

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6571491号
(P6571491)

(45) 発行日 令和1年9月4日(2019.9.4)

(24) 登録日 令和1年8月16日(2019.8.16)

(51) Int.Cl. F I

F 2 5 B 9/00 (2006.01)

F 2 5 B 30/02 (2006.01)

F 2 5 B 1/00 (2006.01)

F 2 4 D 3/00 (2006.01)

F 2 4 D 3/18 (2006.01)

F 2 5 B 9/00 3 O 1

F 2 5 B 30/02 Z

F 2 5 B 1/00 3 9 9 Y

F 2 4 D 3/00 B

F 2 4 D 3/18

請求項の数 2 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-212098 (P2015-212098)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成27年10月28日 (2015.10.28)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2017-83082 (P2017-83082A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(43) 公開日	平成29年5月18日 (2017.5.18)	(74) 代理人	100081422
審査請求日	平成29年9月1日 (2017.9.1)		弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100101454
			弁理士 山田 卓二
		(74) 代理人	100111039
			弁理士 前堀 義之
		(72) 発明者	松隈 正樹
			兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号
			株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力電力により駆動される電動機と、
前記電動機と機械的に接続され、空気を圧縮する第1圧縮機と、
前記第1圧縮機で圧縮した圧縮空気と水とで熱交換する第1熱交換器と、
前記第1熱交換器で熱交換して昇温した水を取り出す第1温水取出口と、
前記第1圧縮機で圧縮した圧縮空気によって駆動される膨張機と、
前記膨張機と機械的に接続された負荷発生部と、
前記膨張機で膨張された空気と水とで熱交換する第2熱交換器と、
前記第2熱交換器で熱交換して降温した水を取り出す冷水取出口と、
前記第1圧縮機で圧縮された圧縮空気を貯蔵する第1蓄圧部と、
前記膨張機及び前記第1蓄圧部の少なくとも1つに流体的に接続された第2蓄圧部と、
前記第1圧縮機により圧縮された圧縮空気よりも高圧に空気を圧縮して前記第2蓄圧部に供給する第2圧縮機と
を備え、
前記膨張機は、前記第1蓄圧部から供給される圧縮空気によって駆動され、
前記負荷発生部は、発電機であり、
前記発電機は、前記膨張機により駆動されて発電する、ヒートポンプ。

【請求項 2】

入力電力により駆動される電動機と、

前記電動機と機械的に接続され、空気を圧縮する第 1 圧縮機と、
 前記第 1 圧縮機で圧縮した圧縮空気と水とで熱交換する第 1 熱交換器と、
 前記第 1 熱交換器で熱交換して昇温した水を取り出す第 1 温水取出口と、
 前記第 1 圧縮機で圧縮した圧縮空気によって駆動される膨張機と、
 前記膨張機と機械的に接続された負荷発生部と、
 前記膨張機で膨張された空気と水とで熱交換する第 2 熱交換器と、
 前記第 2 熱交換器で熱交換して降温した水を取り出す冷水取出口と、
 前記第 1 圧縮機で圧縮された圧縮空気を貯蔵する第 1 蓄圧部と、
 前記膨張機及び前記第 1 蓄圧部の少なくとも 1 つに流体的に接続された第 2 蓄圧部と、
 前記第 1 圧縮機により圧縮された圧縮空気よりも高压に空気を圧縮して前記第 2 蓄圧部
 10
 に供給する第 2 圧縮機と、
 前記電動機及び前記負荷発生部に起因して発生する熱を回収し、前記回収した熱により
 水を昇温させる熱回収機構と、
 前記熱回収機構にて昇温した温水を取り出す第 2 温水取出口と、
 を備え、
 前記膨張機は、前記第 1 蓄圧部から供給される圧縮空気によって駆動され、
 前記負荷発生部は、発電機であり、
 前記発電機は、前記膨張機により駆動されて発電し、
 前記第 2 温水取出口から取り出される温水は前記第 1 温水取出口から取り出される温水
 よりも低温である、ヒートポンプ。
 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒートポンプに関する。より詳しくは、空気を冷媒とするヒートポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

従来のヒートポンプは、冷媒として主に H F C (HydroFluoroCarbon) フロン系や C O₂ を使用している。このため、冷媒が漏洩すると、温暖化や大気中の C O₂ 増大が懸念される。従って、地球環境に悪影響を及ぼさない自然冷媒による冷暖房システムが検討されている。
 30

【0003】

現状のヒートポンプの成績係数 C O P (Coefficient Of Performance) を 9 0 ° C 及び 7 の熱供給条件で比較すると以下の程度である。

