

(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2011-247433

(P2011-247433A)

(43) 公開日 平成23年12月8日(2011.12.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 4 F 11/02 (2006.01)	F 2 4 F 11/02 1 0 2 L	3 L 0 6 0
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 9 Y	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-117798 (P2010-117798)
 (22) 出願日 平成22年5月21日 (2010.5.21)

(71) 出願人 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 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 官島 裕二
 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
 会社日立プラントテクノロジー内
 (72) 発明者 菊池 宏成
 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
 会社日立プラントテクノロジー内
 (72) 発明者 水島 隆成
 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
 会社日立プラントテクノロジー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷水製造設備および冷水製造方法

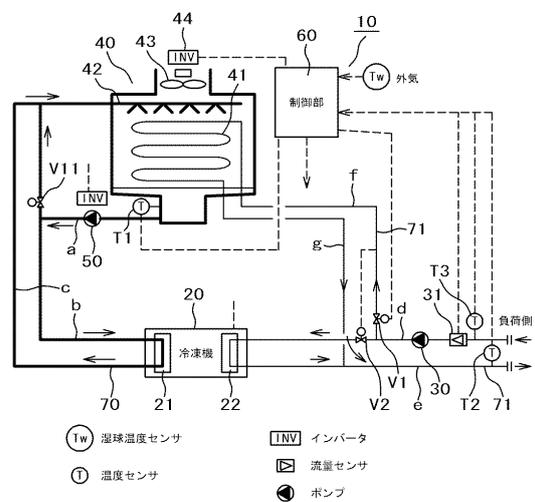
(57) 【要約】

【課題】消費エネルギーの低減化を図った冷却水製造設備および冷却水製造方法を提供する。

【解決手段】冷却水と内蔵された熱交換器内の冷水を冷却する冷却塔と、前記冷却塔の冷却水の冷熱を受ける冷凍機と、前記冷却塔の冷却水を前記冷凍機の冷却水系統に循環させるとともに、冷凍機の冷水を負荷側の冷水系統に循環させる冷凍機運転ラインと、前記冷却塔で冷却水を循環させるとともに、前記熱交換器の冷水を負荷側の冷水系統に循環させるフリークーリング運転ラインと、前記冷却水系統に配置され冷却水を循環させる冷却水ポンプと、前記両運転ラインを切替える運転ライン切替弁と、外気および設備の運転状態を計測するセンサと、前記センサの計測値に基づいて前記切替弁を制御するとともに、切替られた運転ラインに応じた流量で前記冷却水ポンプを運転する制御部を備えた。

【選択図】 図 1

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

冷却水と内蔵された熱交換器内の冷水を冷却する冷却塔と、
前記冷却塔の冷却水の冷熱を受けて冷水を冷却する冷凍機と、
前記冷却塔の冷却水を前記冷凍機に循環させるとともに、冷凍機の冷水を負荷側の冷水系統に循環させる冷凍機運転ラインと、
前記冷却塔で冷却水を循環させるとともに、前記熱交換器の冷水を負荷側の冷水系統に循環させるフリークーリング運転ラインと、
前記冷却水系統に配置され冷却水を循環させる冷却水ポンプと、
前記両運転ラインを切替える運転ライン切替弁と、
外気および設備の運転状態を計測するセンサと、
前記センサの計測値に基づいて前記切替弁を制御するとともに、切替られた運転ラインに応じた流量で前記冷却水ポンプを運転する制御部を備えたことを特徴とする冷水製造設備。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の冷水製造設備において、
前記切替弁は、前記冷却塔に接続される冷却水系を前記冷凍機と冷却塔に切替える冷却水切替弁と、負荷側の冷水系を前記冷凍機と前記冷却塔の熱交換器に切替える冷水切替弁からなることを特徴とする冷水製造設備。

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の冷水製造設備において、
前記冷却水ポンプは流量の異なる複数のポンプで構成され、前記制御部により各運転ラインに応じてポンプを切替えて運転することを特徴とする冷水製造設備。

30

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の冷水製造設備において、
前記センサは外気の湿球温度または乾球温度、冷水の往還温度および冷水流量が計測され、前記制御部は冷水の往還温度および冷水流量に基づいて冷水の冷却負荷を算出すると共に、算出された冷却負荷と外気の湿球温度とから前記冷却塔での冷水製造能力を判定して、前記両運転ラインを切替えることを特徴とする冷水製造設備。

40

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の冷水製造設備において、
前記冷却塔は冷水を冷却する熱交換器内を内蔵する冷却塔 1 と内蔵しない冷却塔 2 からなり、両冷却塔を前記冷却水系統または前記冷水系統に並列と個別に接続する接続切替弁を備え、前記制御部は前記センサの計測値に基づいて前記両冷却塔の並列運転と個別運転を切替えて運転することを特徴とする冷水製造設備。

50

【請求項 6】

請求項 5 に記載の冷水製造設備において、
前記センサは外気の湿球温度または乾球温度、冷水往還温度および冷水流量が計測され、前記制御部は冷水の往還温度および冷水流量に基づいて冷水の冷却負荷を算出すると共に、外気の湿球温度または乾球温度と冷水の冷却負荷及び冷水温度に基づいて、前記冷却塔 1 による冷水製造能力を判定して、冷却塔 1、2 の並列接続による冷凍機運転、冷却塔 2 による冷凍機運転、冷凍機と冷却塔 1 による冷水製造運転、冷却塔 1、2 の並列接続による冷水製造運転、冷却塔 1 による冷水製造運転を切替えることを特徴とする冷水製造設備。

60

【請求項 7】

請求項 4 または 6 に記載の冷水製造設備において、
前記制御部は外気の湿球温度または乾球温度と冷却負荷、冷水製造温度に対する設備全体のエネルギー消費量を算出するシミュレータを用いて、エネルギー消費量を目的関数として、弁切替状態、機器の運転・停止状態、冷却塔の冷却水温度を最適化関数とした最適化演算を行い、外気の湿球温度または乾球温度の計測値と冷却負荷の算出値と冷水製造温

70

度の設定値に対する最適化演算結果を指令値として、設備の運転状態を切替えることを特徴とする冷水製造設備。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の冷水製造設備において、

前記冷却水ポンプ、前記冷水系統に配置された冷水ポンプ、冷却塔のファン用電動機の 1 つまたは全てにインバータを有し、最適化関数に冷却水ポンプと冷水ポンプのインバータ周波数を追加したことを特徴とする冷水製造設備。

【請求項 9】

請求項 7 または 8 に記載の冷水製造設備において、

前記制御部は外気の湿球温度または乾球温度と冷却負荷、冷水製造温度の変化に対する運転状態とインバータ周波数の最適化演算結果からなるテーブルデータを記憶し、外気の湿球温度または乾球温度と冷却負荷の計測値、冷水製造温度設定値に対する指令値をテーブルデータから検索して、設備の運転状態、インバータ周波数を指令することを特徴とする冷水製造設備。

