

明 細 書

発明の名称：

制御装置、地中熱利用システム、制御方法、及びプログラム

技術分野

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

本願は、2023年9月26日に日本に出願された特願2023-162956号について優先権を出願し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、地中に蓄えた蓄熱を利用する地中熱利用システムが提案されている。

[0003] これに関連する技術として、例えば、特許文献1には、空気調和システムから排出される冷熱又は温熱を地中に蓄える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：特許第7179905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に開示された地中熱利用システムは、還水井戸に還水される地下水の設定温度に応じて、揚水井戸から還水井戸への注水流量の調整を行っている。

しかし、例えば、空気調和システム等の機器が要求する負荷熱量が大きい場合、特許文献1に開示された地中熱利用システムでは、還水温度を調整できないことがある。

このため、還水温度が、地中環境に影響を与えることがある。

[0006] 本開示は、地中環境に影響を与えにくい制御装置、地中熱利用システム、

制御方法、及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

- [0007] 本開示に係る制御装置は、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得する還水温度取得部と、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御する流量制御部と、前記還水温度に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する熱源機制御部と、を備える。
- [0008] 本開示に係る制御装置は、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得する還水温度取得部と、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御する流量制御部と、を備え、前記揚水井戸の水位である揚水側水位を取得する揚水側水位取得部と、前記揚水側水位に基づいて、前記揚水井戸からの揚水流量を制御する揚水流量制御部と、をさらに備える。
- [0009] 本開示に係る制御装置は、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得する還水温度取得部と、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御する流量制御部と、を備え、前記還水井戸の水位である還水側水位を取得する還水側水位取得部と、前記還水側水位に基づいて、前記還水井戸への還水流量を制御する還水流

量制御部と、をさらに備える。

[0010] 本開示に係る地中熱利用システムは、前記制御装置と、前記熱源井戸設備と、前記地中熱利用回路と、を備える。

[0011] 本開示に係る制御方法は、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、前記還水温度に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する。

[0012] 本開示に係る制御方法は、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、前記揚水井戸の水位である揚水側水位を取得し、前記揚水側水位に基づいて、前記揚水井戸からの揚水流量を制御する。

[0013] 本開示に係る制御方法は、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、前記還水井戸の水位である還水側水位を取得し、前記還水側水位に基づいて、前記還水井戸への還水流量を制御する。

[0014] 本開示に係るプログラムは、コンピュータに、揚水井戸と、還水井戸と、

前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、前記還水温度に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する、ことを実行させる。

[0015] 本開示に係るプログラムは、コンピュータに、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、前記揚水井戸の水位である揚水側水位を取得し、前記揚水側水位に基づいて、前記揚水井戸からの揚水流量を制御することを実行させる。

[0016] 本開示に係るプログラムは、コンピュータに、揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、前記還水井戸の水位である還水側水位を取得し、前記還水側水位に基づいて、前記還水井戸への還水流量を制御することを実行させる。

発明の効果

[0017] 本開示の制御装置、地中熱利用システム、制御方法、及びプログラムによれば、地中環境に影響を与えにくい。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]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2]本開示の実施形態に係る地中熱利用システムの自然水位における水位計の設置状態の一例を示す構成図である。

[図3]本開示の実施形態に係る地中熱利用システムの揚水時及び還水時における水位計の設置状態の一例を示す構成図である。

[図4]本開示の実施形態に係る流量調整装置の詳細系統図である。

[図5]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6]本開示の実施形態に係る還水温度の制御方法のフローチャートである。

[図7]本開示の実施形態に係る還水温度の制御方法のフローチャートである。

[図8]本開示の実施形態に係る揚水側水位の制御方法のフローチャートである。

[図9]本開示の実施形態に係る還水側水位の制御方法のフローチャートである。

[図10]本開示の実施形態に係る熱源井戸設備と補助熱供給設備とにおける負荷熱量の分担概念の一例を示すグラフである。

[図11]本開示の実施形態に係る熱源機の起動温度及び停止温度に設けたヒステリシスの一例における作用の説明図である。

[図12]本開示の実施形態に係る熱源機の起動水位及び停止水位に設けたヒステリシスの一例における作用の説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 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。

[0020] <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から図12を参照して説明する。

(地中熱利用システムの構成)

図1に示すように、地中熱利用システム1は、熱源井戸設備10と、地中

熱利用回路 20 と、補助熱供給設備 30 と、制御装置 50 とを備える。

熱源井戸設備 10 と地中熱利用回路 20 と機器 A A とは、熱収受可能に、順に直列接続されている。

補助熱供給設備 30 と機器 A A は、熱収受可能に、熱源井戸設備 10 及び地中熱利用回路 20 に対し並列接続されている。

[0021] 機器 A A（例：空調負荷）において冷房を利用している時（以下、「冷房運転時」という。）、地中熱利用システム 1 は、熱源井戸設備 10 に冷水として蓄えられた冷熱を冷房に利用すると同時に、機器 A A からの排温熱を、熱源井戸設備 10 に温水として蓄える。

機器 A A において暖房を利用している時（以下、「暖房運転時」という。）、地中熱利用システム 1 は、熱源井戸設備 10 に温水として蓄えられた温熱を暖房に利用すると同時に、機器 A A からの排冷熱を、熱源井戸設備 10 に冷水として蓄える。

例えば、地中熱利用システム 1 は、季節ごとに揚水井戸と還水井戸とを切り替えることで、夏期の冷房温排熱（温水）を冬期の暖房に使用し、冬期の暖房冷排熱（冷水）を夏期の冷房に利用するシステムであってもよい。

[0022]（熱源井戸設備の構成）

熱源井戸設備 10 は、温水井戸 11 と、冷水井戸 12 と、井戸側配管 13 と、熱交換器 14 とを備える。

熱源井戸設備 10 は、温水井戸 11 及び冷水井戸 12 の各井戸側に、水温計 15 と水位計 16 とをさらに備える。

[0023] 蓄熱を機器 A A で利用するために、熱源井戸設備 10 は、地下水を、温水井戸 11 及び冷水井戸 12 のうちの一方から地上にくみ上げ、熱利用のために地上で熱交換を行い、温水井戸 11 及び冷水井戸 12 のうちの他方に注入する。

つまり、熱源井戸設備 10 の蓄熱利用モードは、冷房運転時において、冷水井戸 12 から地下水をくみ上げて温水井戸 11 に注入する冷熱利用モードと、暖房運転時において、温水井戸 11 から地下水をくみ上げて冷水井戸 1

2 に注入する温熱利用モードとを有する。

[0024] 冷熱利用モードの場合、地下水は冷水井戸 1 2 を介して帯水層 L Y からくみ上げられるため、冷水井戸 1 2 は、揚水井戸として機能する。

他方、冷熱利用モードの場合、くみ上げられた地下水は温水井戸 1 1 を介して帯水層 L Y に戻されるため、温水井戸 1 1 は、還水井戸として機能する。

[0025] 温熱利用モードの場合、地下水は温水井戸 1 1 を介して帯水層 L Y からくみ上げられるため、温水井戸 1 1 は、揚水井戸として機能する。

他方、温熱利用モードの場合、くみ上げられた地下水は冷水井戸 1 2 を介して帯水層 L Y に戻されるため、冷水井戸 1 2 は、還水井戸として機能する。

[0026] (温水井戸及び冷水井戸の構成)

温水井戸 1 1 及び冷水井戸 1 2 は、それぞれ、地上から帯水層 L Y 内に延びている。

温水井戸 1 1 及び冷水井戸 1 2 は、それぞれスクリーンを有するケーシング等を備え、温水井戸 1 1 及び冷水井戸 1 2 の内部へ帯水層 L Y の地下水を取り込んだり、温水井戸 1 1 及び冷水井戸 1 2 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。

地中熱利用システム 1 の定常運転時において、温水井戸 1 1 周辺の帯水層 L Y には温水が蓄えられ、冷水井戸 1 2 周辺の帯水層 L Y には冷水が蓄えられている。

温水井戸 1 1 と冷水井戸 1 2 とは、蓄えられた温水と冷水とが混ざらない程度に互いに十分離れた距離に設けられている。

[0027] (井戸側配管の構成)

井戸側配管 1 3 は、温水井戸 1 1 から冷水井戸 1 2 へ延びている。

井戸側配管 1 3 は、温水井戸 1 1 と冷水井戸 1 2 とを接続する。

図 1 に示すように、井戸側配管 1 3 の一端である第一端 1 3 1 は、温水井戸 1 1 の内部に延びており、温水井戸 1 1 の内部の地下水に浸漬されている。

。

井戸側配管 1 3 の他端である第二端 1 3 2 は、冷水井戸 1 2 の内部に延びており、冷水井戸 1 2 の内部の地下水に浸漬されている。

[0028] 第一端 1 3 1 及び第二端 1 3 2 の各々には、水中ポンプ P P、注水弁 V A、逆止弁 V B 等が設けられており、各井戸内から井戸側配管 1 3 内に揚水したり、井戸側配管 1 3 内から各井戸内に注水したりできるように構成されている。

水中ポンプ P P は、制御装置 5 0 からの指令に応じて、インバータ制御により出力を変更できる。

[0029] (熱交換器の構成)

