



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월29일
(11) 등록번호 10-1741360
(24) 등록일자 2017년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F24D 3/18 (2006.01) F24D 15/04 (2006.01)
F24D 19/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F24D 3/18 (2013.01)
F24D 15/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0047595
(22) 출원일자 2016년04월19일
심사청구일자 2016년04월19일
(56) 선행기술조사문헌
JP2012193908 A
JP5939676 B2

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(72) 발명자
최종민
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(74) 대리인
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 김호영

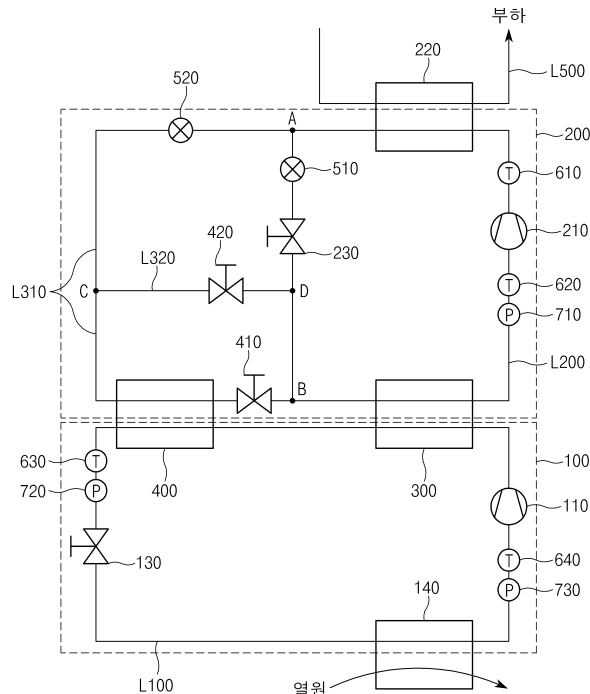
(54) 발명의 명칭 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어방법

(57) 요약

본 발명은 캐스케이드 난방시스템에 관한 것으로, 저단측 냉매가 순환하는 저단측 압축기, 캐스케이드 열교환기, 저단측 팽창장치 및 저단측 증발기를 구비하는 저단측 냉매사이클과, 고단측 냉매가 순환하는 고단측 압축기, 고단측 응축기, 고단측 팽창장치 및 상기 캐스케이드 열교환기를 구비하는 고단측 냉매사이클을 구비하며, 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



고단측 냉매사이클에서 상기 고단측 응축기를 거친 후 팽창되기 전의 고단측 냉매의 일부와, 상기 저단측 냉매사이클에서 상기 캐스케이드 열교환기를 나와 상기 저단측 팽창장치에 들어가기 전의 저단측 냉매가 열교환하는 냉매간 보조열교환기를 구비하는 것을 특징으로 한다. 이러한 구성을 가짐으로 인해서 본 발명은, 요구되는 난방용량이 증가하거나 고단측 응축기로 유입되는 부하측 유체의 온도가 증가하는 경우, 고단측 냉매사이클에서 고단측 응축기를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기로 흐르게 하여 저단측 냉매와 열교환시킴으로써, 고단측 압축기의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 과도하게 상승하지 않도록 하면서도 요구되는 난방용량의 증가 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도증가에 대응할 수 있는 작용효과를 가진다.

(52) CPC특허분류

F24D 19/1039 (2013.01)
 F24D 2200/12 (2013.01)
 F24D 2220/042 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415141832
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	신재생에너지핵심기술개발
연구과제명	지열에너지 활용 판넬 구조물 지붕용설시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	(주)삼미지오테크
연구기간	2014.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

저단축 냉매를 압축하는 저단축 압축기, 상기 저단축 압축기에서 압축된 저단축 냉매를 응축시키는 캐스케이드 열교환기, 상기 캐스케이드 열교환기를 거친 저단축 냉매를 팽창시키는 저단축 팽창장치 및 상기 저단축 팽창장치를 거친 저단축 냉매를 외부 열원과 열교환시키는 저단축 증발기를 구비하는 저단축 냉매사이클과,

고단축 냉매를 압축하는 고단축 압축기, 상기 고단축 압축기에서 압축된 고단축 냉매를 부하측 2차유체와 열교환시키는 고단축 응축기, 상기 고단축 응축기를 거친 고단축 냉매를 팽창시키는 고단축 팽창장치 및 상기 고단축 팽창장치를 거친 고단축 냉매를 상기 저단축 냉매와 열교환시켜 증발시키는 상기 캐스케이드 열교환기를 구비하는 고단축 냉매사이클을 구비하며,

상기 고단축 냉매사이클에서 상기 고단축 응축기를 거친 후 팽창되기 전의 고단축 냉매의 일부와, 상기 저단축 냉매사이클에서 상기 캐스케이드 열교환기를 나와 상기 저단축 팽창장치에 들어가기 전의 저단축 냉매가 열교환하는 냉매간 보조열교환기를 구비하는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 난방시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 냉매간 보조열교환기로 흐르는 고단축 냉매의 유량은, 상기 고단축 압축기의 입구에서의 고단축 냉매의 과열도가 소정의 기준과열도 이상이 되도록 조절되는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 난방시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 냉매간 보조열교환기로 흐르는 고단축 냉매의 유량은, 상기 저단축 팽창장치의 입구에서의 저단축 냉매의 과냉도가 소정의 기준과냉도 이상이 되도록 조절되는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 난방시스템.

청구항 4

청구항 1에 기재된 캐스케이드 난방시스템을 제어하는 제어방법으로서,

상기 고단축 압축기의 출구에서의 고단축 냉매의 온도를 측정하여 소정의 기준온도값 이상인지 여부를 판단하는 단계와,

측정된 고단축 냉매의 상기 고단축 압축기의 출구에서의 고단축 냉매의 온도가 소정의 기준온도값 이상인 경우, 상기 고단축 냉매사이클에서 상기 고단축 응축기를 거친 후 팽창되기 전의 고단축 냉매의 일부를 상기 냉매간 보조열교환기에 유입되도록 하여 상기 저단축 냉매사이클에서 상기 캐스케이드 열교환기를 나와 상기 저단축 팽창장치에 들어가기 전의 저단축 냉매와 열교환시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 난방시스템 제어방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 고단축 압축기의 입구에서의 고단축 냉매의 과열도가 소정의 기준과열도보다 작은 경우, 상기 냉매간 보조열교환기로 유입되는 고단축 냉매의 유량을 줄이는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 난방시스템 제어방법.

