

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
F25B 30/06

(11) 공개번호 10-2005-0069734
(43) 공개일자 2005년07월05일

(21) 출원번호 10-2003-0102110
(22) 출원일자 2003년12월31일

(71) 출원인 (주)이앤이 시스템
서울 서초구 서초동 1577-4

(72) 발명자 유제인
서울 서초구 잠원동 52 한신18차아파트 336동 606호
강한기
경기도 과천시 별양동 3 주공아파트 702-501
김진상
경기 용인시 마평동 우성아파트 101-1308

(74) 대리인 고광욱

심사청구 : 있음

(54) 축열식 지열히트펌프유닛

요약

본 발명은 축열식 지열히트펌프유닛에 관한 것으로, 그 구성은, 고압 압축된 기체냉매를 사방밸브를 통해 선택적으로 정·역방향 순환가동시켜 응축, 팽창 및 증발과정을 반복 수행하는 냉동사이클장치부와, 이 냉동사이클장치부 내의 일측 열교환기와 결합되어 지중열교환수를 순환시키면서 지중의 열을 상기 냉동사이클장치부에 대하여 열교환시켜주는 지중열교환기와, 상기 냉동사이클장치부 내의 나머지 열교환기와 결합되어 열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키되, 심야 잉여 전력을 활용한 상기 냉동사이클장치부의 가동에 의해 열교환시킴으로써 상기 지중열교환기로부터 공급된 열을 축냉/축열 상태로 저장해주는 축열장치부와, 상기 축열장치부의 일측에 연결된 실내기를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다. 따라서 본 발명에 의하면, 절기별 온도변화가 거의 없는 지열을 이용한 열교환 과정을 통해 냉난방에 필요한 열원을 확보함과 아울러 저가의 심야 잉여전력을 활용하여 지열을 축냉/축열시켜 저장한 후 주간의 냉난방에 이용할 수 있도록 함으로써, 에너지절감 및 피크부하저감 효과를 향상시킴과 동시에 냉난방 효율을 극대화할 수 있고, 이산화탄소의 배출량이 현격히 줄어들어 환경오염을 방지할 수 있는 효과가 있다.

대표도

도 1

색인어

지열히트펌프, 냉난방, 축열, 지중열교환기, 삼방밸브

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛의 순환구조를 도시한 개략도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛에 의한 냉방축열운전시의 순환상태를 도시한 개략도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛에 의한 냉방운전시의 순환상태를 도시한 개략도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛에 의한 난방축열운전시의 순환상태를 도시한 개략도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛에 의한 난방운전시의 순환상태를 도시한 개략도이다.

도 6은 본 발명에 적용된 축열조의 축열방식 및 그 가동원리를 도시한 개념도이다.

도 7은 본 발명의 축열조에 대응되는 성능을 발휘하기 위한 종래 기술에 따른 축열조의 축열방식을 도시한 개념도이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

G ; 지중열교환기 H ; 냉동사이클장치부

DELTA w ; 온도성층화 경계층의 두께 1 ; 지표면

10 ; 압축기 11 ; 사방밸브

12 ; 냉매순환관 20, 40 ; 열교환기

30a, 30b ; 팽창밸브 50 ; 축열조

50a ; 상대적 고온수 50b ; 온도성층화 경계층

50c ; 상대적 저온수 51 ; 인버터펌프

52, 53, 54 ; 삼방밸브 55, 56, 62a, 62b ; 개폐밸브

57 ; 코크 58, 82 ; 열교환수 순환관

61a, 61b ; 펌프 63 ; 지중열교환수 순환관

70 ; 실내기 80 ; 급탕용 열교환기

81 ; 급탕수조

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 축열식 지열히트펌프유닛에 관한 것으로, 특히, 계절의 변화에도 온도변화가 거의 없는 안정적인 지열을 이용한 열교환 과정을 통해 냉난방에 필요한 열원을 확보함과 아울러, 가격이 저렴한 심야 잉여전력을 활용하여 상기 열교환 과정을 통해 확보된 지열을 고성능의 축열조 내에 축냉 또는 축열시켜 저장한 후 주간 냉난방에 이용할 수 있도록 지열 및 축열 방식을 결합한 새로운 배관구조의 냉방 및 난방이 가능한 축열식 지열히트펌프유닛에 관한 것이다.

과거에는, 실내의 냉난방을 위한 수단으로서 전기식 히트펌프유닛(EHP)이 주로 사용되었다. 그러나, 상기 전기식 히트펌프유닛은, 단독으로 냉난방을 수행하는 경우에 온도부하에 따라 부분부하운전을 수행하기 위한 인버터(Inverter)와, 동절기 낮은 외기온도로 인하여 열교환수 순환관의 외측에 결빙현상이 심하게 나타나 난방능력을 저하시키는 문제점을 해결하기 위한 정에제거용 보조열원으로서의 전기히터가 반드시 설치되어야 하므로, 장치 자체가 복잡하고 대형화될 뿐만 아니라 상기 인버터 및 전기히터의 사용으로 인하여 유지비용이 과다하게 소요되는 단점이 있었다. 따라서, 최근에는 가정 또는 사무실 등 소규모 주거공간에서 냉난방 겸용의 축열식 히트펌프유닛으로 대체되고 있는 추세이다.

상기의 축열식 히트펌프유닛은 심야의 값싼 잉여전력을 사용하여 여름철에는 냉수 또는 얼음(빙축열)을, 겨울철에는 고온수를 축열조에 저장하여 주간 냉·난방에 이용하는 공조시스템으로서, 심야의 싼 전력을 이용하므로 주간에 집중되는 소비성향으로 인한 전력수급에 대한 불균형을 분산 또는 해소하고, 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 이점을 갖게 된다.

통상적으로, 상기 축열식 히트펌프유닛은, 압축기, 응축기, 팽창밸브 및 증발기로 구성되는 정·역 순환이 가능한 냉동사이클장치부와, 축열조, 열교환수 순환펌프 및 열교환기(실내·외기) 등으로 구성되는 축열장치부와, 상기 장치부간 냉매유로를 전환시켜주기 위한 밸브장치부 등으로 이루어져 있다.

그러나, 종래의 축열식 히트펌프유닛은, 축열조의 성능이 불량하여 작은 온도차에 의한 성층도로 운전됨으로써 그 효율성이 저조하게 나타나는 문제점이 있었다. 이러한 종래의 축열식 히트펌프유닛이 갖고 있는 축열조의 온도성층도를 개선하기 위해서는, 도 7에 도시된 바와 같이, 각각 상하로 배치되어 상호 연통된 복수의 축열조(150)(151)가 마련되고, 상기 각 축열조(150)(151)마다 열교환수를 순환시켜 축열할 수 있도록 냉동사이클장치부(H1)(H2)가 각각 독립적으로 설치되어 있는 복수의 히트펌프유닛 구조를 이뤄야 한다. 이때, 상기 각 축열조(150)(151)에는 그 내부의 중간에 형성되는 온도성층화 경계층(Thermocline)(150b)을 경계로 하여 상하 최대 5℃ 내외의 온도차를 유지하며 상대적 고온수(150a) 및 상대적 저온수(150c)로 분리된 채로 축열된다.

