

(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2005-48972

(P2005-48972A)

(43) 公開日 平成17年2月24日(2005.2.24)

(51) Int. Cl.⁷

F 2 5 B 30/06

F 2 4 J 3/08

F I

F 2 5 B 30/06

F 2 4 J 3/08

テーマコード (参考)

T

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-203182 (P2003-203182)
 (22) 出願日 平成15年7月29日 (2003.7.29)

(71) 出願人 000006655
 新日本製鐵株式会社
 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
 (74) 代理人 100107250
 弁理士 林 信之
 (74) 代理人 100119220
 弁理士 片寄 武彦
 (72) 発明者 佐伯 英一郎
 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社内
 (72) 発明者 中村 靖
 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社内
 (72) 発明者 美野 二郎
 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社内

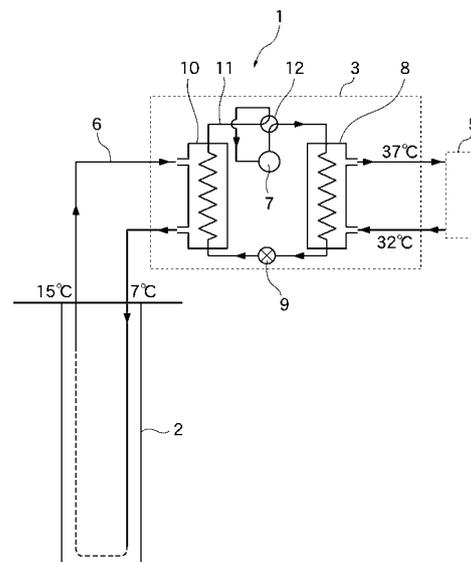
(54) 【発明の名称】 地中熱利用システム

(57) 【要約】

【課題】 地中熱交換機の採熱、放熱能力を回復可能とした効率的な地中熱利用空調システムを提供することを目的とする。

【解決手段】 地中熱利用空調システムにおいて、地中に設置された地中熱交換器とヒートポンプとの間を熱交換可能に連結し、ヒートポンプと被空調空間及び大気との熱交換器とを切替可能に連結し、冷暖房運転時には、地中熱交換器、ヒートポンプ、被空調空間とを連結して被空調空間を冷暖房し、冷暖房運転時以外で電気使用料金が安価な時に、地中熱交換器、ヒートポンプ、大気との熱交換器とを連結し、前記ヒートポンプを冷暖房運転時の運転と反対の運転をすることにより地中熱交換器の放熱又は採熱能力を回復させることを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

地中に設置された地中熱交換器とヒートポンプとの間を熱交換可能に連結し、ヒートポンプと被空調空間及び大気との熱交換器とを切替可能に連結し、冷暖房運転時には、地中熱交換器、ヒートポンプ、被空調空間とを連結して、地中に放熱又は採熱しながら被空調空間を冷暖房し、冷暖房運転時以外で電気使用料金が安価な時に、地中熱交換器、ヒートポンプ、大気との熱交換器とを連結し、前記ヒートポンプを冷暖房運転時の運転と反対の運転をすることにより地中熱交換器の放熱又は採熱能力を回復・向上させることを特徴とする地中熱利用空調システム。

【請求項 2】

地中に設置された少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器とヒートポンプとを熱交換可能に連結すると共に、前記ヒートポンプと被空調空間及び 2 グループ以上の地中熱交換器の他方の地中熱交換器とを切替可能に連結し、冷暖房運転時、前記少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器の一方とヒートポンプと被空調空間とを連結して地中に放熱又は採熱しながら冷暖房運転をし、冷暖房運転時以外で電気使用料金が安価な時に、前記ヒートポンプと少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器とを連結し、前記ヒートポンプで冷暖房運転時の運転と反対の運転をすることにより、少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器の一方の地中熱交換器の放熱又は採熱能力を回復させ、且つ 2 グループ以上の地中熱交換器の他方の地中熱交換器に長期的な採熱又は放熱能力を蓄積することを特徴とする地中熱利用空調システム。