청구항 6

청구항 4 또는 5에 있어서,

상기 저단축 팽창장치의 입구에서의 저단축 냉매의 과냉도가 소정의 기준과냉도보다 작은 경우, 상기 냉매간 보

조열교환기로 유입되는 고단측 냉매의 유량을 줄이는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 난방 시스템 제어방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 저단측 냉매사이클의 냉매(이하, '저단측 냉매'라고 함)와 고단측 냉매사이클의 냉매(이하, '고단측 냉매'라고 함)가 캐스케이드 열교환기에 의해서 열교환되는 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 요구되는 난방용량이 증가하거나 고단측 응축기로 유입되는 부하측 유체의 온도가 증가할더라도, 요구되는 난방용량의 증가 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 유체의 온도증가에 대응하면서도 고단측 압축기의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 과도하게 증가하지 않도록 함으로써 안정적인 운전을 행할 수 있는 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1은 난방 및 주방이나 욕실에서 사용하는 난방수를 제공하는 종래의 캐스케이드 열교환기를 구비한 캐스케이드 난방시스템을 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, 종래의 캐스케이드 난방시스템에서는 저단측 냉매사이클(10) 및 고단측 냉매사이클(20)을 구비하고 있으며, 저단측 냉매사이클(10)의 저단측 냉매와 고단측 냉매사이클(20)의 고단측 냉매가 캐스케이드 열교환기(30)에서 서로 열교환한다.

[0003] 구체적으로 저단측 냉매사이클(10)을 순환하는 저단측 냉매는 저단측 냉매배관(L10)을 따라서 저단측 압축기(11)에서 시작하여 캐스케이드 열교환기(30), 저단측 팽창장치(13) 및 저단측 증발기(14)를 거쳐 다시 저단측 압축기(11)로 유입된다. 이때 캐스케이드 열교환기(30)는 저단측 냉매를 응축하는 저단측 응축기로서 작동을 한다. 저단측 냉매는 저단측 증발기(14)에서 열원인 주위 공기와 열교환할 수 있다. 또한 열원으로는 지열, 해수열 등도 사용될 수 있다.

[0004] 고단측 냉매사이클(20)을 순환하는 고단측 냉매는, 고단측 냉매배관(L20)을 따라서 고단측 압축기(21)에서 시작하여 고단측 응축기(22), 고단측 팽창장치(23) 및 캐스케이드 열교환기(30)를 거쳐 고단측 압축기(21)로 유입된다. 이때 고단측 냉매사이클(20)에서의 캐스케이드 열교환기(30)는 고단측 냉매를 증발시키는 고단측 증발기로서 작동을 한다. 또한 고단측 냉매사이클에서의 고단측 응축기(22)는 난방 및 급수를 위해서 사용되는 부하측 2차유체(예를 들면, 물 또는 공기)와 열교환한다. 고단측 응축기(22)를 통과하면서 열교환으로 인해서 고온이 된 부하측 2차유체는 부하측 2차유체배관(L50)을 통해서 축열탱크(미도시)에 저장되거나 또는 부하측에 직접 공급될 수 있다. 축열탱크에 저장된 경우 부하측 2차유체는 다시 난방용 배관이나 급탕용 배관을 통해서 주방 또는 욕실 등 부하측에 공급될 수 있다.

[0005] 이러한 캐스케이드 열교환기(30)를 구비하는 히트펌프시스템은, 저단측 냉매사이클(10)의 저단측 압축기(11)에서 압축된 저단측 냉매가 캐스케이드 열교환기(30)에서 고단측 냉매사이클(20)의 고단측 냉매와 열교환함으로써, 고단측 냉매사이클(20)에서 고단측 압축기(21)로 유입되는 고단측 냉매의 온도를 높일 수 있다. 이렇게 온도가 상승된 고단측 냉매를 다시 고단측 냉매사이클(20)의 고단측 압축기(21)에서 압축함으로써 고단측 냉매의 온도를 더 높게 할 수 있으며, 고단측 압축기(21)에서 압축된 고단측 냉매가 고단측 응축기(22)에서 부하측 2차유체와 열교환함으로써 부하측 2차유체의 온도를 상승시키게 된다.

[0006] 따라서 이러한 캐스케이드 열교환기를 구비한 캐스케이드 난방시스템은 하나의 냉매사이클을 사용하는 경우에 비해서 보다 높은 온도의 부하측 2차유체를 만들어 낼 수 있다.

