(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0136244
(43) 공개일자 2011년12월21일

(51) Int. Cl.
F25B 30/02 (2006.01) *F25B 7/00* (2006.01)
F24D 15/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0056112
(22) 출원일자 2010년06월14일
심사청구일자 2010년06월14일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전 유성구 덕명동 산16-1
(72) 발명자
최종민
경기도 성남시 수정구 고등동 201-2
(74) 대리인
특허법인태평양

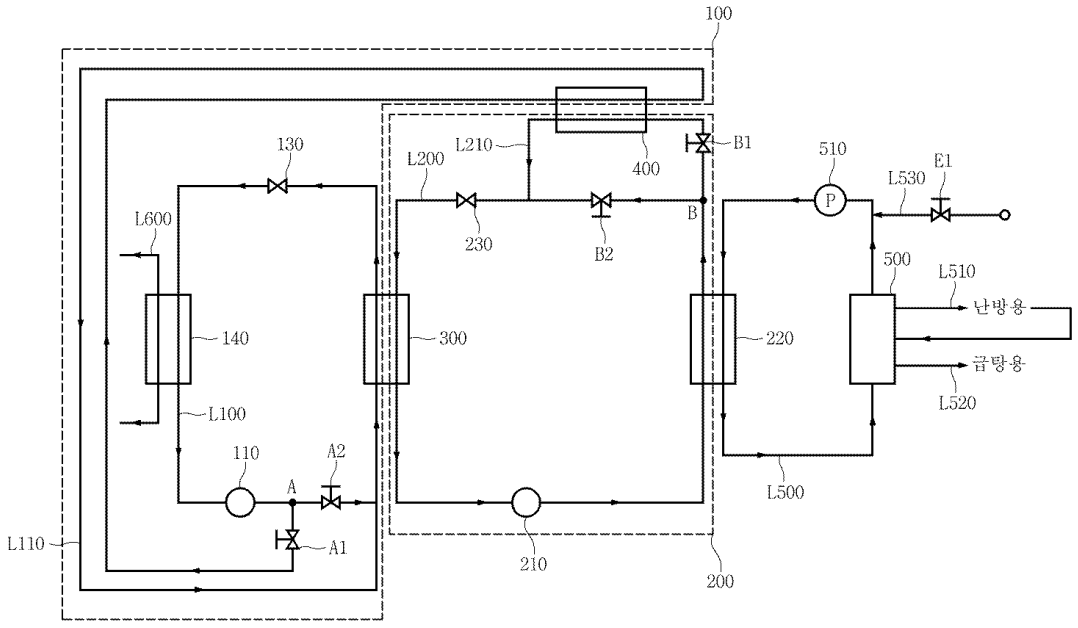
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템

(57) 요 약

본 발명은 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템에 관한 것으로. 제1 냉매를 압축하는 제1 압축기, 상기 제1 압축기에서 압축된 제1 냉매를 응축시키는 캐스케이드 열교환기, 상기 캐스케이드 열교환기를 거친 제1 냉매를 팽창시키는 제1 팽창장치 및 상기 제1 팽창장치를 거친 제1 냉매를 외부 열원과 열교환시키는 열원측 열교환기를 구비하는 제1 사이클과; 제2 냉매를 압축하는 제2 압축기, 상기 제2 압축기에서 압축된 제2 냉매를 부하를 흐르는 부하측 2차유체와 열교환시키는 부하측 열교환기, 상기 부하측 열교환기를 거친 제2 냉매를 팽창시키는 제2 팽창장치, 및 상기 제2 팽창장치를 거친 제2 냉매를 상기 제1 냉매와 열교환시키는 상기 캐스케이드 열교환기를 구비하는 제2 사이클과; 상기 부하측 2차유체가 상기 부하측 열교환기를 통과하도록 설치되는 부하측 2차유체라인과; 상기 제1 사이클에서 제1 압축기와 상기 캐스케이드 열교환기와의 사이를 흐르는 제1 냉매와, 상기 제2 사이클에서 부하측열교환기와 제2 팽창장치와의 사이를 흐르는 제2 냉매가 열교환하는 보조열교환기를 구비하는 것을 특징으로 한다. 이러한 구성에 의해서 효율적으로 보다 높은 온도의 온수를 제공할 수 있으며, 시스템을 안정적으로 운전할 수 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

제1 냉매를 압축하는 제1 압축기, 상기 제1 압축기에서 압축된 제1 냉매를 응축시키는 캐스케이드 열교환기, 상기 캐스케이드 열교환기를 거친 제1 냉매를 팽창시키는 제1 팽창장치 및 상기 제1 팽창장치를 거친 제1 냉매를 외부 열원과 열교환시키는 열원측 열교환기를 구비하는 제1 사이클과,

제2 냉매를 압축하는 제2 압축기, 상기 제2 압축기에서 압축된 제2 냉매를 부하를 흐르는 부하측 2차유체와 열교환시키는 부하측 열교환기, 상기 부하측 열교환기를 거친 제2 냉매를 팽창시키는 제2 팽창장치, 및 상기 제2 팽창장치를 거친 제2 냉매를 상기 제1 냉매와 열교환시키는 상기 캐스케이드 열교환기를 구비하는 제2 사이클과,

상기 부하측 2차유체가 상기 부하측 열교환기를 통과하도록 설치되는 부하측 2차유체라인과,

상기 제1 사이클에서 제1 압축기와 상기 캐스케이드 열교환기와의 사이를 흐르는 제1 냉매와, 상기 제2 사이클에서 부하측열교환기와 제2 팽창장치와의 사이를 흐르는 제2 냉매가 열교환하는 보조열교환기를 구비하는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 사이클에서 상기 제1 압축기로부터 나온 제1 냉매는 상기 보조열교환기에 선택적으로 공급되는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 사이클에서 상기 부하측 열교환기로부터 나온 제2 냉매는 상기 보조열교환기에 선택적으로 공급되는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템.

청구항 4

제1항 기재의 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템을 제어하는 제어방법으로,

상기 제1 및 제2 사이클을 작동시키며, 상기 제1 압축기에서 압축된 상기 제1 사이클의 제1 냉매가 상기 보조열교환기를 통과하면서 상기 제2 사이클에서 상기 부하측 열교환기를 통과하는 제2 냉매와 열교환하도록 하며, 상기 보조열교환기를 통과한 제1 냉매는 상기 캐스케이드 열교환기에서 상기 제2 사이클의 제2 냉매와 열교환하도록 하는 것을 특징으로 하는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 제어방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 냉매 사이클을 통해서 생성된 온수를 제공하여 건물에 대해서 난방을 행하거나, 주방이나 욕실에서 급탕을 위해서 사용할 수 있도록 하는 히트펌프시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 효율적으로 보다 높은 온도의 온수를 제공하면서 아울러 히트펌프시스템을 안정적으로 운전할 수 있는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 도 1은 난방 및 주방이나 욕실에서 사용하는 온수를 제공하는 종래의 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템을 나타내는 도면이다. 도 1은 히트펌프시스템이지만 본 발명이 난방시 적용되는 것이므로 냉방시 냉매 순환 및 이와 관련된 구성은 도시를 생략하였다. 이는 이하 본 발명을 설명하는 도면에서도 동일하다.