熱交換器 1 4 は、井戸側配管 1 3 の途中に設けられている。

熱交換器 1 4 は、井戸側配管 1 3 内の水と地中熱利用回路 2 0 側の熱媒体との間で熱交換する。

[0030] 冷房運転時（冷熱利用モードの場合）、熱交換器 1 4 は、冷水井戸 1 2 からくみ上げられて井戸側配管 1 3 内を流れる地下水である冷水と、地中熱利用回路 2 0 側の熱媒体との間で熱交換する。地中熱利用回路 2 0 側の熱媒体が得た冷熱は、地中熱利用回路 2 0 を介して、機器 A A で利用される。他方、熱交換が行われた後の地下水である温水は、熱交換器 1 4 から井戸側配管 1 3 内を流れ、温水井戸 1 1 に注入される。この注入により、温水井戸 1 1 では温水蓄熱が行われる。

[0031] 暖房運転時（温熱利用モードの場合）、熱交換器 1 4 は、温水井戸 1 1 からくみ上げられて井戸側配管 1 3 内を流れる地下水である温水と、地中熱利用回路 2 0 側の熱媒体との間で熱交換する。地中熱利用回路 2 0 側の熱媒体が得た温熱は、地中熱利用回路 2 0 を介して、機器 A A で利用される。他方、熱交換が行われた後の地下水である冷水は、熱交換器 1 4 から井戸側配管 1 3 内を流れ、冷水井戸 1 2 に注入される。この注入により、冷水井戸 1 2 では冷水蓄熱が行われる。

[0032] ここで「冷水」とは、帯水層 L Y の地下水の初期地中温度より低い温度の

水のことである。他方「温水」とは、上述の初期地中温度より高い温度の水のことである。例えば、帯水層L Yの地下水の初期地中温度は18℃である。

[0033] (水温計の構成)

冷水井戸12側の水温計15は、冷水井戸12から熱交換器14に向かう井戸側配管13の途中に設けられている。例えば、冷水井戸12側の水温計15は、冷水井戸12直上の地表の位置に設けられてもよい。

冷水井戸12側の水温計15は、冷水井戸12側の井戸側配管13内を流れる水の温度を計測し、計測結果を制御装置50に出力する。

[0034] 温水井戸11側の水温計15は、熱交換器14から温水井戸11に向かう井戸側配管13の途中に設けられている。例えば、温水井戸11側の水温計15は、温水井戸11直上の地表の位置に設けられてもよい。

温水井戸11側の水温計15は、温水井戸11側の井戸側配管13内を流れる水の温度を計測し、計測結果を制御装置50に出力する。

[0035] 冷房運転時（冷熱利用モードの場合）、冷水井戸12側の水温計15は、揚水井戸からの揚水温度を計測する水温計として機能する。

その際、冷水井戸12側の水温計15は、計測結果を揚水温度として、制御装置50に出力する。

他方、この冷房運転時、温水井戸11側の水温計15は、還水井戸への還水温度を計測する水温計として機能する。

その際、温水井戸11側の水温計15は、計測結果を還水温度として、制御装置50に出力する。

[0036] 暖房運転時（温熱利用モードの場合）、温水井戸11側の水温計15は、揚水井戸からの揚水温度を計測する水温計として機能する。

その際、温水井戸11側の水温計15は、計測結果を揚水温度として、制御装置50に出力する。

他方、この暖房運転時、冷水井戸12側の水温計15は、還水井戸への還水温度を計測する水温計として機能する。

その際、冷水井戸 1 2 側の水温計 1 5 は、計測結果を還水温度として、制御装置 5 0 に出力する。

[0037] (水位計の構成)

[0038] 冷水井戸 1 2 側の水位計 1 6 は、冷水井戸 1 2 内に設けられている。

冷水井戸 1 2 側の水位計 1 6 は、冷水井戸 1 2 内の水位を計測し、計測結果を制御装置 5 0 に出力する。

[0039] 温水井戸 1 1 側の水位計 1 6 は、温水井戸 1 1 内に設けられている。

温水井戸 1 1 側の水位計 1 6 は、温水井戸 1 1 内の水位を計測し、計測結果を制御装置 5 0 に出力する。

[0040] 冷房運転時（冷熱利用モードの場合）、冷水井戸 1 2 側の水位計 1 6 は、揚水井戸の水位である揚水側水位を計測する水位計として機能する。

その際、冷水井戸 1 2 側の水位計 1 6 は、計測結果を揚水側水位として、制御装置 5 0 に出力する。

他方、この冷房運転時、温水井戸 1 1 側の水位計 1 6 は、還水井戸の水位である還水側水位を計測する水位計として機能する。

その際、温水井戸 1 1 側の水位計 1 6 は、計測結果を還水側水位として、制御装置 5 0 に出力する。

[0041] 暖房運転時（温熱利用モードの場合）、温水井戸 1 1 側の水位計 1 6 は、揚水井戸の水位である揚水側水位を計測する水位計として機能する。

その際、温水井戸 1 1 側の水位計 1 6 は、計測結果を揚水側水位として、制御装置 5 0 に出力する。

他方、この暖房運転時、冷水井戸 1 2 側の水位計 1 6 は、還水井戸の水位である還水側水位を計測する水位計として機能する。

その際、冷水井戸 1 2 側の水位計 1 6 は、計測結果を還水側水位として、制御装置 5 0 に出力する。

[0042] 例えば、各水位計 1 6 は、水面から水位計 1 6 が設定されている位置までの距離を水位として計測する。

例えば、各水位計 1 6 は、自然水位時に図 2 に示す水位を計測するように

設けられてもよい。

例えば、各水位計 1 6 は、揚水時及び還水時において、図 3 に示す水位を計測するように設けられてもよい。

[0043] (地中熱利用回路の構成)

地中熱利用回路 2 0 は、熱交換器 1 4 と機器 A A との間に設けられている。

地中熱利用回路 2 0 は、制御装置 5 0 の指令に応じて、熱交換器 1 4 と機器 A A との間で行われる熱収受の仲介及び制御を行う。

例えば、地中熱利用回路 2 0 は、ヒートポンプ 2 1 と、流量調整装置 2 2 と、主配管 2 3 とを備えてもよい。

[0044] (ヒートポンプの構成)

ヒートポンプ 2 1 は、コンデンサ、エバポレータ、コンプレッサ等を備える。

例えば、ヒートポンプ 2 1 は、ターボヒートポンプである。

ヒートポンプ 2 1 は、熱交換器 1 4 と流量調整装置 2 2 との間に設けられている。

ヒートポンプ 2 1 は、熱交換器 1 4 で井戸側配管 1 3 内の水と熱交換を行った熱媒体を冷却したり、加熱したりする。これにより、ヒートポンプ 2 1 は、井戸側配管 1 3 内の水から得られた蓄冷熱又は蓄温熱を、機器 A A に供給する一方、機器 A A から排出される排温熱又は排冷熱を回収し、熱交換器 1 4 を介して、井戸側配管 1 3 内の水に蓄える。

[0045] 冷房運転時（冷熱利用モードの場合）、ヒートポンプ 2 1 は、熱交換器 1 4 を介するとともに、熱交換器 1 4 との間を流れる熱媒体と機器 A A との間を流れる熱媒体とを介して、井戸側配管 1 3 から得られた蓄冷熱を機器 A A に提供する。他方、ヒートポンプ 2 1 は、機器 A A から排出される排温熱を、機器 A A との間を流れる熱媒体と熱交換器 1 4 との間を流れる熱媒体とを介するとともに、熱交換器 1 4 を介して、井戸側配管 1 3 内の水に蓄える。

[0046] 温房運転時（温熱利用モードの場合）、ヒートポンプ 2 1 は、熱交換器 1

4を介するとともに、熱交換器14との間を流れる熱媒体と機器AAとの間を流れる熱媒体とを介して、井戸側配管13から得られた蓄温熱を機器AAに提供する。他方、ヒートポンプ21は、機器AAから排出される排冷熱を、機器AAとの間を流れる熱媒体と熱交換器14との間を流れる熱媒体とを介するとともに、熱交換器14を介して、井戸側配管13内の水に蓄える。

[0047] (流量調整装置の構成)

流量調整装置22は、地中熱利用回路20から機器AAへ流れる熱媒体の流量FLを調整する。

図4に示すように、例えば、流量調整装置22は、自己バイパスにより流量FLの調整を行うために、バイパス弁223を備えてもよい。さらに、流量調整装置22は、流量FLの調整を行うために、ヒートポンプ21と主配管23とを結ぶ経路の途中にポンプ221と、電動弁222と備えてもよい。

[0048] (主配管の構成)

主配管23は、流量調整装置22から機器AAへ延びている。

主配管23は、流量調整装置22と機器AAとの間で熱媒体が循環できるように、流量調整装置22と機器AAとを接続する。

[0049] (補助熱供給設備の構成)

補助熱供給設備30は、機器AAに対して熱源井戸設備10が行う温熱供給及び冷熱供給の少なくとも一方を補助する。

機器AAにおいて冷房を利用している時、補助熱供給設備30は、機器AAに冷熱を供給し、機器AAから排温熱を回収する。

機器AAにおいて暖房を利用している時、補助熱供給設備30は、機器AAに温熱を供給し、機器AAから排冷熱を回収する。

[0050] 補助熱供給設備30は、複数の熱源機31と補助配管32とを備える。

各熱源機31は、機器AAに供給する冷熱及び温熱の少なくとも一方を補う。

例えば、複数の熱源機31は、ターボ冷凍機、空冷ヒートポンプ、吸収式

冷温水機等を備える。

補助配管 3 2 は、複数の熱源機 3 1 から機器 A A へ延びている。

補助配管 3 2 は、複数の熱源機 3 1 と機器 A A との間で熱媒体が循環できるように、複数の熱源機 3 1 と機器 A A とを接続する。

[0051] 例えば、補助熱供給設備 3 0 は、補助配管 3 2 の途中に、補助流量調整装置 3 3 を備えてもよい。その際、補助流量調整装置 3 3 は、流量調整装置 2 2 と同様なバイパス弁とポンプと電動弁とを有し、制御装置 5 0 の指令に応じて、補助熱供給設備 3 0 と機器 A A との間を流れる冷媒の流量を調整する。