[0007] 하지만 이러한 종래의 캐스케이드 난방시스템에서는 운전 중 요구되는 난방용량이 증가하거나 고단측 응축기로 유입되는 부하측 유체의 온도가 증가하는 경우, 고단측 압축기(21)의 회전수가 증가하고 이로 인해서 고단측 압축기(21)로부터 토출되는 고단측 압축기(21)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 높아지는데, 고단측 압축기(21)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 소정의 최대기준온도(압축기에 부하가 걸려서 운전이 불가능한 온도로서 압축기의 사양에 따라서 설정되어 있는 값임, 예를 들면 대략 110℃ 정도)보다 크게 되면 고단측 압축기(21)를 운전할 수 없게 되는 문제점이 있었다. 또한 고단측 압축기(21)로부터 토출되는 고단측 냉매의 온도를 최대기준온도보다 낮게 유지하도록 운전하는 경우에는, 요구되는 난방용량의 증가 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 유체의 온도증가에 충분히 대응할 수 없는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 앞서 설명한 종래 캐스케이드 난방시스템의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 요구되는 난방용량이 증가하거나 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도가 증가하더라도 고단측 냉매사이클의 압축기의 출구 온도가 과도하게 증가하지 않도록 하면서 요구되는 난방용량의 증가 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도증가에 대응할 수 있도록 함으로써 안정적인 운전을 행할 수 있는 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해서 본 발명은 캐스케이드 난방시스템에 관한 것으로, 저단측 냉매를 압축하는 저단측 압축기, 상기 저단측 압축기에서 압축된 저단측 냉매를 응축시키는 캐스케이드 열교환기, 상기 캐스케이드 열교환기를 거친 저단측 냉매를 팽창시키는 저단측 팽창장치 및 상기 저단측 팽창장치를 거친 저단측 냉매를 외부 열원과 열교환시키는 저단측 증발기를 구비하는 저단측 냉매사이클과, 고단측 냉매를 압축하는 고단측 압축기, 상기 고단측 압축기에서 압축된 고단측 냉매를 부하측 2차유체와 열교환시키는 고단측 응축기, 상기 고단측 응축기를 거친 고단측 냉매를 팽창시키는 고단측 팽창장치 및 상기 고단측 팽창장치를 거친 고단측 냉매를 상기 저단측 냉매와 열교환시켜 증발시키는 상기 캐스케이드 열교환기를 구비하는 고단측 냉매사이클을 구비하며, 상기 고단측 냉매사이클에서 상기 고단측 응축기를 거친 후 팽창되기 전의 고단측 냉매의 일부와, 상기 저단측 냉매사이클에서 상기 캐스케이드 열교환기를 나와 상기 저단측 팽창장치에 들어가기 전의 저단측 냉매가 열교환하는 냉매간 보조열교환기를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한 본 발명은 위 구성을 구비하는 캐스케이드 난방시스템의 제어방법에 관한 것으로, 상기 고단측 압축기의 출구에서의 고단측 냉매의 온도를 측정하여 소정의 기준온도값 이상인지 여부를 판단하는 단계와, 측정된 고단측 냉매의 상기 고단측 압축기의 출구에서의 온도가 소정의 기준온도값 이상인 경우, 상기 고단측 냉매사이클에서 상기 고단측 응축기를 거친 후 팽창되기 전의 고단측 냉매의 일부를 상기 냉매간 보조열교환기에 유입되도록 하여 상기 저단측 냉매사이클에서 상기 캐스케이드 열교환기를 나와 상기 저단측 팽창장치에 들어가기 전의 저단측 냉매와 열교환시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어방법은, 요구되는 난방용량이 증가하거나 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도가 증가하는 경우, 고단측 냉매사이클에서 고단측 응축기를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기로 흐르게 하여 저단측 냉매와 열교환시킴으로써, 고단측 압축기의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 과도하게 상승하지 않도록 하면서도 요구되는 난방용량의 증가 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도증가에 대응할 수 있는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 종래의 캐스케이드 난방시스템을 나타내는 도면.
- 도 2는 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템을 나타내는 도면.
- 도 3은 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템의 통상운전시의 작동을 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템에서 난방용량 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도가 증가한 경우의 작동을 나타내는 도면.
- 도 5는 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템의 제어방법을 나타내는 도면.
- 도 6은 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템에서의 저단측 냉매사이클 및 고단측 냉매사이클의 압력(P)-엔탈피 선도(h).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템의 실시형태에 대해서 보다 구체적으로

설명한다.

- [0014] 먼저 도 2를 참조하면, 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템은 저단측 냉매사이클(100), 고단측 냉매사이클(200) 및 저단측 냉매사이클(100)의 저단측 냉매와 고단측 냉매사이클(200)의 고단측 냉매가 열교환하는 캐스케이드 열교환기(300) 및 냉매간 보조열교환기(400)를 구비한다.
- [0015] 구체적으로 저단측 냉매사이클(100)은, 저단측 냉매가 저단측 냉매배관(L100)을 따라서, 저단측 냉매를 압축하는 저단측 압축기(110), 저단측 압축기(110)에서 압축된 저단측 냉매를 응축시키는 캐스케이드 열교환기(300), 캐스케이드 열교환기(300)를 거친 저단측 냉매를 팽창시키는 저단측 팽창장치(130) 및 저단측 팽창장치(130)를 거친 저단측 냉매를 외부 열원과 열교환시키는 저단측 증발기(140)를 거쳐 다시 저단측 압축기(110)로 순환하는 구성을 가지고 있다. 한편 저단측 냉매배관(L100)에서의 캐스케이드 열교환기(300)와 저단측 팽창장치(130)와의 사이에는 냉매간 보조열교환기(400)가 마련되어 있다.
- [0016] 고단측 냉매사이클(200)은, 고단측 냉매가 고단측 냉매배관(L200)을 따라서, 고단측 냉매를 압축하는 고단측 압축기(210), 고단측 압축기(210)에서 압축된 고단측 냉매를 부하측 2차유체와 열교환시키는 고단측 응축기(220), 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매를 팽창시키는 고단측 팽창장치(230) 및 고단측 팽창장치(230)를 거친 고단측 냉매를 저단측 냉매와 열교환시켜 증발시키는 캐스케이드 열교환기(300)를 거쳐 다시 고단측 압축기(210)로 순환하는 구성을 가지고 있다.
- [0017] 도 2에 도시된 것과 같이 고단측 응축기(220)는 부하측 2차유체가 흐르는 부하측 2차유체 배관(L500)이 통과하며, 이로 인해서 고단측 응축기(200)에서 고단측 냉매와 부하측 2차유체와 열교환하며, 그 결과 온도가 상승된 부하측 2차유체에 의해서 난방을 행한다. 여기서는 부하측 2차유체 배관(L500)을 흐르는 부하측 2차유체를 물인 경우를 설명하고 있지만 공기이어도 상관없다.
- [0018] 또한 도 2를 참조하면, 고단측 냉매사이클(200)은 고단측 냉매배관(L200)에서 고단측 응축기(200)와 고단측 팽창장치(230)와의 사이의 일지점인 A지점에서 분기되어 고단측 팽창장치(230)과 캐스케이드 열교환기(300)과의 사이의 일지점인 B지점에서 합류하는 제1 분기배관(L310)을 구비하고 있다.
- [0019] 제1 분기배관(L310)에는 고단측 냉매사이클(200)의 고단측 냉매와 저단측 냉매사이클(100)의 저단측 냉매가 열교환하는 냉매간 열교환기(400)가 마련되어 있다. 냉매간 열교환기(400)에서는 고단측 냉매사이클(200)에서의 고단측 응축기(220)를 거친 후 팽창되기 전의 고단측 냉매와 저단측 냉매사이클(100)에서의 캐스케이드 열교환기(300)를 거친 후 저단측 팽창장치(130)로 들어가기 전의 저단측 냉매가 열교환한다.
- [0020] 한편, 고단측 냉매배관(L200)에서 제1 분기배관(L310)의 분기점인 A지점과 합류점인 B지점 사이에는 냉매의 흐름을 제어하는 제어밸브(510)이 마련되어 있으며, 제1 분기배관(L310)에는 제1 분기배관(L310)으로의 냉매의 흐름을 제어하는 제어밸브(520)이 마련되어 있다. 제어밸브(510)를 개방하고 제어밸브(520)를 폐쇄하는 경우에는 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 나온 고단측 냉매는 고단측 팽창장치(230)로 유입되며 냉매간 보조열교환기(400)로 유입되지 않는다. 반대로 제어밸브(520)를 개방하고 제어밸브(510)를 폐쇄하는 경우에는 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 나온 고단측 냉매는 고단측 팽창장치(230)로 유입되지 않고 냉매간 보조열교환기(400)로 유입된다.
- [0021] 또한 제1 분기배관(L310)에서 냉매간 보조열교환기(400)와 합류점인 B지점과의 사이에는 제1 보조팽창장치(410)가 마련되어 있다. 이로 인해서 냉매간 보조열교환기(400)를 거친 고단측 냉매는 제1 보조팽창장치(410)에서 팽창한다.
- [0022] 또한 제1 분기배관(L310)에서 냉매간 보조열교환기(400)의 입구에 위치하는 일지점인 C지점에서 분기하여 고단측 냉매배관(L200)의 고단측 팽창장치(230)과 합류점인 B지점과의 사이의 일지점인 D지점에서 합류하는 제2 분기배관(L320)이 마련되어 있다. 또한 제2 분기배관(L320)에는 제2 보조팽창장치(420)이 마련되어 있다.
- [0023] 여기서 제1 보조팽창장치(410)과 제2 보조팽창장치(420)는 서로 연결되어 있기 때문에 그 개도하는 것에 의해서 제1 보조팽창장치(410)과 제2 보조팽창장치(420) 각각을 흐르는 고단측 냉매의 유량 및 냉매간 열교환기(300)를 흐르는 고단측 냉매의 유량을 조절할 수 있다.
- [0024] 예를 들면 제2 보조팽창장치(420)의 개도를 일정하게 유지하면서 제1 보조팽창장치(410)의 개도를 넓히거나 줄이는 경우에 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량이 증가하거나 감소하며, 또한 제1 보조팽창장치(410)의 개도를 일정하게 유지하면서 제2 보조팽창장치(420)의 개도를 넓히거나 줄이는 경우에 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량이 감소하거나 증가하게 된다. 즉, 제1 보조팽창장치(410)의 개도

