(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0059553
(43) 공개일자 2013년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F24J 3/08 (2006.01) *F25B 30/06* (2006.01)
F25B 27/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0125586
(22) 출원일자 2011년11월29일
심사청구일자 2011년11월29일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
최종민
경기도 성남시 수정구 등자로63번길 18 (고등동)
(74) 대리인
특허법인태평양

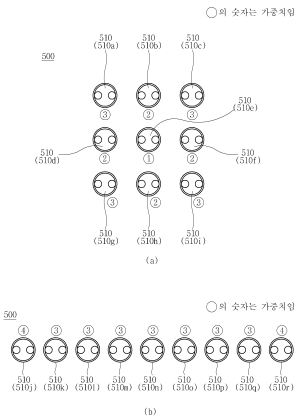
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법**

(57) 요 약

본 발명은 부하와; 가변속형 압축기, 방향전환밸브, 열원측 열교환기, 팽창장치 및 부하측 열교환기를 구비하는 히트펌프유닛과; 지중에 매립되며 지중순환수가 통과하는 공급관과 환수관을 구비하는 복수개의 보어홀이 서로 일정간격을 두고 배치되어 있는 보어홀집합체를 구비하는 지중열교환기와; 상기 열원측 열교환기를 통과하는 지중순환수가 상기 지중열교환기를 순환하도록 하는 가변속형 지중순환수 순환펌프;를 포함하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법에 관한 것으로, 상기 보어홀집합체를 구성하는 복수개의 보어홀에 대해서 서로 마주보는 면이 적을수록 높은 값의 가중치를 할당하는 S10 단계; 상기 부하의 용량이 변화함에 근거하여 상기 지중열교환기를 순환하는 지중순환수 총유량을 결정하는 S20 단계; 상기 S20 단계에서 결정된 상기 지중순환수 총유량에 따라서 지중순환수가 통과하는 보어홀의 개수를 결정하는 S30 단계; 상기 S30 단계에서 결정된 보어홀의 개수를 맞추어 상기 보어홀집합체에서 지중순환수가 공급되는 보어홀을 선택하되, 높은 값의 가중치가 할당된 보어홀 순서로 선택하여 지중순환수를 순환시키는 S40 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2009T100101148
부처명 지식경제부
연구사업명 지식경제 기술혁신사업, 신재생에너지기술개발사업
연구과제명 건물하부 구조물 설치 지중열교환기 적용 지열냉난방 시스템 성능 평가 및 모니터링 기술 개발
주관기관 코오롱 건설
연구기간 2009.12.01 ~ 2011.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

부하와; 가변속형 압축기, 방향전환밸브, 열원측 열교환기, 팽창장치 및 부하측 열교환기를 구비하는 히트펌프 유닛과; 지중에 매립되며 지중순환수가 통과하는 공급관과 환수관을 구비하는 복수개의 보어홀이 서로 일정간격을 두고 배치되어 있는 보어홀집합체를 구비하는 지중열교환기와; 상기 열원측 열교환기를 통과하는 지중순환수가 상기 지중열교환기를 순환하도록 하는 가변속형 지중순환수 순환펌프;를 포함하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법으로,

상기 보어홀집합체를 구성하는 복수개의 보어홀에 대해서 서로 마주보는 면이 적을수록 높은 값의 가중치를 할당하는 S10 단계,

상기 부하의 용량이 변화함에 근거하여 상기 지중열교환기를 순환하는 지중순환수 총유량을 결정하는 S20 단계,

상기 S20 단계에서 결정된 상기 지중순환수 총유량에 따라서 지중순환수가 통과하는 보어홀의 개수를 결정하는 S30 단계,

상기 S30 단계에서 결정된 보어홀의 개수를 맞추어 상기 보어홀집합체에서 지중순환수가 공급되는 보어홀을 선택하되, 높은 값의 가중치가 할당된 보어홀 순서로 선택하여 지중순환수를 순환시키는 S40 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 S40 단계에서 동일한 가중치를 가지는 보어홀 중 복수개의 보어홀을 선택하는 경우에는 이미 선택된 보어홀과 인접하지 않으면서 서로 떨어져 있는 거리가 먼 순서 순으로 보어홀을 선택하는 것을 특징으로 하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 S20 단계에서, 상기 지중순환수 총유량은 부하의 용량에 따라서 변화하는 상기 압축기의 회전속도를 근거로 하여 결정하는 것을 특징으로 하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 열원측 열교환기를 통과하는 지중순환수의 입구온도와 출구온도의 차이가 미리 설정된 기준값보다 작은 경우 지중순환수를 순환시키는 보어홀의 개수를 증가시키는 S50 단계와,

