(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0092726
(43) 공개일자 2008년10월16일

(51) Int. Cl.
F28F 1/00 (2006.01) *F25B 30/06* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0036477
(22) 출원일자 2007년04월13일
심사청구일자 2007년04월13일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
최항석
서울 노원구 공릉동 743 한보아파트 101동 801호
(74) 대리인
현종철

전체 청구항 수 : 총 8 항

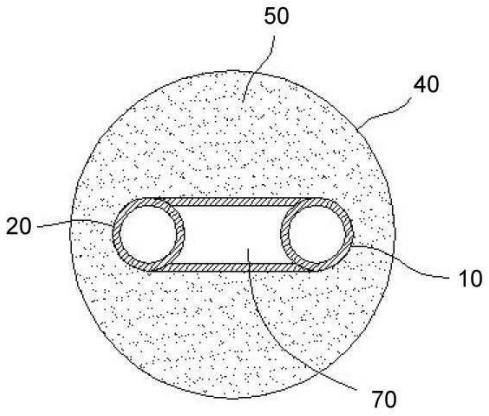
(54) 지열냉난방용 지중열교환기 및 그 시공방법.

(57) 요 약

지열냉난방용 지중열교환기가 제공된다.

본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기는 열유체 유입관; 열유체 유출관; 상기 열유체 유입관과 열유체 유출관을 연결하여 "U"자형 열교환 파이프를 이루는 연결부; 및 상기 열유체 유입관과 상기 열유체 유출관을 이격시키는 스페이서를 포함하며, 상기 스페이서는 상기 열유체 유입관과 상기 열유체 유출관간의 이격방향과 수평한 방향으로 상호 대향하는 한 쌍의 "U"자형상의 면부재로 이루어지되, 상기 한 쌍의 면부재는 각각 상기 "U"자형 열교환 파이프의 양 측면을 모두 폐쇄하도록 형성됨으로써 그 내부에 단열부를 구비하는 것을 특징으로 하는데, 지중열교환기 시공시 발생하는 관의 꼬임현상 및 공극증가 현상을 감소시키고, 단면강성을 증가시켜 시공성을 증가시키며, 열유체유입관과 열유체유출관 간의 열간섭 효과를 줄여 전체 열교환 시스템의 효율을 증가시킨다는 장점이 있다.

대 표 도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

열유체 유입관;

열유체 유출관;

상기 열유체 유입관과 열유체 유출관을 연결하여 "U"자형 열교환 파이프를 이루는 연결부; 및

상기 열유체 유입관과 상기 열유체 유출관을 이격시키는 스페이서를 포함하며, 상기 스페이서는 상기 열유체 유입관과 상기 열유체 유출관간의 이격방향과 수평한 방향으로 상호 대향하는 한 쌍의 "U"자형상의 면부재로 이루어지되, 상기 한 쌍의 면부재는 각각 상기 "U"자형 열교환 파이프의 양 측면을 모두 폐쇄하도록 형성됨으로써 그 내부에 단열부를 구비하는 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 연결부는 상기 열유체 유입관 및 상기 열유체 유출관과 일체형인 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 열유체 유입관, 상기 열유체 유출관, 상기 연결부 및 상기 스페이서는 고밀도폴리에틸렌(HDPE)로 이루어진 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 단열부는 공기 또는 단열성 그라우트재로 채워진 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 단열성 그라우트재는 단열 모르타르, 폴리우레탄 폼 또는 단열성 에폭시 수지인 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기.

청구항 6

(a) 보어홀천공단계;

(b) 상기 보어홀 내에 제 1항의 지열냉난방용 지중열교환기 삽입단계;

(c) 상기 지중열교환기의 외부에 전열성 그라우트재 주입 단계; 및

(d) 상기 지중열교환기의 단열부에 단열성 그라우트재를 주입하는 단계를 포함하는 지열냉난방용 지중열교환기 시공방법.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 전열성 그라우트재는 벤토나이트인 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기 시공방법.

