

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7697401号
(P7697401)

(45)発行日 令和7年6月24日(2025.6.24)

(24)登録日 令和7年6月16日(2025.6.16)

(51)国際特許分類 F I
F 0 4 D 29/30 (2006.01) F 0 4 D 29/30 C
F 0 4 D 29/30 F

請求項の数 7 (全20頁)

(21)出願番号	特願2022-70248(P2022-70248)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22)出願日	令和4年4月21日(2022.4.21)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65)公開番号	特開2023-160126(P2023-160126 A)	(74)代理人	110001128 弁理士法人ゆうあい特許事務所
(43)公開日	令和5年11月2日(2023.11.2)	(72)発明者	深田 麻里 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
審査請求日	令和6年5月29日(2024.5.29)	(72)発明者	山岡 潤 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
		審査官	大瀬 円

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 送風機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

送風機であって、
シャフト(2)と、
前記シャフトに対して連結される遠心ファン(10)と、を備え、
前記遠心ファンは、
前記シャフトの軸心(CL)のまわり配置された複数の翼(20)と、
前記複数の翼のそれぞれにおける前記シャフトの軸方向の一方側に位置する第1翼端部(21)に連結され、空気が吸い込まれる吸気孔(41)が形成されたシュラウド(40)と、
前記複数の翼のそれぞれにおける前記軸方向の他方側に位置する第2翼端部(22)に連結される主板(50)と、を含んでおり、
前記複数の翼は、内周部分を構成する前縁部(23)および外周部分を構成する後縁部(24)を有し、
前記前縁部を前記前縁部に沿った長さが等しくなるように所定数に分割するとともに、前記後縁部を前記後縁部に沿った長さが等しくなるように前記所定数に分割し、さらに、前記前縁部および前記後縁部の間を等分割した位置にある1つ以上の中間部(25、26、27)を前記中間部に沿った長さが等しくなるように前記所定数に分割し、前記前縁部、前記後縁部、前記中間部それぞれにおける複数の分割点のうち、前記第1翼端部および前記第2翼端部の一方側から数えた際に同一番となるもの同士を結んだ線を仮想流線(I

L)としたとき、

前記複数の翼のうち、前記仮想流線上において前記後縁部よりも前記前縁部の近くにある空気流入部位(28)の負圧面(20B)には、隣接する前記翼の正圧面(20A)に近づくように突き出る凸部(30)が設けられ、

前記空気流入部位の正圧面は、少なくとも一部が前記主板に近づくにともなって前記遠心ファンの回転方向の前方側に位置するように傾斜しており、

前記負圧面は、前記凸部が設けられた部位と前記凸部よりも空気流れ上流側の部位とが連続的に連なるように、前記凸部が設けられた部位と前記凸部よりも空気流れ上流側の部位との接続部分が曲面になっている、送風機。

【請求項2】

前記空気流入部位の正圧面は、前記主板に近い側の少なくとも一部が前記主板に近づくにともなって前記回転方向の前方側に位置するように傾斜し、前記シュラウドに近い側の少なくとも一部が前記シュラウドに近づくにともなって前記回転方向の前方側に位置するように傾斜している、請求項1に記載の送風機。

【請求項3】

前記空気流入部位の正圧面における前記主板に近い側のうち、最も前記回転方向の前方側に位置する点と最も前記回転方向の後方側に位置する点と結んだ線を主板側基準線(Lm)とし、前記空気流入部位の正圧面における前記シュラウドに近い側のうち、最も前記回転方向の前方側に位置する点と最も前記回転方向の後方側に位置する点とを結んだ線をシュラウド側基準線(Ls)としたとき、