【請求項 3】

前記地中熱交換器とヒートポンプとの間にラインを循環させることにより熱交換することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の地中熱利用空調システム。

【請求項 4】

前記地中熱交換器とヒートポンプとの間に直接冷媒を循環させることにより熱交換することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の地中熱利用空調システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、地熱を利用した被空調空間を冷暖房する地中熱利用空調システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

外気に左右されず年間を通して安定した温度に保たれる地中に、地中熱交換器を設置し、地中熱交換器とヒートポンプとの間で熱交換可能として被空調空間を冷暖房する地中熱利用空調システムが開発されている。

地中熱利用空調システムは、年間を通じて安定した温度の大地を熱源として利用するため、空気熱源等の他システムに比べ成績係数（冷暖房能力 / 使用電力）の高いシステムである。

【0003】

【非特許文献 1】「地球熱利用システム・地中熱利用ヒートポンプシステムの特徴と課題」新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）発行パンフレット 9 ページ。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来の地中熱利用空調システムは、地中に設置された熱交換器とヒートポンプとの間で冷暖房運転のための放熱又は採熱の熱交換が続くと、時間の経過にともない地中熱交換器周辺の地中温度が上昇又は下降し、地中熱交換器の放熱又は採熱能力は減少する。

図中 10 (a) は、冷房又は暖房運転を行う際の放熱又は採熱にともなう地中熱交換器からの距離に応じた地中温度分布の経時変化を示す。

図中の実線 1 は、冷房又は暖房開始時の 1 日目運転終了時点の地中温度分布を示し、点線 2 及び 3 は、冷房又は暖房運転期におけるその後の運転時間の経過による地

10

20

30

40

50

中温度分布の変化を示す。

図10(b)は、冷房又は暖房運転期における放熱又は採熱能力の経時変化を示す。

図10(b) 3の時点のように時間経過とともに減少していった放熱又は採熱能力は見掛け上安定するが、その放熱又は採熱能力は初期1の時点に比べ著しく低下することになり、結果的に冷房又は暖房能力も初期に比べ著しく低下する。

従来の中熱利用空調システムの冷房又は暖房能力は、この3の時点の放熱又は採熱能力を基に設計されているのが現状である。このため、標準的な戸建住宅では、冷暖房・給湯負荷等を中熱でまかなう場合、一般的に100m程度のボアホール型中熱交換器が必要になっており、また、住宅以外の業務用建築物では、敷地内に設置し得る数量の中熱交換器で安定的に得られる冷暖房能力が建物全体の負荷に満たない場合が多く、成績係数の高い中熱利用空調は部分的にしか使用できず、空調熱源等成績係数の劣る他の空調システムと併用して採用しなければならない事例が多い。

10

【0005】

本発明は、上記従来の中熱利用空調システムの持つ問題点を解消する、中熱交換器の採熱、放熱能力を回復可能とした効率的な中熱利用空調システムを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本第1発明は、前記課題を解決するために、中熱利用空調システムにおいて、地中に設置された中熱交換器とヒートポンプとの間を熱交換可能に連結し、ヒートポンプと被空調空間及び大気との熱交換器とを切替可能に連結し、冷暖房運転時には、中熱交換器、ヒートポンプ、被空調空間とを連結して、地中に放熱又は採熱しながら被空調空間を冷暖房し、冷暖房運転時以外で電気使用料金が安価な時に、中熱交換器、ヒートポンプ、大気との熱交換器とを連結し、前記ヒートポンプを冷暖房運転時の運転と反対の運転をすることにより中熱交換器の放熱又は採熱能力を回復・向上させることを特徴とする。