[0052] (制御装置の構成)

図 5 に示すように、制御装置 5 0 は、還水温度取得部 5 1 1 と、流量制御部 5 1 2 とを機能的に備える。

例えば、制御装置 5 0 は、熱源機制御部 5 1 3 と、揚水側水位取得部 5 1 4 と、揚水流量制御部 5 1 5 と、還水側水位取得部 5 1 6 と、還水流量制御部 5 1 7 とを、さらに機能的に備えてもよい。

[0053] 制御装置 5 0 は、ハードウェア構成として、CPU 5 1 と、メモリ 5 2、通信インタフェース 5 3 と、記録媒体 5 4 とを備える。

[0054] CPU 5 1 は、予め用意されたプログラムに従って動作することで種々の機能を発揮するプロセッサである。CPU 5 1 の機能については後述する。

[0055] メモリ 5 2 は、CPU 5 1 の動作に必要な記憶領域を有する。

[0056] 通信インタフェース 5 3 は、通信線等を介して他の装置と通信可能に接続するための接続インタフェースであり、他の装置に指令や応答を送信したり、他の装置からの指令や応答を受信したりできるように構成されている。

[0057] 記録媒体 5 4 は、制御装置 5 0 の筐体内に設けられたローカルの記録媒体であって、HDD や SSD などの大容量記憶デバイスである。

[0058] 次に、制御装置 5 0 の CPU 5 1 の機能について説明する。

CPU 5 1 は、予め用意されたプログラムに従って動作することで、上述のように、還水温度取得部 5 1 1 及び流量制御部 5 1 2 としての機能を発揮

する。

さらに、CPU 51は、予め用意されたプログラムに従って動作することで、上述のように、熱源機制御部513、揚水側水位取得部514、揚水流量制御部515、還水側水位取得部516、及び還水流量制御部517としての機能を発揮してもよい。

[0059] 還水温度取得部511は、還水井戸への還水温度として、冷水井戸12側の水温計15又は温水井戸11側の水温計15の計測結果を取得する。

揚水側水位取得部514は、揚水側水位として、温水井戸11側の水位計16又は冷水井戸12側の水位計16の計測結果を取得する。

還水側水位取得部516は、還水側水位として、冷水井戸12側の水位計16又は温水井戸11側の水位計16の計測結果を取得する。

[0060] 流量制御部512は、取得した還水温度に基づいて、流量調整装置22を制御することにより、流量FLを制御する。

例えば、流量制御部512は、取得した揚水側水位に基づいて、流量調整装置22を制御することにより、流量FLを制御する。

例えば、流量制御部512は、取得した還水側水位に基づいて、流量調整装置22を制御することにより、流量FLを制御する。

[0061] 例えば、流量制御部512は、取得した還水温度に基づいて、補助流量調整装置33を制御することにより、補助熱供給設備30と機器AAとの間を流れる冷媒の流量を調整してもよい。

例えば、流量制御部512は、取得した揚水側水位に基づいて、補助流量調整装置33を制御することにより、補助熱供給設備30と機器AAとの間を流れる冷媒の流量を調整してもよい。

例えば、流量制御部512は、取得した還水側水位に基づいて、補助流量調整装置33を制御することにより、補助熱供給設備30と機器AAとの間を流れる冷媒の流量を調整してもよい。

[0062] 熱源機制御部513は、取得した還水温度に基づいて、各熱源機31の起動及び停止を制御してもよい。

例えば、熱源機制御部 5 1 3 は、取得した揚水側水位に基づいて、各熱源機 3 1 の起動及び停止を制御してもよい。

例えば、熱源機制御部 5 1 3 は、取得した還水側水位に基づいて、各熱源機 3 1 の起動及び停止を制御してもよい。

例えば、熱源機制御部 5 1 3 は、複数の熱源機 3 1 の増減段制御を行ってもよい。

[0063] 揚水流量制御部 5 1 5 は、取得した揚水側水位に基づいて、揚水井戸からの揚水流量を制御する。

還水流量制御部 5 1 7 は、取得した還水側水位に基づいて、還水井戸への還水流量を制御する。

[0064] (制御装置の動作)

本実施形態の制御装置 5 0 の動作の一例について説明する。

制御装置 5 0 の動作は、制御方法の実施形態に相当する。

制御装置 5 0 は、図 6 から図 9 に示す各ステップを実施する。

[0065] (還水温度制御の動作)

まず、還水温度制御の動作について説明する。

地中熱利用システム 1 を起動すると、図 6 に示すように、制御装置 5 0 は、機器 A A が冷房運転時であるか否かを判定する (S T O 0)。

[0066] (冷房運転時の還水温度制御)

S T O 0 において、冷房運転時であると判定された場合 (S T O 0 : Y e s)、還水温度取得部 5 1 1 は、還水温度として、温水井戸 1 1 側の水温計 1 5 の計測結果を取得し、取得した還水温度が、熱源機 3 1 の起動を行うべき第一起動温度 (例えば 2 4 ℃) より高いか否かを判定する (S T O 1)。
例えば、第一起動温度は、予め設定される設定値である。

[0067] S T O 1 において、取得した還水温度が第一起動温度より高いと判定された場合 (S T O 1 : Y e s)、熱源機制御部 5 1 3 は、複数の熱源機 3 1 のうち、起動可能な熱源機 3 1 (別熱源機) があるか否かを判定する (S T O 2)。

[0068] S T O 2において、起動可能な熱源機 3 1 があると判定された場合 (S T O 2 : Y e s)、熱源機制御部 5 1 3 は、起動可能な熱源機 3 1 を起動 (S T O 3) し、制御装置 5 0 は、S T O 1 の実施に戻る。

例えば、S T O 3において、熱源機制御部 5 1 3 は、起動可能な熱源機 3 1 をまず 1 台 (設定変更可) を起動する。起動可能な熱源機 3 1 が複数台ある場合は、S T O 1 から S T O 3 を繰り返すことにより、熱源機制御部 5 1 3 は、増減段制御を行うことができる。その際、熱源機制御部 5 1 3 は、機器 A A へ供給される熱量又は流量を見て、増減段制御を行ってもよい。

他方、流量制御部 5 1 2 は、後述するように、熱源井戸設備 1 0 の還水温度が予め設定された許容値内 (予め設定された上限値以下) となるように、流量 F L を制御し、熱源井戸設備 1 0 の負荷を抑制する。

[0069] S T O 2において、起動可能な熱源機 3 1 がないと判定された場合 (S T O 2 : N o)、制御装置 5 0 は、機器 A A の空調能力確保より帯水層 L Y の保護が優先されるべきか否かを判定する (S T O 4)。例えば、制御装置 5 0 は、利用者等が入力する指針に沿って、機器 A A の空調能力確保より帯水層 L Y の保護が優先されるべきか否かを判定してもよい。

[0070] S T O 4において、帯水層 L Y の保護が優先されるべきと判定された場合 (S T O 4 : Y e s)、流量制御部 5 1 2 は、流量 F L の制御を行い (S T O 5)、制御装置 5 0 は、S T O 1 の実施に戻る。

例えば、S T O 5において、流量制御部 5 1 2 は、バイパス弁 2 2 3 を開いて流量 F L を小さくする制御を行ってもよい。この制御により、自己バイパスでの負荷低減が可能となり、還水温度の制御が可能となる。

さらに、S T O 5において、流量制御部 5 1 2 は、補助流量調整装置 3 3 を制御して、補助熱供給設備 3 0 と機器 A A との間を流れる熱媒体 (冷熱媒体) の流量を大きくする制御を行ってもよい。

[0071] S T O 4において、機器 A A の空調能力を確保すべきと判定された場合 (S T O 4 : N o)、制御装置 5 0 は、地中熱利用システム 1 から機器 A A への熱供給を停止する (S T O 6)。その後、利用者等は、地中熱利用システ

ム 1 に代わる他のシステムであって、機器 A A の空調能力を確保できる他のシステムの利用を検討する。

[0072] S T O 1 において、取得した還水温度が、第一起動温度より高くないと判定された場合（S T O 1 : N o）、還水温度取得部 5 1 1 は、取得した還水温度が、熱源機 3 1 の停止を行うべき第一停止温度（例えば 2 0℃）より低いか否かを判定する（S T O 7）。例えば、第一停止温度は、予め設定される設定値である。

ここで、地中熱利用システム 1 が機器 A A に対し冷房運転を行う際に、熱源機 3 1 の起動条件と停止条件との間にヒステリシスを持たせるため、第一停止温度は、第一起動温度より低く設定している。

[0073] S T O 7 において、取得した還水温度が、第一停止温度より低いと判定されなかった場合（S T O 7 : N o）、制御装置 5 0 は、S T O 1 の実施に戻る。

[0074] S T O 7 において、取得した還水温度が、第一停止温度より低いと判定された場合（S T O 7 : Y e s）、熱源機制御部 5 1 3 は、複数の熱源機 3 1 のうち、（熱源井戸設備 1 0 に含まれる熱源機以外の熱源機であって）起動中の熱源機 3 1 があるか否かを判定する（S T O 8）。