前記主板側基準線と前記軸心に沿う平面とのなす角度(m)が、前記シュラウド側基準線と前記軸心に沿う平面とのなす角度(s)よりも小さい、請求項2に記載の送風機。

【請求項4】

前記空気流入部位の正圧面は、前記主板に近い側の少なくとも一部が前記主板から離れるにともなって前記回転方向の前方側への傾斜が小さくなるように変化しており、

前記主板に近い側での前記翼の正圧面における前記回転方向の前方側への傾斜がなくなる位置は、前記仮想流線上において前記前縁部に近く、且つ、前記負圧面における前記凸部が設けられた部位において前記回転方向に沿う前記翼の板厚が最大となる位置よりも前記軸心から離れている、請求項1ないし3のいずれか1つに記載の送風機。

【請求項5】

前記空気流入部位の正圧面は、前記主板に近い側の少なくとも一部が前記前縁部から離れるにともなって前記回転方向の前方側への傾斜が小さくなるように変化しており、

前記主板に近い側での前記翼の正圧面における前記回転方向の前方側への傾斜がなくなる位置は、前記第2翼端部における翼弦長さの中間となる位置に対して前記前縁部に近い、請求項4に記載の送風機。

【請求項6】

前記空気流入部位の正圧面は、前記前縁部から離れるにともなって前記回転方向の前方側への傾斜が小さくなるように変化しており、

前記負圧面における前記凸部が設けられた部位において前記回転方向に沿う前記翼の板厚が最大となる前記軸方向の位置は、前記主板に近い側での前記翼の正圧面における前記回転方向の前方側への傾斜が最大となる部位において前記回転方向の前方側へ傾斜し始める前記軸方向の位置に対して前記主板に近い、請求項1ないし3のいずれか1つに記載の送風機。

【請求項7】

前記仮想流線のうち前記軸方向の両端側にあるものから等距離にある仮想線を中間仮想流線としたとき、

前記負圧面における前記凸部が設けられた部位において前記回転方向に沿う前記翼の板厚が最大となる前記軸方向の位置は、前記中間仮想流線に対して前記主板に近い、請求項6に記載の送風機。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本開示は、送風機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、送風機として、複数の翼の前縁部側におけるシュラウドリング付近の部位を主板付近の部位よりも回転方向の前方に傾けることで、シュラウドリング付近での空気流れの剥離を抑えるものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【文献】特許第6593538号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記の従来技術の送風機では、複数の翼の前縁部付近において、翼の負圧面側における気流の流速が正圧面側における気流の流速に比べて速くなる傾向がある。このような流速分布は、圧力損失の増加および騒音悪化の要因となることから好ましくない。このことは、本発明者らの鋭意検討の末に見いだされた。

【0005】

20

本開示は、翼の前縁部付近における流速分布を抑制可能な送風機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】

請求項1に記載の発明は、

送風機であって、

シャフト(2)と、

シャフトに対して連結される遠心ファン(10)と、を備え、

遠心ファンは、

シャフトの軸心(CL)のまわり配置された複数の翼(20)と、

30

複数の翼のそれぞれにおけるシャフトの軸方向の一方側に位置する第1翼端部(21)に連結され、空気が吸い込まれる吸気孔(41)が形成されたシュラウド(40)と、

複数の翼のそれぞれにおける軸方向の他方側に位置する第2翼端部(22)に連結される主板(50)と、を含んでおり、

複数の翼は、内周部分を構成する前縁部(23)および外周部分を構成する後縁部(24)を有し、

前縁部を前縁部に沿った長さが等しくなるように所定数に分割するとともに、後縁部を後縁部に沿った長さが等しくなるように所定数に分割し、さらに、前縁部および後縁部の間を等分割した位置にある1つ以上の中間部(25、26、27)を中間部に沿った長さが等しくなるように所定数に分割し、前縁部、後縁部、中間部それぞれにおける複数の分割点のうち、第1翼端部および第2翼端部の一方側から数えた際に同一番となるもの同士を結んだ線を仮想流線(IL)としたとき、

40

複数の翼のうち、仮想流線上において後縁部よりも前縁部の近くにある空気流入部位(28)の負圧面(20B)には、隣接する翼の正圧面(20A)に近づくように突き出る凸部(30)が設けられ、

