

明 細 書

発明の名称：

地中熱利用システム、制御装置、制御方法、プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、地中熱利用システム、制御装置、制御方法、プログラムに関する。

本願は、2021年4月22日に出願された特願2021-72635号に対して優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、地下水を温熱源又は冷熱源として利用する地中熱利用システムが提案されている。

[0003] 例えば、特許文献1には、ケーシングの内側の空間内の地下水と熱交換を行う地中熱利用システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-122712号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1には、地下水を地上に汲み上げることなく熱交換を行う地中熱利用システムが開示される一方、くみ上げた地下水を再び地下に還元する地中熱利用システムも開示されている。

しかし、くみ上げた地下水は、大気に晒されることで、地下水中のガス成分が揮発することがある。

このため、くみ上げた地下水を井戸に注水すると、揮発したガスによって井戸内のガス圧が上昇することがある。

ガス圧が上昇すると、注水が困難となったり、井戸の目詰まりの原因となったりする可能性がある。

[0006] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、井戸内への注水時におけるガス圧の上昇を抑制することができる地中熱利用システム、制御装置、制御方法、プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示に係る地中熱利用システムは、揚水井戸と、注水井戸と、前記揚水井戸から前記注水井戸に延びる配管と、前記配管に設けられている熱交換器と、前記注水井戸内の圧力を検出する圧力センサと、大気に対し、前記注水井戸を開閉可能な開閉弁と、検出した前記圧力が基準圧力より大きい場合、前記開閉弁を開くように制御する制御装置とを備える。

[0008] 本開示に係る制御装置は、揚水井戸からくみ上げられ、熱交換器を経た地下水が注水される注水井戸内の圧力を取得する圧力データ取得部と、取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸内を大気に連通させるよう、開閉弁を制御する開閉弁制御部とを備える。

[0009] 本開示に係る制御方法は、揚水井戸からくみ上げられ、熱交換器を経た地下水が注水される注水井戸内の圧力を取得し、取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸内を大気に連通させるよう、開閉弁を制御する。

[0010] 本開示に係るプログラムは、コンピュータに、揚水井戸からくみ上げられ、熱交換器を経た地下水が注水される注水井戸内の圧力を取得し、取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸内を大気に連通させるよう、開閉弁を制御する。

発明の効果

[0011] 本開示の地中熱利用システム、制御装置、制御方法、プログラムによれば、井戸内への注水時におけるガス圧の上昇を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の実施形態に係る地中熱利用システムの概略構成を示す図である。

[図2]本開示の実施形態に係る地中熱利用システムの系統図である。

[図3]本開示の実施形態に係る地中熱利用システムの圧力センサ、開閉弁、ガス抜き弁の設置例を示す断面図である。

[図4]本開示の実施形態に係る制御装置のブロック図である。

[図5]本開示の実施形態に係る制御方法の手順を示すフローチャートである。

[図6]本開示の実施形態に係る制御装置が備えるコンピュータのハードウェア構成の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示に係る実施形態について、図面を用いて説明する。すべての図面において同一または相当する構成には同一の符号を付し、共通する説明は省略する。

[0014] <実施形態>

本開示に係る地中熱利用システムの実施形態について、図1～図5を参照して説明する。

(地中熱利用システムの構成)

図1、図2に示すように、地中熱利用システム1は、複数の井戸2と、配管3と、井戸蓋6と、熱交換器4と、圧力調整システム7(図2参照)とを主に備える。

[0015] (井戸の構成)

複数の井戸2は、地上OGから帯水層LY内に延びている。

例えば、複数の井戸2は、第一井戸2Aと、第二井戸2Bとを備える。

地中熱利用システム1は、第一井戸2Aおよび第二井戸2Bのうちの一方から地下水をくみ上げ、熱交換器4で熱交換を行った後、第一井戸2Aおよび第二井戸2Bのうちの他方に熱交換後の地下水を注入する。つまり、地中熱利用システム1は、第一井戸2Aから地下水をくみ上げて第二井戸2Bに注水する場合と、第二井戸2Bから地下水をくみ上げて第一井戸2Aに注水する場合の、2つの運転モードを有する。