청구항 8

제 6항에 있어서, 상기 단열성 그라우트재는 단열 모르타르, 폴리우레탄 폼 또는 단열성 에폭시 수지인 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기 시공방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<13> 본 발명은 지열냉난방용 지중열교환기에 관한 것으로서, 상세하게는 지중열교환기 시공시 발생하는 관의 꼬임현상 및 공극증가 현상을 감소시키고, 단면강성을 증가시켜 시공성을 증가시키며, 열유체유입관과 열유체유출관간의 열간섭 효과를 줄여 전체 열교환 시스템의 효율을 증가시키는 효과를 갖는 지열냉난방용 지중열교환기 및 그 설치방법에 관한 것이다.

<14> 종래에는 석탄, 석유, 천연가스 등의 화석연료를 이용하여 냉난방을 하여 왔으나, 상기 화석연료의 사용에 따른 대기오염 등의 문제로 말미암아 이를 대체할 에너지의 개발이 필요한 실정이다. 이러한 대체에너지 중 풍력, 태양열, 지열 등을 이용한 냉난방장치에 관한 연구가 진행되고 있다. 그 중 풍력, 태양열 등은 설치장소의 한계가 있어 광범위한 사용에 제한이 있으며, 단위장치 당 에너지 생산용량이 적고 설치 및 유지관리에 많은 비용이 소요된다. 그러나, 지열의 경우는 설치 및 유지관리 측면에서 상대적으로 저렴한 비용이 소요된다는 점에서 실용성이 있다. 지열을 이용한 냉난방장치는 땅속의 열을 이용하여 냉난방 시스템에 적용하는 것으로, 지중 보어홀에 매설된 파이프의 내부로 이동하는 열유체와 지중의 온도차에 의해 발생하는 열교환을 통해 건물 등의 내부온도를 적절하게 유지하는 기술이다.

<15> 통상적으로 사용되는 지열냉난방기는 히트펌프와 지열을 회수하기 위한 지중열교환기를 포함하며, 냉방사이클로 작동하는 경우는 실내에서 흡수한 열을 지중 열교환기를 통해 지중으로 방출하며, 반대로 난방사이클로 작동하는 경우는 지중 열교환기를 통해 지중에서 열을 흡수하여 실내로 공급한다. 지열냉난방기는 기존 냉난방 설비보다 에너지 소비량이 적고, 공기보다 안정적인 지열을 히트 싱크(heat sink) 및 열원(heat source)으로 사용하므로 효율이 높은 시스템이다. 또한 이산화탄소와 같은 온실가스의 배출이 타 시스템에 비해 적은 친환경적인 시스템이다. 상기 지중열교환기는 대략 수직방향으로 약 50~200m 깊이의 보어홀(boreholes, 시추공)을 천공한 다음, 천공된 보어홀에 "U"자형 열교환 파이프를 삽입하고, 파이프의 양쪽 끝단부인 유입구와 유출구를 히트펌프와 연결하는 방법으로 설치한다. 그리고 열교환 파이프가 설치된 보어홀에는 열교환 파이프와 지반의 열전도가 원활하게 될 수 있도록 전열성 그라우팅작업을 실시한다.

<16> 즉, 종래에는 도 1에 도시한 바와 같이 열유체유입관(10)과 열유체유출관(20) 및 상기 열유체유입관(10)과 상기 열유체유출관(20)을 U밴드로 연결하는 연결부(30)로 구성된 지열냉난방용 지중열교환기를 보어홀(boreholes)(40)에 삽입한 후 전열성 그라우트재로 상기 보어홀을 충진시키는 형태로 실시하였다. 그러나, 상기 형태의 지열냉난방용 지중열교환기는 시공시 약 200m 깊이의 보어홀에 삽입되어야 하므로 두 관 사이의 거리가 일정하고 곧은 형태를 유지하기 어려워 도 1에 도시한 이상적 형태를 유지하기는 어렵고, 도 2에 도시한 바와 같이 두가닥의 관이 불규칙한 형상이나 꼬임을 유발할 수 있었다. 특히, 유연성 있는 재질의 관을 사용할 경우 이런 현상은 더 크게 나타난다. 이러한 불규칙한 형상이나 꼬임으로 인해 뒤채움 그라우팅시 전열성 그라우트(50)에 의하여 보어홀(40)이 충분히 채워지지 않고 남는 공간인 공극(60)이 형성될 염려가 있으며, 이러한 공극(60)으로 인해 지반과 열교환이 방해되는 문제점이 있었다.

