

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-257737

(P2009-257737A)

(43) 公開日 平成21年11月5日(2009.11.5)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

F 2 5 B 30/06 (2006.01)

F 2 5 B 30/06

T

F 2 5 B 27/00 (2006.01)

F 2 5 B 27/00

P

F 2 5 B 27/02 (2006.01)

F 2 5 B 27/02

C

F 2 4 J 3/08 (2006.01)

F 2 5 B 27/02

A

F 2 4 J 3/08

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-69499 (P2009-69499)
 (22) 出願日 平成21年3月23日 (2009. 3. 23)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-75842 (P2008-75842)
 (32) 優先日 平成20年3月24日 (2008. 3. 24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 390004879
 三菱マテリアルテクノ株式会社
 東京都千代田区九段北1丁目14番16号
 (74) 代理人 100093687
 弁理士 富崎 元成
 (74) 代理人 100106770
 弁理士 円城寺 貞夫
 (74) 代理人 100139789
 弁理士 町田 光信
 (72) 発明者 大島 和夫
 東京都千代田区九段北一丁目14番16号
 三菱マテリアルテクノ株式会社内

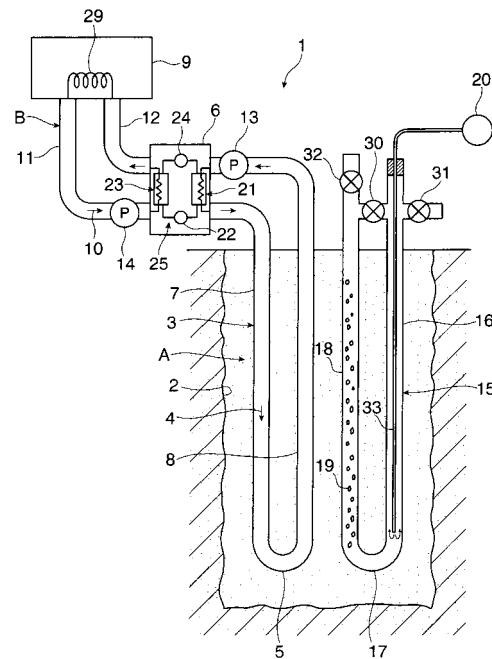
(54) 【発明の名称】 地中熱利用ヒートポンプシステム

(57) 【要約】

【課題】 地中熱交換井内の循環管路体に、交換井熱交換量増加手段を隣接して埋設し、地中熱交換井の熱交換量を増加させる地中熱利用ヒートポンプシステムの提供。

【解決手段】 本発明は、地中に掘削された地中熱交換井2と、地中熱交換井2に埋設されて地中熱側熱交換部3を形成し、第1の循環流体が循環する第1の循環管路体Aと、熱制御対象物を加熱又は冷却するための負荷側熱交換部29を有し、第2の循環流体が循環する第2の循環管路体Bと、第1の循環管路体Aと、第2の循環管路体Bとの間に設けられ、第1の循環流体より高温又は低温の第2の循環流体を造成する地中熱利用ヒートポンプ6と、地中熱交換井2内に、地中熱側熱交換部3に隣接して埋設され、地中熱交換井2の熱交換量を増加させるための交換井熱交換量増加手段とからなる。交換井熱交換量増加手段は一方の側に穴が形成されたU状管路体15であるといふ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

地中に所定深さまで掘削された地中熱交換井と、
この地中熱交換井に埋設され前記地中と熱交換を行うための地中熱交換井側熱交換部を有し、第 1 循環流体が循環する第 1 循環管路体と、
熱制御対象物を加熱又は冷却するための負荷側熱交換部を有し、第 2 循環流体が循環する第 2 循環管路体と、
前記第 1 循環管路体と、前記第 2 循環管路体との間に設けられ、前記第 1 循環流体より高温又は低温の前記第 2 循環流体を造成する地中熱利用ヒートポンプと、
前記地中熱交換井内に、前記第 1 循環管路体の前記地中熱交換井側熱交換部に隣接して埋設され、前記地中熱交換井の熱交換量を増加させるための交換井熱交換量増加手段とからなる地中熱利用ヒートポンプシステム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、
前記交換井熱交換量増加手段は、U 状管路体、直線状管路体、及び、螺旋状管路体から選択される 1 種以上が、前記地中熱交換井側熱交換部に隣接して埋設されているものである

ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、
前記 U 状管路体は、埋設されている U 状部位の一方の直線状管路部に複数の穴が形成され、この穴を介して前記 U 状管路体内に地下水の流入を可能にしたものである
ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、
前記 U 状管路体には、前記 U 状部位の他方の直線状管路部に、気体供給体からの気体が供給可能な供給パイプが設けられている
ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、
前記 U 状管路体の前記一方の直線状管路部には、管路を所定の位置で遮断するバッカーが設けられている
ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

30

【請求項 6】

請求項 4 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、
前記 U 状管路体は、前記 U 状部位の上端部が連結された循環管路体を構成するものであり、
前記循環管路体には、前記上端部及び連結部に前記地下水を異なる経路に導くことを可能とする開閉バルブが設けられている
ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

40

【請求項 7】

請求項 2 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、
前記直線状管路体は、下方側の所定の範囲に、複数の穴が形成され、この穴を介して前記直線状管路体内に地下水の流入を可能にしたものであり、前記直線状管路体の内部には、気体供給体からの気体が供給可能な気体供給パイプ、又は、地下水を汲み上げるための揚水ポンプが設けられている
ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

【請求項 8】

請求項 2 に記載の地中熱ヒートポンプシステムにおいて、
前記直線状管路体は、1 本以上埋設され、前記地中から地下水を揚水するための揚水用

50

管路体、又は、前記揚水用管路体と揚水された水を前記地中に注水するための注水用管路体とである

ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

【請求項 9】

請求項 2 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、

前記交換井熱交換量増加手段は、前記地中熱交換井側熱交換部に隣接して埋設されている前記 U 状管路体を含む補助エネルギー供給用循環管路体と、加熱又は冷却された補助循環流体を、前記補助エネルギー供給用循環管路体の前記 U 状管路体に循環させて供給する補助エネルギー供給装置とからなっている

ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、

前記補助エネルギー供給装置は、太陽熱、地熱、温泉熱から選択される 1 種以上で加熱又は冷却された補助循環流体を循環供給する装置である

ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、

前記補助エネルギー供給装置は、排熱により加熱された補助循環流体を循環供給させる装置である

ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

20

【請求項 12】

請求項 9 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、

前記補助エネルギー供給装置は、夜間電力又は余剰電力により加熱又は冷却された補助循環流体を循環供給させる装置である

ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、

前記交換井熱交換量増加手段は、電気ヒーターである

ことを特徴とする地中熱利用ヒートポンプシステム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、地中熱交換井の地中熱を利用して熱制御対象物を加熱又は冷却する地中熱利用ヒートポンプシステムに関する。さらに詳しくは、地中熱交換井内の循環管路体の地中熱側熱交換部に、地中熱交換井用熱補助装置を隣接して埋設し、地中熱交換井の地中熱交換量を増加させた地中熱利用ヒートポンプシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、地中熱を利用する地中熱交換井の方式としては、地中熱交換井内にポリエチレン製パイプを U 字状に曲げて構成された U チューブを埋設する方式（以下、U チューブ方式と記載）、地中熱交換井内にステンレス管を外管にポリエチレン製パイプを内管とする二重管等を埋設する方式（以下、同軸二重管方式と記載）等が知られている。地中の温度は、年間を通してほぼ一定であり、外気温度に比べると、夏は低く、冬は高くなっている。従って、外気との温度差を利用するために地中に U チューブ、同軸二重管等を埋設し、U チューブ、同軸二重管等によりこの地中熱を採熱し、ヒートポンプの熱源として利用することが行われており、これに関しては種々の提案がなされている。

40

【0003】

即ち、地中においてほぼ一定である 10 ～ 15 の恒温状態にある地中熱を利用して熱交換を行なうもので、例えば、冬であれば高温エネルギーとして暖房用熱源又は融雪用熱源等のため採熱し利用することができる。又、夏であれば低温エネルギーとして冷房用熱

50

源等のために採熱し利用することができる。このような地中熱利用ヒートポンプシステムは、人工的な熱源、例えば冷暖房装置等からの排熱を大気に放熱しない。そのため、自然エネルギー利用の1つとして例えば夏における都心部のヒートアイランド抑制対策としても注目されている。又、寒冷地における暖房装置として使用されるとよい。

【0004】

又、大気よりも安定した温度のエネルギーであるので、効率的な省エネルギーとなり且つCO₂（二酸化炭素）の発生の少ない熱源の熱供給システムとして促進されつつある。このような従来における地中熱利用ヒートポンプの例として、掘削した後の地中井戸に筒状のケーシングと、このケーシング内に配設され往路管部、復路管部、折曲部を有する配管と、この配管に接続され熱媒体を循環させるヒートポンプ本体とを備えた地中熱利用ヒートポンプの構造に関する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。この技術では、ケーシング内に充填されている水を強制的に循環させ熱効率を高めることができるとされている。

10

【0005】

又、地中に配設された熱媒体循環方式の地中熱採熱井戸の融雪装置において、隣接して別に掘削された井戸から地下水をヒートポンプで熱交換した熱水と混ぜて、採熱井戸に圧力を注入し採熱井戸内で熱交換させ地中熱の採熱量を多くし、地上部のヒートポンプ熱交換器の熱効率を高める地中熱採熱井戸の融雪装置に関する技術が知られている（例えば、特許文献2参照）。

20

【0006】

又、複数の熱交換器を組み合わせ、地下水の温度を利用することにより、居住区内で空気を自然対流させて室内空調を行う地下水を利用した住宅空調システムに関する技術も知られている（例えば、特許文献3参照）。この技術は、ヒートポンプを備え、このヒートポンプの熱源側通路として、地熱との熱交換を行う地下水を循環させる地下水循環通路を用いることを特徴としたものである。

【0007】

さらに、本出願人もハイブリッド式地中熱利用ヒートポンプ装置に関する技術を提案している（特許文献4参照）。これは、地中に掘削された地中熱交換井に循環水を循環させる循環路体を埋設し、この循環水を加熱する補助熱源と、熱量不足の場合この補助熱源を稼働させるための制御を行なう制御装置を設けて構成されるものである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2005-090902号公報

【特許文献2】特開2005-207718号公報

【特許文献3】特開2005-207704号公報

【特許文献4】特開2006-145059号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

40

以上、説明したように、地中熱交換井としては、一般にUチューブ方式、同軸二重管方式が開発され実用化されている。このように、地中熱を、Uチューブ、同軸二重管を介して採熱し利用することは公知である。しかしながら、その技術は、まだ不十分であり、特に恒温状態にある地中熱を効率よく活用する点においては、さらに改善の余地がある。

【0010】

特許文献1の技術は、地下水が豊富にある地層の地中熱を利用するものであるが、井戸にケーシングを使用している。このケーシング内に水を充填させた熱交換井となっていて、地中熱はこの水を介して熱採取している。この水を強制的に流動させるためにエアー又は水を供給しケーシング底より噴出させている構成のものである。この技術は地下水が存在することを前提にしており、ケーシング等の設置等コスト負担の大きい構成のものであ

50

る。

【 0 0 1 1 】

特許文献 2 の技術は、融雪装置に関するものであり、ヒートポンプで熱交換された熱水の貯湯槽に地下水を通過させ、熱水となった地下水を地下採熱井戸に圧入し、地中熱の採熱量を多くできるようにしたものである。しかし、この技術も、地下水が存在することが前提であり、混合させる地下水の取水のための専用の掘削井戸と地下水を汲み上げ供給する設備を必要とする。地下水を採熱井戸の底部にもたらし、混合させる方式のものであるが、温度変化の少ない地下水を流動させているのみであるので、投資した設備に見合う熱交換効果が得られているかどうか疑問を呈するものである。

【 0 0 1 2 】

特許文献 3 の技術は、住宅空調用のものであるが、この技術も地下水を利用する技術である。この地下水による熱採取方法は、地中に地下水循環通路を埋設し採熱する構成であるが、地中に補助的に熱移動を可能にする装置を有して熱効率を向上させる技術ではない。

【 0 0 1 3 】

一般に、地中熱利用ヒートポンプシステムにおいて、地中熱交換量を増やすためには、多くの地中熱交換井、より深い地中熱交換井を掘削する必要がある。又、異なる方法で地中熱利用ヒートポンプシステムで熱を多く発生させて運転効率を上げようとする場合は、熱エネルギーを補給する必要がある。同一の地中熱利用ヒートポンプシステムの中での熱エネルギー交換は、システム全体のエネルギー増加を図ることができず、運転効率を向上させる改善は望めない。

