

(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
2016 年 10 月 13 日(13.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/162939 A1

- (51) 国際特許分類:
F24F 11/02 (2006.01) *F24F 13/24* (2006.01)
F24F 1/00 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060811
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 7 日(07.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ジョンソンコントロールズ ヒタチ
エア コンディショニング テクノロジー
(ホンコン) リミテッド (JOHNSON CON-
TROLS-HITACHI AIR CONDITIONING TECHNO-
LOGY (HONG KONG) LIMITED) [CN/CN]; ホンコン、
ケーエルエヌ カオルーンペイ 8 ラム
チャック ストリート オクタタワー 12ノ
エフ Hong Kong (CN).
- (72) 発明者: 多田 修平 (TADA Shuuhei); 〒1050022 東京
都港区海岸一丁目 1 6 番 1 号 日立アプライ
アンス株式会社内 Tokyo (JP). 長橋 克章 (NAGA-
HASHI Katsuaki); 〒1050022 東京都港区海岸一丁
目 1 6 番 1 号 日立アプライアンス株式会社内
Tokyo (JP). 内藤 宏治 (NAITO Koji); 〒1050022 東京
都港区海岸一丁目 1 6 番 1 号 日立アプライ
アンス株式会社内 Tokyo (JP). 浦田 和幹
(URATA Kazumoto); 〒1050022 東京都港区海岸一

丁目 1 6 番 1 号 日立アプライアンス株式会
社内 Tokyo (JP). 森 隼人 (MORI Hayato); 〒1050022
東京都港区海岸一丁目 1 6 番 1 号 日立アプラ
イアンス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.);
〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 番 1 8 号
ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, 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.

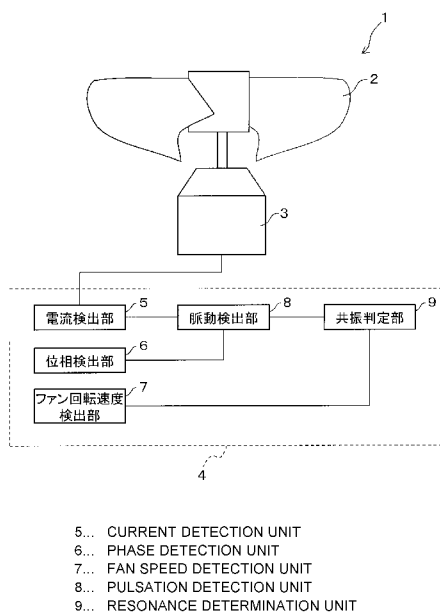
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: AIR CONDITIONER

(54) 発明の名称: 空気調和機

【図1】



(57) Abstract: Provided is an air conditioner which allows resonances in the housing of an outdoor unit or an indoor unit of the air conditioner to be detected at low cost with high accuracy. An outdoor unit (1) of the air conditioner is equipped with: a propeller fan (2) which sends air to a heat exchanger; a fan motor (3) which drives the propeller fan (2); a current detection unit (5) which detects the current value of the fan motor (3); a phase detection unit (6) which detects the pole position of the fan motor (3); a fan speed detection unit (7) which detects the rotational speed of the fan motor (3); a pulsation detection unit (8) which detects the pulsation of the current value on the basis of the detected current value and pole position of the fan motor (3); and a resonance determination unit (9) which determines the resonance of a system in the housing of the outdoor unit or indoor unit having the fan motor (3) on the basis of the detected pulsation of the current value and the detected fan rotational speed. If the resonance is determined by the resonance determination unit (9), a control unit (4) implements resonance avoidance control to increase or decrease the fan speed by a predetermined rotational speed.

(57) 要約: 空気調和機の室外機または室内機の筐体の共振を安価に精度よく検出できる空気調和機を提供する。空気調和機の室外機 (1) は、熱交換器に送風するプロペラファン (2) と、プロペラファン (2) を駆動するファンモータ (3) と、ファンモータ (3) の電流値を検出する電流検出部 (5) と、ファンモータ (3) の磁極位置を検出する位相検出部 (6) と、ファンモータ (3) の回転速度を検出するファン回転速度検出部 (7) と、検出したファンモータ

(3) の電流値および磁極位置に基づいて電流値の脈動を検出する脈動検出部 (8) と、検出した電流値の脈動およびファン回転速度に基づき、ファンモータ (3) を有する室外機または室内機の筐体の系の共振を判定する共振判定部 (9) と、を備える。制御部 (4) は、共振判定部 (9) が共振と判定した場合、ファン回転速度を所定回転速度分増加または減少させる共振回避制御を実行する。

WO 2016/162939 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 空気調和機

技術分野

[0001] 本発明は、空気調和機に関する。

背景技術

[0002] 近年では、原材料費が高騰しても製品販売価格への添加は困難であるため、一層の低コストな製品提供が求められる。また、空調機の省エネ化や低騒音化も空気調和機の製品としての重要な訴求項目となっている。

空気調和機の室外機送風機の多くに採用されるプロペラファンや、室内機、例えば天井カセット型4方向吹き出し機に使用されるターボファン等には、樹脂材料による射出成型品が多く用いられている。樹脂材料による射出成型品は、板金製ではないため、形状自由度が高く大量生産に有利であり、高効率且つ低騒音、低コストを実現することができる。

一般に、空気調和機の室外機では、送風機のファンは外気温や空気調和機を構成する冷凍サイクル内の冷媒温度などから演算し、約100rpmから約1000rpm程度まで、幅広い回転速度で送風している。

そのため、空気調和機の筐体との共振により、振動や騒音が特定の回転速度において大きくなってしまふことがある。共振による振動や騒音の増大は、空気調和機使用者にとって大きな問題となるため、予め空気調和機の筐体との共振が発生する回転速度を調査し、その回転速度を使用しないような制御等、工夫がなされている。

[0003] 一方、空気調和機の室外機、例えばビル用マルチ型の室外機では、オフィスビル等建物の屋上に複数台まとめて設置されるケースが多くある。その場合、建物構造物に振動を伝えないために、空気調和機施工時に、防振架台の上に空気調和機室外機を設置する事例が少なくない。

また、東北や北海道、北陸地方では、空気調和機の室外機熱交換器が積雪にて埋まってしまわないようにするため、積雪を考慮した高さに室外機を据

え付けるべく、架台を作成しその上に室外機を設置する場合がある。

さらに、空気調和機の室内機については、室内機を施工する際、建物の構造により室内機を吊るための釣りボルトの長さも、施工場所によってそれぞれ異なる。このため、空気調和機を吊った状態での固有振動数は施工条件によって少しずつ異なる。

これらの場合、現地の施工状態によって、空気調和機室外機と架台を一体とした固有振動値は異なることになる。

[0004] 特許文献1には、電動送風機から発生する振動および騒音の少なくとも1つを検出する検出装置と、検出された振動および騒音の少なくとも1つの周波数成分を、正常な電動送風機に特有の周波数成分と比較することで電動送風機の故障検知および故障モード判定を実行する制御手段と、を有する電動送風機の故障診断装置が記載されている。

[0005] 特許文献2には、筐体に設けられた送風装置の振動を検知する振動検知手段と、該振動検知手段からの出力に基づいて送風装置を制御する制御装置とを備え、振動検知手段は、筐体の短手方向の振動を検出するように、送風装置の支持板に設置されている空気調和機が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-65594号公報

特許文献2：特開2013-234797号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1記載の電動送風機の故障診断装置では、振動もしくは騒音の周波数分析のために、空気調和機制御よりも演算が高度な高い処理能力の演算手段を必要とする。このため、安価なマイクロコンピュータの使用を妨げ、コストが増大するという問題がある。

また、特許文献2記載の空気調和機では、突風や地震、保守点検の際の振

動等外乱により振動センサが誤検知してしまう虞れがある。また、振動センサを必要とするため、コストが増大するという問題がある。

[0008] さらに、上記特許文献 1 および特許文献 2 記載の装置のいずれにおいても異常検知後は、空気調和機の運転を停止する構成であったため、下記の問題がある。すなわち、特定の周波数成分が増加して共振を検知した場合であっても、その共振が空気調和機の運転を停止する程までの異常ではない状況も存在することが判明した。このような状況においては、共振を検知すると空気調和機を一律に停止させることは問題がある。

[0009] 本発明の目的は、空気調和機の室外機または室内機の筐体の共振を安価に精度よく検出できる空気調和機を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、本発明の空気調和機は、熱交換器に送風するファンと、前記ファンを駆動するモータと、前記モータの回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記モータの電流値を検出する電流検出手段と、前記モータの磁極位置を検出する位相検出手段と、検出した前記モータの電流値および磁極位置に基づいて電流値の脈動を検出する脈動検出手段と、検出した前記電流値の脈動および前記回転速度に基づき、前記モータを有する室外機または室内機の筐体の共振を判定する共振判定手段と、を備える。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、空気調和機の室外機または室内機の筐体の共振を安価に精度よく検出できる空気調和機を提供する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第 1 の実施形態に係る空気調和機の室外機の構成を示す図である。