自然冷媒 (C O₂) ヒートポンプ : C O P 3 . 0

吸収式ヒートポンプ : C O P 1 . 5

吸着式ヒートポンプ : C O P 0 . 6 ~ 0 . 7

代替フロンヒートポンプ : C O P 4 . 5

空気冷媒冷凍機 : C O P 0 . 4 4

【0004】

究極の自然冷媒である空気については空気冷媒冷凍機がある。しかし、空気冷媒冷凍機は、超低温域での凍結などに用途が限定され、且つ C O P 0 . 4 4 程度であるため性能面で有利でない。

【0005】

また、作動流体として空気を使用し、再生可能エネルギーのような不規則に変動する不安定な発電出力を平滑化する技術として、圧縮空気貯蔵 (C A E S) と呼ばれる技術が知られている。特許文献 1 の C A E S 発電装置は、余剰な発電電力が生じた際に圧縮機から吐出される圧縮空気を蓄え、必要な時に空気タービン発電機等で電気に再変換する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 3 - 5 1 2 4 1 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 の C A E S 発電装置は、再生可能エネルギーのような不規則に変動する不安定な発電出力を平滑化することを目的とし、空気を冷媒とするヒートポンプとして利用することについては特段の示唆もされていない。

【 0 0 0 8 】

本発明は、C A E S 技術の一部をヒートポンプとして利用することで、空気と水のみを利用し、温熱を供給できる空気冷媒ヒートポンプを提供することを課題とする。また、従来から効率を向上させた空気冷媒ヒートポンプを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は、入力電力により駆動される電動機と、前記電動機と機械的に接続され、空気を圧縮する第 1 圧縮機と、前記第 1 圧縮機で圧縮した圧縮空気と水とで熱交換する第 1 熱交換器と、前記第 1 熱交換器で熱交換して昇温した水を取り出す第 1 温水取出口とを備える、ヒートポンプを提供する。

【 0 0 1 0 】

第 1 圧縮機の圧縮熱により空気温度を上昇させ、第 1 熱交換器で温度上昇した空気と水とで熱交換して水を昇温させて温水を作ることによって第 1 温水取出口から温水を取り出すことができる。また、作動流体は空気及び水であるため、大気中に漏洩しても無害である。

【 0 0 1 1 】

前記第 1 圧縮機で圧縮した圧縮空気によって駆動される膨張機と、前記膨張機と機械的に接続された負荷発生部と、前記膨張機で膨張された空気と水とで熱交換する第 2 熱交換器と、前記第 2 熱交換器で熱交換して降温した水を取り出す冷水取出口とをさらに備えることが好ましい。さらに好ましくは、前記膨張機で膨張され前記第 2 熱交換器に供給される空気は、- 5 0 から - 1 1 0 である。

【 0 0 1 2 】

膨張機における膨張時の吸熱により空気を降温させ、好ましくは - 5 0 から - 1 1 0 に降温させ、第 2 熱交換器でこの降温した空気と水とで熱交換し、水を冷却して冷水取出口から冷水として取り出すことができる。また、温水だけでなく冷水も取り出すことができるため、C O P を増加させ、性能を向上できる。

【 0 0 1 3 】

前記第 1 圧縮機で圧縮された圧縮空気を貯蔵する第 1 蓄圧部をさらに備え、前記膨張機は、前記第 1 蓄圧部から供給される圧縮空気によって駆動され、前記負荷発生部は、発電機であり、前記発電機は、前記膨張機により駆動されて発電することが好ましい。

【 0 0 1 4 】

第 1 蓄圧部により圧縮空気としてエネルギーを蓄積し、必要なときに圧縮空気を膨張機に供給して発電機を駆動して発電することで、冷熱および温熱だけでなく、電力の平滑化も同時に可能である。

【 0 0 1 5 】

前記膨張機及び前記第 1 蓄圧部の少なくとも 1 つに流体的に接続された第 2 蓄圧部と、前記第 1 圧縮機により圧縮された圧縮空気よりも高压に空気を圧縮して前記第 2 蓄圧部に供給する第 2 圧縮機とをさらに備えることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

第 2 蓄圧部と第 2 圧縮機を設けることで、商用電力系統の停電等の非常時に長時間にわたって緊急電源と冷水を供給できる。これは、データセンタや大型のコンピュータ等の停電時においても非常用電力が必要で、かつ大量の冷熱が必要な需要家に対して特に有効である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

前記発電機で発電した電力の供給先を、前記電動機又は需要先に切り替える切替機構をさらに備えることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

切替機構を設けることで、必要に応じて電力の供給先を切り替えることができる。具体的には、通常時には発電機の発電電力を需要先に供給しつつ、需要先からの電力需要がない場合には電動機に電力を供給して第1圧縮機を駆動することで、発電機の発電電力を有効利用できる。特に、需要先からの電力需要がない場合には、電力をシステム内で循環利用するため、システム外から必要な供給電力を低減でき、従って成績係数C O P (Coefficient Of Performance)を増加させ、性能を向上できる。