[0075] S T O 8 において、起動中の熱源機 3 1 があると判定された場合（S T O 8 : Y e s）、熱源機制御部 5 1 3 は、起動中の熱源機 3 1 を停止し（S T O 9）、制御装置 5 0 は、S T O 1 の実施に戻る。

[0076] S T O 8 において、起動中の熱源機 3 1 がないと判定された場合（S T O 8 : N o）、制御装置 5 0 は、S T O 1 の実施に戻る。

[0077] S T O 0 において、冷房運転時であると判定されなかった場合（S T O 0 : N o）、制御装置 5 0 は、機器 A A が暖房運転時であるか否かを判定する（S T 1 0）。

[0078] S T 1 0 において、暖房運転時であると判定されなかった場合（S T 1 0 : N o）、制御装置 5 0 は、その他の制御として、熱源井戸設備 1 0 に、熱源井戸設備 1 0 への蓄冷熱運転又は蓄温熱運転を実施させる（S T 1 1）。

[0079] (暖房運転時の還水温度制御)

ST10において、暖房運転時であると判定された場合(ST10: Yes)、図7に示すように、還水温度取得部511は、還水温度として、冷水井戸12側の水温計15の計測結果を取得し、取得した還水温度が、熱源機31の起動を行うべき第二起動温度(例えば8℃)より低いか否かを判定する(ST21)。例えば、第二起動温度は、予め設定される設定値である。

[0080] ST21において、取得した還水温度が第二起動温度より低いと判定された場合(ST21: Yes)、熱源機制御部513は、複数の熱源機31のうち、起動可能な熱源機31(別熱源機)があるか否かを判定する(ST22)。

[0081] ST22において、起動可能な熱源機31があると判定された場合(ST22: Yes)、熱源機制御部513は、起動可能な熱源機31を起動(ST23)し、制御装置50は、ST21の実施に戻る。

例えば、ST23において、熱源機制御部513は、起動可能な熱源機31をまず1台(設定変更可)を起動する。起動可能な熱源機31が複数台ある場合は、ST21からST23を繰り返すことにより、熱源機制御部513は、増減段制御を行うことができる。その際、熱源機制御部513は、機器AAへ供給される熱量又は流量を見て、増減段制御を行ってもよい。

他方、流量制御部512は、後述するように、熱源井戸設備10の還水温度が、予め設定された許容値内(予め設定された下限値以上)となるように、流量FLを制御し、熱源井戸設備10の負荷を抑制する。

[0082] ST22において、起動可能な熱源機31がないと判定された場合(ST22: No)、制御装置50は、機器AAの空調能力確保より帯水層LYの保護が優先されるべきか否かを判定する(ST24)。例えば、制御装置50は、利用者等が入力する指針に沿って、機器AAの空調能力確保より帯水層LYの保護が優先されるべきか否かを判定してもよい。

[0083] ST24において、帯水層LYの保護が優先されると判定された場合(ST24: Yes)、流量制御部512は、流量FLの制御を行い(ST

25)、制御装置50は、ST21の実施に戻る。

例えば、ST25において、流量制御部512は、バイパス弁223を開いて流量FLを小さくする制御を行ってもよい。この制御により、自己バイパスでの負荷低減が可能となり、還水温度の制御が可能となる。

さらに、ST25において、流量制御部512は、補助流量調整装置33を制御して、補助熱供給設備30と機器AAとの間を流れる熱媒体（温熱媒体）の流量を大きくする制御を行ってもよい。

[0084] ST24において、機器AAの空調能力を確保すべきと判定された場合（ST24：No）、制御装置50は、地中熱利用システム1から機器AAへの熱供給を停止する（ST26）。その後、利用者等は、地中熱利用システム1に代わる他のシステムであって、機器AAの空調能力を確保できる他のシステムの利用を検討する。

[0085] ST21において、取得した還水温度が、第二起動温度より低くないと判定された場合（ST21：No）、還水温度取得部511は、取得した還水温度が、熱源機31の停止を行うべき第二停止温度（例えば12℃）より高いか否かを判定する（ST27）。例えば、第二停止温度は、予め設定される設定値である。

ここで、地中熱利用システム1が機器AAに対し暖房運転を行う際に、熱源機31の起動条件と停止条件との間にヒステリシスを持たせるため、第二停止温度は、第二起動温度より高く設定している。

[0086] ST27において、取得した還水温度が、第二停止温度より高いと判定されなかった場合（ST27：No）、制御装置50は、ST21の実施に戻る。

[0087] ST27において、取得した還水温度が、第二停止温度より高いと判定された場合（ST27：Yes）、熱源機制御部513は、複数の熱源機31のうち（熱源井戸設備10に含まれる熱源機以外の熱源機であって）起動中の熱源機31があるか否かを判定する（ST28）。

[0088] ST28において、起動中の熱源機31があると判定された場合（ST2

8 : Y e s) 、熱源機制御部 5 1 3 は、起動中の熱源機 3 1 を停止し (S T 2 9) 、制御装置 5 0 は、 S T 2 1 の実施に戻る。

[0089] S T 2 8 において、起動中の熱源機 3 1 がないと判定された場合 (S T 2 8 : N o) 、制御装置 5 0 は、 S T 2 1 の実施に戻る。

[0090] (揚水井戸の水位制御の動作)

揚水井戸の水位制御の動作について説明する。

[0091] 地中熱利用システム 1 を起動すると、図 8 に示すように、揚水側水位取得部 5 1 4 は、揚水側水位として、揚水井戸側の水位計 1 6 の計測結果を取得し、取得した揚水側水位が第一制限水位 (例えば 3 m) より高いか否かを判定する (S T 4 1) 。例えば、第一制限水位は、予め設定される設定値である。

ここで、設定される第一制限水位は、この水位以下となった場合に揚水の流量を制限すべきであって、熱源機 3 1 を起動すべきである水位である。

なお、冷房運転時のこの水位制御において、揚水井戸とは、冷水井戸 1 2 であって、還水井戸とは、温水井戸 1 1 である。

他方、暖房運転時のこの水位制御において、揚水井戸とは、温水井戸 1 1 であって、還水井戸とは、冷水井戸 1 2 である。

[0092] S T 4 1 において、取得した揚水側水位が第一制限水位より高くないと判定 (第一制限水位以下と判定) された場合 (S T 4 1 : N o) 、熱源機制御部 5 1 3 は、複数の熱源機 3 1 のうち、起動可能な熱源機 3 1 (別熱源機) があるか否かを判定する (S T 4 2) 。

[0093] S T 4 2 において、起動可能な熱源機 3 1 があると判定された場合 (S T 4 2 : Y e s) 、熱源機制御部 5 1 3 は、起動可能な熱源機 3 1 を起動 (S T 4 3) し、制御装置 5 0 は、 S T 4 1 の実施に戻る。

例えば、 S T 4 3 において、熱源機制御部 5 1 3 は、起動可能な熱源機 3 1 をまず 1 台 (設定変更可) を起動する。起動可能な熱源機 3 1 が複数台ある場合は、 S T 4 1 から S T 4 3 を繰り返すことにより、熱源機制御部 5 1 3 は、増減段制御を行うことができる。その際、熱源機制御部 5 1 3 は、機

器 A A へ供給される熱量又は流量を見て、増減段制御を行ってもよい。

[0094] 加えて、S T 4 3 において、揚水流量制御部 5 1 5 は、揚水井戸側の水中ポンプの能力に制限をかけたり、揚水井戸側の水中ポンプ P P の動作を停止したりして、揚水井戸からの揚水流量を制御してもよい。

他方、流量制御部 5 1 2 は、熱源井戸設備 1 0 の還水温度が許容値内となるように、流量調整装置 2 2 を制御して流量 F L を小さくし、熱源井戸設備 1 0 の負荷を抑制してもよい。さらに、流量制御部 5 1 2 は、補助流量調整装置 3 3 を制御して、補助熱供給設備 3 0 と機器 A A との間を流れる熱媒体の流量を大きくしてもよい。

[0095] S T 4 1 において、取得した揚水側水位が第一制限水位より高いと判定された場合（S T 4 1 : Y e s）、取得した揚水側水位が、第一解除水位（例えば 1 0 m）より低いかな否かを判定する（S T 4 4）。例えば、第一解除水位は、予め設定される設定値である。

ここで、設定される第一解除水位は、この水位以上となった場合に揚水の流量制限を解除すべきであって、熱源機 3 1 を停止すべきである水位である。

また、熱源機 3 1 の起動条件と停止条件との間にヒステリシスを持たせるため、第一解除水位は、第一制限水位より高く設定している。

[0096] S T 4 4 において、取得した揚水側水位が、第一解除水位より低いと判定された場合（S T 4 4 : Y e s）、揚水制限を解除すべきではないとして、制御装置 5 0 は、S T 4 1 の実施に戻る。

[0097] S T 4 4 において、取得した揚水側水位が、第一解除水位より低いと判定されなかった（第一解除水位以上と判定された）場合（S T 4 4 : N o）、揚水制限を解除できる可能性があるとして、熱源機制御部 5 1 3 は、複数の熱源機 3 1 のうち（熱源井戸設備 1 0 に含まれる熱源機以外の熱源機であって）起動中の熱源機 3 1 があるかな否かを判定する（S T 4 5）。

[0098] S T 4 5 において、起動中の熱源機 3 1 があると判定された場合（S T 4 5 : Y e s）、熱源機制御部 5 1 3 は、起動中の熱源機 3 1 を停止し（S T