空気流入部位の正圧面は、少なくとも一部が主板に近づくにともなって回転方向の前方側に位置するように傾斜しており、

負圧面は、凸部が設けられた部位と凸部よりも空気流れ上流側の部位とが連続的に連なるように、凸部が設けられた部位と凸部よりも空気流れ上流側の部位との接続部分が曲面になっている。

50

【 0 0 0 7 】

これによると、翼の負圧面に設けられた凸部によって翼の負圧面に沿って流れる気流の一部に対して負圧面から離れる向きに力が作用することで、正圧面側へ気流が流れ易くなる。このため、負圧面側の気流の流速と正圧面側の気流の流速との差が小さくなり、翼の前縁部付近における流速分布を抑制することができる。

【 0 0 0 8 】

ここで、翼の正圧面では、翼間に形成される流路の曲がりによる遠心力の影響を受け、正圧面の速度境界層との釣り合いの関係で渦が生じる。この渦は、本案の如く、正圧面側に気流の流速が速いと増加し易い傾向がある。

【 0 0 0 9 】

これに対して、本開示の送風機は、空気流入部位の正圧面における少なくとも一部が主板に近づくとともに回転方向の前方側に位置するように傾斜している。これによると、翼の正圧面側における渦の発生または発達を抑える向きに力が作用し易くなり、正圧面側の渦による不具合を抑制することができる。

10

【 0 0 1 0 】

したがって、本開示の送風機では、翼の前縁部付近における流速分布を抑制して、当該流速分布に起因する圧力損失の増加および騒音悪化といった不具合を抑制することができる。

【 0 0 1 1 】

なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等との対応関係の一例を示すものである。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 実施形態に係る送風機の模式的な平面図である。

【 図 2 】 図 1 の I I - I I 断面図である。

【 図 3 】 仮想流線を説明するための説明図である。

【 図 4 】 比較例となる送風機の遠心ファンの翼形状を説明するための説明図である。

【 図 5 】 比較例となる送風機の遠心ファンにおける前縁部付近の流速分布を説明するための説明図である。

【 図 6 】 実施形態に係る送風機の遠心ファンの翼形状を説明するための説明図である。

30

【 図 7 】 図 3 の V I I - V I I 断面図である。

【 図 8 】 図 3 の V I I I - V I I I 断面図である。

【 図 9 】 図 3 の I X - I X 断面図である。

【 図 1 0 】 図 3 の X - X 断面図である。

【 図 1 1 】 実施形態に係る送風機の遠心ファンにおける代表的な翼の模式的な断面図である。

【 図 1 2 】 図 1 1 の X I I - X I I 断面図である。

【 図 1 3 】 図 1 1 の X I I I - X I I I 断面図である。

【 図 1 4 】 図 1 1 の X I V - X I V 断面図である。

【 図 1 5 】 図 1 1 の X V - X V 断面図である。

40

【 図 1 6 】 実施形態に係る送風機の遠心ファンの翼に沿う気流を説明するための説明図である。

【 図 1 7 】 実施形態に係る送風機の遠心ファンにおける前縁部付近の流速分布を説明するための説明図である。

【 図 1 8 】 翼の正圧面側における渦の抑制効果を説明するための説明図である。

【 図 1 9 】 圧力損失の低減効果を説明するための説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

本開示の一実施形態について図 1 ~ 図 1 9 に基づいて説明する。図 1、図 2 に示す送風機 1 は、例えば、室内の空調装置に適用される。送風機 1 は、図示しないケーシング、シ

50

シャフト 2、電動モータ 3、遠心ファン 10 を備える。

【0014】

ケーシングは、送風機 1 の筐体である。ケーシングは、シャフト 2、電動モータ 3、遠心ファン 10 等を送風機 1 の外部の塵および汚れから保護する。ケーシングの内側には、シャフト 2、電動モータ 3、遠心ファン 10 が収容されている。ケーシングには、空気の吸込口および吹出口が設けられている。