<17> 또한, 도 3에 도시한 바와 같이 종래의 지열냉난방용 지중열교환기는 열유체유입관(10)과 열유체유출관(20)이 전열성 그라우트(50)에 의해 둘러싸여 있는 형태이기 때문에 상기 열유체유입관(10)과 상기 열유체유출관(20)간에 열간섭이 발생한다는 문제점이 있었다. 즉, 냉각싸이클의 경우를 예로 들면, 지상에서 데워진 열유체가 지중의 열유체유입관(10)의 내부를 흐르면서 전열성 그라우트를 통해 화살표 방향으로 열을 방출함으로써, 지중으로 열을 방출하고, 냉각된 열유체는 열유체유출관(20)을 통해 지상의 히트펌프로 돌아간다. 이 때, 도 3에서 보는 바와 같이 충진된 전열성 그라우트(50)의 열전도도가 크게 되면 지중 순환을 통해 이웃한 열유체유입관(10)의 내부를 흐르는 열유체의 열이 화살표 u방향으로 전달되어 열유체유출관(20)의 내부를 흐르는 냉각된 열유체로 전달된다. 이러한 열간섭에 의해 유입열유체와 유출열유체의 온도차가 작아지게 되면, 결과적으로 유입열유체와 유출열유체의 온도차가 클수록 열교환효율이 증가하는 특성을 갖는 열교환기의 효율이 감소한다는 문제점이 있었다.

<18> 대한민국 등록 실용신안 제20-0393075호(3관용 U-벤드 파이프 스페이서)에는 열유체 유입용 루프(열유체 유입관)와 열유체 유출용 루프(열유체 유출관)의 설치 간격을 크게 하여 열유체 유입용 루프(열유체 유입관)와 열유체 유출용 루프(열유체 유출관) 사이의 열저항을 증가시키고, 지중으로부터의 열회수 효과를 크게 하여 열교환용 루프의 효율을 증대시키며, 루프 설치 용량을 줄이기 위해 3관용 U-벤드 파이프 스페이서에 관한 발명이 개시되어 있으나, 상기 기술은 단순히 상기 열유체 유입용 루프(열유체 유입관)와 열유체 유출용 루프(열유체 유출관)의 설치 간격을 크게 하여 열효율을 증대시키기 위한 것이어서, 그 효율 증대 효과는 크지 않으며, 꼬임방지 효과나 단면강성효과 증가에 따른 시공성 향상 등의 효과는 기대할 수 없다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<19> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫 번째 기술적 과제는 지중열교환기 시공시 발생하는 관의 꼬임현상 및 공극증가 현상을 감소시키고, 단면강성을 증가시켜 시공성을 증가시키며, 열유체유입관과 열유체유출관간의 열간섭 효과를 줄여 전체 열교환 시스템의 효율을 증가시키는 지열냉난방용 지중열교환기를 제공하는 것이다.

<20> 본 발명이 이루고자 하는 두 번째 기술적 과제는 지중열교환기 시공시 발생하는 관의 꼬임현상 및 공극증가 현상을 감소시키고, 단면강성을 증가시켜 시공성을 증가시키며, 열유체유입관과 열유체유출관간의 열간섭 효과를 줄여 전체 열교환 시스템의 효율을 증가시키는 지열냉난방용 지중열교환기의 시공방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<21> 본 발명은 상기 첫 번째 기술적 과제를 달성하기 위하여,

<22> 열유체 유입관;

<23> 열유체 유출관;

<24> 상기 열유체 유입관과 열유체 유출관을 연결하여 "U"자형 열교환 파이프를 이루는 연결부; 및

<25> 상기 열유체 유입관과 상기 열유체 유출관을 이격시키는 스페이서를 포함하며, 상기 스페이서는 상기 열유체 유입관과 상기 열유체 유출관간의 이격방향과 수평한 방향으로 상호 대향하는 한 쌍의 "U"자형상의 면부재로 이루어지되, 상기 한 쌍의 면부재는 각각 상기 "U"자형 열교환 파이프의 양 측면을 모두 폐쇄하도록 형성됨으로써 그 내부에 단열부를 구비하는 것을 특징으로 하는 지열냉난방용 지중열교환기를 제공한다.

