

明 細 書

発明の名称：プロペラファン、送風装置及び冷凍サイクル装置

技術分野

[0001] 本発明は、軸部と軸部の外周側に設けられた羽根とを備えるプロペラファン、送風装置及び冷凍サイクル装置に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1には、送風機羽根車が記載されている。この送風機羽根車における羽根の低圧面側には、複数個の略円形状のディンプルが設けられている。ディンプルの直径は1mm～20mmであり、ディンプルの深さは羽根の厚さの5%～50%である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平3-294699号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一般に、羽根の後縁側では、前縁側よりも境界層剥離が生じやすい。このため、羽根に凹部が形成されていると、羽根の後縁側では凹部によって境界層剥離が促進されてしまう場合がある。したがって、特許文献1の送風機羽根車には、ファンの効率が低下してしまう場合があるという課題があった。

[0005] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、効率を向上させることができるプロペラファン、送風装置及び冷凍サイクル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

[0006] 本発明に係るプロペラファンは、回転軸上に設けられた軸部と、前記軸部の外周側に設けられ、前縁及び後縁を有する羽根と、を備え、前記羽根の負圧面には、第1凹部と、前記回転軸を中心とする周方向で前記第1凹部よりも前記後縁側に配置された第2凹部と、を含む複数の凹部が形成されており

、前記第1凹部の深さは、前記第2凹部の深さよりも深いものである。

本発明に係る送風装置は、上記本発明に係るプロペラファンと、前記プロペラファンを駆動するファンモータと、前記ファンモータを固定するモータ固定部と前記モータ固定部を支持する支持部とを有する支持部材と、を備え、前記複数の凹部は、前記回転軸に平行な方向に見たとき、前記回転軸を中心として前記モータ固定部を囲む最小の円よりも内周側のみに形成されているものである。

本発明に係る冷凍サイクル装置は、上記本発明に係るプロペラファンを備えたものである。

本発明に係る冷凍サイクル装置は、上記本発明に係る送風装置を備えたものである。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、周方向で後縁側に配置された凹部の深さを相対的に浅くすることができるため、羽根の後縁側で境界層剥離が促進されてしまうのを防ぐことができる。したがって、プロペラファンの効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態1に係るプロペラファン100の構成を示す背面図である。

[図2]図1のI-I断面を示す模式的な断面図である。

[図3]図1のII-II断面を示す模式的な断面図である。

[図4]本発明の実施の形態2に係るプロペラファン100の構成を示す背面図である。

[図5]本発明の実施の形態3に係る送風装置200の要部構成を示す正面図である。

[図6]本発明の実施の形態3に係る送風装置200の要部構成を示す背面図である。

[図7]本発明の実施の形態3に係るプロペラファン100の構成を示す背面図

である。

[図8]本発明の実施の形態4に係る冷凍サイクル装置300の構成を示す冷媒回路図である。

[図9]本発明の実施の形態4に係る冷凍サイクル装置300の室外機310の内部構成を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

本発明の実施の形態1に係るプロペラファンについて説明する。プロペラファンは、空気調和装置などの冷凍サイクル装置、又は換気装置に用いられるものである。図1は、本実施の形態に係るプロペラファン100の構成を示す背面図である。図1に示すように、プロペラファン100は、回転軸R上に設けられ回転軸Rを中心として回転する円筒形状のボス10（軸部の一例）と、ボス10の外周側に設けられた複数の板状の羽根20と、を有している。複数の羽根20は、ボス10を中心として一定の角度間隔で配置されている。プロペラファン100の回転方向は、図1中の矢印で示すように反時計回り方向である。また、図1において、羽根20の手前側の面が負圧面20aとなり、羽根20の奥側の面が圧力面20bとなる。なお、羽根20の枚数は3枚に限られない。また、複数の羽根20は、ボス10を中心として異なる角度間隔で配置されていてもよい。また、ボス10の形状は円筒形状に限られない。

[0010] 羽根20は、前縁21、後縁22、外周縁23及び内周縁24を有している。前縁21は、羽根20の回転方向で前方に位置する縁部である。後縁22は、羽根20の回転方向で後方に位置する縁部である。外周縁23は、羽根20の外周側に位置し、前縁21の外周端と後縁22の外周端との間に設けられた縁部である。内周縁24は、羽根20の内周側に位置し、前縁21の内周端と後縁22の内周端との間に設けられた縁部である。内周縁24は、ボス10の外周面に接続されている。羽根20は、樹脂により形成されている。