예를 들어, 15°C의 물을 5°C 정도로 냉각하여 저장하는 경우에서와 같이 10°C 이상의 온도차에 의한 축열성을 발휘하기 위한 기존의 운전방식은, 먼저 상층 축열조(150) 상부의 15°C 물이 냉동사이클장치부(H1)를 거치면서 10°C로 냉각되어 그 축열조(150)의 하부로 저장된 후, 하층 축열조(151)의 상부로 유입되고, 상기 하층 축열조(151) 상부에 10°C로 축열된 물이 다시 냉동사이클장치부(H2)를 거치면서 5°C로 재차 냉각되어 그 축열조(151)의 하부로 저장되는 것으로서, 단기간적인 각 냉동사이클장치부(H1)(H2)의 가동을 통해서만 가능하므로 장치가 복잡하고 커질 뿐만 아니라 유지비용도 많이 소요되는 문제점이 있었다. 이러한 기존의 운전방식은 축냉시 작은 온도차이로 운전되기 때문에 상기 온도성층화 경계층(150b)의 두께(DELTA w1)가 넓은 폭을 유지하게 되어 축열효율을 저하시키게 되는 것이다.

또한, 냉난방을 병행하는 종래의 축열식 히트펌프유닛은, 냉방 또는 난방모드로 전환되는 경우에 있어서, 냉방시에는 부하측에서 회수되는 물이 축열조의 상부로 유입되고 난방시에는 부하측에서 회수되는 물이 축열조의 하부로 유입되는 유체의 교체흐름을 유지하여야 하므로 배관설계상의 많은 어려움이 있었다.

한편, 석탄, 석유, 천연가스 등의 화석연료의 과다한 사용으로 인한 자원의 고갈 우려와 더불어 지구온난화와 대기오염 등이 이미 심각한 상태에 있는 이때에, 태양열, 풍력, 수력, 지열 등과 같은 고갈될 염려가 없고 친환경적인 대체에너지에 대한 적극적 활용의 중요성이 대두되고 있다.

최근에는, 이러한 대체에너지 중에서도 지구상에서 사용되는 전체에너지의 500배에 달하는, 지표면이나 지중으로 흡수된 방대한 양의 태양열에 의해 유지되는 고온의 지열, 지표수, 지하수나 온천수 등의 열원을 에너지로 활용하고자 하는 연구가 매우 활발히 이루어지고 있다. 특히, 우리나라는 다른 나라에 비해 태양에너지나 풍력에너지 자원이 풍부하지 못하여 이를 대체에너지로 사용하는 데는 어려움이 있으나, 상기 지열에너지는 특정지역에 관계없이 전세계적으로 풍부한 자원이므로 우리 나라에 가장 적합한 대체에너지라 할 수 있다.

즉, 대기에 비해 지표는 그 온도변화가 현저히 적고, 이러한 현상은 지중으로 깊이 들어갈수록 더욱 안정적인 상태를 유지하므로 양질의 에너지자원으로서의 가치가 충분하다. 실제로 지표로부터 3m 정도만 내려가도 연중 온도변화가 거의 없을 정도이며, 그 대표적인 적용 예로는 지표나 지중에 저장된 열에너지를 이용하여 냉방과 난방을 수행하는 지열식 히트펌프유닛이 있다. 현재 미국과 캐나다를 비롯, 일부 유럽국가들이 온실가스배출을 최소화하기 위해 정부차원에서 지열식 히트펌프유닛의 적극 보급에 나서고 있으나, 아직까지 나머지 국가에서는 그 보급 실적이 미미한 편이다.

상기의 지열식 히트펌프유닛은, 동작유체(냉매)의 압축-응축-팽창-증발과정을 반복하며 외부와의 열교환을 이루는 통상의 냉동사이클장치부와, 상기 냉동사이클장치부의 가동에 의해 소정의 냉방 또는 난방효과를 도출해내기 위한 열교환매체로서의 지중열교환기로 구성된다. 상기 지중열교환기는 고밀도 폴리에틸렌 파이프(HDPE Pipe)를 지중에 매설하고 그 파이프 내에 부동액 또는 지하수나 지표수 등의 열교환수를 순환시킴으로써 지중의 열을 흡수하거나 방출하는 장치(폐회로 방식)로서, 압축기를 제외한 일종의 실외기가 지중에 설치된 것이라고 볼 수 있다.

그리고, 상기 지열식 히트펌프유닛을 이용한 냉난방의 수행시, 전체 필요에너지 중 일부(약 1/4)만을 전기에너지로 충당할 뿐, 대부분(약 3/4)의 에너지는 지열을 흡수하여 공급할 수 있으므로 매우 고 효율적이고도 경제적인 장치라 할 수 있다. 미국 EPA의 보고에 의하면 공기열원 방식의 히트펌프유닛에 비해서는 약 40%, 전열기 방식의 냉난방기에 비해서는 약 70% 정도의 에너지 절감효과가 있으며, 미국 ORNL(Oak Ridge National Laboratories; 국립에너지연구소)의 발표에 의하면 피크부하의 절감효과도 약 43.5%에 달한다고 밝히고 있다. 또한, 실내기와 실외기 사이에 냉매배관이 필요 없고, 상기 실외기가 공기 열교환기에서 물 열교환기로 대체되어 오존과 파괴 및 지구온난화 관련 유해물질인 냉매의 소비를 최소화할 수 있어 환경 친화적일 뿐만 아니라, 누설 가능성도 현저히 낮출 수 있다.

상기 지열식 히트펌프유닛은 태양열보일러에 비해서도 여러 가지 장점을 갖는다. 즉, 태양열보일러는 주간에 태양이 있는 날에만 제한적으로 사용할 수 있을 뿐 나머지는 보조보일러를 사용하는 것임에 비해, 지열식 히트펌프유닛은 주야간 및 날씨에 무관하게 가동할 수 있고 태양열보일러 설치비용의 1/8 정도만 소요되는 경제적 이점도 있는 것이다.

현재까지 상기 지열식 히트펌프유닛은 그 형태가 다양하게 제안되어 있으나 대략 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 즉, 앞서 설명한 바와 같이 고밀도 폴리에틸렌 파이프(HDPE Pipe) 안으로 물이나 부동액 등의 열매체(동작유체)를 순환시키는 폐회로 방식과, 지하수나 하천/호수 등의 지표수를 이용하는 개회로 또는 개방형 방식이 있다. 상기 폐회로 방식은 다시, 지하 30~100m의 관정을 판 후 그 관정 내부에 파이프를 설치하는 수직형 폐회로 방식과, 1.5m 깊이의 도랑(트렌치)을 판 후에 그 도랑 내에 파이프를 수평 배치하여 얇게 매설하는 수평형 폐회로 방식으로 구분할 수 있다. 이 중에서, 지하수를 이용한 지열식 히트펌프유닛이 효율성과 설치비용절감(대형의 경우에 한함) 면에서 가장 우수하고, 소형의 경우에는, 설치공간을 많이 차지하는 단점은 있으나 수평형 폐회로 방식이 설치비용절감 면에서 이점이 있다.