<26> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 연결부는 상기 열유체 유입관 및 상기 열유체 유출관과 일체형일 수 있다.

<27> 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 열유체 유입관, 상기 열유체 유출관, 상기 연결부 및 상기 스페이서는 고밀도폴리에틸렌(HDPE)으로 이루어질 수 있다.

<28> 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 단열부는 공기 또는 단열성 그라우트재로 채워질 수 있다.

<29> 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면 상기 단열성 그라우트재는 단열 모르타르, 폴리우레탄 폼 또는 단열성 에폭시 수지일 수 있다.

<30> 본 발명은 상기 두 번째 기술적 과제를 달성하기 위하여,

<31> (a) 보어홀천공단계;

<32> (b) 상기 보어홀 내에 제 1항의 지열냉난방용 지중열교환기 삽입단계;

<33> (c) 상기 지중열교환기의 외부에 전열성 그라우트재 주입 단계; 및

<34> (d) 상기 지중열교환기의 단열부에 단열성 그라우트재를 주입하는 단계를 포함하는 지열냉난방용 지중열교환기 시공방법을 제공한다.

<35> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 전열성 그라우트재는 벤토나이트계 그라우트재일 수 있다.

<36> 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 단열성 그라우트재는 단열 모르타르, 폴리우레탄 폼 또는 단열성 에폭시 수지일 수 있다.

<37> 이하, 첨부된 도면 및 실시예를 참조하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하지만, 본 발명이 이에 의해 제한되는 것은 아니다.

<38> 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기는 도 4 및 도 5에 도시된 히트펌프로부터 열유체가 유입하는 열유체 유입관(10), 상기 열유체가 상기 히트펌프로 돌아가는 열유체 유출관(20), 상기 열유체 유입관(10) 및 상기 열유체 유출관(20)을 연결하는 연결부(30) 및 상기 열유체 유입관(10)과 상기 열유체 유출관(20)간의 열전달을 막는 단열부(70)를 포함하며, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 열유체 유입관(10)과 상기 열유체 유출관(20)을 이격시키는 스페이서(80)을 구비하는 것을 특징으로 한다. 상기 스페이서(80)는 상기 열유체 유입관(10) 및 상기 열유체 유출관(20)과 별도로 구비될 수도 있고 일체로 형성될 수도 있으며, 상기 스페이서(80)의 형상은 평면형상이거나 곡면형상일 수 있다.

<39> 종래에는 도 3에 도시된 열유체 유입관(10)과 열유체 유출관(20) 간에 존재하는 전열성 그라우트에 의해 발생하

던 열간섭현상이 본 발명에 따른 상기 단열부(70)에 의해 도 3의 화살표 u방향으로의 열전도 등이 감소하여 상기 열유체 유입관(10)과 상기 열유체 유출관(20) 간의 열간섭현상이 감소하게 된다. 상기 열간섭현상이 감소하기 때문에, 상기 열유체 유입관(10)과 열유체 유출관(20)의 내부를 흐르는 열유체의 온도차가 커지게 되어 결국 전체 열교환 시스템의 효율을 증가시키는 것이 가능하게 되는 것이다.

<40> 상기 단열부(70)는 상기 열유체 유입관(10) 및 상기 열유체 유출관(20)과 일체로 형성되어 도 4에 도시된 격자형 단면 형상을 갖게 되므로, 단면강성이 증가하는 효과를 아울러 갖게 된다. 상기 단면강성이 증가하게 되므로, 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기를 시공할 경우 측면부에 작용하는 외력의 영향이 적어져 시공성이 증가하게 된다. 상기 스페이서(80)의 형상은 평면형상이거나 곡면형상일 수 있는데, 곡면형상인 경우에는 강성이 증가하고, 단열부(70)의 면적이 증가하기 때문에 열간섭현상방지 효과가 증가하지만, 열유체 유입관(10)으로부터 이와 접하는 전열성 그라우트(50)로의 열전달이 떨어질 우려가 있으므로, 평면형상인 것이 더 바람직하다.