[図2]上記第 1 の実施形態に係る空気調和機の室外機の脈動検出部の構成例を示す図である。

[図3]上記第 1 の実施形態に係る空気調和機の共振時における電流の脈動を示す波形図である。

[図4]上記第1の実施形態に係る空気調和機の筐体が共振した場合のファン回転速度と電流脈動値の関係を示す図である。

[図5]上記第1の実施形態に係る空気調和機の運転中に共振を検知した場合の回避制御（その1）を示すフローチャートである。

[図6]上記第1の実施形態に係る空気調和機の運転中に共振を検知した場合の回避制御（その2）を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第2の実施形態に係る空気調和機の室外機が防振架台上に施工された施工例を説明する図である。

[図8]上記第2の実施形態に係る空気調和機の室外機が降雪地域の型架台に施工された施工例を説明する図である。

[図9]本発明の第3の実施形態に係る空気調和機の室内機の施工例を説明する図である。

[図10]本発明の第4の実施形態に係る空気調和機の室外機の施工例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

（第1の実施形態）

図1は、本発明の第1の実施形態に係る空気調和機の室外機1の構成を示す図である。空気調和機は、室外機と図示しない室内機が、冷媒配管により接続されて冷凍サイクルを構成し、空気調和を行うものである。

図1に示すように、空気調和機の室外機1は、図示しない室外側熱交換器に送風するプロペラファン2と、プロペラファン2を回転駆動するファンモータ3と、ファンモータ3を所望の回転速度となるように回転自在に駆動制御するとともに、共振回避制御を実行する制御部4（制御手段）と、を備える。

[0014] プロペラファン2は、空気調和機の室外機熱交換器へ送風するためのファンである。また、プロペラファン2は、空気調和機の室内機に送風するためのターボファン、シロッコファン、貫流ファンであってもよく、送風機の形

態は問わない。

[0015] 制御部 4 は、ファンモータ 3 の出力電流を電流値として検出する電流検出部 5（電流検出手段）と、ファンモータ 3 の磁極位置を検出する位相検出部 6（位相検出手段）と、ファンモータ 3 の回転速度をファン回転速度として検出するファン回転速度検出部 7（回転速度検出手段）と、検出したファンモータ 3 の電流値および磁極位置に基づいて電流値の脈動を検出する脈動検出部 8（脈動検出手段）と、検出した電流値の脈動およびファン回転速度に基づき、ファンモータ 3 を有する室外機または室内機の筐体の系の共振を判定する共振判定部 9（共振判定手段）と、を備える。

[0016] 制御部 4 は、共振判定部 9 が共振と判定した場合、ファン回転速度を所定回転速度分増加または減少させる共振回避制御（図 5 および図 6 参照）を実行する。

制御部 4 は、共振判定部 9 の共振判定結果に基づいて、ファンモータ 3 の回転速度を調整し、共振状態から回避する。すなわち、制御部 4 は、共振判定部 9 が共振と判定すると、ファン 1 の回転速度を調整して、共振状態から回避できるかを試みる。

[0017] 脈動検出部 8 は、電流検出部 4 および位相検出部 5 の検出結果よりファンモータ 3 の電流値（以下、モータ電流値という）の脈動を検出する。

[0018] 共振判定部 9 は、制御部 4 によるファン回転速度の増加または減少制御後に、再度、共振判定を試み、共振を判定した場合には異常な共振であると判定する。

共振判定部 9 は、制御部 4 によるファン回転速度の増加または減少制御後に、再度、共振判定を試み、共振を判定しない場合、制御部 4 は、当該ファン回転速度による運転を継続する。

[0019] 以下、上述のように構成された空気調和機の室外機 1 の動作について説明する。

まず、プロペラファン 2 の共振に起因するトルク変動によるモータ電流の脈動の検出方法について述べる。

図 2 は、上記脈動検出部 8 の構成例を示す図である。

まず、電流検出部 5 は、ファンモータ 3 からの三相の出力電流（ i_u 、 i_v 、 i_w ）を検出する。具体的には、ファンモータ 3 を駆動するインバータ（図示省略）の直流部分に流れる電流をシャント抵抗（図示省略）の両端に発生する電圧から測定する。そして、制御部 4 内の図示しない電流演算部によって、モータ電流（ i_u 、 i_v 、 i_w ）を導出する。なお、モータ電流（ i_u 、 i_v 、 i_w ）の検出方法には、モータ電流の出力部に抵抗値の小さい抵抗を接続し、その抵抗にかかる電圧からの検出や、電流センサによる検出等様々な方法がある。

検出したモータ電流（ i_u 、 i_v 、 i_w ）を、次式（1）に従って、 $\alpha\beta$ 変換、 dq 変換の順に変換し、その結果を 1 次遅れフィルタ処理することで、脈動検出部 8 の入力値となる、 q 軸電流フィードバック値を算出する。

[0020]

[数1]

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\cos 60^\circ & -\cos 60^\circ \\ 0 & +\cos 30^\circ & -\cos 30^\circ \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & +\frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_{dc} & \sin \theta_{dc} \\ -\sin \theta_{dc} & \cos \theta_{dc} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[0021] 式（1）において、 dq 変換時の θ_{dc} は、 d 軸位相であり、ファンモータの磁極位置を示す。脈動検出部 8 の二つ目の入力値である機械角位相 θ_r は、 θ_{dc} をから算出する。次式（2）に示す。

[0022]

$$\Delta \theta_r = \Delta \theta_{dc} / \text{極対数} \quad \dots (2)$$

[0023] θ_r は、 $\Delta\theta_r$ を積算し算出する。上記の2つの入力q軸電流フィードバック値、機械角位相 θ_r から脈動成分を抽出する。

[0024] 図2に示すように、機械角位相 θ_r から $\sin$ 、 $\cos$ 演算71により $\sin\theta_r$ 、 $\cos\theta_r$ を算出し、q軸電流フィードバック値とかけ合わせ、1次遅れフィルタ処理72を行うことで、高周波成分を除去する。

ここで、1次遅れフィルタ処理の時定数の設定値の設定には、実機による試験を基に、トルク脈動の周期を抽出できるようにシミュレーションにより設定する。すなわち、フィルタ時定数の設定には脈動成分を抽出するためにフィルタ時定数を脈動周期より大きくする必要があるため、トルク脈動が発生するプロペラファン2の回転周期に対しそれよりも大きい時定数を設定する。1次遅れフィルタ処理72後、再度 $\sin\theta_r$ 、 $\cos\theta_r$ をかけ、足し合わせ、調整ゲインKにより脈動成分の調整を行うことで、機械角位相 θ_r の周期で脈動する成分のみを抽出することができる。サンプリング周期、フィルタ時定数の設定値の一例を図2に示す。

[0025] 次に、検出された電流値から共振を判断する手順について説明する。

図3は、空気調和機の共振時における電流の脈動を示す波形図である。図3に示す曲線50aは、非共振状態の電流値波形を示し、曲線50bは、共振状態のときの電流値波形を示している。

図1に示す電流検出部5は、時々刻々ファンモータ電流を検出している。

空気調和機の室外機1または室内機が共振状態にある場合、ファンモータ3のトルク変動が非共振時と比較して大きくなり、それがファンモータ3の印加電流にも発生する。このため、図3の曲線50bに示すように、電流平均値 I_m に対する脈動（もしくは振幅） I_a が大きくなる。ファンモータ3の回転速度が増大するにつれ、印加電流も大きくなるため、電流平均値 I_m も増加する。電流脈動値 I_a によって、共振判定が可能になる。

[0026] 図4は、空気調和機の筐体が共振した場合のファン回転速度と電流脈動値の関係を示す図である。

図4に示す曲線51bは共振がある場合、曲線51aは共振がない場合の

関係を示す。

図4に示す曲線51aは、非共振状態の電流値波形を示し、曲線51bは共振状態のときの電流値波形を示している。本発明者らは、図4の曲線51bに示すように、共振状態にある場合、あるファン回転速度[Hz]において、ファンモータ3の電流脈動値が増大することを見出した。この点、プロペラファン2が万が一損傷した場合に生じる電流脈動値とは異なる。すなわち、プロペラファン2が損傷した場合には、プロペラファン2自身のアンバランスにより、回転速度によらずに電流脈動値が増大する。したがって、電流脈動値の増大を検出した場合に、回転速度を変えてみて、その結果、当該電流脈動値が減少するのであれば、プロペラファン2の損傷によるような室外機1の共振状態ではないと判定できる。ちなみに、回転速度を変えてみて室外機1の共振状態が解消した場合、当該共振状態が解消したときの回転速度を用いて、当該回転速度で室外機1を回転させるようにすれば、室外機1を停止させずに、振動や騒音、異音を少なくして運転することが可能になる。