- [0011] 羽根20の負圧面20aには、複数の凹部30が形成されている。本実施の形態では、複数の凹部30は、羽根20の負圧面20aのうち内周寄りの部分のみに形成されている。複数の凹部30のそれぞれは、回転軸Rに平行な方向に見たとき、円形又は楕円形の形状を有している。ここで、回転軸Rに平行な方向に見たときの凹部30の形状は、多角形等の他の形状であってもよい。
- [0012] 図2は、図1のI-I断面を示す模式的な断面図である。図2では、回転軸Rを中心とする羽根20の周方向断面を示している。また、図2では、複数の凹部30のうちの3つの凹部30a、30b、30cを示している。図2の上下方向は回転軸Rに平行な方向を表しており、上側は空気の流れて上流側を表しており、下側は空気の流れて下流側を表している。図2の左右方向は回転軸Rを中心とした周方向を表しており、左側は前縁21側を表しており、右側は後縁22側を表している。ここで、凹部30a、30b、30cには回転軸Rを中心とする同一の円筒面が通過しているものの、この円筒面は必ずしも凹部30a、30b、30cの全ての中心部を通過していない。しかしながら、図2では、凹部30a、30b、30cがそれぞれの中心部を通る円筒面で切断されたと仮定した場合の断面形状を示している。
- [0013] 図2に示すように、凹部30a、30b、30cのそれぞれは、負圧面20aに形成されR面取りが施された開口端31と、開口端31から回転軸Rと平行な方向に延びた筒状の内壁面32と、概ね平坦に形成された底面33と、を有している。凹部30a（第1凹部の一例）は、回転軸Rを中心とする同一の円筒面が通過する3つの凹部30a、30b、30cの中で、回転軸Rを中心とする周方向で最も前縁21側に配置されている。本実施の形態では、凹部30aは、1つの羽根20の負圧面20aに形成された全ての凹部30の中でも、周方向で最も前縁21側に配置されている。凹部30bは、凹部30aよりも周方向で後縁22側に配置されている。凹部30c（第2凹部の一例）は、凹部30a及び凹部30bよりも周方向で後縁22側に配置されている。ただし、凹部30a、30b、30cは、必ずしも回転軸

Rを中心とする同一円周上に配置されているとは限らない。羽根20は、前縁21側ほど翼厚が厚くなり後縁22側ほど翼厚が薄くなる翼厚分布を有している。

[0014] 凹部30aの深さはD1である。ここで、凹部30の深さとは、当該凹部30の開口端31の中心部から底面33までの、回転軸Rに平行な方向での距離のことである。凹部30aよりも後縁22側に配置されている凹部30cの深さは、深さD1よりも浅いD2である($D1 > D2$)。本実施の形態では、周方向で前縁21に近い凹部30ほど深さが深く、周方向で後縁22に近い凹部30ほど深さが浅くなっている。

[0015] また、凹部30a、30b、30cのそれぞれにおいて、開口端31の中心部よりも前縁21側での深さをDfとし、開口端31の中心部よりも後縁22側での深さをDrとした場合、深さDfは深さDrよりも深くなっている($Df > Dr$)。

[0016] 凹部30a、30b、30cのそれぞれは、周方向断面において、前縁21側に位置する第1開口端31aと、後縁22側に位置する第2開口端31bと、を有している。第1開口端31aの曲率半径R1は、第2開口端31bの曲率半径R2よりも小さくなっている($0 \leq R1 < R2$)。

[0017] 図3は、図1のIII-III断面を示す模式的な断面図である。図3では、回転軸Rを中心とする羽根20の径方向断面を示している。また、図3では、複数の凹部30のうちの3つの凹部30a、30d、30eを示している。図3の上下方向は回転軸Rに平行な方向を表しており、上側は空気の流れて上流側を表しており、下側は空気の流れて下流側を表している。図3の左右方向は回転軸Rを中心とした径方向を表しており、左側は内周側を表しており、右側は外周側を表している。ここで、凹部30a、30d、30eには回転軸Rを含む同一の平面が通過しているものの、この平面は必ずしも凹部30a、30d、30eの全ての中心部を通過していない。しかしながら、図3では、凹部30a、30d、30eがそれぞれの中心部を通る平面で切断されたと仮定した場合の断面形状を示している。