의 증감과 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량의 증감은 비례관계를 가지고 있으며, 제2 보조팽창장치(420)의 증감과 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량의 증감은 반비례관계를 가지고 있다.

- [0025] 또한 위에서 설명한 제1 보조팽창장치(410)의 개도의 증감과 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량의 증감과의 비례관계, 그리고 제2 보조팽창장치(420)의 증감과 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량의 증감과의 반비례관계를 이용하여 제1 보조팽창장치(410) 및 제2 보조팽창장치(420) 모두의 개도를 조절하여 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량을 조절할 수도 있다.
- [0026] 한편, 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템에서, 고단측 냉매사이클(200)은, 고단측 압축기(210)의 출구 및 입구에서의 고단측 냉매의 온도를 측정하기 위해서 고단측 냉매배관(L200)의 고단측 압축기(210)의 출구 및 입구에 각각 마련되어 있는 온도센서(610) 및 온도센서(620)를 구비한다. 또한 고단측 압축기(210)의 입구에서의 고단측 냉매의 압력을 측정하기 위해서 고단측 냉매배관(L200)의 고단측 압축기(210)의 입구에 압력센서(710)가 마련된다.
- [0027] 또한 저단측 냉매사이클(100)은, 저단측 팽창장치(130)로 유입되는 저단측 냉매의 온도 및 압력을 측정하기 위해서 저단측 냉매배관(L100)의 냉매간 보조열교환기(400)과 저단측 팽창장치(130)와의 사이에 마련된 온도센서(630) 및 압력센서(720)를 구비한다. 아울러 저단측 냉매사이클(100)은, 저단측 압축기(110)의 입구에서의 온도와 압력을 측정하기 위해서 저단측 증발기(140)와 저단측 압축기(110)와의 사이에 마련된 온도센서(640) 및 압력센서(730)를 구비한다.
- [0028] 이러한 구성을 가지는 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템의 작동에 대해서 도 3 내지 도 6을 참조하여 설명한다. 참고로, 도 6은 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템에서의 저단측 냉매사이클(100)과 고단측 냉매사이클(200)의 압력(P)-엔탈피 선도(h)를 설명하기 위한 도면이며, 설명의 편의를 위해서 각각의 냉매사이클에서 응축과정 및 팽창과정에서의 압력변화는 없는 것으로 도시하고 있으나 실제 냉매사이클에서는 압력이 변화한다.
- [0029] 먼저, 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 미리 설정된 소정의 기준온도값(고단측 압축기(210)의 사양에 따라서 결정되는 고단측 압축기(210)가 운전 불가능한 온도인 최대기준온도보다 약간 낮은 온도값으로 설정됨) 이하인 통상 운전시에는 제어밸브(510)를 개방하고 제어밸브(520)를 폐쇄한다. 이 경우에는 도 3에 도시된 것과 같이 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 나온 냉매는 고단측 팽창장치(230)로 유입되며 냉매간 보조열교환기(400)로 유입되지 않는다. 즉, 종래의 캐스케이드 난방시스템과 동일하게 운전된다.
- [0030] 이때, 저단측 냉매사이클(100)의 저단측 냉매와 고단측 냉매사이클(200)의 고단측 냉매에 대한 압력(P)-엔탈피(h) 변화는 도 6에 실선으로 도시된 것과 같다. 즉, 저단측 냉매사이클(100)의 저단측 냉매는 a1-a2-a3-a4의 상태를 순환하며 고단측 냉매사이클(200)의 고단측 냉매는 b1-b2-b3-b4의 상태를 순환한다. 이때 캐스케이드 열교환기(300)에서는 저단측 냉매와 고단측 냉매가 열교환하며 이로 인해서 저단측 냉매가 a2의 상태에서 a3의 상태로 변화하며, 고단측 냉매는 b4의 상태에서 b1의 상태로 변화한다. 캐스케이드 열교환기(300)에서 열을 받아 b1의 상태가 된 고단측 냉매는 고단측 압축기(210)에서 압축되어 고온 고압의 b2의 상태가 되고 고단측 응축기(220)에서 부하측 2차유체와 열교환하여 b3의 상태로 되면서 부하측 2차유체의 온도를 상승시키며, 그 결과 온도가 상승된 부하측 2차유체가 난방을 행하게 된다.
- [0031] 일반적으로 난방시스템에서는 압축기의 입구에서의 과열도 및 팽창장치의 입구에서의 과냉도를 소정의 값(예를 들면, 5℃~10℃, 이하 '기준과열도' 및 '기준과냉도'라고 함) 이상으로 유지할 필요가 있다. 만약 압축기의 입구에서의 냉매의 과열도가 기준과열도보다 작은 경우에는 압축기로 액체상태의 냉매가 유입될 수 있으며 이 경우 압축기에 고장을 일으키게 되고, 또한 팽창장치의 입구에서의 과냉도가 기준과냉도보다 작은 경우에는 기체상태의 냉매가 팽창장치로 유입되어 팽창장치의 팽창효율을 저하시킬 수 있다.
- [0032] 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템의 저단측 냉매사이클(100)은, 저단측 압축기(110)의 입구에서의 과열도가 저단측 팽창장치(130)에 의해서 소정의 기준과열도 이상이 되도록 조절된다. 구체적으로 저단측 압축기(110)의 입구에서의 과열도는, 저단측 압축기(110)의 입구에 마련된 온도센서(640) 및 압력센서(730)에 의해서 온도 및 압력을 측정하고, 측정된 압력에서의 포화온도를 구한 후 측정된 온도와 포화온도와의 차이로서 구하며, 구해진 저단측 압축기(110)의 입구에서의 과열도가 기준과열도보다 작은 경우 저단측 팽창장치(130)의 개도를 좁혀 저단측 압축기(110)의 입구에서의 과열도가 기준과열도 이상이 되도록 한다.