[0003] 도 1의 종래의 히트펌프시스템은 저온측의 제1 사이클(10) 및 고온측의 제2 사이클(20)을 구비하고 있으며, 제1

사이클(10)과 제2 사이클(20)은 캐스케이드 열교환기(30)에서 서로 열교환한다.

[0004] 구체적으로 제1 사이클(10)에서 제1 냉매는 제1 압축기(11), 캐스케이드 열교환기(30), 제1 팽창장치(13) 및 열원측 열교환기(14)를 순환한다. 이때 캐스케이드 열교환기(30)는 제1 냉매를 응축하는 응축기로서 작용을 한다. 그리고 열원측 열교환기(14)는, 제1 냉매와 열원을 열교환시켜 제1 냉매가 증발되는 증발기로서 작용하며, 이때 통상 주위 공기, 지열, 해수열 등을 열원으로 할 수 있다.

[0005] 제2 사이클(20)에서 제2 냉매는 제2 압축기(21), 부하측 열교환기(22), 제2 팽창장치(23) 및 캐스케이드 열교환기(30)를 순환한다. 이때 제2 사이클(20)에서 캐스케이드 열교환기(30)는 제2 냉매를 증발시키는 증발기로서 작용을 한다. 또한 제2 사이클에서는 부하측 열교환기(22)는 난방 및 급수를 위해서 사용되는 부하측 2차 유체(예를 들면, 물)와 열교환을 행하게 되어 제2 냉매가 응축되는 응축기로서 작용을 한다. 부하측 열교환기(22)를 통과하면서 열교환으로 인해서 고온이 된 부하측 2차유체는 부하측 2차유체라인(L50)을 순환하면서 축열탱크(40)에 저장 또는 부하측에 직접 공급된다. 축열탱크(40)에 저장된 경우 부하측 2차유체는 다시 난방용 배관이나 급탕용 배관을 통해서 주방 또는 욕실 등 부하측에 공급된다.

[0006] 이러한 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템은 제1 사이클(10)의 제1 압축기(11)에서 고온 고압 상태로 압축된 제1 냉매가 캐스케이드 열교환기(30)에서 제2 사이클(20)의 제2 냉매와 열교환함으로써, 제2 사이클(20)에서 제2 압축기(21)로 유입되는 제2 냉매의 온도를 고온으로 할 수 있다. 이렇게 고온이 된 제2 냉매를 다시 제2 사이클(20)의 제2 압축기(21)에서 압축함으로써 제2 냉매의 온도를 더 높게 할 수 있으며, 제2 압축기(21)에서 압축된 제2 냉매가 제2 응축기(22)에서 축열탱크(40) 또는 부하측을 순환하는 부하측 2차유체와 열교환함으로써 부하측 2차유체의 온도를 상승시키게 된다.

[0007] 따라서 이러한 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템은 하나의 사이클을 사용하는 경우에 비해서 보다 높은 온도의 부하측 2차유체(물)를 생성할 수 있게 된다.

[0008] 하지만 이러한 종래의 캐스케이드 타입의 히트펌프시스템에서는 제1 및 제2 사이클을 구성하는 장치의 성능에 의해서 생성되는 부하측 2차유체의 온도가 결정되기 때문에, 제1 및 제2 사이클을 동작시켜 얻을 수 있는 온도보다 높은 온도를 사용자가 요구할 경우(난방 온도를 높이거나 더 높은 급탕 온도가 필요한 경우)에는 대응할 수 없게 된다.

[0009] 또한, 열원의 온도가 저하됨으로 인해서 열원측 열교환기(14)로 유입되는 열원측 2차유체의 온도가 낮은 경우에는 제1 사이클(10)의 캐스케이드 열교환기(30) 로 유입되는 제1 냉매의 온도가 저하되고, 이로 인해서 제2 사이클(10)에서 부하측 열교환기(22)를 흐르는 제2 냉매의 온도가 저하되어 부하측 2차유체의 온도가 저하되어 수요자가 요구하는 온도의 온수를 공급할 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

[0010] 그리고, 제2 사이클(20)의 부하측 열교환기(22) 출구의 냉매의 과냉도가 작을 경우 제2 팽창장치(23)의 출구 건도가 증가하게 되는데, 이 경우 캐스케이드 열교환기(30)로 유입되는 제2 사이클(20)의 제2 냉매 유속이 증가하여 캐스케이드 열교환기(30)에서의 냉매 분배의 균일도가 감소하여 캐스케이드 열교환기(30)에서의 열교환 성능 저하로 냉매 순환유량 감소 및 히트펌프시스템 성능 저하가 발생되므로 제2 사이클(20)의 부하측 열교환기(22)의 출구 과냉도를 적절히 확보할 필요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 이러한 종래의 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 캐스케이드 열교환기에서의 열교환에 의해서만 온수를 생성하는 경우 보다 높은 온도의 부하측 2차유체를 생성할 수 있는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 아울러, 본 발명은 고온측의 제2 사이클에서 팽창장치로 들어가는 제2 냉매의 과냉도를 증가시킴으로써 고온측의 제2 사이클을 안정적으로 운전할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위해서 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템은. 제1 냉매를 압축하는 제1 압축기, 상기 제1 압축기에서 압축된 제1 냉매를 응축시키는 캐스케이드 열교환기, 상기 캐스케이드 열교환기를 거친 제1 냉매를 팽창시키는 제1 팽창장치 및 상기 제1 팽창장치를 거친 제1 냉매를 외부 열원과