10

【 0 0 1 9 】

前記負荷発生部は、前記電動機であることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

電動機と負荷発生部を一体化することで、装置の構成要素を減らすことができ、装置を小型化できる。特に、負荷発生部が発電機の場合、電動発電機を使用して第1圧縮機と膨張機を機械的に接続すればよい。

【 0 0 2 1 】

前記電動機及び前記負荷発生部に起因して発生する熱を回収し、前記回収した熱により水を昇温させ、第2温水取出口から温水として取り出す熱回収機構を有することが好ましい。

20

【 0 0 2 2 】

電動機等に起因する電気ロスやメカロスによって発生する熱を回収して温水を作るために利用できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、空気冷媒ヒートポンプにおいて、C A E S技術の一部をヒートポンプとして利用することで、空気と水のみを利用して温熱を供給できる。また、従来から効率を向上できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

30

【 図 1 】 本発明の第1実施形態に係るヒートポンプの概略構成図。

【 図 2 A 】 図 1 のヒートポンプの冷暖房兼発電運転時のC O Pの内訳を示す棒グラフ。

【 図 2 B 】 図 1 のヒートポンプの冷暖房専用運転時のC O Pの内訳を示す棒グラフ。

【 図 3 】 本発明の第2実施形態に係るヒートポンプの概略構成図。

【 図 4 】 本発明の第3実施形態に係るヒートポンプの概略構成図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 5 】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 2 6 】

(第 1 実施形態)

40

図 1 は、本発明の第1実施形態に係るヒートポンプ2の概略構成図を示している。本実施形態のヒートポンプ2は、発電装置4から入力電力を受け、空気を冷媒として2種類の温水(温水A, B)と冷水と冷気とを作り出し、暖房及び冷房に利用する。作動流体は空気及び水であるため、大気中に漏洩しても無害である。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では、環境性を考慮して発電装置4として風力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギーを利用したものをを用いているが、発電装置4の種類は特に限定されない。代替的には、発電装置4は商用電源に接続された電力系統等であってもよい。

【 0 0 2 8 】

本実施形態のヒートポンプ2は、モータ(電動機)6、第1圧縮機8、膨張機10、発

50

電機（負荷発生部）１２、第１熱交換器１４、及び第２熱交換器１８を備え、空気配管２０a～２０c及び給水配管２２a～２２gによりこれらが流体的に接続されている。

【００２９】

まず、空気配管２０a～２０cの経路について説明する。

【００３０】

発電装置４により発電された電力は、モータ６に供給される。以降、発電装置４からモータ６に供給される電力を入力電力という。モータ６は、入力電力により駆動される。

【００３１】

第１圧縮機８は、モータ６と機械的に接続されており、モータ６によって駆動される。第１圧縮機８の吐出口８bは、空気配管２０bを通じて膨張機１０の給気口１０aと流体的に接続されている。第１圧縮機８は、モータ６により駆動されると、吸気口８aより空気を吸気し、圧縮して吐出口８bより吐出し、空気配管２０bを通じて膨張機１０に圧縮空気を圧送する。空気配管２０bには、第１熱交換器１４が設けられている。

10

【００３２】

第１熱交換器１４では、第１圧縮機８から膨張機１０へと延びる空気配管２０b内の圧縮空気と、後述する給水部２８から第１温水取出口３８へと延びる給水配管２２b内の水とで熱交換し、第１圧縮機８で発生した圧縮熱で給水配管２２b内の水を加熱している。即ち、第１熱交換器１４では、圧縮空気の温度は低下し、水の温度は上昇する。第１熱交換器１４では、熱交換量を調整することでそれぞれ所定の温度に調整でき、本実施形態では水を常温以上に昇温させ、圧縮空気を常温以下に降温させている。ここで、水の常温とは、工業用水の温度や、クーリングタワーを用いて大気と熱交換した後の水の温度等であり、一般的には５～３０の範囲で、地域や季節によって変動する。また、空気の常温とは、大気の温度であり、一般的には０～４０の範囲で、地域や季節によって変動する。

20

【００３３】

膨張機１０は、発電機１２と機械的に接続されている。給気口１０aから圧縮空気を給気された膨張機１０は、給気された圧縮空気により作動し、発電機１２を駆動する。発電機１２はスイッチ２４を介して電力系統１６及びモータ６に電氣的に接続されている（図１の一点鎖線参照）。従って、発電機１２で発電した電力（以降、発電電力という）は、電力系統１６又はモータ６に供給される。発電電力の供給先は、スイッチ（切替機構）２４を切りかえることで変更できる。スイッチ２４の切り替えは、電力系統１６から要求される需要電力に応じて切り替えられてもよい。具体的には、発電機１２から電力系統１６に電力送電が不要な場合、冷暖房専用運転として、スイッチ２４を切り替えて発電機１２の発電電力を第１圧縮機８のモータ６に供給する。発電機１２から電力系統１６に電力送電が必要な場合、冷暖房発電兼用運転として、スイッチ２４を切り替えて発電機１２の発電電力を電力系統１６に供給する。特に、需要先からの電力需要がなく、発電機１２から電力系統１６に電力送電が不要な場合、冷暖房専用運転として電力をシステム内で循環利用するため、モータ６を駆動するために必要なシステム外からの供給電力を低減でき、従って成績係数COP（Coefficient Of Performance）を増加させ、性能を向上できる。

