

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5112130号
(P5112130)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int. Cl. F I
 HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 Z
 HO5K 7/20 (2006.01) HO5K 7/20 P

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-76803 (P2008-76803)	(73) 特許権者	501137636
(22) 出願日	平成20年3月24日 (2008. 3. 24)		東芝三菱電機産業システム株式会社
(65) 公開番号	特開2009-232618 (P2009-232618A)		東京都港区三田三丁目13番16号
(43) 公開日	平成21年10月8日 (2009. 10. 8)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成23年2月25日 (2011. 2. 25)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100095441
			弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インバータ冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外気を内部に取り込む吸気口及び内部に取り込んだ外気を外部に排気する排気口を有するケースと、

前記ケース内に配設され、インバータの主回路を構成する主回路素子を含むインバータユニットと、

前記ケース内に配設され、前記主回路素子を制御するインバータ制御装置と、

前記主回路素子の発熱を冷却するものであって、冷却媒体が循環可能に流入側配管及び流出側配管を備えた冷却フィンと、

冷却媒体を通す1次配管及び前記流入側配管及び流出側配管との間で冷却媒体を循環し、前記1次配管内の冷却媒体とで熱交換し、前記1次配管に対して近接配置され内部に冷却媒体を通す2次配管を備えた熱交換器と、

前記熱交換器の2次配管に対して並列に接続されたバイパス配管並びに前記冷却フィンとの前記流出側配管との接続点に配設され、前記冷却フィン側から流出させる冷却媒体を前記2次配管及び前記バイパス配管に分配する電動三方弁と、

前記2次配管及び前記バイパス配管との前記冷却フィンとへの前記流入側配管の途中に配設され、前記冷却フィンと前記熱交換器の2次側配管との間に前記冷却媒体を循環させるための冷却媒体ポンプと、

を備えたインバータ冷却装置において、

前記ケース内の吸気口近くの室温を検出する室温検出器と、

10

20

前記室温検出器で検出した室温から結露しない露点温度を求め、この露点温度を設定温度とする冷却媒体温度設定器と、

前記冷却媒体温度設定器からの温度設定値と前記インバータ装置の入力冷却温度の検出温度の偏差から前記電動三方弁の開度制御を行い、前記流入側配管を通る冷却媒体の温度制御を行う冷却媒体温度制御器と、

前記主回路素子のスイッチングロス及びオンロスを含むインバータロスを演算するロス演算器と、

前記ロス演算器からのインバータロスと前記冷却媒体温度設定器からの設定温度に基づいて前記冷却媒体ポンプの速度設定値を出力するポンプ速度設定器と、

前記ポンプ速度設定器の速度設定値に基づき前記冷却媒体ポンプを駆動するポンプ駆動用インバータ装置と、

前記ポンプ速度設定器からの速度設定値と前記熱交換器の1次配管及び2次配管内の冷却媒体の温度差に基づき前記冷却媒体温度制御器から前記電動三方弁に与える開度指令に対して温度制御器ゲインを切替えるゲイン切替手段と、

を具備したことを特徴とするインバータ冷却装置。

【請求項2】

前記ゲイン切替手段は、前記ポンプ速度が高速になるにつれゲインを高く補正するポンプ速度ゲイン補正器と、前記1次2次冷却媒体の温度差が大きくなるにつれてゲインを低く補正する1次2次冷却媒体温度差ゲイン補正器と、前記ポンプ速度ゲイン補正器の出力と前記1次2次冷却媒体温度差ゲイン補正器の出力を乗算して温度制御器ゲインを出力する乗算器とを備えたことを特徴とする請求項1記載のインバータ冷却装置。

【請求項3】

外気を内部に取り込む吸気口及び内部に取り込んだ外気を外部に排気する排気口を有するケースと、

前記ケース内に配設され、インバータの主回路を構成する主回路素子を含むインバータユニットと、

前記ケース内に配設され、前記主回路素子を制御するインバータ制御装置と、

前記主回路素子の発熱を冷却するものであって、冷却媒体が循環可能に流入側配管及び流出側配管を備えた冷却フィンと、

冷却媒体を通す1次配管及び前記流入側配管及び流出側配管との間で冷却媒体を循環し、前記1次配管内の冷却媒体とで熱交換し、前記1次配管に対して近接配置され内部に冷却媒体を通す2次配管を備えた熱交換器と、

前記熱交換器の2次配管に対して並列に接続されたバイパス配管並びに前記冷却フィンとの前記流出側配管との接続点に配設され、前記冷却フィン側から流出させる冷却媒体を前記2次配管及び前記バイパス配管に分配する電動三方弁と、

前記2次配管及び前記バイパス配管との前記冷却フィンとへの前記流入側配管の途中に配設され、前記冷却フィンと前記熱交換器の2次側配管との間に前記冷却媒体を循環させるための冷却媒体ポンプと、

を備えたインバータ冷却装置において、

前記ケース内の吸気口近くの室温を検出する室温検出器と、

前記室温検出器で検出した室温から結露しない露点温度を求め、この露点温度を設定温度とする冷却媒体温度設定器と、

前記冷却媒体温度設定器からの温度設定値と前記インバータ装置の入力冷却温度の検出温度の偏差から前記電動三方弁の開度制御を行い、前記流入側配管を通る冷却媒体の温度制御を行う冷却媒体温度制御器と、

前記主回路素子のスイッチングロス及びオンロスを含むインバータロスを演算するロス演算器と、

前記ロス演算器からのインバータロスと前記冷却媒体温度設定器からの設定温度に基づいて前記冷却媒体ポンプの速度設定値を出力するポンプ速度設定器と、

前記ポンプ速度設定器の速度設定値に基づき前記冷却媒体ポンプを駆動するポンプ駆動

10

20

30

40

50

用インバータ装置と、

前記ポンプ速度設定器からの速度設定値と、前記熱交換器の1次配管及び2次配管内の冷却媒体の温度差と、前記冷却媒体温度設定器からの設定温度と、前記冷却媒体温度設定器からの設定温度と前記熱交換器の1次配管及び2次配管内の冷却媒体の温度差との差に基づき前記冷却媒体温度制御器から前記電動三方弁に与える開度指令に対して温度制御器ゲインを切替えるゲイン切替手段と、