그러나, 이러한 종래의 지열식 히트펌프유닛은 공기열원 방식의 히트펌프유닛이나 에어컨 등과 마찬가지로 냉난방시 온도부하추종운전을 수행함으로써 여전히 에너지소비를 가중시키는 문제점이 있었다. 이는 실내온도를 설정치에 이르도록 하기 위하여 기기의 가동 및 정지를 반복하는 과정에 의해서 필연적으로 발생하게 되는 에너지소비의 형태로서, 최근에는 온도부하, 즉, 실내온도 변화 폭을 크게 하는 경우에 있어서의 기기 가동 및 정지의 반복운전을 최소화하기 위한 인버터 방식의 압축기를 적용한 시스템이 제안된 바 있다. 그러나, 이러한 인버터 방식의 시스템은 기존의 시스템에 비해 30% 이상의 에너지 절감효과는 있으나, 제어가 복잡하고 이로 인한 고장이 잦을 뿐만 아니라 장치의 가격 또한 상승하게 됨으로써 이를 상용화하는 데는 여러 가지 제약이 따랐다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 바와 같은 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 그 목적은, 계절의 변화에도 온도변화가 거의 없는 안정적인 지열을 이용하여 하절기에는 지중에 열을 방출하고 동절기에는 지중의 열을 흡수하는 열교환 과정을 통해 냉난방에 필요한 열원을 자연으로부터 확보함과 아울러, 가격이 저렴한 심야 잉여전력을 활용하여 상기 열교환 과정을 통해 확보된 지열을 고성능의 축열조 내에 축냉 또는 축열시켜 저장한 후 주간 냉난방에 이용할 수 있도록 지열 및 축열 방식을 결합한 새로운 배관구조의 냉방 및 난방이 가능한 양방향 히트펌프사이클을 구성함으로써, 에너지 절감 및 피크부

하의 저감효과를 현저히 향상시키고 동시에, 정속도운전이 이루어져 냉난방 효율을 극대화할 수 있고, 극한의 외부환경 하에서도 그 성능저하를 방지하여 항상 쾌적한 냉난방환경을 유지할 수 있으며, 장치의 구조를 단순화하여 제작 단가를 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 이산화탄소의 배출량이 현격히 줄어들어 환경오염을 방지할 수 있도록 된 축열식 지열히트펌프유닛을 제공함에 있다.

상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛은, 기체 냉매를 고온고압으로 압축하여 토출시켜주는 압축기와, 상기 압축기의 양측에 각각 배치되어 그 중 어느 하나는 기내(器內)에서의 열교환을 통한 방열작용에 의해 고압의 기체냉매를 액체상태로 응축시키고 나머지 하나는 기내에서의 열교환을 통한 흡열작용에 의해 저압의 액체냉매를 기체상태로 증발시킬 수 있도록 상반된 열교환 과정을 각각 수행하는 한 쌍의 열교환기와, 상기 각 열교환기 사이에 배치되어 어느 한쪽의 열교환기로부터 응축된 액체냉매의 유량조정에 의해 저압의 액체냉매로 급팽창시킨 후 그 액체냉매를 나머지 한쪽의 열교환기로 분사시켜주는 팽창밸브를, 냉매순환관 상에 각각 구비하여 상기 압축기를 통해 토출된 고온고압의 압축기체냉매를 선택적으로 정·역방향 순환가동시킴으로써 냉매의 압축, 응축, 팽창 및 증발과정을 반복 수행하는 냉동사이클장치부와; 이 냉동사이클장치부 내의 어느 한쪽 열교환기와 결합되어 복수의 개폐밸브 및 펌프에 의해 지중열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키면서 온도변화가 거의 없는 안정적인 지중의 열을 상기 냉동사이클장치부에 대하여 열교환시켜주는 지중열교환기와; 상기 냉동사이클장치부 내의 나머지 열교환기와 결합되어 다수의 밸브 및 펌프에 의해 열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키되 저가의 잉여전력을 활용한 상기 냉동사이클장치부의 심야 가동에 의해 열교환시킴으로써 상기 지중열교환기로부터 공급된 열을 상하 10℃ 이상 온도차의 축냉 또는 축열된 상태의 열교환수로 저장해주는 축열조가 구비된 축열장치부; 및 상기 축열조내 열교환수가 열교환수 순환관을 통해 정·역방향으로 순환됨에 따라 실내쪽으로 냉기 또는 온기를 공급할 수 있도록 상기 축열장치부 일측의 열교환수 순환관 상에 설치된 실내기를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 축열장치부는 상기 축열조와 실내기 간에 소정의 형태로 분기 배관된 열교환수 순환관을 따라 열교환수가 선택적으로 유로 전환되어 냉·난방시에 단일의 열교환수 순환관에 대하여 각각 반대방향으로 순환될 수 있도록 해당 유로 분기지점에 다수의 삼방밸브와 개폐밸브가 각각 설치된 것이 바람직하다.

또한, 상기 냉동사이클장치부는 그 한 쌍의 열교환기 중 어느 한쪽에는 상기 압축기로부터 고압 기체냉매가 유입되게 함과 아울러 나머지 한쪽의 열교환기로부터는 상기 압축기에 저압 기체냉매가 유입되게 하기 위하여 상기 냉매의 유로를 선택적으로 전환시켜줄 수 있도록 상기 압축기와 각 열교환기 사이의 냉매순환관 상의 유로분기지점에 삼방밸브가 설치되어 이루어지며, 상기 압축기와 삼방밸브 사이의 상기 냉매순환관 상에는 고온의 급탕수를 생성해내기 위한 별도의 급탕용 열교환기가 더 설치되고, 상기 급탕용 열교환기와 연결된 별도의 열교환수 순환관 상에는 상기 급탕용 열교환기의 열교환 과정을 통해 형성된 고온수를 저장할 수 있는 급탕수조가 더 구비된 것이 바람직하다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 축열식 지열히트펌프유닛을 첨부 도면에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 1은 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛의 순환구조를 개략적으로 도시한 것이고, 도 2 내지 도 5는 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛에 의한 냉방축열운전시, 냉방운전시, 난방축열운전시 및 난방운전시의 각 순환상태를 각각 도시한 것이며, 도 6은 본 발명에 적용된 축열조(50)의 축열방식 및 그 가동원리를 도시한 개념도를 나타낸 것이다.

본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛은 상기 도 1에 도시된 바와 같이, 지중에 매설된 지중열교환기(G)를 매개로 하여 열에너지를 공급할 수 있게 함으로써 에너지 절감효과를 도모함과 아울러, 냉방축열시 상대적 고온수(50a)와 상대적 저온수(50c)간에 최대 10℃ 이상의 온도차를 유지할 수 있도록 그 성능이 개선된 축열조(50)를 적용한 새로운 운전방식을 채택함으로써 냉난방 효율을 극대화할 수 있게 한 구조를 이룬다.

또한, 본 발명의 축열식 지열히트펌프유닛은, 축냉(냉방축열)시 정속운전이 가능하여 인버터가 필요치 않은 간단한 제어 회로 및 장치구성을 이루므로 고장의 우려가 적고, 동절기 난방가동시 낮은 외기온도로 인하여 열교환수 순환관(58)의 외측이 결빙되어 난방능력을 저하시키는 문제점을 전기히터를 사용하지 않고도 단순히 지열의 공급만으로 해결 가능하므로 유지비용을 최소화함과 아울러 에너지를 절감할 수 있으며, 다수의 삼방밸브 및 개폐밸브들을 적절히 배치하여 축냉시 축열조(50) 내의 상하부 온도차(10℃ 이상)를 크게 유지되도록 함으로써 온도성층화 경계층(50b)의 두께가 최소로 유지되어 축열효율을 향상시켜준다. 즉, 냉동사이클장치부(H)를 구성하는 압축기 또는 증발기용의 열교환기(20)(40) 중 어느 하나의 열교환기(20)에는 지열을 공급하기 위한 상기 지중열교환기(G)가 결합되고 나머지 열교환기(40)에는 축열조(50)의 하부배관(열교환수 순환관(58))이 결합된 구조를 이룸과 아울러, 상기 축열조(50)에 대한 냉·난방시의 유체흐름을 다수의 삼방밸브(52)(53)(54) 및 개폐밸브(55)(56)로서 간단히 제어할 수 있게 하여 냉방과 난방시에 각각 그 유체흐름이 반대방향으로 전환될 수 있게 함으로써, 기존의 복잡한 배관구조를 단순화할 수 있음은 물론이고, 이러한 구조에 의하여, 냉방시 온도부하측에서 회수되는 열교환수는 상기 축열조(50)의 상부로, 난방시 온도부하측에서 회수되는 열교환수는 상기 축열조(50)의 하부로 각각 분리되어 유입됨으로써 축열효율을 극대화할 수 있도록 되어 있다.