20

【0007】

本第2発明は、中熱利用空調システムにおいて、地中に設置された少なくとも2グループ以上の中熱交換器とヒートポンプとを熱交換可能に連結すると共に、前記ヒートポンプと被空調空間及び2グループ以上の中熱交換器の他方の中熱交換器とを切替可能に連結し、冷暖房運転時、前記少なくとも2グループ以上の中熱交換器の一方とヒートポンプと被空調空間とを連結して地中に放熱又は採熱しながら冷暖房運転をし、冷暖房運転時以外で電気使用料金が安価な時に、前記ヒートポンプと少なくとも2グループ以上の中熱交換器とを連結し、前記ヒートポンプで冷暖房運転時の運転と反対の運転をすることにより、少なくとも2グループ以上の中熱交換器の一方の中熱交換器の放熱又は採熱能力を回復させ、且つ2グループ以上の中熱交換器の他方の中熱交換器に長期的な採熱又は放熱能力を蓄積することを特徴とする。

30

【0008】

本第3発明は、本第1又は第2発明の中熱利用空調システムにおいて、前記中熱交換器とヒートポンプとの間にラインを循環させることにより熱交換することを特徴とする。

40

【0009】

本第4発明は、本第1又は第2発明の中熱利用空調システムにおいて、前記中熱交換器とヒートポンプとの間に直接冷媒を循環させることにより熱交換することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を図により説明する。

図1は、本発明の中熱利用空調システム1を、夏期の冷房用に適用した一実施形態を示す図である。

中熱利用空調システム1は、地中に設置される中熱交換器2、ヒートポンプ3、被空

50

調空間 4、大気との熱交換器 5 及びブライン（熱媒体液体又は熱媒体気体）を循環させるブライン配管 6 を有する。

地中熱交換器 2 は、地中に形成されるボアホール、杭基礎、直接基礎、地中連続壁等の地中地盤と接するすべての部材に適用可能である。

ヒートポンプ 3 は、圧縮機 7 と凝縮器 8 と膨張弁 9 と蒸発器 10 とそれらを接続し冷媒を循環する冷媒配管 11 と冷媒の流れを正逆方向に切り替える四方弁 12 から構成される。

図 1 に示されるように、地中熱利用空調システム 1 を冷房用に適用する場合、地中熱交換器 2 内のブラインとヒートポンプ 3 の凝縮器 8 からブライン配管 6 を通して循環するブラインとで熱交換し、地中に放熱し、被空調空間 4 とヒートポンプ 3 の蒸発器 10 との間で熱交換し、被空調空間 4 を冷房する。

10

【0011】

地中熱利用空調システム 1 の冷房運転時以外で、電気使用料金が安価な時（例えば夜間）に、地中熱交換器 2 の放熱能力を回復するための運転を行う。図 2 は回復運転の実施状態を示す図である。

この状態では、冷媒の冷媒配管 11 を通しての循環が冷房運転時とは逆循環とし、ヒートポンプ 3 の凝縮器 8 と大気との熱交換器 5 との間で熱交換し、ヒートポンプ 3 の蒸発器 10 からブライン配管 6 を通して循環するブラインと地中熱交換器 2 内のブラインとで熱交換し、地中を冷却し、地中熱交換器 2 の放熱能力を回復させる。

【0012】

図 3 は、夏期の地中熱利用空調システム 1 の冷房運転と地中熱交換器 2 の放熱能力回復運転が交互に行われている状態を示す図である。実線で示されるものは、冷房運転 13 をすることにより、地中熱交換器 2 の放熱能力が低下するが、電気使用料金が安価な時（例えば夜間）に行われる放熱能力回復運転 14 により地中熱交換器 2 の放熱能力が回復し、初期の能力を維持した冷房運転が可能になることを示している。

20

図 3 において破線で示されるのは、放熱能力回復運転を行わない場合の地中熱交換器 2 の放熱能力の低下状態を示すもので、数日で放熱能力が著しく低下することを示している。

【0013】

図 2 の放熱能力回復のための地中冷却運転を行い、地中温度が初期温度に戻り、放熱能力が回復した後も、さらに冷却運転を続ければ、地中温度は初期温度よりさらに低下し、放熱能力そして冷房能力を初期よりも向上させることが可能となる。回復後も冷却運転を続けた場合の地中温度分布を図 10 (a) の一点鎖線 4 に、放熱能力を図 10 (b) の 4 に示す。初期状態の 1 に比べ、4 では空調運転前よりも地中熱交換器からの距離に応じた地中温度分布がさらに低い状態になり、放熱能力が向上している。