<41> 또한, 상기 스페이서(80)는 상기 열유체 유입관(10) 및 상기 열유체 유출관(20)을 이격시키고 일정한 거리를 유지하도록 하는 작용을 하여, 상기 열유체 유입관(10)과 상기 열유체 유출관(20)의 거리를 일정하게 유지시켜 줄 수 있으므로, 종래의 지열냉난방용 지중열교환기를 사용할 경우 발생하는 두가닥의 관이 꼬이는 현상 등을 방지할 수 있다. 이러한 불규칙한 형상이나 꼬임을 방지할 수 있으므로, 뒤채움 그라우팅시 보어홀이 충분히 채워지지 않고 남는 공간인 공극이 형성되는 현상도 억제될 수 있어, 이러한 공극으로 인해 지반과 열교환이 방해되는 문제점도 본 발명에 의해 해결할 수 있다.

<42> 상기 연결부(30)는 상기 열유체 유입관(10) 및 열유체 유출관(20)과 별개로 형성되어 결합될 수 있지만, 도 6에 도시된 바와 같이 상기 열유체 유입관(10) 및 상기 열유체 유출관(20)과 일체로 형성되어, 종래 U튜브로 열유체 유입관(10)과 열유체 유출관(20)을 연결시키는 경우에 비해 강성을 증가시켜 시공성을 개선할 수 있다.

<43> 본 발명에서는 상기 열유체 유입관(10), 상기 열유체 유출관(20), 상기 연결부(30) 및 상기 스페이서(80)를 고밀도폴리에틸렌(HDPE)로 이루어지도록 함으로써, 저렴하고 내구성 있는 지열냉난방용 지중열교환기를 제작하는 것이 가능하다. 종래의 지열냉난방용 지중열교환기를 고밀도폴리에틸렌으로 제작하는 경우 관의 유연성으로 말미암아 관의 꼬임 현상 등이 더 자주 발생하는 문제가 있었으나, 본 발명에 의할 경우 꼬임 현상 등을 막아줄 수 있어 고밀도폴리에틸렌으로 제조하여도 시공성에 영향을 주지 않는 상태에서 지열냉난방용 지중열교환기의 시공이 가능하게 된다.

<44> 본 발명에 사용되는 전열성 그라우트재는 당업계에서 통상적으로 사용되는 것인 한, 특별히 제한되지 않으며, 예를 들어, 벤토나이트 또는 첨가제가 함유된 벤토나이트 등을 사용할 수 있다. 상기 벤토나이트는 방수기능을 가지며 소정량의 물과 혼합하여 보어홀에 채워넣는 방법으로 그라우팅 작업을 할 수 있다. 상기 벤토나이트는 점토광물인 몬모릴로나이트를 주성분으로 하는 점토의 일종이며, 2:1형의 층상규산염광물에 속하여 미립의 얇은 판상형태를 보이는 결정으로 되어 있다. 이러한 층상의 결정구조에는 기본 층 사이에 층간이 존재하고 그 속에 교환성 양이온과 물이 포함되어 있다.

<45> 상기 단열부는 별도의 재료로 채우지 않아도 공기층에 의해 단열효과를 기대할 수 있으며, 단열성 그라우트재로 상기 단열부를 채움으로써, 단열효과를 증가시키는 것도 가능하다.

<46> 상기 단열성 그라우트재는 당업계에서 통상적으로 사용되는 것인 한, 특별히 제한되지 않으며, 예를 들어, 단열모르타르, 폴리우레탄 폼 또는 단열성 에폭시 수지 등을 사용할 수 있다.