を具備したことを特徴とするインバータ冷却装置。

【請求項4】

前記ゲイン切替手段は、

前記ポンプ速度が高速になるにつれゲインを高く補正するポンプ速度ゲイン補正器と、
前記1次2次冷却媒体の温度差が大きくなるにつれてゲインを低く補正する1次2次冷却媒体温度差ゲイン補正器と、

前記ポンプ速度ゲイン補正器の出力と前記1次2次冷却媒体温度差ゲイン補正器の出力を乗算する第1の乗算器と、

前記熱交換器の前記1次配管内の冷却媒体温度検出値と、前記流入側配管内の冷却媒体温度検出値との温度偏差を入力し、前記温度偏差の絶対値が基準値以下のとき、論理値“1”を出力する安定化判断器と、

前記安定化判断器に入力される温度偏差が負で、前記冷却媒体温度設定値の上限値に対する余裕を判断し、前記上限値が所定値以上になると論理値“1”を出力する余裕判断器と、

前記冷却媒体温度設定値の変化絶対値が所定値以下のとき、論理値“1”を出力する設定温度変化判断器と、

前記安定化判断器及び余裕判断器の出力の何れかが論理値“1”のとき論理値“1”を出力する論理和回路と、

前記論理和回路の出力が論理値“1”で、前記設定温度変化判断器の出力が論理値“1”のとき論理値“1”を出力する論理積回路と、

通常ゲインと低ゲインのいずれかに切替可能になっていて、前記論理積回路の出力が論理値“1”のとき前記低ゲインになり、かつ前記論理積回路の出力が論理値“0”のとき通常ゲインとなるゲイン切替器と、

前記ゲイン切替器の出力と前記第1の乗算器の出力を乗算して温度制御の安定性を考慮した温度制御器ゲインを出力する第2の乗算器と、

を備えたことを特徴とする請求項3記載のインバータ冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インバータ装置の主回路素子から発生する熱を、冷却フィンに対して外部から供給される冷却媒体例えば冷却水を、熱交換器との間で循環させて熱交換により冷却するインバータ冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種従来のインバータ冷却装置としては、図5に示すような構成のものがある。

【0003】

インバータ装置1はケース2内に主回路素子(スイッチング素子例えばIGBT)3a、この主回路素子3aから発生する熱を冷却する冷却フィン3bと、コンデンサ3cを備えたインバータユニット3と、このインバータユニット3内の主回路素子3aを制御するインバータ制御装置4が設置されている。

【0004】

この場合、主回路素子3aはケース2の一方の側面に取付けられた入出力端子3eに電線3dにより接続され、図示しない外部電源及び負荷との間で入出力が行われる。

【0005】

10

20

30

40

50

一方、このような構成のインバータ装置 1 の冷却系としては、2 次側冷却媒体ポンプ 1 0 a により 2 次側冷却媒体（本例では 2 次側冷却水）が流入側配管 0 2 を通してケース 2 内に設置されたインバータユニット 3 の主回路素子 3 a と熱交換する冷却フィン 3 b 内に導入され、この冷却フィン 3 b よりインバータ装置 1 の外部に流出する 2 次側冷却媒体を流出側配管 0 3 を通して外部の熱交換器 1 1 の 2 次側を介してポンプ 1 0 a に戻る 2 次側冷却媒体循環系が構成されている。

【 0 0 0 6 】

この場合、熱交換器 1 1 の 2 次冷却媒体配管 0 5 の手前において、配管 0 5 に対して並列に 2 次冷却媒体バイパス配管 0 4 が接続されると共に、バイパス配管 0 4 と流出側配管 0 3 と配管 0 5 との分岐点に電動三方弁 9 が設けられている。

10

【 0 0 0 7 】

また、ポンプ 1 0 a の冷却媒体吐出口側の流入側配管 0 2 には、ケース 2 の入口側の冷却媒体温度を検出するインバータ入口冷却媒体温度検出器 7 a が設けられ、この温度検出器 7 a で検出された冷却媒体温度検出信号 7 a s はインバータ入力冷却媒体温度制御器 1 4 に入力される。

【 0 0 0 8 】

この温度制御器 1 4 は、冷却媒体温度検出信号 7 a s と冷却媒体温度設定値とを比較し、その偏差値がゼロになるように P I D コントローラにより電動三方弁 9 の開度を求め、この開度信号（バルブ開度）により電動三方弁 9 を制御するものである。

【 0 0 0 9 】

20

さらに、熱交換器 1 1 の 1 次側冷却媒体配管 0 1 には 1 次側冷却媒体ポンプ 1 0 b により 2 次側冷却媒体と熱交換する 1 次側冷却媒体が配管 0 1 を通して循環する 1 次側冷却媒体循環系が構成されている。

【 0 0 1 0 】

以上はインバータユニット 3 の主回路素子 3 a と熱交換する冷却フィン 3 b 内に流れる冷却媒体循環系の構成であるが、インバータ装置 1 の発熱体としては上記以外にインバータ制御装置 4、コンデンサ 3 c、電線 3 d 等があり、これらの発熱体に対してはケース 2 の前面に外気を取込むための吸気口 6 と、ケース 2 の後面に吸気口 6 から吸気した空気をケース 2 の外部へ排出するための排気口 8 とを設けて、図示しない送風ファンにより発熱体で発生した熱を放熱する空気冷却系が構成されている。