10

【請求項 10】

請求項 7 ~ 9 のいずれかに記載の冷水製造設備において、

前記冷却塔または冷凍機の冷水出口温度設定を可変とし、年月日のスケジュールにより出口設定温度を変化させることを特徴とする冷水製造設備。

【請求項 11】

冷却水と内蔵された熱交換器内の冷水を冷却する冷却塔とこの冷却塔から冷却水が供給される冷凍機とを備え、前記冷凍機の冷水と前記冷却塔の熱交換器の冷水とを切替えて負荷側の冷水系統に供給する冷水製造方法であって、

20

冷却塔から冷凍機に供給される冷却水の水量を前記で切替えられた冷水供給時に合わせて設定されることを特徴とする冷水製造方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の冷水製造方法において、

冷却塔から冷凍機に供給される冷却水の水量は、前記冷凍機の冷水供給時とより前記冷却塔の熱交換器の冷水供給時に小さく設定されることを特徴とする冷水製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は冷水製造設備および冷水製造方法に関し、半導体製造のクリーンルームなど一年を通じて冷熱源が必要な工場の熱源製造に関する。

【背景技術】

【0002】

クリーンルームでは1年を通じて冷房運転が行われる。このため、これらの設備の空調システムでは省エネが重要な課題であり、近年では特許文献 1 に示されるようにフリークーリングが実施されている。

【0003】

フリークーリングとは、夏期に冷凍機を冷熱源とする冷凍機運転を行う一方、冬期は冷凍機を使用せずに冷却塔を冷熱源とするフリークーリング運転を行うシステムである。このシステムによれば、冬期に冷凍機を稼動しないで冷却が行えるので、大きな省エネ効果が実現できる。

40

【0004】

また、特許文献 2 には、冷凍機運転時に開放式冷却塔として機能する一方で、フリークーリング運転時に密封式冷却塔として使用することにより、空調負荷部に汚れた冷却水が流れ込まないようにしたシステムが示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献1】特開2004-132651号公報

【特許文献2】特開2010-85010号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、冷却塔でのエネルギー消費量に無駄が生じている。すなわち、1台の冷却塔を共用する場合、夏期の冷凍機運転と冬期のフリークーリング運転では、冷却塔で循環させる必要な冷却水の量（すなわち冷熱量）が異なるため、どちらか水量の多い方に一方の運転に合わせて冷却塔を稼動することになり、他方の運転では無駄なエネルギー消費となる。実際、夏期では外気への放熱量が小さいので、冷却水の水量が多く必要とし、冬期もこの水量で稼動している。

10

【0007】

本発明は上記のような従来の事情に鑑み、消費エネルギーの低減化を図った冷却水製造設備および冷却水製造方法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】

【0008】

前記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、冷却水を冷却するとともに、内蔵された熱交換器内の冷水を冷却する冷却塔と、前記冷却塔の冷却水の冷熱を受けて冷水を冷却する冷凍機と、前記冷却塔の冷却水を前記冷凍機の冷却水系統に循環させるとともに、冷凍機の冷水を負荷側の冷水系統に循環させる冷凍機運転ラインと、前記冷却塔で冷却水を循環させるとともに、前記熱交換器の冷水を負荷側の冷水系統に循環させるフリークーリング運転ラインと、前記冷却水系統に配置され冷却水を循環させる冷却水ポンプと、前記両運転ラインを切替える運転ライン切替弁と、外気および設備の運転状態を計測するセンサと、前記センサの計測値に基づいて前記切替弁を制御するとともに、切替られた運転ラインに応じた流量で前記冷却水ポンプを運転する制御部を備えたことを特徴とする。なお、本発明における負荷側とは冷熱を消費する部分であり、例えばクリーンルームに設置される外調機内の熱交換器などである。

20

【0009】

本発明によれば、熱交換器を内蔵した1台の冷却塔での冷水と冷却水製造時の冷却水流量を変化させることができ、消費エネルギーの低減を図ることができる。

30

【0010】

請求項2に記載の発明は、前記切替弁は、前記冷却塔に接続される冷却水系を前記冷凍機と冷却塔に切替える冷却水切替弁と、負荷側の冷水系を前記冷凍機と前記冷却塔の熱交換器に切替える冷水切替弁からなることを特徴とする。

【0011】

本発明によれば、冷水と冷却水の製造が切替可能な冷却塔を用いて、冷凍機による冷水製造と冷却塔による冷水製造を切替可能な機器、配管構成とし、切替を可能とした。

【0012】

請求項3に記載の発明は、前記冷却水ポンプは流量の異なる複数のポンプで構成され、前記制御部により各運転ラインに応じてポンプを切替えて運転することを特徴とする。

40

【0013】

請求項4に記載の発明は、前記センサは外気の湿球温度または乾球温度、冷水の往還温度および冷水流量が計測され、前記制御部は冷水の往還温度および冷水流量に基づいて冷水の冷却負荷を算出すると共に、算出された冷却負荷と外気の湿球温度とから前記冷却塔での冷水製造能力を判定して、前記両運転ラインを切替えることを特徴とする。

【0014】

請求項3と請求項4の発明によれば、冷却水系統のポンプの系統を分けて、冷却塔と冷凍機の冷却水流量が大きく異なる場合でも、ポンプのエネルギーの無駄を防止することができる。散水量が定格より小さくなる場合は散水用の冷却水ポンプの消費エネルギーの削減が可能となる。

50

【0015】

請求項5に記載の発明は、前記冷却塔は冷水を冷却する熱交換器内を内蔵する冷却塔1と内蔵しない冷却塔2からなり、両冷却塔を前記冷却水系統または前記冷水系統に並列と個別に接続する接続切替弁を備え、前記制御部は前記センサの計測値に基づいて前記両冷却塔の並列運転と個別運転を切替えて運転することを特徴とする。

【0016】

請求項6に記載の発明は、前記センサは外気の湿球温度または乾球温度、冷水往還温度および冷水流量が計測され、前記制御部は冷水の往還温度および冷水流量に基づいて冷水の冷却負荷を算出すると共に、外気の湿球温度または乾球温度と冷水の冷却負荷及び冷水温度に基づいて、前記冷却塔1による冷水製造能力を判定して、冷却塔1、2の並列接続による冷凍機運転、冷却塔2による冷凍機運転、冷凍機と冷却塔1による冷水製造運転、冷却塔1、2の並列接続による冷水製造運転、冷却塔1による冷水製造運転を切替えることを特徴とする。

10

【0017】

請求項5と請求項6の発明によれば、冷凍機の冷水製造と冷却塔による冷水製造とを同時に行い、冷却塔の散水系統を別にする事で冷却塔2の散水温度を外気湿球温度に近づけることができ、冷水製造温度を低くできる。冷却水の温度を個別にすることで、冷却塔の冷水製造期間すなわちフリークーリング期間を延長可能とした。

【0018】

請求項7に記載の発明は、前記制御部は外気の湿球温度または乾球温度と冷却負荷、冷水製造温度に対する設備全体のエネルギー消費量を算出するシミュレータを用いて、エネルギー消費量を目的関数として、弁切替状態、機器の運転・停止状態、インバータ周波数、冷却塔の冷却水温度を最適化関数とした最適化演算を行い、外気の湿球温度または乾球温度の計測値と冷却負荷の算出値と冷水製造温度の設定値に対する最適化演算結果を指令値として、設備の運転状態を切替えることを特徴とする。