30

【００３４】

膨張機１０で膨張された空気は、膨張時の吸熱により冷却され、排気口１０bから空気配管２０c内に送出される。膨張機１０の給気口１０aに供給された圧縮空気は、第１熱交換器１４により常温以下に降温されているため、膨張機１０でさらに冷却されることで確実に常温以下の冷気として空気配管２０c内に送出される。空気配管２０cには第２熱交換器１８が設けられている。常温以下に降温した冷気は、空気配管２０cを通じて第２熱交換器１８に供給される。

40

【００３５】

第２熱交換器１８では、膨張機１０から冷気取出口２６まで延びる空気配管２０c内の常温以下の空気と、後述する分流部３６から冷水取出口３０まで延びる給水配管２２c内の水とで熱交換し、水を常温以下に降温させている。即ち、第２熱交換器１８では、空気の温度は上昇し、水の温度は低下する。ただし、第２熱交換器１８では、熱交換量を調整

50

することで、空気は加熱されるものの常温以下に維持されている。第2熱交換器18での熱交換後、常温以下に維持された空気、即ち冷気は空気配管20cを通じて冷気取出口26に供給され、冷気取出口26からヒートポンプの外部に取り出され、冷房に利用される。冷房の需要先は、例えば、コンピュータの冷却に膨大な冷房が求められるデータセンタや、製造工程における制約から一定温度に調整しておくことが求められる精密機械工場及び半導体工場等がある。

【0036】

次に、給水配管22a～22gの経路について説明する。

【0037】

給水部28から供給された水は、給水配管22a内でポンプ32aにより加圧され流動する。給水配管22aには、クーリングタワー34が設けられており、給水配管22a内の水はクーリングタワー34により一定温度まで冷却される。冷却温度は、例えば常温程度であってもよいし、個々の熱交換器14, 18, 40, 42における熱交換量に基づいて決定されてもよい。給水配管22aは、クーリングタワー34下流の分流部36で給水配管22b～22eに分かれる。

【0038】

給水配管22bは、一端が分流部36、他端が第1温水取出口38に接続されている。給水配管22bに設けられた第1熱交換器14において常温以上に昇温した水は、第1温水取出口38から温水Aとしてヒートポンプの外部に取り出され、暖房等に利用される。

【0039】

給水配管22cは、一端が分流部36、他端が冷水取出口30に接続されている。給水配管22cに設けられた第2熱交換器18において常温以下に降温した水は、冷水取出口30から冷水としてヒートポンプの外部に取り出され、冷房等に利用される。このように、温水だけでなく冷水も取り出すことができるため、成績係数COPを増加させ、性能を向上できる。

【0040】

給水配管22dは、一端が分流部36、他端が第2温水取出口44に接続されている。給水配管22eは、一端が分流部36、他端が第3熱交換器40下流の給水配管22dに合流している。給水配管22d及び給水配管22eには、内部の水を昇温させるために、第3熱交換器40及び第4熱交換器42がそれぞれ設けられている。

【0041】

本実施形態では、モータ6及び発電機12に起因する電気ロスやメカニカルロスのような圧縮熱と比較すると小さいが温水を作り出すことのできる熱も回収するために、第3熱交換器40及び第4熱交換器42が設けられている。電気ロスには、モータ6及び発電機12に起因する図示しないインバータロス及びコンバータロスを含む。第3熱交換器40及び第4熱交換器42では、給水配管22d及び給水配管22e内の水と、モータ6及び発電機12から熱回収しポンプ32b, 32cにより循環する熱媒配管21a, 21b内の潤滑油等の熱媒とでそれぞれ熱交換している。即ち、第3熱交換器40及び第4熱交換器42では、水の温度は上昇し、熱媒の温度は低下する。所定の温度まで昇温された水は、温水Bとして第2温水取出口44よりヒートポンプの外部に取り出される。従って、熱媒配管21a, 21b、第3熱交換器40、及び第4熱交換器42は、本発明の熱回収機構46に含まれる。第2温水取出口44より取り出された温水Bは、第1温水取出口38より取り出された温水Aより、通常温度が低いため、比較的低温でも利用可能な温浴施設、温水プール、及び農業施設等で暖房に利用することが考えられる。