【 0 0 1 4 】

このように、他のエネルギー源からの熱エネルギーを地中熱利用ヒートポンプシステムに補給する場合において、システムの全体設備の中に蓄熱槽がある場合は、熱エネルギーの温度等にも左右されるが補給する熱エネルギーを蓄熱槽に直接補給する方法が一般的である。しかしながら、蓄熱槽を別に設置するにはそれなりに専用の設備を要しコストアップとなる。全体システムの中に蓄熱槽を必要としない場合は、地中熱交換井の周囲の地中に熱エネルギーを補給し、貯えることができれば別に掘削の必要がないので経済的である。

【 0 0 1 5 】

さらに地中熱利用ヒートポンプシステムを運転すると、どうしても地中熱交換井近傍の温度勾配が低下した状態となりがちである。この低下は、採取される熱エネルギー（地中熱交換量）が地層の有効熱伝導率に影響されることに関与している。地層がどのような有効熱伝導率になっているかを考慮し、又どの程度の時間で低下又は上昇するのは、シミュレーションでその温度変化傾向を推測することは可能である。このように、地中熱交換井の周囲の温度勾配が低下して熱交換量が低くなる状況から、熱交換量を増やすための方法の 1 つは、地中熱交換井近傍の温度勾配を高くすることである。

【 0 0 1 6 】

地中熱交換井近傍の温度勾配を高くする方法として、例えば地中熱交換井近傍の地下水を少し汲み上げ、あるいは循環させることがある。このことは既に従来から行われており、又外部からエネルギーを加えることにより熱交換を効率よくすることも行なわれている。このエネルギー供給は、一般に専用の熱源を有するものになっている。しかし、その外部エネルギーは CO_2 （二酸化炭素）の発生のない自然エネルギーの使用で補給するのが好ましく、又、地下水の有無に関わらずさらにケーシング等の設備を要しないで熱交換効率を高める装置が好ましくその開発が望まれている。

【 0 0 1 7 】

本発明は、このような従来のシステムにおける問題点を解決するために開発されたものであり、エネルギーの有効活用により熱交換効率を向上させたシステムとし、次の目的を達成する。

本発明の目的は、簡素な設備で自然エネルギー等を補助的に使用して地中熱交換井の地

10

20

30

40

50

中熱交換量の増大を図り、熱効率を向上させることができる地中熱利用ヒートポンプシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明は、前記目的を達成するために次の手段をとる。即ち、

本発明1の地中熱利用ヒートポンプシステムは、地中に所定深さまで掘削された地中熱交換井と、この地中熱交換井に埋設されて地中熱側熱交換部を形成し、第1の循環流体が循環する第1の循環管路体と、熱制御対象物を加熱又は冷却するため第2の循環流体が循環する第2の循環管路体と、前記第1の循環管路体と、前記第2の循環管路体との間に設けられ、前記第1の循環流体より高温又は低温の前記第2の循環流体を造成する地中熱利用ヒートポンプと、前記地中熱交換井内に、前記第1の循環管路体の前記地中熱側熱交換部に隣接して埋設され、前記地中熱交換井の熱交換量を増加させるための交換井熱交換量増加手段とからなっている。

10

【0019】

本発明2の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明1において、前記交換井熱交換量増加手段は、U状管路体、直線状管路体、及び、螺旋状管路体から選択される1種以上が、前記地中熱側熱交換部に隣接して埋設されているものであることを特徴とする。

【0020】

本発明3の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明2において、前記U状管路体は、埋設されているU状部位の一方の直線状管路部に複数の穴が形成されたものであることを特徴とする。

20

【0021】

本発明4の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明3において、前記U状管路体には、前記U状部位の他方の直線状管路部に、気体供給体からの気体が供給可能な供給パイプが設けられていることを特徴とする。

【0022】

本発明5の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明4において、前記U状管路体の前記一方の直線状管路部には、管路を所定の位置で遮断するパッカーが設けられていることを特徴とする。

【0023】

30

本発明6の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明4において、前記U状管路体は、前記U状部位の上端部が連結された循環管路体を構成するものであり、前記循環管路体には、前記上端部及び連結部に前記地下水を異なる経路に導くことを可能とする開閉バルブが設けられていることを特徴とする。

【0024】

本発明7の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明2において、前記直線状管路体は、下方側の所定の範囲に、複数の穴が形成され、この穴を介して前記直線状管路体内に地下水の流入を可能にしたものであり、前記直線状管路体の内部には、気体供給体からの気体が供給可能な気体供給パイプ又は地下水を汲み上げるための揚水ポンプが設けられていることを特徴とする。

40

【0025】

本発明8の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明2において、前記直線状管路体は、1本以上埋設され、前記地中から地下水を揚水するための揚水用管路体、又は、前記揚水用管路体と揚水された水を前記地中に注水するための注水用管路体とであることを特徴とする。

【0026】

本発明9の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明2において、前記交換井熱交換量増加手段は、前記地中熱交換井側熱交換部に隣接して埋設されているU状管路体を含む補助エネルギー供給用循環管路体と、この補助エネルギー供給用循環管路体に、加熱又は冷却された補助循環流体を循環させて前記U状管路体に供給する補助エネルギー供給装置

50

とからなっていることを特徴とする。

【0027】

本発明10の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明9において、前記補助エネルギー供給装置は、太陽熱、地熱、温泉熱から選択される1種以上で加熱又は冷却された補助循環流体を循環供給する装置であることを特徴とする。

【0028】

本発明11の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明9において、前記補助エネルギー供給装置は、排熱により加熱された補助循環流体を循環供給させる装置であることを特徴とする。

【0029】

本発明12の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明9において、前記補助エネルギー供給装置は、夜間電力又は余剰電力により加熱又は冷却された補助循環流体を循環供給させる装置であることを特徴とする。

【0030】

本発明13の地中熱利用ヒートポンプシステムは、本発明1において、前記交換井熱交換量増加手段は、電気ヒーターであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0031】

以上のように、本発明の地中熱利用ヒートポンプシステムは、自然エネルギー、排熱エネルギー等の利用により補助的に熱を加えて地中熱交換井の地中熱を維持するようにしたので、簡素な構成でCO₂（二酸化炭素）の発生等のない熱交換効率の向上したシステムを構築することが可能となった。又、このシステムは地下水の有無に関わらずどの地層においても適用することができ、低コストで簡素な構成のシステムとすることができた。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、本発明の地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態1を示し、地中熱交換井に地中熱交換用Uチューブと穴のあるU状管路体を埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

【図2】図2は、地中熱利用ヒートポンプの構成を模式的に示した説明図である。

【図3】図3は、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態2を示し、地中熱交換井に地中熱交換用Uチューブと穴のないU状管路体を埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