20

【0019】

請求項8に記載の発明は、前記冷却水ポンプ、前記冷水系統に配置された冷水ポンプ、冷却塔のファン用電動機の1つまたは全てにインバータを有し、最適化関数に冷却水ポンプと冷水ポンプのインバータ周波数を追加したことを特徴とする。

【0020】

30

請求項7と請求項8の発明によれば、冷凍機運転時の冷水・冷却水の流量・温度を最適化し、エネルギー消費量を小さく運転することを可能とした。また、冷却塔による冷水製造のエネルギー効率が悪い条件で運転を停止でき、エネルギーの無駄を防げる。

【0021】

請求項9に記載の発明は、前記制御部は外気の湿球温度または乾球温度と冷却負荷、冷水製造温度の変化に対する運転状態とインバータ周波数の最適化演算結果からなるテーブルデータを記憶し、外気の湿球温度または乾球温度と冷却負荷の計測値、冷水製造温度設定値に対する指令値をテーブルデータから検索して、設備の運転状態、インバータ周波数を指令することを特徴とする。

【0022】

40

請求項9の発明によれば、テーブルデータを用いることで最適化演算に必要な制御部内の制御部の能力を小さくすることを可能とした。

【0023】

請求項10に記載の発明は、前記冷却塔または冷凍機の冷水出口温度設定を可変とし、年月日のスケジュールにより出口設定温度を変化させることを特徴とする。本発明によれば、負荷の季節変動と冷却水に必要な冷水温度に対応して、冷水製造温度を変更することで、冷却塔による冷水製造温度を上げた場合に冷水製造期間、すなわちフリークーリング期間を延長することを可能とすると共に、冷凍機の成績係数を向上することができる。

【0024】

請求項11に記載の発明は、冷却水と内蔵された熱交換器内の冷水を冷却する冷却塔と

50

この冷却塔から冷却水が供給される冷凍機とを備え、前記冷凍機の冷水と前記冷却塔の熱交換器の冷水とを切替えて負荷側の冷水系統に供給する冷水製造方法であって、冷却塔から冷凍機に供給される冷却水の水量を前記で切替えられた冷水供給時に合わせて設定されることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 2 に記載の発明は、冷却塔から冷凍機に供給される冷却水の水量は、前記冷凍機の冷水供給時とより前記冷却塔の熱交換器の冷水供給時に小さく設定されることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 1 と請求項 1 2 の発明によれば、熱交換器を内蔵した冷却塔での冷水と冷却水製造時の冷却水流量を変化させることができ、消費エネルギーの低減を図ることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 7 】

本発明によれば、冷却塔での冷水と冷却水製造時の冷却水流量を変化させることができ、消費エネルギーの低減を図ることができる。また、冷水製造設備全体の消費エネルギーも低減を図ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 の冷水製造設備の構成図。

【 図 2 】 同じく冷水製造設備の運転切替状態の説明図。

【 図 3 】 本発明の実施例 2 冷水製造設備の構成図。

【 図 4 】 同じく冷水製造設備の運転切替状態の説明図。

【 図 5 】 本発明の実施例 3 の冷水製造設備の構成図。

【 図 6 】 本発明の実施例 4 の冷水製造設備の構成図。

【 図 7 】 同じく冷水製造設備の運転切替状態の説明図。

【 図 8 】 同じく冷水製造設備の運転切替状態の説明図。

【 図 9 】 本発明の実施例 5 の冷水製造設備の構成図。

【 図 1 0 】 同じく処理フローの説明図。

【 図 1 1 】 同じく制御部の処理フローの説明図。

【 図 1 2 】 同じくテーブルデータの説明図。

【 図 1 3 】 本発明の実施例 6 の冷水製造設備の構成図。

【 図 1 4 】 インバータ周波数のテーブルデータのコーディング例の説明図。

【 図 1 5 】 図 3 のテーブルデータのコーディング例の説明図。

【 図 1 6 】 図 3 のテーブルデータのコーディング例の説明図。

【 図 1 7 】 図 8 のテーブルデータのコーディング例の説明図。

【 図 1 8 】 図 8 の冷却水ポンプのインバータ周波数のテーブルデータのコーディング例の説明図。

【 図 1 9 】 請求項 9 のテーブルデータのコーディング例の説明図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 9 】

図 1 に実施例 1 に関する冷水製造設備を示す。1 0 は、冷凍機 2 0、冷水ポンプ 3 0、冷却塔 4 0、冷却水ポンプ 5 0、冷水切替弁 V 1、V 2、冷却水切替弁 V 1 1、制御部 6 0 からなる冷水製造設備である。同設備は更に、冷水往温度センサ T 2、冷水還温度センサ T 3、冷水流量センサ 3 1、外気湿球温度センサ T w、冷却水出口温度センサ T 1 を有し、冷却水ポンプ 5 0、冷水ポンプ 3 0、冷却塔ファン 4 3 はインバータによる回転数制御を可能としている。

【 0 0 3 0 】

冷却塔 4 0 は、内部を冷水が流れる熱交換器 4 1 と、冷却水を散水する散水部 4 2 と、冷却ファン 4 3、ファンの駆動インバータ 4 4 を備えている。冷却水ポンプ 5 0 は冷却水

10

20

30

40

50

系統 70 の配管 a に配置され駆動インバータ 51 を備え、冷水ポンプ 30 は流量センサ 31 とともに冷水系統 71 の配管 d に配置される。冷水系統 71 の配管 e、d にはそれぞれ冷水の冷水往温度センサ T2 と冷水還温度センサ T3 が設けられている。

【0031】

冷凍機 20 は圧縮器 21 と蒸発器 22 を有し、圧縮器 21 には冷却水系統 71 の配管 b、c が接続され、蒸発器 22 には冷水系統 71 の配管 d、e が接続される。冷却塔 40 に内蔵される熱交換器 41 は、配管 g、f を介して冷水系統 71 の配管 d、e に接続され、配管 f には切替弁 V1 が設けられている。配管 d、e は負荷側へ接続される。

【0032】

上記構成において、冷凍機運転（夏期）とフリークーリング運転（冬期）について図 2 に基いて説明する。

10

【0033】

図 2 (a) は冷凍機 20 を用いて冷水を製造する冷凍機運転を示す。冷水系統は、弁 V1 閉、V2 を開として冷水ポンプ 30 を運転し冷凍機 20 に冷水を通水する。冷却水系統は弁 V11 を閉として冷却水ポンプ 50 を運転し、冷凍機 20 の開放系の冷却水を通水し、冷凍機 20 を運転して冷水を製造する。前記弁の状態により、冷却塔 40 と冷凍機 20 は配管 a、b、c で接続されて、冷却塔 40 の冷却水が冷凍機 20 に循環されるとともに、冷凍機 20 の蒸発器 22 側から冷水が配管 d、e を経由して負荷側に循環されるように、冷凍機運転ラインが構成される。