- [0018] 図3に示すように、外周側に配置されている凹部30eの深さD3は、凹部30eよりも内周側に配置されている凹部30aの深さD1よりも浅くなっている($D3 < D1$)。また、凹部30eの深さD3は、図2に示した凹部30cの深さD2よりも浅くなっている。凹部30eは、境界層剥離が促進されてしまうのを防ぐディンプルとして機能する。回転軸Rに平行な方向に見たとき、外周側の凹部30eの形状及び大きさは、内周側の凹部30aと同じであってもよいし、内周側の凹部30aとは異なってもよい。羽根20は、内周側ほど翼厚が厚くなり外周側ほど翼厚が薄くなる翼厚分布を有している。
- [0019] 以上説明したように、本実施の形態に係るプロペラファン100は、回転軸R上に設けられたボス10と、ボス10の外周側に設けられ、前縁21及び後縁22を有する羽根20と、を備えている。羽根20の負圧面20aには、凹部30aと、回転軸Rを中心とする周方向で凹部30aよりも後縁22側に配置された凹部30cと、を含む複数の凹部30が形成されている。凹部30aの深さD1は、凹部30cの深さD2よりも深い。ここで、ボス10は軸部の一例である。凹部30aは第1凹部の一例である。凹部30cは第2凹部の一例である。
- [0020] この構成によれば、周方向で後縁22側に配置された凹部30cの深さD2を相対的に浅くすることができるため、羽根20の後縁22側で境界層剥離が促進されてしまうのを防ぐことができる。これにより、プロペラファン100の効率を向上させることができる。また、凹部30は肉盗みとしても機能するため、羽根20の強度を維持しつつ羽根20を軽量化することができる。したがって、本実施の形態によれば、プロペラファン100を備えた送風装置の低消費電力化を実現することができる。さらに、凹部30が設けられていることにより、凹部30の底面33と圧力面20bとの間の肉厚を低減することができる。これにより、羽根20を成形する際にヒケの発生を抑えることができるため、羽根20の成形工程でのロバスト性を高めることができる。

[0021] また、本実施の形態に係るプロペラファン１００では、複数の凹部３０のそれぞれにおいて、前縁２１側での深さ D_f は後縁２２側での深さ D_r よりも深い。この構成によれば、負圧面２０ａに沿って前縁２１側から後縁２２側に流れる空気を、凹部３０内に進入させにくくすることができる。また、この構成によれば、空気の一部が凹部３０内に進入したとしても、進入した空気が凹部３０内から後縁２２側に排出されやすくすることができる。したがって、羽根２０の空気抵抗を低減できるため、プロペラファン１００の効率を向上させることができる。

[0022] また、本実施の形態に係るプロペラファン１００において、凹部３０ａは、複数の凹部３０のうち、周方向で最も前縁２１側に配置されている。この構成によれば、羽根２０の後縁２２側で境界層剥離が促進されてしまうのを防ぐ効果を、羽根２０の負圧面２０ａのより広い範囲で得ることができる。

[0023] また、本実施の形態に係るプロペラファン１００では、複数の凹部３０のそれぞれは、周方向の断面において、前縁２１側に位置する第１開口端３１ａと、後縁２２側に位置する第２開口端３１ｂと、を有している。第１開口端３１ａの曲率半径 R_1 は、第２開口端３１ｂの曲率半径 R_2 よりも小さい。この構成によれば、負圧面２０ａに沿って流れる空気の一部が凹部３０内に進入したとしても、進入した空気が凹部３０内から後縁側にさらに排出されやすくすることができる。したがって、プロペラファン１００の効率をさらに向上させることができる。

[0024] 実施の形態２．

本発明の実施の形態２に係るプロペラファンについて説明する。図４は、本実施の形態に係るプロペラファン１００の構成を示す背面図である。なお、実施の形態１と同一の機能及び作用を有する構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略する。図４に示すように、プロペラファン１００は、回転軸 R 上に設けられた円筒状の軸部１１と、軸部１１の外周側に設けられた複数の板状の羽根２０と、複数の羽根２０のうち周方向で隣り合う２つの羽根２０同士を接続する複数の接続部２５と、を有している。