【0015】

シャフト 2 は、送風機 1 における回転軸である。シャフト 2 は、円柱形状の棒材である。シャフト 2 は、鉄、ステンレス、または黄銅等の金属で構成されている。図 2 等では、シャフト 2 の軸心 C L に沿う方向を軸方向 D a x、シャフト 2 の軸心 C L から遠ざかる方向を径方向 D r d、シャフト 2 および遠心ファン 10 が回転する方向を回転方向 D r t として図示している。

10

【0016】

電動モータ 3 は、送風機 1 における駆動部である。電動モータ 3 は、通電されることにより、シャフト 2 および遠心ファン 10 をシャフト 2 の軸心 C L を中心に回転させる。電動モータ 3 は、例えば、アウターロータ型ブラシレス D C モータである。

【0017】

遠心ファン 10 は、送風機 1 に適用されるインペラである。遠心ファン 10 は、シャフト 2 に連結されている。遠心ファン 10 は、通電によって電動モータ 3 が駆動されると、シャフト 2 の軸心 C L を中心にシャフト 2 と一体的に回転する。

20

【0018】

遠心ファン 10 は、シャフト 2 の軸心 C L のまわり配置された複数の翼 20 と、複数の翼 20 のそれぞれにおける軸方向 D a x の一方側に接続されたシュラウド 40 と、複数の翼 20 のそれぞれにおける軸方向 D a x の他方側に接続された主板 50 と、を含んでいる。

【0019】

複数の翼 20 は、シャフト 2 の回転方向 D r t に間隔をあけて配置されている。複数の翼 20 は、それぞれが同じ形状になっている。複数の翼 20 は、それぞれ軸方向 D a x の一方側の端となる第 1 翼端部 21 と軸方向 D a x の他方側の端となる第 2 翼端部 22 とを有している。

【0020】

複数の翼 20 は、それぞれの内周部分を構成する前縁部 23 および外周部分を構成する後縁部 24 を有する。前縁部 23 は、軸方向 D a x の一方側から他方側に向かって軸心 C L からの距離が小さくなっている。具体的には、前縁部 23 は、軸方向 D a x の一方側から他方側に向かうにつれて軸心 C L とのなす角度が小さくなるように湾曲している。後縁部 24 は、軸心 C L に沿って延びている。

30

【0021】

複数の翼 20 は、翼形状を構成する正圧面 20 A および負圧面 20 B を有している。正圧面 20 A は、回転方向 D r t の前方側に位置する第 1 翼面である。負圧面 20 B は、回転方向 D r t の後方側に位置する第 2 翼面である。そして、複数の翼 20 は、互いに隣り合う翼 20 同士の間隙に空気が流れる翼間流路 29 が形成されている。

40

【0022】

シュラウド 40 は、径方向 D r d へ広がる円環形状を有する。シュラウド 40 は、複数の翼 20 の第 1 翼端部 21 に連結されている。シュラウド 40 は、その内周側に空気が吸い込まれる吸気孔 41 が形成されている。

【0023】

シュラウド 40 は、内周部分を構成する内周端部 42 と、外周部分を構成する外周端部 43 とを有している。シュラウド 40 の内周端部 42 は、吸気孔 41 を形成している。シュラウド 40 は、吸気孔 41 に空気が流入し易いように、内周端部 42 側が軸方向 D a x に沿って上向きに突き出ている。また、シュラウド 40 は、外周端部 43 側が軸方向 D a x に交差する方向に延びている。

50

【 0 0 2 4 】

主板 5 0 は、径方向 D r d へ広がる円盤形状を有する。主板 5 0 は、その内周側が、図示しないキャップによってシャフト 2 に連結されている。主板 5 0 は、複数の翼 2 0 の第 2 翼端部 2 2 に連結されている。主板 5 0 は、軸方向 D a x に交差する方向に延びている。