【図4】図4は、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態3を示し、地中熱交換井に地中熱交換用Uチューブと電気ヒーターを埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

【図5】図5は、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態4を示し、U状管路体の所定の位置にパッカーを設けた形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

【図6】図6は、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態5、6を示し、地中熱交換井に地中熱交換用Uチューブと穴のある2本の直線状管路体を埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

図1は、本発明の実施の形態1を示し、地中熱交換井に地中熱交換用Uチューブと穴のあるU状管路体を埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。図2は、地中熱利用ヒートポンプの構成を模式的に示した説明図である。図3は、本発明の実施の形態2を示し、地中熱交換井に地中熱交換用Uチューブと穴のないU状管路体を埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図 4 は、本発明の実施の形態 3 を示し、地中熱交換井に地中熱交換用 U チューブと電気ヒーターを埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。図 5 は、本発明の実施の形態 4 を示し、U 状管路体の所定の位置にパッカーを設けた形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

【 0 0 3 5 】

図 1 に示すように、地中に、地中熱利用ヒートポンプシステム 1 の地中熱交換井 2 が掘削されている。この地中熱交換井 2 は、例えば深さ 1 0 0 ~ 1 5 0 m の掘削深さのもので、掘削壁にケーシング等を設置するものではない。

【 0 0 3 6 】

この地中熱交換井 2 に、熱交換パイプとしてポリエチレン製パイプを U 字状に曲げて構成された U 字状の管、即ち地中熱交換用 U チューブ（以下 U チューブと記載する）3 が埋設されている。この U チューブ 3 が埋設された後、地中熱交換井 2 は珪砂等充填材で充填される。なお、埋設される U チューブ 3 は、通常は 1 本であるが、複数本設置されてもよい。また、地中熱交換井の充填材は、珪砂等充填材と掘削した砂等とが混合されたものであってもよい。この U チューブ 3 は、第 1 循環流体 4 を循環させるための閉じられた管路を構成し、中間部が地中熱交換井 2 の底部で U 字状に折り曲げ部 5 の形状をなし、両端部が地上に張り出し地中熱利用ヒートポンプ 6 の第 1 熱交換部 2 1 に接続されている。

【 0 0 3 7 】

封入されている第 1 循環流体 4 は、第 1 循環管路体 A 内を、矢印で示す方向に循環している。この第 1 循環流体 4 は、不凍液、水等であり、地中熱利用ヒートポンプ 6 内の第 1 熱交換部 2 1、U チューブ 3 の一部である第 1 循環経路 7、折り曲げ部 5、第 2 循環経路 8 を経て循環している。このような構成の循環経路を循環する第 1 循環流体 4 は、例えば冬季の場合、地上側の地中熱利用ヒートポンプ 6 の第 1 熱交換部 2 1 で熱交換し、第 1 循環経路 7、折り曲げ部 5、第 2 循環経路 8 を循環し、再び第 1 熱交換部 2 1 に戻る。U チューブ 3 に形成された第 1 循環経路 7、折り曲げ部 5、第 2 循環経路 8 が地中熱交換井側熱交換部を構成する。又、第 1 循環経路 7、折り曲げ部 5、第 2 循環経路 8、第 1 熱交換部 2 1 を含み、第 1 循環流体 4 が循環する循環経路（循環管路）が第 1 循環管路体 A を構成する。

【 0 0 3 8 】

このとき地中は地上の外気温度に比べ恒温状態で地中温度が高くなっているため、第 1 循環流体 4 は地上側から地中に送られると、地中熱交換井側熱交換部（第 1 循環経路 7、折り曲げ部 5、第 2 循環経路 8）で採熱し、暖められて第 1 熱交換部 2 1 側に循環することになる。第 1 熱交換部 2 1 で、第 1 循環流体 4 と熱交換された熱媒体 2 6（図 2 参照）は地中熱利用ヒートポンプ 6 によってさらに暖められ、循環する。熱媒体 2 6 は第 2 熱交換部 2 3 で第 2 循環流体 1 0 と熱交換する。温水となった第 2 循環流体 1 0 は、熱制御対象物（例えば、建物、道路等）の融雪、暖房等の設備である熱交換装置 9 の負荷側熱交換部 2 9 で融雪、暖房等のための熱源として利用される。第 2 循環流体 1 0 は、不凍液、水等であるとよい。

【 0 0 3 9 】

地中熱利用ヒートポンプ 6 は公知の装置ではあるが、理解を容易にするため次に図 2 をもとに説明する。

地中熱用ヒートポンプ 6 は第 1 熱交換部 2 1、第 2 熱交換部 2 3、圧縮部（圧縮機）2 2、膨張部（膨張弁）2 4、熱媒体循環路 2 5 等から構成されている。熱媒体循環路 2 5 内には、融雪、暖房用の熱源とする場合、熱媒体 2 6 が矢印で示した方向に循環している。第 1 熱交換部 2 1 は、第 1 循環流体 4 と熱媒体 2 6 との間で熱交換を行なう部位である。即ち U チューブ 3 を循環する第 1 循環流体 4 の熱量を熱媒体 2 6 に熱移動させる。第 2 熱交換部 2 3 は、熱媒体 2 6 と第 2 循環流体 1 0 との間で熱交換を行なう部位である。即ち、熱媒体 2 6 の熱量を第 2 循環流体 1 0 に熱移動させる。熱移動された第 2 循環流体 1 0 は、管路 1 1、管路 1 2、利用側の熱交換装置 9 を含む第 2 循環管路体 B を循環し、負

10

20

30

40

50

荷側熱交換部 2 9 で熱源として利用される。

【 0 0 4 0 】

地中熱交換井 2 に配設した U チューブ 3 の第 1 循環経路 7、第 2 循環経路 8 等を循環する第 1 循環流体 4 は、第 1 循環ポンプ 1 3 によって循環する。第 1 循環流体 4 は、U チューブ 3 を介し、地中熱交換井 2 の地中との間で熱交換（熱採取）を行う。熱交換によって熱を得た第 1 循環流体 4 は中温水となって地上に戻り、地中熱利用ヒートポンプ 6 の第 1 熱交換部 2 1 を通過する。

【 0 0 4 1 】

第 1 循環流体 4 は、第 1 熱交換部 2 1 において熱媒体 2 6 との間で熱交換を行なって低温水となって U チューブ 3 に戻り、地中熱交換井 2 の地中と熱交換（熱採取）を行なう。第 1 熱交換部 2 1 において、第 1 循環流体 4 との間で熱交換した熱媒体 2 6 は、図 2 に示すように、圧縮機 2 2 において圧縮されることによってさらに高温となり、第 2 熱交換部 2 3 に送られる。