상기 S50 단계에서 증가된 보어홀을 개수에 맞추어 보어홀을 선택하되, 높은 값의 가중치가 할당된 보어홀 순서로 선택하여 지중순환수를 순환시키는 S60 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 S60 단계에서 동일한 가중치를 가지는 보어홀을 복수개 선택하는 경우에는 이미 선택된 보어홀과 인접하지 않으면서 서로 떨어져 있는 거리가 먼 보어홀 우선적으로 선택하는 것을 특징으로 하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 지열을 열원으로 이용하는 지열 히트펌프 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 냉매를 압축시키는 압축기 및 지중순환수를 순환시키는 지중순환수 순환펌프를 가변속형으로 채택하더라도 지중열교환기에서의 열전달 효율을 저하시키지 않는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 지열을 열원으로 하는 지열 히트펌프 시스템은 도 1에 도시된 것과 같이 히트펌프유닛(100), 냉난방을 요하는 건물 등의 부하(200) 및 지중열교환기(300)를 포함한다. 히트펌프유닛(100)은 냉매를 압축시키는 압축기(110), 압축기(110)로부터 압축된 냉매의 방향을 전환시키는 방향전환밸브(120), 냉매와 지중을 순환하는 지중순환수가 열교환을 행하는 열원측 열교환기(130), 냉매를 팽창시키는 팽창장치(140), 그리고 부하(200)를 순환하는 부하순환수가 냉매와 열교환하는 부하측 열교환기(150)를 구비한다. 이러한 구성을 가지는 지열 히트펌프 시스템은 냉매의 방향을 전환함으로써 부하(200)에 대해서 냉방 및 난방을 행한다. 이러한 히트펌프유닛(100)은 일반적인 기술이므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0003] 한편 지중열교환기(300)는 배관(310)에 의해서 열원측 열교환기(130)와 연결되며, 지중에 매설되어 있다. 또한 배관(310)에는 지중순환수가 열원측 열교환기(130)와 지중열교환기(300)를 순환하도록 하는 지중순환수 순환펌프(320)가 구비되어 있다.

[0004] 이러한 히트펌프유닛(100)은 압축기(110)의 기동 및 정지의 사이클 운전을 통하여 부하(200)의 용량변동에 따라서 그 용량이 조절된다. 그런데 종래의 히트펌프유닛(100)의 압축기(110)는 정속형이기 때문에 부하유닛의 부하(200)의 용량이 감소하게 되면 자주 단속운전을 하게 된다. 이러한 잦은 단속운전은 가동 및 정지시의 손실 때문에 지열 히트펌프 시스템의 평균효율을 저하시킨다.

[0005] 따라서 최근에는 단속운전을 피하기 위해서 회전수를 조절할 수 있는 가변속형의 압축기(110)를 사용하여 부하(200)의 용량변화에 따라서 냉매의 순환유량을 조절하고 있다. 하지만 열원측 열교환기(130)를 통과하는 지중순환수를 지중열교환기(300)로 순환시키는 지중순환수 순환펌프(320)가 정속형이기 때문에 오히려 지열 히트펌프 시스템의 효율을 전체적으로 저하시키는 문제점이 있다.

[0006] 예를 들어, 부하(200)의 용량 감소에 대응하여 압축기(110)의 회전수를 감소시키면, 히트펌프유닛(100)의 용량은 감소하지만, 지중순환수 순환펌프(320)가 일정속도로 운전되어 지중순환수의 순환유량에는 변화가 없기 때문에, 열원측 열교환기(130)에서의 지중순환수 유량이 상대적으로 커지게 되고 이로 인해서 히트펌프유닛(100) 자체의 효율은 일부 증가하지만, 지중순환수 순환펌프(320)의 소비전력은 상대적으로 크게 된다. 그 결과 지중순환수 순환펌프(320)를 포함한 지열 히트펌프 시스템 전체의 효율이 감소하게 되는 문제점이 있다.