이러한 원리를 구현하기 위한 본 발명에 따른 축열식 지열히트펌프유닛은, 상기 도 1에 도시된 바와 같이, 기체상태의 냉매를 압축기(10)로 고압 압축한 후 그 고압의 냉매를 삼방밸브(11)에 의해 선택적으로 정·역방향 순환가동시켜 응축, 팽창 및 증발과정을 반복 수행하는 냉동사이클장치부(H)와, 이 냉동사이클장치부(H) 내의 어느 한쪽 열교환기(20)와 결합되어 지중열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키면서 온도변화가 거의 없는 안정적인 지중의 열을 상기 냉동사이클장치부(H)에 대하여 열교환시켜주는 지중열교환기(G)와, 상기 냉동사이클장치부(H) 내의 나머지 열교환기(40)와 결합되어 열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키되, 잉여전력을 활용한 상기 냉동사이클장치부(H)의 심야 가동에 의해 열교환시킴으로써 상기 지중열교환기(G)로부터 공급된 열을 축냉 또는 축열된 열교환수(물 또는 부동액)로 저장해주는 축열장치부(도면부호 미도시)와, 상기 축열장치부의 일측에 열교환수의 순환이 가능하도록 연결된 실내기(70)를 포함하는 구조로 이루어져 있다. 상기 각부 장치들은 냉매순환관(12)과 지중열교환수 순환관(63) 및 열교환수 순환관(58)에 의해 각각 폐회로 상태로 연결되어 각각 독립적으로 순환할 수 있는 구조를 이룬다.

상기 냉동사이클장치부(H)는 통상의 경우에서와 같이, 저압상태의 기체냉매를 고압으로 압축 및 토출시켜주는 압축기(10)와, 고압의 기체냉매를 다른 유체와 열교환하여 액화시켜주는 응축기로서의 열교환기(20 또는 40)와, 그 액체냉매를 유량 조정하여 저압의 액체냉매로 급팽창시킨 후 분사시켜주는 복수의 팽창밸브(30a)(30b)와, 분사된 액체냉매가 급팽창됨과 아울러 주위로부터 열을 흡수하여 기화하면서 기내(器內)를 냉각하는 증발기로서의 열교환기(20 또는 40)로 구성된다.

다만, 본 발명의 냉동사이클장치부(H)는, 한 쌍의 열교환기(20)(40) 중 어느 한쪽 열교환기(20 또는 40)로 상기 압축기(10)로부터 고압 기체냉매가 유입되게 함과 아울러, 나머지 한쪽의 열교환기(20 또는 40)로부터는 상기 압축기(10)에 저압 기체냉매가 유입되게 하기 위하여, 즉, 상기 냉매의 유로를 상기 각 열교환기(20)(40)에 대하여 선택적으로 전환시켜줄 수 있도록, 상기 압축기(10)와 각 열교환기(20)(40) 사이의 냉매순환관(12) 상의 유로분기지점에 사방밸브(11)가 설치되어 있는 구조적 특징을 가진다.

이러한 구성에 있어서, 상기 한 쌍의 열교환기(20)(40)는 냉매와 열교환수(2차 유체)간의 열교환을 위한 기기로서, 상기 압축기(10)의 양측에 각각 배치되어 그 중 어느 하나는 기내(器內)에서의 열교환을 통한 방열작용에 의해 고압의 기체냉매를 액체상태로 응축시키고 나머지 하나는 기내에서의 열교환을 통한 흡열작용에 의해 저압의 액체냉매를 기체상태로 증발시킬 수 있도록 상반된 열교환 과정을 각각 수행한다. 즉, 냉방시에는 실외(지중열교환기)측 열교환기(20)에서 냉매의 응축과정이, 실내(축열장치부)측 열교환기(40)에서 냉매의 증발과정이 각각 일어나고, 난방시에는 지중열교환기측 열교환기(20)에서 냉매의 증발과정이, 축열장치부측 열교환기(40)에서 냉매의 응축과정이 각각 일어난다. 이와 같이 냉방 또는 난방의 경우에 따라 상기 사방밸브(11)의 작용에 의해 각각 냉매의 순환방향은 역전된다.

또한, 상기 복수의 팽창밸브(30a)(30b)는 냉매의 순환방향이 전환될 때 각각의 방향에 대응되도록 병렬식으로 배관 처리되어 있다. 그러나, 본 발명은 반드시 이러한 구조에 국한되지는 않으며, 예컨대 일방향성의 단일 팽창밸브와 함께 별도의 사방밸브를 사용하여 상기 사방밸브에 의해 그 순환방향을 일정하게 유지할 수 있도록 하면 하나의 팽창밸브만으로도 구성 가능함은 물론이다.

또한, 상기 압축기(10)와 사방밸브(11) 사이의 상기 냉매순환관(12) 상에는 고온의 급탕수를 생성해내기 위한 별도의 급탕용 열교환기(80)를 더 설치할 수도 있다. 이와 같은 구조를 이루는 경우에는, 상기 급탕용 열교환기(80)와 연결된 별도의 열교환수 순환관(82)상에 상기 급탕용 열교환기(80)의 열교환 과정을 통해 형성된 고온수를 저장할 수 있는 급탕수조(81)를 마련하고 이 급탕수조(81)로부터 급수 가능한 수도관 및 수도꼭지를 설치해두면 목욕용도 등의 온수를 직접 인출하여 사용할 수 있다. 이는, 특히 상기 냉동사이클장치부(H)의 동절기 냉방운전시 지중열교환기(G)로부터의 열교환에 의한 고온상태의 냉매로부터 급탕수조(81)내의 물을 가열하여 저장해둠으로써 별도의 소요비용 없이 급탕온수를 사용할 수 있게 되는 것이다.

한편, 상기 지중열교환기(G)는 상기 냉동사이클장치부(H) 내의 어느 한쪽 열교환기(20)와 결합되어 복수의 개폐밸브(62a)(62b) 및 펌프(61a)(61b)에 의해 지중열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키면서 온도변화가 거의 없는 안정적인 지중의 열을 상기 냉동사이클장치부(H)에 대하여 열교환시켜주기 위한 장치로서, 종래 기술에서도 언급한 바와 같이, 고밀도 폴리에틸렌 파이프(HDPE Pipe)를 지표면(1)으로부터 소정 깊이(이하 30~100m)로 지중 매설하여 열교환수가 순환할 수 있는 수직 폐회로 형태의 지중열교환수 순환관(63)을 마련하고 그 지중열교환수 순환관(63) 내에 부동액 또는 지하수나 지표수 등의 지중열교환수를 순환시킴으로써 지열을 흡수하거나 방출할 수 있게 한 것이다. 상기 지중열교환기(G)는 냉·난방 전환운전시 각각의 개폐밸브(62a)(62b)의 제어조작과 함께 복수의 펌프(61a)(61b)를 선택적으로 가동할 수 있도록 되어 있다.

본 발명의 지중열교환기(G)는 상기의 수직형 폐회로 방식 이외에도, 설치비용이나 장치의 규모 또는 설치공간 등을 감안하여, 1.5m 깊이의 트렌치를 판 후에 그 트렌치 내에 지중열교환수 순환관(63)을 수평 배치하여 얇게 매설하는 수평형 폐회로 방식이나, 지하수나 하천/호수 등의 지표수를 이용하는 개회로 방식 등을 적용하여 시공할 수 있다.