【 0 0 2 5 】

本実施形態の遠心ファン 1 0 は、軸方向 D a x の両側がシュラウド 4 0 および主板 5 0 で覆われたクロードファンとして構成されている。遠心ファン 1 0 は、複数の翼 2 0 、シュラウド 4 0 、主板 5 0 が、射出成形等によって一体の構造物として形成されていてもよいし、別体で構成される複数の翼 2 0 、シュラウド 4 0 、および主板 5 0 が接着等によって接合されることで形成されていてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

本実施形態の遠心ファン 1 0 は、ターボファンであって、翼 2 0 の後縁部 2 4 側の部位がシャフト 2 の回転方向 D r t とは逆向きに傾いている。遠心ファン 1 0 は、シャフト 2 の軸心 C L を中心に回転すると、軸方向 D a x の一方側から空気を吸い込む。そして、遠心ファン 1 0 は、軸方向 D a x の一方側から吸い込んだ空気をシャフト 2 の軸心 C L から遠ざかる方向（すなわち、径方向 D r d ）に吹き出す。遠心ファン 1 0 には、軸方向 D a x の一方側から吸い込んだ空気をシャフト 2 の軸心 C L に対して傾いた方向に吹き出す斜流ファンが含まれる。遠心ファン 1 0 は、例えば、図 3 に示す仮想流線 I L 1 ~ I L 4 に沿って流れる。以下、仮想流線 I L 1 ~ I L 4 について図 3 を参照しつつ説明する。

【 0 0 2 7 】

仮想流線 I L 1 ~ I L 4 は、前縁部 2 3 に設定した複数の分割点 X a 、後縁部 2 4 に設定した複数の分割点 X b 、前縁部 2 3 と後縁部 2 4 との間の複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 に設定した複数の分割点 X c 、X d 、X e を所定の順序で結んだ線である。

20

【 0 0 2 8 】

前縁部 2 3 に設けた複数の分割点 X a は、前縁部 2 3 を前縁部 2 3 に沿った長さが等しくなるように所定数に分割したものである。図 3 では、前縁部 2 3 を 4 つの分割点 X a 1 ~ X a 4 で 3 つに分割したものを図示しているが、前縁部 2 3 を分割する数は、図 3 に示しているものとは異なってもよい。

【 0 0 2 9 】

後縁部 2 4 に設けた複数の分割点 X b は、後縁部 2 4 を後縁部 2 4 に沿った長さが等しくなるように所定数に分割したものである。図 3 では、後縁部 2 4 を 4 つの分割点 X b 1 ~ X b 4 で 3 つに分割したものを図示しているが、後縁部 2 4 を分割する数は、図 3 に示しているものとは異なってもよい。なお、後縁部 2 4 を分割する数は、前縁部 2 3 を分割する数と同じ数にする必要がある。

30

【 0 0 3 0 】

複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 は、複数の翼 2 0 それぞれにおいて、前縁部 2 3 および後縁部 2 4 の間を等分割した位置にある部位である。そして、複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 に設けた複数の分割点 X c 、X d 、X e は、複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 を複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 に沿った長さが等しくなるように所定数に分割したものである。図 3 では、複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 を 4 つの分割点 X c 1 ~ X c 4 、X d 1 ~ X d 4 、X e 1 ~ X e 4 で 3 つに分割したものを図示しているが、複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 を分割する数は、図 3 に示しているものとは異なってもよい。なお、複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 を分割する数は、前縁部 2 3 および後縁部 2 4 を分割する数と同じ数にする必要がある。

40

【 0 0 3 1 】

本実施形態では、前縁部 2 3 、後縁部 2 4 、複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 それぞれに設定した複数の分割点 X a 、X b 、X c 、X d 、X e のうち、第 1 翼端部 2 1 側から数えた際に同一番となるもの同士を結んだ線を仮想流線 I L 1 ~ I L 4 としている。なお、前縁部 2 3 、後縁部 2 4 、複数の中間部 2 5 、2 6 、2 7 それぞれに設定した複数の分割点 X a 、X b 、X c 、X d 、X e のうち、第 2 翼端部 2 2 側から数えた際に同一番となるも

