

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4848211号
(P4848211)

(45) 発行日 平成23年12月28日 (2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日 (2011.10.21)

(51) Int.Cl.

F 2 4 F 3/153 (2006.01)

F 1

F 2 4 F 3/153

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-159201 (P2006-159201)
 (22) 出願日 平成18年6月8日 (2006.6.8)
 (65) 公開番号 特開2007-327693 (P2007-327693A)
 (43) 公開日 平成19年12月20日 (2007.12.20)
 審査請求日 平成18年6月8日 (2006.6.8)
 審判番号 不服2010-4634 (P2010-4634/J1)
 審判請求日 平成22年3月3日 (2010.3.3)

(73) 特許権者 000005452
 株式会社日立プラントテクノロジー
 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (72) 発明者 藤居 達郎
 茨城県ひたちなか市堀口832番地2
 株式会社 日立製作
 所 機械研究所内
 (72) 発明者 今成 正雄
 茨城県ひたちなか市堀口832番地2
 株式会社 日立製作
 所 機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 除湿空調システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

除湿ロータに処理空気の水分を吸収する処理ゾーンと、この水分を高温の再生空気に放出する再生ゾーンと、再生ゾーンで温度上昇して水分を放出した領域を冷却用空気で冷却するパージゾーンとを備え、前記除湿ロータが回転することによって各ゾーンが順次通過するパージ型デシカント除湿機と、吸熱部と放熱部を有するヒートポンプと、前記吸熱部を冷却源として前記処理空気を冷却する空気冷却器と、前記放熱部を加熱源として前記再生空気を前記再生ゾーン入口側で加熱する空気加熱器を有する除湿空調システムにおいて、

前記処理空気を、外部から導入した導入外気と、空調対象とする室内から導いて再循環させる室内還気の混合空気とし、

前記空気冷却器を、前記室内還気の流路に設けると共に、前記導入外気を、前記室内還気との混合部の上流側で冷却する冷凍機を設けたことを特徴とする除湿空調システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の除湿空調システムにおいて、

前記冷凍機は、前記導入外気を前記室内還気との混合部の上流側で冷却すると共に、前記ヒートポンプの吸熱部を冷却源とした前記空気冷却器によって冷却された室内還気を、前記導入外気との合流前または合流後に再冷却することを特徴とする除湿空調システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の除湿空調システムにおいて、

10

20

前記ヒートポンプの放熱部は、前記再生空気の加熱源として再生空気に放熱する空気加熱器と、外部冷却媒体に熱を放出する外気放熱器と、から構成され、前記外気放熱器が前記空気加熱器の冷媒流路の下流側に接続されていることを特徴とする除湿空調システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デシカント空調機と、その再生空気の加熱・処理空気の冷却手段としてヒートポンプを備えた除湿空調システムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

本発明に関わる除湿空調システムとしては、例えば特許文献1に開示のものがある。特許文献1では、除湿装置を、給気路および排気路、吸着材保持機構とヒートポンプから構成し、ヒートポンプの低温熱源および高温熱源を、各々、給気路および排気路において吸着剤保持機構よりも上流側に配置している。そして、このヒートポンプの低温熱源と高温熱源とを有効に利用することによって省エネルギーを図っている。

【0003】

また本発明に係る他の従来技術としては、非特許文献1の公知技術が挙げられる。本公知例では、ヒートポンプの導入により省エネルギーを図ると同時に、除湿ロータの再生空気用として補助ヒータを設け、再生空気をヒートポンプの高温熱源で加熱した後にこの補助ヒータでさらに加熱して除湿ロータの再生ゾーンに導く構成としている。