30

【 0 0 1 1 】

このような構成のインバータ装置の冷却系において、いま、ポンプ 1 0 a が商用電源等により一定速度で運転されているものとすれば、2 次側冷却媒体は流入側配管 0 2 を通してケース 2 内に設置されたインバータユニット 3 の主回路素子 3 a と熱交換する冷却フィン 3 b 内に導入され、この冷却フィン 3 b より流出側配管 0 3 を通して熱交換器 1 1 の 2 次側を介して冷却ポンプ 1 0 a に戻る 2 次側冷却媒体循環系を循環している。

【 0 0 1 2 】

この場合、温度制御器 1 4 は、温度検出器 7 a で検出されたケース 2 の入口側の 2 次側冷却媒体温度と冷却媒体温度設定値との偏差値がゼロになるように電動三方弁 9 のバルブ開度を制御することで、熱交換器 1 1 の 2 次側に流れる 2 次側冷却媒体の一部が冷却媒体バイパス配管 0 4 を通して分流し、インバータ入口冷却媒体の温度が制御される。

40

【 0 0 1 3 】

したがって、冷却フィン 3 b は主回路素子 3 a と物理的に接触させることによって、主回路素子 3 a のスイッチングにより発生する熱を冷却し、また冷却フィン 3 b は 2 次側冷却媒体循環系を循環する 2 次側冷却媒体と熱交換される。

【 0 0 1 4 】

また、冷却フィン 3 b の冷却により温度が高くなった冷却媒体は、熱交換器 1 1 の 2 次側に流入すると 1 次側冷却媒体ポンプ 1 0 b により 1 次側冷却媒体循環系を循環する冷却媒体と熱交換されて外部に排熱される。

【 0 0 1 5 】

50

一方、インバータ装置 1 内の冷却フィン以外のインバータ制御装置 4、コンデンサ 3 c、電線 3 d 等で発生する熱は、ケース 2 の吸気口 6 より外気をケース 2 内に取込み、これらの発熱体を冷却した後、排気口 8 より外部に排気される。

【0016】

特許文献 1 には、制御温度の変動に安定性を保証して熱疲労を防止する温度制御装置が記載されている。これは、複数のゲイン出力するゲイン切替回路と、PID 制御回路と、出力抑制回路とから構成されている。PID 制御回路は、ゲインと温度偏差の第 1 乗算値の積分値又は固定値を出力する積分器と、トラッキング回路とから形成されている。

【0017】

トラッキング回路は、起動状態時には、第 2 ゲインと温度偏差の第 2 乗算値と固定値とに基づく第 1 制御信号を出力し、安定化移行状態時には積分値と第 2 乗算値に基づく第 2 制御信号を出力する。起動時には比例積分制御を行わず安定化移行状態時には比例積分制御を行って、安定化移行時に小さい電力抑制を行い、起動時に大きい電力抑制を行うことにより、温度の急峻な変化の繰り返しを回避して円滑に安定温度に速やかに移行させることができるものである。

【0018】

しかしながら特許文献 1 には、インバータ装置のケース内の結露対策に関して何ら記載がない。

【特許文献 1】特開 2004 - 126652

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

前述した従来のインバータ冷却装置において、冷却フィン 3 b により主回路素子 3 a の発熱を冷却することはできるが、大容量のインバータ装置においては、冷却フィン以外のインバータ制御装置 4、コンデンサ 3 c、電線 3 d 等で発生する熱に対して無視することができず、単にケース 2 に吸気口 6 及び排気口 8 を設けるだけの空気冷却系だけでは、ケース 2 内の温度が上昇する。特にインバータ装置 1 に使われているコンデンサ 3 c や電子部品については、一般にアレニウスの法則に従いケース 2 内の温度が高くなると故障発生率が加速的に増加する。

【0020】

また、ケース 2 内の温度が高く、かつ冷却フィン 3 b の温度が低い状態で、吸気口 6 からケース 2 内に高湿度の空気が取込まれると、冷却フィン 3 b に結露が発生する。さらに、インバータ装置 1 の設置場所がインバータ装置 1 に影響を与える温度環境下にあると、ケース 2 の内部温度と、冷却フィン 3 b 内を循環する 2 次側冷却媒体の設定温度に温度差が発生し、ケース 2 の内部温度が低い場合には冷却フィン 3 b に結露が発生する。冷却フィン 3 b に結露が発生すると、絶縁不良によりインバータ装置の破損につながる。

【0021】

このようなことから、図 5 に示すインバータ冷却装置にあつては、冷却フィン 3 b に発生する結露を防止するため、冷却フィン 3 b に流れる 2 次側冷却媒体の温度設定値をケース 2 内の温度よりも高い値とし、ポンプ 10 a をインバータ装置 1 の定格運転時における発熱に対して冷却可能なように常に定格運転し、2 次側冷却媒体を冷却フィン 3 b に供給している。

【0022】

しかし、インバータ装置 1 が定格運転していないときにもポンプ 10 a を定格で運転しなければならないため、ポンプ 10 a の運転に要する消費電力が多くなり、経済的に不利である。

【0023】

本発明は上記のような問題を解消するためになされたもので、インバータ装置の出力に応じて 2 次側冷却ポンプの回転数を制御して消費電力の低減を図ると共に、ケース内の温度とケース内に取込まれる空気の温度との温度差により発生する冷却フィンの結露を防止

