

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 12 月 11 日(11.12.2014)



(10) 国際公開番号

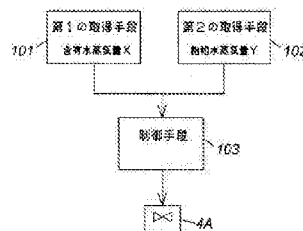
WO 2014/196248 A1

- (51) 国際特許分類:
F04B 37/16 (2006.01) F04D 19/04 (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059100
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 28 日(28.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-119911 2013 年 6 月 6 日(06.06.2013) JP
- (71) 出願人: エドワーズ株式会社(EDWARDS JAPAN LIMITED) [JP/JP]; 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1078 番地 1 Chiba (JP).
- (72) 発明者: 大立 好伸(OHTACHI Yoshinobu); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1078 番地 1 エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 前島 靖(MAEJIMA Yasushi); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1078 番地 1 エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 高阿田 勉(TAKAADA Tsutomu); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1078 番地 1 エドワーズ株式会社内 Chiba (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: VACUUM PUMP

(54) 発明の名称: 真空ポンプ

【図2】



101... FIRST ACQUISITION MEANS (CONTAINED-WATER-VAPOR AMOUNT (X))
102... SECOND ACQUISITION MEANS (SATURATED-WATER-VAPOR AMOUNT (Y))
103... CONTROL MEANS

(57) Abstract: [Problem] To provide a vacuum pump equipped with a control unit and capable of definitively preventing condensation on the surface of a cooling pipe or the vicinity thereof, and effectively reducing trouble such as electronic device failure caused by water droplets formed by condensation. [Solution] This control unit (vacuum-pump control unit (1)) is equipped with: a first acquisition means (101) for acquiring a contained-water-vapor amount (X) in a box interior (2A); a second acquisition means (102) for acquiring a saturated-water-vapor amount (Y) at the surface temperature of the cooling pipe (4); and a control means (101) for setting an allowable-water-vapor amount (YS) on the basis of the saturated-water-vapor amount (Y), operating a flow-adjustment valve (4A) of the cooling pipe (4) on the basis of the results of a comparison between the contained-water-vapor amount (X) and the allowable-water-vapor amount (YS), and adjusting the surface temperature of the cooling pipe (4), so as to satisfy the conditional expression near the cooling pipe (4). (Conditional expression) Contained-water-vapor amount (X) < Allowable-water-vapor amount (YS)

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/196248 A1



【課題】コントロールユニットを備えた真空ポンプにおいて、冷却管の表面やその周辺において結露を確実に防止することができ、結露による水滴で電子機器が故障するなどのトラブルを効果的に減らすことができるようにした真空ポンプを提供する。【解決手段】コントロールユニット（真空ポンプコントロールユニット1）は、箱体内部2Aの含有水蒸気量Xを取得する第1の取得手段101と、冷却管4の表面温度での飽和水蒸気量Yを取得する第2の取得手段102と、前記飽和水蒸気量Yから許容水蒸気量YSを設定し、前記含有水蒸気量Xと前記許容水蒸気量YSとの比較結果に基づいて冷却管4の流量可変バルブ4Aを操作し、冷却管4の表面温度を調節することにより、冷却管4近傍で後記《条件式》が満たされるように制御する制御手段101と、を備えるものとする。《条件式》含有水蒸気量X<許容水蒸気量YS

明 細 書

発明の名称：真空ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、電子機器を冷却管で冷却するタイプのコントロールユニットを備えた真空ポンプに関し、特に、冷却管の表面やその周辺において結露を防止することができ、結露による水滴で電子機器が故障するなどのトラブルを効果的に減らすことができるようにしたものである。

背景技術

[0002] 従来、真空ポンプへの電力供給やポンプロータの回転数制御などは、真空ポンプに付属の真空ポンプコントロールユニットで行っている。この種の真空ポンプコントロールユニットとしては、例えば、特許文献１に開示の真空ポンプ用電源装置が知られている。

[0003] 特許文献１に開示の真空ポンプ用電源装置（３）は、同文献１の図１に図示の通り、その装置内部に、ＣＰＵ（８）などの電子機器と冷却管（５）を収容し、冷却管（５）で電子機器を冷却する構成になっている。

[0004] また、この特許文献１に開示の真空ポンプ用電源装置（３）では、同文献１の図１に図示の温度センサ（１２）で冷却管（５）の温度を計測し、計測した冷却管（５）の温度に基づきＣＰＵ（８）が冷却管（５）のバルブ（６）を開閉することにより、冷却管（５）が結露しない温度を保つように制御している。

[0005] しかし、特許文献１に開示の真空ポンプ用電源装置（３）によると、前記のように冷却管（５）の温度を計測しているだけで、同装置内部の湿度を計測していないから、同装置内部での結露を防止し得ず、冷却管（５）の表面やその周辺において結露が発生する可能性があり、結露による水滴で電子機器が故障するなどのトラブルを効果的に減らすことはできない。

[0006] また、特許文献１に開示の真空ポンプ用電源装置（３）では、同文献１の図４に図示の結露センサ（７）で同装置内部の結露を検知しているが、この結

露の検知は、予め実験により求めた露点テーブルによるものであり、露点テーブルの作成では、真空ポンプ用電源装置（３）の組立環境の如何により同装置内部の初期の水蒸気量が異なるなど、同装置の組立条件も考慮しなければならず、正確に結露を検知できる露点テーブルの作成は困難であることより、冷却管（５）の表面やその周辺において結露が発生する可能性があり、結露による水滴で電子機器が故障するなどのトラブルを効果的に減らすことはできない。