[0027] 例えば、電流脈動値1aの増大を検出した場合には、プロペラファン2の回転速度を増加ないし減少させる。このファン回転速度の変更後、再度、ファンモータ3の電流脈動値1aの減少を検出した場合には、変更前の回転速度が共振状態であったと判定することができる。共振と判定した場合には、プロペラファン2の回転速度を増加または減少させて共振しない状態で空気調和機を運転することが望ましい。

[0028] 次に、施工状態まで考慮した空気調和機の室外機の共振の判定および回避の制御例について説明する。なお、回避制御（その1）および回避制御（その2）は、適宜いずれかの制御方法が採用される。

[0029] <回避制御（その1）>

図5は、空気調和機の運転中に共振を検知した場合の回避制御（その1）を示すフローチャートである。図中、Sはフローの各ステップを示す。本フローは、図1のマイクロコンピュータ等からなる制御部4において実行される。

空気調和機の運転中において、ステップS 1で制御部4は、空気調和機の室外機1のファンモータ3の電流脈動（モータ電流の脈動）を計測する。すなわち、具体的には、電流検出部5は、ファンモータ3からの出力電流を検出するとともに、位相検出部6はファンモータ3の磁極位置を検出する。そして、脈動検出部8は、検出したファンモータ3の出力電流と機械角位相を用いてトルク変動によるモータ電流の脈動を抽出する。

ステップS 2では、制御部4は、モータ電流の脈動と空気調和機の室外機1のプロペラファン2の回転速度（以下、ファン回転速度という）に基づいて空気調和機の室外機1の共振を判定する。空気調和機の室外機1が共振していないと判定した場合は、本フローを終了する。

[0030] 空気調和機の室外機1が共振していると判定した場合、ステップS 3で制御部4は、ファン回転速度を所定回転速度だけ変える。ファン回転速度の変更は、ファン回転速度の増加または減少である。例えば、制御部4は、空気調和機の共振を検知した場合には、空気調和機のファン回転速度を所定回転速度（例えば5 r p m）増加させる。

[0031] ファン回転速度の変更を所定回転速度とする理由は、下記の通りである。すなわち、空気調和機のファン回転速度が大きく変動すると、室外機1の風量の変化量が大きくなる。このため、熱交換器での熱交換量が大きくなり、冷凍サイクルの冷媒圧力の変動が大きくなる。すると、空気調和機の冷凍サイクルの安定制御を乱してしまう。ここで、共振点は、空気調和機が設置される系の固有振動数近傍である。したがって、冷凍サイクルへの影響と共振現象の特徴から、ファン回転速度の変更（ここでは増加）は、1回（1ステップ）で多くとも5 r p m程度が望ましい。

[0032] また、ファン回転速度の変更を増加とするか減少とするかどちらを選択するかは、下記の通りである。すなわち、外気低温時の暖房運転中の空気調和機の室外機1のように、冷凍サイクルの熱交換器が蒸発器として動作中に、ファン回転速度を増加させ風量が増加させると、冷媒圧力が低下し蒸発温度が低くなり着霜が増加する。このような空気調和機運転上問題がある場合に

は、ファン回転速度の変更を増加ではなく減少させる。ファン回転速度を減少させることで共振を回避する。

[0033] ステップS 4 では、制御部 4 は、ファン回転速度を所定回転速度だけ変えてから、所定時間が経過したか否かを判別し、所定時間（系が安定するまでの実測データから定められ、これが短いと系が安定後の有効なデータが得られず、また長いと共振回避制御が遅れる）が経過すると系が安定したと判断してステップS 5 に進む。

ステップS 5 では、制御部 4 は、ファン回転速度変更（増加または減少）後における、モータ電流の脈動とファン回転速度に基づいて空気調和機の室外機 1 の共振を判定する。

ファン回転速度変更後においても空気調和機の室外機 1 が共振していると判定した場合、ステップS 6 で制御部 4 は、この共振が異常な状態による共振であると判定（「異常判定」）して本フローを終了する。なお、この異常判定の場合、制御部 4 は図示しない故障報知制御によって、ユーザにその旨を報知する、また異常を検出したとしてファンモータ 3 を停止する制御を行う。

[0034] 上記ステップS 5 で空気調和機の室外機 1 が共振していないと判定した場合、ステップS 7 で制御部 4 は、空気調和機の共振点から抜けたと判断してそのファン回転速度（変更したファン回転速度）を維持して本フローを終了する。以降、空気調和機は、変更したファン回転速度で運転を継続する。

[0035] <回避制御（その 2）>

図 6 は、空気調和機の運転中に共振を検知した場合の回避制御（その 2）を示すフローチャートである。本回避制御は、図 1 のマイクロコンピュータ等からなる制御部 4 において実行される。

空気調和機の運転中において、ステップS 11 で制御部 4 は、ファン回転速度変化幅 ΔF を計算する。冷凍サイクルの冷媒圧力や各温度によって回転速度変化幅 ΔF は変化するので、制御部 4 は、ファン回転速度変化幅 ΔF を逐次計算する。

ステップS 1 2で制御部4は、ファン回転速度変化幅 ΔF が0か ($\Delta F = 0$ か) 否かを判別し、 $\Delta F = 0$ の場合は、回転速度変化幅 ΔF は変化ないと判断して本フローを終了する。

$\Delta F \neq 0$ の場合は、ステップS 1 3で制御部4は、現在のファン回転速度 F を ΔF だけ変更してステップS 1 4に進む。

[0036] ステップS 1 4で制御部4は、ファン回転速度が変更となった時の空気調和機の室外機1の共振を判定する。具体的には、ファン回転速度変化幅 ΔF 後における、モータ電流の脈動とファン回転速度に基づいて空気調和機の室外機1の共振を判定する。

空気調和機の室外機1が共振していると判定した場合、ステップS 1 5で制御部4は、現在のファン回転速度 F がファン仕様最小回転速度 F_{min} となったか ($F = F_{min}$ か) 否かを判別する。

[0037] $F = F_{min}$ の場合 (ステップS 1 5→YES) は、ステップS 1 6で制御部4は、ファン回転速度を所定回転速度 (例えば10rpm) 増加 (上昇) させてステップS 1 4に戻る。ここで、共振回避制御時の回転速度の増減は10rpm程度以内が望ましい。ファン回転速度の増減幅を所定回転速度内に制限している理由は、風量の増減により熱交換量が増減し、空気調和機的能力に影響が出ないようにするためである。

上記ステップS 1 5で $F \neq F_{min}$ の場合は、ステップS 1 7に進む。

ステップS 1 7で制御部4は、現在のファン回転速度 F がファン仕様最大回転速度 F_{max} となったか ($F = F_{max}$ か) 否かを判別する。

[0038] $F = F_{max}$ の場合 (ステップS 1 7→YES) は、ステップS 1 8で制御部4は、ファン回転速度を所定回転速度 (例えば10rpm) 減少 (下降) させてステップS 1 4に戻る。

このように、ファン回転速度が変更となった時に共振を判定し (ステップS 1 4)、ファン回転速度が仕様の範囲最小の場合 (ステップS 1 5→YES) には回転速度を増加させ (ステップS 1 6)、ファン回転速度が仕様の範囲最大の場合 (ステップS 1 7→YES) には回転速度を減少させる (ス

テップS 1 8)。

上記ステップS 1 7で $F \neq F_{max}$ の場合は、ステップS 1 9に進む。

ステップS 1 9で制御部4は、ファン回転速度変化幅 ΔF が0より大きい
か ($\Delta F > 0$ か) 否かを判別する。

[0039] ファン回転速度変化幅 ΔF が0より大きい ($\Delta F > 0$) 場合 (ステップS
1 9→YES) は、ステップS 2 0で制御部4は、ファン回転速度を所定回
転速度 (例えば10rpm) 増加させてステップS 1 4に戻る。また、ファ
ン回転速度変化幅 ΔF が0以下 ($\Delta F \leq 0$) 場合は、ステップS 2 1制御部
4は、ファン回転速度を所定回転速度 (例えば10rpm) 減少させてステ
ップS 1 4に戻る。