- [0033] 또한 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템의 고단측 냉매사이클(100)은, 고단측 압축기(210)의 입구에서의 과열도가 고단측 팽창장치(230)에 의해서 소정의 기준과열도 이상이 되도록 조절된다. 구체적으로 고단측 압축기(210)의 입구에서의 과열도는 고단측 압축기(210)의 입구에 마련된 온도센서(620) 및 압력센서(710)에 의해서 온도 및 압력을 측정하고, 측정된 압력에서의 포화온도를 구한 후 측정된 온도와 포화온도와의 차이로서 구하며, 구해진 고단측 압축기(210)의 입구에서의 과열도가 기준과열도보다 작은 경우 고단측 팽창장치(230)의 개도를 좁혀 고단측 압축기(210)의 입구에서의 과열도가 기준과열도 이상이 되도록 한다.
- [0034] 한편, 이러한 통상운전 중에 요구되는 난방용량이 증가하거나 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도가 증가하는 경우, 고단측 압축기(210)의 회전수가 증가하여 고단측 압축기(210)의 출구온도가 증가하게 된다. 이 경우 고단측 냉매는 도 6에 도시된 b1'-b2'-b3'-b4'의 상태를 순환하게 될 것이다. 하지만 앞서 설명한 것과 같이 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도(b2' 상태의 온도)가 최대기준온도보다 큰 경우에는 고단측 압축기(210)가 정지하게 된다.
- [0035] 이를 방지하기 위해서 본 발명의 캐스케이드 난방시스템은, 고단측 압축기(210)의 출구에 마련된 온도센서(610)에 의해서 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도를 측정하고 이를 소정의 기준온도값과 대비하며(도 5의 S100 단계), 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 소정의 기준온도값보다 큰 경우(도 5의 S100 단계에서 Yes인 경우)에는, 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 후 팽창되기 전의 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)에 유입되도록 하여 저단측 냉매사이클(100)에서 캐스케이드 열교환기(300)를 나와 저단측 팽창장치(130)에 들어가기 전의 저단측 냉매와 열교환시킨다(도 5의 S200 단계).
- [0036] 구체적으로는 도 4에 도시된 것과 같이 제어밸브(510)를 폐쇄하고 제어밸브(520)를 개방하여, 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매가 고단측 팽창장치(230)를 거치지 않고 제1 분기배관(L310)을 따라서 흐르게 한다. 제1 분기배관(L310)으로 유입된 고단측 냉매는 그 일부가 냉매간 보조열교환기(400)를 통과하며, 나머지는 제2 분기배관(L320)으로 흐르게 된다. 냉매간 보조열교환기(400)를 거친 고단측 냉매는 제1 보조팽창장치(410)에서 팽창하고, 제2 분기배관(L320)을 거친 고단측 냉매는 제2 보조팽창장치(420)에서 팽창한 후 다시 캐스케이드 열교환기(300)로 유입된다.
- [0037] 이와 같이 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르게 하면, 고단측 냉매는 냉매간 보조열교환기(400)를 흐르는 저단측 냉매와 열교환하여 열을 빼앗기게 되며, 따라서 냉매간 보조열교환기(400)를 거친 고단측 냉매는 온도가 저하하고 저단측 냉매는 온도가 증가하게 된다.
- [0038] 따라서 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르게 하면, 고단측 냉매사이클(200)은, 도 6의 점선으로 도시된 것과 같이, 고단측 냉매의 압력(P)-엔탈피(h) 선도가 b1'-b2'-b3'-b4'에 비해서 전체적으로 좌측으로 이동하게 된다. 즉 고단측 냉매사이클(200)에서는 고단측 냉매가 b1"-b2"-b3"-b4"의 상태변화를 거치게 된다. 이 때, 고단측 압축기(210)의 출구에서는 고단측 냉매가 b2'의 상태가 아닌 b2" 상태보다 온도가 낮은 b2"의 상태가 된다.
- [0039] 또한 저단측 냉매사이클(100)은 도 6의 점선으로 도시한 것과 같이 통상운전시의 a1-a2-a3-a4 상태변화를 거치는 저단측 냉매의 압력(P)-엔탈피(h) 선도가 전체적으로 우측으로 이동하게 된다. 즉 저단측 냉매사이클(100)에서는 저단측 냉매가 a1"-a2"-a3"-a4"의 상태변화를 거치게 된다.
- [0040] 이와 같이 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템에서는, 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르게 함으로써 고단측 냉매사이클(200)에서의 고단측 냉매에 대한 압력(P)-엔탈피(h) 선도를 b1'-b2'-b3'-b4'에서 b1"-b2"-b3"-b4"로 전체적으로 좌측으로 수평이동시키는 것이므로, 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도를 낮출 수 있다.
- [0041] 또한, 고단측 냉매사이클(220)에서 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 증가한 경우의 상태변화인 b1'-b2'-b3'-b4'에 있어서 고단측 응축기(200)에서의 고단측 냉매가 부하측 2차유체와 열교환하는 엔탈피의 차이(b2'-b3')는, b1"-b2"-b3"-b4"에서의 고단측 응축기(200)에서 고단측 냉매가 부하측 2차유체와 열교환하는 엔탈피의 차이(b2"-b3")와 동일하다. 즉, 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템은, 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도를 상승시키지 않으면서도 상승된 경우의 냉매사이클에서와 동일한 열량을 고단측 응축기(220)을 통해서 부하측 2차유체에 공급할 수 있다.
- [0042] 이와 같이, 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템에서는, 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를

거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르게 함으로써 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 소정의 기준온도값 이상이 되지 않도록 하면서도 고단측 응축기(200)에서의 고단측 냉매로부터 부하측 2차유체로 전달되는 열량을 감소시키지 않는다. 그 결과 본 발명은 요구되는 난방용량의 증가 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도증가에 대응하면서도 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도를 소정의 기준온도값 이상이 되지 않도록 하여 안정적인 운전을 행할 수 있다.