ここで以下の説明においては、第一井戸2Aおよび第二井戸2Bのうち、

地下水をくみ上げる側を揚水井戸 2 1 と称し、第一井戸 2 A および第二井戸 2 B のうち、地下水を注水する側を注水井戸 2 2 と、称する。つまり、第一井戸 2 A、第二井戸 2 B は、それぞれ揚水井戸 2 1 として機能する場合と、注水井戸 2 2 として機能する場合とがある。

ただし、以下においては、説明を簡略化するため、第一井戸 2 A を揚水井戸 2 1 とし、第二井戸 2 B を注水井戸 2 2 として、熱交換器 4 で熱交換を行う場合を中心に説明する。

[0016] 各井戸 2 は、地上 O G から帯水層 L Y に至る地下に向かって掘削された掘削孔 H O L に埋め込まれたケーシング 2 a を備える。

ケーシング 2 a は、上下方向に延びる筒状である。

[0017] 各井戸 2 は、上部に開口 2 c を有する。

例えば、開口 2 c は、ケーシング 2 a の上部の開口であってもよい。

[0018] ケーシング 2 a は、例えば複数のスリットからなるストレーナ 2 b を有する。

ストレーナ 2 b によって、井戸 2 は、帯水層 L Y の地下水をケーシング 2 a の内部に取り込んだり、ケーシング 2 a の内部から帯水層 L Y へ地下水を戻したりできるように構成されている。

[0019] 各井戸 2 の上部の開口 2 c には、井戸蓋 6 が設けられる。

井戸蓋 6 は、開口 2 c を閉塞する。

[0020] (配管の構成)

配管 3 は、井戸 2 の内部に延びている。

例えば、配管 3 は、揚水井戸 2 1 と注水井戸 2 2 とを接続するように、揚水井戸 2 1 と注水井戸 2 2 との各地下水に両端が浸漬されていてもよい。

例えば、ポンプ 3 1 によりくみ上げられた地下水が、揚水井戸 2 1 から注水井戸 2 2 に向かって流れることができるように、配管 3 の一端は揚水井戸 2 1 内に設けられ、配管 3 の他端は注水井戸 2 2 に設けられていてもよい。

[0021] 配管 3 には、ポンプ 3 1 が設けられている。

ポンプ 3 1 は、井戸 2 から配管 3 に揚水する。

例えば、ポンプ 3 1 は、井戸 2 が揚水井戸 2 1 として機能する場合に、井戸 2 から配管 3 に揚水する。

例えば、ポンプ 3 1 は、配管 3 内へ井戸 2 内の地下水をくみ上げてよい。

例えば、ポンプ 3 1 は、配管 3 の両端に設けられ、各井戸 2 内の地下水に浸漬されていてもよい。

例えば、ポンプ 3 1 は、インバータ制御により出力を変更できてもよい。

[0022] 配管 3 には、注水弁 3 2 が設けられている。

注水弁 3 2 は、配管 3 の両端部にそれぞれ設けられている。

注水弁 3 2 は、配管 3 の両端のポンプ 3 1 と、熱交換器 4 との間に配置されていてもよい。

例えば、注水弁 3 2 は、各井戸 2 内の地下水に浸漬されていてもよい。

注水弁 3 2 は、配管 3 内の地下水を注水する。

例えば、注水弁 3 2 は、井戸 2 が注水井戸 2 2 として機能する場合に、配管 3 内の地下水を井戸 2（注水井戸 2 2）内に注水する。

注水弁 3 2 は、配管 3 内の圧力が設定圧力よりも大きくなると開放され、配管 3 内の地下水が注水井戸 2 2 に注水される。

[0023] 図 2 に示すように、配管 3 は、熱交換器 4 と、揚水井戸 2 1 および注水井戸 2 2 との間に、逆止弁 3 5 a ～ 3 5 d を備える。