4 6)、制御装置 5 0 は、S T 4 1 の実施に戻る。その際、揚水流量制御部 5 1 5 は、揚水井戸側的水中ポンプ P P の能力にかけた制限を解除したり、揚水井戸側的水中ポンプ P P の動作を開始したりして、揚水井戸からの揚水流量を大きくするように制御してもよい。

他方、流量制御部 5 1 2 は、流量調整装置 2 2 を制御して流量 F L を大きくし、補助流量調整装置 3 3 を制御して補助熱供給設備 3 0 と機器 A A との間を流れる熱媒体の流量を小さくしてもよい。

[0099] S T 4 5 において、起動中の熱源機 3 1 がないと判定された場合 (S T 4 5 : N o)、制御装置 5 0 は、S T 4 1 の実施に戻る。

[0100] S T 4 2 において、起動可能な熱源機 3 1 がないと判定された場合 (S T 4 2 : N o)、制御装置 5 0 は、地中熱利用システム 1 から機器 A A への熱供給を停止する (S T 4 7)。その後、利用者等は、揚水井戸のスクリーンの目詰まりの除去等、揚水井戸側の各装置のメンテナンスを検討する。

[0101] (還水井戸の水位制御の動作)

還水井戸の水位制御の動作について説明する。

[0102] 地中熱利用システム 1 を起動すると、図 9 に示すように、還水側水位取得部 5 1 6 は、還水側水位として、還水井戸側の水位計 1 6 の計測結果を取得し、取得した還水側水位が、第二制限水位 (例えば 2 5 m) より低いかなかを判定する (S T 6 1)。例えば、第二制限水位は、予め設定される設定値である。

ここで、設定される第二制限水位は、この水位以上となった場合に還水の流量を制限すべきであって、熱源機 3 1 を起動すべきである水位である。

なお、冷房運転時のこの水位制御において、還水井戸とは、温水井戸 1 1 であって、揚水井戸とは、冷水井戸 1 2 である。

他方、暖房運転時のこの水位制御において、還水井戸とは、冷水井戸 1 2 であって、揚水井戸とは、温水井戸 1 1 である。

[0103] S T 6 1 において、取得した還水側水位が第二制限水位より低くないと判定 (第二制限水位以上と判定) された場合 (S T 6 1 : N o)、熱源機制御

部 5 1 3 は、複数の熱源機 3 1 のうち、起動可能な熱源機 3 1（別熱源機）があるか否かを判定する（S T 6 2）。

[0104] S T 6 2 において、起動可能な熱源機 3 1 があると判定された場合（S T 6 2 : Y e s）、熱源機制御部 5 1 3 は、起動可能な熱源機 3 1 を起動（S T 6 3）し、制御装置 5 0 は、S T 6 1 の実施に戻る。

例えば、S T 6 3 において、熱源機制御部 5 1 3 は、起動可能な熱源機 3 1 をまず 1 台（設定変更可）を起動する。起動可能な熱源機 3 1 が複数台ある場合は、S T 6 1 から S T 6 3 を繰り返すことにより、熱源機制御部 5 1 3 は、増減段制御を行うことができる。その際、熱源機制御部 5 1 3 は、機器 A A へ供給される熱量又は流量を見て、増減段制御を行ってもよい。

[0105] 加えて、S T 6 3 において、還水流量制御部 5 1 7 は、揚水井戸側の水中ポンプ P P の能力に制限をかけたり、揚水井戸側の水中ポンプ P P の動作を停止したりして、還水井戸への還水流量を制御してもよい。

他方、流量制御部 5 1 2 は、熱源井戸設備 1 0 の還水温度が許容値内となるように、流量調整装置 2 2 を制御して流量 F L を小さくし、熱源井戸設備 1 0 の負荷を抑制してもよい。さらに、流量制御部 5 1 2 は、補助流量調整装置 3 3 を制御して、補助熱供給設備 3 0 と機器 A A との間を流れる熱媒体の流量を大きくしてもよい。

[0106] S T 6 1 において、取得した還水側水位が第二制限水位より低いと判定された場合（S T 6 1 : Y e s）、取得した還水側水位が、第二解除水位（例えば 2 1 m）より高いか否かを判定する（S T 6 4）。例えば、第二解除水位は、予め設定される設定値である。

ここで、設定される第二解除水位は、この水位以下となった場合に還水の流量制限を解除すべきであって、熱源機 3 1 を停止すべきである水位である。

また、熱源機 3 1 の起動条件と停止条件との間にヒステリシスを持たせるため、第二解除水位は、第二制限水位より低く設定している。

[0107] S T 6 4 において、取得した還水側水位が、第二解除水位より高いと判定

された場合（ST64：Yes）、まだ、還水制限を解除すべきではないとして、制御装置50は、ST61の実施に戻る。

[0108] ST64において、取得した還水側水位が、第二解除水位より高いと判定されなかった（第二解除水位以下と判定された）場合（ST64：No）、還水制限を解除できる可能性があるとして、熱源機制御部513は、複数の熱源機31のうち（熱源井戸設備10に含まれる熱源機以外の熱源機であって）起動中の熱源機31があるか否かを判定する（ST65）。

[0109] ST65において、起動中の熱源機31があると判定された場合（ST65：Yes）、熱源機制御部513は、起動中の熱源機31を停止し（ST66）、制御装置50は、ST61の実施に戻る。その際、還水流量制御部517は、揚水井戸側の水中ポンプPPの能力にかけた制限を解除したり、揚水井戸側の水中ポンプPPの動作を開始したりして、還水井戸への還水流量を大きくするように制御してもよい。

他方、流量制御部512は、流量調整装置22を制御して流量FLを大きくし、補助流量調整装置33を制御して補助熱供給設備30と機器AAとの間を流れる熱媒体の流量を小さくしてもよい。

[0110] ST65において、起動中の熱源機31がないと判定された場合（ST65：No）、制御装置50は、ST61の実施に戻る。

[0111] ST62において、起動可能な熱源機31がないと判定された場合（ST62：No）、制御装置50は、地中熱利用システム1から機器AAへの熱供給を停止する（ST67）。その後、利用者等は、還水井戸のスクリーンの目詰まりの除去等、還水井戸側の各装置のメンテナンスを検討する。

[0112] （作用及び効果）

本実施形態によれば、制御装置50は、還水温度に基づいて流量FLを制御している。

これにより、制御装置50は、機器AAが要求する負荷熱量が大きい場合において、機器AAから熱源井戸設備10への排熱を制限することができる。

このため、制御装置50は、機器AAが要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸に戻すことができる。

したがって、制御装置50は、地中環境に影響を与えにくい。

[0113] 比較例として、特許文献1に開示された地中熱利用システムでは、揚水井戸から還水井戸への流量を制御することにより還水温度を制御している。このような比較例の地中熱利用システムでは、機器から帯水層への排熱量が同じ場合、揚水温度と注水温度との温度差は、揚水温度と設定した還水温度とによって決まるため流量のみ可変値となる。

このため、比較例の地中熱利用システムでは、揚水量は井戸の性能によって上限があるため、機器が要求する負荷熱量が大きい場合、揚水量を最大にしても還水温度が成り行きとなって上限値（下限値）を超えてしまう。

また、比較例の地中熱利用システムでは、夏期や冬期の終わり頃には、前の季節で蓄えた熱が消費されてしまい、地下水温度は初期地下水温度に近づいてしまい、利用可能な温度差が小さくなる。このため、機器が高負荷である時に還水温度が上限値（下限値）を超えやすくなる。

他方、地中熱利用システムでは、還水温度は、帯水層の水質に変化を与えにくい温度とすること望まれ、例えば、還水温度は、微生物群集構造等に変化を与えにくい温度とすることが望まれる。

しかし、比較例の地中熱利用システムでは、還水温度が上限値（下限値）を超えることがあるため、帯水層の水質に変化を与えやすい。

これに対し、制御装置50は、上述のとおり還水温度に基づいて流量FLを制御しているので、機器AAが要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸に戻すことができる。

したがって、制御装置50は、帯水層の水質に変化を与えにくい。

[0114] 本実施形態によれば、制御装置50は、還水温度に基づいて、熱源機31の起動及び停止を制御するため、機器AAが要求する負荷熱量に応じて、熱

源機 3 1 を起動及び停止することができる。

これにより、制御装置 5 0 は、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合において、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 1 0 と補助熱供給設備 3 0 とに分担させることができる。

このため、制御装置 5 0 は、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸に戻すことができる。

したがって、制御装置 5 0 は、地中環境に影響を与えにくい。

[0115] 例えば、制御装置 5 0 は、還水温度に基づいて、熱源機 3 1 の起動及び停止を制御することにより、図 1 0 に示すように、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 1 0 と補助熱供給設備 3 0 とに分担させることができる。

これにより、制御装置 5 0 は、基本的には高効率な熱源井戸設備 1 0 を運用し、揚水量を最大にしても還水温度が上限値を超える場合には、熱源井戸設備 1 0 とは別の熱源機 3 1 を起動し、負荷配分することで帯水層 L Y への排熱量を制御（制限）できる。

このため、制御装置 5 0 は、上述のとおり還水温度に基づいて、熱源機 3 1 の起動及び停止を制御することにより、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸に戻すことができる。

したがって、制御装置 5 0 は、帯水層の水質に変化を与えにくい。

[0116] 本実施形態によれば、地中熱利用システム 1 が機器 A A に対し冷房運転を行う際に、熱源機 3 1 の停止を行うべき第一停止温度が、熱源機 3 1 の起動を行うべき第一起動温度より低いため、制御装置 5 0 は、熱源機 3 1 の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