한편, 상기 축열장치부는, 상기 냉동사이클장치부(H) 내의 나머지 열교환기(40)와 결합되어 3개의 삼방밸브(52)(53)(54) 및 한 쌍의 개폐밸브(55)(56)의 적절한 제어 조작과 함께 인버터펌프(51)의 가동에 의해 열교환수를 정방향 또는 역방향으로 강제 순환시키되, 저가의 심야 잉여전력으로 냉동사이클장치부(H)를 가동하여 상기 열교환기(40)에 의해 냉매와 열교환수를 상호 열교환시킴으로써 상기 지중열교환기(G)로부터 공급된 열을 축열조(50)내에 상하 10℃ 이상 온도차의 축냉 또는 축열 열교환수를 저장할 수 있도록 된 것이다. 그리고, 상기 축열장치부 일측의 열교환수 순환관 상에는, 상기 축열조(50)내 열교환수가 열교환수 순환관(58)을 통해 정·역방향으로 순환됨에 따라 실내쪽으로 냉기 또는 온기를 공급할 수 있게 해주는 실내기(70)가 설치되어 있다. 도면중 미설명 부호 57은 축열조(50)의 상부로 회수되는 열교환수를 단속하기 위한 코크이다.

또한, 상기 축열조(50)는 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 삼방밸브(52)의 적절한 유로개폐전환에 의한 단일 냉동사이클장치부(H)의 가동만으로 열교환 전후의 열교환수의 온도차가 10℃ 이상으로 심화되어 이들간에 현격한 밀도차를 형성함으로써 상기 축열조(50)내 상부에 저장되는 상대적 고온수(50a)와 그 하부에 저장되는 상대적 저온수(50c)간의 상하 성층분리화 현상이 원활히 이루어져 그 축열효율을 향상시킬 수 있도록 되어 있다. 이때, 축열조(50)내 상대적 고온수(50a)와 상대적 저온수(50c) 사이에 형성되는 온도성층화 경계층(50b)의 두께(Delta w)는 박막화되어 나타난다.

또한, 냉방 또는 난방운전에 따른 축열환경에 적합하게 열교환수 순환유로를 적절히 변경할 수 있도록 상기 삼방밸브(52)이외에 복수의 삼방밸브(53)(54) 및 한 쌍의 개폐밸브(55)(56)를 적소에 배치하여 단일의 열교환수 순환관(58)에 대한 냉·난방시의 유체흐름을 각각 반대방향으로 전환될 수 있게 함으로써, 기존의 복잡한 배관구조를 단순화할 수 있는 것이다.

이상에서 설명한 바와 같은 본 발명의 구성에 의하여 이루어지는 각 운전모드별 냉매 및 열교환수의 순환과정을 설명하면 다음과 같다.

(1) 축냉운전

축냉운전에 따른 냉매 및 열교환수의 순환과정은 도 2에 도시한 바와 같다. 즉, 압축기(10)에서 압축된 고온고압의 냉매는 급탕용 열교환기(80)와 사방밸브(11)를 통해 지중열교환기측 열교환기(20)를 지나면서 응축되고, 다시 그 냉매는 팽창밸브(30a)를 지나면서 저온저압 상태로 된 후 축열장치부측 열교환기(40)를 통과하게 되며, 그 냉매는 상기 열교환기(40) 내에서 증발과정을 거치면서 축열용 열교환수를 냉각시킨다. 이때, 상기 급탕용 열교환기(80)에서의 열교환에 의해 생성된 급탕 고온수는 그 열교환수 순환관(82)을 통해 급탕수조(81)내로 집수되고, 상기 지중열교환기(G)에서는 개폐밸브(62a)의 차단조작과 함께 펌프(61a)가 가동되면서 타측의 개폐밸브(62b)를 통해 지중열교환수 순환관(63)을 따라 계속 순환하여 냉동사이클장치부(H)쪽 냉매의 열을 흡수하게 된다.

아울러, 인버터펌프(51)의 가동에 의해 축열조(50)의 상부에서 강제 배출되는 열교환수는, 개폐밸브(55)(56)의 차단 및 삼방밸브(52)의 일방향 개로(開路) 조작에 의해 상기 열교환기(40)를 통과하면서 냉각된 후, 다른 삼방밸브(53)의 일방향 개로 조작에 의해 상기 축열조(50)의 하부로 유입되는 순환과정이 이루어지면서 축열조 내에 축냉 저장된다(Cycle A).

(2) 냉방운전

냉방운전에 따른 열교환수의 순환과정은 도 3에 도시한 바와 같다. 즉, 상기의 야간 축냉운전 과정을 거쳐서 축열조(50) 내에 저장된 냉수를 주간에 실내기(70)쪽으로 순환시켜 활용함으로써 냉방운전을 수행하게 된다. 이때, 건물의 층고가 낮을 경우에는 냉동사이클장치부(H)의 가동 없이 상기 축열조(50)에 저장된 냉수를 직접 실내기(70)로 순환시키는 과정만으로 상기 실내기(70)쪽에 냉기를 전달하게 된다(Cycle A').

상기의 열교환수 순환과정을 보다 상세히 설명하면, 앞서 설명한 축냉운전시의 열교환수 순환에 대한 역방향으로 순환하며 실내기(70)쪽으로 냉기를 공급하는 것이다. 다시 말해, 축열조(50)의 하부에 축냉 저장된 상대적 저온수(50c)는, 인버터펌프(51)의 가동에 의해 강제 배출되어 개폐밸브(55)(56)의 일방향 차단 및 삼방밸브(52)(53)(54)의 일방향 개로(開路) 조작에 의해 실내기(70)를 통과하면서 실내공간쪽으로 냉기를 공급한 후, 상기 각 개폐밸브(55)(56)의 개방방향을 따라 일부의 열교환수는 상기 축열조(50)의 상부로 유입되고, 나머지 일부의 열교환수는 상기 열교환수 순환관(58)을 따라 재차 순환되면서 적정온도의 저온수로 혼합된 채 냉방운전을 수행하게 된다. 이때, 열교환수 순환관(57) 상의 코크(57)를 개폐 조작함으로써 상기의 순환과정을 반복 또는 차단할 수 있다.

그러나, 만일 냉방부하가 축열조(50)의 축열량을 초과하거나 순간적으로 급격히 냉방부하가 증가하게 될 경우에는, 냉방 사이클장치부(H)를 재가동하여 이를 보충할 수 있다. 이 경우에 있어서의 냉매의 흐름은 상기의 축냉운전시와 동일한 냉매순환과정을 갖는다.

(3) 축열운전

축열운전에 따른 냉매 및 열교환수의 순환과정은 도 4에 도시한 바와 같다. 즉, 압축기(10)에서 압축된 고온고압의 냉매는 급탕용 열교환기(80)와 사방밸브(11)를 통해 축열장치부측 열교환기(40)를 지나면서 상기 축열조(50)의 하부로부터 공급되는 저온의 열교환수를 가열시키는 열교환 과정을 통해 응축되고, 다시 그 냉매는 다른 팽창밸브(30b)를 지나면서 저온저압 상태로 된 후 지중열교환기측 열교환기(20)를 통과하게 되고, 그 과정에서 완전 증발된 후, 상기 사방밸브(11)를 통해 상기 압축기(10)로 다시 흡입된다. 이때, 상기 급탕용 열교환기(80)에서의 열교환에 의해 생성된 급탕 고온수는 그 열교환수 순환관(82)을 통해 급탕수조(81)내로 집수되고, 상기 지중열교환기(G)에서는 개폐밸브(62b)의 차단조작과 함께 펌프(61b)가 가동되면서 타측의 개폐밸브(62a)를 통해 지중열교환수 순환관(63)을 따라 계속 역순환하여 냉동사이클장치부(H)의 냉매쪽으로 지열을 공급하게 된다.