【 0 0 4 2 】

第 2 熱交換部 2 3 で、熱媒体 2 6 は、第 2 循環流体 1 0 との間で熱交換を行う。第 2 循環流体 1 0 は、熱交換装置 9 の負荷側熱交換部 2 9 に循環し熱源として利用される。熱媒体 2 6 との間で熱交換を行ない、熱を得た第 2 循環流体 1 0 は温水となって、第 2 循環ポンプ 1 4 によって管路 1 1、1 2 等第 2 循環管路体 B を循環し、負荷側熱交換部 2 9 において、地上側の暖房システム、暖房装置、融雪システム、融雪装置等の熱源として利用される。

【 0 0 4 3 】

一方、例えば夏季の場合には、図 2 に示した矢印と反対方向に熱媒体 2 6 は循環する。第 1 循環流体 4 は、U チューブ 3 を通過する際、外気温度より低い温度の地中と熱交換し、低い温度の第 1 循環流体 4 となる。第 1 循環流体 4 と熱交換した熱媒体 2 6 は冷却され、膨張弁 2 4 によって減圧されることによって、さらに低温となって第 2 熱交換部 2 3 に送られる。ここで、低温の熱媒体 2 6 は、第 2 熱交換部 2 3 で第 2 循環流体 1 0 と熱交換する。低温になった第 2 循環流体 1 0 は負荷側熱交換部 2 9 において、冷房システム、冷房装置等の熱源として利用される。

【 0 0 4 4 】

〔実施の形態 1〕

図 1 に基づいて、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態 1 について説明を行う。この実施の形態 1 の地中熱利用ヒートポンプシステム 1 は、地下水の流動性が少ない地域に好適な形態である。

前述したような地中熱利用ヒートポンプシステムの構成に対し、同じ地中熱交換井 2 内に、前述した U チューブ 3 に隣接して U 状管路体 1 5 を設けている。この U 状管路体 1 5 の材質は、例えばポリエチレンパイプであり、交換井熱交換量増加手段を構成する。この U 状管路体 1 5 は、塩化ビニル製のいわゆる V P 管など他の材質のものであってもよい。

【 0 0 4 5 】

この U 状管路体 1 5 は U チューブ 3 の全長あるいは一部に沿って配置され、閉じられた管路を構成している。この U 管路体 1 5 は、第 1 管路 1 6 と、折り曲げ部 1 7 と、第 2 管路 1 8 で構成され、第 1 管路 1 6 と第 2 管路 1 8 の端部は、中間開閉バルブ 3 0 を介して接続されている。又、この第 1 管路 1 6 の端部には第 1 開閉バルブ 3 1、第 2 管路 1 8 の端部には第 2 開閉バルブ 3 2 が設けられ、外気との間で U 状管路体 1 5 の開閉が可能となっている。

【 0 0 4 6 】

又、第 2 管路 1 8 には複数の穴 1 9 が全長に亘って設けられている。この第 2 管路 1 8 に穴 1 9 を設けたことで、この穴 1 9 を介して U 状管路体 1 5 内に地中熱交換井 2 内の地下水が流れ込む。第 1 管路 1 6 は穴を設けていない。この第 1 管路 1 6 には、エアホース 3 3 が挿入されていて、地上からコンプレッサー 2 0 を介して圧縮空気が供給される。この穴 1 9 は丸穴、溝状の穴が好ましいが、長穴、楕円穴、角穴、星形穴等他の形状の穴

10

20

30

40

50

であってもよい。溝状の穴、長穴、楕円穴は、第2管路18の長手方向が長手側、長径側になっていることが好ましい。

【0047】

供給された圧縮空気は第1管路16内に放出される。この圧縮空気放出により、U状管路体15内にたまった地下水を上方へもたらし汲み上げることができ、地下水の流動を促進する。このことで、地中の温度上昇又は温度低下を抑制しながら、効率的に地中熱交換を行うことができる。なお、U状管路体15に供給される媒体はエアーで説明したが、他の気体、ガス等であってもよい。

【0048】

圧縮空気供給により地下水を汲み上げる方式（いわゆる、エアーリフト方式）で汲み上げられた地下水は、地上の配管に設置したバルブ開閉操作で地上に排出することも、閉回路にして地上に汲み上げないまま第1管路16に戻しU状管路体15内を循環させることも可能である。すなわち、第1開閉バルブ31、第2開閉バルブ32を閉じ、中間バルブ30を開くことで循環させることができる。又、中間バルブ30を閉じ、第1開閉バルブ31及び/又は第2開閉バルブ32を開くことで地上側に汲み上げることができる。地中熱交換井2を設置した地域の地下特性や地下水流動の状況により、最適な構成を選定するとよい。

10

【0049】

又、地中熱利用ヒートポンプシステムの運転に伴う地中温度の変化（上昇又は低下）の状況にあわせて、地下水の汲み上げ状態や循環状態を制御するようにしてもよい。

20

さらに状況によっては、別の井戸で汲み上げられた地下水をこれらのバルブを活用し注入することも可能である。

【0050】

このようにこのU状管路体15をUチューブ3に隣接させて設けたことは、冷房運転時の温度上昇を少なくし、暖房運転時の温度下降を少なくすることができる。言い換えると、地中熱交換井2として、より効率的な熱交換を行なうことができる。

【0051】

地中熱交換井2の地中温度が予め設定した温度より上昇あるいは下降した場合に、圧縮空気供給運転、開閉バルブ操作等を行うことで、U状管路体15の穴19から取り込んだ地下水を汲み上げたり、地下水を循環させたりするとよい。このような運転をすることで、地中熱交換井2の地下水の流動形態や地中熱交換井2全体の温度分布状態に変化を与えることができ、その結果、従来の地中熱交換井2よりも効率的な地中熱交換をすることができる。

30

【0052】

地中熱利用ヒートポンプシステムの運転に伴う地中温度の上昇や下降状況は地中の有効熱伝導率や運転時間により変化するが、このような地中温度の変化状況は地中温度シミュレーションにより予め想定することができる。タイマー等の制御システムを利用することで地中温度の上昇に適応して地下水の汲み上げ、循環、注入等の運転制御をすることができ、有効な地中熱交換が可能となる。又、これら循環流体、熱媒体を循環させるためのポンプ、コンプレッサー等のエネルギー源は太陽熱等の自然エネルギーを活用することが可能である。