20

【0004】

【特許文献1】特開2005-201624号公報（図1）

【非特許文献1】平成17年度空気調和・衛生工学会大会講演論文集 pp. 1233-1236 図-1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の従来技術では、同一の冷凍サイクルによって、屋外などの外部から給気路に取り入れた供給給気の冷却と、室内から排気路に取り入れた排出空気（再生空気）を吸着剤の再生に用いるための加熱を行っている。ところで、供給給気の冷却熱量は、外気温度の時間変動や季節変動によって大きく変化する。このため、この変化に合わせてヒートポンプサイクルを稼働させると、排出空気の加熱量も変動して吸着剤の再生状態、さらにはこの吸着剤によって行われる供給空気の除湿性能が変動するという課題があった。さらに、前述のようにヒートポンプの運転状態が外気条件に対する冷却負荷によって大きく変動し、ヒートポンプ設備が有効に稼働する条件が冷却負荷の大きい状態に限定され、運転期間全体を通しての省エネルギー効果が小さいという課題があった。

30

【0006】

また、排出空気の加熱量の変動を補償するために、電気などを用いた補助ヒータを設けて排出空気を再加熱する場合は、ヒートポンプの運転状態の変動によって補助ヒータの負荷が増大して消費エネルギーが増加するという課題が生じる。

40

【0007】

これらの課題に対して上記非特許文献1では、再生空気をヒートポンプの高温熱源で加熱した後に補助ヒータでさらに加熱することにより、再生ゾーンに供給される再生空気の温度を安定させて、吸着剤の再生状態および供給空気の除湿性能を安定させている。

【0008】

また冷却負荷の変動に対しては、室内からの排出空気と、除湿ロータで除湿され、かつ約65℃に温度上昇した供給空気を熱交換させる顕熱ロータを設けて、この顕熱ロータで室内空気と熱交換した供給空気をヒートポンプの低温熱源で冷却する構成とすることにより外気変動の影響を抑制して、外気条件の時間変動や季節変動に係らず、ヒートポンプ設備を有効に稼働させている。ただし本従来技術では、顕熱ロータが必要となるため、除湿

50

システムが大型化するという課題があった。

【0009】

本発明の目的は、ヒートポンプを用いたデシカント除湿空調システムにおいて、外気条件の変動に係らず、安定した低湿度空気を供給し、同時にヒートポンプを安定稼動させて省エネルギーを図ると共に、除湿システム装置の大型化を抑制することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために本発明に係る除湿空調システムは、処理空気を外部から導入した外気と空調対象室内から導いて再循環させる室内還気の混合空気とし、ヒートポンプの吸熱部を冷却源とする空気冷却器を、再循環する室内還気の流路に設けたものである。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明に係る除湿空調システムによれば、ヒートポンプの吸熱部で室内還気を冷却するので、年間を通じて冷却負荷が生じる事務所、工場の生産現場、クリーンルーム等の除湿空調を行う場合、年間を通してほぼ安定した冷却負荷が得られ、その結果ヒートポンプ設備を有効に稼動させ、その能力に応じた省エネルギー効果を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下本発明の実施例を図面を用いて説明する。

20

【実施例1】

【0013】

まず、実施例1を図1から図5用いて説明する。図1は本実施例に係る除湿空調システムの全体系統図である。図2は本実施例で用いるヒートポンプサイクルを温度－エンタルピー線図上に表した図である。図3は本実施例のユニット構成を示した図である。また図4は本実施例に係る除湿空調システムの夏期ピーク条件における消費エネルギーおよびその内訳を、ヒートポンプを用いない場合と比較したグラフである。また図5は本実施例による月別の平均消費エネルギーを、図3と同様にヒートポンプを用いない場合と比較したグラフである。

【0014】

図1に示すように除湿空調システムは、デシカント除湿ロータ10（以下除湿ロータと称する）、ヒートポンプ30、電気ヒータ70、冷凍機80およびこれらに処理空気およびデシカント再生空気を通風させるダクトおよび図示しないファンなどから構成されている。

30

【0015】

除湿ロータ10は、処理空気の湿分を吸着して除湿を行う処理ゾーン11と、高温の再生空気で除湿ロータ10から湿分を脱着する再生ゾーン12と、再生ゾーン12で温度上昇した除湿ロータ10を、処理空気の一部を分岐して冷却するパージゾーン13とから構成されている。この除湿ロータ10を回転し、各ゾーンを動作させることによって、処理空気の除湿を行う。なお除湿ロータ10には、シリカゲルやゼオライト等の除湿部材が保持される。