【0034】

20

図 2 (b) は冷却塔 40 を用いて冷水を製造するフリークーリング運転を示す。冷水系統は、弁 V1 開、V2 を閉として冷水ポンプ 30 を運転し冷却塔 40 の熱交換器 41 に冷水を通水する。冷却水系統は弁 V11 を開として冷却水ポンプ 50 を運転し、冷却塔 40 に冷却水を通水する。冷却塔 40 では、冷却水を散水して冷水を冷却する。前記弁の状態により、冷却塔 40 単体で配管 a を介して冷却水を循環させるとともに、熱交換器 41 内の冷水を配管 g、f を経由して負荷側に循環させるように、フリークーリング運転ラインが構成される。

【0035】

上記各ラインは制御部 60 の指令により冷水切替弁 V1、V2、冷却水切替弁 V11 によって、一方に切替えられる。

30

【0036】

制御部 60 は外気の湿球温度センサ Tw および前記各センサの計測値を取込み、冷水の往還温度および冷水流量に基づいて冷水の冷却負荷を算出すると共に、算出された冷却負荷と外気の湿球温度とから前記冷却塔での冷水製造能力を判定して、前記各運転ラインを切替える切替指令を行なう。制御部 60 は、各運転ライン（運転状態）の切替指令の他に、冷却塔 40 による冷水製造時の冷水温度制御、冷却水出口温度制御、冷却水ポンプ 50 と冷水ポンプ 30 のインバータ周波数指令を行う。

【0037】

運転状態の切替指令は、外気状態（湿球温度）、冷水負荷、および冷却水入口温度の計測値から、冷却塔 40 の冷水出口温度を演算し、冷水出口温度が設定値よりも下回る場合に冷却塔冷水製造状態（フリークーリング運転）に切替を行う。冷却塔 40 の冷水出口温度が設定値よりも高い場合には、冷凍機運転状態に切替える。冷却塔の冷水出口温度は一般的な冷却塔の性能予測式を用いて、温度を予測する。

40

【0038】

冷却塔 40 による冷水製造時の冷水温度制御は、冷水往温度が冷水製造温度設定値になるように、冷却塔のファン 43 のインバータ周波数を変化させる。また、冷却水出口温度制御は冷凍機運転の状態のときに、あらかじめ設定した冷却水出口温度設定値になるように、冷却塔ファン 43 のインバータ周波数を変化させる。温度が設定値より高いときは周波数を増加させ、低いときは周波数を減少させる。

【0039】

50

冷却水ポンプ50のインバータ周波数は、冷却塔冷水製造時（フリークーリング運転）は、冷却水流量が冷凍機20の所定の冷却水流量と異なる場合には、冷却水ポンプ50のインバータ周波数をあらかじめ散水時の流量に設定しておおき、周波数を切替える。この場合、冷凍機20の所定の冷却水流量より少なく設定し、省エネルギーを図る。

【0040】

冷水流量の冷水ポンプ30のインバータ周波数は、所定の流量となるように制御部60から指令する。所定の流量は、一定流量または往還温度差を一定とするように制御してもよい。冷凍機運転時の冷水出口温度は、冷凍機に内臓の温度制御で行う。また、冷水製造温度制御の設定値は制御部60から出力してもよい。

【0041】

冷凍機20で冷水製造を行う冷凍機運転時は、冷凍機20の冷却水流量の定格値から、冷却塔による冷水製造のフリークーリング運転時の散水流量以下までの流量範囲で、冷却塔40内に均等に散水可能な散水部42を有する。たとえば、上部に散水槽を持つ場合には、流量が大きい方の流量（冷凍機20の冷却水流量の定格値）を最大流量とすれば、散水流量時の冷却水の減少を抑えることができ、冷凍機の冷却水製造時の流量を100%とすると、冷却塔による冷水製造時のフリークーリング運転には40%程度の流量で良い。

【0042】

図3に実施例2の冷水製造設備を示す。実施例1と異なる点は、冷却塔40の冷却水出口側の切替バルブをなくし、冷却水ポンプ51とその配管hを追加した設備である。

【0043】

図4により冷水製造設備の運転切替を説明する。運転切替において、冷水系統71の切替は図2に示す実施例1と同様である。冷却水系統70の切替は、冷凍機運転時には、冷却水ポンプ50を運転して冷却水ポンプ51を停止し、冷却塔冷水製造のフリークーリング運転時には、冷却水ポンプ50を停止して冷却水ポンプ51を運転する。

【0044】

図5に図3に示す構成に制御系を追加した実施例3の冷水製造設備を示す。制御部60は各センサからの測定値を受けて、運転状態の切替指令、冷却塔40による冷水製造のフリークーリング運転時の冷水温度制御、冷却水出口温度制御、冷却水ポンプ50と冷却水ポンプ51、冷水ポンプ30のインバータ周波数指令を行う。冷凍機運転と冷却塔冷水製造運転状態の判定は、実施例1の説明と同様である。

【0045】

冷却水ポンプ50、冷却水ポンプ51のインバータ周波数は、冷却塔冷水製造のフリークーリング時は、冷却水流量が冷凍機の所定の冷却水流量と異なる（例えば冷凍機に対して50%で済む）場合には、冷却水ポンプ51のインバータ周波数をあらかじめ散水時の少ない流量（上記冷凍機に対して50%）に対応する値に設定しておおき、この周波数に切替える。このインバータ周波数は、冷凍機の所定の流量になる周波数を制御部に記憶させ、この値に割合をかけて求めた値を設定する。

【0046】

図6に実施例4に関する冷水製造設備を示す。本実施例は実施例2の冷水製造設備の冷却塔40（冷却塔1）に加えて開放式冷却塔45（冷却塔2）、接続切替弁V3、V4、V5および冷却塔45を冷却水系統70に並列接続する配管j、kを追加したものである。

【0047】

図7、図8に実施例4に関する冷水製造設備の運転切替状態を示す。運転状態は図7（a）の冷却水系統70に冷却塔1、2を並列接続して冷凍機運転による冷水製造の状態、図7（b）の冷却水系統70と冷水系統71にそれぞれ冷却塔1、2を個別に接続して、冷凍機20と冷却塔1の直列運転による冷水製造の状態、図8（a）の冷却塔1、2による冷水製造1の状態、図8（b）の冷却塔1にみよる冷水製造の状態に切替可能である。本実施例によれば、冷凍機の冷水製造と冷却塔による冷水製造とを同時に行い、冷却水の温度を個別にすることで、冷却塔の冷水製造期間すなわちフリークーリング期間を延長

10

20

30

40

50

可能とした。

【 0 0 4 8 】

図 9 に図 6 に示す構成に制御系を追加した実施例 5 の冷水製造設備を示す。各センサは外気の湿球温度または乾球温度、冷水往還温度および冷水流量が計測され、制御部 6 0 は冷水の往還温度および冷水流量に基づいて冷水の冷却負荷を算出すると共に、外気の湿球温度または乾球温度と冷水の冷却負荷及び冷水温度に基づいて、前記冷却塔 1 による冷水製造能力を判定して、冷却塔 1、2 の並列接続による冷凍機運転、冷却塔 2 による冷凍機運転、冷凍機と冷却塔 1 による冷水製造運転、冷却塔 1、2 の並列接続による冷水製造運転、冷却塔 1 による冷水製造運転に切替る。この運転切替の状態は図 7、図 8 で説明した。