例えば、制御装置 5 0 は、図 1 1 に示すように、熱源機 3 1 の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

これにより、制御装置 5 0 は、例えば、熱源機 3 1 の起動と停止との発振動作を抑制できる。

したがって、制御装置 50 は、熱源機 31 の動作を安定させることができる。

- [0117] 本実施形態によれば、地中熱利用システム 1 が機器 A A に対し暖房運転を行う際に、熱源機 31 の停止を行うべき第二停止温度が、熱源機 31 の起動を行うべき第二起動温度より高いため、制御装置 50 は、熱源機 31 の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

これにより、制御装置 50 は、例えば、熱源機 31 の起動と停止との発振動作を抑制できる。

したがって、制御装置 50 は、熱源機 31 の動作を安定させることができる。

- [0118] 本実施形態によれば、熱源機制御部 513 は、増減段制御を行うことにより、機器 A A が要求する負荷熱量のうち、補助熱供給設備が分担する負荷熱量に応じた台数分の熱源機 31 を起動することができる。

したがって、制御装置 50 は、複数の熱源機 31 を効率的に利用することができる。

- [0119] 本実施形態によれば、揚水流量制御部 515 は、揚水側水位に基づいて揚水流量を制御している。

これにより、制御装置 50 は、例えば、揚水井戸のスクリーンの目詰まり等に起因する揚水井戸の水位低下といった、揚水井戸の水位変動を制限することができる。

このため、制御装置 50 は、例えば、揚水井戸の水中ポンプ P P の空運転による故障や揚水井戸の目詰まり進行を抑えることができる。

したがって、制御装置 50 は、地中熱利用システム 1 の長期運用を可能にする。

- [0120] 本実施形態によれば、熱源機制御部 513 は、揚水側水位に基づいて熱源機 31 の起動及び停止を制御する。

これにより、制御装置 50 は、揚水側水位に基づいて、機器 A A が要求する負荷熱量を補助できる。

このため、揚水側水位の維持のために熱源井戸設備 10 だけで機器 A A が要求する負荷熱量を負担できない場合であっても、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 10 と補助熱供給設備 30 とに分担させることができる。

したがって、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を供給できるように、地中熱利用システム 1 を制御することができる。

[0121] 比較例として、特許文献 1 に開示された地中熱利用システムでは、熱源井戸の性能以上の揚水量で汲み上げると、揚水側の水位低下が大きくなり水中ポンプ P P の空運転や揚水側のスクリーンを通過する流速増大による目詰まりの進行等が起こることがある。

例えば、熱源井戸構築時に揚水試験等で揚水量の上限を定めているが、スクリーン目詰まり等の経年劣化により、同じ揚水量でも水位変動が大きくなる場合があるため、水位基準による揚水量の制限と別熱源の活用が望まれる。

他方、例えば、基本的には高効率な熱源井戸設備 10 を運用し、揚水側の水位低下が設定値を超えた場合に、制御装置 50 は、揚水流量を制御するとともに、熱源井戸設備 10 とは別の熱源機 31 を起動し、負荷配分することができる。

したがって、制御装置 50 によれば、揚水側水位に基づいて揚水量の制限と別熱源の活用とを実現できる。

[0122] 本実施形態によれば、揚水の流量制限を解除すべきであって、熱源機 31 を停止すべきである第一解除水位は、揚水の流量を制限すべきであって、熱源機 31 を起動すべきである第一制限水位より高いため、制御装置 50 は、熱源機 31 の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

例えば、制御装置 50 は、図 12 に示すように、熱源機 31 の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

これにより、制御装置 50 は、例えば、熱源機 31 の起動と停止との発振動作を抑制できる。

したがって、制御装置 50 は、熱源機 31 の動作を安定させることができる。

[0123] 本実施形態によれば、揚水流量制御部 515 は、還水側水位に基づいて還水流量を制御している。

これにより、制御装置 50 は、例えば、還水井戸のスクリーンの目詰まり等に起因する還水井戸の水位上昇といった、還水井戸の水位変動を制限することができる。

このため、制御装置 50 は、例えば、還水井戸の目詰まり進行を抑えることができる。

したがって、制御装置 50 は、地中熱利用システム 1 の長期運用を可能にする。

[0124] 本実施形態によれば、熱源機制御部 513 は、還水側水位に基づいて熱源機 31 の起動及び停止を制御する。

これにより、制御装置 50 は、還水側水位に基づいて、機器 A A が要求する負荷熱量を補助できる。

このため、還水側水位の維持のために熱源井戸設備 10 だけで機器 A A が要求する負荷熱量を負担できない場合であっても、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 10 と補助熱供給設備 30 とに分担させることができる。

したがって、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を供給できるように、地中熱利用システム 1 を制御することができる。

[0125] 比較例として、特許文献 1 に開示された地中熱利用システムでは、熱源井戸の性能以上の還水量で注水すると、還水井戸の水位上昇が大きくなり還水井戸のスクリーンを通過する流速増大による目詰まりの進行等が起こることがある。

例えば、熱源井戸構築時に還水試験等で還水量の上限を定めているが、スクリーン目詰まり等の経年劣化により、同じ還水量でも水位変動が大きくなる場合があるため、水位基準による還水量の制限と別熱源の活用が望まれる

。

他方、例えば、基本的には高効率な熱源井戸設備 10 を運用し、還水井戸の水位上昇が設定値を超えた場合に、制御装置 50 は、還水流量を制御するとともに、熱源井戸設備 10 とは別の熱源機 31 を起動し、負荷配分することができる。

したがって、制御装置 50 によれば、還水側水位に基づいて還水量の制限と別熱源の活用とを実現できる。

[0126] 本実施形態によれば、還水の流量制限を解除すべきであって、熱源機 31 を停止すべきである第二解除水位は、還水の流量を制限すべきであって、熱源機 31 を起動すべきである第二制限水位より低いため、制御装置 50 は、熱源機 31 の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

これにより、制御装置 50 は、例えば、熱源機 31 の起動と停止との発振動作を抑制できる。

したがって、制御装置 50 は、熱源機 31 の動作を安定させることができる。

[0127] 本実施形態によれば、制御装置 50 は、熱源井戸設備 10 と補助熱供給設備 30 を併用している。

このため、熱源井戸設備 10 が帯水層 L Y を天然の蓄熱槽と見立てた設備であり、自然を利用するため不測の事態が起こる可能性があるのに対し、制御装置 50 によれば、補助熱供給設備 30 が熱源井戸設備 10 のバックアップになる。

[0128] 本実施形態の制御装置 50 によれば、還水温度管理の自動制御がしやすいため、ユーザー側の管理が容易となり、地中熱利用がしやすい汎用的なシステムを構築することができる。

[0129] <変形例>

上述の実施形態の一例では、制御装置 50 は、還水温度に基づいて流量 F L の制御と、熱源機 31 の起動及び停止の制御との両方を行っているが、還水温度を制御できるなら、どのように制御してもよい。

変形例として、制御装置 50 は、還水温度を制御できるなら、還水温度に基づいて流量 FL の制御と、熱源機 31 の起動及び停止の制御との制御のうち、少なくとも一方を制御してもよい。その際、地中熱利用システム 1 は、流量調整装置 22 と補助熱供給設備 30 との構成のうち、少なくとも一方を備えてもよい。

- [0130] 上述の実施形態の一例では、補助熱供給設備 30 は、複数の熱源機 31 を備えるが、機器 AA に対して熱源井戸設備 10 が行う温熱供給及び冷熱供給の少なくとも一方を補助できるなら、どのような装置を含んでもよい。

変形例として、補助熱供給設備 30 は、複数の熱源機 31 に代えて、一台の熱源機 31 を備えてもよい。

他の変形例として、補助熱供給設備 30 は、複数の熱源機 31 に代えて又は加えて、冷却塔を備えてもよい。

- [0131] 上述の実施形態の一例では、補助熱供給設備 30 は、複数の熱源機 31 を備えるが、機器 AA に対して熱源井戸設備 10 が行う温熱供給及び冷熱供給の少なくとも一方を補助できるなら、どのような装置を含んでもよい。

変形例として、補助熱供給設備 30 は、複数の熱源機 31 に代えて、一台の熱源機 31 を備えてもよい。

他の変形例として、補助熱供給設備 30 は、複数の熱源機 31 に代えて又は加えて、冷却塔を備えてもよい。

- [0132] 上述の実施形態の一例では、地中熱利用回路 20 は、ヒートポンプ 21 を備えるが、熱交換器 14 と機器 AA との間で行われる熱収受の仲介及び制御を行うことができるなら、どのように構成されてもよい。

変形例として、地中熱利用回路 20 は、流量調整装置 22 と、主配管 23 とを備え、ヒートポンプ 21 を備えなくてもよい。その際、流量調整装置 22 は、熱交換器 14 の機器 AA 側から機器 AA へ直接流れる熱媒体の流量を調整してもよい。

- [0133] 上述の実施形態の一例では、還水温度の上限値（下限値）が予め設定されているが、地中環境に影響を与えにくい還水温度に制御できるなら、どのよ

うに設定されてもよい。

変形例として、還水温度の上限値（下限値）は、地中熱利用システム１が設置される地域の初期地下水温度に依存するため、制御装置５０において、還水温度の上限値（下限値）は、特に限定されず、適宜設定可能なものに更新されてもよい。