40

【0053】

地中熱交換井2内で採熱される地中熱は、井戸全深さに亘って均等ではない。このためU状管路体15に圧縮空気を噴出させると、地中熱交換井2に地下水の攪拌、対流等が起こり地中熱交換井2の底部側の地下水を上方へもたらすことになり、熱移動が発生する。

【0054】

詳述すると、地中熱交換井2の底部側の加熱、あるいは、冷却された地下水を汲み上げることで地中熱交換井内の温度勾配を変えることにより、これに伴って変化する熱を移動熱としている。移動熱は後述するように、交換井熱交換量増加手段の補助エネルギー供給装置により加熱又は冷却された補助循環流体の循環により、地中熱交換井内に熱を移動

50

させることも同様の移動熱とみなす。

【 0 0 5 5 】

〔実施の形態 2〕

図 3 に基づいて、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態 2 について説明を行う。この実施の形態 2 の地中熱利用ヒートポンプシステム 1 A は、地下水の流動速度が極めて遅い地域や地下水が存在しない地域の場合に好適な形態である。なお、この実施の形態 2 における U チューブ 3 等の構成は、前述した実施の形態 1 のものと同一であり、同一の符号を付与して詳細な説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

この形態 2 は前述のように U チューブ 3 に沿って穴のない U 状管路体 4 0 を地中熱交換井 2 内に埋設した例である。地中熱交換井 2 の近傍の地中を利用して蓄熱を行うことも可能な地中熱交換井システムの構築にも利用することができる。

一般に地下水流動が極めて少ない地層や地下水が存在しない地層の場合は、有効熱伝導率が低い。従って地中熱交換量が少ないため、同じ地中熱交換量が必要であるといって地中熱交換井の長さを延長して長くすると経済的には不利益となる。

【 0 0 5 7 】

しかし、このような地層は蓄熱が可能なことから、この実施の形態 2 で示すシステムを適用すると有効なシステムが構築できる。この形態 2 は、前述のように地中熱交換井 2 内に、前述同様、U チューブ 3 に隣接して U 状管路体 4 0 を埋設するものである。U 状管路体 4 0 は、補助エネルギー供給用循環管路体 C の一部を構成するものである。U 状管路体 4 0 は、穴のあいていない管路体であり、この U 状管路体 4 0 は U チューブ 3 の全長あるいは一部に沿って配置されるとよい。この補助エネルギー供給用循環管路体 C に、補助循環流体 4 3 をポンプ 4 2 を介して循環させ、U 状管路体 4 0 に供給させる構成になっている。補助循環流体 4 3 は、不凍液、水等であるとよい。補助循環流体 4 3 は、補助エネルギー供給装置 4 1 により加熱または冷却される。この形態 2 の交換井熱交換量増加手段は、U 状管路体 4 0 を含む補助エネルギー供給用循環管路体 C、補助エネルギー供給装置 4 1、補助循環流体 4 3 で構成される。

【 0 0 5 8 】

この補助エネルギー供給装置 4 1 は、冬季の場合、太陽熱、地熱、温泉熱等の自然エネルギー、不要とする排熱、排気熱、廃熱等のエネルギー（例えば、廃棄物、産業廃棄物等燃焼による排熱、空調設備等の機械設備からの排熱、エンジンなど他の設備で発生する排熱等のエネルギー）、ガス等の排熱エネルギー、余剰電力、夜間電力等の使用で得られるエネルギーなどを利用して補助循環流体 4 3 を加熱するとよい。この補助エネルギー供給用循環管路体 C の U 状管路体 4 0 を地中熱交換井 2 に埋設することで、地中熱の温度を高めると同時に蓄熱してその温度を維持し U チューブ 3 の第 1 循環流体 4 の温度を効率的に高めることができる。従って、地中熱交換井 2 は蓄熱槽としての機能を有することにもなる。

【 0 0 5 9 】

又、夏季の場合には、温水に代わって冷水を補助エネルギー供給用循環管路体 C に循環させ、U 状管路体 4 0 を介して冷熱を地中熱交換井 2 に蓄熱することも可能である。なお、このような地中熱交換井 2 の近傍の地中への蓄熱に利用する U 状管路体 4 0 は、循環する温水、冷水の流量、温度により適切なサイズや材質を選定することで効率的、経済的な熱交換を行うことができる。

【 0 0 6 0 】

〔実施の形態 3〕

図 4 に基づいて、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態 3 について説明を行う。図 4 は、実施の形態 3 の地中熱利用ヒートポンプシステム 1 B を示している。なお、この実施の形態 3 における U チューブ 3 等の構成も、前述した実施の形態 1 のものと同一であり、同一の符号を付与して詳細な説明を省略している。

【 0 0 6 1 】

この形態 3 は、U チューブ 3 に沿って地中熱交換井 2 内に電気ヒーター 5 0 を埋設した例である。この形態 3 は、地中熱交換井 2 の地中を電気ヒーター 5 0 を介して暖め、又は、蓄熱させて熱移動を行う方式である。この電気ヒーター 5 0 のエネルギー源は、前述同様太陽熱等の自然エネルギーを利用することが可能である。又、人工的に得られたものではあるが不要とする排熱、排気熱、廃熱のエネルギー（例えば、廃棄物、産業廃棄物等燃焼による排熱、空調設備等の機械設備からの排熱、エンジンなど他の設備で発生する排熱、ガス等の排熱等のエネルギー）を利用してもよい。さらに、夜間電力、余剰電力等のエネルギーを利用してもよい。この形態 3 では、電気ヒーター 5 0 が交換井熱交換量増加手段となる。

【 0 0 6 2 】

なお、電気ヒーター 5 0 は、前述した実施の形態 1 の U 状管路体 1 5 及び / または U チューブ、実施の形態 2 の U 状管路体 4 0 及び / または U チューブ等と隣接して埋設させてもよい。

【 0 0 6 3 】

〔 実施の形態 4 〕

図 5 に基づいて、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態 4 について説明を行う。この実施の形態 4 の地中熱利用ヒートポンプシステム 1 C は、地下水位面が地表から深い位置にある地域に好適なものである。なお、この実施の形態 4 における U チューブ 3 等の構成も、前述した実施の形態 1 のものと同一であり、同一の符号を付与して詳細な説明を省略している。

【 0 0 6 4 】

図 5 に示すように、この形態 4 の地中の状況は、地下水位面 6 8 は地表から深い位置にある。そこで、U 状管路体 1 5 a の第 2 管路 1 8 a の地下水位面 6 8 に対応する位置にパッカー 6 5 を設け、第 2 管路 1 8 a を途中で遮断している。パッカー 6 5 は、U 状管路体 1 5 a の第 2 管路 1 8 a 内に挿入後、膨張させることで第 2 管路 1 8 a を遮断するものとして周知であり、この形態の説明では詳細な説明を省略する。U 状管路体 1 5 a は、第 1 管路 1 6 a、折り曲げ部 1 7 a、第 2 管路 1 8 a で構成されている。