10

制御部 6 0 は上記運転状態の切替指令と共に、冷却塔による冷水製造時の冷水温度制御、冷却水出口温度制御、冷却水ポンプ 5 0、冷却水ポンプ 5 1、冷水ポンプのインバータ周波数指令を行う。冷却水ポンプ 5 1 のインバータ周波数は、運転状態 a から d (後述) に対応した周波数に変更可能である。

【 0 0 4 9 】

図 6 の設備は図 9 の冷水、冷却水ポンプ、冷却塔のインバータがなく一定速で運転する場合である。制御部は各機器に運転・停止と設定値の変更を行い、運転状態の切替指令、冷却水出口温度制御を行う。また、冷却水ポンプ 5 0、冷却水ポンプ 5 1、冷水ポンプ 3 0 は定速ポンプでもよく、バルブで流量調整を行えばよい。

【 0 0 5 0 】

図 9 では、制御部 6 0 は、熱源設備を構成する機器仕様から運転状況に対するエネルギー消費量の総和を予測可能なシミュレータ 6 1 を有し、エネルギー消費量を目的関数として、冷水出口温度設定値を満足する条件で、外気湿球温度、冷水往還温度・流量を入力値として、目的関数を最小化するように、冷凍機運転状態や冷却塔冷水製造状態、冷却水出口温度設定値の最適化演算機能を有する。制御部 6 0 は、外気湿球温度、冷水往還温度・流量の計測値と冷水出口温度設定値をもとに、最適化演算を複数回繰り返し各機器に指令値を出力する。

20

【 0 0 5 1 】

図 9 では、冷水ポンプ、冷却水ポンプにインバータを設置した設備の制御であり、冷却水ポンプ 5 0、冷却水ポンプ 5 1 のインバータ周波数は、図 1 2 の運転状態 a から d の範囲に対応した周波数範囲に変更可能である。制御部 6 0 は運転状態の切替指令、冷却水出口温度制御、冷却水ポンプ 5 0、冷却水ポンプ 5 1、冷水ポンプ 3 0 のインバータ周波数指令を行う。

30

【 0 0 5 2 】

図 1 0 に制御部 6 0 の処理フローを示す。制御部 6 0 は上述したように、熱源設備を構成する機器仕様から運転状況に対するエネルギー消費量の総和を予測可能なシミュレータ 6 1 を有し、エネルギー消費量を目的関数として、冷水出口温度設定値を満足する条件で、外気湿球温度、冷水往還温度・冷水流量を入力値 (S 1 0 0) として、エネルギー消費量の目的関数を最小化するように、出力値 (S 1 0 2) として冷凍機運転状態や冷却塔冷水製造状態、冷却水出口温度設定値、冷却水ポンプ 5 0、冷却水ポンプ 5 1、冷水ポンプ 3 0 の流量 (インバータ周波数) を最適化 (S 1 0 1) する最適化演算機能を有する。

40

【 0 0 5 3 】

ここで、エネルギー消費量とは、冷凍機、冷却水ポンプ、冷却塔、冷水ポンプのエネルギーの合計値である。また、入力値は平均化等の処理を行って入力し、最適化指令値の出力時には出力値の変化量に範囲を設定して、徐々に変化させて、運転状態を安定させる。冷水負荷の冷却を満足できる範囲で、冷水温度を出力しても良い。尚、インバータ周波数は固定値とした最適化演算を行うことも可能である。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 に制御部 6 0 の処理フローを示す。本処理フローでは、外気湿球温度を乾球温度と相対湿度から演算する場合を示す。あらかじめ想定される冷却負荷と外気湿球温度条件

50

における冷凍機運転状態や冷却塔冷水製造状態、冷却水出口温度設定値、冷却水ポンプ50、冷却水ポンプ51、冷水ポンプ30の流量（インバータ周波数）の最適化演算結果（以下、最適化指令値と略す）を予めテーブルデータとして制御部60内に記憶させる。

【0055】

制御部60は、外気乾球温度・相対湿度、冷水往還温度・流量の計測値を入力値（S200）として、冷却負荷と外気湿球温度を演算する（S201）。次に、テーブルデータを検索して（S202）から冷却負荷と外気湿球温度（入力データ）に対応した最適化指令値を各機器に出力する（203）。

【0056】

図12にテーブルデータの例を示す。本テーブルデータは、外気湿球温度と冷却負荷に対応した運転状態を示し、制御部60は本テーブルデータから最適化指令値を検索して、出力する。テーブルデータの運転状態とは、冷却負荷と外気湿球温度に対応した冷却水ポンプのインバータ周波数、冷水ポンプのインバータ周波数、冷却水出口温度設定値などであり、予め作成して制御部60に記憶されている。例えば湿球温度が低い冬では、冷却負荷が小さい場合は運転状態dとなり、冷却負荷が大きい場合は運転状態bまたはaとなる。冷却負荷の大小と湿球温度の高低で各状態a～dが決められる。

10

【0057】

また、季節毎の冷水製造温度設定値を制御部に記憶させて、冷凍機の出口温度設定値と冷却塔冷水製造温度設定値を指令するようにしても良い。冷水出口温度設定値は、たとえば4月～10月を7、1月～3月と11月～12月を12として出力する。上記の冷水出口温度設定値毎に最適化指令値のテーブルデータを予め演算して記憶させ、冷水出口温度設定値に対応させて、外気湿球温度、冷水往還温度・流量の計測値をもとに、最適化指令値を検索して出力する。

20

【0058】

図13に本発明の実施例6を示す。図6の熱源設備において冷凍機を2台とした構成である。制御部60は、外気状態と冷水の往還温度差・流量から演算した冷却負荷をもとに、運転状態、冷水ポンプと冷却水ポンプのインバータ周波数、冷却水温度の指令値を最適化指令値のテーブルデータから検索して、各機器に出力する。

【0059】

例えば、冷水の負荷の計測値に対して、冷却塔の冷水製造能力と冷凍機の冷却能力から、冷凍機1台で運転可能な場合に冷凍機1（20）、冷却水ポンプ（50）を停止し、運転状態aからbの切替を行い、冷却塔2（45）で冷凍機2（21）を冷却し、冷却塔1（40）で冷水製造を行う。冷水の負荷が冷却塔の冷水製造能力より小さくなる場合には、冷凍機2（21）、冷却水ポンプ52、冷水ポンプ31を停止して、運転状態cから運転状態dの運転状態に切替える。各状態の冷水・冷却水ポンプのインバータ周波数、冷却水温度はテーブルデータから検索しえて最適指令値を出力する。