[0043] 또한, 본 발명의 캐스케이드 난방시스템은 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르게 하여 저단측 냉매와 열교환시킴으로써, 고단측 냉매사이클(200)에서의 고단측 냉매의 상태는 통상운전시에 비해서 좌측으로 이동하며 저단측 냉매사이클(100)에서의 저단측 냉매의 상태는 통상운전(고단측 냉매의 일부가 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르지 않도록 하는 운전)시에 비해서 우측으로 이동한다.

[0044] 이 경우 고단측 냉매사이클(200)에서는 도 6에 도시된 것과 같이 b1"의 상태(즉 고단측 압축기(210)의 입구 상태)에서의 고단측 냉매의 과열도(H")가 통상운전시의 과열도보다 감소하게 되며 저단측 냉매사이클(100)에서는 a3"의 상태(즉, 저단측 팽창장치(130)의 입구 상태)에서의 저단측 냉매의 과냉도(C")가 통상운전시의 과냉도보다 감소하게 된다.

[0045] 만약 고단측 압축기(210)의 입구에서의 고단측 냉매의 과열도가 기준과열도보다 작아지게 되는 경우에는 고단측 압축기(210)로 액체상태의 고단측 냉매가 유입되어 고단측 압축기(210)에 고장을 일으킬 수 있으며, 또한 저단측 팽창장치(130)의 입구에서의 저단측 냉매의 과냉도가 기준과냉도보다 작아지는 경우에는 기체상태의 저단측 냉매가 저단측 팽창장치(130)로 유입될 수 있어 팽창효율을 저하시킬 수 있다.

[0046] 이를 방지하기 위해서 본 발명의 캐스케이드 난방시스템은, 도 5에 도시된 것과 같이 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르게 하여 저단측 냉매와 열교환시킨 후(S200 단계), 고단측 압축기(210)의 입구에서의 고단측 냉매의 과열도(H")가 소정의 기준과열도보다 작은지 여부를 판단하고(도 5의 S300 단계), 고단측 압축기(210)의 입구에서의 고단측 냉매의 과열도(H")가 소정의 기준과열도보다 작은 경우, 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량을 줄이도록 한다(도 5의 S310 단계).

[0047] 구체적으로는 고단측 압축기(210)의 입구에서의 고단측 냉매의 과열도(H")는, 고단측 압축기(210)의 입구에 마련된 온도센서(620) 및 압력센서(710)에 의해서 온도 및 압력을 측정하고, 측정된 압력에서의 포화온도를 구한 후 측정된 온도와 포화온도와의 차이로서 구하며, 구해진 고단측 압축기(210)의 입구에서의 과열도가 기준과열도보다 작은 경우 제1 보조팽창장치(410)의 개도를 줄이거나 제2 보조팽창장치(420)의 개도를 넓혀 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량을 줄이도록 한다. 이로 인해서 냉매간 보조열교환기(400)에서 고단측 냉매가 저단측 냉매로 빼앗기는 열의 양이 감소되어, 고단측 냉매사이클(200)이 과도하게 도 6의 좌측으로 이동하는 것을 방지한다. 그 결과 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 압축기(210)의 입구에서의 과열도를 소정의 기준과열도 이상으로 유지할 수 있다.

[0048] 또한 본 발명의 캐스케이드 난방시스템은 도 5에 도시된 것과 같이, S300 단계 및 S310 단계와 병행하여, 저단측 팽창장치(130)의 입구에 마련된 온도센서(630) 및 압력센서(720)을 통해서 저단측 팽창장치(130)의 입구의 온도 및 압력을 측정하고 이를 근거로 하여 저단측 냉매의 과냉도(C")가 소정의 기준과냉도보다 작은지 여부를 판단하고(도 5의 S400 단계), 저단측 냉매의 과냉도(C")가 소정의 기준과냉도보다 작은 경우, 제1 보조팽창장치(410) 및 제2 보조팽창장치(420)의 개도를 조절하여 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량을 줄이도록 한다(도 5의 S410 단계).

[0049] 구체적으로, 저단측 팽창장치(130)의 입구에서의 저단측 냉매의 과냉도(C")는, 저단측 팽창장치(130)의 입구에 마련된 온도센서(630) 및 압력센서(720)에 의해서 온도 및 압력을 측정하고, 측정된 압력에서의 포화온도를 구한 후 측정된 온도와 포화온도와의 차이로서 구하며, 구해진 저단측 팽창장치(130)의 입구에서의 과냉도(C")가 기준과냉도보다 작은 경우 제1 보조팽창장치(410)의 개도를 줄이거나 제2 보조팽창장치(420)의 개도를 넓혀 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르는 고단측 냉매의 유량을 줄이도록 한다. 이로 인해서 냉매간 보조열교환기(400)에서 저단측 냉매가 고단측 냉매로부터 빼앗는 열의 양이 감소되어, 저단측 냉매사이클(100)이 과도하게 도 6의 우측으로 이동하는 것을 방지한다. 그 결과 저단측 냉매사이클(100)에서 저단측 팽창장치(130)의 입구에서의 과냉도를 소정의 기준과냉도 이상으로 유지할 수 있다.

[0050] 한편, 본 발명의 캐스케이드 난방시스템은, 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 소정의 기

준온도값보다 작은 경우(도 5의 S100 단계에서 No인 경우)에는 고단측 냉매의 일부가 냉매간 보조열교환기(400)로 유입되지 않도록 하는 통상운전을 행한다(도 5의 S500 단계).