40

【0016】

ヒートポンプ30は、冷媒ガスを超臨界状態まで圧縮して温度上昇させる圧縮機31と、圧縮機31で超臨界圧力に圧縮されて高温となった冷媒を用いてロータ再生空気95を加熱する空気加熱器32と、空気加熱器32で温度低下した冷媒を外気99でさらに冷却する外気放熱器33と、外気放熱器33から出た冷媒を超臨界状態から二相域に減圧する減圧弁34と、二相になった冷媒の冷媒液の蒸発などによって、処理空気すなわち図示しない被空調室内からの室内還気94を冷却する空気冷却器35と、これらを結ぶ冷媒配管37等から構成されている。さらに、空気ダクトの各所には、電気ヒータ70の制御を行うための温度センサ79と、冷凍機80の発停を含む運転制御を行うための温度センサ89とが設けられている。

50

【0017】

次に本実施例に係る除湿空調システムの基本的な動作について説明する。除湿空調システムでは、導入した外気91を冷凍機80に設けられた第1冷却コイル81で冷却し、低露点室内からの室内還気94をヒートポンプ30の空気冷却器35および冷凍機80の第2冷却コイル82で冷却し、これらを合流させる。この合流した空気は、前述のように一部が分岐してパージ空気92としてパージゾーン13に導かれ、残りは処理ゾーン11に導かれて湿度を下げた後、給気93として被空調室に導かれる。尚、冷凍機80から第1冷却コイル81までの配管の途中で冷媒を制御するための開閉弁83（電磁弁）が、同じく冷凍機80から第2冷却コイルまでの配管の途中で開閉弁84（電磁弁）が設けてある。

10

【0018】

一方、パージ空気92は、パージゾーン13で除湿ロータ10を冷却する。これにより、パージ型デシカント除湿機の特徴としてよく知られているように、十分に冷却された領域のみから給気を行い、結果として非常に湿度の低い給気を得ることができる。除湿ロータ10を冷却して温度上昇したパージ空気92は、再循環再生空気96と合流して再生空気となり、さらにヒートポンプ30の空気加熱器32、電気ヒータ70で順次加熱された後に再生ゾーン12に導かれて再生すなわち除湿ロータ10からの水分の脱着除去を行う。

【0019】

再生ゾーン12からの再生空気95は、上記のように一部が分岐して再循環再生空気96としてパージ空気92と合流し、残りは除湿ロータ10から除去した水分と共に排気97として機外に排出される。

20

【0020】

次に、このときのヒートポンプ30の動作について図2を用いて説明する。本実施例ではヒートポンプ30の作動媒体として二酸化炭素を用いており、図2における記号A～Fは図2に示した温度－エンタルピー線図上における冷媒の状態を示しており、曲線Hは飽和線を表している。

【0021】

圧縮機31で超臨界圧力に圧縮された冷媒は、温度上昇して状態Aとなり、空気加熱器32に導かれる。空気加熱器32では、冷媒が温度降下しながら再生空気95を加熱して状態Bとなり、外気放熱器33へ導かれる。外気放熱器33において、導入される放熱用外気99は空気加熱器32に流入する再生空気よりも温度が低いため、冷媒はさらに温度降下して状態Cとなる。その後、冷媒は減圧弁34に導かれて減圧し、冷媒液と冷媒蒸気からなる二相状態である状態Dとなって、空気冷却器35において、冷媒液の蒸発潜熱によって室内還気94を冷却する。空気冷却器35内では全ての冷媒液が蒸発して飽和線上の状態Eとなり、さらに室内還気94との熱交換によって過熱蒸気の状態Fとなった後に、圧縮機31に吸引されて再び圧縮される。