<47> 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기 시공방법은 도 7에 도시된 바와 같이 보어홀을 천공하고, 상기 보어홀 내에 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기를 삽입한 후, 상기 지중열교환기의 외부에 전열성 그라우트재를 주입하여 상기 보어홀을 채우고, 상기 지중열교환기의 단열부에 단열성 그라우트재를 주입하여 단열시공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<48> 상기 보어홀을 천공하는 방법은 먼저 직경 1~3m, 심도 80m까지 천공할 수 있는 대구경 대심도 회전 굴삭기를 이용하여 대구경 대심도의 구멍을 천공한다. 이 때 토사층 굴착(약 -20m)은 0.5~1.5m 길이의 케이싱을 연결하여 소요 굴착깊이까지 굴진시켜 공내 붕괴방지를 도모하고, 토사층과 암반층 사이의 구간을 굴착할 때는 공내 이수공법 도는 RCD(Reverse Circulation Drill)공법 등으로 굴진시키며, 암반층을 굴착할 때는 암반을 천공할 수 있는 비트(bit)를 이용하여 암반을 굴착하고, 드릴롯드 파이프로 순환수와 함께 부순 돌을 공기로 흡입하여 지상으로 배출한다.

<49> 소정의 심도까지 천공하여 보어홀을 완성한 후 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기를 상기 보어홀에 삽

입하여 설치하고, 레미콘 트럭과 트레미관을 이용하여 현장에서 전열성 그라우트재인 벤토나이트, 첨가제가 포함된 벤토나이트 등을 물에 분산시킨 용액을 상기 지열냉난방용 지중열교환기의 외부에 타설하고, 타설 종료 후 잉여 벤토나이트 등을 제거한다. 이 때, 지열냉난방용 지중열교환기가 손상되지 않도록 강철 캡으로 지열냉난방용 지중열교환기의 두부를 보호할 수 있다. 또한, 레미콘트럭과 트레미관을 이용하여 현장에서 단열성 그라우트재인 단열 모르타르, 폴리우레탄 폼 또는 단열성 에폭시 수지를 상기 지열냉난방용 지중열교환기의 단열부에 타설하고, 타설 종료 후 잉여 그라우트재를 제거한다. 그 후 케이싱을 인발하여 본 발명의 시공을 종료한다.

<50> 상기 전열성 그라우트재는 열을 전도하는 전열성 외에 방수기능을 아울러 갖는 벤토나이트, 첨가제가 함유된 벤토나이트 등을 사용하여, 지열 혹은 열유체의 열을 원활하게 전도할 수 있으며, 그 외에 방수기능 등을 가질 경우 지하수의 오염가능성 등의 문제도 해결할 수 있다.

발명의 효과

<51> 상기에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기 및 그 시공방법은 지중열교환기 시공시 발생하는 관의 꼬임현상 및 공극증가 현상을 감소시키고, 단면강성을 증가시켜 시공성을 증가시키며, 열유체유입관과 열유체유출관간의 열간섭 효과를 줄여 전체 열교환 시스템의 효율을 증가시킨다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 종래 지열냉난방용 지중열교환기의 일 예를 보어홀 내에 삽입한 상태를 나타낸 도면이다.

<2> 도 2는 종래 지열냉난방용 지중열교환기의 일 예에 대하여 그라우팅한 후의 상태를 나타낸 도면이다.

<3> 도 3은 종래 지열냉난방용 지중열교환기의 일 예의 횡단면도이다.

<4> 도 4는 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기의 일 예의 횡단면도이다.

<5> 도 5는 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기의 일 예의 사시도이다.

<6> 도 6은 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기의 다른 예의 사시도이다.

<7> 도 7은 본 발명에 따른 지열냉난방용 지중열교환기 설치방법의 일 예를 나타낸 순서도이다.