【0042】

冷房及び暖房に利用された冷水及び温水A, Bは、給水配管22f, 22gを通じて排水部48から回収される。排水部48と給水部28は図示しない配管により接続されており、排水部48から回収された水は再び給水部28から給水配管22aを通じてクーリングタワー34を介して個々の熱交換器14, 18, 40, 42に供給される。即ち、本実施形態で使用される水は、給水配管22a～22gにおいて循環使用されている。

【 0 0 4 3 】

好ましくは、第 1 熱交換器 1 4 及び第 2 熱交換器 1 8 は、所望の温度の温水 A、B、冷水、及び冷気を得るために大容量の熱交換が可能であるプレート熱交換器を使用する方がよい。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施形態の第 1 圧縮機 8 及び膨張機 1 0 は、その種類は限定されず、スクリュ式、スクロール式、ターボ式、及びレシプロ式などであってもよい。ただし、本実施形態の発電装置 4 に対応するように再生可能エネルギーなどの不規則に変動する入力電力に対しては、応答性高くリニアに追従するためにスクリュ式が好ましい。また、本実施形態の第 1 圧縮機 8 及び膨張機 1 0 の数は共に 1 台であるが、台数は特に限定されず、2 台以上を並列に設けてもよい。

10

【 0 0 4 5 】

ヒートポンプ 2 の性能について説明する。

【 0 0 4 6 】

ヒートポンプ 2 のような冷暖房システムの性能を評価するための係数として成績係数 COP がある。COP はシステムへの供給電力 L_i を発生電熱量 L_Q で割ることにより求められる ($COP = L_Q / L_i$)。本実施形態では、スイッチ 2 4 により、冷暖房発電兼用運転と冷暖房専用運転とが切り替え可能である。従って、両運転モードについて、以下、システムへの供給電力 L_i や発生電熱量 L_Q の個々の回収熱量を例示しつつ説明するが、例示する数値については特に本発明の範囲を限定する意図ではない。

20

【 0 0 4 7 】

図 2 A は本実施形態の冷暖房発電兼用運転の場合、図 2 B は冷暖房専用運転の場合の COP の内訳を示す棒グラフである。

【 0 0 4 8 】

まず、図 2 A を参照して冷暖房発電兼用運転の場合について説明する。

【 0 0 4 9 】

システムへの供給電力 L_i は、発電装置 4 により発電され、モータ 6 を駆動するために発電装置 4 から 90 kW 程度の電力として供給される。

【 0 0 5 0 】

発生電熱量 L_Q は、取り出した温水 A、温水 B、冷水、及び冷気の熱量の合計に、発電機 1 2 で発電して電力系統 1 6 に供給した電力量 L_g を加算したもので表される。

30

【 0 0 5 1 】

第 1 温水取出口 3 8 から取り出される温水 A は、第 1 圧縮機 8 における圧縮熱を利用して第 1 熱交換器 1 4 で加熱された温水である。本実施形態では、例えば 90 程度の温水 A を回収でき、回収熱量は 65 kW 程度である。温水 A の回収温度は、第 1 圧縮機 8 の吐出空気温度が - 10 ~ 60 程度となるように第 1 熱交換器 1 4 の仕様を調整して決定してもよい。

【 0 0 5 2 】

第 2 温水取出口 4 4 から取り出される温水 B は、モータ 6 及び発電機 1 2 における電気ロスやメカニカルロスにより発生する熱を利用して第 3 熱交換器 4 0 及び第 4 熱交換器 4 2 で加熱された温水である。本実施形態では、例えば 70 程度の温水 B を回収でき、回収熱量は 15 kW 程度である。

40

【 0 0 5 3 】

冷気取出口 2 6 から取り出される冷気は、膨張機 1 0 における膨張時の吸熱により冷却された冷気である。本実施形態では、例えば膨張機 1 0 の排気口 1 0 b から送出される冷気が - 50 から - 110 程度であり、そこから第 2 熱交換器 1 8 で加熱されて最終的に 10 ~ 17 程度の冷気を回収でき、回収熱量は 7 kW 程度である。

【 0 0 5 4 】

冷水取出口 3 0 から取り出される冷水は、膨張機 1 0 から送出される冷気により第 2 熱交換器 1 8 で冷却された冷水である。本実施形態では、例えば 7 程度の冷水を回収でき

50

、回収熱量は40kW程度である。

【0055】

発電機12で発電して電力系統16に供給する電力量Lgは、40kW程度である。

【0056】

発生電熱量LQは、これらの合計であるため $LQ = 167 (= 15 + 65 + 40 + 7 + 40)$ kWとなる。

【0057】

従って、本実施形態における冷暖房発電兼用運転時のヒートポンプ2の成績係数は、 $COP = 1.86 (= 167 \text{ kW} / 90 \text{ kW})$ となる。