逆止弁 3 5 a ～ 3 5 d は、揚水井戸 2 1 から地下水をくみ上げた場合であっても、注水井戸 2 2 から地下水をくみ上げた場合であっても、地下水が熱交換器 4 に対し同じ方向に流れるように、配管 3 における地下水の流れを制御する。

[0024] 例えば、第一井戸 2 A から地下水をくみ上げた場合、配管 3 内の地下水は、第一井戸 2 A から、逆止弁 3 5 a、熱交換器 4、逆止弁 3 5 b を順に経由し、第二井戸 2 B に注水される。このとき、熱交換器 4 より上流側（第一井戸 2 A 側）は下流側に比べて配管 3 内の圧力が大きいため、逆止弁 3 5 c や逆止弁 3 5 d に水は流れない。

同様に、第二井戸 2 B からくみ上げた場合、配管 3 内の地下水は、第二井戸 2 B から、逆止弁 3 5 c、熱交換器 4、逆止弁 3 5 d を順に経由し、第一井戸 2 A に注水される。このときも、熱交換器 4 より上流側（第二井戸 2 B 側）は下流側に比べて配管 3 内の圧力が大きいため、逆止弁 3 5 a や逆止弁 3 5 b に水は流れない。

[0025] （熱交換器の構成）

熱交換器 4 は、配管 3 内の地下水と負荷 1 0 0 側の媒体との間で熱交換する。

例えば、熱交換器 4 は、井戸 2 からくみ上げられて配管 3 内を流れる地下水と、負荷側の媒体との間で熱交換する。熱交換が行われた後の地下水は、熱交換器 4 から配管 3 内を流れ、井戸 2 に注水されてもよい。

例えば、熱交換器 4 は、地上 O G において、配管 3 の途中に設けられていてもよい。

[0026] （圧力調整システムの構成）

図 2、図 3 に示すように、圧力調整システム 7 は、圧力センサ 7 1 と、開閉弁 7 2 と、制御装置 8 0 とを備える。

[0027] 圧力センサ 7 1 は、注水井戸 2 2 内の圧力を検出する。

例えば、圧力センサ 7 1 は、注水井戸 2 2 内の上部空間に溜まったガスの圧力を検出するようにしてもよい。

例えば、圧力センサ 7 1 は、井戸蓋 6 に設けられている。

[0028] 開閉弁 7 2 は、大気に対し、注水井戸 2 2 を開閉可能とする。

例えば、開閉弁 7 2 は、大気と注水井戸 2 2 内とを連通させることで、注水井戸 2 2 を開閉可能とするようにしてもよい。

例えば、開閉弁 7 2 は、井戸蓋 6 を貫通する弁配管 7 3 に設けられているようにしてもよい。

例えば、開閉弁 7 2 は、開状態とされることで、弁配管 7 3 を通して注水井戸 2 2 外の大気と注水井戸 2 2 内とを連通させるようにしてもよい。

[0029] また、配管 3 には、ガス抜き弁 7 5 が設けられている。

ガス抜き弁 75 は、配管 3 内を流れる地下水にガスが含まれる場合、ガスを配管 3 外に放出させる。

例えば、ガス抜き弁 75 は、市販のものを採用するようにしてもよい。

例えば、ガス抜き弁 75 は、例えば、弁室内に導入した配管 3 内の地下水上に浮く弁体を備えていてもよい。

例えば、ガス抜き弁 75 は、弁室内にガスが溜まると、弁室内でガスに押圧されることで弁体が移動して開状態となり、弁室内のガスが放出されるものであってもよい。

例えば、ガス抜き弁 75 は、ガスの放出後、地下水によって弁体に作用する浮力によって弁体を閉状態とし、弁室内のガスの放出を停止するようにしてもよい。

[0030] (制御装置の構成)