50

の同士を結んだ線を仮想流線 I L 1 ~ I L 4 としてもよい。

【 0 0 3 2 】

ここで、図 4 は、本実施形態の比較例となる送風機 C E の遠心ファン C F の翼形状を説明するための説明図である。図 4 では、シュラウド 4 0 を取り除いた状態の遠心ファン C F の平面を図示している。なお、図 4 では、比較例の遠心ファン C F において本実施形態の遠心ファン 1 0 と対応する部位に対して同一の符号を付している。

【 0 0 3 3 】

図 4 に示すように、遠心ファン C F の複数の翼 2 0 は、正圧面 2 0 A および負圧面 2 0 B が湾曲している。遠心ファン C F は、シャフト 2 の軸心 C L を中心に回転すると、互いに隣り合う翼 2 0 同士の間形成される翼間流路 2 9 を空気が流れる。この際、複数の翼 2 0 の前縁部 2 3 付近では、図 5 に示すように、翼 2 0 の負圧面 2 0 B 側における気流の流速が翼 2 0 の正圧面 2 0 A 側における気流の流速に比べて速くなる傾向がある。このような流速分布は、圧力損失の増加および騒音悪化の要因となることから好ましくない。

10

【 0 0 3 4 】

このことを考慮し、本実施形態の遠心ファン 1 0 は、図 6 に示すように、複数の翼 2 0 のうち、前縁部 2 3 の近くにある空気流入部位 2 8 の負圧面 2 0 B に対して、隣接する翼 2 0 の正圧面 2 0 A に近づくように突き出る凸部 3 0 が設けられている。

【 0 0 3 5 】

空気流入部位 2 8 は、仮想流線 I L 上において後縁部 2 4 よりも前縁部 2 3 に近い部位である。具体的には、空気流入部位 2 8 は、翼 2 0 において、複数の中間部 2 5、2 6、2 7 の中央にある中間部 2 6 よりも軸心 C L に近い部位である。

20

【 0 0 3 6 】

凸部 3 0 は、翼 2 0 の負圧面 2 0 B に沿う気流の向きを隣接する翼 2 0 の正圧面 2 0 A に向かう方向に転向させるものである。図 7、図 8、図 9 に示すように、凸部 3 0 は、空気流入部位 2 8 のうち、前縁部 2 3 よりも空気流れ下流側に設けられている。凸部 3 0 は、前縁部 2 3 に近い空気流れ上流側の第 1 部位 3 1 が正圧面 2 0 A に近づくように負圧面 2 0 B に対して傾斜し、前縁部 2 3 から離れた空気流れ下流側の第 2 部位 3 2 が正圧面 2 0 A から離れるように負圧面 2 0 B に対して傾斜している。凸部 3 0 は、負圧面 2 0 B と第 1 部位 3 1 との接続部分および第 2 部位 3 2 と負圧面 2 0 B との接続部分に段差や角が形成されないように、負圧面 2 0 B との接続部分が曲面になっている。

30

【 0 0 3 7 】

このように構成される翼 2 0 は、凸部 3 0 の第 1 部位 3 1 と前縁部 2 3 付近の負圧面 2 0 B とが交差する部位が窪んだ形状になっていることで、負圧面 2 0 B に沿う気流の向きが正圧面 2 0 A に向かう方向に転向される。

【 0 0 3 8 】

負圧面 2 0 B に沿う気流の向きを正圧面 2 0 A に向かう方向に適切に転向させるためには、凸部 3 0 を含む部位での板厚は、正圧面 2 0 A の最小内径位置での板厚に対して、最大で 1 . 5 倍以上となっていることが望ましい。なお、本実施形態では、軸心 C L を中心として所定の半径を有する仮想円と正圧面 2 0 A との交点および当該仮想円と負圧面 2 0 B の交点同士を結んだ線分の長さを翼 2 0 の板厚としている。