열교환시키는 열원측 열교환기를 구비하는 제1 사이클과; 제2 냉매를 압축하는 제2 압축기, 상기 제2 압축기에서 압축된 제2 냉매를 부하측 2차유체와 열교환시키는 부하측 열교환기, 상기 부하측 열교환기를 거친 제2 냉매를 팽창시키는 제2 팽창장치, 및 상기 제2 팽창장치를 거친 제2 냉매를 상기 제1 냉매와 열교환시키는 상기 캐스케이드 열교환기를 구비하는 제2 사이클과; 상기 부하측 2차유체가 상기 부하측 열교환기를 통과하도록 설치되는 부하측 2차유체라인과; 상기 제1 사이클에서 제1 압축기와 상기 캐스케이드 열교환기와의 사이를 흐르는 제1 냉매와, 상기 제2 사이클에서 부하측열교환기와 제2 팽창장치와의 사이를 흐르는 제2 냉매가 열교환하는 보조열교환기를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템은, 상기 제1 사이클에서 상기 제1 압축기로부터 나온 제1 냉매는 상기 보조열교환기에 선택적으로 공급되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템은, 상기 제2 사이클에서 상기 부하측 열교환기로부터 나온 제2 냉매는 상기 보조열교환기에 선택적으로 공급되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한 위 구성을 구비하는 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템을 제어하는 제어방법은, 상기 제1 및 제2 사이클을 작동시키며, 상기 제1 압축기에서 압축된 상기 제1 사이클의 제1 냉매가 상기 보조열교환기를 통과하면서 상기 제2 사이클에서 상기 부하측 열교환기를 통과한 제2 냉매와 열교환하도록 하며, 상기 보조열교환기를 통과한 제1 냉매는 상기 캐스케이드 열교환기에서 상기 제2 사이클의 제2 냉매와 열교환하도록 하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 이러한 구성을 가지는 본 발명은, 제1 사이클에서 압축기를 통과하는 제1 냉매와 제2 사이클의 부하측 열교환기를 통과한 제2 냉매를 보조열교환기를 통해서 열교환시킴으로써 부하측 열교환기에서 부하측 2차유체와 열교환하는 제2 냉매의 온도를 상승시킬 수 있으며, 그 결과 보다 높은 온도의 온수를 제공함으로써 수요자가 요구하는 온도에 부합하는 온수를 생성할 수 있다.

[0018] 또한 본 발명은 제2 사이클에서 제2 팽창장치로 유입되는 제2 냉매의 과냉도를 증가시킴으로써 히트펌프시스템을 안정적으로 운전할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 난방 및 주방이나 욕실에서 사용하는 온수를 제공하는 종래의 캐스케이드 열교환기를 구비한 난방 시스템을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 제1 실시형태를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 제2 실시형태에서 보조열교환기를 사용하지 않는 경우를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 제1 및 제2 사이클에 대한 압력-엔탈피 선도이다.

도 5는 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 제2 실시형태를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 제3 실시형태를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 실시형태에 대해서 구체적으로 설명한다.

[0021] < 제1 실시형태 >

[0022] 먼저, 도 2에 도시한 것과 같이, 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템은 제1 냉매가 순환하는 저온측 사이클인 제1 사이클(100), 제2 냉매가 순환하는 고온측 사이클인 제2 사이클(200)을 구비하고 있다.

[0023] 먼저, 제1 사이클(100)은 제1 냉매가 순환하는 제1 냉매라인(L100)을 구비하고 있으며, 제1 냉매라인을 통해서 제1 압축기(110), 캐스케이드 열교환기(300), 제1 팽창장치(130) 및 열원측 열교환기(140)를 포함한다. 제1 압

축기(110)는 제1 냉매를 압축하여 캐스케이드 열교환기(300)로 보낸다. 캐스케이드 열교환기(300)에서는 제1 냉매가 후술하는 제2 사이클(200)을 순환하는 제2 냉매와 열교환하여 열을 빼앗기게 되며, 제1 팽창장치(130)는 제1 냉매를 팽창시키고, 열원측 열교환기(140)는 팽창된 제1 냉매를 열원과 열교환시킨다.

[0024] 제1 사이클(100)에서 캐스케이드 열교환기(300)를 흐르는 제1 냉매는 제2 사이클(200)에서 캐스케이드 열교환기(300)를 흐르는 제2 냉매와 열교환시 제2 냉매에 열을 빼앗기게 되어 응축된다. 따라서 제1 사이클(100)에서 캐스케이드 열교환기(300)는 응축기로서 작용을 한다.

[0025] 또한 제1 사이클(100)에서 열원측 열교환기(140)를 흐르는 제1 냉매는 열원과 열교환을 하면서 열원으로부터 열을 공급받아 증발하게 된다. 따라서 제1 사이클(100)에서 열원측 열교환기(140)는 증발기로서 작용을 한다. 여기서, 열원으로는 주위 공기, 지열, 해수열 등이 사용될 수 있다. 지열 또는 해수열을 열원으로서 사용하는 경우에는 열원측 2차유체가 열원과 열원측 열교환기(140)를 순환하도록 구성될 수 있는데, 도 2는 열원측 2차유체가 순환하는 열원측 2차유체라인(L600)이 설치된 형태를 도시하고 있다.

[0026] 또한, 제1 사이클(100)은 제1 압축기(110) 출구(구체적으로는 제1 압축기(110)와 캐스케이드 열교환기(300) 사이)의 제1 냉매라인(L100) 중 일지점(A 지점)에서 분기하는 제1 냉매분기라인(L110)을 구비한다. 제1 냉매분기라인(L110)은 A 지점에서 분기하여 보조열교환기(400)를 통과한 후에 다시 캐스케이드 열교환기(300)의 입구에서 제1 냉매라인(L100)과 합류된다.

[0027] 아울러, A 지점과 보조열교환기(400) 사이의 제1 냉매분기라인(L110) 및 A 지점과 캐스케이드 열교환기(300) 사이의 제1 냉매라인(L100)에는 조절밸브(A1, A2)가 각각 설치되어 있다. 조절밸브(A1, A2)는 선택적으로 조작됨으로 인해서 제1 압축기(110)에서 나온 제1 냉매가 보조열교환기(400) 또는 캐스케이드 열교환기(300)에 선택적으로 통과할 수 있도록 한다.

[0028] 본 발명에서 사용되는"선택적"이란, 조절밸브(A1, A2)를 번갈아 개방시켜서 제1 냉매가 제1 냉매분기라인(L110)으로 흐르는 동안 제1 냉매라인(L100) 중 조절밸브(A2)가 설치된 라인으로는 흐르지 않는 경우나, 반대로 제1 냉매가 제1 냉매라인(L100) 중 조절밸브(A2)가 설치된 라인으로 흐르는 동안 제1 냉매분기라인(L110)으로는 흐르지 않는 경우뿐만 아니라, 조절밸브(A1, A2)의 개도를 조절하여 제1 냉매가 제1 냉매라인(L100) 중 조절밸브(A2)가 설치된 라인 및 제1 냉매분기라인(L110)으로 함께 흐르는 경우를 포함한다. 또한 조절밸브(A1, A2)는 유량조절밸브 등이 사용되며, 이를 조절함으로써 부하측 2차유체의 유량을 조절할 수 있다. 이하 후술하는 조절밸브(B1, B2)에 대해서도 동일하다.

[0029] 한편, 보조열교환기(400)에서는 제1 냉매가 후술하는 제2 사이클(200)의 제2 냉매와 열교환한다. 즉, 본 발명에서는 제1 사이클(100)의 제1 냉매와, 제2 사이클(200)의 제2 냉매가 캐스케이드 열교환기(300) 및 보조열교환기(400)에서 열교환하게 된다.