【0058】

次に、図2Bを参照して冷暖房専用運転の場合について説明する。

【0059】

システムへの供給電力Liは、風力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギーを利用した発電装置4により発電され、モータ6を駆動するために50kW程度の電力として供給される。モータ6を駆動するためには90kW程度の電力が必要であるが、冷暖房専用運転の場合、発電機12から残りの40kW程度の電力がシステム内で循環供給される。従って、システムへの供給電力Liは50kW程度となる。

【0060】

発生電熱量LQは、個々に取り出す熱量(温水A、B、冷水、及び冷氣)は、冷暖房発電兼用運転の場合と変わらないが、発電機12で発電して電力系統16に供給する電力量Lgは存在しないため0kWとなる。従って、発生電熱量LQは、これらの合計であるため $LQ = 127 (= 15 + 65 + 40 + 7 + 0)$ kWとなる。

【0061】

従って、本実施形態における冷暖房専用運転時のヒートポンプ2の成績係数は、 $COP = 2.54 (= 127 \text{ kW} / 50 \text{ kW})$ となり、従来までの空気冷媒のヒートポンプから大きく性能が改善され、従来まで困難であった $COP = 2.0$ を超える。

【0062】

(第2実施形態)

図3は、第2実施形態のヒートポンプ2の概略構成図を示している。本実施形態のヒートポンプ2は、モータと発電機が一体となった電動発電機50が使用されていることに關する以外は図1の第1実施形態の構成と実質的に同様である。従って、図1に示した構成と同様の部分については説明を省略する。

【0063】

本実施形態では、モータと発電機が一体となった電動発電機50を介して同軸に第1圧縮機8と膨張機10が機械的に接続されている。電動発電機50を使用して第1圧縮機8と膨張機10を接続することで、圧縮空気の大気膨張トルクを空気圧縮トルクの補助として使用でき、電動発電機50への入力電力を低減できる。第1実施形態から発電機12(図1参照)が実質的に省略されたことで、熱回収機構46が簡略化され、第1実施形態から熱媒配管21b(図1参照)、ポンプ32c、及び第4熱交換器42(図1参照)が省略されている。このため、システムコストを低減できると共に、発電機における電気ロスやメカロス、さらに発電機用インバータロス及びコンバータロスを削減できる。

【0064】

(第3実施形態)

図4は、第3実施形態のヒートポンプ2の概略構成図を示している。本実施形態のヒートポンプ2は、圧縮空気貯蔵(CAES)発電装置2である。具体的には、CAES発電装置2は、図1に示す第1実施形態のヒートポンプ2の構成に加えて、第1蓄圧タンク(第1蓄圧部)52及び第2蓄圧タンク(第2蓄圧部)54を備える。CAES発電装置2は、圧縮空気の形式でエネルギーを貯蔵でき、必要に応じて電力に変換できるため、風力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギーを利用した発電装置4のように発電する電力が不規則に変動する不安定な発電を平滑化できる。本実施形態では、第1実施形態と構成を

10

20

30

40

50

共通する部分が多いため、図 1 に示した構成と同様の部分については説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

本実施形態の C A E S 発電装置 2 は、第 1 圧縮機 8 から膨張機 1 0 へと延びる空気配管 2 0 b に第 1 圧縮機 8 から吐出された圧縮空気を貯蔵する第 1 蓄圧タンク 5 2 が設けられている。即ち、第 1 蓄圧タンク 5 2 には圧縮空気の形式でエネルギーを蓄積できる。第 1 蓄圧タンク 5 2 で蓄えられた圧縮空気は、空気配管 2 0 c を通じて膨張機 1 0 に供給される。空気配管 2 0 c にはバルブ 5 6 が設けられており、バルブ 5 6 を開閉することで膨張機 1 0 への圧縮空気の供給を許容又は遮断できる。第 1 蓄圧タンク 5 2 により圧縮空気としてエネルギーを貯蔵し、必要に応じて膨張機 1 0 に圧縮空気を供給して発電機 1 2 を駆動して発電することで再生可能エネルギーによる発電装置 4 の発電出力を平滑化できる。

10

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態の C A E S 発電装置 2 は、第 1 圧縮機 8 よりも空気を高圧に圧縮する第 2 圧縮機 5 8 と、第 1 蓄圧タンク 5 2 の許容蓄圧値よりも高圧の許容蓄圧値を有する第 2 蓄圧タンク 5 4 とを備える。ここで許容蓄圧値とは、蓄圧タンクの故障や破壊につながらない最高使用圧力のことをいう。