なお、上記ステップS 1 4～ステップS 2 1が共振回避制御の各ステップ
に相当する。

一方、上記ステップS 1 4でファン回転速度変更後においても空気調和機
の室外機1が共振していないと判定した場合、本フローを終了する。

[0040] 以上説明したように、本実施形態に係る空気調和機の室外機1は、熱交換
器に送風するプロペラファン2と、プロペラファン2を駆動するファンモー
タ3と、ファンモータ3の電流値を検出する電流検出部5と、ファンモータ
3の磁極位置を検出する位相検出部6と、ファンモータ3の回転速度を検出
するファン回転速度検出部7と、検出したファンモータ3の電流値および磁
極位置に基づいて電流値の脈動を検出する脈動検出部8と、検出した電流値
の脈動およびファン回転速度に基づき、ファンモータ3を有する室外機また
は室内機の筐体の系の共振を判定する共振判定部9と、を備える。制御部4
は、共振判定部9が共振と判定した場合、ファン回転速度を所定回転速度分
増加または減少させる共振回避制御を実行する。

[0041] この構成により、高度な高い処理能力のマイクロコンピュータや振動セン
サを必要としないので、空気調和機の室外機1の筐体の共振を安価に精度よ
く検出することができる。

[0042] また、本実施の形態では、共振を判定した場合であっても、制御部4がフ

ファン回転速度の増加または減少を指示し、再度、共振を判定するので、共振が空気調和機の運転を停止する程の異常な共振とそうではない共振とを識別することができる。換言すれば、共振の誤判定を防止することができ、共振の検出精度を向上させることができる。また、空気調和機の運転を停止する程の共振ではない場合、変更したファン回転速度を維持することで、空気調和機の運転を継続することができる。

[0043] また、本実施の形態では、空気調和機の室外機１の筐体の系の共振を判定するので、現地施工状態を考慮した共振の回避が可能になる。

このように、安価に空気調和機の室外機もしくは室内機の共振を精度よく検出することができ、より振動や騒音、異音の少なくかつ安定して運転できる空気調和機を実現することができる。

[0044] (第２の実施形態)

図７および図８は、本発明の第２の実施形態に係る空気調和機の施工例を説明する図である。図７は、空気調和機の室外機１００が防振架台上に施工された例を、図８は、空気調和機の室外機１００が降雪地域の型架台に施工された例を示す。

図７に示すように、本実施形態の空気調和機の室外機１００は、筐体の上に送風機１０１を備え、底部に脚部１０２を備える。また、この筐体の前面には、正面カバー１００ａおよびサービスカバー１００ｂを備え、左右の側面１００ｃ、および左右側面から背面にかけての熱交換器１００ｄにより構成されている。

また、室外機１００は、防振架台１０３，１０４に設置される。防振架台１０３と１０４には、防振ゴム１０５が挟まれている。

[0045] 空気調和機の室外機１００は、建物屋上に設置されることが多い。また、送風機のファンや圧縮機等はモータを有するので、運転時には振動が発生する。室外機１００の主な振動限度としては、下記がある。空気調和機の室外機１００は、建物に直接室外機１００を固定した場合には、室外機１００の振動が建物の躯体に伝わり、建物の居住空間にも振動が伝わり、振動の強さ

によっては建物居住者の快適性を損なってしまう。

[0046] そこで、図 7 に示すように、防振架台 103, 104 を建物に設置し、防振架台 103, 104 上に空気調和機の室外機 100 を載置する。防振架台 103, 104 には、防振ゴム 105 が備えられている。このため、室外機 100 および防振架台 103, 104 を含めた系での固有振動数は、防振架台 103, 104 の高さや、1 つの防振架台 103, 104 に乗せる室外機 100 の台数等、空気調和機の施工状況によってまちまちである。さらに、防振架台 103, 104 の防振ゴム 105 のばね定数は、温度によって変化するため、季節によっても室外機 100 と防振架台 103, 104 を含めた系での固有振動数が異なる。

[0047] また、図 8 に示すように、空気調和機の室外機 100 が降雪地域の型架台に施工された場合、室外機 100 は、防振架台 103 に設置される。防振架台 103 は、高脚の架台 106 に設置される。架台 106 は、想定する積雪よりも余裕を持った高さの架台であり、空気調和機の室外機 100 は、架台 106 の上の防振架台 103 に設置される。架台 106 の高さは、その地域の積雪状況により異なる。架台 106 の高さが異なると、室外機 100 と防振架台 103 および架台 106 を含めた系での固有振動数が異なることになる。

[0048] 従来例では、空気調和機自身の筐体の共振については、設計・開発時に回避が可能であるものの、図 7 および図 8 のような現地の施工状態まで考慮した系全体共振の回避は困難であった。

そこで、本実施形態に係る空気調和機の室外機 100 は、第 1 の実施形態で述べた、モータ電流の脈動検出による系全体の共振判定を本実施形態に係る空気調和機の室外機 100 の制御部（図示省略）に搭載する。すなわち、本実施形態に係る空気調和機の室外機 100 の制御部として、前記図 1 に示す空気調和機の室外機 1 の制御部 4 を搭載し、前記図 5 または図 6 のフローに示す共振回避制御を実行する。

[0049] これにより、本実施形態に係る空気調和機の室外機 100 において、施工

後の系全体の共振を判定する。共振を判定した場合、送風機ファン回転速度を変更し、空気調和機の室外機１００および防振架台１０３，１０４や架台１０６を含めた系における固有振動数から回避した運転を、適時行うことができる。

したがって、本実施形態によれば、様々な施工状態においても共振を回避することができる。

また、本実施形態では、送風機のファンによる吹き出しが上吹き型の室外機を例として示しているが、横吹き型の室外機であっても、本振動判定方法は同様なため、同様の効果を得ることができる。

[0050] （第３の実施形態）

第１および第２の実施形態では、本発明を本実施形態に係る空気調和機の室外機に適用した例について説明したが、空気調和機の室内機に適用してもよい。

図９は、本発明の第３の実施形態に係る空気調和機の室内機２００の施工例を説明する図である。

図９に示すように、本実施形態に係る空気調和機の室内機２００は、筐体２００Ａが天井面２０４に向かうよう吊下げられる懸架タイプである。筐体２００Ａの天井面２０４側には、化粧板２０１が取り付けられる。

室内機２００は、建築物躯体２０５に設置された吊ボルト２０３と筐体２００Ａ内に備えられた吊金具２０２によって建築物躯体２０５に懸架・固定されている。なお、天井内に埋め込まれるタイプの室内機や、店舗等でみられるような室内機をむき出しに設置する場合でも同様の形態である。

室内機２００と建築物躯体２０５の間隔をとることや、室内機２００各々の間隔等は、据付点検要領書により指導されている。しかし、建築物それぞれによって建築物躯体２０５と天井面２０４の距離は異なるため、建築物それぞれで吊ボルト２０３の長さは異なる。したがって、吊ボルト２０３まで含めた空気調和機の室内機２００の固有振動数は異なることになる。

[0051] そこで、本実施形態に係る空気調和機の室内機２００は、第１の実施形態

で述べた、モータ電流の脈動検出による系全体の共振判定を本実施形態に係る空気調和機の室内機２００の制御部（図示省略）に搭載する。すなわち、本実施形態に係る空気調和機の室内機２００の制御部として、前記図１に示す空気調和機の室外機１の制御部４を搭載し、前記図５または図６のフローに示す共振回避制御を実行する。

これにより、本実施形態に係る空気調和機の室内機２００において、施工後の系全体の共振を判定することが可能となる。この共振判定を室内機２００の送風機回転速度制御に反映することにより、共振を回避し、空気調和機の利用者にとって振動や、騒音等の不快要因を低減することができる。

[0052] （第４の実施形態）

図１０は、本発明の第４の実施形態に係る空気調和機の室外機の施工例を説明する図である。

本実施形態は、本実施形態に係る空気調和機の室外機１００に複数の送風機１０１ａ，１０１ｂ，１０１ｃ，１０１ｄが備えられる場合の例である。

図１０に示すように、本実施形態に係る空気調和機の空気調和機１００は、複数の送風機１０１ａ，１０１ｂ，１０１ｃ，１０１ｄを備えている。

複数の送風機１０１ａ，１０１ｂ，１０１ｃ，１０１ｄを備える室外機１００において、個々のファンに対し、第１の実施形態で述べた、モータ電流の脈動検出による系全体の共振判定を本実施形態に係る空気調和機の室外機１００の制御部（図示省略）に搭載し、前記図５または図６のフローに示す共振回避制御を実行する。

このように個々のファンに対し、第１の実施形態と同様の共振回避制御を実行してもよいが、複数の送風機１０１ａ，１０１ｂ，１０１ｃ，１０１ｄを備える場合、下記の共振回避制御を行うとよりよい。

[0053] すなわち、複数の送風機１０１ａ，１０１ｂ，１０１ｃ，１０１ｄのファンに対し、同様にファン回転速度を増加させた場合には、送風機の台数が１台の室外機に対して多いほど合計の風量変化が大きくなる。そのため、複数の送風機１０１ａ，１０１ｂ，１０１ｃ，１０１ｄが備えられる場合には、