[0007] なお、前記カッコ内の符号は特許文献１で使用されている符号である。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献１：国際公開第２０１２／１２１３８３号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、前記問題点を解決するためになされたもので、その目的は、コントロールユニットを備えた真空ポンプにおいて、冷却管の表面やその周辺において結露を防止することができ、結露による水滴で電子機器が故障するなどのトラブルを効果的に減らすことができるようにした真空ポンプを提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するために、本発明は、真空ポンプにおいて、電子部品を実装した電子回路を箱体内部に配置し、前記真空ポンプを駆動制御するコントロールユニットと、前記コントロールユニットを冷却する冷却手段と、前記箱体内部の含有水蒸気量を取得する第１の取得手段と、前記箱体内部の飽和水蒸気量を取得する第２の取得手段と、前記含有水蒸気量と前記飽和水蒸気量との比較結果に基づいて、前記冷却手段を操作し、前記箱体内部の温度を調整することにより、下記《条件式》が満たされるように制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする。 《条件》 含有水蒸気量＜飽和水蒸気量

- [0011] 前記本発明において、前記制御手段は、前記飽和水蒸気量から許容水蒸気量を設定し、前記含有水蒸気量と該許容水蒸気量との比較結果に基づいて前記冷却手段を操作し、前記箱体内部の温度を調節することにより、前記《条件式》が満たされるように制御することを特徴としてもよい。
- [0012] 前記本発明において、前記飽和水蒸気量は、前記箱体内部の所定部の表面温度での飽和水蒸気量であることを特徴としてもよい。
- [0013] 前記本発明において、前記冷却手段は、内部を水または他の冷熱流体が流れる冷却管であることを特徴としてもよい。
- [0014] また、前記本発明において、前記第2の取得手段は、前記所定部の前記表面温度を計測する第1の温度センサを備え、前記第1の温度センサで計測した前記表面温度での前記飽和水蒸気量を取得する処理を行うことを特徴としてもよい。
- [0015] 前記本発明において、前記第1の取得手段は、前記箱体内部の湿度を計測する湿度センサと、前記箱体内部の温度を計測する第2の温度センサと、を備え、前記第2の温度センサと前記湿度センサで前記箱体内部の前記温度と前記湿度を計測する処理と、その温度及び湿度から前記箱体内部の前記含有水蒸気量を取得する処理を行うことを特徴としてもよい。
- [0016] 前記本発明において、前記第1の取得手段は、前記箱体内部の湿度を計測する湿度センサと、前記真空ポンプ出荷前における前記箱体内部の水蒸気量を初期水蒸気量として格納するとともに、前記箱体内部の温度または前記湿度に対応する水蒸気量の補正值を格納した記憶手段と、を備え、前記湿度センサで前記箱体内部の前記湿度を計測する処理と、その湿度及び前記初期水蒸気量を参考にして前記箱体内部の前記温度を取得する処理と、前記補正值を前記湿度と前記温度から求められた水蒸気量に加算し、その加算値を前記箱体内部の前記含有水蒸気量として取得する処理と、を含むことを特徴としてもよい。
- [0017] 前記本発明において、前記第1の取得手段は、前記所定部の近傍の湿度を計

測する湿度センサを備え、前記第1の温度センサと前記湿度センサで計測した前記表面温度及び前記湿度から前記含有水蒸気量を取得する処理を行うことを特徴としてもよい。

[0018] 前記本発明において、前記冷却管の内部を流れる水または他の冷熱流体の流量を調整するバルブを備え、前記制御手段は、前記バルブの開閉を操作することにより、前記箱体内部の温度を調節することを特徴としてもよい。

[0019] 前記本発明において、前記バルブは、開口面積を任意に変更できる流量可変バルブであることを特徴としてもよい。

[0020] 前記本発明において「箱体内部の含有水蒸気量」とは、箱体内部に存在する気体が含有している水蒸気量を意味し、気体は空気に限定されない。

発明の効果

[0021] 本発明によると、前記の通り、前記冷却管近傍で前記《条件式》（含有水蒸気量<飽和水蒸気量）が満たされるように制御する構成を採用したため、冷却管の表面やその周辺において結露を防止することができ、結露による水滴で電子機器が故障するなどのトラブルを効果的に減らすことができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の一実施形態である真空ポンプの機器構成図。

[図2]図1に示した真空ポンプが備えるコントロールユニットの処理ブロック図。

[図3]図1の真空ポンプが備えるコントロールユニットにおいて、図2に示した第1及び第2の取得手段並びに制御手段をCPU処理プログラムとして構成する場合のプログラム構成例の説明図。

[図4]温度に対する水蒸気量（飽和水蒸気量を含む）の変化を示したグラフ図。

[図5]本発明の他の実施形態である真空ポンプの機器構成図。

[図6]図5の真空ポンプが備えるコントロールユニットにおいて、図2に示した第1及び第2の取得手段並びに制御手段をCPU処理プログラムとして構成する場合のプログラム構成例の説明図。

[図7]水蒸気量の補正值の説明図。

[図8]本発明の他の実施形態である真空ポンプの機器構成図。

[図9]図8の真空ポンプが備えるコントロールユニットにおいて、図2に示した第1及び第2の取得手段並びに制御手段をCPU処理プログラムとして構成する場合のプログラム構成例の説明図

発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明を実施するための最良の形態について、添付した図面を参照しながら詳細に説明する。

[0024] 図1は、本発明の一実施形態である真空ポンプの機器構成図、図2は、図1に示した真空ポンプが備えるコントロールユニットの処理ブロック図、図3は、図1の真空ポンプが備えるコントロールユニットにおいて、図2に示した第1及び第2の取得手段並びに制御手段をCPU処理プログラムとして構成する場合のプログラム構成例の説明図、図4は、温度に対する水蒸気量（飽和水蒸気量）の変化を示したグラフ図である。

[0025] 図1の真空ポンプPが備えるコントロールユニット1（以下「真空ポンプコントロールユニット1」という）は、真空ポンプPへの電力供給やポンプロータの回転数制御など、真空ポンプPを制御する手段として用いられるものであって、箱体2の内側空間2A（以下「箱体内部2A」という）に、真空ポンプPを制御する電子機器3、及び、該電子機器3を冷却する冷却管4（冷却手段）を収容した構成になっている。