30

【0022】

なお、実際には各熱交換器内では圧力損失があるが、図2ではその影響を省略して状態A、B、Cを超臨界領域の等圧線上に示し、状態D、E、Fを二相域およびガス域の等圧線上に示している。

40

【0023】

図3は本実施例における除湿空調システムのユニット構成と、ヒートポンプサイクルの各構成要素の設置状況を示している。除湿空調システムは、大きく排熱ユニット101と除湿機ユニット102から構成されている。排熱ユニット101には、圧縮機31と、外気放熱器33と、外気放熱器33に外気を通風させるファン38と、減圧弁34などが内蔵されている。

【0024】

また除湿機ユニット102にはヒートポンプサイクルの構成要素のうち空気加熱器32と、空気冷却器35とが設置されている。なお、図3には示さないが、図1に示した除湿

50

ロータ１０，電気ヒータ７０，冷凍機８０の第１冷却コイル８１，第２冷却コイルおよびこれらに処理空気と再生空気を通風させるダクトとファン等が除湿機ユニット１０２に内蔵されている。そして、ヒートポンプサイクルを形成する冷媒配管３７が排熱ユニット１０１，除湿機ユニット１０２を接続している。

【００２５】

次に、本実施例の除湿空調システムの運転制御について説明する。外気温度の変化に対しては、冷凍機８０の容量制御により、除湿ロータ１０の処理ゾーン１１に供給される処理空気の温度がほぼ一定に維持される。この処理空気は、外気９１を第１冷却コイル８１で冷却した空気と、室内還気９４をヒートポンプ３０の空気冷却器３５と冷凍機８０の第２冷却コイル８２とで冷却した空気と、を混合したものである。従って、被空調室内の冷却負荷や室内還気９４の温度が変化した場合にも、冷凍機８０の容量制御で対応することができる。

10

【００２６】

さらに、外気温度が変動して外気放熱器３３の冷媒出口温度が変化し、その影響で空気冷却器３５の冷却熱量や、室内還気９４の出口温度が変動した場合に対しても、冷凍機８０の容量制御で対応することができる。また、このヒートポンプサイクルの変化に伴って、空気加熱器３２における再生空気９５の加熱量が変化する。この変化に対しては、電気ヒータ７０の容量制御によって、温度センサ７９によって計測された再生空気温度を一定に保持することで対応する。

【００２７】

20

従って、外気温度や室内負荷の変動がヒートポンプサイクルに与える影響は小さく、本システムの運転中はヒートポンプはほぼ一定出力で運転される。なお、ヒートポンプの容量は、計画時に設定した被空調室内の設定温度などから決まる室内還気９４の冷却負荷を、空気冷却器３５の冷却能力が下回るように設定されている。

【００２８】

次に、本実施例による省エネルギー効果について図４，図５を説明する。図４は夏期ピーク期における除湿空調システムの消費電力の計算結果を、ヒートポンプ３０を用いない場合（ヒートポンプの使用：無）すなわち、外気９１と室内還気９４の冷却を冷凍機８０のみで行い、再生空気９５の加熱を電気ヒータ７０のみで行う場合と、ヒートポンプ３０を使用した場合を比較したものである。図４に示すように、ヒートポンプの導入により消費電力が約１０％削減されている。

30

【００２９】

また図５は、年間の各月について、ある地域の月間平均気温を用いて消費電力を計算した結果である。図４に示した夏期ピーク時の比較を図５中に併記した。図５に示すように、消費電力は季節によらずほぼ一定の削減量が得られている。これは、ヒートポンプによる加熱，冷却の負荷が年間を通じてほぼ一定であるために、ヒートポンプを定格容量で常時運転可能であることによる。

【００３０】

以上示したように本実施例では、ヒートポンプ３０の空気冷却器３５を、年間を通して冷却負荷がある室内還気９４の流路に設けたので、ヒートポンプの年間の運転状態が安定し、図５に示したように年間を通して省エネルギー効果を得ることが可能となる。本実施例では、図４に示した消費電力の削減量が年間を通して得られており、中間期と冬期には合計の消費電力値が減少するために、削減率は１０％を超える。その結果、年間を通しての消費電力削減率もまた１０％以上である。