<8> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<9> 10: 열유체유입관 20: 열유체유출관

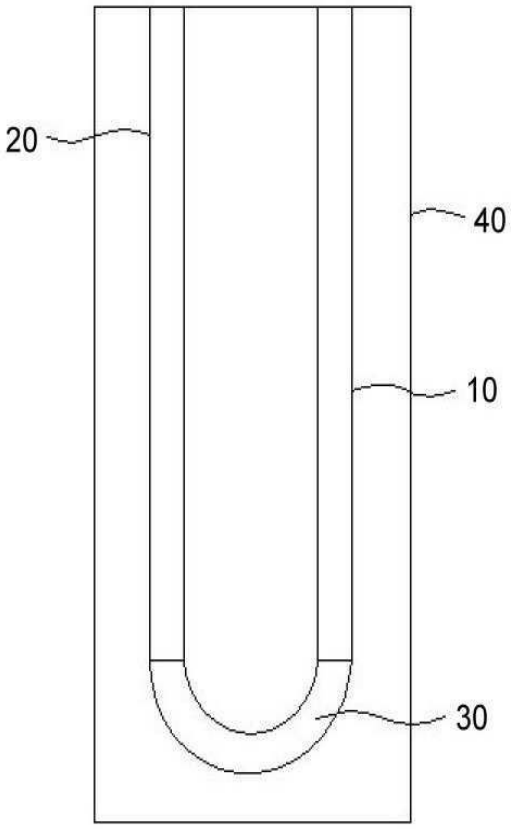
<10> 30: 연결부 40: 보어홀

<11> 50: 전열성 그라우트 60: 공극

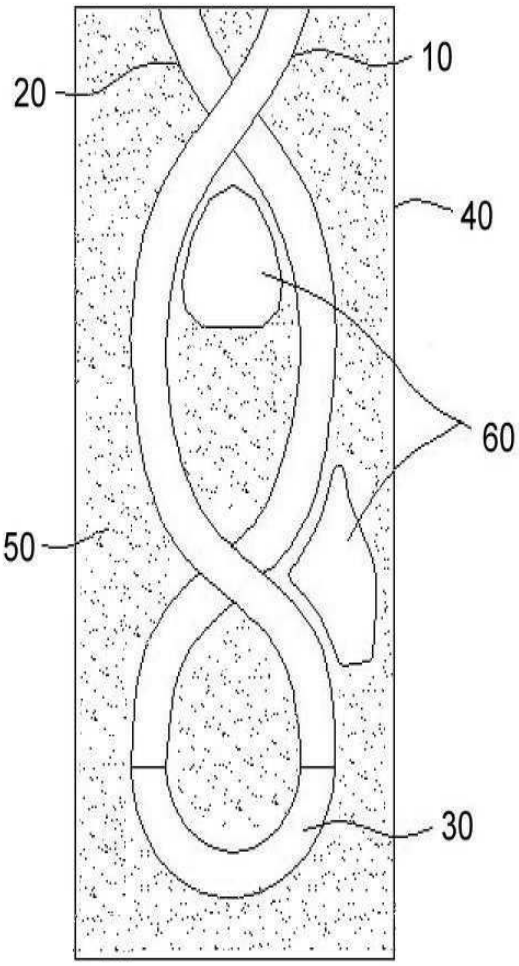
<12> 70: 단열부 80: 스페이서

도면

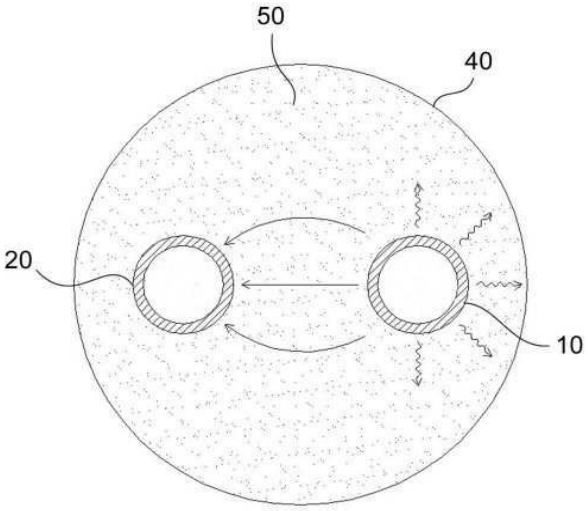