[0007] 한편, 이러한 문제점을 해결하기 위해서 지중순환수 순환펌프(320)를 가변속형으로 대체하여 압축기(110)의 회전수 감소에 따라 지중순환수 순환펌프(320)의 회전수를 감소시키는 방법을 사용할 수 있으나, 이 경우 지중열교환기(300)를 순환하는 지중순환수의 유속이 감소하게 됨으로 인해서 지중열교환기(300)를 흐르는 지중순환수가 난류유동 상태를 형성하지 못하기 때문에 지중과의 열교환 효율이 저하되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 이러한 종래 지열 히트펌프 시스템의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 냉매를 압축시키는 압축기 및 지중순환수를 순환시키는 지중순환수 순환펌프를 가변속형으로 채택하더라도 지중열교환기에서의 열전달 효율을 저하시키지 않는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 목적을 달성하기 위해서 본 발명은 부하와; 가변속형 압축기, 방향전환밸브, 열원측 열교환기, 팽창장치 및 부하측 열교환기를 구비하는 히트펌프유닛과; 지중에 매립되며 지중순환수가 통과하는 공급관과 환수관을 구비하는 복수개의 보어홀이 서로 일정간격을 두고 배치되어 있는 보어홀집합체를 구비하는 지중열교환기와; 상기 열원측 열교환기를 통과하는 지중순환수가 상기 지중열교환기를 순환하도록 하는 가변속형 지중순환수 순환펌프;를 포함하는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법에 관한 것으로, 상기 보어홀집합체를 구성하는 복

수개의 보어홀에 대해서 서로 마주보는 면이 적을수록 높은 값의 가중치를 할당하는 S10 단계; 상기 부하의 용량이 변화함에 근거하여 상기 지중열교환기를 순환하는 지중순환수 총유량을 결정하는 S20 단계; 상기 S20 단계에서 결정된 상기 지중순환수 총유량에 따라서 지중순환수가 통과하는 보어홀의 개수를 결정하는 S30 단계; 상기 S30 단계에서 결정된 보어홀의 개수를 맞추어 상기 보어홀집합체에서 지중순환수가 공급되는 보어홀을 선택하되, 높은 값의 가중치가 할당된 보어홀 순서로 선택하여 지중순환수를 순환시키는 S40 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 상기 S40 단계에서 동일한 가중치를 가지는 보어홀 중 복수개의 보어홀을 선택하는 경우에는 이미 선택된 보어홀과 인접하지 않으면서 서로 떨어져 있는 거리가 먼 순서 순으로 보어홀을 선택하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 상기 S20 단계에서, 상기 지중순환수 총유량은 부하의 용량에 따라서 변화하는 상기 압축기의 회전속도를 근거로 하여 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 상기 열원측 열교환기를 통과하는 지중순환수의 입구온도와 출구온도의 차이가 미리 설정된 기준값 보다 작은 경우 지중순환수를 순환시키는 보어홀의 개수를 증가시키는 S50 단계와; 상기 S50 단계에서 증가된 보어홀을 개수에 맞추어 보어홀을 선택하되, 높은 값의 가중치가 할당된 보어홀 순서로 선택하여 지중순환수를 순환시키는 S60 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 상기 S60 단계에서 동일한 가중치를 가지는 보어홀을 복수개 선택하는 경우에는 이미 선택된 보어홀과 인접하지 않으면서 서로 떨어져 있는 거리가 먼 보어홀 우선적으로 선택하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 이러한 구성을 가지는 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 부하의 용량의 변화에 따라서 지중열교환기를 순환하는 지중순환수의 유량을 변화시킴과 아울러 지중순환수가 순환하는 보어홀을 지중순환수의 유량에 맞추어 선택함으로써 각각의 보어홀을 흐르는 지중순환수를 난류유동 상태로 유지한다. 따라서 주위(지중)와의 열전달 효율을 저하시키지 않는 효과를 가진다.

[0015] 또한 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 보어홀을 선택함에 있어서, 다른 보어홀과의 열적인 간섭을 고려하여 선택함으로써 보어홀 상호간의 열적 간섭으로 인해서 열전달 효율이 저하되는 것을 방지하는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 종래 지열 히트펌프 시스템을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템을 나타내는 도면이다.

도 3은 지중열교환기에서 보어홀의 배치구조를 나타내는 도면으로, (a)는 보어홀이 정방형으로 배치된 구조를 나타내며, (b)는 보어홀이 일렬로 배치된 구조를 나타낸다.

도 4는 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법에 대해서 보다 상세하게 설명한다.

[0018] 도 2는 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템을 나타내는 도면이며, 도 3은 지중열교환기에서 보어홀의 배치구조를 나타내는 도면으로, (a)는 보어홀이 정방형으로 배치된 구조를 나타내며, (b)는 보어홀이 일렬로 배치된 구조를 나타내고, 도 4는 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법을 나타내는 도면이다. 설명의 편의상 도 1과 동일한 구성에 대해서는 동일한 도면부호를 사용하며 중복되는 설명은 생략한다.