[0026] また、この真空ポンプコントロールユニット1は、図2に示したように、箱体内部2Aに存在する気体（本実施形態では、空気）が含有している水蒸気量（以下「含有水蒸気量X」という）を取得する第1の取得手段101と、冷却管4の表面温度での飽和水蒸気量Yを取得する第2の取得手段102と、前記飽和水蒸気量Yから許容水蒸気量YSを設定し、前記含有水蒸気量Xと前記許容水蒸気量YSとの比較結果に基づいて冷却管4の流量可変バルブ4Aを操作し、冷却管4の表面温度を調節することにより、前記冷却管4近傍で下記《条件式》が満たされるように制御する制御手段103と、を備え

ている。

[0027] 《条件式》 含有水蒸気量 $X < \text{許容水蒸気量 } Y_S$

[0028] 前記許容水蒸気量としては、例えば飽和水蒸気量の80～90%の値を採用することができる。

[0029] 本実施形態では、前記含有水蒸気量 X と前記許容水蒸気量 Y_S を比較したが、前記含有水蒸気量 X と前記飽和水蒸気量 Y を比較しても良い。

[0030] 前記電子機器3は、CPU301、並びに、ポンプ制御プログラムやその他の必要なデータを格納したメモリ等の記憶手段302から構成されており、かつ、CPU301が記憶手段302からポンプ制御プログラムを読み出し実行することにより、真空ポンプPのロータ回転数などを制御する。また、真空ポンプPのロータが磁気軸受により磁気浮上支持される場合、この電子機器3はその磁気軸受も制御する。なお、前記電子機器3は電源も含む。また、ロータ回転数や磁気軸受の制御などについては周知であるため、その詳細な説明は省略する。

[0031] 前記冷却管4は、前記電子機器3の近傍（図1の例ではCPU301や記憶手段302のような発熱体の近傍）を通過するように配置されるとともに、真空ポンプコントロールユニット1の外部で冷やされた冷媒が冷却管4の内部を流れるように構成してある。またこの冷却管4は、その上流側に前記流量可変バルブ4Aを備えることによって、冷却管4の内部を流れる冷媒の流量を調整できる構成になっている。冷却管4に流す冷媒（冷熱流体）としては冷却水のほか、冷温ガスなどを採用してもよい。

[0032] また、図1の真空ポンプコントロールユニット1は、箱体内部2Aの湿度を計測する湿度センサ6と、冷却管4の表面温度を計測する第1の温度センサ5Aと、箱体内部2Aの温度を計測する第2の温度センサ5Bと、を備えている。

[0033] そして、図2の前記第1の取得手段101は、第2の温度センサ5Bと湿度センサ6を使用した一連の処理、具体的には、例えば真空ポンプコントロールユニット1の稼働中に、第2の温度センサ5Bと湿度センサ6で箱体内部

2 Aの現在の温度と湿度を計測する処理と、その計測値（現在の温度及び湿度）から箱体内部2 Aの含有水蒸気量Xを取得する処理と、を含んでいる。

[0034] また、図2の前記第2の取得手段102は、第1の温度センサ5Aを使用した一連の処理、具体的には、例えば真空ポンプコントロールユニット1の稼働中に、第1の温度センサ5Aで冷却管4の表面温度を計測する処理と、その計測値（表面温度）での飽和水蒸気量Yを取得する処理と、を含んでいる。

[0035] 前記第1及び第2の取得手段101、102での前記処理は、例えば、図1のCPU301での処理プログラムや、そのCPU301とは別に設けられた図示しないCPUでの処理プログラム（以下、これらの処理プログラムを「CPU処理プログラム」という）として構成することができる。

[0036] 前記第1の取得手段101をCPU処理プログラムとして構成する場合、そのCPU処理プログラムは、例えば図3に示したように、（ST1）第2の温度センサ5Bと湿度センサ6で計測した箱体内部2Aの温度T（T1）と湿度H（H1）を読み取る処理（ST1）と、（ST2）先に読み取った温度T（T1）と湿度H（H1）を用いて図4に示した水蒸気量曲線F1のデータを参照することで、含有水蒸気量X（X1）を取得する、又は、前記水蒸気曲線F1の式と先に読み取った温度及び湿度とを使用して含有水蒸気量X（X1）を算出取得する処理（ST2）と、を含んだプログラム構成になる。この場合、図4の水蒸気量曲線F1のデータやその式は、CPU301又は別のCPUが利用できる記憶手段302に格納しておく。

[0037] 前記第2の取得手段102をCPU処理プログラムとして構成する場合、そのCPU処理プログラムは、例えば図3に示したように、（ST3）第1の温度センサ5Aで計測した冷却管4の表面温度T（T2）を読み取る処理（ST3）と、（ST4）先に読み取った冷却管4の表面温度T（T2）で図4に示した飽和水蒸気量曲線F0のデータを参照することにより、前記冷却管4の表面温度での飽和水蒸気量Y（Y2）を取得する、または、前記飽和

水蒸気曲線 F O の式と先に読み取った冷却管 4 の表面温度 T (T 2) とを使用してその表面温度での飽和水蒸気量 Y (Y 2) を算出取得する処理 (S T 4) と、を含んだプログラム構成になる。この場合も、図 4 の飽和水蒸気量曲線 F O のデータやその式は、C P U 3 0 1 又は別の C P U が利用できる記憶手段 3 0 2 に格納しておく。

[0038] 前記制御手段 1 0 3 もまた、先に説明した第 1 又は第 2 の取得手段 1 0 1、1 0 2 と同じく、C P U 処理プログラムとして構成することができる。この場合、その C P U 処理プログラムは、例えば図 3 に示したように、(S T 5) 前記飽和水蒸気量 Y から許容水蒸気量 Y S を設定する処理 (S T 5) と、(S T 6) 前記のように第 1 の取得手段 1 0 1 で取得した含有水蒸気量 X (X 1) と許容水蒸気量 Y S とを比較する処理 (S T 6) と、(S T 7 及び S T 8) その比較結果に基づいて冷却管 4 の流量可変バルブ 4 A を操作する処理 (S T 7 及び S T 8) と、を含んだプログラム構成になる。