制御装置 80 は、圧力センサ 71 で検出した注水井戸 22 内の圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、開閉弁 72 を開くように制御する。

制御装置 80 は、配管 3 から注水井戸 22 に注水を行っている状態で、圧力センサ 71 で検出した注水井戸 22 内の圧力が基準圧力より大きい場合に、開閉弁 72 を開くように制御する。つまり、制御装置 80 は、井戸 2 が、注水井戸 22 として機能している状態で、圧力センサ 71 で検出した注水井戸 22 内の圧力が基準圧力より大きい場合に、開閉弁 72 を開くように制御する。

例えば、制御装置 80 は、井戸 2 が注水井戸 22 として機能しているか否かを、地中熱利用システム 1 の運転モードによって認識することができる。

例えば、制御装置 80 は、ポンプ 31 の運転状態、配管 3 内の地下水の圧力等によって、配管 3 内における地下水の流れ方向を認識し、これに基づいて、どちらの井戸 2 が注水井戸 22 として機能しているかを認識することもできる。

制御装置 80 は、井戸 2 が、揚水井戸 21 として機能している状態では、圧力センサ 71 で検出した注水井戸 22 内の圧力が基準圧力より大きい場合

に、開閉弁 7 2 を開くような制御を行わない。

制御装置 8 0 は、井戸 2（第一井戸 2 A、第二井戸 2 B）の双方に、それぞれ個別に設けられていてもよい。

例えば、制御装置 8 0 は、複数の井戸 2 に対し、一組のみ備えられていてもよい。

[0031] 図 4 に示すように、制御装置 8 0 は、圧力データ取得部 8 1 と、開閉弁制御部 8 2 とを備える。

圧力データ取得部 8 1 は、圧力センサ 7 1 で検出した注水井戸 2 2 内の圧力に関するデータを取得する。

例えば、圧力データ取得部 8 1 は、揚水井戸 2 1 からくみ上げられ、熱交換器 4 を経た地下水が注水される注水井戸 2 2 内の圧力の値を取得するようにしてもよい。

[0032] 開閉弁制御部 8 2 は、圧力データ取得部 8 1 で取得された圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、注水井戸 2 2 内を大気に対して連通させるよう、開閉弁 7 2 の開閉を制御する。

例えば、開閉弁制御部 8 2 は、取得された圧力が基準圧力より大きい場合、開閉弁 7 2 を開いて注水井戸 2 2 内を大気に対して連通させるよう、開閉弁 7 2 を制御するようにしてもよい。

例えば、開閉弁制御部 8 2 は、圧力データ取得部 8 1 で取得された圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、注水井戸 2 2 内を大気に対して連通させるよう、開閉弁 7 2 を制御するようにしてもよい。

例えば、開閉弁制御部 8 2 は、取得された圧力が基準圧力未満である場合に、開閉弁 7 2 を閉じるように制御するようにしてもよい。

開閉弁制御部 8 2 は、制御装置 8 0 内に予め記憶されたシーケンスに基づき、開閉弁 7 2 の開閉を制御する指令を出力してもよい。

[0033] 本実施形態の制御装置 8 0 の動作について説明する。

制御装置 8 0 の動作は、制御方法の実施形態に相当する。

制御装置 8 0 は、図 5 に示す各ステップを実施する。

[0034] まず、圧力データ取得部 8 1 は、圧力センサ 7 1 で検出した注水井戸 2 2 内の圧力を取得する（S T O 1 : 注水井戸内の圧力のデータを取得するステップ）。

S T O 1 の実施に続いて、開閉弁制御部 8 2 は、取得した注水井戸 2 2 内の圧力が、予め設定された基準圧力より大きいかなんかを判定する（S T O 2 : 注水井戸内の圧力が基準圧力以上であるかなんかを判定するステップ）。