30

【0014】

図 4 は、地中熱利用空調システム 1 を、冬期の暖房用に適用した一実施形態を示す図である。

図 4 に示されるように、地中熱利用空調システム 1 を暖房用に適用する場合、地中熱交換器 2 内のブラインとヒートポンプ 3 の蒸発器 10 からブライン配管 6 を通して循環するブラインとで熱交換し、地中から採熱し、被空調空間 4 とヒートポンプ 3 の凝縮器 8 との間で熱交換し、被空調空間 4 を暖房する。

40

【0015】

地中熱利用空調システム 1 の暖房運転時以外で、電気使用料金が安価な時（例えば夜間）に、地中熱交換器 2 の採熱能力を回復するための運転を行う。図 5 は回復運転の実施状態を示す図である。

この状態では、冷媒の冷媒配管 11 を通しての循環が暖房運転時とは逆循環とし、ヒートポンプ 3 の蒸発器 10 と大気との熱交換器 5 との間で熱交換し、ヒートポンプ 3 の凝縮器 8 からブライン配管 6 を通して循環するブラインと地中熱交換器 2 内のブラインとで熱交換し、地中を加熱し地中熱交換器 2 の採熱能力を回復させる。

【0016】

図 6 は、冬期の地中熱利用空調システム 1 の暖房運転と地中熱交換器 2 の採熱能力回復運

50

転が交互に行われている状態を示す図である。実線で示されるものは、暖房運転 15 をすることにより、地中熱交換器 2 の採熱能力が低下するが、電気使用料金が安価な時（例えば夜間）に行われる採熱能力回復運転 16 により地熱交換機 2 の採熱能力が回復し、初期の能力を維持した暖房運転が可能になることを示している。

図 6 において破線で示されるのは、採熱能力回復運転 16 を行わない場合の地中熱交換器 2 の採熱能力の低下状態を示すもので、数日で採熱能力が著しく低下することを示している。

【0017】

図 2 の採熱能力が回復のための地中加熱運転を行い、地中温度が初期温度にもどり、採熱能力回復した後も、さらに加熱運転を続ければ、地中温度は初期温度よりさらに上昇し、採熱能力そして暖房能力を初期よりも向上させることが可能となる。回復後も加熱運転を続けた場合の地中温度分布を図 10 (a) の一点鎖線 4 に、採熱能力を図 10 (b) の 4 に示す。初期状態の 1 に比べ、4 では空調運転前よりも地中熱交換器からの距離に応じた地中温度分布がさらに高い状態になり、採熱能力が向上している。

10

【0018】

図 7 は、本発明の地中熱利用空調システムを夏期の冷房運転期間の冷房運転時外であって電気使用料金が安価な時（夜間）に実施される地熱交換機 2 の放熱能力回復運転時の他の実施形態を示す図である。

この実施形態においては、少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器 2、2' を有する。2 グループ以上の地中熱交換器 2、2' は、所定間隔を置いて配置されるのが好ましい。この実施形態においても、冷房運転時は図 1 に示される実施形態と同様に、少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器 2、2' の一方の地熱交換機 2 内の充填材とヒートポンプ 3 の凝縮器 8 からライン配管 6 を通して循環するラインとで熱交換し、被空調空間 4 とヒートポンプ 3 の蒸発器 10 との間で熱交換し、地中に放熱し、被空調空間 4 を冷房する。

20

この実施形態における放熱能力回復運転は、ヒートポンプ 3 の蒸発器 10 からライン配管 6 を通して循環するラインと一方の地中熱交換器 2 内の充填材とで熱交換し、一方の地中熱交換器 2 周囲の地中を冷却し、一方の地熱交換機 2 の放熱能力を回復させ、ヒートポンプ 3 の凝縮器 8 からライン配管 6 を通して循環するラインと他方の地熱交換機 2' 内の充填材と熱交換して、他方の地熱交換機 2' 周囲の地中に放熱し、次の暖房期間の採熱能力を向上させるための長期的な高温蓄熱が実施され、大気との熱交換器 5 による放熱を実施しない。