[0030] 다음으로, 제2 사이클(200)은 제2 압축기(210), 부하측 열교환기(220), 제2 팽창장치(230) 및 캐스케이드 열교환기(300)를 포함하며, 이들 구성들은 제2 냉매가 흐르는 제2 냉매라인(L200)에 의해서 연결된다. 제2 냉매는 제2 압축기(210)에 의해서 압축되고, 부하측 열교환기(220)에서 후술하는 부하측 2차유체와 열교환하며, 제2 팽창장치(230)를 거치면서 팽창되고, 캐스케이드 열교환기(300)를 거치면서 제1 사이클(100)을 흐르는 제1 냉매와 열교환한 후 다시 제2 압축기(210)로 유입된다.

[0031] 제2 사이클(200)에서 부하측 열교환기(220)를 흐르는 제2 냉매는 부하측 2차유체와 열교환을 하면서 열을 빼앗기게 되어 응축된다. 따라서 제2 사이클(200)에서 부하측 열교환기(220)는 응축기로서 작용을 한다. 역으로 부하측 열교환기(220)에서의 열교환에 의해서 열을 공급받은 부하측 2차유체는 온도가 상승하게 된다.

[0032] 또한 제2 사이클(200)에서 캐스케이드 열교환기(300)를 흐르는 제2 냉매는 제1 사이클(100)에서 캐스케이드 열교환기(300)를 흐르는 제1 냉매와 열교환을 하면서 제1 냉매로부터 열을 공급받아 증발하게 된다. 따라서 제2 사이클(200)에서 캐스케이드 열교환기(300)는 증발기로서 작용을 한다.

[0033] 또한, 제2 사이클(200)은 부하측 열교환기(220)의 출구(구체적으로는 부하측 열교환기(220)와 제2 팽창장치(230) 사이)의 제2 냉매라인(L200) 중 일지점(B 지점)에서 분기하는 제2 냉매분기라인(L210)을 구비한다. 제2 냉매분기라인(L210)은 B 지점에서 분기하여 보조열교환기(400)를 통과한 후에 다시 제2 팽창장치(230)의 입구에서 제2 냉매라인(L200)과 합류된다.

[0034] 아울러, B 지점과 보조열교환기(400) 사이의 제1 냉매분기라인(L110) 및 B 지점과 제2 팽창장치(230) 사이의 제2 냉매라인(L200)에는 조절밸브(B1, B2)가 각각 설치되어 있다. 조절밸브(B1, B2)는 선택적으로 조작됨으로 인

해서 부하측 열교환기(220)에서 나온 제2 냉매가 보조열교환기(400) 또는 제2 팽창장치(230)에 선택적으로 통과할 수 있도록 한다.

[0035] 또한 본 발명에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템은, 부하측 2차유체를 저장하기 위한 축열탱크(500)를 구비하며, 그리고 제2 사이클(200)의 부하측 열교환기(220)와 축열탱크 사이를 부하측 2차유체가 순환하도록 구성된 부하측 2차유체라인(L500)을 구비한다. 아울러, 부하측 2차유체라인(L500)에는 부하측 2차유체를 순환시키기 위한 펌프(510)가 설치되어 있다. 본 실시형태에서 부하측 2차유체는 물 등을 사용한다.

[0036] 축열탱크(500)는 부하측 2차유체가 건물 등의 바닥 또는 팬코일 유닛 등을 순환하도록 연결된 난방용라인(L510)과, 주방이나 욕실에 급탕수를 공급하는 급탕용라인(L520)과 연결되어 있다. 본 실시형태에서는 축열탱크(500)를 구비하고 있으나 경우에 따라서는 축열탱크를 구비하지 않을 수 있으며, 이 경우에는 난방용라인(510) 및 급탕용라인(L520)이 직접 부하측 2차유체라인(L500)과 연결될 수 있다.

[0037] 또한 부하측 2차유체라인(L500)에는 외부로부터 부하측 2차유체(물)를 공급할 수 있는 보충수라인(L530)이 설치되어 있다. 보충수라인(L530)은 급탕용라인(L520)에 통해서 주방이나 욕실로 공급되어 소모되는 부하측 2차유체를 보충하기 위한 것이다. 보충수라인(L530)은 축열탱크(500)에 설치될 수도 있다. 그리고 보충수라인(L530)에는 보충수의 유량을 조절하기 위한 조절밸브(E1)가 설치되어 있다.

[0038] 이하, 이러한 구성을 가지는 본 실시형태에 따르는 캐스케이드 열교환기를 구비한 히트펌프시스템의 제1 실시형태의 동작에 대해서 도 2 내지 도 4를 참조하여 설명한다. 먼저, 종래와 같이 제1 사이클(100)의 제1 냉매와 제2 사이클(200)의 제2 냉매가 캐스케이드 열교환기(300)에서 열교환을 하도록 하는 경우에 대해서 도 3을 참조하여 설명한다. 이 경우에는 제1 사이클(100) 및 제2 사이클(200)을 종래와 같이 동작시켜도 난방 및 급수를 위한 충분한 온도의 부하측 2차유체를 생성할 수 있으므로, 보조열교환기(400)에서 열교환이 일어나지 않도록 한다.

[0039] 이를 위해서, 도 3에 도시한 것과 같이 제1 사이클(100)의 조절밸브(A1)를 폐쇄하고 조절밸브(A2)를 개방시키며, 또한 제2 사이클(200)의 조절밸브(B1)를 폐쇄하고 조절밸브(B2)를 개방시킨다. 이러한 상태에서 제1 사이클(100) 및 제2 사이클(200)을 작동시키게 되면, 제1 사이클(100)의 제1 냉매는 도 4의 하부에 실선으로 도시한 a1-b1-c1-d1의 상태변화를 거치게 되며, 제2 사이클(200)의 제2 냉매는 제2 사이클을 순환하면서 도 4의 상부에 실선으로 도시한 a2-b2-c2-d2의 상태변화를 거치게 된다.

[0040] 먼저 제1 냉매가 제1 압축기(110)에서 압축되며 a1 상태에서 b1 상태가 된다. b1 상태의 제1 냉매는 캐스케이드 열교환기(300)에서 제2 냉매와 열교환을 하게 되며 이로 인해서 열을 빼앗겨 c1 상태가 된다. 이때 제1 냉매의 온도는 TH1이라고 한다. c1 상태의 제1 냉매는 제1 팽창장치(130)를 거쳐 d1의 상태가 된다. d1 상태의 제1 냉매는 다시 열원측 열교환기(140)에서 열원과 열교환에 의해서 열을 공급받아 a1 상태가 되며(이때 제1 냉매의 온도를 TL1이라고 한다), 이후 제1 압축기(110)로 유입되는 순환과정을 거치게 된다.