[0039] 前記制御手段 1 0 3 において、前記流量可変バルブ 4 A を操作する処理については、例えば図 3 に示したように、(S T 6) 含有水蒸気量 X (X 1) が許容水蒸気量 Y S を越えたか否かを判定する処理 (S T 6) と、(S T 6 の Y E S 及び S T 7) 含有水蒸気量 X (X 1) が許容水蒸気量 Y S を越えた場合に、冷却管 4 の流量可変バルブ 4 A を閉める方向に操作し、冷却管 4 を流れる冷媒の流量を減らすこと (冷却機能の低下) 、あるいは、その流量を 0 に設定すること (冷却中止) により、冷却管 4 の表面温度を高める方向に調節して、冷却管 4 近傍で前記《条件》(含有水蒸気量 $X < \text{許容水蒸気量 } Y S$) が満たされるようにする処理 (S T 6 の Y E S 及び S T 7) と、(S T 6 の N O 及び S T 8) 含有水蒸気量 X (X 1) が許容水蒸気量 Y S を越えていない場合は、冷却管 4 の流量可変バルブ 4 A を操作せず、冷却管 4 による電子機器 3 の冷却を継続する処理 (S T 6 の N O 及び S T 8) と、を含んだプログラム構成になる。

[0040] 前記制御手段 1 0 3 を前述の C P U 処理プログラムとして構成する場合において、流量可変バルブ 4 A を閉める方向への操作は、その C P U 処理プログ

ラムの中に、真空ポンプコントロールユニット 1 の図示しない信号出力手段から流量可変バルブ 4 A に対して流量設定信号を出力するという処理を組み込む方法が考えられる。この場合、流量可変バルブ 4 A は出力された流量設定信号に基づいて冷媒の流量を調整する。

[0041] 以上説明した図 1 の真空ポンプコントロールユニット 1 にあっては、冷却管 4 近傍では必ず前記《条件式》（含有水蒸気量 $X < \text{許容水蒸気量 } Y_S$ ）が満たされるから、冷却管 4 の表面やその周辺において結露が生じにくく、結露による水滴で電子機器が故障するなどの不具合を効果的に防止することができる。

[0042] 本実施形態では、飽和水蒸気量は、箱体内部の所定部である水冷管（冷却手段）の表面温度から取得したが、これに限定されず、その他の所定部として結露しやすいと思われる個所の温度から取得してもよい。

[0043] 本実施形態では、冷却手段は、箱体内部に設置されているものとしたが、これに限定されず、箱体外部に設置され、箱体内部を冷却する構造であってもよい。

[0044] 図 5 は、本発明の他の実施形態である真空ポンプの機器構成図であり、図 6 は、図 5 の真空ポンプが備えるコントロールユニット（真空ポンプコントロールユニット 1）において、図 2 に示した第 1 及び第 2 の取得手段並びに制御手段を CPU 処理プログラムとして構成する場合のプログラム構成例の説明図である。

[0045] 図 5 の真空ポンプコントロールユニット 1 も、箱体内部 2 A に、真空ポンプ P を制御する電子機器 3 と、該電子機器 3 を冷却する冷却管 4 を収容した構成になっている。また、この図 5 の真空コントロールユニット 1 も、図 2 の処理ブロック構成、すなわち、箱体内部 2 A の含有水蒸気量 X を取得する第 1 の取得手段 101 と、冷却管 4 の表面温度での飽和水蒸気量 Y を取得する第 2 の取得手段 102 と、前記飽和水蒸気量 Y から許容水蒸気量 Y_S を設定し、前記含有水蒸気量 X と前記許容水蒸気量 Y_S との比較結果に基づいて冷却管 4 の流量可変バルブ 4 A を操作し、冷却管 4 の表面温度を調節すること

により、冷却管 4 近傍で前記《条件式》が満たされるように制御する制御手段 103 と、を備えている。

[0046] この図 5 の真空ポンプコントロールユニット 1 が図 1 の真空ポンプコントロールユニット 1 と相違する点は以下の通りであり、それ以外の構成、例えば第 2 の取得手段 102 や制御手段 103 などの具体的な構成は、図 1 の真空ポンプコントロールユニット 1 と同様であるため、同一部材には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。

[0047] （相違点 1） 図 5 の真空ポンプコントロールユニット 1 は、箱体内部 2 A の湿度を計測する湿度センサ 6 と、冷却管 4 の表面温度を計測する温度センサ 5 A と、を備えるが、箱体内部 2 A の温度を計測する温度センサ（先に説明した第 2 の温度センサ 5 B を参照）は備えていない。

[0048] （相違点 2） 図 5 の真空ポンプコントロールユニット 1 における記憶手段 302 には、真空ポンプコントロールユニット 1 出荷前における箱体内部 2 A の水蒸気量を初期水蒸気量として格納しており、また、箱体内部 2 A の温度または湿度に対応する水蒸気量の補正值も格納してある。

[0049] （相違点 3） 図 5 の真空ポンプコントロールユニット 1 における第 1 の取得手段 101 は、例えばその真空ポンプコントロールユニット 1 の稼動中に、湿度センサ 6 で箱体内部 2 A の湿度を計測する処理と、その湿度及び前記初期水蒸気量を参考にして箱体内部 2 A の温度を取得する処理と、前記補正值を前記温度と前記湿度によって求められた水蒸気量に加算し、その加算値を箱体内部 2 A の含有水蒸気量として取得する処理と、を含んでいる。

[0050] 図 5 の真空ポンプコントロールユニット 1 における第 1 の取得手段 101 も、CPU 処理プログラムとして構成することができる。この場合、その CPU 処理プログラムは、例えば図 6 に示したように、湿度センサ 6 で計測した箱体内部 2 A の湿度を読み取る処理（ST9）と、前記 ST9 で読み取った湿度及び記憶手段 302 から読み取った前記初期水蒸気量を用いて図 4 に示した水蒸気量曲線 F1 のデータを参照することにより箱体内部 2 A の温度を取得する、又は、前記水蒸気曲線 F1 の式と前記 ST9 で読み取った湿度と