30

【0019】

図 8 は、本発明の地中熱利用空調システム 1 を冬期の暖房運転期間の暖房運転時外で電気使用料金が安価な時に実施される地中熱交換器 2 の採熱能力回復運転時の他の実施形態を示す図である。

この実施形態においても、暖房運転時は図 4 に示される実施形態と同様に、少なくとも 2 グループ以上の一方の地中熱交換器 2 内の充填材とヒートポンプ 3 の蒸発器 10 からライン配管 6 を通して循環するラインとで熱交換し、被空調空間 4 とヒートポンプ 3 の凝縮器 8 との間で熱交換し、地中から採熱し、被空調空間 4 を暖房する。

40

この実施形態における採熱能力回復運転は、ヒートポンプ 3 の凝縮器 8 からライン配管 6 を通して循環するラインと一方の地中熱交換器 2 内の充填材とで熱交換し、一方の地中熱交換器 2 周囲の地中を加熱し、一方の地熱交換機 2 の採熱能力を回復させ、ヒートポンプ 3 の蒸発器 10 からライン配管 6 を通して循環するラインと他方の地熱交換機 2' 内の充填材と熱交換して、他方の地熱交換機 2' 周囲の地中から採熱し、次の冷房期間の放熱能力を向上させるための長期的な低温蓄熱が実施され、大気との熱交換器 5 による熱交換を実施しない。

【0020】

図 9 (a) (b) は、地中熱交換器 2 内に満たされた充填材とヒートポンプ 3 との熱交換を、ライン配管を通して循環するラインにより行うのではなく、ヒートポンプ 3 の冷

50

媒配管 11 を循環する冷媒と地中熱交換器 2 内に満たされた水、グラウト等の充填材とで行うものである。

図 9 (a) は、地中熱利用空調システム 1 の冷房運転の状態を示すもので、地中熱交換器 2 内に満たされた充填材と熱交換する冷媒配管 11 自体がヒートポンプ 3 の凝縮器 8 として機能し、地中に放熱し、ヒートポンプ 3 の蒸発器 10 と被空調空間 4 との間で熱交換し被空調空間 4 を冷房する。

図 9 (b) は、地中熱利用空調システム 1 の暖房運転の状態を示すもので、地中熱交換器 2 内に満たされた充填材と熱交換する冷媒配管 11 自体がヒートポンプ 3 の蒸発器 10 として機能し、地中から採熱しヒートポンプ 3 の凝縮器 8 と被空調空間 4 との間で熱交換し被空調空間 4 を暖房する。

10

【 0 0 2 1 】

以上、本発明の地中熱利用システムの実施形態の用途として空調を中心として説明してきたが、本発明の地中熱利用システムの用途は空調に限定されるものではなく、融雪、給湯等の他の用途にも適用可能であることは当然のことである。

【 0 0 2 2 】

【 発明の効果 】

本発明の冷暖房運転時以外で電気使用量が減少する時に、地中熱交換器、ヒートポンプ、大気との熱交換器とを連結し、電気使用量の少ない時に設定される安価な電力を使用し、前記ヒートポンプを冷暖房運転時の運転と反対の運転をすることにより地中熱交換器の放熱又は採熱能力を回復させる構成により、冷暖房運転を長期間繰り返しても、初期の高位

20

な地中熱交換器の放熱又は採熱能力を確保またはさらに向上させることができ、効率的に地中から熱を得ることができ、地中熱交換器ボリュームの低減や、建築物全負荷への地中熱利用対応が可能になる。

また、放熱又は採熱能力回復運転が、冷暖房運転時外の電気使用料金が安価な使用量減少時（夜間）に実施されるため、電力供給能力に影響されることがなく、安い電気料金で運転できるので、低コストの地中熱利用空調システムとすることができる。