[0035] S T O 2 における判定の結果、取得した注水井戸 2 2 内の圧力が基準圧力より大きいと判定された場合、開閉弁制御部 8 2 では、開閉弁 7 2 を開く指令を出力する（S T O 3 : 開閉弁を開くステップ）。これによって開閉弁 7 2 が開き、注水井戸 2 2 内の圧力が、弁配管 7 3 を通して注水井戸 2 2 外に放出される。このとき、S T O 3 の直前で開閉弁 7 2 が既に開いていた場合は、開閉弁 7 2 を開いた状態を継続する。

S T O 2 における判定の結果、取得した注水井戸 2 2 内の圧力が基準圧力より大きくないと判定された場合、開閉弁制御部 8 2 では、開閉弁 7 2 を閉じる指令を出力する（S T O 4 : 開閉弁を閉じるステップ）。このとき、S T O 4 の直前で開閉弁 7 2 が閉じていた場合は、開閉弁 7 2 を閉じた状態を継続する。

[0036] （作用及び効果）

本実施形態によれば、地中熱利用システム 1 は、揚水井戸 2 1 からくみ上げた地下水を、配管 3 を通して熱交換器 4 に送る。熱交換器 4 で、地下水と負荷 1 0 0 側の媒体との熱交換を行うことで、地中熱利用システム 1 は、地中熱を利用する。熱交換器 4 を経た地下水は、配管 3 を通して注水井戸 2 2 に注水される。注水井戸 2 2 内の圧力は、圧力センサ 7 1 により検出される。圧力センサ 7 1 で検出した注水井戸 2 2 内の圧力が基準圧力より大きい場合、地中熱利用システム 1 は、制御装置 8 0 で開閉弁 7 2 を開くように制御する。これにより、開閉弁 7 2 が開き、注水井戸 2 2 内を大気に連通させる。すると、基準圧力よりも大きくなっていた注水井戸 2 2 内の圧力が大気に放出される。その結果、地中熱利用システム 1 は、井戸 2 内への注水時にお

けるガス圧の上昇を抑制することができる。これにより、地中熱利用システム 1 は、注水井戸 2 2 内への注水が、注水井戸 2 2 内のガス圧の上昇によって妨げられるのを抑えることができる。

[0037] また本実施形態の一例によれば、圧力センサ 7 1、および開閉弁 7 2 が井戸蓋 6 に設けられている。これにより、利用者は、地上 O G から圧力センサ 7 1 と開閉弁 7 2 とにアクセスしやすい。したがって、利用者は、地中熱利用システム 1 を監視しやすい。また、利用者は、地中熱利用システム 1 をメンテナンスしやすい。

[0038] また本実施形態の一例によれば、制御装置 8 0 が、配管 3 から注水井戸 2 2 に注水を行っている状態で、圧力センサ 7 1 で検出した注水井戸 2 2 内の圧力が基準圧力より大きい場合に、開閉弁 7 2 を開くように制御する。つまり、制御装置 8 0 は、注水井戸 2 2 に注水を行っている場合にのみ、注水井戸 2 2 内の圧力が基準圧力より大きくなったときに開閉弁 7 2 を開いて注水井戸 2 2 内の圧力を開放させることができる。したがって、地中熱利用システム 1 は、注水井戸 2 2 となる井戸 2 において、ガス圧が過度に高まるのを抑えることができる。

[0039] また本実施形態の一例によれば、配管 3 内を流れる地下水に含まれるガスを配管 3 外に放出するガス抜き弁 7 5 をさらに備える。

これにより、配管 3 内を流れる地下水にガスが含まれている場合、地中熱利用システム 1 は、ガス抜き弁 7 5 により、ガスのみを配管 3 外に放出することができる。したがって、地中熱利用システム 1 は、注水井戸 2 2 において、地下水とともに送り込まれるガスの量が増えるのを抑えることができる。その結果、地中熱利用システム 1 は、注水井戸 2 2 内の圧力が上昇するのを抑えることができる。