도면1



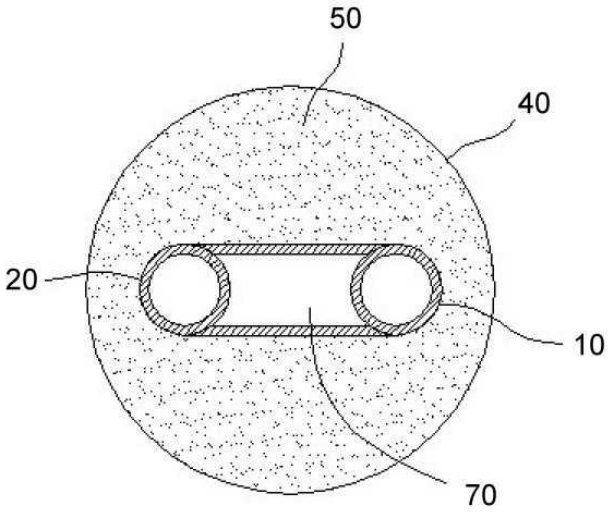
도면2



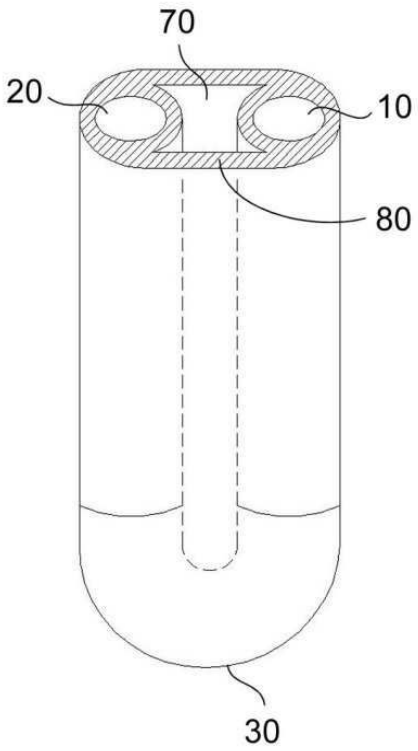
도면3



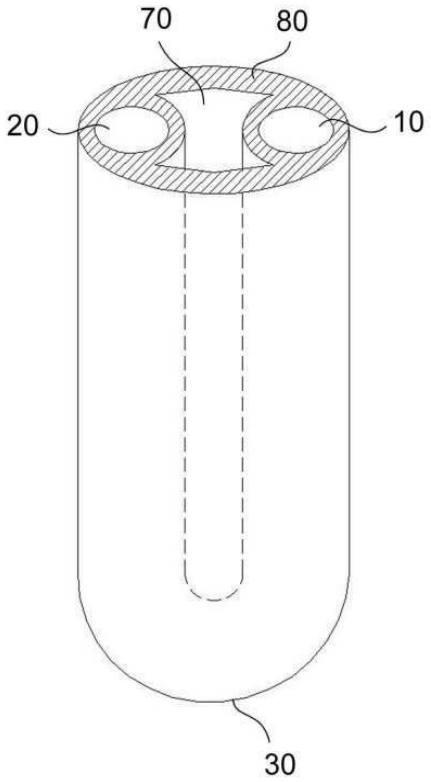
도면4



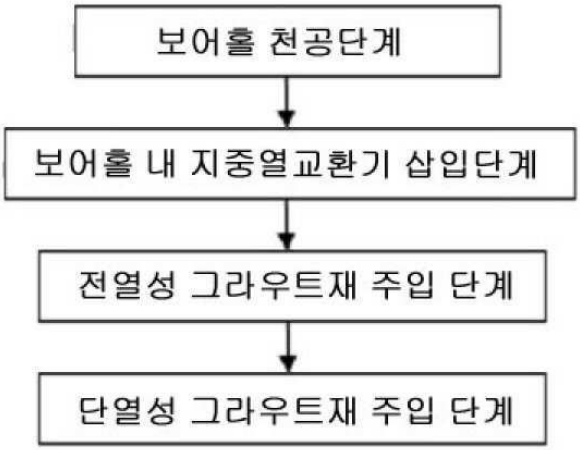
도면5



도면6


70
80
20
10
30

도면7


보어홀 천공단계
보어홀 내 지중열교환기 삽입단계
전열성 그라우트재 주입 단계
단열성 그라우트재 주입 단계