- [0025] 軸部 11 は、負圧面 20a 側及び圧力面 20b 側の双方に、回転軸 R に沿って突出している。複数の接続部 25 のそれぞれは、例えば板状の形状を有しており、軸部 11 の外周側に隣接して設けられている。複数の接続部 25 のそれぞれは、周方向で隣り合う 2 つの羽根 20 のうち、プロペラファン 100 の回転方向で前方に位置する羽根 20 の後縁 22 と、同回転方向で後方に位置する羽根 20 の前縁 21 と、を滑らかに接続している。また、複数の接続部 25 のそれぞれは、周方向で隣り合う 2 つの羽根 20 の負圧面 20a 同士を滑らかに接続するとともに、周方向で隣り合う 2 つの羽根 20 の圧力面 20b 同士を滑らかに接続している。
- [0026] プロペラファン 100 は、ボス 10 を備えないいわゆるボスレス型のプロペラファンである。軸部 11、複数の羽根 20 及び複数の接続部 25 は、樹脂により一体成形されている。すなわち、軸部 11、複数の羽根 20 及び複数の接続部 25 は、一体翼を構成している。プロペラファン 100 の回転方向は、図 4 中の矢印で示すように反時計回り方向である。
- [0027] 羽根 20 の負圧面 20a には、複数の凹部 30 が形成されている。本実施の形態では、複数の凹部 30 は、羽根 20 の負圧面 20a のうち内周寄りの部分のみに形成されている。接続部 25 は、羽根 20 に形成されている複数の凹部 30 のうちの少なくとも 1 つよりも内周側に位置している。それにも関わらず、接続部 25 の上流側の表面（図 3 中で手前側の表面）には、凹部 30 が形成されていない。
- [0028] 以上説明したように、本実施の形態に係るプロペラファン 100 は、軸部 11 の外周側に設けられた複数の羽根 20 と、軸部 11 に隣接して設けられ、複数の羽根 20 のうち周方向で隣り合う 2 つの羽根 20 同士を接続する接続部 25 と、を備えている。この構成によれば、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られる。
- [0029] また、本実施の形態に係るプロペラファン 100 において、接続部 25 の上流側の表面には、凹部 30 が形成されていない。接続部 25 の上流側の表面は必ずしも負圧面ではないため、凹部 30 が形成されていると羽根 20 の

空気抵抗が増加してしまう場合がある。本実施の形態では、接続部 25 に凹部 30 が形成されていないため、プロペラファン 100 の効率低下を防ぐことができる。

[0030] 実施の形態 3.

本発明の実施の形態 3 に係るプロペラファン及び送風装置について説明する。図 5 は、本実施の形態に係る送風装置 200 の要部構成を示す正面図である。図 6 は、本実施の形態に係る送風装置 200 の要部構成を示す背面図である。図 5 では、プロペラファン 100 の圧力面 20b 側から見た送風装置 200 の構成を示している。図 6 では、プロペラファン 100 の負圧面 20a 側から見た送風装置 200 の構成を示している。図 5 及び図 6 における上下方向は、鉛直上下方向を表している。なお、図 6 では、プロペラファン 100 の羽根 20 の負圧面 20a に形成された凹部 30 の図示を省略している。凹部 30 については、図 7 を用いて後述する。

[0031] 図 5 及び図 6 に示すように、送風装置 200 は、プロペラファン 100 と、プロペラファン 100 を駆動するファンモータ 110 と、ファンモータ 110 を支持する支持部材 120 と、を有している。支持部材 120 は、ファンモータ 110 を固定するモータ固定部 121 と、モータ固定部 121 を支持する支持部 122 と、を有している。支持部材 120 は、不図示の筐体に対して固定されている。

[0032] プロペラファン 100 の軸部 11 は、回転軸 R 上に配置されたファンモータ 110 の出力軸に接続されている。ファンモータ 110 は、ねじ等の締結部材 123 を用いて、モータ固定部 121 に固定されている。