30

【0060】

データのコーディング例としてインバータ周波数を図14に示す。図14では冷却負荷率と外気湿球温度を縦横に設定され、交差部分に周波数がコーディングされている。例えば、外気湿球温度が高く冷却負荷率が大きいときの交差部分には高い周波数が設定され、外気湿球温度が低く、冷却負荷率が小さいときの交差部分には低い周波数が設定されている。上記のようにテーブルデータを用いた例では、シミュレータにより最適化演算を行なう場合に比べ、制御部内の演算能力を小さくすることを可能とし、構成を簡単にできる。

40

【0061】

図15、図16に、図3のシステムのテーブルデータのコーディング例を示す。テーブルデータは、外気湿球温度と冷却負荷に対する指令値のデータをテーブルにしたものである。演算器は外気湿球温度と冷却負荷の計測値に対応した出力値をテーブルデータから検索し、さらに、演算結果を出力する。

【0062】

図15(a)は冷凍機運転を状態a、冷却塔による冷水製造を状態bとしたテーブルデータ

50

である。演算器はテーブルデータの状態を下に、機器の運転停止とバルブの開閉を行い通水システムを変更する。図15 (b)は冷却塔の冷却水出口温度設定値であり、状態a、状態bの冷却水温度設定値を示す。冷却水温度の変化の例として、冷却水温度は、外気温度が高いほどたかく、冷却負荷が大きいほど高い。

【0063】

図16 (a)は冷却水ポンプ50のインバータ周波数のテーブルデータを示し、図16 (b)は冷却水ポンプ51のインバータ周波数を示す。冷却水ポンプ50は、冷凍機運転時に運転され、周波数を設定変更する。冷凍機運転時には停止する。例えば停止時には、最低周波数を出力する。冷却水ポンプ51は、冷却塔による冷水製造時に運転され、周波数を設定変更する。冷水製造時には停止する。例えば停止時には、最低周波数を出力する。冷却水ポンプ50、51のインバータ周波数の変化の例を説明する。例えば、外気温度が高く、冷却負荷率が大きいほど周波数は高くなり、外気温度が低く、冷却負荷率が低いほど、周波数は低くなる。

10

【0064】

図17 (a)は図8の運転状態の運転状態a~dの状態を示す。制御部はテーブルデータの状態を下に、機器の運転停止とバルブの開閉を行い通水システムを変更する。図17 (b)は冷却塔の冷却水出口温度設定値を示す。冷却水温度の変化の例として、冷却水温度は、外気温度が高いほどたかく、冷却負荷が大きいほど高い。

【0065】

図18 (a)冷却水ポンプ1のインバータ周波数のテーブルデータを示し、図18 (b)は冷却水ポンプ2のインバータ周波数を示す。冷却水ポンプ50は、冷凍機運転時に運転され、周波数を設定変更する。冷凍機停止時に冷却水ポンプ1は停止する。冷却水ポンプ51は、冷却塔運転時に運転される。冷却水ポンプ50、51インバータ周波数の変化の例を説明する。例えば、外気温度が高く、冷却負荷率が大きいほど周波数は高くなり、外気温度が低く、冷却負荷率が低いほど、周波数は低くなる。

20

【0066】

図19に請求項9の冷水製造温度設定値のテーブルデータのコーディング例を示す。テーブルデータは、外気湿球温度と冷却負荷に対する冷水製造温度設定値の指令値のデータをテーブルにしたものである。制御部は外気湿球温度と冷却負荷の計測値に対応した出力値をテーブルデータから検索する。さらに、演算結果を出力する。

30

【0067】

テーブルは冷凍機運転と冷却塔による冷水製造時のそれぞれについて用意するが、その例を示す。設定値の例を示す。外気湿球温度、冷却負荷率が大きいほど低く、気湿球温度、冷却負荷率が大きいほど高い。データはシミュレーションを用いて算出したあたりである。負荷側の要求する冷水温度が一定の場合は、テーブル内のデータを一定として対応可能である。

【0068】

以下、変形例について説明する。図1の冷凍機は、インバータターボ冷凍機、定速ターボ冷凍機、吸収冷凍機でもよい。図1の冷却塔ファンはインバータの周波数制御でなく、ファンの運転停止制御で出口温度を制御してもよい。冷水ポンプにインバータを用いてもよい。図1の冷却水ポンプはインバータでなく、バルブの開度調整で冷凍機バイパス時の流量調整を行ってもよい。図5の冷却水ポンプ50、51はインバータでなく、バルブの開度調整で流量調整を行ってもよい。

40

【0069】

図6の冷却塔45は密閉式冷却塔でも、冷却塔40の構成の冷却塔でもよい。図6の冷水系切替弁V3の系統をなくして、図1の冷水配管系と同様にして、図7 (a)、(c)、図8 (b)の切替としてもよい。図6において、冷却塔40の並列接続、冷却塔45の並列接続として、負荷と外気状態に対応して台数を切替てもよい。運転状態の切替は制御部で表示のみを行い、機器の運転停止、バルブの開閉を手動で行ってもよい。また、冷却水ポンプ周波数、冷水ポンプ周波数を手動で行ってもよい。各弁は自動弁でなく手動弁で

50

もよい。

【0070】

冷却水の出口温度制御は別のPID制御として、制御部からの冷却水出口温度設定値を受けてファンを制御してもよい。図9の運転状態dの場合に、冷却塔45の水槽温度を計測して、水槽が凍結する温度より大きくなるように運転状態cに切替えて、冷却塔40に通水しても良い。

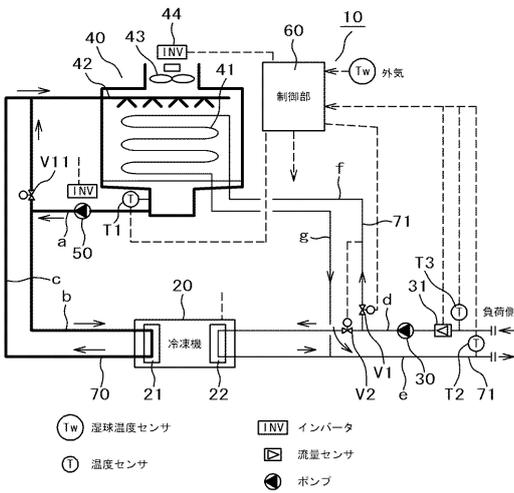
【符号の説明】

【0071】

10...冷水製造設備、20...冷凍機、30...冷水ポンプ、40、45...冷却塔、43...冷却塔ファン、50~52...冷却水ポンプ、60...制御部、61...シミュレータ、70...冷却水システム、71...冷水システム、T1~T3...温度センサ、Tw...湿球温度センサ、V1~V5、V11...運転ライン切替弁、V1~V3...冷水切替弁、V4、V5、V11...冷却水切替弁。