[0040] また本実施形態の一例によれば、制御装置 8 0 は、圧力データ取得部 8 1 と、開閉弁制御部 8 2 とを備える。

このような構成では、制御装置 8 0 は、圧力データ取得部 8 1 で取得した注水井戸 2 2 内の圧力が、基準圧力より大きい場合、開閉弁制御部 8 2 によ

り、注水井戸 2 2 内を大気に対して連通するよう、開閉弁 7 2 を開く。これにより、基準圧力よりも大きくなっていた注水井戸 2 2 内の圧力が大気に放出される。その結果、制御装置 8 0 は、井戸 2 内への注水時におけるガス圧の上昇を抑制することができる。

[0041] <変形例>

なお、上述の実施形態においては、制御装置 8 0 の各種機能を実現するためのプログラムを、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをマイコンといったコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各種処理を行うものとしている。ここで、コンピュータシステムの CPU の各種処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって上記各種処理が行われる。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

[0042] 上述の実施形態において、制御装置 8 0 の各種機能を実現するためのプログラムを実行させるコンピュータ 1 9 0 のハードウェア構成の例について説明する。

[0043] 図 6 に示すように、制御装置 8 0 が備えるコンピュータ 1 9 0 は、プロセッサ 1 9 5 と、メモリ 1 9 6 と、記憶／再生装置 1 9 7 と、Input Output Interface (以下、「I/O I/F」という。) 1 9 8 と、通信 Interface (以下、「通信 I/F」という。) 1 9 9 とを備える。

[0044] 例えば、プロセッサ 1 9 5 は、CPUであってもよい。

例えば、メモリ 1 9 6 は、制御装置 8 0 で実行されるプログラムで利用されるデータ等を一時的に記憶する Random Access Memory (以下、「RAM」という。) 等の媒体であってもよい。

例えば、記憶／再生装置 197 は、CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の外部メディアへデータ等を記憶したり、外部メディアのデータ等を再生したりするための装置であってもよい。

例えば、I/O 198 は、制御装置 80 と他の装置との間で情報等の入出力を行うためのインタフェースであってもよい。

例えば、通信 199 は、インターネット、専用通信回線等の通信回線を介して、制御装置 80 と他の装置との間で通信を行うインタフェースであってもよい。

[0045] <その他の実施形態>

以上、本開示の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として示したものであり、本開示の範囲を限定することは意図していない。この実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、本開示の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、本開示の範囲や要旨に含まれると同様に、本開示の範囲とその均等の範囲に含まれるものとする。

[0046] <付記>

実施形態に記載の地中熱利用システム 1、制御装置 80、制御方法、プログラムは、例えば以下のように把握される。

[0047] (1) 第 1 の態様に係る地中熱利用システム 1 は、揚水井戸 21 と、注水井戸 22 と、前記揚水井戸 21 から前記注水井戸 22 に延びる配管 3 と、前記配管 3 に設けられている熱交換器 4 と、前記注水井戸 22 内の圧力を検出する圧力センサ 71 と、大気に対し、前記注水井戸 22 を開閉可能な開閉弁 72 と、検出した前記圧力が基準圧力より大きい場合、前記開閉弁 72 を開くように制御する制御装置 80 とを備える。

[0048] この地中熱利用システム 1 は、揚水井戸 21 からくみ上げた地下水を、配管 3 を通して熱交換器 4 に送る。熱交換器 4 で、地下水と負荷側の媒体との熱交換を行うことで、地中熱利用システム 1 は、地中熱を利用する。熱交換器 4 を経た地下水は、配管 3 を通して注水井戸 22 に注水される。注水井戸