아울러, 인버터펌프(51)의 가동에 의해 축열조(50)의 하부에서 강제 배출되는 열교환수는, 개폐밸브(55)(56)의 차단 및 삼방밸브(52)의 일방향 개로(開路) 조작에 의해 상기 열교환기(40)를 통과하면서 가열된 후, 다른 삼방밸브(53)(54) 및 상기 개폐밸브(55)의 일방향 개로 조작에 의해 상기 축열조(50)의 상부로 유입되는 순환과정이 이루어지면서 축열조 내에 축열 저장된다(Cycle B).

(4) 난방운전

난방운전에 따른 열교환수의 순환과정은 도 5에 도시한 바와 같다. 즉, 상기의 야간 축열운전 과정을 거쳐서 축열조(50) 내에 저장된 고온수를 주간에 해열시켜 활용함으로써 난방운전을 수행하게 된다. 이때, 건물의 층고가 낮을 경우에는 냉동 사이클장치부(H)의 가동 없이 상기 축열조(50)에 저장된 고온수를 직접 실내기(70)로 순환시키는 과정만으로 상기 실내기(70)쪽에 온기를 전달하게 된다(Cycle B').

상기의 열교환수 순환과정을 보다 상세히 설명하면, 축열조(50)의 상부에 축냉 저장된 상대적 고온수(50a)는, 인버터펌프(51)의 가동에 의해 강제 배출되어 개폐밸브(55)(56)의 차단 및 삼방밸브(52)(53)(54)의 일방향 개로(開路) 조작에 의해 실내기(70)를 통과하면서 실내공간쪽으로 온기를 공급한 후, 상기 개폐밸브(55)(56) 중 한쪽 개폐밸브(56)의 개방방향을 따라 상기 축열조(50)의 하부로 교차되어 유입되는 순환구조의 난방운전을 수행하게 되는 것이다. 이때, 열교환수 순환관(57) 상의 코크(57)를 개폐 조작함으로써 상기의 순환과정을 반복 또는 차단할 수 있음은 물론이다.

참고적으로, 상기 난방운전에 있어서는, 앞서 설명한 난방운전시와 달리 고온의 물은 밀도가 낮기 때문에 축열조(50)의 상부에 집수되는 바, 이러한 축열조(50)내 상부의 상대적 고온수(50a)를 실내기(70)쪽으로 강제 순환시켜 공급하고, 상기 실내기(70)를 거쳐 환수되는 낮은 온도의 물을 한쪽 개폐밸브(56)의 일방향 개방조작에 의해 상기 축열조(50)의 하부로 유입되도록 하는 '8'자형의 순환사이클을 형성한다. 이때, 환수된 열교환수의 온도는 상기 축열조(50)내 상부의 고온수 보다 낮아 상대적으로 밀도가 크기 때문에 서로 섞이지 않고 그 사이에 미소 폭의 온도성층화 경계층(50b)을 이루게 된다.

아울러, 만일 난방부하가 축열조(50)의 축열량을 초과하거나 순간적으로 급격히 난방부하가 증가하게 될 경우에는, 냉방 사이클장치부(H)를 재가동하여 이를 보충할 수 있다. 이 경우에 있어서의 냉매의 흐름은 상기의 축열운전시와 동일한 냉매순환과정을 갖는다.

이상, 본 발명의 구조에 의한 각각의 운전모드별 냉매 및 열교환수의 순환 작동상태를 살펴보았다. 이러한 본 발명의 시스템과 비교해 볼 때, 기존의 히트펌프유닛은 동절기 난방시 증발기측 냉매순환관 외측에 성애가 발생하여 결빙됨으로써 난방효율이 저하되는 문제점이 있었으나, 본 발명의 시스템은 외기 온도보다 따뜻한 지열을 이용하여 이러한 문제점을 손쉽게 해결하였으며, 따라서 난방효율을 향상시킬 수 있는 것이다. 또한, 이전의 축열식 히트펌프유닛은 축열조에 저장된 온수를 난방에 사용하지 않았으나, 본 발명의 시스템은 축열조에 저장된 온수를 직접 난방에 사용할 수 있으므로 난방운전비를 현저히 절감할 수 있는 것이다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 본 발명의 실시예에서와 같이 지열을 열원으로 하는 히트펌프유닛으로 난방을 수행하는 경우에는, 공기열원 방식의 히트펌프유닛이나 에어컨에 비해 부하변동이 작아져서 그 COP지수가 냉방시에 4.5, 난방시에 3.5 정도의 높은 효율을 유지하게 됨으로써 에너지 절감 및 피크부하의 저감효과가 현저히 향상됨은 물론이고, 이산화탄소 배출량도 현저히 줄어들게 되어 환경친화적인 난방시스템을 구현할 수 있다는 장점이 있다. 특히, 동절기 혹한시에 발생하는 난방 성능의 감소나 콜드블로우 또는 콜드드래프트를 방지할 수 있으므로 쾌적한 난방환경을 유지할 수 있다.

또한, 본 발명의 축열식 지열히트펌프유닛은 온도변화가 거의 없는 안정적인 지열을 열원으로 이용함과 아울러 수축열 방식을 적용하여 운전하게 됨에 따라 기존의 온도부하추종 운전방식이 아닌 정속도운전을 연속적으로 수행함으로써 고효율을 발휘하게 된다. 그리고, 본 발명은 인버터 방식의 압축기를 적용하지 않고도 연속운전을 수행할 수 있으므로 복잡한 회로 및 이에 의한 제어시스템을 구축할 필요가 없고, 이로 인한 잦은 고장의 우려가 없으며, 장치의 가격상승요인을 제거할 수 있어 제품의 상용화가 가능하다.

본 발명은 첨부된 도면에 도시된 실시예를 기준하여 설명되어 있으나 이는 예시적인 것이라 할 수 있고, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시예들을 생각해 낼 수 있으므로 이러한 균등한 실시예들 또한 본 발명의 특허청구범위 내에 포함되는 것으로 보아야 함은 극히 당연한 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 결정되어야 할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기체 냉매를 고온고압으로 압축하여 토출시켜주는 압축기와, 상기 압축기의 양측에 각각 배치되어 그 중 어느 하나는 기내(器內)에서의 열교환을 통한 방열작용에 의해 고압의 기체냉매를 액체상태로 응축시키고 나머지 하나는 기내에서의 열교환을 통한 흡열작용에 의해 저압의 액체냉매를 기체상태로 증발시킬 수 있도록 상반된 열교환 과정을 각각 수행하는 한 쌍의 열교환기와, 상기 각 열교환기 사이에 배치되어 어느 한쪽의 열교환기로부터 응축된 액체냉매의 유량조정에 의해 저압의 액체냉매로 급팽창시킨 후 그 액체냉매를 나머지 한쪽의 열교환기로 분사시켜주는 팽창밸브를, 냉매순환관 상에 각각 구비하여 상기 압축기를 통해 토출된 고온고압의 압축기체냉매를 선택적으로 정·역방향 순환가동시킴으로써 냉매의 압축, 응축, 팽창 및 증발과정을 반복 수행하는 냉동사이클장치부;

이 냉동사이클장치부 내의 어느 한쪽 열교환기와 결합되어 복수의 개폐밸브 및 펌프에 의해 지중열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키면서 온도변화가 거의 없는 안정적인 지중의 열을 상기 냉동사이클장치부에 대하여 열교환시켜주는 지중열교환기;