10

20

30

40

50

することができるインバータ冷却装置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】

【0024】

前記目的を達成するため、請求項1に対応する発明は、外気を内部に取り込む吸気口及び内部に取り込んだ外気を外部に排気する排気口を有するケースと、前記ケース内に配設され、インバータの主回路を構成する主回路素子を含むインバータユニットと、前記ケース内に配設され、前記主回路素子を制御するインバータ制御装置と、前記主回路素子の発熱を冷却するものであって、冷却媒体が循環可能に流入側配管及び流出側配管を備えた冷却フィンと、冷却媒体を通す1次配管及び前記流入側配管及び流出側配管との間で冷却媒体を循環し、前記1次配管内の冷却媒体とで熱交換し、前記1次配管に対して近接配置され内部に冷却媒体を通す2次配管を備えた熱交換器と、前記熱交換器の2次配管に対して並列に接続されたバイパス配管並びに前記冷却フィンとの冷却媒体流出側配管とに配設され、前記冷却フィン側から流出させる冷却媒体を前記2次配管及び前記バイパス配管に分配する電動三方弁と、前記2次配管及び前記バイパス配管との前記冷却フィンとへの前記冷却媒体流入側配管の途中に配設され、前記冷却フィンと前記熱交換器の2次側配管との間に前記冷却媒体を循環させるための冷却媒体ポンプとを備えたインバータ冷却装置において、前記ケース内の吸気口近くの室温を検出する室温検出器と、前記室温検出器で検出した室温から結露しない露点温度を求め、この露点温度を設定温度とする冷却媒体温度設定器と、前記冷却媒体温度設定器からの温度設定値と前記インバータ装置の入力冷却温度の検出温度の偏差から前記電動三方弁の開度制御を行い、前記流入側配管を通る冷却媒体の温度制御を行う冷却媒体温度制御器と、前記主回路素子のスイッチングロス及びオンロスを含むインバータロス演算するロス演算器と、前記ロス演算器からのインバータロスと前記冷却媒体温度設定器からの設定温度に基づいて前記冷却媒体ポンプの速度設定値を出力するポンプ速度設定器と、前記ポンプ速度設定器の速度設定値に基づき前記冷却媒体ポンプを駆動するポンプ駆動用インバータ装置と、前記ポンプ速度設定器からの速度設定値と前記熱交換器の1次配管及び2次配管内の冷却媒体の温度差に基づき前記冷却媒体温度制御器から前記電動三方弁に与える開度指令に対して温度制御器ゲインを切替えるゲイン切替手段とを具備したことを特徴とするインバータ冷却装置である。

【0025】

前記目的を達成するため、請求項3に対応する発明は、外気を内部に取り込む吸気口及び内部に取り込んだ外気を外部に排気する排気口を有するケースと、前記ケース内に配設され、インバータの主回路を構成する主回路素子を含むインバータユニットと、前記ケース内に配設され、前記主回路素子を制御するインバータ制御装置と、前記主回路素子の発熱を冷却するものであって、冷却媒体が循環可能に流入側配管及び流出側配管を備えた冷却フィンと、冷却媒体を通す1次配管及び前記流入側配管及び流出側配管との間で冷却媒体を循環し、前記1次配管内の冷却媒体とで熱交換し、前記1次配管に対して近接配置され内部に冷却媒体を通す2次配管を備えた熱交換器と、前記熱交換器の2次配管に対して並列に接続されたバイパス配管並びに前記冷却フィンとの冷却媒体流出側配管とに配設され、前記冷却フィン側から流出させる冷却媒体を前記2次配管及び前記バイパス配管に分配する電動三方弁と、前記2次配管及び前記バイパス配管との前記冷却フィンとへの前記冷却媒体流入側配管の途中に配設され、前記冷却フィンと前記熱交換器の2次側配管との間に前記冷却媒体を循環させるための冷却媒体ポンプとを備えたインバータ冷却装置において、前記ケース内の吸気口近くの室温を検出する室温検出器と、前記室温検出器で検出した室温から結露しない露点温度を求め、この露点温度を設定温度とする冷却媒体温度設定器と、前記冷却媒体温度設定器からの温度設定値と前記インバータ装置の入力冷却温度の検出温度の偏差から前記電動三方弁の開度制御を行い、前記流入側配管を通る冷却媒体の温度制御を行う冷却媒体温度制御器と、前記主回路素子のスイッチングロス及びオンロスを含むインバータロス演算するロス演算器と、前記ロス演算器からのインバータロスと前記冷却媒体温度設定器からの設定温度に基づいて前記冷却媒体ポンプの速度設定値を出力するポンプ速度設定器と、前記ポンプ速度設定器の速度設定値に基づき前記冷却媒体

ポンプを駆動するポンプ駆動用インバータ装置と、前記ポンプ速度設定器からの速度設定値と、前記熱交換器の1次配管及び2次配管内の冷却媒体の温度差と、前記冷却媒体温度設定器からの設定温度と、前記冷却媒体温度設定器からの設定温度と前記熱交換器の1次配管及び2次配管内の冷却媒体の温度差との差に基づき前記冷却媒体温度制御器から前記電動三方弁に与える開度指令に対して温度制御器ゲインを切替えるゲイン切替手段とを具備したことを特徴とするインバータ冷却装置である。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、インバータ装置の出力に応じて2次側冷却ポンプの回転数を制御して消費電力の低減を図ると共に、ケース内の温度とケース内に取込まれる空気の温度との温度差により発生する冷却フィンの結露を防止することができるインバータ冷却装置を提供できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明によるインバータ冷却装置の実施形態について説明する。

【0028】

図1は第1の実施形態を説明するための概略構成図であり、発明の前提は、以下に述べるインバータ冷却装置である。すなわち、外気を内部に取り込む吸気口6及び内部に取り込んだ外気を外部に排気する排気口8を有するケース2と、ケース2内に配設され、インバータの主回路を構成する主回路素子3aを含むインバータユニット3と、ケース2内に配設され、主回路素子3aを制御するインバータ制御装置4と、主回路素子3aの発熱を冷却するものであって、冷却媒体が循環可能に冷却媒体流入側配管02及び冷却媒体流出側配管03を備えた冷却フィン3bと、冷却媒体を通す1次側冷却媒体配管01及び冷却媒体流入側配管02及び冷却媒体流出側配管03との間で冷却媒体を循環し、1次側冷却媒体配管01内の冷却媒体とで熱交換し、1次側冷却媒体配管01に対して近接配置され内部に冷却媒体を通す2次側冷却媒体配管05を備えた熱交換器11と、熱交換器11の2次側冷却媒体配管05に対して並列に接続されたバイパス配管04並びに冷却フィン3bとの冷却媒体流出側配管03との接続点に配設され、冷却フィン3b側から流出させる冷却媒体を2次側冷却媒体配管05及びバイパス配管04に分配する電動三方弁9と、2次側冷却媒体配管05及びバイパス配管04との冷却フィン3bとの冷却媒体流入側配管02の途中に配設され、冷却フィン3bと熱交換器11の2次側冷却媒体配管05との間に冷却媒体を循環させるための冷却媒体ポンプ10aを備えたインバータ冷却装置である。