40

【００３１】

また本実施例によれば、ヒートポンプ３０の容量が、室内還気の冷却負荷を上回らない値で設定されるので、外気の冷却負荷を負担する場合と比較して装置の規模が小さく、初期コストの上昇を抑制することが可能となる。さらに、ヒートポンプ３０の運転状態が安定したことにより、図５におけるヒートポンプの使用「有」の場合に示すように電気ヒータ７０の運転状態すなわち加熱量も年間を通して安定し、電気ヒータ７０の容量を削減し

50

て小型化することが可能となる。

【0032】

さらには、これらの機器が年間を通して有効に稼動することから、初期コストの増加に対する省エネルギー効果が大きくなる。

【0033】

また本実施例では、導入した外気91を冷却する冷凍機80を設け、除湿ロータ10の処理ゾーン11に供給する処理空気の温度が一定となるように冷凍機80の制御を行う構成としたので、外気温度の変動に係らず、安定した低湿度空気を被空調質に供給し、かつヒートポンプ30の運転状態も安定させることが可能となる。

【0034】

さらに本実施例では、ヒートポンプ30の空気冷却器35によって冷却された室内還気94を、ヒートポンプ30の冷却能力の一部を用いて再冷却する第2冷却コイル82を設けて再冷却するので、外気温度の変動に加えて室内負荷の変動に対しても、ヒートポンプ30の運転状態を変化させることなく対応することができる。

【0035】

さらに本実施例では、ヒートポンプ30の放熱部として、再生空気95を加熱する空気加熱器32に加えて外気放熱器33を設置したので、図2に示すように空気冷却器35すなわち蒸発器入口の冷媒のエンタルピーが図2における状態Bの値から状態Cの値まで低下する。その結果、空気冷却器における冷却能力が、外気放熱器33を設置しない場合は状態Bと状態Fのエンタルピー差から、状態Dと状態Fのエンタルピー差すなわち図2に示したQEに増大している。従って、冷凍機80の冷凍負荷が軽減され、冷凍機80の小型化と省エネルギーの効果が得られる。

【0036】

さらに本実施例では、除湿空調システム全体を、圧縮機31、外気放熱器33、ファン38などを含む排熱ユニット101と、除湿ロータ10、空気加熱器32、空気冷却器35などを含む除湿機ユニット102から構成したので、排熱ユニット101を屋外に、除湿機ユニット102を屋外に設置することができる。

【0037】

除湿機ユニット102は処理空気を循環させる点から、機械室などの屋内に設置することにより防水施工などが不要になる利点がある。一方、排熱ユニット101は、外気放熱器33からの冷媒出口温度が低いほど、図2に示した空気冷却器の冷却能力QEが増大してヒートポンプ30の負荷が軽減されて省エネルギーとなる。したがって排熱ユニット101を屋外に設置して機械室内よりも気温の低い外気に放熱することにより、この省エネルギー効果が大きくなる。本実施例ではこれらの利点を同時に得ることが可能となっている。

【0038】

また、本実施例においては、ヒートポンプ30の冷媒が空気加熱器32において超臨界圧力にて放熱を行っているので、空気加熱器32において冷媒は連続的に温度低下しながら再生空気95に放熱するため、再生空気95との対向流型の熱交換が可能となり、図4および図5におけるヒートポンプの使用「有」「無」の比較に示されるように電気ヒータ70の消費電力が減少して除湿空調システム全体の省エネルギー効果が得られている。

【0039】

さらに本実施例においては、ヒートポンプ30の冷媒として、臨界温度が31.1℃と比較的低い二酸化炭素を用いているので、サイクルの高圧側が容易に超臨界状態となり、上記超臨界での放熱による効果が得られる。また、二酸化炭素はよく知られているように地球温暖化係数が極めて小さいため、冷媒回収の必要がなく、環境問題に対応した除湿空調システムを得ることができる。