상기 냉동사이클장치부 내의 나머지 열교환기와 결합되어 다수의 밸브 및 펌프에 의해 열교환수를 선택적으로 정·역방향 순환시키되, 저가의 잉여전력을 활용한 상기 냉동사이클장치부의 심야 가동에 의해 열교환시킴으로써 상기 지중열교환기로부터 공급된 열을 상하 10℃ 이상 온도차의 축냉 또는 축열된 상태의 열교환수로 저장해주는 축열조가 구비된 축열장치부; 및

상기 축열조내 열교환수가 열교환수 순환관을 통해 정·역방향으로 순환됨에 따라 실내쪽으로 냉기 또는 온기를 공급할 수 있도록 상기 축열장치부 일측의 열교환수 순환관 상에 설치된 실내기;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 축열식 지열히트펌프유닛.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 축열장치부는 상기 축열조와 실내기 간에 소정의 형태로 분기 배관된 열교환수 순환관을 따라 열교환수가 선택적으로 유로 전환되어 냉·난방시에 단일의 열교환수 순환관에 대하여 각각 반대방향으로 순환될 수 있도록 해당 유로분기지점에 다수의 삼방밸브와 개폐밸브가 각각 설치된 것을 특징으로 하는 축열식 지열히트펌프유닛.

청구항 3.

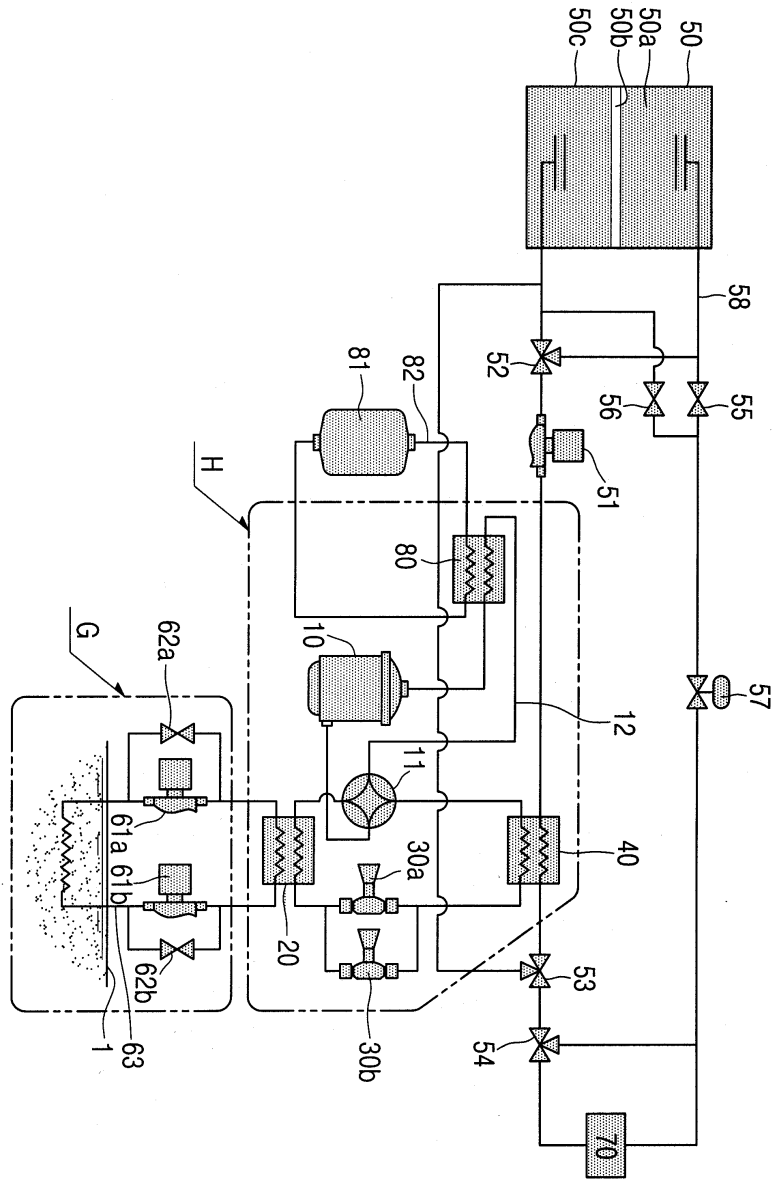
제 1 항에 있어서,

상기 냉동사이클장치부는 그 한 쌍의 열교환기 중 어느 한쪽에는 상기 압축기로부터 고압 기체냉매가 유입되게 함과 아울러 나머지 한쪽의 열교환기로부터는 상기 압축기에 저압 기체냉매가 유입되게 하기 위하여 상기 냉매의 유로를 선택적으로 전환시켜줄 수 있도록 상기 압축기와 각 열교환기 사이의 냉매순환관 상의 유로분기지점에 사방밸브가 설치되어 이루어지며,

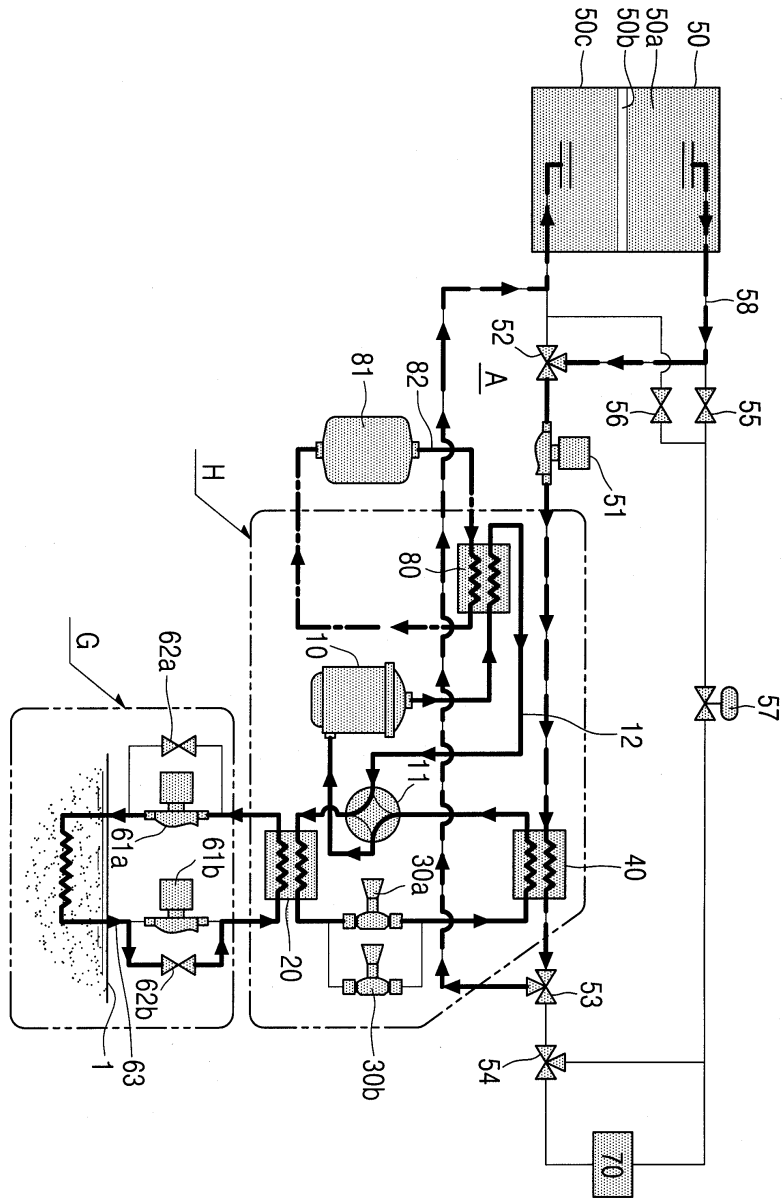
상기 압축기와 사방밸브 사이의 상기 냉매순환관 상에는 고온의 급탕수를 생성해내기 위한 별도의 급탕용 열교환기가 더 설치되고, 상기 급탕용 열교환기와 연결된 별도의 열교환수 순환관 상에는 상기 급탕용 열교환기의 열교환 과정을 통해 형성된 고온수를 저장할 수 있는 급탕수조가 더 구비된 것을 특징으로 하는 축열식 지열히트펌프유닛.