[0033] 支持部材 120 のモータ固定部 121 は、上下方向に長い長方形の枠状の形状を有している。モータ固定部 121 は、板状の形状を有していてもよい。図 5 及び図 6 では、モータ固定部 121 の外形線を太破線で示している。回転軸 R に平行な方向に見ると、モータ固定部 121 の外形線は、ファンモータ 110 を囲んでファンモータ 110 の外側に配置されているか、又はファンモータ 110 の一部と重なって配置されている。また、回転軸 R に平

行な方向に見ると、モータ固定部 121 の外形線は、羽根 20 の外周縁 23 の回転軌跡よりも内周側に配置されている。図 6 では、回転軸 R に平行な方向に見たとき、回転軸 R を中心としてモータ固定部 121 の全体を囲む最小の円 C1 を二点鎖線で示している。円 C1 は、羽根 20 の外周縁 23 の回転軌跡よりも内周側に配置されている。モータ固定部 121 は、回転軸 R に平行な方向に見て、プロペラファン 100 のうち空気力学的な仕事が行われない領域と重なるように配置されている。すなわち、プロペラファン 100 において円 C1 よりも内周側の領域は、空気力学的な仕事が行われない領域となる。

[0034] 支持部材 120 の支持部 122 は、モータ固定部 121 から上方に向かって互いに並列して延伸した 2 本の上部支持部 122a と、モータ固定部 121 から下方に向かって互いに並列して延伸した 2 本の下部支持部 122b と、によって構成されている。上部支持部 122a 及び下部支持部 122b はいずれも、概ねモータ固定部 121 の長辺の延長線上に配置されている。

[0035] プロペラファン 100 において、羽根 20 の圧力面 20b 上及び接続部 25 の下流側の表面上には、回転軸 R に沿う方向に突出した複数のリブ 26 が形成されている。複数のリブ 26 のそれぞれは、軸部 11 の外周部から径方向外側に向かって延伸している。また、複数のリブ 26 のそれぞれは、回転方向前方側に凸となるように湾曲したターボ翼状の形状を有している。複数のリブ 26 は、プロペラファン 100 の軸部 11、複数の羽根 20 及び複数の接続部 25 を構造的に補強する機能を有している。本実施の形態におけるリブ 26 の個数は、羽根 20 の枚数の 2 倍となる 6 個である。すなわち、1 枚の羽根 20 当たり 2 個のリブ 26 が設けられている。少なくとも 1 つのリブ 26 は、接続部 25 と羽根 20 とに跨がって形成されている。複数のリブ 26 のそれぞれの径方向外側の端部 26a は、円 C1 よりも内周側に配置されている。つまり、複数のリブ 26 は、円 C1 よりも内周側に配置されている。

[0036] 図 7 は、本実施の形態に係るプロペラファン 100 の構成を示す背面図で

ある。図7に示すように、複数の凹部30は、羽根20の負圧面20aのうち、円C1よりも内周側のみに形成されている。円C1よりも内周側における負圧面20aの翼面形状は、プロペラファン100の空気力学特性にほとんど影響を及ぼさない。このため、複数の凹部30は、肉盗みとしての機能を重視した深さに形成される。接続部25は、円C1よりも内周側に位置している。それに関わらず、接続部25の上流側の表面（図7中で手前側の表面）には、凹部30が形成されていない。

[0037] 以上説明したように、本実施の形態に係る送風装置200は、プロペラファン100と、プロペラファン100を駆動するファンモータ110と、ファンモータ110を固定するモータ固定部121とモータ固定部121を支持する支持部122とを有する支持部材120と、を備えている。複数の凹部30は、回転軸Rに平行な方向に見たとき、回転軸Rを中心としてモータ固定部121を囲む最小の円C1よりも内周側のみに形成されている。この構成によれば、複数の凹部30は、空気力学的な仕事がさほど行われない領域のみに形成される。これにより、複数の凹部30の深さをより深くすることができ、プロペラファン100の効率を維持しつつ、羽根20をより軽量化することができる。したがって、本実施の形態によれば、送風装置200の性能を維持しつつ、送風装置200の低消費電力化を実現することができる。

[0038] 実施の形態4.