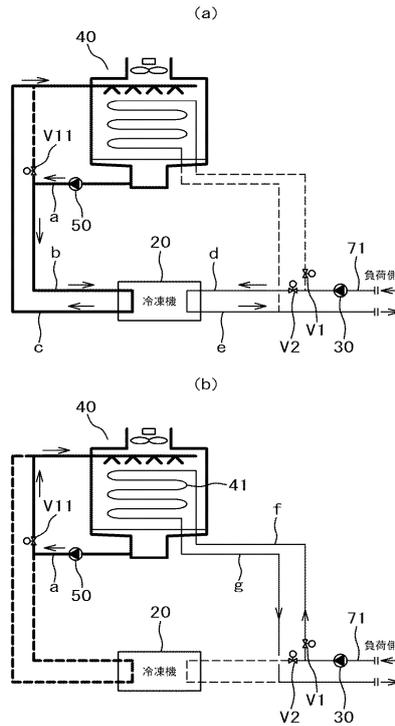
【図1】

図1



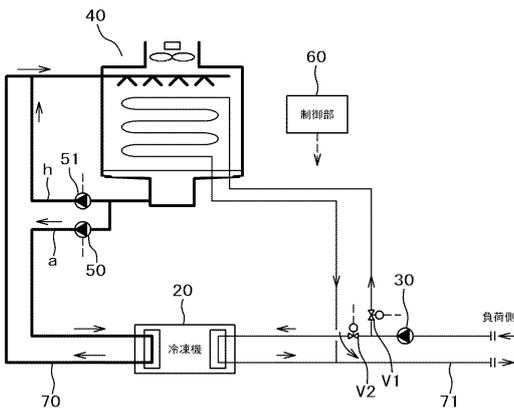
【図2】

図2



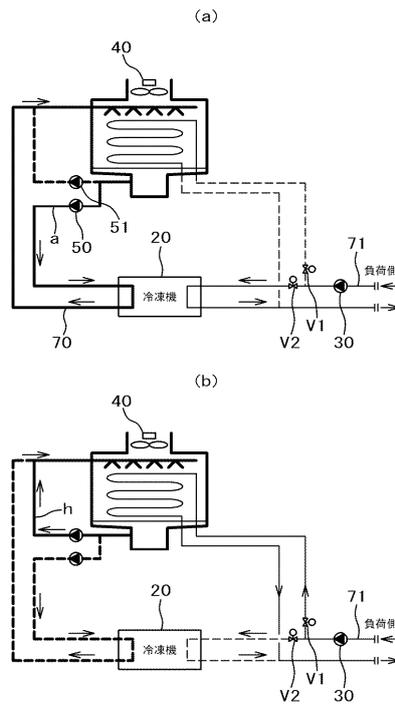
【 図 3 】

図 3



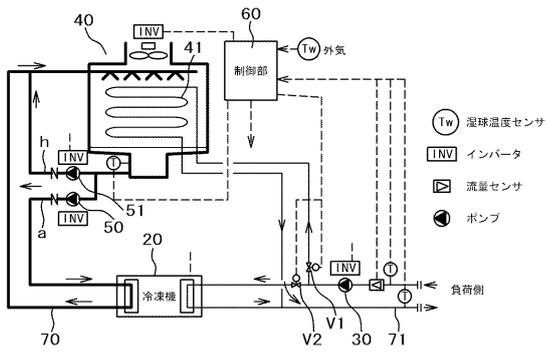
【 図 4 】

図 4



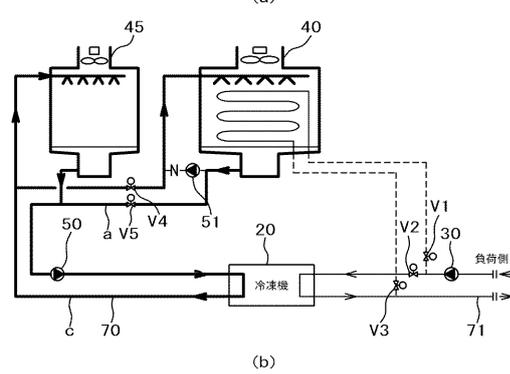
【 図 5 】

図 5



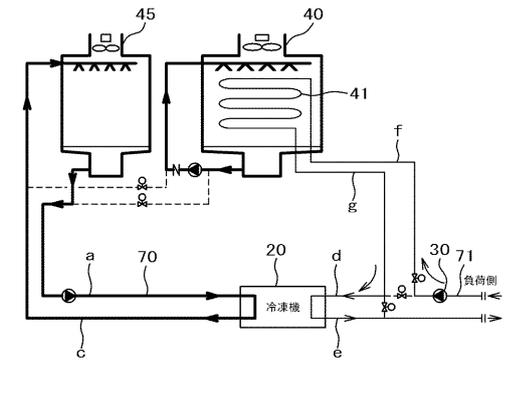
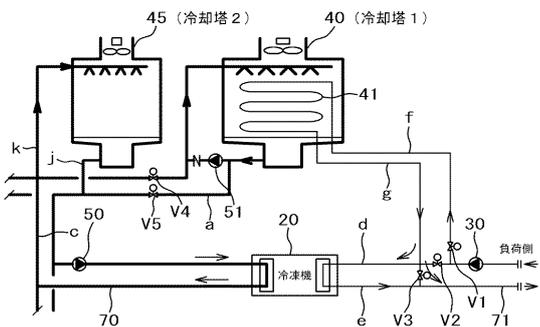
【 図 7 】