さらに、ヒートポンプと少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器を連結し、前記ヒートポンプで冷暖房運転時の運転と反対の運転をすることにより、少なくとも 2 グループ以上の地中熱交換器の一方の地中熱交換器の放熱又は採熱能力を回復させ、且つ 2 グループ以上の地中熱交換器の他方の地中熱交換器に長期的な放熱又は採熱能力を蓄積する構成により、冷房又は暖房運転期間に次の暖房又は冷房運転期間のための長期的採熱又は放熱能力を蓄積することができ、低コストで効率のよい地熱利用空調システムとすることができ、大気との熱交換がないので、ヒートアイランド現象を抑制することができる。

30

地中熱交換器内の充填材に直接ヒートポンプの冷媒配管を配置することで熱交換効率がよくなり、ブライン配管が必要なくなり、ブライン搬送動力を削減でき、運転のための必要エネルギーを低減することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の冷房運転時の一実施形態を示す図である。

【 図 2 】 本発明の放熱能力回復運転の一実施形態を示す図である。

【 図 3 】 本発明の冷房及び放熱能力回復の交互運転による地中熱交換器の放熱能力回復状態を示す図である。

40

【 図 4 】 本発明の暖房運転時の一実施形態を示す図である。

【 図 5 】 本発明の採熱能力回復運転の一実施形態を示す図である。

【 図 6 】 本発明の暖房及び採熱能力回復の交互運転による地中熱交換器の採熱能力回復状態を示す図である。

【 図 7 】 本発明の放熱能力回復運転の他の実施形態を示す図である。

【 図 8 】 本発明の採熱能力回復運転の他の実施形態を示す図である。

【 図 9 】 本発明の地中熱交換器とヒートポンプとの間の熱交換の他の実施形態を示す図である。

【 図 10 】 (a) (b) 従来技術の問題点を示す図である。

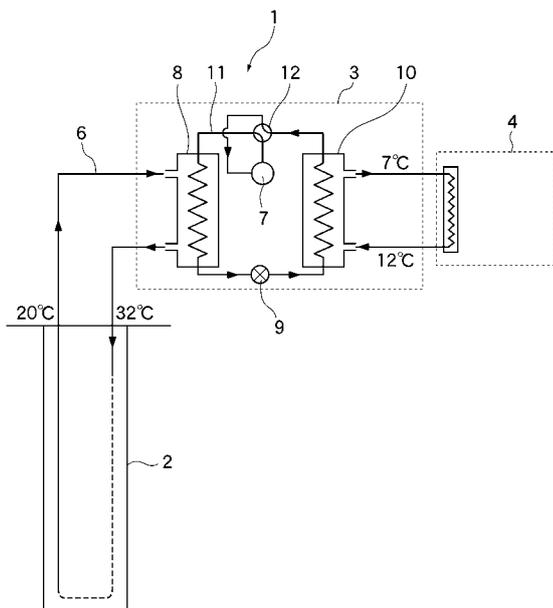
50

【符号の説明】

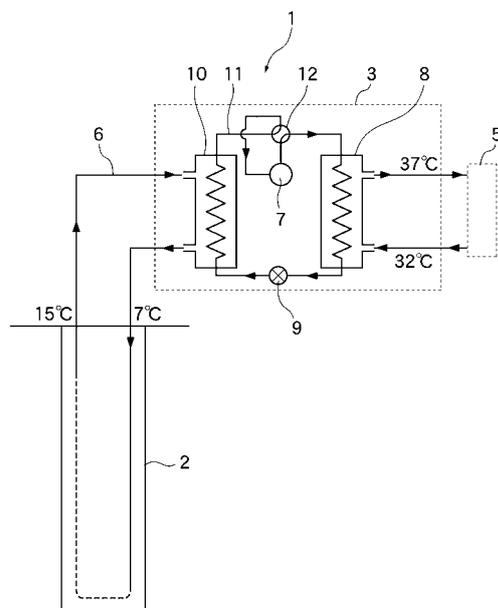
- 1 : 地中熱利用空調システム
- 2 : 地中熱交換器
- 3 : ヒートポンプ
- 4 : 被空調空間
- 5 : 大気との熱交換器
- 6 : プライン用配管
- 7 : 圧縮機
- 8 : 凝縮器
- 9 : 膨張弁
- 10 : 蒸発器
- 11 : 冷媒用配管
- 12 : 四方弁
- 13 : 冷房運転
- 14 : 放熱能力回復運転
- 15 : 暖房運転
- 16 : 採熱能力回復運転