20

30

【0029】

このような前提において、以下に述べる技術的特徴を備えたものである。

【0030】

すなわち、ケース2内の吸気口6近くの室温を検出する室温検出器5と、室温検出器5で検出した室温から結露しない露点温度を求め、この露点温度を設定温度とするインバータ入力冷却媒体温度設定器13と、冷却媒体温度設定器13からの温度設定値とインバータ装置1の入力冷却温度の検出温度の偏差から電動三方弁9の開度制御を行い、流入側配管02を通る冷却媒体の温度制御を行うインバータ入力冷却媒体温度制御器14と、主回路素子3aのスイッチングロス及びオンロスを含むインバータロスを演算するロス演算器(図示しないが、ここではインバータ制御装置4内に備えている)と、ロス演算器からのインバータロスと冷却媒体温度設定器13からの設定温度に基づいて冷却媒体ポンプ10aの速度設定値を出力するポンプ速度設定器15と、ポンプ速度設定器15の速度設定値に基づき冷却媒体ポンプ10aを駆動するポンプ駆動用インバータ装置17と、ポンプ速度設定器15からの速度設定値と、熱交換器11の1次配管01内の冷却媒体の温度を検出する媒体温度検出器7b及び熱交換器11の2次配管05内の冷却媒体の温度を検出する媒体温度検出器7aの検出値の差(温度差)に基づき冷却媒体温度制御器14から電動三方弁9に与える開度指令(パルス開度)に対して温度制御器ゲインを切替えるゲイン切替手段16とを具備したものである。

40

50

【 0 0 3 1 】

このような構成において、インバータ装置 1 で発生する発熱は、冷却フィン 3 b により冷却される。すなわち、冷却フィン 3 b は、主回路素子 3 a を冷却フィン 3 b に物理的に接触させることによって主回路素子 3 a のスイッチングにより発生する熱を冷却する。また冷却フィン 3 b は、インバータ装置 1 の外部から供給された 2 次冷却媒体の循環により冷却フィン 3 b を冷却する。2 次側媒体冷却ポンプ 1 0 a はインバータ装置 1 の冷却フィン 3 b に供給する 2 次冷却媒体を循環する。熱交換器 1 1 は、インバータ装置 1 の冷却フィン 3 b からの 2 次冷却媒体の熱を 1 次冷却媒体に熱交換する。1 次側冷却媒体ポンプ 1 0 b は、1 次冷却媒体を循環させ外部に熱を廃熱する。インバータ装置 1 のケース 2 に設けられた吸気口 6 は、インバータ装置 1 の外気を取り込み、インバータ装置 1 内の冷却フィン 3 b の上以外で発熱するインバータ制御装置 4、コンデンサ 3 c、電線 3 d に空気を送風する。排気口 8 は、インバータ装置 1 内の冷却フィン 3 b の上以外で発熱した空気をインバータ装置 1 の外部に排出する。インバータ入力冷却媒体温度設定器 1 3 は、インバータ装置 1 内では一番温度が低い吸気部の室温を検出できるように設置した室温検出器 5 からインバータ装置 1 内の温度を検出し、その温度を冷却媒体設定温度とする。

10

【 0 0 3 2 】

インバータ入力冷却媒体温度制御器 1 4 は、インバータ入力冷却温度検出器 7 a の検出温度とインバータ入力冷却媒体温度設定器 1 3 の設定温度の差を P I D コントローラに投入し偏差を零にするように電動三方弁 9 の開度を制御する。温度制御ゲイン切替手段 1 6 は、ポンプ速度設定器 1 5 からのポンプ速度および熱交換器 1 1 の 1 次 2 次冷却媒体の温度差から適切なゲインをインバータ入力冷却媒体温度制御器 1 4 に設定する。

20

【 0 0 3 3 】

ここで、図 2 により温度制御ゲイン切替手段 1 6 の具体的構成について説明する。予めポンプ速度が高速になるにつれゲインを高く補正するものであって、例えばメモリテーブルからなるポンプ速度ゲイン補正器 1 8 と、熱交換器 1 1 の 1 次 2 次冷却媒体の温度差が大きくなるにつれ、ゲインを低く補正するものであって、例えばメモリテーブルからなる 1 次 2 次冷却媒体温度差ゲイン補正器 1 9 と、両補正器 1 8、1 9 の出力を乗算して得られる制御装置ゲインを出力する乗算器 2 0 とを備えている。

【 0 0 3 4 】

インバータ制御装置 4 は、予め求めたインバータ装置 1 の主回路素子 3 a の特性カーブに出力電流、出力電圧、入力電圧を入力し主回路素子 3 a のスイッチングロスおよび主回路素子 3 a のオンロスとを求めインバータユニット 3 で発生するロスを計算する。ポンプ速度設定器 1 5 はインバータ入力冷却媒体設定温度とインバータユニット 3 の主回路素子 3 a の動作最大温度から決まるインバータ出口温度設定（上限）との差をとりインバータユニット 3 の出口の温度上昇値を求める。

30

【 0 0 3 5 】

一般的に流れている冷却媒体の温度上昇はインバータロスに比例、ポンプ速度（冷却媒体の流量）に反比例するため、ポンプ速度設定器 1 5 は、インバータロスをインバータ装置 1 の温度上昇値で除算し、この値に比例したポンプ速度とすることでインバータロスおよび室温に見合ったポンプ速度を求める。このポンプ速度をポンプ駆動用インバータ装置 1 7 の速度基準として 2 次側冷却ポンプ 1 0 を駆動する。

