증발기는 압축기에 의해 압축되는 냉매를 수용하도록 밸브를 통해 연결가능한 입력부 및 출력부를 가지며,

상기 제 2 증발기의 출력부는 때때로 상기 제 1 증발기와 상기 제 2 증발기 모두를 통해 직렬로 상기 냉매를 보내고, 때때로 상기 제 2 증발기만을 통해서 상기 냉매를 보내며, 상기 제 1 증발기를 통과하는 냉매 흐름을 차단하기 위하여 상기 압축기로 냉매를 회수하도록 연결되는,

열 펌프 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 압축기는 자유 피스톤 선형 압축기이고, 상기 모터는 전기자 권선부를 구비한 선형 전자기 모터이며,

상기 제어 회로는 상기 압축기의 냉매 유량을 조절하도록 상기 전기자 권선부에 연결되어 가변 구동 전압을 상기 전기자 권선부에 인가하는 전력 입력부 및 전력 출력부를 가지는,

열 펌프 장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 제 1 질량체의 감지온도와 상기 제 1 질량체에 대한 선택된 설정점 온도 사이의 차이 및 상기 제 2 질량체의 감지온도와 상기 제 2 질량체의 선택된 설정점 온도 사이의 차이의 합에 비례하여 상기 냉매 유량을 조절하는 피드백 제어 시스템을 포함하는,

열 펌프 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 제어 회로가 상기 제 1 질량체의 감지온도와 상기 제 1 질량체에 대한 선택된 설정점 온도 사이의 차이 및 상기 제 2 질량체의 감지온도와 상기 제 2 질량체의 선택된 설정점 온도 사이의 차이의 합에 비례하여 상기 냉매 유량을 조절하는 피드백 제어 시스템을 포함하는,

열 펌프 장치.

청구항 5.

냉매를 내포하는 증기 압축 사이클 냉동 회로를 포함하며, 냉장실 및 냉동실로부터 고온 질량체로 열을 상승시키는, 열 펌프 장치로서,

- (a) 냉매를 압축하기 위하여 상기 냉동 회로 내에서 유체가 연통하는 입력부 및 출력부를 갖춘 선형 압축기와,
- (b) 전기자 권선부를 구비하며 상기 압축기에 동력을 전달하도록 연결되어 있는 선형 전자기 모터와,
- (c) 상기 냉동실과 열적으로 연결되어 있는 냉동 증발기와 상기 냉장실과 열적으로 연결되어 있는 냉장 증발기를 포함하는 둘 이상의 증발기와, 그리고
- (d) 상기 전기자 권선부에 연결되고 상기 압축기의 냉매 유량을 조절하기 위해 가변 구동 전압을 상기 전기자 권선부에 인가하는 전력 입력부 및 전력 출력부를 구비하는 모터 제어 회로를 포함하며,

상기 냉동 증발기는 상기 압축기에 의해 압축되는 냉매를 수용하도록 밸브를 통해 연결가능한 입력부 및 상기 냉장 증발기의 입력부에 연결되는 출력부를 가지며,

상기 냉장 증발기는 압축기에 의해 압축되는 냉매를 수용하도록 밸브를 통해 연결가능한 입력부 및 출력부를 가지며,

상기 냉장 증발기의 출력부는 때때로 상기 냉동 증발기와 냉장 증발기 모두를 통해 직렬로 냉매를 지향시키고, 때때로 상기 냉장 증발기만을 통해서 냉매를 지향시키며, 상기 냉동 증발기를 통과하는 냉매 흐름을 차단하기 위하여 상기 압축기로 냉매를 회수하도록 연결되는,

열 펌프 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

- (a) 상기 냉동 증발기는 콘덴서의 출력부에 그리고 상기 콘덴서를 통해 상기 압축기의 출력부에 연결되는 입력부를 가지며,
- (b) 상기 냉장 증발기는 작동식 밸브를 통해 상기 콘덴서의 출력부에 그리고 체크 밸브를 통해 상기 냉동 증발기의 출력부에 연결되는 입력부를 가지며,

상기 체크 밸브는 상기 냉동 증발기로부터 상기 냉장 증발기로의 냉매 흐름을 허용하도록 지향되어 있으며, 상기 냉장 증발기는 상기 압축기의 입력부에 연결되는 출력부를 갖는,

열 펌프 장치.

청구항 7.

제 5 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 냉장실의 온도를 감지하기 위한 온도 센서와,

상기 냉동실의 온도를 감지하기 위한 온도 센서와, 그리고

상기 냉동실의 감지온도와 상기 냉동실에 대한 선택된 설정점 온도 사이의 차이 및 상기 냉장실의 감지온도와 상기 냉장실에 대한 선택된 설정점 온도 사이의 차이의 합에 비례하여 상기 냉매 유량을 조절하는 피드백 제어 시스템을 포함하는,

열 펌프 장치.

청구항 8.