22内の圧力は、圧力センサ71により検出される。圧力センサ71で検出した注水井戸22内の圧力が基準圧力より大きい場合、地中熱利用システム1は、制御装置80で開閉弁72を開くように制御する。これにより、開閉弁72が開き、注水井戸22内を大気に連通させる。すると、基準圧力よりも大きくなっていた注水井戸22内の圧力が大気に放出される。その結果、地中熱利用システム1は、井戸内への注水時におけるガス圧の上昇を抑制することができる。

[0049] (2) 第2の態様に係る地中熱利用システム1は、(1)の地中熱利用システム1であって、前記注水井戸22の上部の開口2cを閉塞する井戸蓋6をさらに備え、前記圧力センサ71、および前記開閉弁72が前記井戸蓋6に設けられていてもよい。

[0050] これにより、利用者は、地上OGから圧力センサ71と開閉弁72とにアクセスしやすい。したがって、利用者は、地中熱利用システム1を監視しやすい。また、利用者は、地中熱利用システム1をメンテナンスしやすい。

[0051] (3) 第3の態様に係る地中熱利用システム1は、(1)又は(2)の地中熱利用システム1であって、前記制御装置80は、前記配管3から前記注水井戸22に注水を行っている状態で、前記圧力センサ71で検出した前記注水井戸22内の前記圧力が前記基準圧力より大きい場合に、前記開閉弁72を開くように制御してもよい。

[0052] このような構成によれば、制御装置80が、配管3から注水井戸22に注水を行っている状態で、圧力センサ71で検出した注水井戸22内の圧力が基準圧力より大きい場合に、開閉弁72を開くように制御する。つまり、制御装置80は、注水井戸22に注水を行っている場合にのみ、注水井戸22内の圧力が基準圧力より大きくなったときに開閉弁72を開いて注水井戸22内の圧力を開放させることができる。したがって、地中熱利用システム1は、注水井戸22となる井戸において、ガス圧が過度に高まるのを抑えることができる。

[0053] (4) 第4の態様に係る地中熱利用システム1は、(1)から(3)の何れ

か一つの地中熱利用システム１であって、前記配管３内を流れる地下水に含まれるガスを前記配管３外に放出するガス抜き弁７５をさらに備えていてもよい。

[0054] これにより、配管３内を流れる地下水にガスが含まれている場合、地中熱利用システム１は、ガス抜き弁７５により、ガスのみを配管３外に放出することができる。したがって、地中熱利用システム１は、注水井戸２２において、地下水とともに送り込まれるガスの量が増えるのを抑えることができる。その結果、地中熱利用システム１は、注水井戸２２内の圧力が上昇するのを抑えることができる。

[0055] （５）第５の態様に係る制御装置８０は、揚水井戸２１からくみ上げられ、熱交換器４を経た地下水が注水される注水井戸２２内の圧力を取得する圧力データ取得部８１と、取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸２２内を大気に対して連通させるよう、開閉弁７２を制御する開閉弁制御部８２とを備える。

[0056] このような構成では、制御装置８０は、圧力データ取得部８１で取得した注水井戸２２内の圧力が、基準圧力より大きい場合、開閉弁制御部８２により、注水井戸２２内を大気に対して連通するよう、開閉弁７２を開く。これにより、基準圧力よりも大きくなっていた注水井戸２２内の圧力が大気に放出される。その結果、制御装置８０は、井戸２内への注水時におけるガス圧の上昇を抑制することができる。

[0057] （６）第６の態様に係る制御方法は、揚水井戸２１からくみ上げられ、熱交換器４を経た地下水が注水される注水井戸２２内の圧力を取得し、取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸２２内を大気に連通させるよう、開閉弁７２を制御する。

[0058] この制御方法は、注水井戸２２内の圧力が、基準圧力より大きい場合、注水井戸２２内を大気に対して連通するよう、開閉弁７２を開くことができる。これにより、基準圧力よりも大きくなっていた注水井戸２２内の圧力が大気に放出される。その結果、制御方法は、井戸２内への注水時におけるガス