【 0 0 6 5 】

この第 2 管路 1 8 a には、エアーホース 1 3 3 が挿入されていて、地上からコンプレッサー 2 0 を介して圧縮空気が供給される。又、第 2 管路 1 8 a の端部には第 3 開閉バルブ 1 3 2 が設けられ、外気との間で U 状管路体 1 5 a の開閉が可能となっている。又、第 1 管路 1 6 a には、エアーホース 3 3 が挿入されていて、地上からコンプレッサー 2 0 を介して圧縮空気が供給される。この第 1 管路 1 6 a の端部には第 1 開閉バルブ 3 1 が設けられ、外気との間で U 状管路体 1 5 a の開閉が可能となっている。第 1 管路 1 6 a と第 2 管路 1 8 a とは、中間開閉バルブ 3 0 を介して接続されている。U 状管路体 1 5 a、パッカー 6 5 等が交換井熱交換量増加手段となる。

【 0 0 6 6 】

このような構成とすることで、地下水位面 6 8 から下部側の穴 1 9 a を介して、第 2 管路 1 8 a の下部側、第 1 管路 1 6 a 等に流入した地下水を汲み上げることができる。また、第 2 管路 1 8 a の下部側、第 1 管路 1 6 a 等に流入した地下水を汲み上げながら第 2 管路 1 8 a の上部側の穴 1 9 b から地下水等を、地下水位面 6 8 より上の地中に注入処理してもよい。コンプレッサー 2 0 とエアーホース 3 3、1 3 3 の間には、エアー開閉バルブ 1 2 1、1 2 2 が設けられており、エアーホース 3 3、エアーホース 1 3 3 には、個別に、圧縮空気を供給することができる。もちろん、エアーホース 3 3、エアーホース 1 3 3 の両方に、圧縮空気を供給することもできる。エアーホース 3 3 から圧縮空気を供給する動作で、第 2 管路 1 8 a の下部側、第 1 管路 1 6 a 等に溜まった地下水を汲み上げることができる。汲み上げられた地下水は、第 1 開閉バルブ 3 1、中間開閉バルブ 3 0 の開閉操作によって、地上に排出することができる。また、第 3 開閉バルブ 1 3 2 から別の地下水等を注入することができる。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

このようにすることで、パッカー 65 から下の地下水の流動を促進し、地中の温度上昇又は温度低下を抑制しながら、効率的に地中熱交換を行うことができる。なお、パッカー 65 の位置は、熱交換効果に最適な位置を任意に選択することができる。また、この地中熱利用ヒートポンプシステム 1C は、電気ヒーターが、地中熱交換井に、Uチューブ及び/または U 状管路体に隣接して埋設された構成のものであってもよい。電気ヒーターは太陽熱等の自然エネルギー、排熱、排気熱、廃熱のエネルギー、夜間電力等を利用するとよい。

【0068】

〔実施の形態 5〕

図 6 は、地中熱交換井に地中熱交換用 Uチューブと穴のある 2 本の直線状管路体（揚水用管路体、注水用管路体）を埋設した形態の地中熱利用ヒートポンプシステムを模式的に示した構成図である。

図 6 に基づいて、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態 5 について説明を行う。この実施の形態 5 の地中熱利用ヒートポンプシステム 1D は、前述した実施の形態 1 の変形例に相当するものであり、Uチューブ 3 に隣接して、直線状の揚水用管路体 201 を地中熱交換井 2 に埋設した形態としている。なお、この実施の形態 5 における Uチューブ 3 等の構成は、前述した実施の形態 1 のものと同一であり、同一の符号を付与して詳細な説明を省略している。

【0069】

この揚水用管路体 201 は、下端が閉じているとともに、下方側の所定の範囲に、穴 202 が形成されている。なお、この揚水用管路体 201 は、砂等が入らないように下端が閉じているものが好ましいが、開いていてもよい。この揚水用管路体 201 に穴 202 を設けたことで、この穴 202 を介して揚水用管路体 201 内に地中熱交換井 2 内の地下水が流れ込む。この穴 202 は丸穴、溝状の穴が好ましいが、長穴、楕円穴、角穴、星形穴等他の形状の穴であってもよい。溝状の穴、長穴、楕円穴は、揚水用管路体 201 の長手方向が長手側、長径側になっていることが好ましい。

【0070】

この揚水用管路体 201 には、エアーホース 33 が挿入されていて、地上からコンプレッサー 20 を介して圧縮空気が供給される。供給された圧縮空気は揚水用管路体 201 内に放出される。この圧縮空気放出により、揚水用管路体 201 内にたまった地下水を上方へもたらし汲み上げることができ、汲み上げた地下水は、図示しない管路を介して地中熱交換井 2 の外部（地上）に排出して、地下水の流動を促進する。いわゆる、エアーリフト方式で、揚水用管路体 201 内の地下水を揚水する。この実施の形態 5 の場合には、揚水用管路体 201 のみを地中熱交換井 2 に埋設したものであってもよく、図 6 に示した形態の中間開閉バルブ 30 を閉状態にしたものであってもよい。このことで、地中の温度上昇又は温度低下を抑制しながら、効率的に地中熱交換を行うことができる。なお、揚水用管路体 201 に供給される媒体はエアーで説明したが、他の気体、ガス等であってもよい。さらに、圧縮空気の供給で地下水を汲み上げる方式（エアーリフト方式）の形態で説明したが、揚水用管路体 201 に小型の揚水ポンプを内蔵して、地下水を汲み上げる揚水ポンプ方式のものであってもよい。

【0071】

〔実施の形態 6〕

さらに、図 6 に基づいて、地中熱利用ヒートポンプシステムの実施の形態 6 について説明を行う。実施の形態 6 の地中熱利用ヒートポンプシステム 1E は、実施の形態 5 の変形例であり、揚水用管路体 201 に隣接して、直線状の注水用管路体 211 を埋設した形態のものである。すなわち、直線状の揚水用管路体 201、注水用管路体 211 を、Uチューブ 3 に隣接して地中熱交換井 2 に埋設した形態となっている。なお、この実施の形態 6 における Uチューブ 3 等の構成も、前述した実施の形態 1 のものと同一であり、同一の符号を付与して詳細な説明を省略している。