【 0 0 6 7 】

第 2 圧縮機 5 8 には、第 1 圧縮機 8 と同様にモータ 7 が機械的に接続されている。第 2 圧縮機 5 8 は、モータ 7 に駆動されて、吸気口 5 8 a より吸気し、第 1 圧縮機 8 よりも高圧に空気を圧縮して、吐出口 5 8 b から第 2 蓄圧タンク 5 4 に圧縮空気を供給する。従って、第 2 蓄圧タンク 5 4 内の圧力は、通常、第 1 蓄圧タンク 5 2 内の圧力よりも高い。第 1 蓄圧タンクと第 2 蓄圧タンク 5 4 の圧力（蓄圧値）の例として、第 1 蓄圧タンク 5 2 を 0 . 9 8 M P a 未満とし、第 2 蓄圧タンク 5 4 を 4 . 5 M P a 程度とすることが考えられる。

20

【 0 0 6 8 】

第 2 蓄圧タンク 5 4 は、第 1 蓄圧タンク 5 2 及び膨張機 1 0 と空気配管 2 0 d を通じて流体的に接続されている。具体的には、空気配管 2 0 d の一端は第 2 蓄圧タンク 5 4 に流体的に接続され、他端は空気配管 2 0 c に流体的に接続されている。空気配管 2 0 d には流量調整バルブ 6 0 が設けられており、流量調整バルブ 6 0 の開度を調整することで第 1 蓄圧タンク 5 2 及び膨張機 1 0 に供給する空気の流量を調整できる。膨張機 1 0 に減圧した高圧空気を供給することで発電機 1 2 を駆動して発電し、第 1 蓄圧タンク 5 2 に減圧した高圧空気を供給することで減少した第 1 蓄圧タンク 5 2 に貯蔵された圧縮空気量を補うことができる。

30

【 0 0 6 9 】

第 2 蓄圧タンク 5 4 と第 2 圧縮機 5 8 を設けることで、停電等の非常時に長時間にわたって緊急電源と冷房を供給できる。具体的には、通常時、流量調整バルブ 6 0 が閉じられており、第 2 蓄圧タンク 5 4 の内圧が高く保たれている。停電等が起きて多くの発電量が必要な場合や、長時間発電して第 1 蓄圧タンク 5 2 の内圧が低下した場合に、流量調整バルブ 6 0 を開き、第 2 蓄圧タンク 5 4 から膨張機 1 0 に多くの圧縮空気を供給する。これにより、膨張機 1 0 によって駆動される発電機 1 2 の発電量の低下を防止でき、同時に冷気及び冷水を取り出すこともできる。これは、データセンタや大型のコンピュータ等の大量の冷熱が必要な需要家に対して特に有効である。

40

【 符号の説明 】

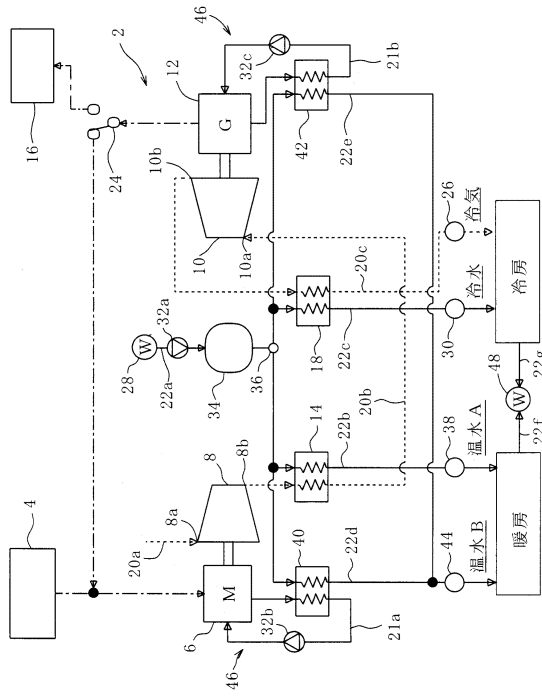
【 0 0 7 0 】

- 2 ヒートポンプ（圧縮空気貯蔵（C A E S）発電装置）
- 4 発電装置
- 6 , 7 モータ（電動機）
- 8 第 1 圧縮機
- 8 a 吸気口
- 8 b 吐出口
- 1 0 膨張機