圧の上昇を抑制することができる。

[0059] (7) 第7の態様に係るプログラムは、コンピュータ190に、揚水井戸21からくみ上げられ、熱交換器4を経た地下水が注水される注水井戸22内の圧力を取得し、取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸22内を大気に連通させるよう、開閉弁72を制御する。

[0060] このようなプログラムによれば、コンピュータは、注水井戸22内の圧力が、基準圧力より大きい場合、注水井戸22内を大気に対して連通するよう、開閉弁72を開くことができる。これにより、基準圧力よりも大きくなっていた注水井戸22内の圧力が大気に放出される。その結果、プログラムは、井戸2内への注水時におけるガス圧の上昇を抑制することができる。

符号の説明

- [0061] 1…地中熱利用システム
2…井戸
2A…第一井戸
2B…第二井戸
2a…ケーシング
2b…ストレーナ
2c…開口
3…配管
4…熱交換器
6…井戸蓋
7…圧力調整システム
21…揚水井戸
22…注水井戸
31…ポンプ
32…注水弁
35a～35d…逆止弁
71…圧力センサ

7 2 …開閉弁
7 3 …弁配管
7 5 …ガス抜き弁
8 0 …制御装置
8 1 …圧力データ取得部
8 2 …開閉弁制御部
1 0 0 …負荷
1 9 0 …コンピュータ
1 9 5 …プロセッサ
1 9 6 …メモリ
1 9 7 …記憶／再生装置
1 9 8 … I O I / F
1 9 9 …通信 I / F
H O L …掘削孔
L Y …帯水層
O G …地上
S T O 1 …注水井戸内の圧力のデータを取得するステップ
S T O 2 …注水井戸内の圧力が基準圧力以上であるか否かを判定するステップ
S T O 3 …開閉弁を開くステップ
S T O 4 …開閉弁を閉じるステップ

請求の範囲

- [請求項1] 揚水井戸と、
注水井戸と、
前記揚水井戸から前記注水井戸に延びる配管と、
前記配管に設けられている熱交換器と、
前記注水井戸内の圧力を検出する圧力センサと、
大気に対し、前記注水井戸を開閉可能な開閉弁と、
検出した前記圧力が基準圧力より大きい場合、前記開閉弁を開くように制御する制御装置と
を備える地中熱利用システム。
- [請求項2] 前記注水井戸の上部の開口を閉塞する井戸蓋をさらに備え、
前記圧力センサ、および前記開閉弁が前記井戸蓋に設けられている
、請求項1に記載の地中熱利用システム。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記配管から前記注水井戸に注水を行っている状態
で、前記圧力センサで検出した前記注水井戸内の前記圧力が前記基準
圧力より大きい場合に、前記開閉弁を開くように制御する、請求項
1又は2に記載の地中熱利用システム。
- [請求項4] 前記配管内を流れる地下水に含まれるガスを前記配管外に放出する
ガス抜き弁をさらに備える、請求項1から3の何れか一項に記載の地
中熱利用システム。
- [請求項5] 揚水井戸からくみ上げられ、熱交換器を経た地下水が注水される注
水井戸内の圧力を取得する圧力データ取得部と、
取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記
注水井戸内を大気に連通させるよう、開閉弁を制御する開閉弁制御部
と
を備える制御装置。
- [請求項6] 揚水井戸からくみ上げられ、熱交換器を経た地下水が注水される注
水井戸内の圧力を取得し、

取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸内を大気に連通させるよう、開閉弁を制御する制御方法。

[請求項7]

コンピュータに、
揚水井戸からくみ上げられ、熱交換器を経た地下水が注水される注水井戸内の圧力を取得し、

取得された前記圧力が、予め定めた基準圧力より大きい場合、前記注水井戸内を大気に連通させるよう、開閉弁を制御する方法を実行させるためのプログラム。