記憶手段 302 から読み取った前記初期水蒸気量とを用いて温度を算出取得する処理 (ST10) と、前記 ST9 で読み取った湿度と前記 ST10 で取得した温度とから水蒸気量を求める処理 (ST11) と、前記 ST10 で取得した温度または前記 ST9 で読み取った湿度に対応する補正値を記憶手段 302 から読み取るとともに、この読み取った補正値を前記 ST11 で求めた水蒸気量に加算し、その加算値を前記箱体内部 2A の含有水蒸気量として取得する処理 (ST12) と、を含んだプログラム構成になる。この場合、図 4 の水蒸気量曲線 F1 のデータやその式は、CPU 301 又は別の CPU が利用できる記憶手段 302 に格納しておくものとする。

[0051] ここで、前記 ST11 の水蒸気量を求める処理について、補足する。ST10 で温度を取得する際、箱体内部 2A の現在の含有水蒸気量が初期水蒸気量から変わらないものとしているが、後述するように箱体内部 2A の湿度によっても変化するため、湿度の変化による含有水蒸気量の変化を見越して、ST11 の水蒸気量を求めることも出来る。

[0052] 例えば、温度変化が前提で湿度が高くなるような変化をした場合、電子機器 3 の基板等に吸湿される水蒸気量は増え、箱体内部 2A 内に水蒸気として存在する含有水蒸気量は少なくなるため、実際の温度は、初期水蒸気量で求められる値よりも低い値となると予想される。これとは逆に、湿度が低くなると、電子機器 3 の基板等から放湿される水蒸気量は増えるため、実際の温度は、初期水蒸気量で求められる値よりも高い値となると予想される。

[0053] そのため、ST11 で求められる水蒸気量は、ST9 で読み取った湿度と ST10 で求められた温度からそのまま算出するのではなく、上記含有水蒸気量の変化を考慮して求めても良い。

[0054] なお、図 6 において、ST3 から ST8 までの処理は、先に説明した図 3 のものと同じであるため、その詳細説明は省略する。

[0055] 図 7 は、水蒸気量の補正値の説明図である。同図中の曲線 1 は、真空ポンプコントロールユニット 1 起動時 (h0) から箱体内部 2A が所定温度 (TS1)、所定湿度 (HS1) であるときに、電子機器 3 などから箱体内部 2A 内

に放出される吸湿水分量 ΔW と水蒸気量 W_0 との加算値、すなわち箱体内部2の含有水蒸気量 $X (=W_0 + \Delta W)$ を時系列で示したイメージ図である。

[0056] 前記曲線1を参照すると、起動時(h_0)から時刻(h_1)までの間は、吸湿水分量 ΔW の放出により、箱体内部2A全体の含有水蒸気量 $X (=W_0 + \Delta W)$ の増加が見られる。しかし、時刻(h_1)以降は、吸湿水分量 ΔW の放出が所定値に安定することで、箱体内部2A全体の含有水蒸気量 $X (=W_0 + \Delta W)$ も所定値に安定している。

[0057] 以上のことから、図5の真空ポンプコントロールユニット1における第1の取得手段101では、箱体内部2Aの温度が T_{S1} 、湿度が H_{S1} 以外であっても、前記補正値を参考にして、その温度および湿度に対応する含有水蒸気量の補正値として、図7に示した ΔW (吸湿水分量)を使用している。また、 T_{S1} 、 H_{S1} だけでなく、幾つかの条件で補正値を求めておいて、それら組み合わせの中から、補正値を類推してもよい。

[0058] ところで、吸湿水分量 ΔW の数値が初期水蒸気量 W_0 の有効桁数より小さいなど、初期水蒸気量 W_0 に比べて吸湿水分量 ΔW が無視できるほど小さい場合は、前記補正値を0としてもよい。この場合は、初期水蒸気量 W_0 に前記補正値を加算する処理は省略してよい。

[0059] 以上説明した図5の真空ポンプコントロールユニット1もまた、冷却管4近傍では必ず前記《条件式》(含有水蒸気量 $X < \text{許容水蒸気量 } Y_S$)が満たされるから、冷却管4の表面やその周辺において結露が生じにくく、結露による水滴で電子機器が故障するなどの不具合を効果的に防止することができる。

[0060] 図8は、本発明の他の実施形態である真空ポンプの機器構成図であり、図9は、図8の真空ポンプが備えるコントロールユニット(真空ポンプコントロールユニット1)において、図2に示した第1及び第2の取得手段並びに制御手段をCPU処理プログラムとして構成する場合のプログラム構成例の説明図である。

[0061] 図8の真空ポンプコントロールユニット1も、箱体内部2Aに、真空ポンプPを制御する電子機器3と、該電子機器3を冷却する冷却管4を収容した構成になっている。また、この図8の真空コントロールユニット1も、図2の処理ブロック構成、すなわち、箱体内部2Aの含有水蒸気量Xを取得する第1の取得手段101と、冷却管4の表面温度での飽和水蒸気量Yを取得する第2の取得手段102と、前記飽和水蒸気量Yから許容水蒸気量YSを設定し、前記含有水蒸気量Xと前記許容水蒸気量YSとの比較結果に基づいて冷却管4の流量可変バルブ4Aを操作し、冷却管4の表面温度を調節することにより、冷却管4近傍で前記《条件式》が満たされるように制御する制御手段103と、を備えている。

[0062] この図8の真空ポンプコントロールユニット1が図1の真空ポンプコントロールユニット1と相違する点は以下の通りであり、それ以外の構成、例えば第2の取得手段102や制御手段103などの具体的な構成は、図1の真空ポンプコントロールユニット1と同様であるため、同一部材には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。