[0041] 제2 사이클(200)의 제2 냉매는 캐스케이드 열교환기(300)를 거치면서 d2 상태에서 열교환에 의해서 온도 TL2의 a2상태가 되어 제2 압축기(210)로 유입된다. 여기서 온도 TL2는 캐스케이드 열교환기(300)를 지나는 제1 냉매의 온도 TH1 보다 작다. 제2 냉매가 제2 압축기(210)에서 압축되면 a2 상태에서 b2 상태로 변화한다. 이때 제2 냉매의 온도는 TH2가 된다. 이후 제2 냉매는 부하측 열교환기(220)를 거치면서 부하측 2차유체와 열교환하여 열을 빼앗기게 되어 c2 상태가 되며, 이때 부하측 열교환기는 제2 냉매의 온도 TH2 보다 낮은 온도가 되어 축열탱크(500)에 저장된다. 이후 제2 냉매는 팽창장치(230)를 거치면서 d2의 상태가 되어 캐스케이드 열교환기(300)로 유입된다.

[0042] 이러한 제1 사이클(100) 및 제2 사이클(200)의 동작에 의해서 난방 및 급수를 위한 고온의 부하측 2차유체를 생성할 수 있게 된다. 하지만 도 3에서와 같이 동작을 하는 경우 제1 사이클 및 제2 사이클의 동작에 의해서 얻을 수 있는 온도 보다 더 높은 온도의 부하측 2차유체가 요구되는 경우나, 열원측 2차 유체 온도가 감소한 경우 TH1이 감소함으로 인해서 TL2와 TH2가 감소하여 부하측에서 생성한 부하측 2차유체의 온도가 감소한 경우에는 수요자가 요구하는 온도의 온수를 얻을 수 없게 된다.

[0043] 따라서 제1 사이클 및 제2 사이클의 동작에 의해서 얻을 수 있는 온도 보다 더 높은 온도의 부하측 2차유체가 요구되는 경우와 열원측 2차 유체 온도가 낮아진 경우에는 도 2에 도시된 것과 같이 보조열교환기(400)에서 열교환이 일어날 수 있도록 동작된다.

[0044] 구체적으로 도 2에 도시된 것과 같이 제1 사이클(100)에서 조절밸브(A1, A2))가 개방되며, 아울러 제2 사이클(200)에서 조절밸브(B1, B2)가 개방된다. 이로 인해서 제1 사이클(100)에서 제1 압축기(110)를 지나 압축된 제1 냉매 중 일부는 제1 냉매라인(L100)을 따라 흘러 캐스케이드 열교환기(300)로 유입되고, 일부는 제1 냉매분기라

인(L110)을 따라 흘러 보조열교환기(400)를 거쳐 다시 제1 냉매라인(L100)을 흐르는 제1 냉매와 합류하여 캐스케이드 열교환기(300)로 유입된다. 또한 캐스케이드 열교환기(300)를 거친 제1 냉매는 제1 팽창장치(130) 및 열원측 열교환기(140)를 거쳐 다시 제1 압축기(110)로 유입된다.

[0045] 즉, 제1 사이클(100)을 순환하는 제1 냉매는 초기에는 도 4의 하부에 실선으로 도시된 a1-b1-c1-d1의 상태로 변화하게 된다.

[0046] 한편, 제2 사이클(200)에서 제2 냉매 역시 초기에는 도 4의 상부에 실선으로 도시된 a2-b2-c2-d2의 상태변화를 거치게 되나, 부하측 열교환기(220)를 거친 제2 냉매 중 일부는 보조열교환기(400)로 유입되어 제1 냉매와 열교환하게 된다. 이때 제2 냉매의 온도는 도 4에서 c2 상태의 온도로, 제1 냉매의 b1 상태의 온도 보다 높다. 따라서 보조열교환기(400)에서는 제2 냉매로부터 제1 냉매로 열이 전달되어 제1 냉매의 온도를 높이게 된다. 온도가 상승된 제1 냉매는 보조열교환기(400)를 거치지 않은 제1 냉매와 합쳐서 캐스케이드 열교환기(400)로 유입된다. 이로 인해서 제1 사이클(100)에서 캐스케이드 열교환기(400)로 유입되는 제1 냉매는 b1' 상태가 되며, 캐스케이드 열교환기(400)에서 열교환을 행한 후에는 c1' 상태가 된다. 이때의 캐스케이드 열교환기(400)에서 열교환되는 제1 냉매의 온도는 도 4에서 점선으로 나타낸 TH1'이며, 이는 보조열교환기(400)를 사용하지 않은 경우의 온도 TH1 보다 높게 된다.

[0047] 도 4에서 점선으로 도시된 것과 같이 온도 TH1'로 상승된 제1 냉매와 캐스케이드 열교환기(300)에서 열교환하는 제2 냉매는, 보조열교환기(400)를 사용하지 않은 경우의 온도인 TL2에 비해서 높은 TL2'의 온도가 된다. 캐스케이드 열교환기(300)를 지난 제2 냉매는 a2'의 상태가 되며, 이후 제2 압축기(210)에서 압축되어 b2'의 상태가 되고, 부하측 열교환기(220)에서 부하측 2차유체와 열교환하게 된다. 이때 부하측 2차유체와 열교환하는 제2 냉매의 온도는 도 4에서 TH2'가 될 것이며 이는 보조열교환기(400)를 사용하지 않은 경우의 온도 TH2 보다 높다. 따라서 TH2'의 온도와 열교환하는 부하측 2차유체는 보조열교환기(400)를 사용하지 않은 경우의 온도 보다 높은 온도가 되며, 그 결과 보다 높은 온도의 부하측 2차유체를 생성할 수 있다.

[0048] 또한 제2 사이클(200)에서 부하측 열교환기(220)를 거친 제2 냉매는 일부는 보조열교환기(400)를 거친 후 팽창장치(230) 및 캐스케이드 열교환기(300)를 거치게 된다. 이러한 제2 사이클(200)을 순환하는 제2 냉매의 상태는 도 4에서 점선으로 나타낸 것과 같이 a2'-b2'-c2'-d2'를 거치게 된다.

[0049] 또한 본 실시형태에서는 부하측 2차유체의 온도 또는 제1 사이클(100)에서 캐스케이드 열교환기(300)로 유입되는 제1 냉매의 온도를 측정하고 난방용 및 급탕용으로 요구되는 온도와 비교한 후, 조절밸브(A1, A2) 및 조절밸브(B1, B2)의 개도를 조절하여 보조열교환기(400)에서 열교환되는 제1 냉매와 제2 냉매의 유량을 조절함으로써, 부하측 2차유체의 온도를 수요자가 요구하는 온도에 부합하도록 제어할 수 있다.