【0040】

さらに、以上示した各実施例においては、空気加熱器32を出た後の冷媒の冷却手段として外気放熱器33を設置し、放熱用外気99によって冷却する構成としたので、冷却水

10

20

30

40

50

系統の設備が不要であるという利点がある。

【0041】

一方、冷却水系統が予め整備された工場などに本システムを導入する際は、外気放熱器 33 の代わりに水冷式の冷媒冷却器を設置して、冷却水によって冷却する構成としても良い。この場合は、冷却水系統が必要となる代わりに、空冷式の外気放熱器 33 に比べて小さな伝熱面積で冷却することができるので、冷媒冷却器および除湿空調システムを小型化できるという利点がある。なお、この冷却水は河川水や海水であっても良いことは明白である。

【実施例 2】

【0042】

次に、本発明の第 2 の実施例について、図 6 を用いて説明する。図 6 の除湿空調システムは、図 1 とほぼ同一の構成であるが、次の点が異なる。図 1 の実施例では、室内から再循環させる室内還気 94 を第 2 冷却コイル 82 によって冷却するのに対して、本実施例では、前記室内還気 94 と外部から導入した外気 91 が合流した後の処理空気を第 2 冷却コイル 82 によって冷却している。

【0043】

本実施例では、除湿ロータ 10 の処理ゾーン 11 に流入する直前の処理空気を第 2 冷却コイル 82 によって冷却する構成とした。これにより、実施例 1 と比較して、温度センサ 89 によって検出されるロータ入口空気温度を、冷凍機 80 の容量制御によって目標値近傍に且つ安定に制御できる。前述のように除湿部材を保持した除湿ロータでは、除湿性能は処理空気の入口温度によって影響を受けるため、本実施例ではこの入口温度が安定することによって、ロータ出口空気すなわち給気 93 の温度と湿度が目標値近傍に且つ安定に制御できるという利点がある。これは、半導体やディスプレイなどの製造工程のように低湿度環境が要求される用途において、生産品質の向上の観点から特に重要である。

【0044】

なお、本実施例におけるヒートポンプサイクル、消費電力および消費電力の年間変動は第 1 の実施例と同様にそれぞれ図 2、図 4 および図 5 で表され、同様の効果を得ることができる。また図 3 と同様のユニット構成とすることも可能であり、第 1 の実施例と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】本発明の一実施例に係る除湿空調システムの全体系統図。

【図 2】図 1 の実施例におけるヒートポンプサイクルの T-h 線図。

【図 3】図 1 の実施例におけるユニット構成を表す図。

【図 4】図 1 の実施例における除湿空調システムの消費電力を示すグラフ。

【図 5】図 1 の実施例における除湿空調システムの消費電力の年間変動を示すグラフ。

【図 6】本発明の第 2 の実施例に係る除湿空調システムの全体系統図。

【符号の説明】

【0046】

10…除湿ロータ、11…処理ゾーン、12…再生ゾーン、13…パージゾーン、30…ヒートポンプ、31…圧縮機、32…空気加熱器、33…外気放熱器、34…減圧弁、35…空気冷却器、37…冷媒配管、38…ファン、70…電気ヒータ、79…電気ヒータ制御用温度センサ、80…冷凍機、81…第 1 冷却コイル、82…第 2 冷却コイル、89…冷凍機制御用温度センサ、91…給気用外気、92…パージ空気、93…給気、95…再生空気、96…再循環再生空気、97…排気、99…放熱用外気、101…排熱ユニット、102…除湿機ユニット、A～F…T-h 線図上における冷媒の状態、H…飽和線、Q_E…冷却能力。