저온 질량체로부터 고온 질량체로 열을 상승시키기 위한 열 펌프 장치로서,

- (a) 상기 저온 질량체에 열적으로 연결되는 둘 이상의 증발기 및 냉매를 내포하고 있는, 증기 압축 사이클 냉동 회로와,
- (b) 상기 냉매를 압축하기 위하여 상기 냉동 회로 내에서 유체가 연통하는 입력부 및 출력부를 갖춘 선형 압축기와,
- (c) 전기자 권선부를 갖고 있으며 상기 압축기에 동력을 전달하도록 연결되어 있는 선형 전자기 모터와, 그리고
- (d) 상기 압축기의 냉매 유량을 조절하기 위하여 상기 전기자 권선부에 가변 구동 전압을 인가하고 상기 전기자 권선부에 연결되어 있는 전력 입력부 및 전력 출력부를 갖추고 있는 모터 제어 회로를 포함하며,

상기 둘 이상의 증발기는 제 1 온도를 유지하기 위한 제 1 증발기 및 상기 제 1 온도보다 높은 제 2 온도를 유지하기 위한 제 2 증발기를 통하여 동시에 연장되는 직렬 냉매 유동로를 제공하도록 상기 냉동 회로 내에서 도관을 통해 직렬로 연결되며,

상기 제 1 증발기는 냉장고의 냉동실에 열적으로 연결되어 있으며, 콘덴서의 출력부에 그리고 상기 콘덴서를 통해 상기 압축기의 출력부에 연결되는 입력부를 가지며,

상기 제 2 증발기는 상기 냉장고의 냉장실에 열적으로 연결되어 있으며 작동식 밸브를 통해 콘덴서의 출력부에 그리고 체크 밸브를 통해 상기 제 1 증발기의 출력부에 연결되어 있는 입력부를 가지며,

상기 체크 밸브는 상기 제 1 증발기로부터 상기 제 2 증발기로의 냉매 흐름이 허용되도록 지향되며, 상기 제 2 증발기는 상기 압축기의 입력부에 연결되는 출력부를 가지는,

열 펌프 장치.

청구항 9.

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법으로서,

(a) 증기 압축 사이클 냉동 회로 내의 다수의 증발기를 통해 압축 냉매를 펌핑하는 단계로, 각각의 질량체에 하나 이상의 증발기가 열적으로 연결되어 있는, 펌핑 단계 및 상기 냉매의 흐름을 저온 질량체와 열적으로 연결되어 있는 제 1 증발기를 통해 직렬 경로를 따라 그리고 상기 제 1 증발기로부터 고온 질량체와 열적으로 연결되어 있는 제 2 증발기를 통하여 지향시키는 단계와, 그리고

(b) 작동 능력을 최적화하는 유량을 얻기 위하여, 상기 냉매를 펌핑하는 단계에서의 유량을 상기 제 2 증발기에 유입되는 대부분의 냉매가 기화되는 유량으로 조절하는 단계를 포함하는,

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법.

청구항 10.

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법으로서,

(a) 증기 압축 사이클 냉동 회로 내의 다수의 증발기를 통해 압축 냉매를 펌핑하는 단계로, 각각의 질량체에 하나 이상의 증발기가 열적으로 연결되어 있는, 단계와, 그리고

(b) 상기 냉매 펌핑 단계의 유량을 상기 질량체의 냉각 수요의 증가 함수로 조절하는 단계를 포함하며,

상기 냉각 수요가 각각의 질량체에 대한 측정온도와 각각의 질량체에 대한 설정점 온도 사이의 차이들의 합의 증가 함수인,

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법.

청구항 11.

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법으로서,

(a) 증기 압축 사이클 냉동 회로 내의 다수의 증발기를 통해 압축 냉매를 펌핑하는 단계로, 하나 이상의 증발기가 각각의 질량체에 열적으로 연결되어 있는, 압축 냉매 펌핑 단계로서, 상기 증발기는 상기 냉매의 흐름을 저온 질량체와 열적으로 연결되어 있는 제 1 증발기를 통하여 직렬 경로를 따라 그리고 상기 제 1 증발기로부터 고온 질량체와 열적으로 연결되어 있는 제 2 증발기를 통하여 지향시키는, 압축 냉매 펌핑 단계와,

(b) 상기 냉매 흐름을 상기 제 2 증발기를 통해 지향시키고 상기 제 1 증발기를 통한 흐름을 차단하는 단계와, 그리고

(c) 작동 능력을 최적화시키는 유량을 얻기 위하여 상기 냉매 펌핑 단계의 유량을 조절하는 단계를 포함하는,

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 냉매가 상기 제 2 증발기로만 지향되는 경우 상기 냉매 유량을 가장 낮은 값으로 조절하는,

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법.

청구항 13.

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법으로서,

(a) 증기 압축 사이클 냉동 회로 내의 다수의 증발기를 통해 압축 냉매를 펌핑하는 단계로, 각각의 질량체에 하나 이상의 증발기가 열적으로 연결되어 있는, 펌핑 단계 및 상기 냉매의 흐름을 저온 질량체와 열적으로 연결되어 있는 제 1 증발기를 통해 직렬 경로를 따라 그리고 상기 제 1 증발기로부터 고온 질량체와 열적으로 연결되어 있는 제 2 증발기를 통하여 지향시키는 단계와, 그리고

(b) 상기 제 2 증발기에 유입되는 대부분의 냉매가 기화되는 유량에서 작동 능력을 최적화하는 유량을 얻도록, 상기 냉매를 펌핑하는 단계에서의 유량을 조절하는 단계를 포함하는,

다수의 질량체를 다른 온도로 냉각하기 위한 방법.