도면

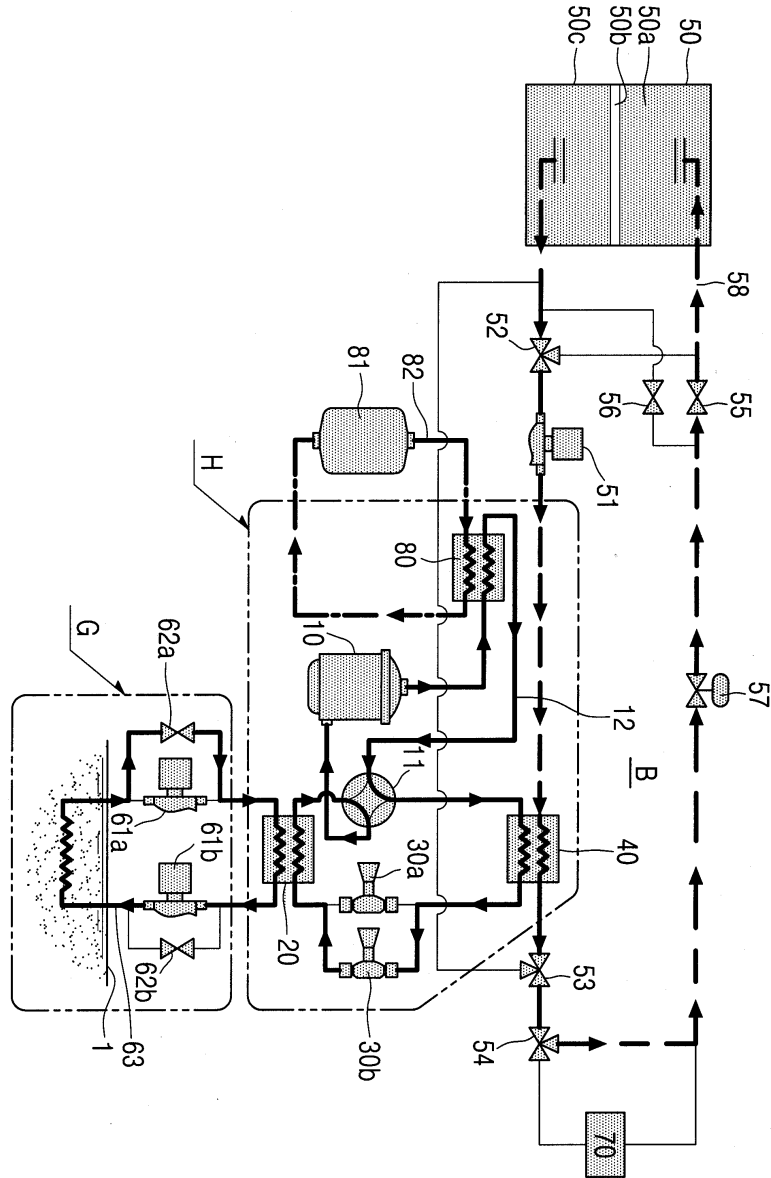
도면1



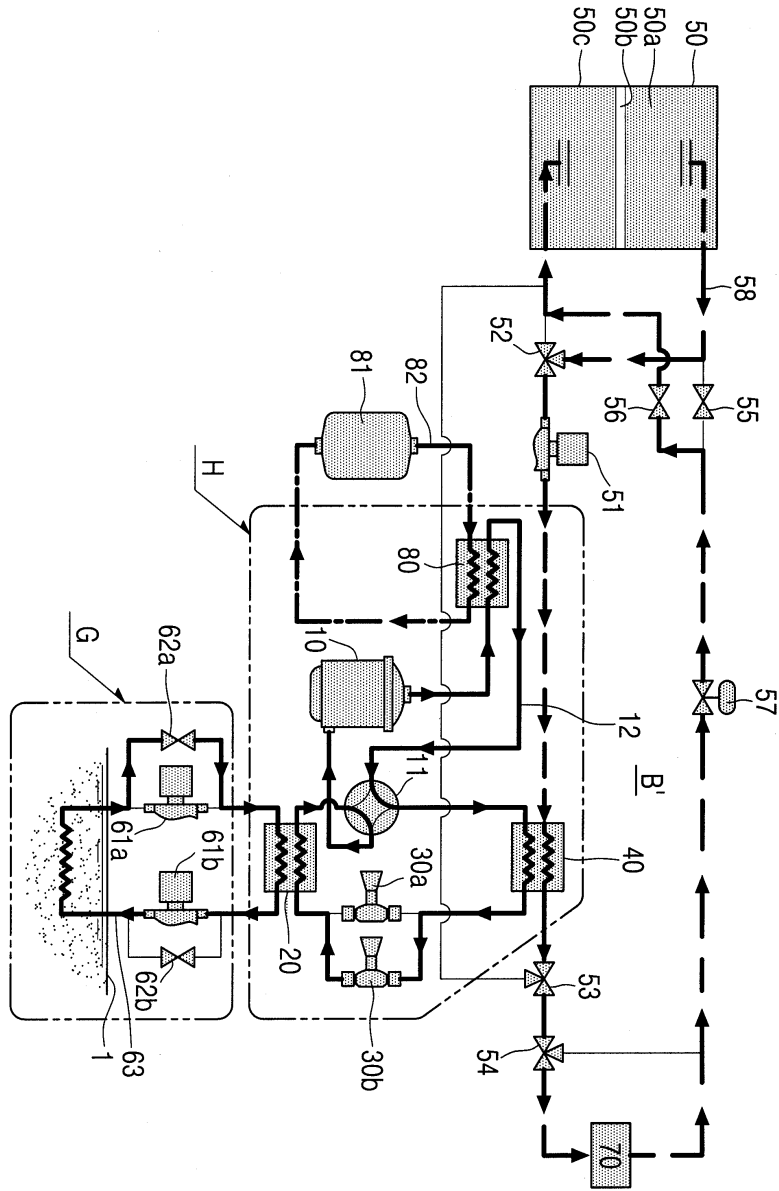
도면2



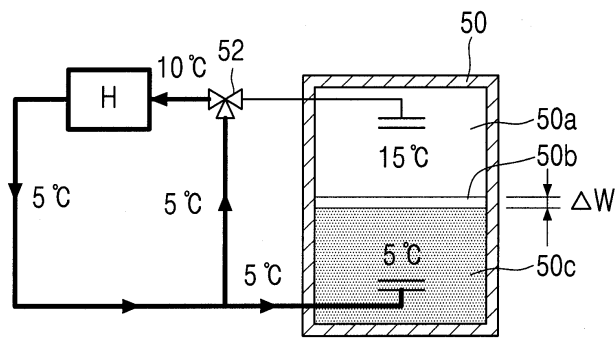
도면4



도면5



도면6



도면7