40

【 0 0 3 9 】

凸部 3 0 は、負圧面 2 0 B のうち、仮想流線 I L 2 から仮想流線 I L 4 までの区間に設けられている。具体的には、凸部 3 0 は、図 7、図 8 に示すように、空気流入部位 2 8 における軸方向 D a x の一方側の第 1 翼端部 2 1 付近には設けられていない。凸部 3 0 は、図 9 に示すように、空気流入部位 2 8 における軸方向 D a x の他方側の第 2 翼端部 2 2 付近に設けられている。

【 0 0 4 0 】

ここで、仮想流線 I L 1 ~ I L 4 のうち、軸方向 D a x の両端側にあるものから等距離にある仮想線を中間仮想流線 I L 5 としたとする。このとき、負圧面 2 0 B における凸部 3 0 が設けられた部位において回転方向 D r t に沿う翼 2 0 の板厚が最大となる軸方向 D

50

a x の位置は、中間仮想流線 I L 5 に対して主板 5 0 に近い。例えば、凸部 3 0 は、第 1 部位 3 1 と第 2 部位 3 2 との間の頂部位 3 3 が中間仮想流線 I L 5 よりも主板 5 0 に近い位置に設定されている。

【 0 0 4 1 】

凸部 3 0 の突出高さは、凸部 3 0 が設けられていない部分における隣り合う翼 2 0 同士の間隔に対して小さくなっている。凸部 3 0 の突出高さは、例えば、凸部 3 0 が設けられていない部分における隣り合う翼 2 0 同士の間隔の半分以下の大きさとされている。

【 0 0 4 2 】

ところで、翼 2 0 の正圧面 2 0 A では、翼間流路 2 9 の曲がりによる遠心力の影響を受け、正圧面 2 0 A の速度境界層との釣り合いの関係で渦 V t が生じる。この渦 V t は、本案の如く、負圧面 2 0 B 側に設けた凸部 3 0 によって正圧面 2 0 A 側の気流の流速が大きくなる構成において顕著となる。

10

【 0 0 4 3 】

これに対して、本実施形態の遠心ファン 1 0 は、空気流入部位 2 8 の正圧面 2 0 A における一部が主板 5 0 に近づくとともに回転方向 D r t の前方側に位置するように傾斜している。

【 0 0 4 4 】

具体的には、図 1 0 に示すように、空気流入部位 2 8 の正圧面 2 0 A は、主板 5 0 に近い側の少なくとも一部が主板 5 0 に近づくとともに回転方向 D r t の前方側に位置するように傾斜している。すなわち、空気流入部位 2 8 の正圧面 2 0 A は、主板 5 0 付近の翼下部分 2 8 B が主板 5 0 に近づくとともに回転方向 D r t に進んだ位置に位置するように傾斜している。

20

【 0 0 4 5 】

また、空気流入部位 2 8 の正圧面 2 0 A は、シュラウド 4 0 に近い側の少なくとも一部がシュラウド 4 0 に近づくとともに回転方向 D r t の前方側に位置するように傾斜している。すなわち、空気流入部位 2 8 の正圧面 2 0 A は、シュラウド 4 0 付近の翼上部分 2 8 A がシュラウド 4 0 に近づくとともに回転方向 D r t に進んだ位置に位置するように傾斜している。

【 0 0 4 6 】

ここで、本実施形態では、空気流入部位 2 8 の翼上部分 2 8 A のうち、最も回転方向 D r t の前方側に位置する点 P 1 と最も回転方向 D r t の後方側に位置する点 P 2 と結んだ線を主板側基準線 L m とする。また、本実施形態では、空気流入部位 2 8 の翼下部分 2 8 B のうち、最も回転方向 D r t の前方側に位置する点 P 3 と最も回転方向 D r t の後方側に位置する点 P 2 と結んだ線をシュラウド側基準線 L s とする。