청구항 14.

삭제

청구항 15.

삭제

청구항 16.

삭제

청구항 17.

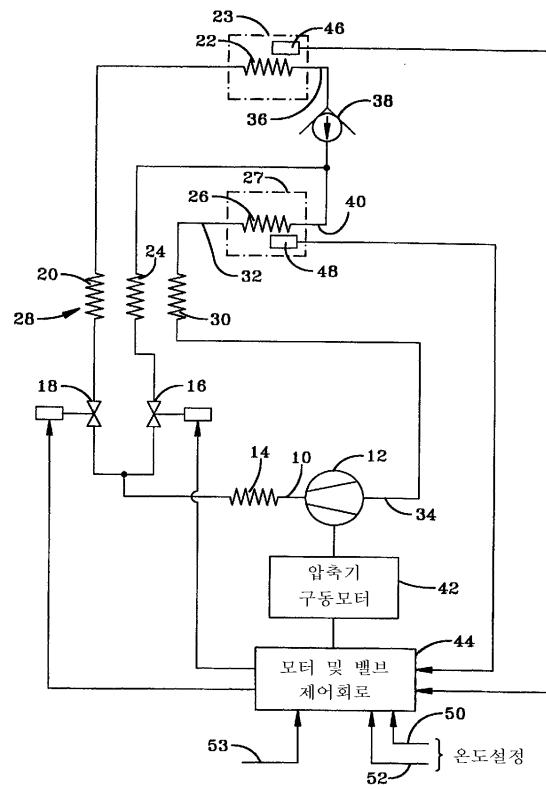
삭제

청구항 18.

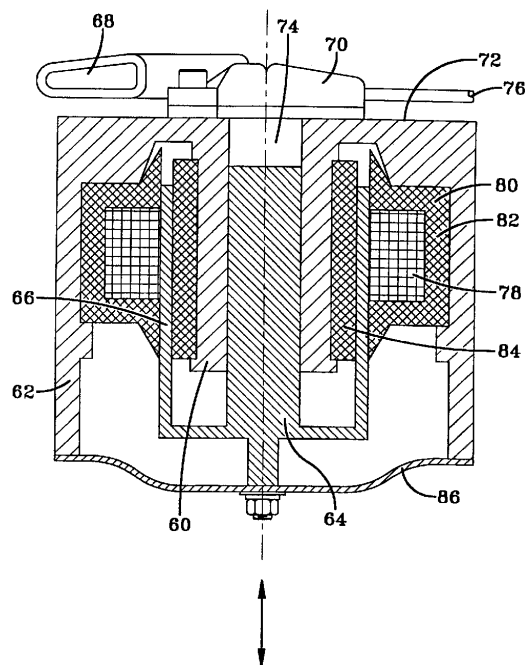
삭제

도면

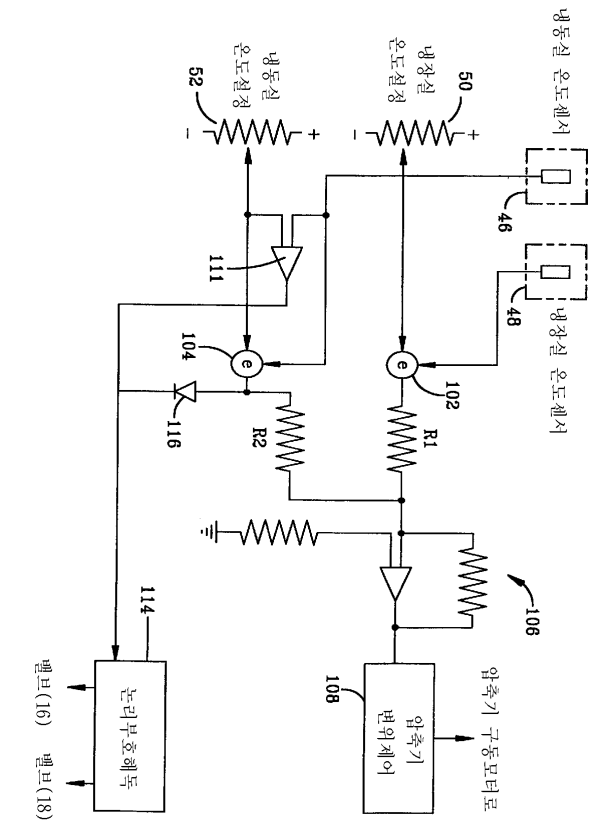
도면1



도면2



도면3



도면4

냉동실	비교기 출력	밸브(16)	밸브(18)	합
0	0	개방	폐쇄	아니오
1	1	폐쇄	개방	예

도면5