10

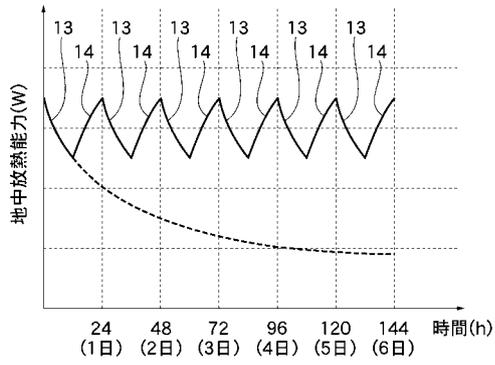
【図 1】



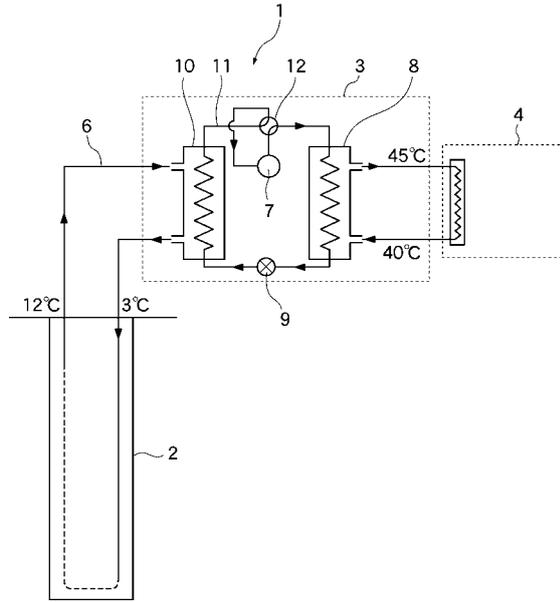
【図 2】



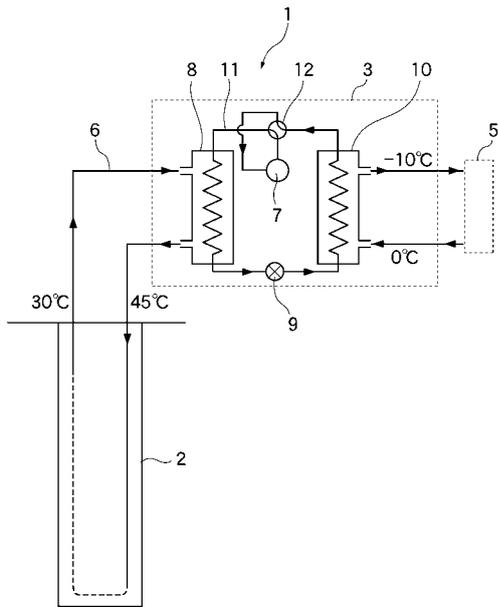
【 図 3 】



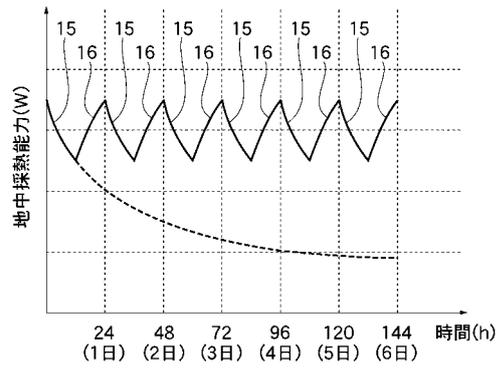
【 図 4 】