[0019] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템은 히트펌프유닛(100a), 부하(200) 및 지중열교환기(300a)를 구비한다. 히트펌프유닛(100a)은 압축기(110a), 방향전환밸브(120), 열원측 열교환기(130), 팽창장치(140) 및 부하측 열교환기(150)를 구비한다. 압축기(110a)는 부하(200)의 용량에 따라서 회전수를 변화시킬 수 있는 가변속형 압축기이다.

[0020] 이러한 구성을 가지는 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 히트펌프유닛(100a)은 부하의 용량에 따라서 압축기(110a)의 회전수를 변화시킴으로써 냉매의 순환유량을 조절할 수 있다.

[0021] 지중열교환기(300a)는 지중에 매립되어 열원측 열교환기(130)를 통과하면서 히트펌프유닛(100a)의 냉매와 열교환하는 지중순환수를 지중의 열원과 열교환시킨다. 구체적으로 지중열교환기(300a)는 열원측 열교환기(130)와 배관(310)에 의해서 연결되어 있으며, 지중열교환기(300a)와 열원측 열교환기(130) 사이에는 지중순환수를 지중열교환기(300a)로 공급하기 위한 공급헤더(330)와, 지중열교환기(300a)로부터 지중순환수를 환수하는 환수헤더(340)가 설치되어 있다.

[0022] 또한 위 배관(310)에는 지중순환수를 순환시키기 위한 지중순환수 순환펌프(320a)가 마련되어 있다. 지중순환수 순환펌프(320a)는 가변속형이며, 도시하지 않은 제어부의 제어에 따라서 회전수가 조절된다.

[0023] 지중열교환기(300a)는 도 2 및 도 3에 도시된 것과 같이 복수개의 보어홀(510)로 구성되는 보어홀집합체(500)를 구비한다. 하나의 보어홀(510)은 지중순환수가 공급되는 공급관(511)과, 지중순환수가 환수되는 환수관(512)으로 구성되며 공급관(511)과 환수관(512) 하부에서 곡선형으로 연통되어 전체적으로 U자 형상을 가진다. 보어홀(510)은 공급관(511)과 환수관(512)이 설치된 후에 불투수성 재료인 벤토나이트 시멘트 등의 그라우팅재로 채워진다.

[0024] 보어홀(510)을 통과하는 지중순환수는 공급관(511)을 통해서 공급되고 환수관(512)을 통해서 환수되는 동안 지중과 열교환한다. 한편, 각 보어홀(510)의 공급관(511) 및 환수관(512)을 통과하는 지중순환수는 지중과의 열전달 측면에서 난류유동의 상태를 가지는 것이 바람직하다.

[0025] 또한, 지중열교환기(300a)의 보어홀집합체(500)는, 설치면적이 제한되어 있기 때문에 도 3에 도시된 것과 같이 복수개의 보어홀(510)이 정방형으로 배열(도 3의 (a))되거나 일렬(도 3의 (b))로 배열된다. 여기서는 설명의 편의상 9개의 보어홀(510)이 정방형과 일렬로 하나 배치되는 것을 도시하였으나, 지열 히트펌프 시스템의 용량에 따라서 보어홀집합체(500)는 복수개 구비될 수 있으며, 보어홀집합체(500) 내의 배치되는 보어홀(510)의 개수가 변화될 수 있다.

[0026] 또한 도 2에 도시된 것과 같이 각각의 보어홀(510)의 공급관(511)에는 밸브(513)가 설치되어 각각의 보어홀(510)을 통과하는 지중순환수의 공급유무를 조절할 수 있다. 이러한 밸브(513)의 조절은 도시하지 않은 제어부에 의해서 행하여진다.

[0027] 이하 위 구성을 가지는 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법에 대해서 설명한다. 도 4를 참조하면, 먼저 본 발명은 보어홀집합체(500)를 구성하는 각각의 보어홀(510)에 대해서 가중치를 할당해 둔다(S10 단계). 이 가중치는 도 3에 도시된 것과 같이 보어홀(510) 각각의 배열을 고려하여 할당된다. 구체적으로 보어홀(510)이 인접하는 보어홀(510)과 서로 마주보는 면이 적을수록 높은 가중치를 할당한다.