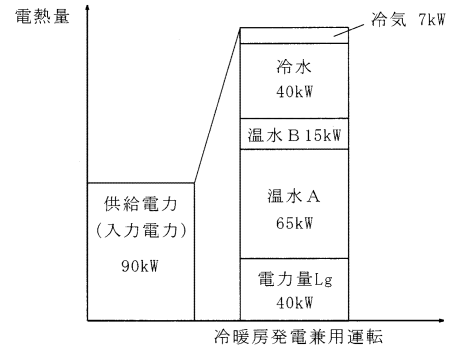
50

1 0 a	給気口	
1 0 b	排気口	
1 2	発電機（負荷発生部）	
1 4	第 1 熱交換器	
1 6	電力系統	
1 8	第 2 熱交換器	
2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d	空気配管	
2 1 a , 2 1 b	熱媒配管	
2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d , 2 2 e , 2 2 f , 2 2 g	給水配管	
2 4	スイッチ（切替機構）	10
2 6	冷氣取出口	
2 8	給水部	
3 0	冷水取出口	
3 2 a , 3 2 b , 3 2 c	ポンプ	
3 4	クーリングタワー	
3 6	分流部	
3 8	第 1 温水取出口	
4 0	第 3 熱交換器	
4 2	第 4 熱交換器	
4 4	第 2 温水取出口	20
4 6	熱回収機構	
4 8	排水部	
5 0	電動発電機	
5 2	第 1 蓄圧タンク（第 1 蓄圧部）	
5 4	第 2 蓄圧タンク（第 2 蓄圧部）	
5 6	バルブ	
5 8	第 2 圧縮機	
5 8 a	吸気口	
5 8 b	吐出口	
6 0	流量調整バルブ	30

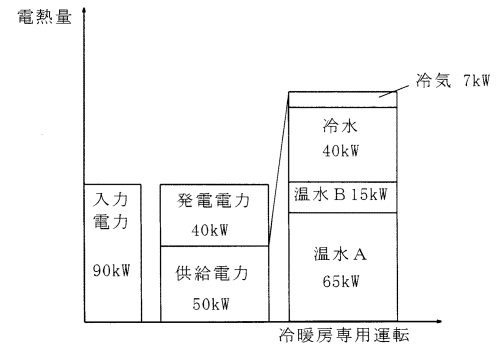
【図 1】



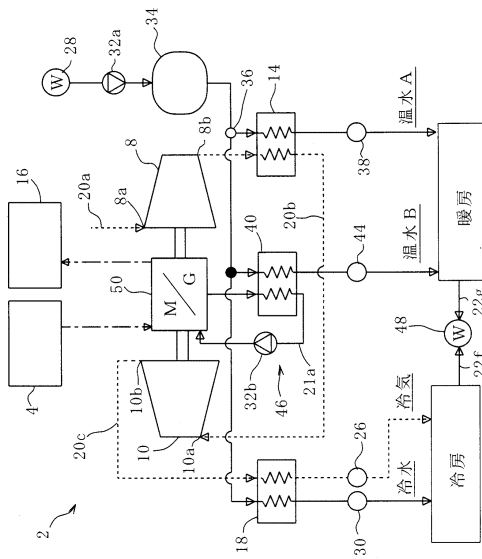
【図 2 A】



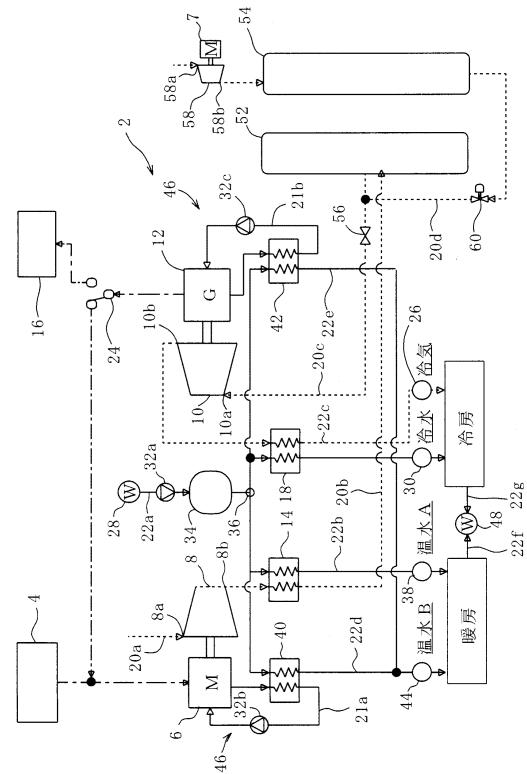
【図 2 B】



【図 3】



【図 4】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
F 0 2 C	1/04 (2006.01)	F 0 2 C	1/04
F 0 2 C	6/00 (2006.01)	F 0 2 C	6/00 B
F 0 2 C	6/16 (2006.01)	F 0 2 C	6/16
F 0 2 C	6/04 (2006.01)	F 0 2 C	6/04

(72)発明者 大濱 敬織
 東京都品川区北品川5丁目9番12号 株式会社神戸製鋼所内

審査官 笹木 俊男

(56)参考文献 特開平07-224679(JP,A)
 特開2003-065621(JP,A)
 特開平01-314829(JP,A)
 特開2003-081185(JP,A)
 特開2002-273497(JP,A)
 特開2001-115859(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 2 5 B 9 / 0 0
 F 2 5 B 3 0 / 0 2
 F 0 4 B 4 1 / 0 2
 F 0 4 C 2 9 / 0 2
 F 1 7 C 1 / 0 0 ~ 1 3 / 1 2