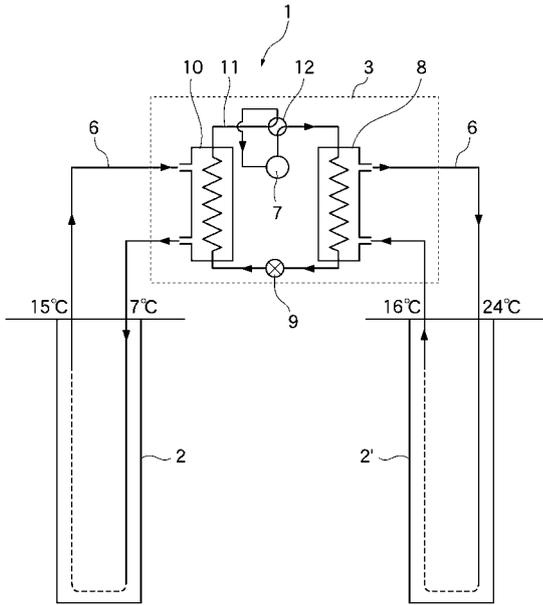
【 図 5 】



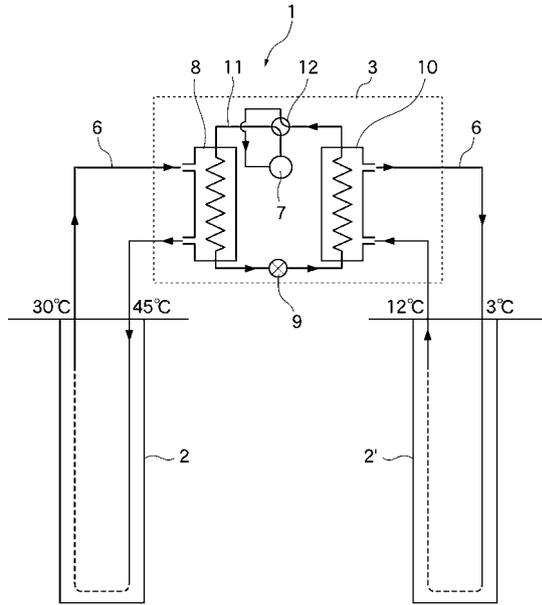
【 図 6 】



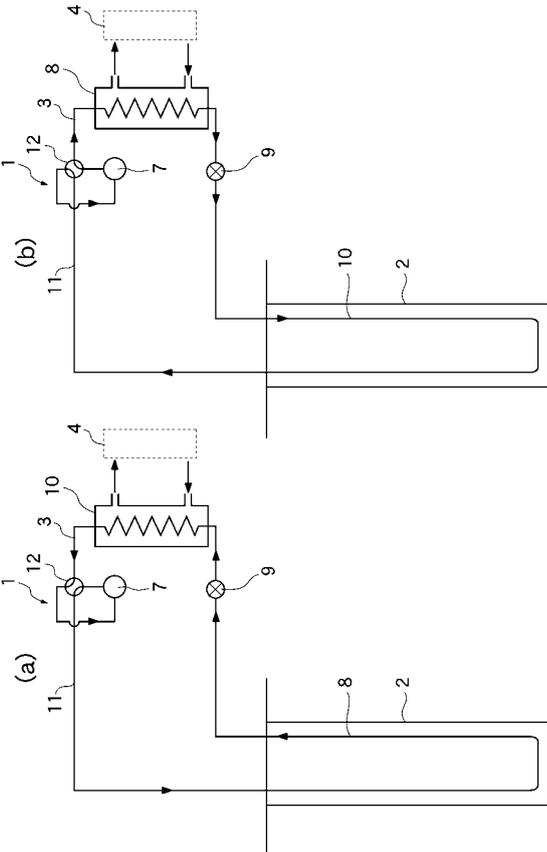
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