[0028] 예를 들면, 도 3의 (a)에 도시된 것과 같이 보어홀(510)이 정방형의 격자모양으로 배열된 경우, 최외각의 모서리에 위치하는 보어홀(510a, 510c, 510g, 510i)는 다른 보어홀(510b, 510d, 510f, 510h)과 2개의 면에서 마주보게 된다. 또한 보어홀(510b, 510d, 510f, 510h)은 각각 3개의 면에서 다른 보어홀(510a, 510c, 510e, 510g, 510i)과 마주보게 된다. 그리고 중심에 위치하고 있는 보어홀(510e)은 4개의 면 모두에서 다른 보어홀(510b, 510d, 510f, 510h)과 마주보게 된다. 따라서 다른 보어홀(510)과 마주보는 면이 가장 적은 보어홀(510a, 510c, 510g, 510i)에 대해서는 3이라는 가중치를 주고, 보어홀(510b, 510d, 510f, 510h)에 대해서는 2라는 가중치를 주며, 보어홀(510e)에 대해서는 1이라는 가중치를 준다.

[0029] 이는 각각의 보어홀(510)이 그 위치에 따라서 다른 보어홀(510)로부터 열적 간섭을 받아 지중과의 열전달에서 차이가 있는 것을 고려한 것이다. 구체적으로 지속적으로 장시간 보어홀(510)에 지중순환수가 순환하게 되면 보어홀(510)의 외측으로 열이 전달되어 보어홀(510) 주변의 온도가 상승하게 된다. 이렇게 상승된 주변온도는 인접하는 보어홀(510)에 영향을 주게 되어 마주보는 인접한 보어홀(510)은 주위와 충분한 열전달이 일어나지 않게 된다.

[0030] 따라서, 본 발명은 복수개의 보어홀(510) 중에서 일부를 선택하여 지중순환수를 통과시키는 경우, 서로 인접하는 면이 적은 보어홀(510)에 대해서 가중치를 높게 주고 이를 우선적으로 선택함으로써 가능한 인접하는 보어홀(510)의 열적 간섭을 감소시킴으로써 지중과의 열전달을 원활하게 할 수 있도록 한다.

[0031] 또한 도 3의 (b)에 도시된 것과 같이, 보어홀(510)이 일렬로 배열된 경우에는 외각에 위치하여 다른 보어홀과 마주보는 면이 1개인 보어홀(510j, 510r)에 대해서 가중치 4를 할당하고, 그 사이에 위치하며 서로 마주보는 면

이 2개로 그 개수가 동일한 보어홀(510k 내지 510q)에 대해서는 이보다 낮은 가중치 3을 할당한다.

[0032] 한편, 위에서 설명한 바와 같이 보어홀 집합체(500)를 구성하는 복수개의 보어홀(510)은, 정방형으로 배치하는 경우 보다 일렬로 배치하는 경우에 서로 마주보는 면이 적음을 알 수 있다. 따라서 보어홀(510)을 복수개 배치하는 경우 일렬로 배치하는 것이 정방형으로 배치하는 경우에 비해서 서로 열적으로 영향을 작게 미치기 때문에 바람직하다. 이렇게 각각의 보어홀(510)에 대해서 할당된 가중치는 도시되지 않은 제어부에 기억해 둔다.

[0033] 다음으로, 지열 히트펌프 시스템은 부하의 용량에 따라서 가변속형 압축기(110a)의 회전수를 조절한다. 아울러 압축기(110a)의 회전수에 따라서 변화하는 냉매의 순환유량에 대응하는 지중순환수 총유량을 결정한다(S20 단계). 지중순환수 총유량은 압축기(110a)의 회전수의 변화에 비례하여 조절한다. 예를 들어 부하의 용량이 감소하여 압축기(110a)의 회전수가 50% 감소한 경우, 지중순환수의 총유량을 50% 감소시킨다. 압축기(110a) 회전수 근거로 하는 경우 압축기(110a)의 회전수는 제어부에 기억되어 있는 데이터이기 때문에 센서 등 별도의 장치가 필요 없다는 장점이 있다.

[0034] 이후 결정된 지중순환수의 총유량에 대응하여 지중순환수가 통과하여야 할 보어홀(510)의 개수를 결정한다(S30 단계). 예를 들어 보어홀(510) 1개를 통과하는 지중순환수의 단위유량이 정해져 있고 이 단위유량이 다른 보어홀(510)에서도 동일한 경우, 보어홀(510)의 개수는 지중순환수 총유량을 단위유량으로 나눔으로써 구할 수 있다.