送風機 101a, 101b, 101c, 101d のファン回転速度変化幅 ΔF (図 6 参照) が合計で 0 rpm となるように、送風機 101a, 101b, 101c, 101d のファン回転速度を変化させるのが望ましい。

[0054] 図 10 に示すように、1 台の空気調和機の室外機 100 に対して 4 台の送風機 101a, 101b, 101c, 101d が備えられる場合を例に採る。この場合、例えば、送風機 101a は +5 rpm、送風機 101b は +10 rpm、送風機 101c は -10 rpm、送風機 101d は -5 rpm というように、ファン回転速度変化幅 ΔF が合計で 0 rpm となるようにファン回転速度を変化させる。ファン回転速度変化幅 ΔF が合計で 0 rpm となるようにファン回転速度を変化させることで、空気調和機の室外機 100 が設置されている系での固有振動数から共振を回避しつつ、風量変化をできるだけ小さくすることが可能になる。

[0055] 本発明は上記の実施形態例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、他の変形例、応用例を含む。

[0056] 上記した各実施形態例は本発明をわかりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態例の構成の一部を他の実施形態例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態例の構成に他の実施形態例の構成を加えることも可能である。また、各実施形態例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

- [0057] 1, 100 室外機
 2 プロペラファン
 3 ファンモータ
 4 制御部 (制御手段)
 5 電流検出部 (電流検出手段)
 6 位相検出部 (位相検出手段)

7 ファン回転速度検出部（回転速度検出手段）

8 脈動検出部（脈動検出手段）

9 共振判定部（共振判定手段）

101, 101a, 101b, 101c, 101d 送風機

102 脚部

103, 104 防振架台

105 防振ゴム

106 架台

200 室内機

200A 筐体

請求の範囲

- [請求項1] 熱交換器に送風するファンと、
前記ファンを駆動するモータと、
前記モータの回転速度を検出する回転速度検出手段と、
前記モータの電流値を検出する電流検出手段と、
前記モータの磁極位置を検出する位相検出手段と、
検出した前記モータの電流値および磁極位置に基づいて電流値の脈動を検出する脈動検出手段と、
検出した前記電流値の脈動および前記回転速度に基づき、前記モータを有する室外機または室内機の筐体の共振を判定する共振判定手段と、を備える
ことを特徴とする空気調和機。
- [請求項2] 前記共振判定手段が前記共振と判定した場合、前記回転速度を所定回転速度分増加または減少させる制御手段を備える
ことを特徴とする請求項1に記載の空気調和機。
- [請求項3] 前記共振判定手段は、
前記制御手段による前記回転速度の増加または減少制御後に、再度、前記共振判定を試み、共振を判定した場合には異常な共振であると判定する
ことを特徴とする請求項2に記載の空気調和機。
- [請求項4] 前記共振判定手段は、
前記制御手段による前記回転速度の増加または減少制御後に、再度、前記共振判定を試み、
共振を判定しない場合、前記制御手段は、当該回転速度による運転を継続する
ことを特徴とする請求項2に記載の空気調和機。
- [請求項5] 前記ファンを複数台備え、
前記制御手段は、

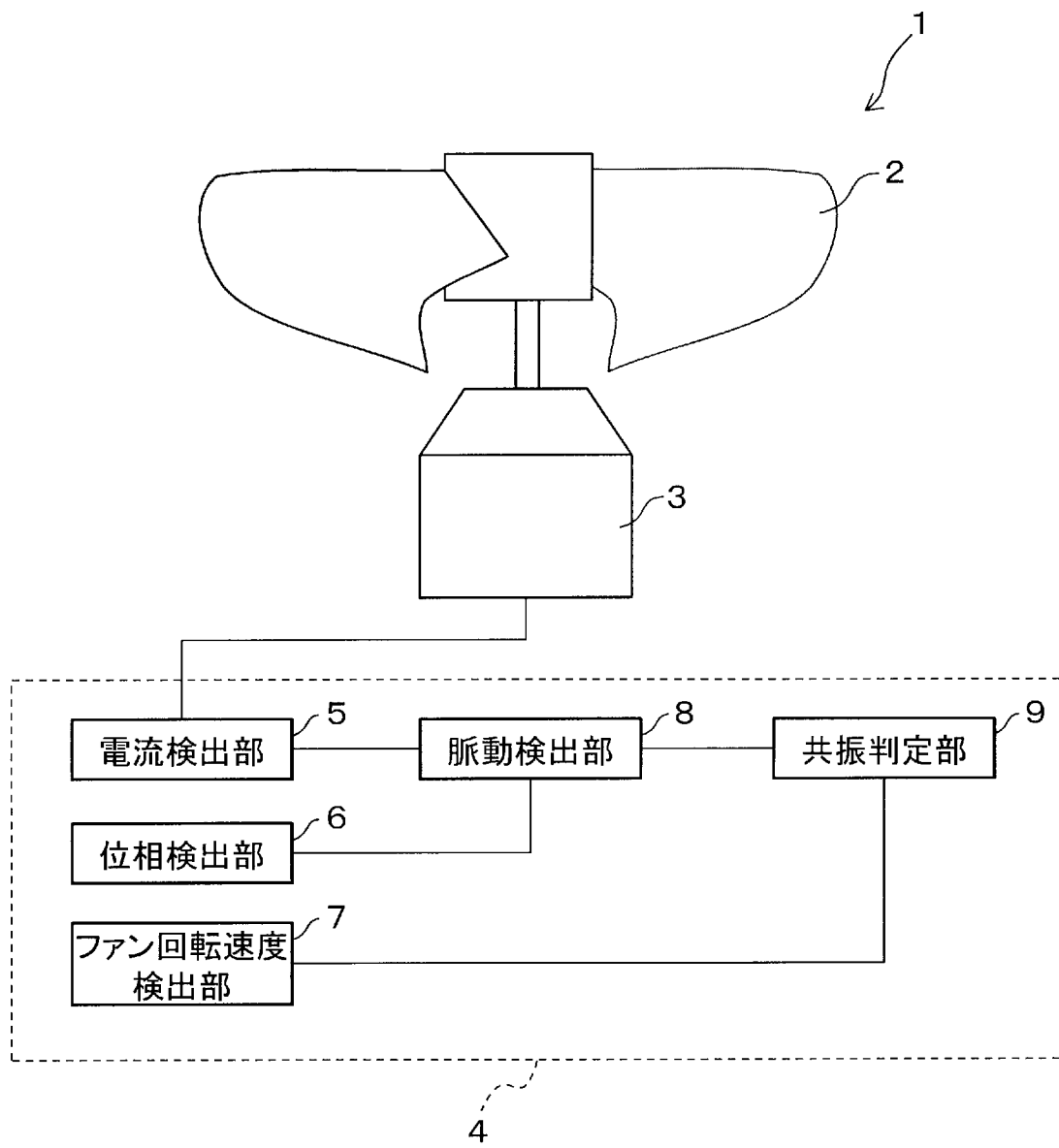
各ファンが所定の回転速度で運転しているときに、前記共振判定手段が共振と判定した場合、各ファンの平均回転速度が前記所定の回転速度となるように各モータの回転速度を増加または減少させることを特徴とする請求項 2 に記載の空気調和機。

[請求項 6]

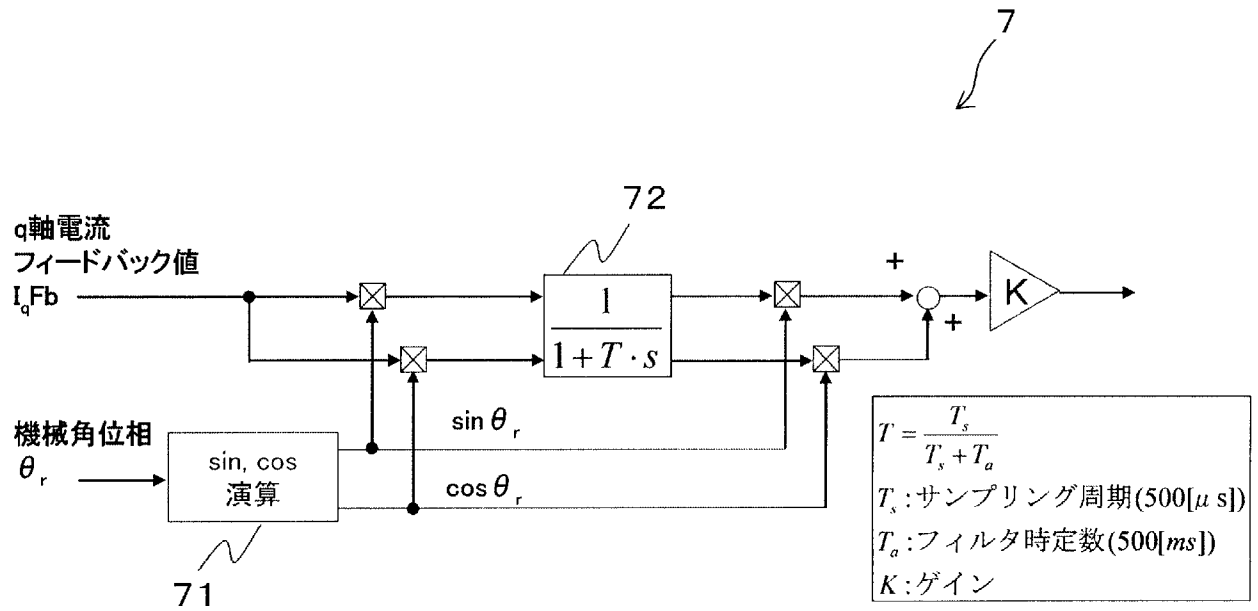
前記共振判定手段は、

前記室外機または室内機の筐体の施工後の系の共振を判定することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の空気調和機。