【0072】

この注水用管路体 2 1 1 は、地中熱交換井 2 から揚水した水を、地中熱交換井 2 側に戻すため注水するものである。揚水用管路体 2 0 1 と注水用管路体 2 1 1 との間には、管路及び中間開閉バルブ 3 0 が設けられている。注水用管路体 2 1 1 の下方側の所定の範囲に、穴 2 1 2 が形成されている。この注水用管路体 2 1 1 に穴 2 1 2 を設けたことで、この穴 2 1 2 を介して注水用管路体 2 1 1 内の水が地中熱交換井 2 側に注水される。すなわち、中間開閉バルブ 3 0 を開状態にしたとき、エアリフト方式、揚水ポンプ等により揚水用管路体 2 0 1 内から揚水された地下水が、管路、中間開閉バルブ 3 0 を介して注水用管路体 2 1 1 側に移動し、注水用管路体 2 1 1 の穴 2 1 2 から地中熱交換井 2 側に注水される。すなわち、地下水が循環する。

【 0 0 7 3 】

なお、この地中熱利用ヒートポンプシステム 1 E は、中間開閉バルブが無い形態のものであってもよい。また、この地中熱利用ヒートポンプシステム 1 D、1 E は、電気ヒーターが、地中熱交換井に、Uチューブ及び/または直線状管路体に隣接して埋設された構成のものであってもよい。電気ヒーターは太陽熱等の自然エネルギー、排熱、排気熱、廃熱のエネルギー、夜間電力等を利用するとよい。

【 0 0 7 4 】

なお、注水用管路体は、穴が形成された直線状の管体と、この管体内に挿入されたパッカーとで構成された注水用管路構成体で代用してもよい。また、予め注水する位置が確認されている場合には、注水用管路体の長さをこの位置に相当する長さのもの（例えば、図 6 に示した注水用管路体より長さが短いもの）としてもよい。

【 0 0 7 5 】

本発明の実施の形態について以上のとおり説明したが、本発明はこの実施の形態に限定されない。本発明の目的、趣旨を逸脱しない範囲内での変更が可能なのはいうまでもない。例えば、図示していないが、交換井熱交換量増加手段の管路体は、Uチューブの周囲を螺旋状に囲むようにした管路を含む管路体であってもよく、又、熱伝導率の高い部材をUチューブとU状管路体に接触あるいは結合させる構成にしてもよい。この場合はU状管路体の熱をUチューブに直接熱移動させることができる。さらに、Uチューブのみが既に設置されている井戸であれば、U状管路体を追加の形で設置しこのシステムを構築することも可能である。

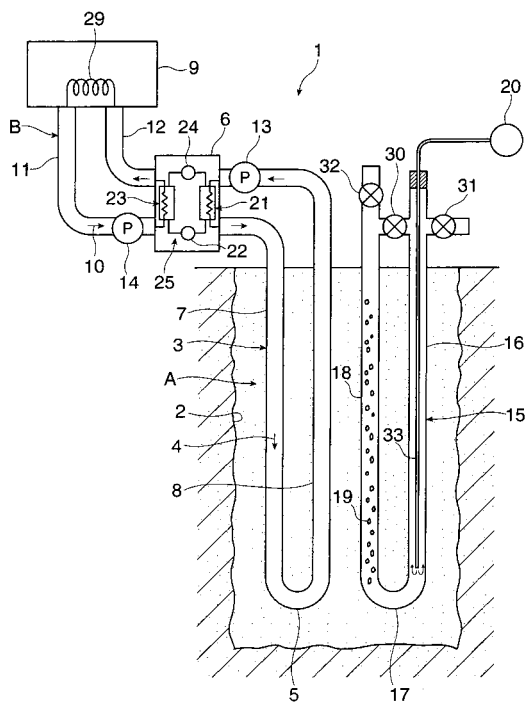
【 符号の説明 】

【 0 0 7 6 】

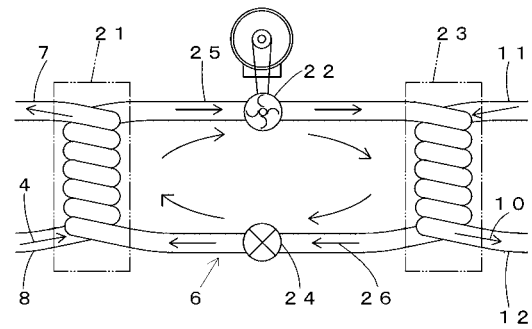
- 1、1 A、1 B、1 C、1 D、1 E ... 地中熱利用ヒートポンプシステム
- 2 ... 地中熱交換井
- 3 ... 地中熱交換用 U チューブ
- 4 ... 第 1 循環流体
- 6 ... 地中熱利用ヒートポンプ
- 9 ... 熱交換装置
- 1 0 ... 第 2 循環流体
- 1 5、4 0 ... U 状管路体
- 1 9、1 1 9 ... 穴
- 2 0 ... コンプレッサー
- 3 3 ... エアーホース
- 4 1 ... 補助エネルギー供給装置
- 4 3 ... 補助循環流体
- 5 0 ... 電気ヒーター
- 6 5 ... パッカー
- 2 0 1 ... 揚水用管路体
- 2 1 1 ... 注水用管路体
- A ... 第 1 循環管路体
- B ... 第 2 循環管路体

C ... 補助エネルギー供給用循環管路体

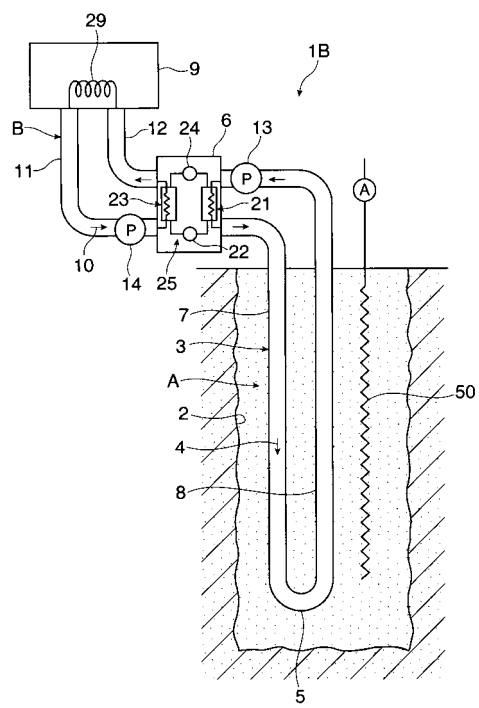
【図 1】



【図 2】



【 図 4 】



【 図 6 】