- [0134] 上述の実施形態の一例では、流量制御部５１２は、バイパス弁２２３を制御しているが、流量ＦＬを制御できるなら、どのような制御を行ってもよい。

変形例として、バイパス弁２２３の制御に加え又はバイパス弁２２３の制御に代えて、流量制御部５１２は、ポンプ２２１のインバータ制御や電動弁２２２の開度制御を行うことにより、流量ＦＬを制御してもよい。

さらに、流量制御部５１２は、流量調整装置２２に対する制御と同様に、補助流量調整装置３３のバイパス弁の開度制御や補助流量調整装置３３のポンプのインバータ制御や補助流量調整装置３３の電動弁の開度制御を行って、補助熱供給設備３０から機器ＡＡへ流れる媒体の流量を調整してもよい。

- [0135] なお、上述の各実施形態においては、制御装置５０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ＣＰＵ５１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線等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。

- [0136] ＜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。

[0137] <付記>

上述の実施形態に記載の制御装置 50、地中熱利用システム 1、制御方法、及びプログラムは、例えば以下のように把握される。

[0138] (1) 第 1 の態様に係る制御装置 50 は、揚水井戸（冷水井戸 12 又は温水井戸 11）と、還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）と、前記揚水井戸（冷水井戸 12 又は温水井戸 11）から前記還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）へ延びる井戸側配管 13 と、前記井戸側配管 13 の途中に設けられている熱交換器 14 と、を備える熱源井戸設備 10 と、前記熱交換器 14 と機器 A A との間に設けられている地中熱利用回路 20 と、を備える地中熱利用システム 1 の前記還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）への還水温度を取得する還水温度取得部 511 と、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路 20 から前記機器 A A へ流れる冷媒の流量 FL を制御する流量制御部 512 と、を備える。

[0139] 本態様によれば、制御装置 50 は、還水温度に基づいて流量 FL を制御している。

これにより、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合において、機器 A A から熱源井戸設備 10 への排熱を制限することができる。

このため、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）に戻すことができる。

したがって、制御装置 50 は、地中環境に影響を与えにくい。

[0140] (2) 第 2 の態様に係る制御装置 50 は、前記地中熱利用回路 20 と並列

に前記機器 A A に設けられていて熱源機 3 1 を備える補助熱供給設備 3 0 をさらに備え、前記還水温度に基づいて、前記熱源機 3 1 の起動及び停止を制御する熱源機制御部 5 1 3 をさらに備える (1) の制御装置 5 0 である。

[0141] 本態様によれば、制御装置 5 0 は、機器 A A が要求する負荷熱量に応じて、熱源機 3 1 を起動及び停止することができる。

これにより、制御装置 5 0 は、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合において、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 1 0 と補助熱供給設備 3 0 とに分担させることができる。

このため、制御装置 5 0 は、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）に戻すことができる。

したがって、制御装置 5 0 は、地中環境に影響を与えにくい。

[0142] (3) 第 3 の態様に係る制御装置 5 0 は、前記地中熱利用システム 1 が前記機器 A A に対し冷房運転を行う際に、前記停止を行うべき第一停止温度が、前記起動を行うべき第一起動温度より低い (2) の制御装置 5 0 である。

[0143] 本態様によれば、制御装置 5 0 は、熱源機 3 1 の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

これにより、制御装置 5 0 は、例えば、熱源機 3 1 の起動と停止との発振動作を抑制できる。

したがって、制御装置 5 0 は、熱源機 3 1 の動作を安定させることができる。

[0144] (4) 第 4 の態様に係る制御装置 5 0 は、前記地中熱利用システムが前記機器 A A に対し暖房運転を行う際に、前記停止を行うべき第二停止温度が、前記起動を行うべき第二起動温度より高い (2) 又は (3) の制御装置 5 0 である。

[0145] 本態様によれば、機器 A A の起動条件と停止条件とにヒステリシスを持たすことができる。

これにより、制御装置 5 0 は、例えば、機器 A A の起動と停止との発振動

作を抑制できる。

したがって、制御装置 5 0 は、熱源機 3 1 の動作を安定させることができる。

[0146] (5) 第 5 の態様に係る制御装置 5 0 は、前記熱源機 3 1 が、複数の熱源機 3 1 を備え、前記熱源機制御部 5 1 3 が、前記複数の熱源機 3 1 の増減段制御を行う (2) から (4) のいずれか一つの制御装置 5 0 である。

[0147] 本態様によれば、制御装置 5 0 は、機器 A A が要求する負荷熱量のうち、補助熱供給設備 3 0 が分担する負荷熱量に応じた台数分の熱源機 3 1 を起動することができる。

したがって、制御装置 5 0 は、複数の熱源機 3 1 を効率的に利用することができる、

[0148] (6) 第 6 の態様に係る制御装置 5 0 は、前記揚水井戸 (冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1) の水位である揚水側水位を取得する揚水側水位取得部 5 1 4 と、前記揚水側水位に基づいて、前記揚水井戸 (冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1) からの揚水流量を制御する揚水流量制御部 5 1 5 と、をさらに備える (1) の制御装置 5 0 である。

[0149] 本態様によれば、制御装置 5 0 は、揚水側水位に基づいて揚水流量を制御している。

これにより、制御装置 5 0 は、例えば、揚水井戸 (冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1) のスクリーンの目詰まり等に起因する揚水井戸 (冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1) の水位低下といった、揚水井戸 (冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1) の水位変動を制限することができる。

このため、制御装置 5 0 は、例えば、揚水井戸 (冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1) の水中ポンプ P P の空運転による故障や揚水井戸 (冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1) の目詰まり進行を抑えることができる。

したがって、制御装置 5 0 は、地中熱利用システム 1 の長期運用を可能にする。

[0150] (7) 第 7 の態様に係る制御装置 5 0 は、前記地中熱利用システムが、前

記地中熱利用回路 20 と並列に前記機器に設けられていて熱源機 31 を備える補助熱供給設備 30 をさらに備え、前記揚水側水位に基づいて、前記熱源機 31 の起動及び停止を制御する熱源機制御部 513 をさらに備える (6) の制御装置 50 である。

[0151] 本態様によれば、制御装置 50 は、揚水側水位に基づいて、機器 A A が要求する負荷熱量を補助できる。

このため、揚水側水位の維持のために熱源井戸設備 10 だけで機器 A A が要求する負荷熱量を負担できない場合であっても、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 10 と補助熱供給設備 30 とに分担させることができる。

したがって、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を供給できるように、地中熱利用システム 1 を制御することができる。

[0152] (8) 第 8 の態様に係る制御装置 50 は、前記還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) の水位である還水側水位を取得する還水側水位取得部 516 と、前記還水側水位に基づいて、前記還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) への還水流量を制御する還水流量制御部 517 と、をさらに備える (1) の制御装置 50 である。

[0153] 本態様によれば、揚水流量制御部 515 は、還水側水位に基づいて還水流量を制御している。

これにより、制御装置 50 は、例えば、還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) のスクリーンの目詰まり等に起因する還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) の水位上昇といった、還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) の水位変動を制限することができる。

このため、制御装置 50 は、例えば、還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) の目詰まり進行を抑えることができる。

したがって、制御装置 50 は、地中熱利用システム 1 の長期運用を可能にする。

[0154] (9) 第 9 の態様に係る制御装置 50 は、前記地中熱利用システム 1 が、

前記地中熱利用回路 20 と並列に前記機器 A A に設けられていて熱源機 31 を備える補助熱供給設備 30 をさらに備え、前記還水側水位に基づいて、前記熱源機 31 の起動及び停止を制御する熱源機制御部 513 をさらに備える (8) の制御装置 50 である。

[0155] 本態様によれば、制御装置 50 は、還水側水位に基づいて、機器 A A が要求する負荷熱量を補助できる。

これにより、還水側水位の維持のために熱源井戸設備 10 だけで機器 A A が要求する負荷熱量を負担できない場合であっても、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 10 と補助熱供給設備 30 とに分担させることができる。

したがって、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量を供給できるように、地中熱利用システム 1 を制御することができる。

[0156] (10) 第 10 の態様に係る制御装置 50 は、揚水井戸 (冷水井戸 12 又は温水井戸 11) と、還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) と、前記揚水井戸 (冷水井戸 12 又は温水井戸 11) から前記還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) へ延びる井戸側配管 13 と、前記井戸側配管 13 の途中に設けられている熱交換器 14 と、を備える熱源井戸設備 10 と、前記熱交換器 14 と機器 A A との間に設けられている地中熱利用回路 20 と、前記地中熱利用回路 20 と並列に前記機器に設けられていて熱源機 31 を備える補助熱供給設備 30 と、を備える地中熱利用システム 1 の前記還水井戸 (温水井戸 11 又は冷水井戸 12) への還水温度を取得する還水温度取得部 511 と、前記還水温度に基づいて、前記熱源機 31 の起動及び停止を制御する熱源機制御部 513 と、備える。

[0157] 本態様によれば、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量に応じて、熱源機 31 を起動及び停止することができる。

これにより、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合において、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 10 と補助熱供給設備 30 とに分担させることができる。

このため、制御装置 50 は、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）に戻すことができる。

したがって、制御装置 50 は、地中環境に影響を与えにくい。

[0158] (11) 第 11 の態様に係る地中熱利用システム 1 は、(1) から (10) のいずれか一つの制御装置 50 と、前記熱源井戸設備 10 と、前記地中熱利用回路 20 を備える。

[0159] 本態様によれば、地中熱利用システム 1 は、還水温度に基づいて流量 F_L を制御している。

これにより、地中熱利用システム 1 は、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合において、機器 A A から熱源井戸設備 10 への排熱を制限することができる。

このため、地中熱利用システム 1 は、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）に戻すことができる。