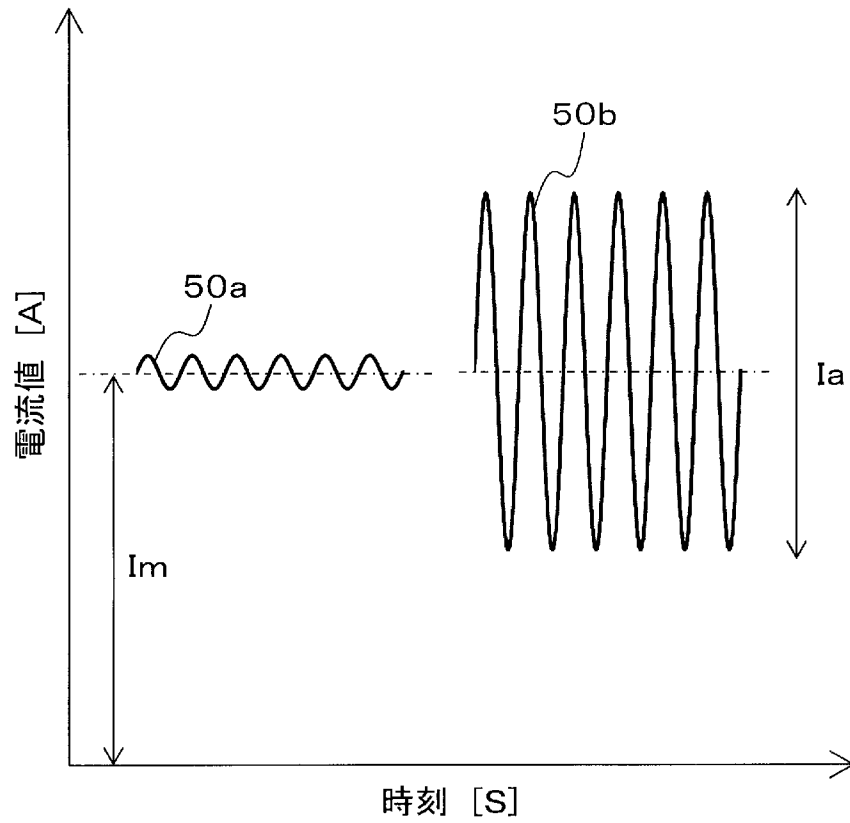
[図1]



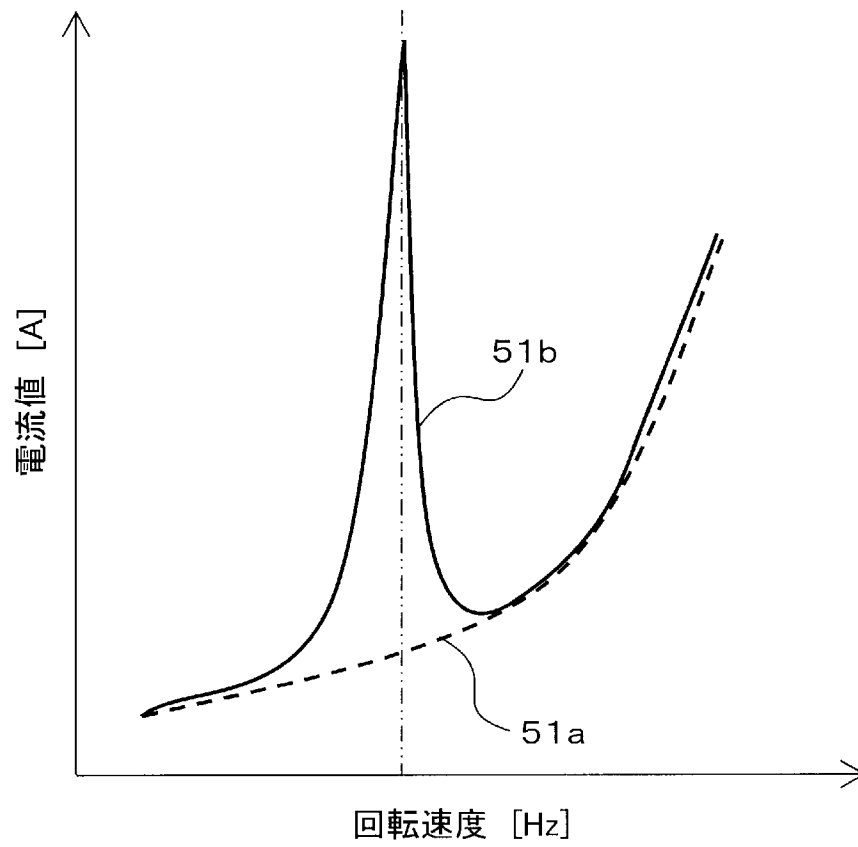
[図2]



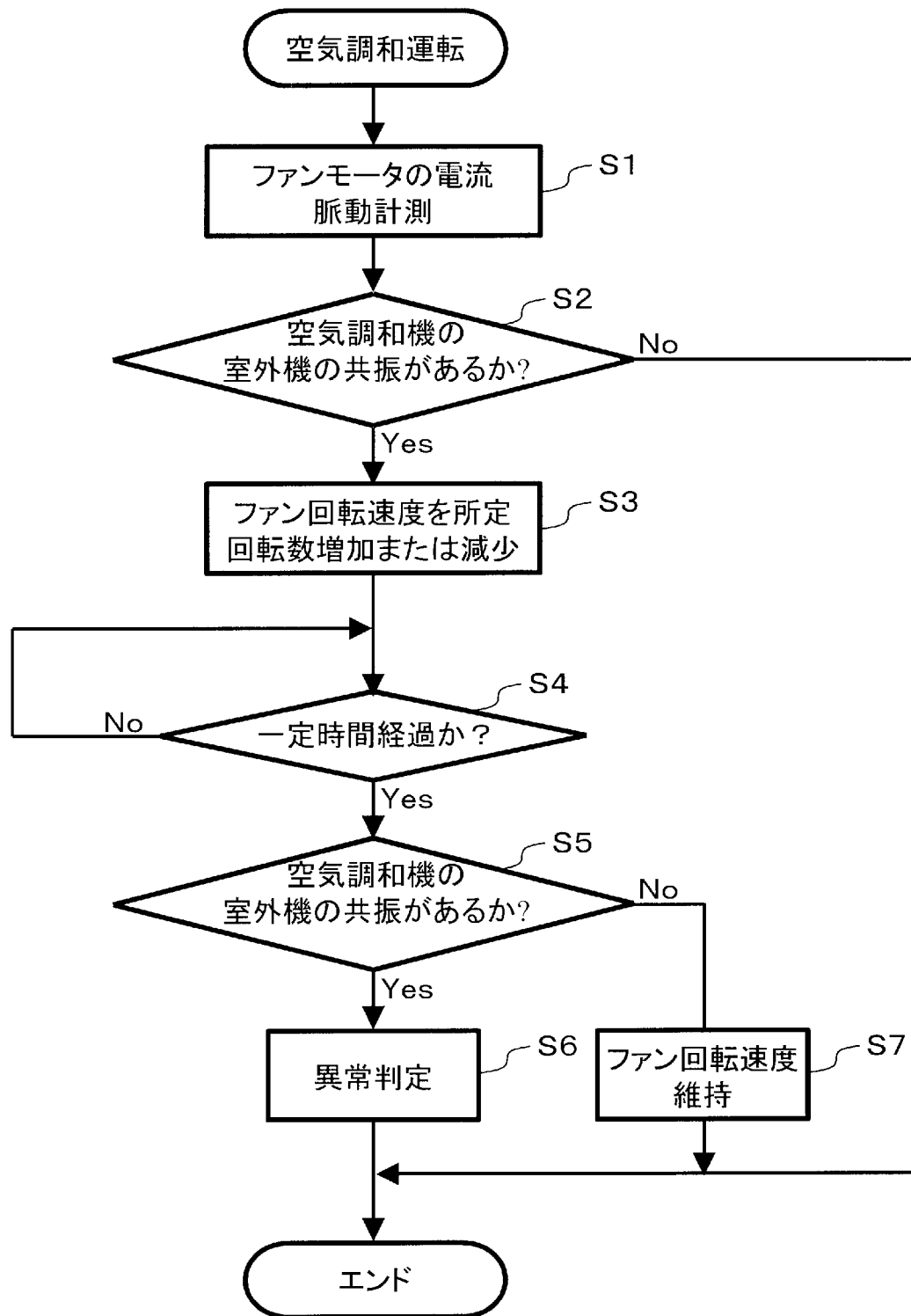
[図3]