[0050] 한편, 도 4에 도시된 것과 같이 c2'의 상태는 보조열교환기(400)를 통해서 열을 보다 많이 빼앗기게 되어, 보조열교환기(400)를 사용하지 않는 경우의 c2 상태보다 포화상태로부터 좌측으로 더 많이 치우치게 된다. 즉, 보조열교환기(400)에서 열을 빼앗겨 과냉도(C')가, 보조열교환기(400)를 사용하지 않은 경우의 과냉도(C) 보다 증가하게 된다.

[0051] 제2 사이클(200)에서 과냉도(C')로 커지게 되면, 제2 팽창장치(230)로 흐르는 제2 냉매가 배관의 저항으로 증발하여 기체가 되는 것을 방지할 수 있으며, 제2 냉매를 액체상태로 유지함으로써 제2 사이클(200)을 순환하는 제2 냉매의 유량을 증가시킴으로써 제2 사이클(200)을 안정적으로 운전할 수 있게 된다.

[0052] < 제2 실시형태 >

[0053] 도 5를 참조하면, 제2 실시형태는 제1 실시형태에서 제2 사이클(200)이 제2 냉매분기라인(L210) 및 조절밸브(B1, B2)를 구비하고 있지 않다. 구체적으로, 제2 실시형태에서는 제2 냉매라인(L200)이 보조열교환기(400)와 개방된 상태로 연결되어 항상 제2 냉매가 보조열교환기(400)를 통과하게 된다.

[0054] 이때, 제1 사이클(100)에서 조절밸브(A1, A2)를 개폐 및 개도를 제어함으로써 제1 실시형태와 동일한 효과를 가지게 된다. 구체적으로 조절밸브(A1)를 폐쇄시키면, 보조열교환기(400)에 제2 냉매가 항상 통과하더라도 제1 냉매가 통과하지 않으므로 보조열교환기(400)에서 제1 냉매와 제2 냉매와의 사이에서의 열교환이 행하여지지 않으며, 아울러 조절밸브(A1)를 개방시키거나 개방된 상태에서 개도를 조절하게 되면 보조열교환기(400)에서 제1 냉매와 제2 냉매가 열교환을 행하도록 할 수 있으며, 또한 열교환되는 양을 조절할 수 있다.

[0055] < 제3 실시형태 >

[0056] 도 6을 참조하면, 제3 실시형태는 제1 실시형태에서 제1 사이클(100)이 제1 냉매분기라인(L110) 및 조절밸브(A1, A2)를 구비하고 있지 않다. 구체적으로, 제3 실시형태에서는 제1 냉매라인(L100)이 보조열교환기(400)와 개방된 상태로 연결되어 항상 제1 냉매가 보조열교환기(400)를 통과하게 된다.

[0057] 이때, 제2 사이클(200)에서 조절밸브(B1, B2)를 개폐 및 개도를 제어함으로써 제1 실시형태와 동일한 효과를 가지게 된다. 구체적으로 조절밸브(B1)를 폐쇄시키면, 보조열교환기(400)에 제1 냉매가 항상 통과하더라도 제2 냉매가 통과하지 않으므로 보조열교환기(400)에서 제1 냉매와 제2 냉매와의 사이에서의 열교환이 행하여지지 않으며, 아울러 조절밸브(B1)를 개방시키거나 개방된 상태에서 개도를 조절하게 되면 보조열교환기(400)에서 제1 냉매와 제2 냉매가 열교환을 행하도록 할 수 있으며, 또한 열교환되는 양을 조절할 수 있다.

[0058] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르는 온수 공급용 히트펌프시스템에 대해서 바람직한 실시형태를 참조하여 설명하였지만, 본 발명은 이들 실시형태들에 한정된 것은 아니며, 해당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해서 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경될 수 있다.

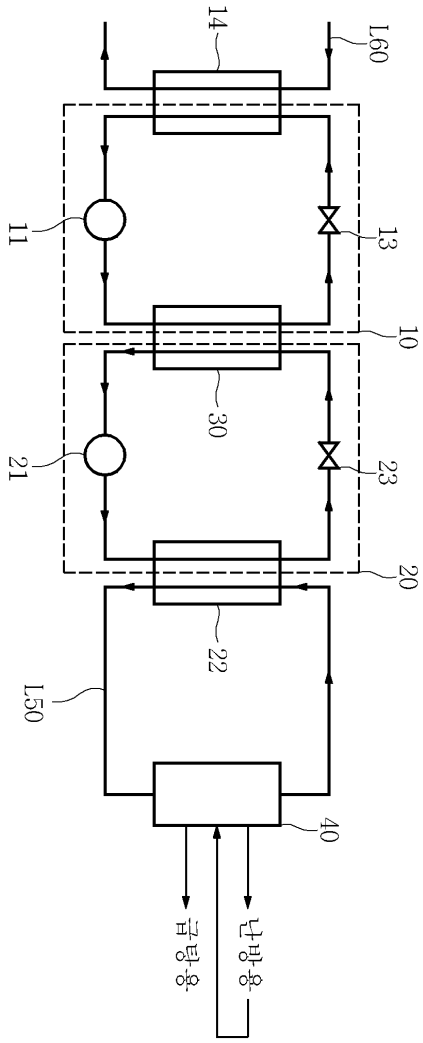
부호의 설명

[0059]