[0035] 다음으로 위에서 결정된 보어홀(510)의 개수에 근거하여 보어홀집합체(500)에서 지중순환수를 공급하게 되는 보어홀(510)을 선택한다(S40 단계). 여기서 보어홀(510)을 선택함에 있어서 위에서 설명한 가중치를 이용한다. 구체적으로 우선적으로 가중치가 높은 순으로 선택한다. 또한 동일한 가중치를 가지는 보어홀(510) 중 복수개를 선택하는 경우에는 이미 선택된 보어홀(510)과 인접하지 않으면서 서로 떨어져 있는 거리가 먼 순으로 보어홀(510)을 선택한다. 예를 들면 도 3의 (a)와 같이 정방형으로 배열된 9개의 보어홀(510)로 구성되는 보어홀집합체(500)에 대해서. 6개의 보어홀(510)을 선택하는 경우 우선적으로 가중치가 가장 높은 외각 모서리에 위치하는 보어홀(510a, 510c, 510g, 510i) 4개를 선택하고, 나머지 2개는 다음으로 가중치가 높은 외각 가장자리에 위치하는 보어홀(510b, 510d, 510f, 510h) 중에서 2개를 선택한다. 이때, 보어홀(510b, 510d, 510f, 510h)은 이미 선택된 보어홀(510a, 510c, 510g, 510i)과 모두 인접하기 때문에 위 조건 중 선택된 보어홀(510)과 인접하지 않는 조건은 고려하지 않고 서로 거리가 멀리 떨어져 있는 조건만을 고려하여 보어홀(510)을 선택한다. 예를 들면 보어홀(510b)을 선택하는 경우 이와 가장 멀리 떨어져 있는 보어홀(510h)을 선택한다.

[0036] 또한 도 3의 (b)와 같이 일렬로 배열된 보어홀집합체(500)에서 6개의 보어홀(510)을 선택하는 경우, 우선 가중치가 가장 높은 좌우 외각에 있는 보어홀(510j, 510r) 2개를 선택하고, 나머지 4개는 다음으로 가중치가 낮은 보어홀(510k 내지 510q) 중에서 선택한다. 이때 이미 선택된 보어홀(510j, 510r)과 인접하지 않으면서 서로 거리가 멀리 떨어져 있는 것은 보어홀(510l)과 보어홀(510p)이므로 이들 2개를 먼저 선택하고, 다음으로 이들 선택된 보어홀들과 인접하지 않는 보어홀(510n)을 선택한다. 그리고 나머지 보어홀(510k, 510m, 510o, 501q)은 모두 동일한 조건이므로 이들 중 하나를 선택한다.

[0037] 이와 같이 결정된 보어홀(510)의 개수에 따라서 보어홀(510)이 선택되면 선택된 보어홀(510)의 공급관(511)에 설치되어 있는 밸브(513)를 개방시키고 지중순환수 순환펌프(320a)를 가동시켜 선택된 보어홀(510)을 통해서 지중순환수가 통과하도록 한다.

[0038] 이렇게 하여 선택된 보어홀(510) 각각을 순환하는 지중순환수는 보어홀(510)을 흐르는 단위유량으로 흐르기 때문에 유속이 감소하지 않는다. 따라서 보어홀(510)을 지나는 지중순환수는 난류유동 상태를 유지하여 주위와의 열전달 효율이 저하되지 않게 된다.

[0039] 다음으로, 열원측 열교환기(130)를 통과하는 지중순환수의 입구온도 및 출구온도를 감지하여 입구온도와 출구온도의 차이가 미리 설정된 기준값 보다 작은 경우 지중순환수 총유량을 증가시키고 이를 위해서 보어홀(510)의 개수를 증가시킨다(S50 단계). 한편, 열원측 열교환기(130)를 통과하는 지중순환수의 입구온도 및 출구온도는 도시하지 않은 온도감지센서를 이용하여 감지하며, 도시하지 않은 제어부에 저장된 기준값과 대비된다.

[0040] 이에 대해서 보다 상세하게 설명하면, 운전 중에 열원측 열교환기(130)를 통과하는 지중순환수의 입구온도 및 출구온도의 차가 기준값보다 작은 경우에는 지중열교환기(300a)에서 충분한 열교환이 이루어지지 않았다는 것이므로, 지중순환수 총유량을 증가시킬 필요가 있다. 따라서 지중순환수를 통과시킬 보어홀(510)의 추가적으로 선택함으로써 보어홀(510)의 개수를 증가시키는 것이 바람직하다.

[0041] 이때, 증가된 보어홀을 개수에 맞추어 보어홀(510)을 선택함에 있어서는, 앞서 설명한 방식과 마찬가지로 남아

있는 보어홀(510)들 중에서 높은 값의 가중치가 할당된 보어홀(510)을 우선적으로 선택하여 지중순환수를 순환시킨다(S60 단계). 또한 남아 있는 보어홀(510)들이 모두 동일한 가중치를 가지고 있으며, 이들 중 복수개를 선택하는 경우에는 이미 선택된 보어홀(510)과 인접하지 않으면서 거리가 멀리 떨어져 있는 보어홀(510) 우선적으로 선택한다.