[0051] 이상 살펴본 바와 같이, 본 발명의 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어방법은, 요구되는 난방용량이 증가하거나 고단측 응축기로 유입되는 부하측 유체의 온도가 증가하는 경우, 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 고단측 냉매의 일부를 냉매간 보조열교환기(400)로 흐르게 하여 저단측 냉매와 열교환시킴으로써, 고단측 압축기(210)의 출구에서의 고단측 냉매의 온도가 과도하게 상승하지 않도록 하면서도 요구되는 난방용량의 증가 및 고단측 응축기로 유입되는 부하측 2차유체의 온도증가에 대응할 수 있다.

[0052] 또한 본 발명의 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어방법은, 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 응축기(220)를 거친 후 냉매간 보조열교환기(400)로 들어가는 고단측 냉매의 유량을 조절함으로써 고단측 냉매사이클(200)에서 고단측 압축기(210)의 입구에서의 과열도 및 저단측 냉매사이클(100)에서 저단측 팽창장치(130)의 입구에서의 과냉도를 각각 기준과열도 및 기준과냉도 이상으로 유지하도록 하여 안정적인 운전이 가능하게 한다.

[0053] 이상 본 발명에 따르는 캐스케이드 난방시스템 및 그 제어방법에 관련된 바람직한 실시형태에 대해서 설명하였다. 하지만 본 발명은 이 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 해당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해서 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 수정 변경될 수 있다.

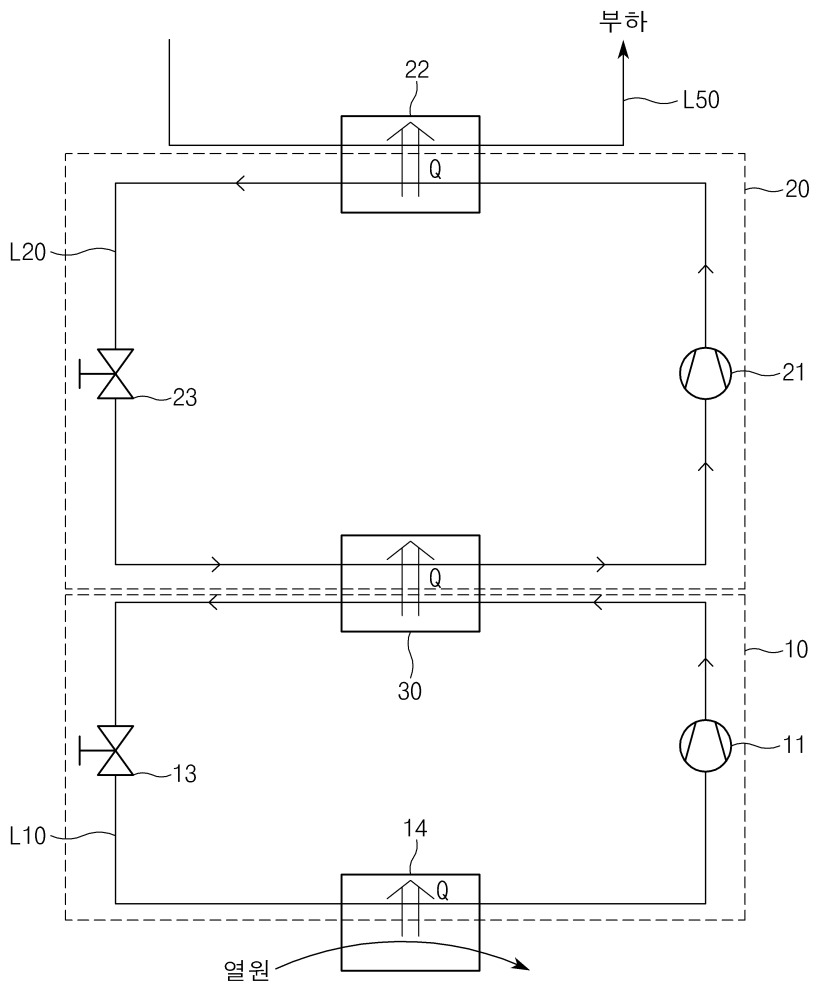
[0054] 예를 들면, 앞서 설명한 실시형태에서는 고단측 냉매사이클(200)에서의 과열도를 유지하기 위해서 냉매간 보조열교환기(400)로 유입되는 고단측 냉매의 유량을 조절하는 도 5의 S300 단계 및 S310 단계와, 저단측 냉매사이클(100)에서의 과냉도를 유지하기 위해서 냉매간 보조열교환기(400)로 유입되는 고단측 냉매의 유량을 조절하는 도 5의 S400 단계 및 S410 단계를 병행하여 행하는 것으로 설명하였으나, 양자를 별도로 행하여도 된다.

부호의 설명

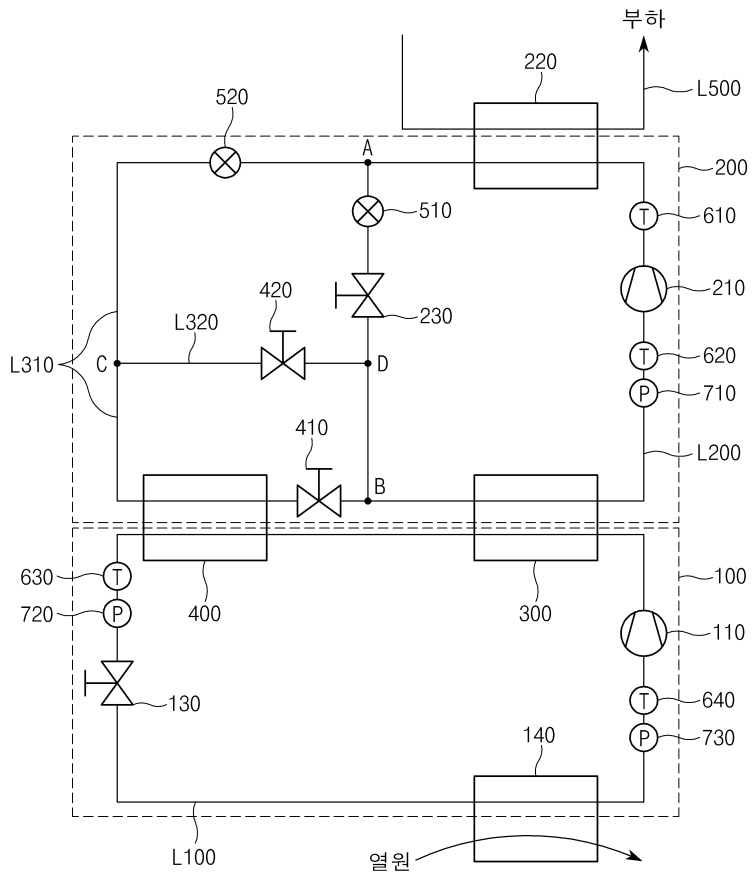
- [0055]
- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 100 : 저단측 냉매사이클 | 110 : 저단측 압축기 |
| 130 : 저단측 팽창장치 | 140 : 저단측 증발기 |
| 200 : 고단측 냉매사이클 | 210 : 고단측 압축기 |
| 220 : 고단측 응축기 | 230 : 고단측 팽창장치 |
| 300 : 캐스케이드 열교환기 | 400 : 냉매간 보조열교환기 |
| 410 : 제1 보조팽창장치 | 420 : 제2 보조팽창장치 |
| 510, 520 : 제어밸브 | 610, 620, 630, 640 : 온도센서 |
| 710, 720, 730 : 압력센서 | |