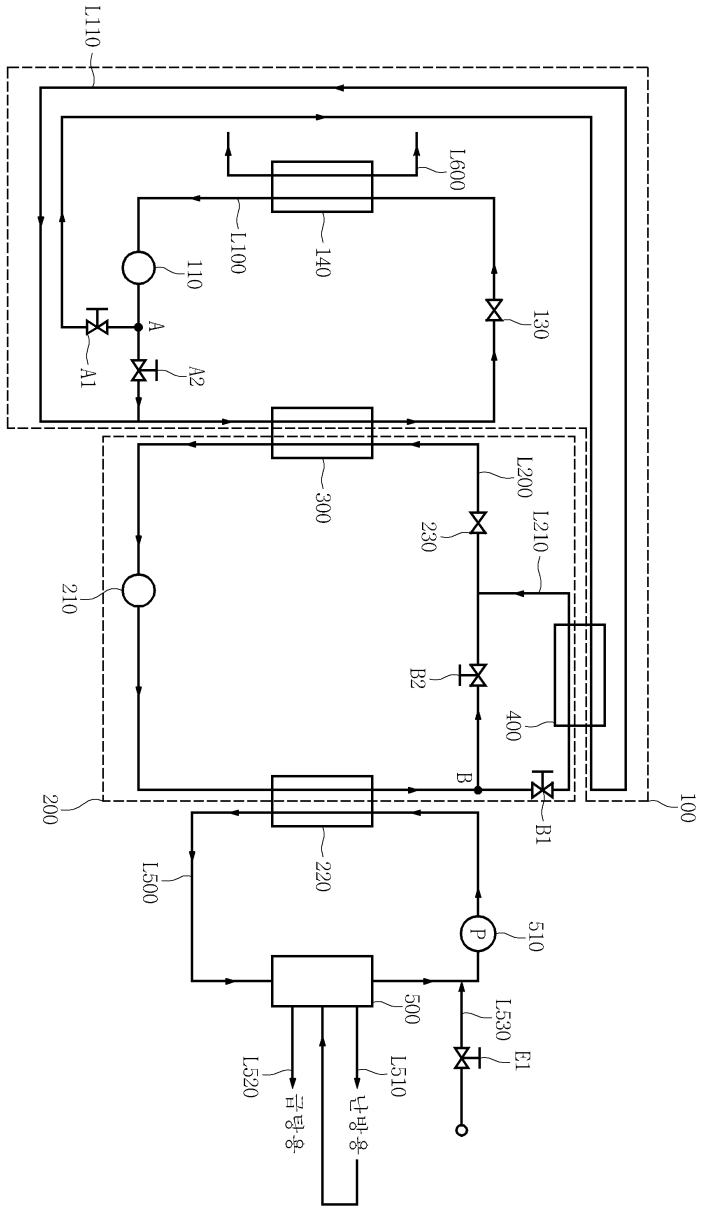
100 : 제1 사이클	110 : 제1 압축기
130 : 제1 팽창장치	140 : 열원측 열교환기
200 : 제2 사이클	210 : 제2 압축기
220 : 부하측 열교환기	230 : 제2 팽창장치
300 : 캐스케이드 열교환기	400 : 보조열교환기
500 : 축열탱크	L100 : 제1 냉매라인
L110 : 제1 냉매분기라인	L200 : 제2 냉매라인
L210 : 제2 냉매분기라인	L500 : 부하측 2차 유체라인
L600 : 열원측 2차유체라인	
A1, A2, B1, B2 : 조절밸브	

도면

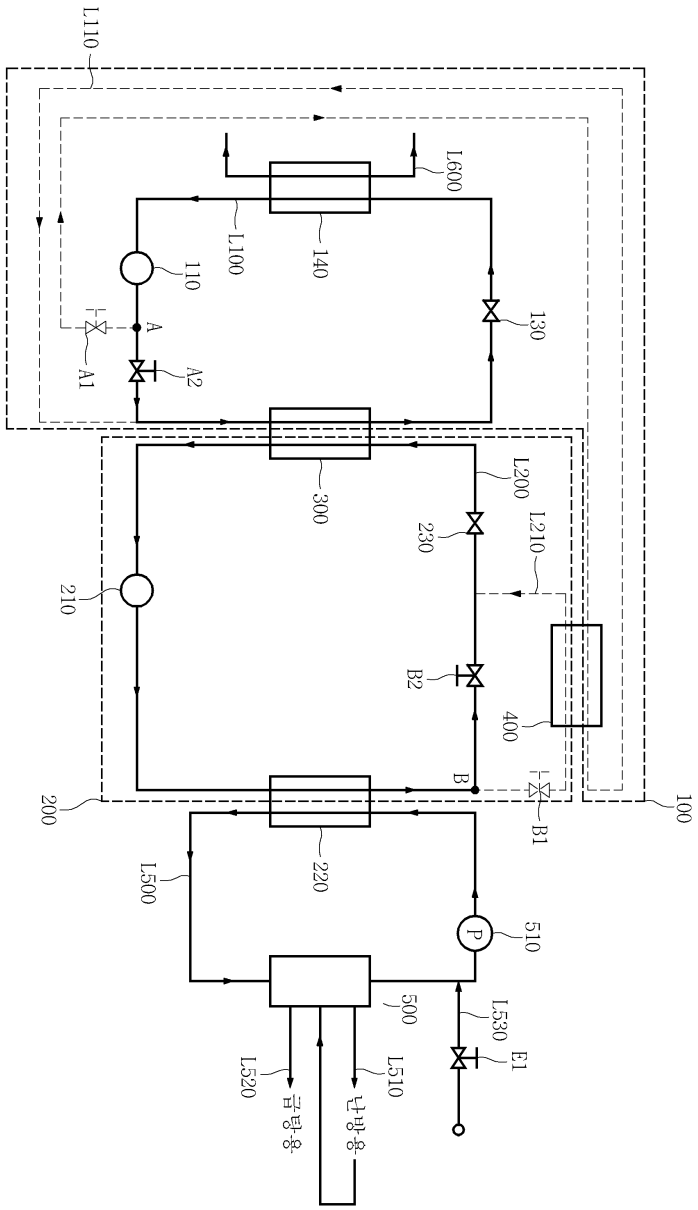
도면1



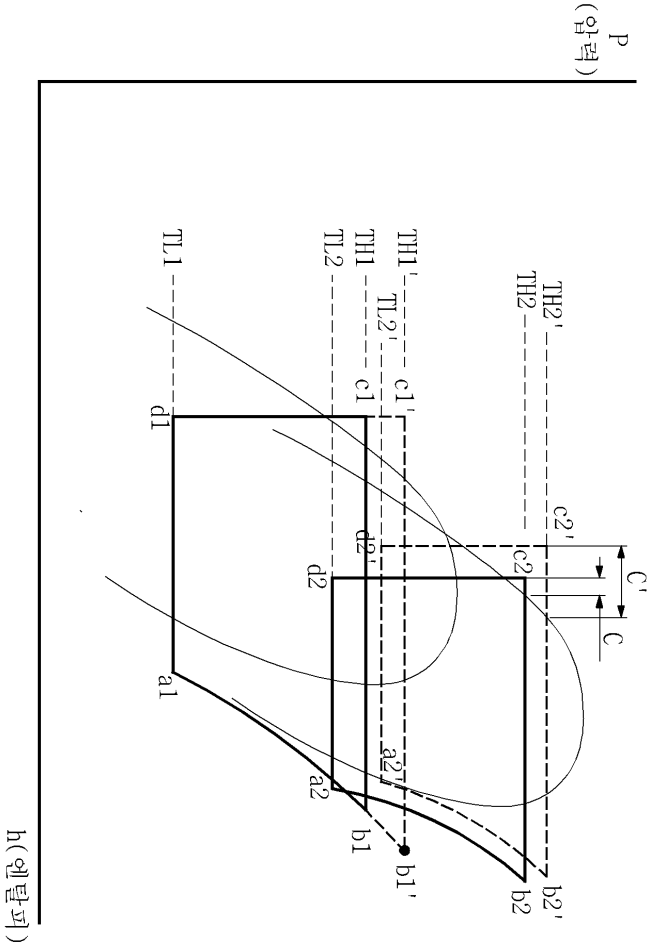
도면2


L110
L600
L100
140
110
130
A
A1
A2
300
L200
230
L210
210
B2
400
B
B1
200
100
220
L500
510
P
500
L530
E1
L520
L510
급탕용
난방용