[0042] 이상 살펴본 바와 같이 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 부하의 용량변화에 따라서 지중열교환기를 순환하는 지중순환수 총유량을 변화시킴과 아울러 지중순환수가 순환하는 보어홀을 지중순환수 총유량에 맞추어 선택함으로써 각각의 보어홀을 흐르는 지중순환수를 난류유동 상태로 유지할 수 있게 된다.

[0043] 또한 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법은, 보어홀을 선택함에 있어서, 다른 보어홀과의 열적인 간섭을 고려하여 선택함으로써 보어홀 상호간의 열적 간섭으로 인해서 열전달 효율이 저하되는 것을 방지한다.

[0044] 이상은 본 발명에 따르는 지열 히트펌프 시스템의 최적제어방법과 관련한 바람직한 실시형태를 참조하여 설명하였지만, 본 발명은 이들 실시형태에 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.

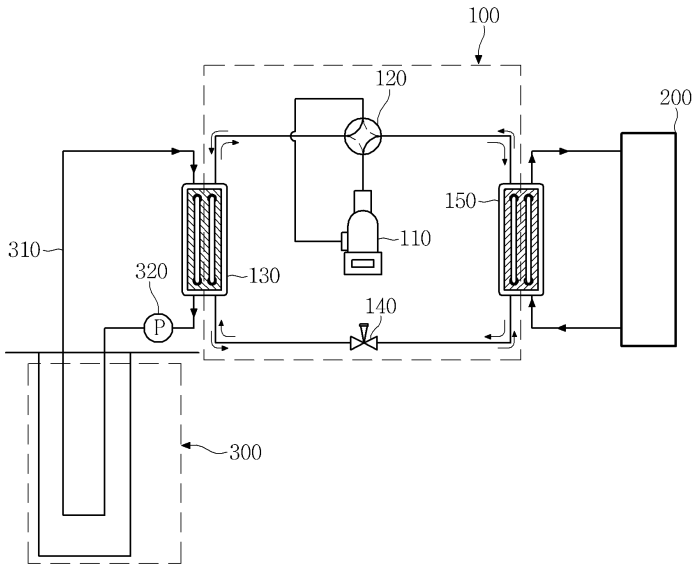
부호의 설명

[0045]

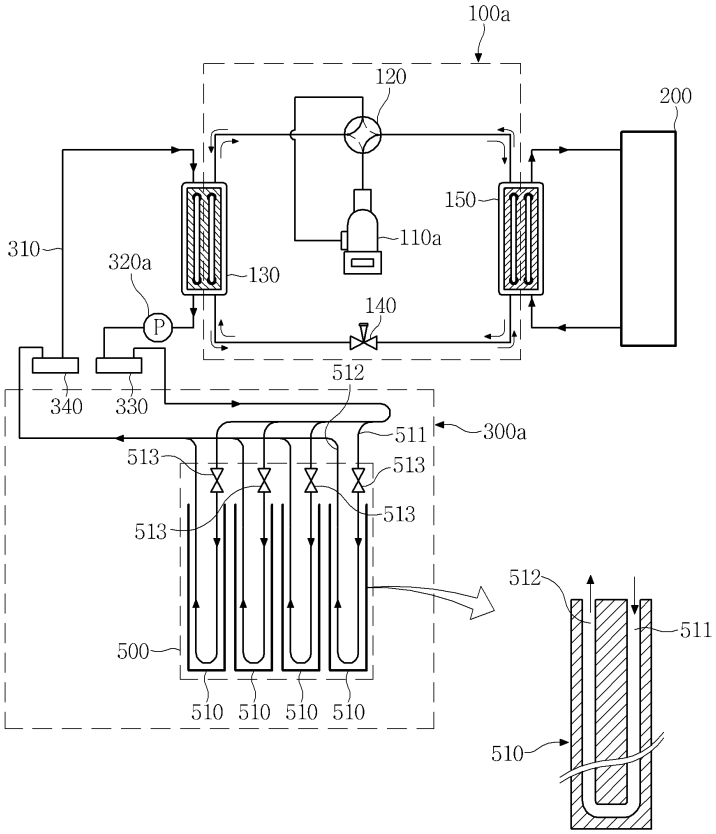
100a : 히트펌프유닛
110a : 압축기
120 : 방향전환밸브
130 : 열원측 열교환기
140 : 팽창장치
150 : 부하측 열교환기
200 : 부하
300a : 지중열교환기
310 : 배관
320a : 지중순환수 순환펌프
330 : 공급헤더
330 : 환수헤더
500 : 보어홀 집합체
510 : 보어홀
511 : 공급관
512 : 환수관
513 : 밸브