10

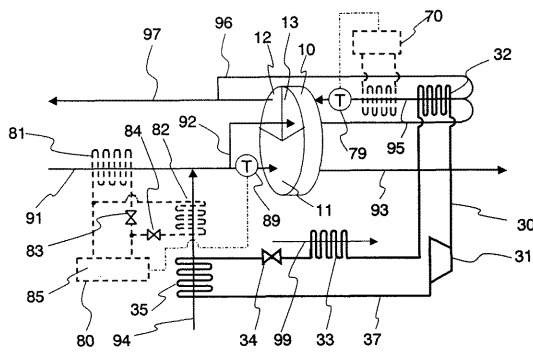
20

30

40

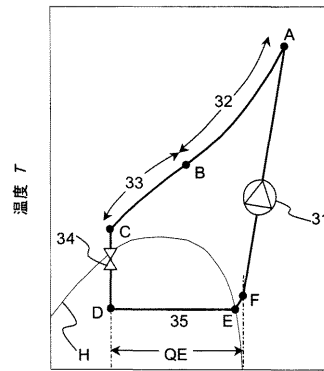
【図 1】

図 1



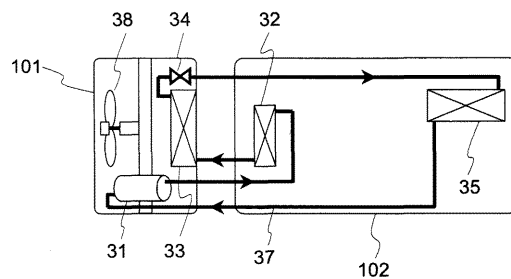
【図 2】

図 2

比エンタルピー h

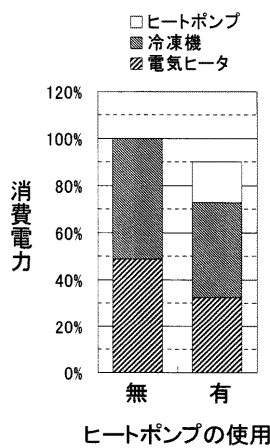
【図 3】

図 3



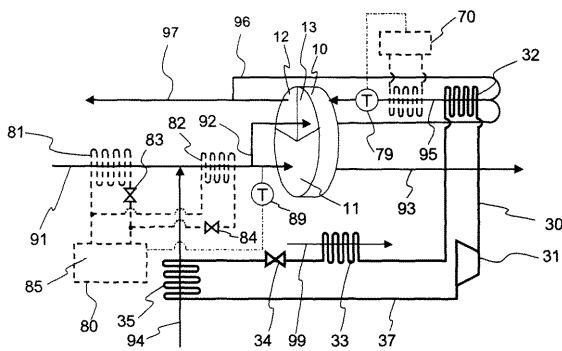
【図 4】

図 4



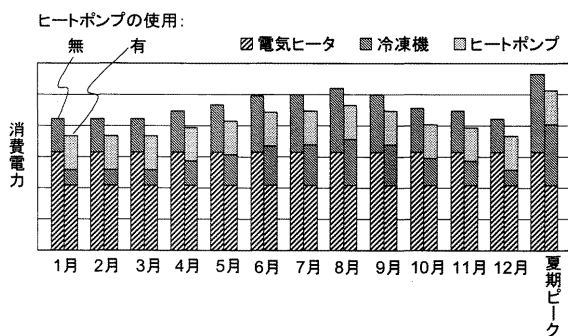
【図 6】

図 6



【図 5】

図 5



フロントページの続き

- (72)発明者 杉浦 匠
東京都千代田区内神田一丁目1番14号
ジー内 株式会社 日立プラントテクノロ
- (72)発明者 頭島 康博
東京都千代田区内神田一丁目1番14号
ジー内 株式会社 日立プラントテクノロ
- (72)発明者 福井 伊津志
東京都千代田区内神田一丁目1番14号
ジー内 株式会社 日立プラントテクノロ

合議体

審判長 岡本 昌直

審判官 佐野 遵

審判官 長浜 義憲

- (56)参考文献 特開平6-343819 (JP, A)
特開2002-18228 (JP, A)
特公平7-18602 (JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D53/26

F24F7/08

F25B1/00