40

【 0 0 3 6 】

以上述べた第 1 の実施形態によれば、インバータ装置 1 の出力に応じて 2 次側冷却媒体ポンプ 1 0 a の回転数を制御して消費電力の低減を図ると共に、ケース 2 内の温度とケース 2 内に取込まれる空気の温度との温度差により発生する冷却フィン 3 b の結露を防止することができる、しかも結露防止の制御を精度よく行うことができる。

【 0 0 3 7 】

具体的には、インバータ装置 1 の自己発熱によりインバータ装置 1 では一番温度が低いケース 2 の吸気口 6 近くの室温を検出する室温検出器 5 からケース内の温度を検出し、この温度から結露しない露点温度を求め、この露点温度を冷却媒体設定温度とし、インバー

50

タ装置入力冷却温度の検出温度の差を零にするように電動三方弁 9 の開度制御を行うことでインバータ入力冷却装置の温度制御を行い、この温度制御は、ポンプ速度と、熱交換器の 1 次 2 次の冷却媒体温度の差から各制御系に合った制御ゲインに切替える。

【 0 0 3 8 】

インバータ装置 1 のロスを求めるために、予め求めてあるインバータ装置の主回路素子 3 a の特性カーブに出力電流、出力電圧、入力電圧を入力し主回路素子のスイッチングロスおよび主回路素子 3 a のオンロスを求めインバータユニット 3 で発生するロスを計算する。インバータ入力冷却装置の冷却媒体の設定温度とインバータユニット 3 の主回路素子 3 a の動作最大温度から決まるインバータ出口温度設定（上限）との差をとり、インバータユニット 3 の温度上昇値をもとめる。一般的に冷却装置に流れている冷却媒体の温度上昇はインバータロスに比例、ポンプ速度（冷却水の流量）に反比例するため、インバータロスをインバータ装置温度上昇値で除算しこの値に比例したポンプ速度とすることでインバータロスおよび室温に見合ったポンプ速度を求める。このポンプ速度をポンプ駆動用のインバータ装置 1 の速度基準として 2 次冷却ポンプ 1 0 a を駆動する。これらの動作によりインバータ装置 1 内の主回路素子 3 a を冷却する冷却フィン 3 b に発生する結露を防止することができる。

10

【 0 0 3 9 】

図 3 は第 2 の実施形態を説明するための概略構成図であり、図 1 の実施形態と異なるのは、温度制御ゲイン切替手段 1 6 の代わりに温度制御ゲイン切替手段 1 6 b を設けた点が異なる。

20

【 0 0 4 0 】

温度制御ゲイン切替手段 1 6 b は、図 4 に示すようにポンプ速度ゲイン補正器 1 8 と、1 次 2 次冷却媒体温度差ゲイン補正器 1 9 と、第 1 の乗算器 2 0 と、以下に述べるインバータ入力冷却媒体温度設定器 1 3 からの温度設定値と 1 次 2 次冷却媒体の温度差の偏差に基づき温度制御の安定性を判断する安定性判断手段 2 9 とを備えたものである。

【 0 0 4 1 】

ポンプ速度ゲイン補正器 1 8 は、ポンプ速度が高速になるにつれゲインを高く補正する。1 次 2 次冷却媒体温度差ゲイン補正器 1 9 は、1 次 2 次冷却媒体の温度差が大きくなるにつれてゲインを低く補正する。第 1 の乗算器 2 0 は、ポンプ速度ゲイン補正器 1 8 の出力と 1 次 2 次冷却媒体温度差ゲイン補正器 1 9 の出力を乗算する。

30

【 0 0 4 2 】

安定性判断手段 2 9 は、安定化判断器 2 1 と、余裕判断器 2 2 と、設定温度変化判断器 2 3 と、論理和回路 2 4 と、論理積回路 2 5 と、ゲイン切替器 2 8 とを備えている。

【 0 0 4 3 】

安定化判断器 2 1 は、熱交換器 1 1 の 1 次配管 0 1 内の冷却媒体温度検出値と、流入側配管 0 2 内の冷却媒体温度検出値との温度偏差を入力し、温度偏差の絶対値が基準値例えば 0 . 5 K 以下のとき、論理値 “ 1 ” を出力する。

【 0 0 4 4 】

余裕判断器 2 2 は、安定化判断器 2 1 に入力される温度偏差が負で、冷却媒体温度設定値の上限値に対する余裕を判断し、上限値例えば 1 0 K 以上になると論理値 “ 1 ” を出力する。

40

【 0 0 4 5 】

設定温度変化判断器 2 3 は、冷却媒体温度設定値の変化絶対値が所定値例えば 0 . 5 K 以下のとき、論理値 “ 1 ” を出力する。

【 0 0 4 6 】

論理和回路 2 4 は、安定化判断器 2 1 及び余裕判断器 2 2 の出力の何れかが論理値 “ 1 ” のとき論理値 “ 1 ” を出力する。論理積回路 2 5 は、論理和回路 2 4 の出力が論理値 “ 1 ” で、設定温度変化判断器 2 3 の出力が論理値 “ 1 ” のとき論理値 “ 1 ” を出力する。

【 0 0 4 7 】

ゲイン切替器 2 8 は、通常ゲイン 2 6 と低ゲイン 2 7 のいずれかに切替可能になってい

50

て、論理積回路 25 の出力が論理値 “ 1 ” のとき低ゲイン 27 になり、かつ論理積回路 25 の出力が論理値 “ 0 ” のとき通常ゲイン 26 となる。第 2 の乗算器 30 は、ゲイン切替器 28 の出力と第 1 の乗算器 20 の出力を乗算して温度制御の安定性を考慮した温度制御器ゲインを出力する。