도면

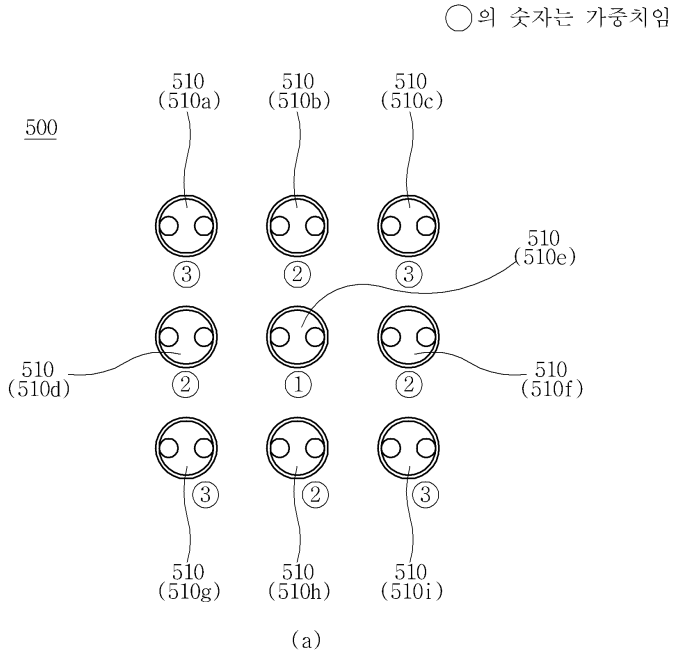
도면1



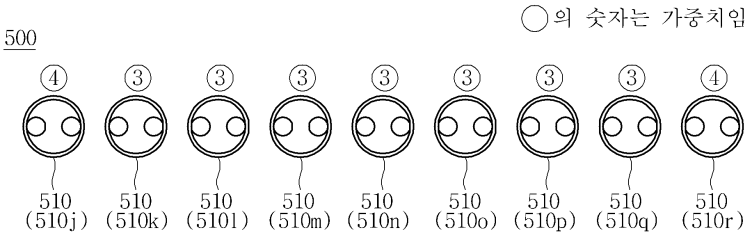
도면2


100a
120
200
150
110a
310
320a
130
140
P
340
330
512
511
300a
513
513
513
513
512
511
500
510
510
510
510
510

도면3

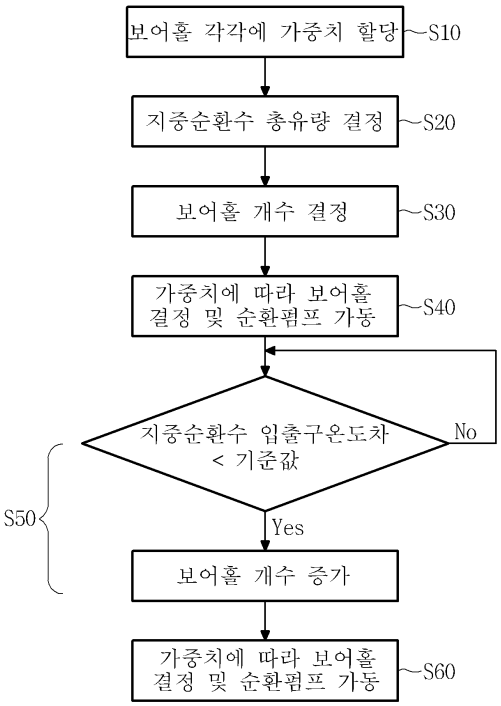

◯의 숫자는 가중치임
500
510 (510a)
510 (510b)
510 (510c)
510 (510d)
510 (510e)
510 (510f)
510 (510g)
510 (510h)
510 (510i)
③
②
③
②
①
②
③
②
③

(a)


◯의 숫자는 가중치임
500
④
③
③
③
③
③
③
③
④
510 (510j)
510 (510k)
510 (5101)
510 (510m)
510 (510n)
510 (510o)
510 (510p)
510 (510q)
510 (510r)

(b)

도면4


보어홀 각각에 가중치 할당
S10
지중순환수 총유량 결정
S20
보어홀 개수 결정
S30
가중치에 따라 보어홀 결정 및 순환펌프 가동
S40
지중순환수 입출구온도차 < 기준값
No
Yes
S50
보어홀 개수 증가
가중치에 따라 보어홀 결정 및 순환펌프 가동
S60