도면

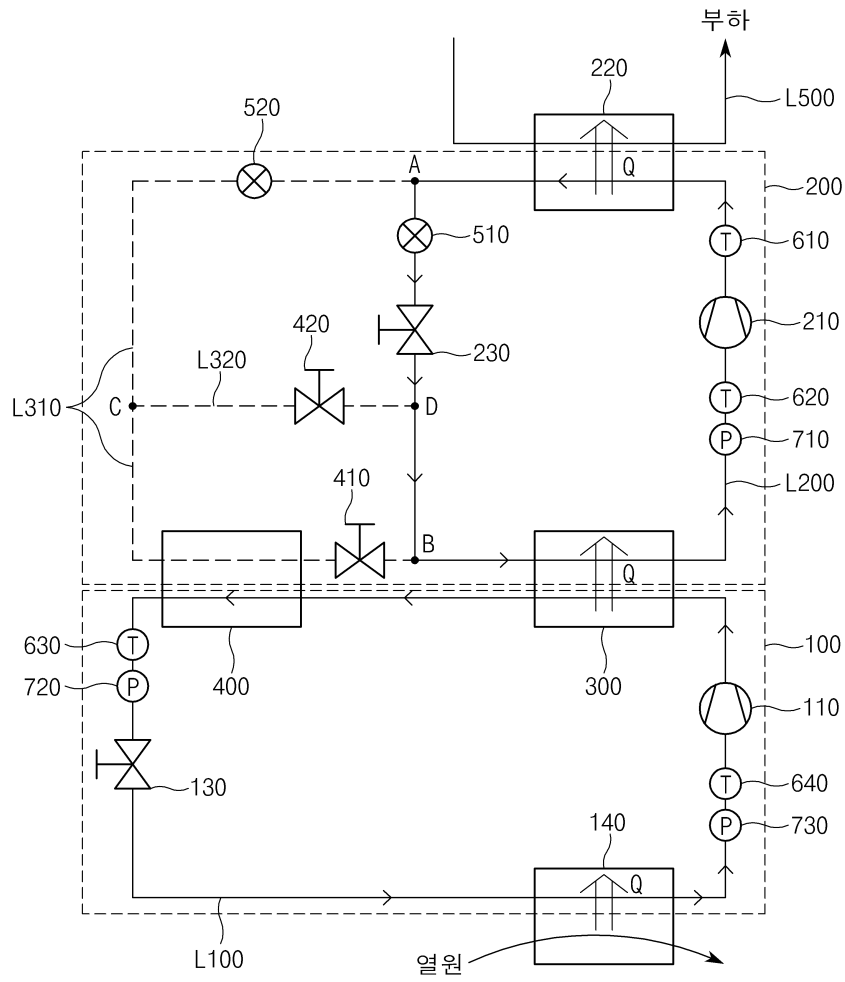
도면1



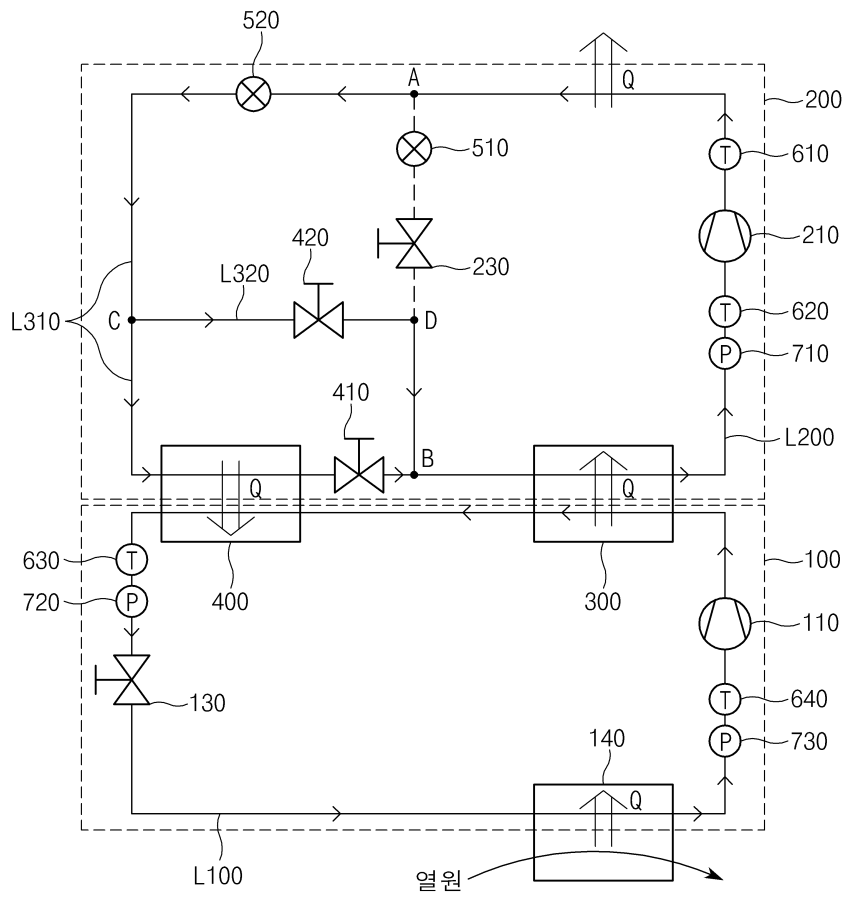
도면2



도면3



도면4



도면5