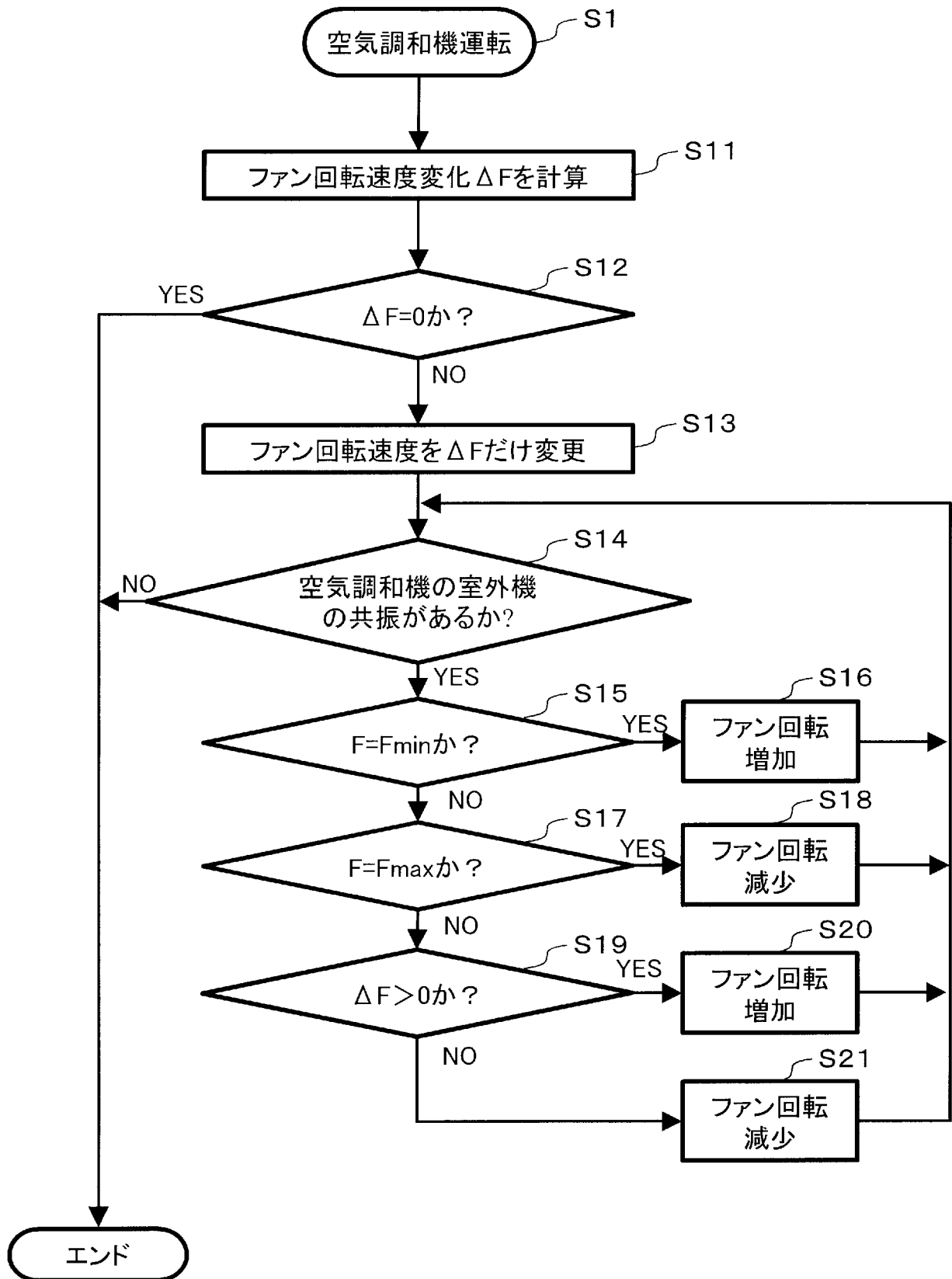
[図4]



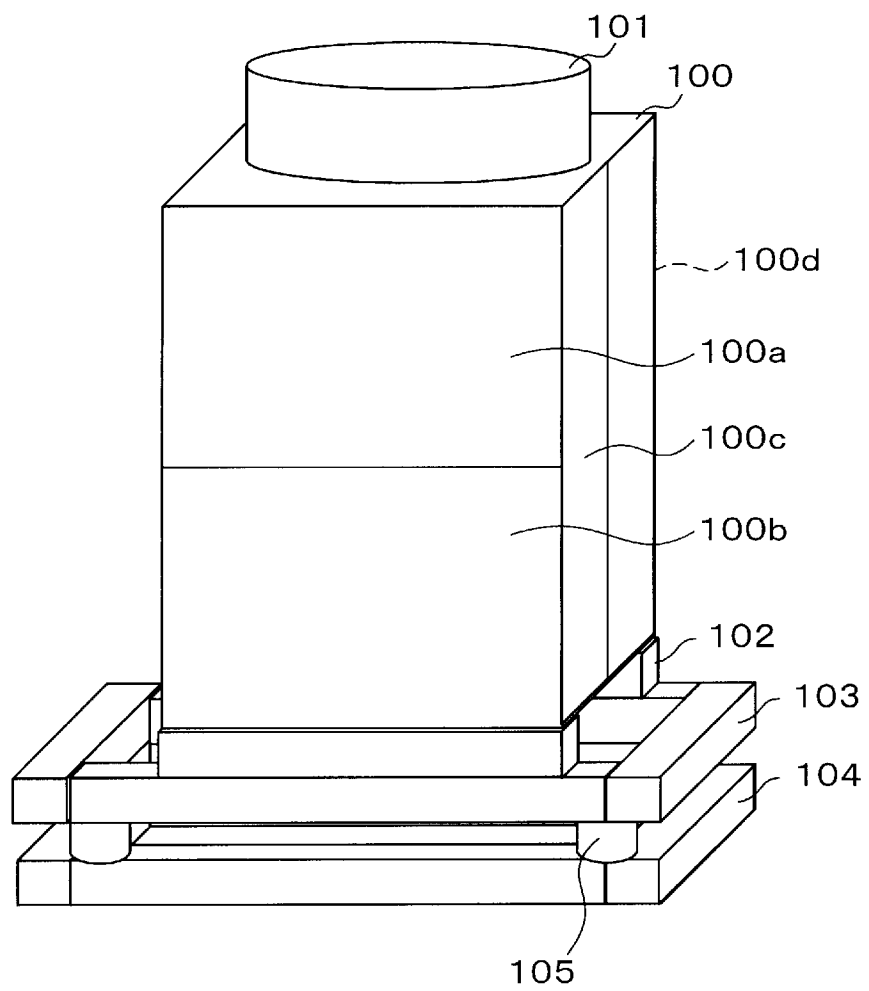
[図5]