したがって、地中熱利用システム 1 は、地中環境に影響を与えにくい。

[0160] (12) 第 12 の態様に係る制御方法は、揚水井戸（冷水井戸 12 又は温水井戸 11）と、還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）と、前記揚水井戸（冷水井戸 12 又は温水井戸 11）から前記還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）へ延びる井戸側配管 13 と、前記井戸側配管 13 の途中に設けられている熱交換器 14 と、を備える熱源井戸設備 10 と、前記熱交換器 14 と機器 A A との間に設けられている地中熱利用回路 20 と、を備える地中熱利用システム 1 の前記還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路 20 から前記機器 A A へ流れる冷媒の流量 F_L を制御する。

[0161] 本態様によれば、制御方法は、還水温度に基づいて流量 F_L を制御している。

これにより、制御方法は、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合にお

いて、機器 A A から熱源井戸設備 1 0 への排熱を制限することができる。

このため、制御方法は、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）に戻すことができる。

したがって、制御方法は、地中環境に影響を与えにくい。

[0162] (1 3) 第 1 3 の態様に係る制御方法は、揚水井戸（冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1）と、還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）と、前記揚水井戸（冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1）から前記還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）へ延びる井戸側配管 1 3 と、前記井戸側配管 1 3 の途中に設けられている熱交換器 1 4 と、を備える熱源井戸設備 1 0 と、前記熱交換器 1 4 と機器 A A との間に設けられている地中熱利用回路 2 0 と、前記地中熱利用回路 2 0 と並列に前記機器 A A に設けられていて熱源機 3 1 を備える補助熱供給設備 3 0 と、を備える地中熱利用システム 1 の前記還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記熱源機 3 1 の起動及び停止を制御する。

[0163] 本態様によれば、制御方法は、機器 A A が要求する負荷熱量に応じて、熱源機 3 1 を起動及び停止することができる。

これにより、制御方法は、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合において、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 1 0 と補助熱供給設備 3 0 とに分担させることができる。

このため、制御方法は、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）に戻すことができる。

したがって、制御方法は、地中環境に影響を与えにくい。

[0164] (1 4) 第 1 4 の態様に係るプログラムは、コンピュータに、揚水井戸（冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1）と、還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）と、前記揚水井戸（冷水井戸 1 2 又は温水井戸 1 1）から前記還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）へ延びる井戸側配管 1 3 と、前記井戸

側配管 13 の途中に設けられている熱交換器 14 と、を備える熱源井戸設備 10 と、前記熱交換器 14 と機器 A A との間に設けられている地中熱利用回路 20 と、を備える地中熱利用システム 1 の前記還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路 20 から前記機器 A A へ流れる冷媒の流量 F L を制御する、ことを実行させる。

[0165] 本態様によれば、プログラムは、還水温度に基づいて流量 F L を制御している。

これにより、プログラムは、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合において、機器 A A から熱源井戸設備 10 への排熱を制限することができる。

このため、プログラムは、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）に戻すことができる。

したがって、プログラムは、地中環境に影響を与えにくい。

[0166] (15) 第 15 の態様に係るプログラムは、コンピュータに、揚水井戸（冷水井戸 12 又は温水井戸 11）と、還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）と、前記揚水井戸（冷水井戸 12 又は温水井戸 11）から前記還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）へ延びる井戸側配管 13 と、前記井戸側配管 13 の途中に設けられている熱交換器 14 と、を備える熱源井戸設備 10 と、前記熱交換器 14 と機器 A A との間に設けられている地中熱利用回路 20 と、前記地中熱利用回路 20 と並列に前記機器 A A に設けられていて熱源機 31 を備える補助熱供給設備 30 と、を備える地中熱利用システム 1 の前記還水井戸（温水井戸 11 又は冷水井戸 12）への還水温度を取得し、前記還水温度に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する、ことを実行させる。

[0167] 本態様によれば、プログラムは、機器 A A が要求する負荷熱量に応じて、熱源機 31 を起動及び停止することができる。

これにより、プログラムは、機器 A A が要求する負荷熱量が大きい場合に

において、機器 A A が要求する負荷熱量を熱源井戸設備 1 0 と補助熱供給設備 3 0 とに分担させることができる。

このため、プログラムは、機器 A A が要求する負荷熱量にかかわらず、地中環境に影響を与えにくい温度に地下水の温度を調整して還水井戸（温水井戸 1 1 又は冷水井戸 1 2）に戻すことができる。

したがって、プログラムは、地中環境に影響を与えにくい。

産業上の利用可能性

[0168] 本開示の制御装置、地中熱利用システム、制御方法、及びプログラムによれば、地中環境に影響を与えにくい。

符号の説明

[0169] 1 地中熱利用システム

- 1 0 熱源井戸設備
- 1 1 温水井戸（還水井戸又は揚水井戸）
- 1 2 冷水井戸（揚水井戸又は還水井戸）
- 1 3 井戸側配管
- 1 4 熱交換器
- 1 5 水温計
- 1 6 水位計
- 2 0 地中熱利用回路
- 2 1 ヒートポンプ
- 2 2 流量調整装置
- 2 3 主配管
- 3 0 補助熱供給設備
- 3 1 熱源機
- 3 2 補助配管
- 3 3 補助流量調整装置
- 5 0 制御装置
- 5 1 C P U

5 2 メモリ
5 3 通信インタフェース
5 4 記録媒体
1 3 1 第一端
1 3 2 第二端
2 2 1 ポンプ
2 2 2 電動弁
2 2 3 バイパス弁
5 1 1 還水温度取得部
5 1 2 流量制御部
5 1 3 熱源機制御部
5 1 4 揚水側水位取得部
5 1 5 揚水流量制御部
5 1 6 還水側水位取得部
5 1 7 還水流量制御部
A A 機器
F L 流量
L Y 帯水層
P P 水中ポンプ
V A 注水弁
V B 逆止弁

請求の範囲

- [請求項1] 揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得する還水温度取得部と、
前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御する流量制御部と、
前記還水温度に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する熱源機制御部と、
を備える
制御装置。
- [請求項2] 前記地中熱利用システムが前記機器に対し冷房運転を行う際に、前記停止を行うべき第一停止温度が、前記起動を行うべき第一起動温度より低い
請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記地中熱利用システムが前記機器に対し暖房運転を行う際に、前記停止を行うべき第二停止温度が、前記起動を行うべき第二起動温度より高い
請求項1に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記熱源機が複数の熱源機を備え、
前記熱源機制御部が、前記複数の熱源機の増減段制御を行う
請求項1に記載の制御装置。
- [請求項5] 揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸へ

の還水温度を取得する還水温度取得部と、

前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御する流量制御部と、

を備え、

前記揚水井戸の水位である揚水側水位を取得する揚水側水位取得部と、

前記揚水側水位に基づいて、前記揚水井戸からの揚水流量を制御する揚水流量制御部と、

をさらに備える

制御装置。

[請求項6] 前記地中熱利用システムが、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備をさらに備え、

前記揚水側水位に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する熱源機制御部をさらに備える

請求項5に記載の制御装置。

[請求項7] 揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得する還水温度取得部と、

前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御する流量制御部と、

を備え、

前記還水井戸の水位である還水側水位を取得する還水側水位取得部と、

前記還水側水位に基づいて、前記還水井戸への還水流量を制御する還水流量制御部と、

をさらに備える

制御装置。

[請求項8] 前記地中熱利用システムが、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備をさらに備え、
前記還水側水位に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する熱源機制御部をさらに備える

請求項7に記載の制御装置。

[請求項9] 請求項1から8のいずれか一項に記載の制御装置と、
前記熱源井戸設備と、
前記地中熱利用回路と、
を備える
地中熱利用システム。

[請求項10] 揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、
を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、

前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、

前記還水温度に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する制御方法。

[請求項11] 揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、
を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、

前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、

前記揚水井戸の水位である揚水側水位を取得し、
前記揚水側水位に基づいて、前記揚水井戸からの揚水流量を制御する
制御方法。

- [請求項12] 揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、
前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、
前記還水井戸の水位である還水側水位を取得し、
前記還水側水位に基づいて、前記還水井戸への還水流量を制御する制御方法。

- [請求項13] コンピュータに、
揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられている地中熱利用回路と、前記地中熱利用回路と並列に前記機器に設けられていて熱源機を備える補助熱供給設備と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸への還水温度を取得し、
前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れる冷媒の流量を制御し、
前記還水温度に基づいて、前記熱源機の起動及び停止を制御する、ことを実行させる
プログラム。

- [請求項14] コンピュータに、
揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる

井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、
を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられてい
る地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸へ
の還水温度を取得し、

前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れ
る冷媒の流量を制御し、

前記揚水井戸の水位である揚水側水位を取得し、

前記揚水側水位に基づいて、前記揚水井戸からの揚水流量を制御す
る

ことを実行させる

プログラム。

[請求項15]

コンピュータに、

揚水井戸と、還水井戸と、前記揚水井戸から前記還水井戸へ延びる
井戸側配管と、前記井戸側配管の途中に設けられている熱交換器と、
を備える熱源井戸設備と、前記熱交換器と機器との間に設けられてい
る地中熱利用回路と、を備える地中熱利用システムの前記還水井戸へ
の還水温度を取得し、

前記還水温度に基づいて、前記地中熱利用回路から前記機器へ流れ
る冷媒の流量を制御し、

前記還水井戸の水位である還水側水位を取得し、

前記還水側水位に基づいて、前記還水井戸への還水流量を制御する

ことを実行させる

プログラム。