本発明の実施の形態4に係る冷凍サイクル装置について説明する。図8は、本実施の形態に係る冷凍サイクル装置300の構成を示す冷媒回路図である。本実施の形態では冷凍サイクル装置300として空気調和装置を例示しているが、本実施の形態の冷凍サイクル装置は、冷凍機又は給湯装置などにも適用できる。

[0039] 図8に示すように、冷凍サイクル装置300は、圧縮機301、四方弁302、熱源側熱交換器303、減圧装置304及び負荷側熱交換器305が冷媒配管を介して環状に接続された冷媒回路306を有している。また、冷

凍サイクル装置３００は、室外機３１０及び室内機３１１を有している。室外機３１０には、圧縮機３０１、四方弁３０２、熱源側熱交換器３０３及び減圧装置３０４と、熱源側熱交換器３０３に室外空気を供給する送風装置２００と、が收容されている。室内機３１１には、負荷側熱交換器３０５と、負荷側熱交換器３０５に空気を供給する送風装置３０９と、が收容されている。室外機３１０と室内機３１１との間は、冷媒配管の一部である２本の延長配管３０７、３０８を介して接続されている。

[0040] 圧縮機３０１は、吸入した冷媒を圧縮して吐出する流体機械である。四方弁３０２は、不図示の制御装置の制御により、冷房運転時と暖房運転時とで冷媒の流路を切り替える装置である。熱源側熱交換器３０３は、内部を流通する冷媒と、送風装置２００により供給される室外空気と、の熱交換を行う熱交換器である。熱源側熱交換器３０３は、冷房運転時には凝縮器として機能し、暖房運転時には蒸発器として機能する。減圧装置３０４は、冷媒を減圧させる装置である。減圧装置３０４としては、制御装置の制御により開度が調節される電子膨張弁を用いることができる。負荷側熱交換器３０５は、内部を流通する冷媒と、送風装置３０９により供給される空気と、の熱交換を行う熱交換器である。負荷側熱交換器３０５は、冷房運転時には蒸発器として機能し、暖房運転時には凝縮器として機能する。

[0041] 図９は、本実施の形態に係る冷凍サイクル装置３００の室外機３１０の内部構成を示す斜視図である。図９に示すように、室外機３１０の筐体内部は、機械室３１２と送風機室３１３とに仕切られている。機械室３１２には、圧縮機３０１及び冷媒配管３１４等が收容されている。機械室３１２の上部には、基板箱３１５が設けられている。基板箱３１５には、制御装置を構成する制御基板３１６が收容されている。送風機室３１３には、プロペラファン１００を備える送風装置２００と、送風装置２００によって室外空気が供給される熱源側熱交換器３０３と、が收容されている。プロペラファン１００及びそれを駆動するファンモータ１１０（図９では図示せず）は、支持部材１２０によって支持されている。送風装置２００としては、上記実施の形

態3の送風装置200、あるいは、上記実施の形態1又は2のプロペラファン100を備えた別の送風装置を用いることができる。

[0042] 以上説明したように、本実施の形態に係る冷凍サイクル装置300は、上記実施の形態1若しくは2のプロペラファン100、又は上記実施の形態3の送風装置200を備えている。本実施の形態によれば、上記実施の形態1～3のいずれかと同様の効果を得ることができる。

[0043] 上記の各実施の形態は、互いに組み合わせて実施することが可能である。

符号の説明

[0044] 10 ボス、11 軸部、20 羽根、20a 負圧面、20b 圧力面、21 前縁、22 後縁、23 外周縁、24 内周縁、25 接続部、26 リブ、26a 端部、30、30a、30b、30c、30d、30e 凹部、31 開口端、31a 第1開口端、31b 第2開口端、32 内壁面、33 底面、100 プロペラファン、110 ファンモータ、120 支持部材、121 モータ固定部、122 支持部、122a 上部支持部、122b 下部支持部、123 締結部材、200 送風装置、300 冷凍サイクル装置、301 圧縮機、302 四方弁、303 熱源側熱交換器、304 減圧装置、305 負荷側熱交換器、306 冷媒回路、307、308 延長配管、309 送風装置、310 室外機、311 室内機、312 機械室、313 送風機室、314 冷媒配管、315 基板箱、316 制御基板、C1 円、R 回転軸。