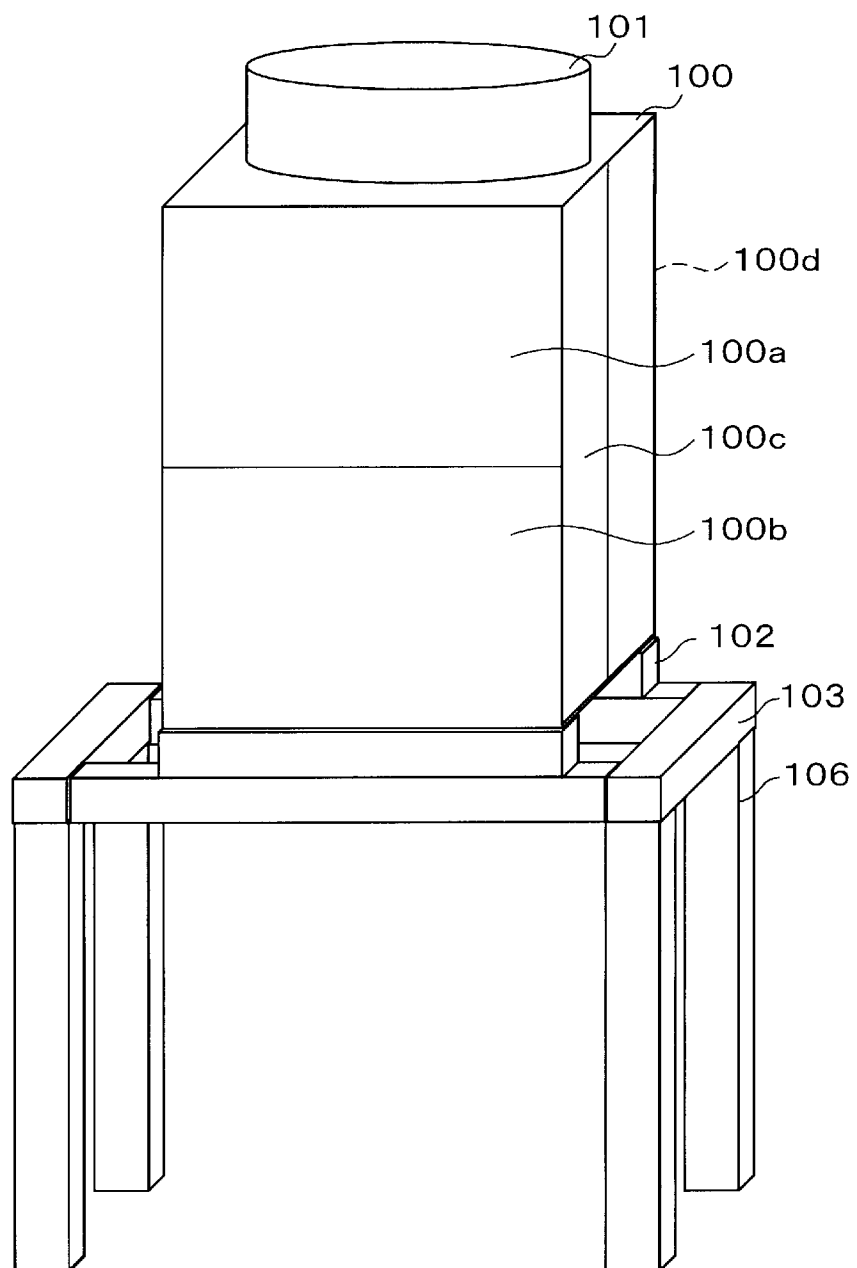
[図6]



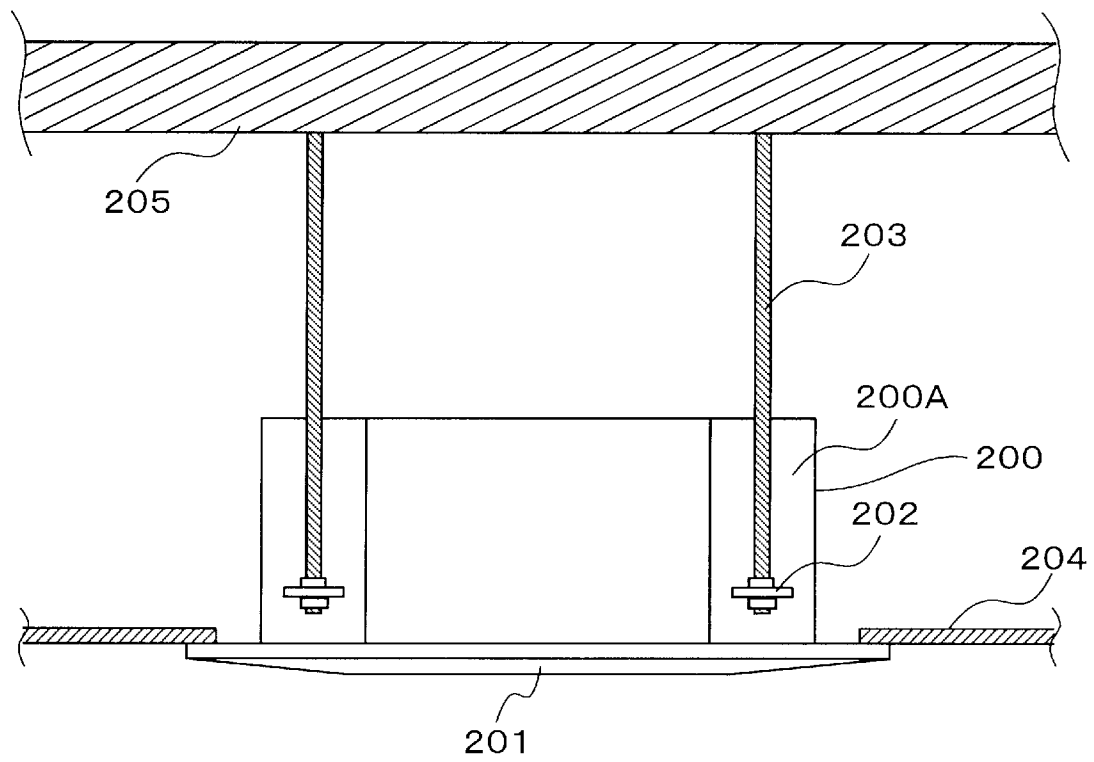
[図7]



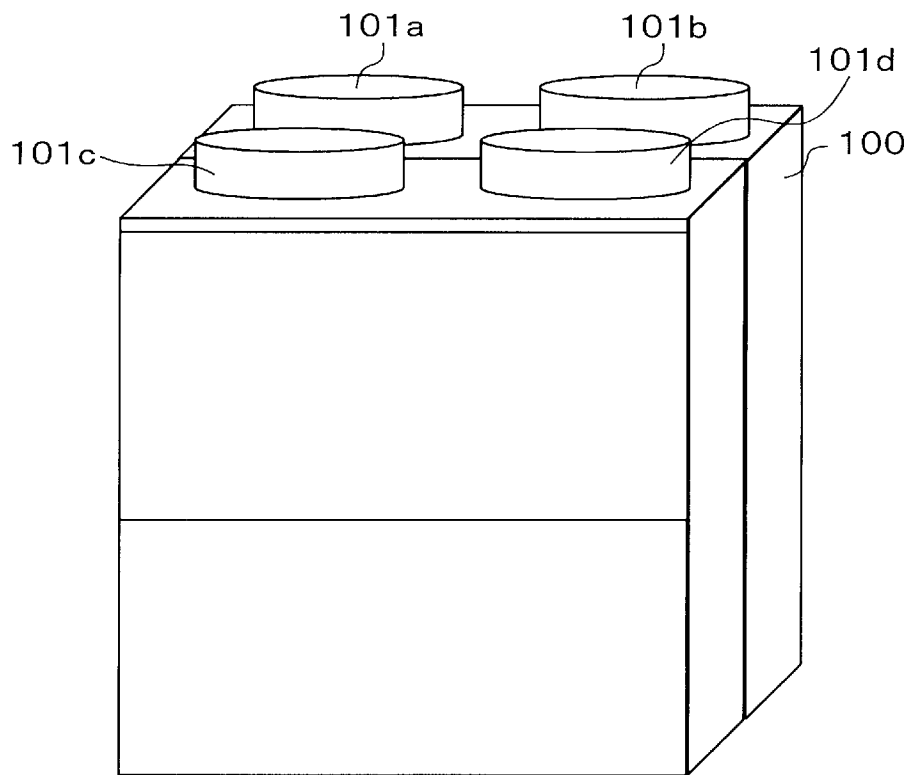
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060811

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24F11/02(2006.01)i, F24F1/00(2011.01)i, F24F13/24(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)

F24F11/02, F24F1/00, F24F13/24

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2004-198029 A (Hitachi, Ltd.), 15 July 2004 (15.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2013-253731 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 December 2013 (19.12.2013), paragraph [0008] (Family: none)	1-6
A	JP 2003-111473 A (Toshiba Carrier Corp.), 11 April 2003 (11.04.2003), paragraph [0003] (Family: none)	1-6

☒ 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
02 July 2015 (02.07.15)

Date of mailing of the international search report
14 July 2015 (14.07.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060811

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-257592 A (Ebara Corp.), 13 September 1994 (13.09.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F24F11/02(2006.01)i, F24F1/00(2011.01)i, F24F13/24(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. F24F11/02, F24F1/00, F24F13/24

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2004-198029 A（株式会社日立製作所）2004.07.15, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-6
A	JP 2013-253731 A（三菱電機株式会社）2013.12.19, 【0008】（フ ァミリーなし）	1-6
A	JP 2003-111473 A（東芝キャリア株式会社）2003.04.11, 【0003】（フ ァミリーなし）	1-6

☒ 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、国際出願日以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 2 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 7 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

久保田 信也

3 M

3 6 2 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 7 7

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
A	JP 6-257592 A (株式会社荏原製作所) 1994. 09. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6