【 0048 】

このように構成された第 2 の実施形態によれば、結露制御の性能を損なうことなく、電動三方弁の寿命を延ばすことができる。

【 0049 】

すなわち、インバータ入力冷却媒体温度設定器 13 の出力である冷却媒体の温度設定値と、ポンプ速度設定器 15 と、インバータ装置入口冷却媒体温度検出器 7a とインバータ入力冷却媒体温度設定器 13 の偏差を監視し、温度制御の偏差の絶対値が所定期間小さく安定した状態においては低いゲインを出力する信号を出力する。また、ポンプ速度設定器 15 の出力、インバータ冷却媒体温度設定器 13 の変化を検出し制御系の変化が発生した場合は、通常ゲイン 26 に戻すが、冷却媒体の設定値の上限までに余裕があり偏差が負側（実際の冷却媒体の温度が高い）場合は、低いゲイン 27 のままとする。つまり、冷却媒体温度設定器 13 からの冷却媒体の温度設定値と、インバータ装置入力冷却媒体検出器 7a からの検出温度との偏差の変化から温度制御の安定性を判断するようにしたので、第 2 の実施形態によれば結露の性能を損なうことなく電動三方弁 9 の寿命を延ばすことができる。

【 0050 】

ここで、このことについて図 3 の冷却装置制御装置 12 のインバータ入力冷却媒体温度設定器 13、ポンプ速度設定器 15 と、温度制御ゲイン切替手段 16 がない場合には、次のような問題が生じるが、前述した本発明の第 2 の実施形態ではその問題を解決できることについて、説明する。

【 0051 】

主回路素子 3a の発熱は冷却フィン 3b で冷却されるが、インバータ装置 1 内の冷却フィン 3b 上以外で発熱するインバータ制御装置 4、コンデンサ 3c、電線 3d 等で発生する熱については、容量の大きいインバータ装置 1 においては無視することができず、空気冷却がない閉構造するとインバータ装置 1 内の盤内温度が上昇するが、一般にインバータ装置 1 内に使われているコンデンサや電子部品についてはアレニウスの法則に従い温度が高いと故障発生率が加速する。このため、インバータ装置 1 の冷却フィン 3b 以外で発熱する熱についても放熱する必要がある。この部分の冷却はインバータ装置 1 の外部から空気を供給して冷却する方式が一般的に使われる。

【 0052 】

このインバータ装置 1 において、冷却フィン 3b の温度が低く吸気口 6 から吸気が高い状態がかつ吸気口 6 の吸気が高湿度の場合は冷却フィン 3b に結露が発生する。このためインバータ入力冷却媒体の設定は室温よりも冷却媒体の温度を高い値とする。また、2次冷却装置のポンプはインバータ装置 1 のロスに応じて必要な冷却媒体の流量をポンプ駆動インバータ装置 17 によりポンプ速度を可変させ供給する。本装置においては、インバータ装置 1 のロスに応じ冷却媒体の流量が変化した場合および熱交換器 11 の 1 次と 2 次の温度差が変化した場合においては制御系が変化する。

【 0053 】

但し、温度制御のため熱交換器 11 の 2 次側冷却媒体量を調整している電動三方弁 9 の寿命は操作量により決まるので応答を早くするために操作量が振動的な制御ゲインに調整するのは好ましくない。

【 0054 】

しかしながら、図 3 の実施形態では、応答および外乱応答を遅くすることができるので、全ての領域で制御の操作量である電動三方弁 9 を振動的ではなく安定系制御にすることができる。

【 0055 】

10

20

30

40

50

(変形例)

前述の実施形態では、冷却フィンと熱交換器の間を循環する冷却媒体として冷却媒体を例に挙げて説明したが、これに限らず何でもよい。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明のインバータ冷却装置の第1の実施形態を説明するための概略構成図。

【図2】図1の温度制御ゲイン切替器を説明するためのブロック図。

【図3】本発明のインバータ冷却装置の第2の実施形態を説明するための概略構成図。

【図4】図3の温度制御ゲイン切替器を説明するためのブロック図。

【図5】従来のインバータ冷却装置の一例を説明するための図。

【符号の説明】

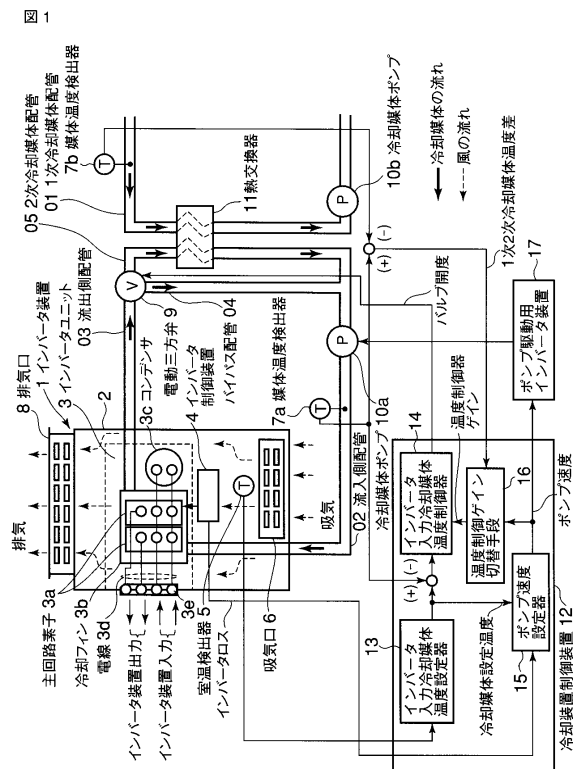
【0057】

01...1次側冷却媒体配管、02...2次冷却媒体流入側配管、03...2次冷却媒体流出側配管、04...2次媒体バイパス配管、05...2次側冷却媒体配管、1...インバータ装置、2...ケース、3...インバータユニット、3a...主回路素子、3b...冷却フィン、3c...コンデンサ、3d...電線、4...インバータ制御装置、5...室温検出器、6...吸気口、7a...インバータ装置入口冷却媒体温度検出器、7b...インバータ装置出口冷却媒体温度検出器、8...排気口、9...電動三方弁、10a...2次側冷却媒体ポンプ、10b...1次側冷却媒体ポンプ、11...熱交換器、12...冷却媒体冷却装置制御装置、13...インバータ入力冷却媒体温度設定器、14...インバータ冷却媒体温度制御器、15...ポンプ速度設定器、16...温度制御ゲイン切替手段、16b...温度制御ゲイン切替手段、17...ポンプ駆動用インバータ装置。