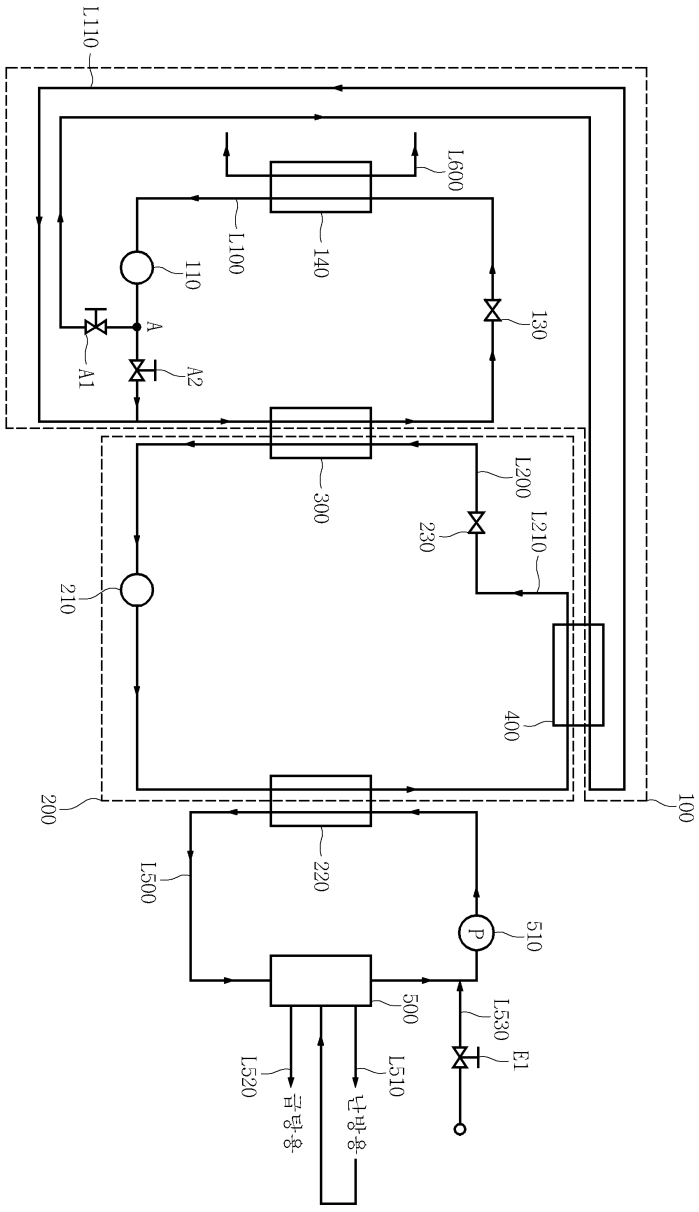
도면3


L110
L600
L100
140
110
130
A
A1
A2
300
L200
230
L210
210
B2
400
B
B1
100
200
220
L500
510
P
500
L530
E1
L520
L510
급탕용
난방용

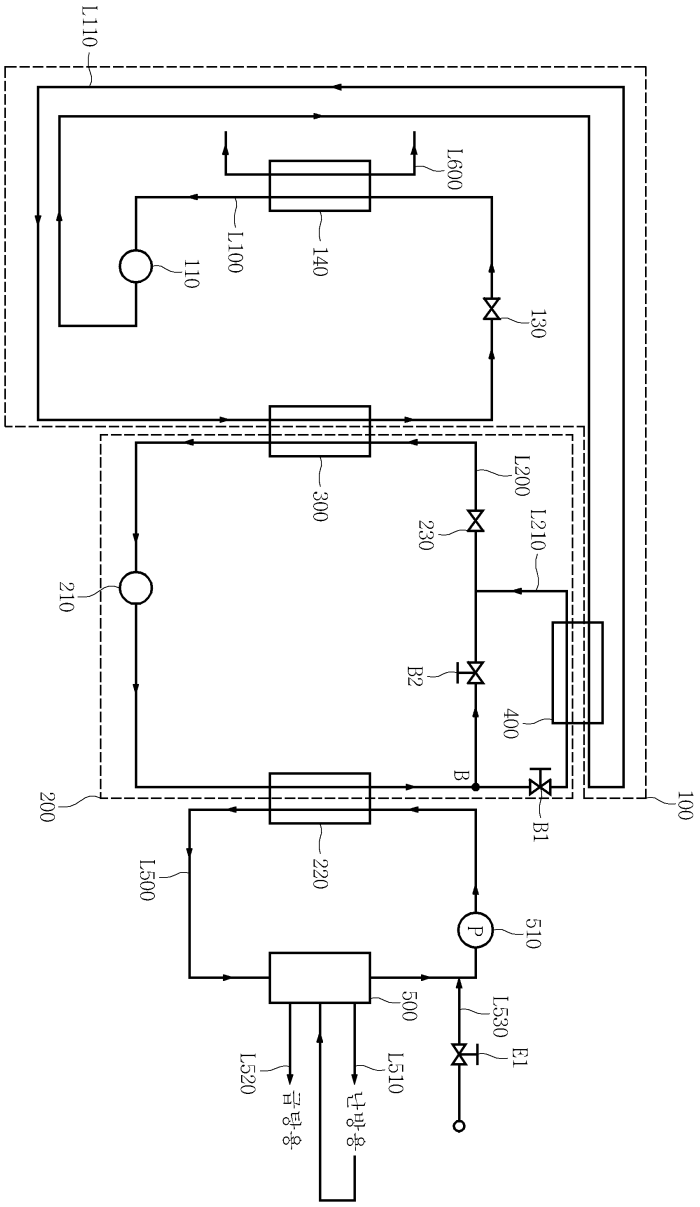
도면4


P
(압력)
h(헤딜피)
TH2'
TH2
TH1'
TH1
TL2'
TL2
TL1
c2'
c2
c1'
c1
d2'
d2
d1
C'
C
a2'
a2
a1
b2'
b2
b1'
b1

도면5


L110
L600
L100
140
110
130
A
A1
A2
300
L200
230
L210
210
400
200
100
220
L500
510
P
500
L530
E1
L520
L510
급탕용
난방용

도면6


L110
L600
L100
140
110
130
300
L200
230
L210
210
B2
400
B
B1
200
100
220
L500
P
510
500
L530
E1
L520
L510
급탕용
난방용