[0063] （相違点1） 図8の真空ポンプコントロールユニット1は、先に説明した第1の温度センサ5A（冷却管4の表面温度を計測するもの）と、冷却管4近傍の湿度を計測する湿度センサ7を備えているが、図1や図5に示されている箱体内部2Aの湿度を計測する湿度センサ6と、箱体内部2Aの温度を計測する温度センサ（先に説明した第2の温度センサ5Bを参照）は備えていない。

[0064] （相違点2） 図8の真空ポンプコントロールユニット1における第1の取得手段101は、例えばその真空ポンプコントロールユニット1の稼動中に、湿度センサ7で冷却管4近傍の湿度を計測する処理と、その湿度及び温度センサ5Aで計測した冷却管4の温度から箱体内部2Aの含有水蒸気量Xを取得する処理と、を含んでいる。

[0065] 図8の真空ポンプコントロールユニット1における第1の取得手段101も、CPU処理プログラムとして構成することができる。この場合、そのCP

U処理プログラムは、例えば図9に示したように、湿度センサ7で計測した冷却管4近傍の湿度を読み取る処理（ST13）と、ST3で読み取った温度とST13で読み取った湿度を用いて図4に示した水蒸気量曲線F1のデータを参照することで、含有水蒸気量を取得する、又は、前記水蒸気曲線F1の式と先に読み取った温度及び湿度とを使用して含有水蒸気量を算出取得する処理（ST14）と、を含んだプログラム構成になる。この場合、図4の水蒸気量曲線F1のデータやその式は、CPU301又は別のCPUが利用できる記憶手段302に格納しておく。

[0066] なお、図9において、ST3からST8までの処理は、先に説明した図3のものと同一であるため、その詳細説明は省略する。

[0067] 以上説明した図8の真空ポンプコントロールユニット1もまた、冷却管4近傍では必ず前記《条件式》（含有水蒸気量 $X < \text{許容水蒸気量} Y S$ ）が満たされるから、冷却管4の表面やその周辺において結露が生じにくく、結露による水滴で電子機器が故障するなどの不具合を効果的に防止することができる。

[0068] 図1又は図5又は図8の真空ポンプコントロールユニット1の例では、箱体内部2Aが空気で満たされているが、本発明は、その例に限定されず、空気以外の気体で箱体内部2Aが満たされている構成にも適用することができる。

[0069] 図1又は図5又は図8の真空ポンプコントロールユニット1の例において、冷却管4のバルブとして、流量可変バルブ4Aに代えて、ON/OFF形式の開閉バルブを使用することも可能である。しかし、この使用例では、流量可変バルブ4Aの使用例に比べ、冷却管4の温度変化が激しくなるため、開閉バルブでの開閉動作が頻繁に起こり、開閉バルブの寿命が短くなるおそれがある。このような不具合を防止するために、前記使用例の場合は、冷却管4の肉厚を厚くしたり、冷却管4の構成材料を熱伝導の悪い材料としたり、冷却管4の温度制御精度を低くすることによって、冷却管4の温度変化が鈍くなるように設定すればよい。

[0070] 図1又は図5又は図8の真空ポンプコントロールユニット1の例では、CPU301および記憶手段302は、真空ポンプPを制御する電子機器3の中に組み込まれた説明をしているが、本発明は、その例に限定されず、真空ポンプPを制御する電子機器3とは別に、前記冷却管の表面温度のみを調節する制御手段をもつ構成にも適用することができる。このような構成では、真空ポンプコントロールユニットの稼動状況に関わらず、冷却管の表面温度を制御できるメリットがある。

[0071] 本発明は、以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有する者により多くの変形が可能である。例えば、第1の取得手段101で含有水蒸気量を取得し、図4に示した水蒸気量曲線のデータを参照することで、その水蒸気量が湿度100%になる温度を算出し、冷却管4の温度がこの温度以下にならないようにバルブを制御しても良い。

符号の説明

[0072] 1 真空ポンプコントロールユニット 2 箱体 2A 箱体内部 3 電子機器
4 冷却管 4A 流量可変バルブ 5A 第1の温度センサ 5B 第2の温度センサ 6 湿度センサ 7 湿度センサ101 第1の取得手段102 第2の取得手段103 制御手段301 CPU302 記憶手段F0 飽和水蒸気量曲線F1 水蒸気量曲線P 真空ポンプX 含有水蒸気量Y 飽和水蒸気量YS 許容水蒸気量

請求の範囲

- [請求項1] 真空ポンプであって、 電子部品を実装した電子回路を箱体内部に配置し、前記真空ポンプを駆動制御するコントロールユニットと、 前記コントロールユニットを冷却する冷却手段と、 前記箱体内部の含有水蒸気量を取得する第1の取得手段と、 前記箱体内部の飽和水蒸気量を取得する第2の取得手段と、 前記含有水蒸気量と前記飽和水蒸気量との比較結果に基づいて、前記冷却手段を操作し、前記箱体内部の温度を調整することにより、下記《条件式》が満たされるように制御する制御手段と、 を備えたことを特徴とする真空ポンプ。 《条件式》 含有水蒸気量<飽和水蒸気量
- [請求項2] 前記制御手段は、 前記飽和水蒸気量から許容水蒸気量を設定し、前記含有水蒸気量と該許容水蒸気量との比較結果に基づいて前記冷却手段を操作し、前記箱体内部の温度を調節することにより、前記《条件式》が満たされるように制御すること、 を特徴とする請求項1に記載の真空ポンプ。
- [請求項3] 前記飽和水蒸気量は、前記箱体内部の所定部の表面温度での飽和水蒸気量であること、 を特徴とする請求項1または請求項2に記載の真空ポンプ。
- [請求項4] 前記冷却手段の少なくとも一部が前記箱体内部に配置され、前記所定部は、前記冷却手段であること、 を特徴とする請求項3に記載の真空ポンプ。
- [請求項5] 前記冷却手段は、内部を水または他の冷熱流体が流れる冷却管であること、 を特徴とする請求項4に記載の真空ポンプ。
- [請求項6] 前記第2の取得手段は、 前記所定部の前記表面温度を計測する第1の温度センサを備え、 前記第1の温度センサで計測した前記表面温度での前記飽和水蒸気量を取得する処理を行うこと を特徴とする請求項1乃至請求項5に記載の真空ポンプ。
- [請求項7] 前記第1の取得手段は、 前記箱体内部の湿度を計測する湿度センサ