図 7

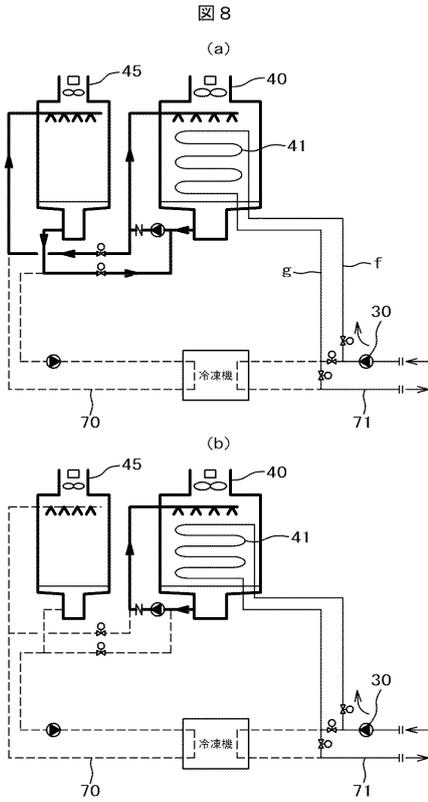


【 図 6 】

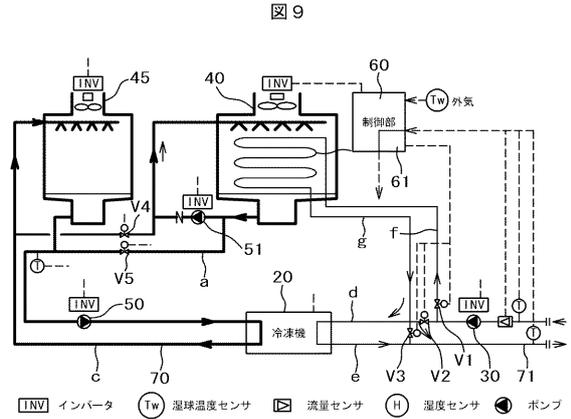
図 6



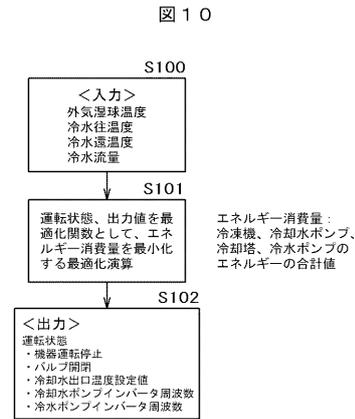
【 図 8 】



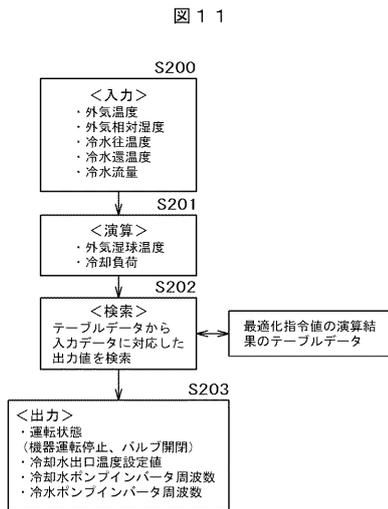
【 図 9 】



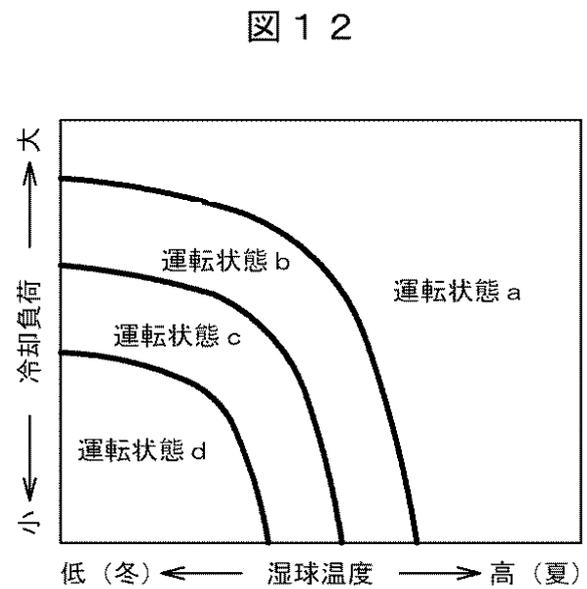
【 図 10 】



【 図 11 】

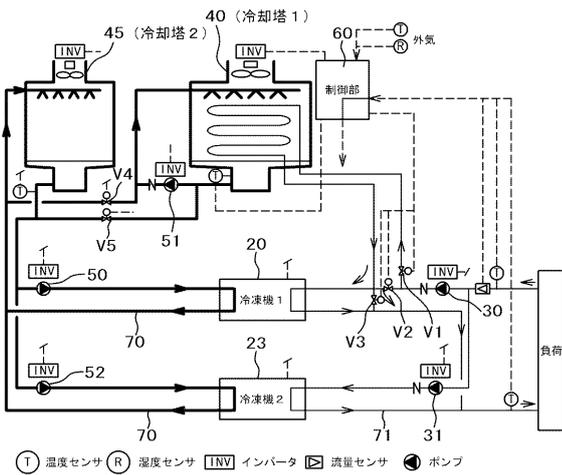


【 図 12 】



【 図 1 3 】

図 1 3



【 図 1 4 】

図 1 4

		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却負荷率 (%)	0						
	5						
	10	配列に数値、状態を入力					
	:						
	:						
	95						
	100						

【 図 1 5 】

図 1 5

(a)

図 3 の運転状態の設定

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却負荷率 (%)	0	b	b	b	b	a	a
	5	b	b	b	b	a	a
	10	b	b	b	b	a	a
	:	b	b	b	a	a	a
	:	b	b	b	a	a	a
	95	b	b	b	a	a	a
	100	b	b	a	a	a	a

(b)

図 3 の冷却塔冷却水出口温度設定値

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却負荷率 (%)	0	b	b	b	b		
	5	高	b	b	b		
	10	b	b	b	b		
	:	b	b	b	高		
	:	b	b	b			
	95	b	b	b			
	100	b	b				低

b 側は冷凍機停止時の値

【 図 1 6 】

図 1 6

(a)

図 3 の冷却ポンプ 50 のインバータ周波数

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却負荷率 (%)	0	b	b	b	b		
	5	b	b	b	b		
	10	b	b	b	b		
	:	b	b	b	小		
	:	b	b	b			
	95	b	b	b			
	100	b	b				大

b は冷凍機停止時の値

(b)

図 3 の冷却水ポンプ 51 のインバータ周波数

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却負荷率 (%)	0	小				a	a
	5					a	a
	10					a	a
	:			大	a	a	a
	:				a	a	a
	95				a	a	a
	100			a	a	a	a

a は冷凍機停止時の値

【 図 1 7 】

図 1 7

(a)

図 7, 8 の運転状態

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却負荷率 (%)	0	d	d	d	c	b	b
	5	d	d	d	c	b	a
	10	d	d	c	c	b	a
	:	d	c	c	b	a	a
	:	d	c	b	b	a	a
	95	d	c	b	b	a	a
	100	d	c	b	a	a	a

(b)

図 7, 8 の冷却塔冷却水出口温度設定値

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却負荷率 (%)	0	d	d	d	c		
	5	d	d	d	c		
	10	d	d	c	c		
	:	d	c	c	低		
	:	d	c				
	95	d	c				
	100	d	c				高

c, d は冷凍機停止時の値

【 図 1 8 】

図 1 8

(a)
図 7、8 の冷却水ポンプ 5 0 I N V 周波数の設定値

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却 負荷 率 (%)	0	d	d	d	c	30	35
	5	d	d	d	c	b	a
	10	d	小	大	小	b	a
	.	d	c	c	大	a	a
	.	d	c	c	大	a	a
	95	d	c	b	b	a	a
	100	d	c	b	a	a	a

a. b時は図のように値が変化
c. dは冷凍機停止時の値

(b)

図 7、8 の冷却水ポンプ 5 1 I N V 周波数の設定値

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却 負荷 率 (%)	0	小	d	d	c	30	35
	5	d	d	小	c	b	a
	10	小	大	d	c	b	a
	.	d	c	c	大	a	a
	.	d	大	b	b	a	a
	95	d	c	b	b	a	a
	100	d	c	b	a	a	a

aは冷凍機運転時の値
b. c. dは図のように値が変化

【 図 1 9 】

図 1 9

b		外気湿球温度 (°C)					
		-5	-0	..	..	30	35
冷却 負荷 率 (%)	0	12	12	11	8	7	7
	5	12	12	11	8	7	7
	10	12	12	高	8	7	7
	.	11	11	低	7	7	7
	.	8	8	8	7	7	7
	95	7	7	7	7	7	7
	100	7	7	7	7	7	7

フロントページの続き

(72)発明者 福井 伊津志

東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式会社日立プラントテクノロジー内

(72)発明者 竹浪 敏人

東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式会社日立プラントテクノロジー内

Fターム(参考) 3L060 AA03 CC03 DD07 EE31