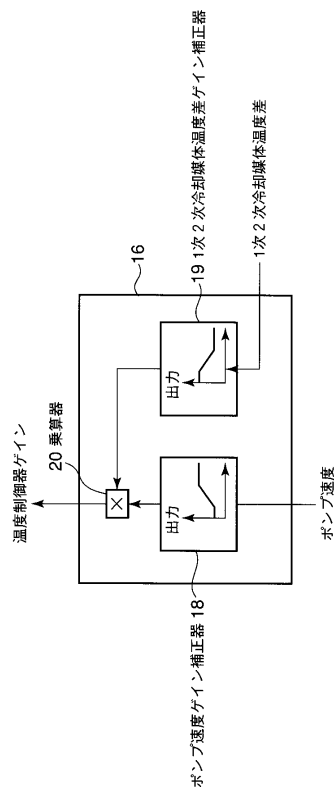
10

20

【図1】

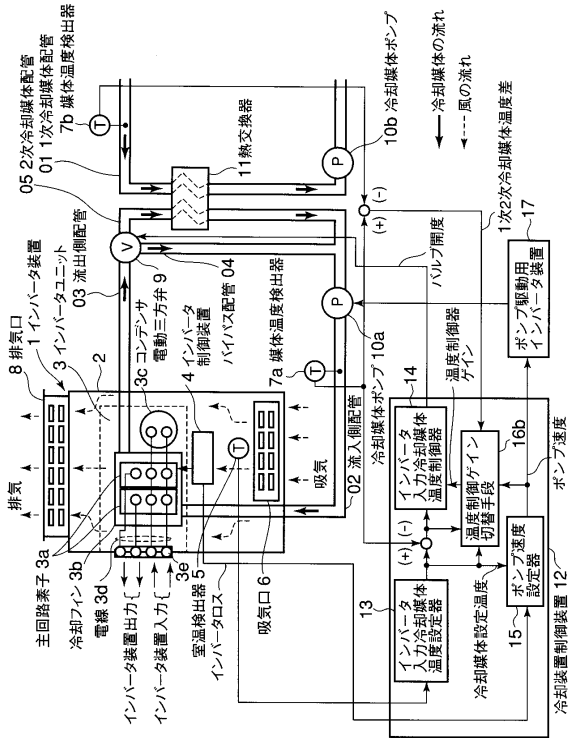


【図2】



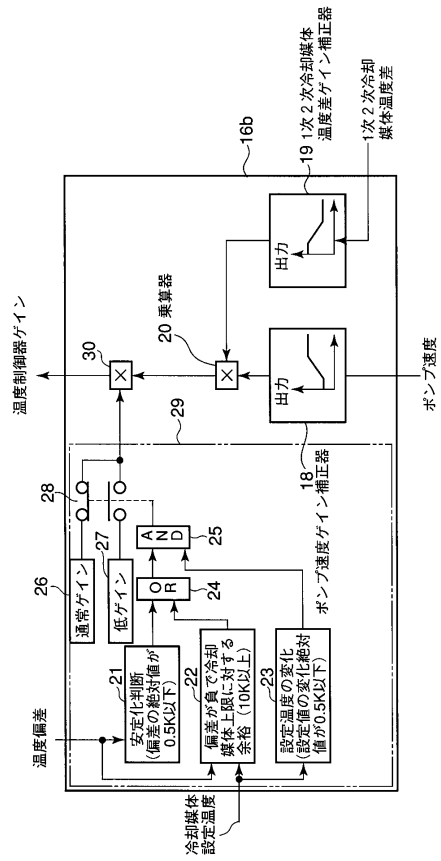
【 図 3 】

図 3



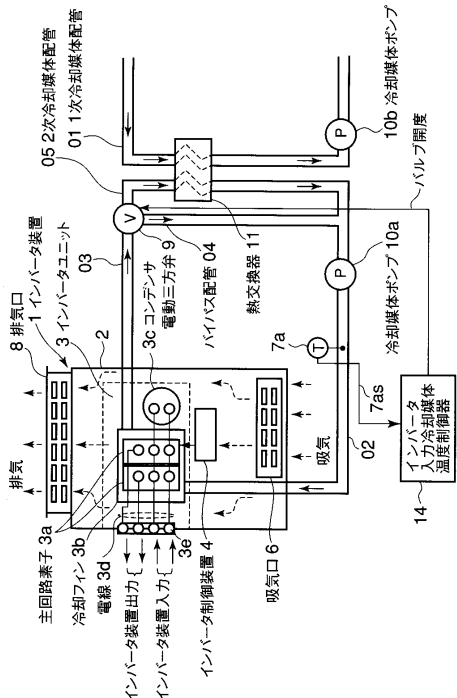
【 図 4 】

図 4



【 図 5 】

図 5



フロントページの続き

- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 神宮 勲
東京都港区三田三丁目13番16号 東芝三菱電機産業システム株式会社内

審査官 河村 勝也

- (56)参考文献 特開2007-089296(JP,A)
特開平08-261621(JP,A)
特開平07-218075(JP,A)
特開2003-018861(JP,A)
特開2007-166804(JP,A)
特開2005-166540(JP,A)
特開2008-236956(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48
H05K 7/20