と、 前記箱体内部の温度を計測する第2の温度センサと、を備え、

前記第2の温度センサと前記湿度センサで前記箱体内部の前記温度と前記湿度を計測する処理と、その温度及び湿度から前記箱体内部の前記含有水蒸気量を取得する処理を行うこと を特徴とする請求項1乃至請求項6に記載の真空ポンプ。

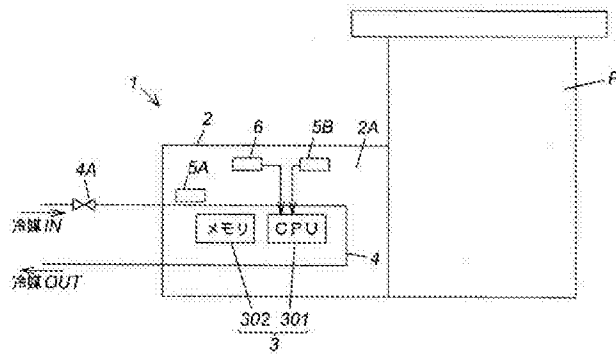
[請求項8] 前記第1の取得手段は、 前記箱体内部の湿度を計測する湿度センサと、 前記真空ポンプ出荷前における前記箱体内部の水蒸気量を初期水蒸気量として格納するとともに、前記箱体内部の温度または前記湿度に対応する水蒸気量の補正値を格納した記憶手段と、を備え、 前記湿度センサで前記箱体内部の前記湿度を計測する処理と、その湿度及び前記初期水蒸気量を参考にして前記箱体内部の前記温度を取得する処理と、前記補正値を前記湿度と前記温度から求められた水蒸気量に加算し、その加算値を前記箱体内部の前記含有水蒸気量として取得する処理と、を含むこと を特徴とする請求項1乃至請求項6に記載の真空ポンプ。

[請求項9] 前記第1の取得手段は、 前記所定部の近傍の湿度を計測する湿度センサを備え、 前記第1の温度センサと前記湿度センサで計測した前記表面温度及び前記湿度から前記含有水蒸気量を取得する処理を行うこと を特徴とする請求項1乃至請求項8に記載の真空ポンプ。

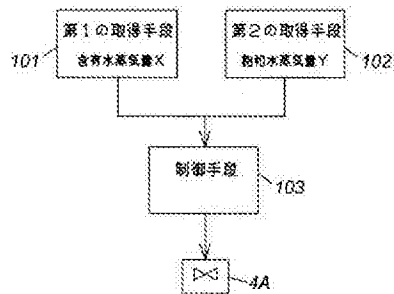
[請求項10] 前記冷却管の内部を流れる水または他の冷熱流体の流量を調整するバルブを備え、 前記制御手段は、前記バルブの開閉を操作することにより、前記箱体内部の温度を調節すること を特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の真空ポンプ。

[請求項11] 前記バルブは、開口面積を任意に変更できる流量可変バルブであること を特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれかに記載の真空ポンプ。

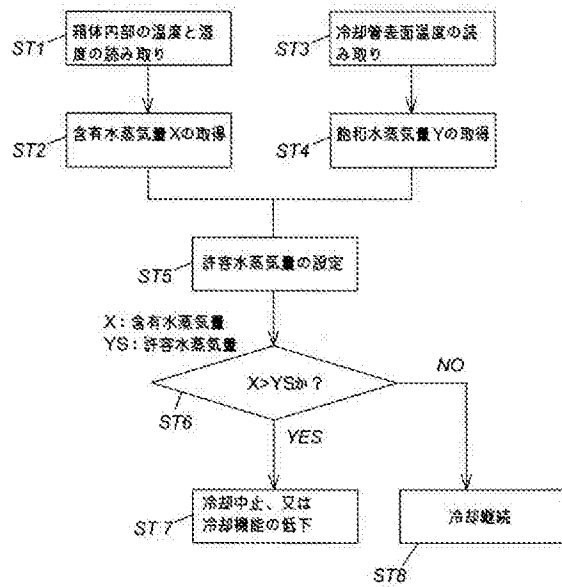
[図1]



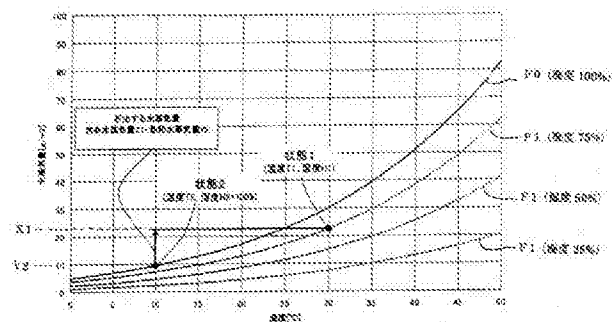
[図2]



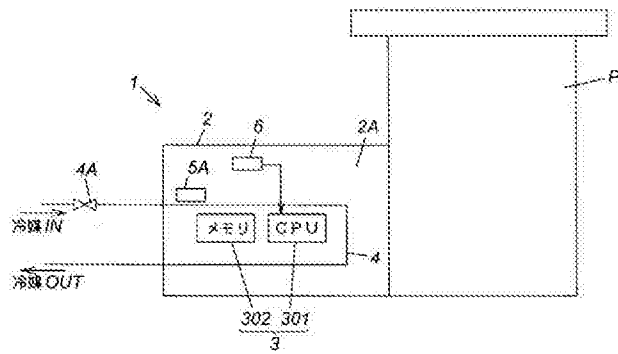
[図3]



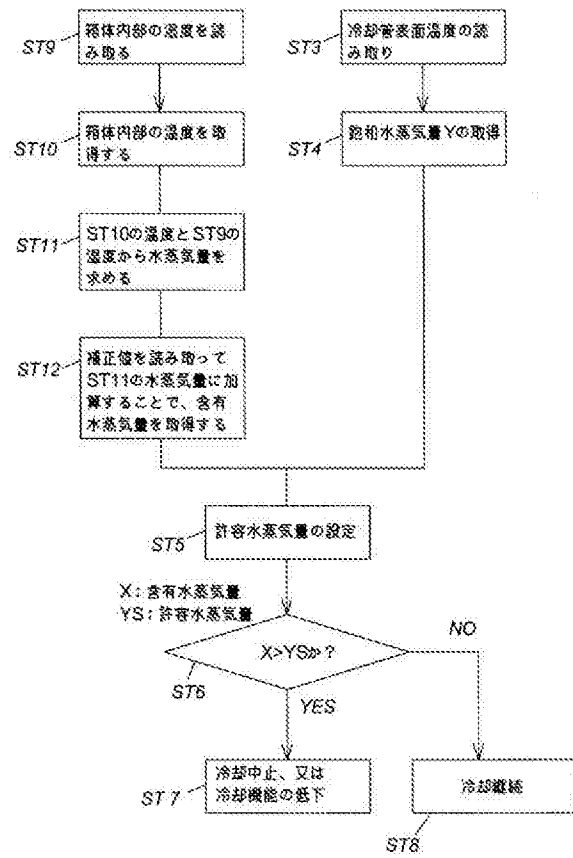
[図4]



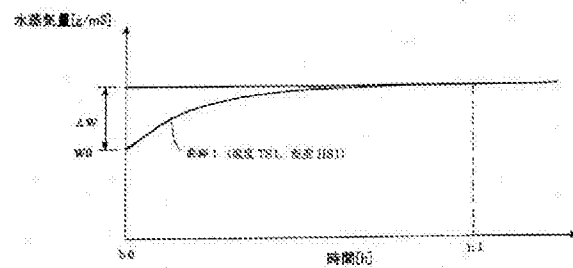
[図5]



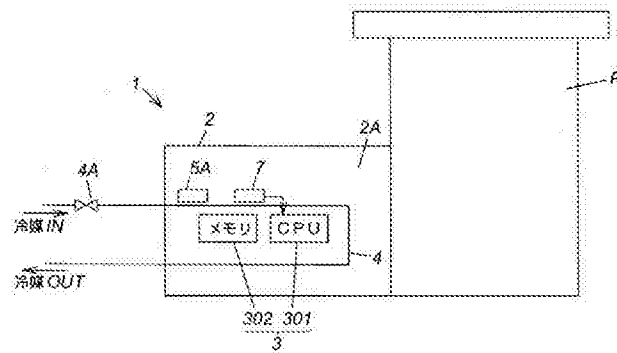
[図6]



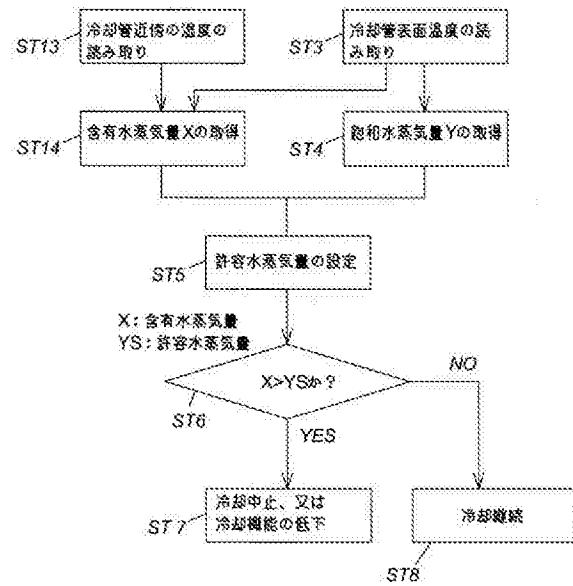
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059100

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04B37/16(2006.01)i, F04B49/06(2006.01)i, F04D19/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04B37/16, F04B49/06, F04D19/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2012/121383 A1 (Shimadzu Corp.), 13 September 2012 (13.09.2012), paragraphs [0030] to [0035], [0044]; fig. 4 (Family: none)	1-7, 9-11 8
Y A	JP 2000-111545 A (Meidensha Corp.), 21 April 2000 (21.04.2000), paragraphs [0017] to [0021], [0030], [0031]; fig. 1 (Family: none)	1-7, 9-11 8
Y	JP 2001-326410 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 22 November 2001 (22.11.2001), paragraph [0026] (Family: none)	9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 August, 2014 (04.08.14)

Date of mailing of the international search report
12 August, 2014 (12.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059100

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-60076 A (Fanuc Ltd.), 24 March 2011 (24.03.2011), paragraphs [0029] to [0038]; fig. 3, 4 & US 2011/0063122 A1 & DE 102010036814 A1 & CN 102023608 A	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04B37/16(2006.01)i, F04B49/06(2006.01)i, F04D19/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04B37/16, F04B49/06, F04D19/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2012/121383 A1（株式会社島津製作所） 2012.09.13, 段落【0030】－【0035】、【0044】、図4 (ファミリーなし)	1-7, 9-11 8
Y A	JP 2000-111545 A（株式会社明電舎） 2000.04.21, 段落【0017】－【0021】、【0030】、【0031】、図1 (ファミリーなし)	1-7, 9-11 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

所村 陽一

3 O

5 3 6 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-326410 A (石川島播磨重工業株式会社) 2001.11.22, 段落【0026】 (ファミリーなし)	9
Y	JP 2011-60076 A (ファナック株式会社) 2011.03.24, 段落【0029】－【0038】, 図3, 4 & US 2011/0063122 A1 & DE 102010036814 A1 & CN 102023608 A	9