30

【 0 0 4 7 】

主板側基準線 L m およびシュラウド側基準線 L s は、軸心 C L に沿う平面 P L に対して傾斜している。主板側基準線 L m と軸心 C L に沿う平面 P L とのなす角度 θ_m は、シュラウド側基準線 L s と軸心 C L に沿う平面 P L とのなす角度 θ_s よりも小さい。主板 5 0 に近い側のうち、最も回転方向 D r t の前方側に位置する点 P 1 は、シュラウド 4 0 に近い側のうち、最も回転方向 D r t の前方側に位置する点 P 3 よりも回転方向 D r t の前方側に位置している。また、正圧面 2 0 A において、最も回転方向 D r t の後方側に位置する点 P 2 は、シュラウド 4 0 よりも主板 5 0 に近い位置にある。

40

【 0 0 4 8 】

空気流入部位 2 8 の翼上部分 2 8 A は、翼上部分 2 8 A における翼 2 0 の入口角が図 4 に示す比較例の遠心ファン C F における翼 2 0 の入口角よりも小さくなるように、最も回転方向 D r t の前方側に位置する点 P 1 の位置が設定されている。これによれば、翼上部分 2 8 A における翼 2 0 に対する流入空気の入射角を、比較例の遠心ファン C F の翼 2 0 に対する流入空気の入射角よりも小さくすることができる。この結果、シュラウド 4 0 の付近で生じる空気流れの翼 2 0 からの剥離を低減することができる。

【 0 0 4 9 】

50

ここで、入口角は、翼 20 の前縁部 23 での内接円の接線と翼弦線とのなす角度である。なお、内接円は、複数の翼 20 のそれぞれに対して径方向 Drd での内側で接する仮想円である。前縁部 23 は、翼 20 のうち内接円と接する部分である。翼弦線は、翼 20 の前縁部 23 と後縁部 24 とを結ぶ直線である。また、入射角は、翼 20 の前縁部 23 における流入空気の流入角と入口角との差である。なお、流入角は、翼 20 の前縁部 23 の位置における内接円の接線と流入空気の流速ベクトルの向きとのなす角度である。

【0050】

また、空気流入部位 28 の翼下部分 28B は、主板 50 から離れるにともなって回転方向 Drt の前方側への傾斜が小さくなるように変化している。具体的には、図 12、図 13、図 14 に示すように、翼 20 の前縁部 23 から離れるに伴って回転方向 Drt の前方側への傾斜が徐々に小さくなっている。

10

【0051】

ここで、図 12 は、回転方向 Drt の前方側への傾斜が最大となる位置での翼 20 の断面図である。図 13 は、図 11 に示すように、負圧面 20B における凸部 30 が設けられた部位において回転方向 Drt に沿う翼 20 の板厚が最大となる位置での翼 20 の断面図である。図 14 は、仮想流線 IL 上において後縁部 24 よりも前縁部 23 に近い位置での翼 20 の断面図である。図 15 は、第 2 翼端部 22 における翼弦長さ Lw が中間となる位置での翼 20 の断面図である。

【0052】

回転方向 Drt の前方側への傾斜が最大となる部位において回転方向 Drt の前方側へ傾斜し始める軸方向 Dax の位置を傾斜開始位置 $Px1$ としたとき、図 12 に示すように、傾斜開始位置 $Px1$ は、シュラウド 40 と主板 50 との略中間に設定されている。

20

【0053】

図 13 に示すように、負圧面 20B における凸部 30 が設けられた部位において回転方向 Drt に沿う翼 20 の板厚が最大となる位置では、翼 20 の正圧面 20A における翼下部分 28B の一部が回転方向 Drt の前方側へ傾斜している。したがって、翼下部分 28B における回転方向 Drt の前方側への傾斜がなくなる位置は、負圧面 20B における凸部 30 が設けられた部位において回転方向 Drt に沿う翼 20 の板厚が最大となる位置よりも軸心 CL から離れている。

【0054】

また、負圧面 20B における凸部 30 が設けられた部位において回転方向 Drt に沿う翼 20 の板厚が最大となる軸方向 Dax の位置を板厚最大位置 $Px2$ としたとき、板厚最大位置 $Px2$ は、シュラウド 40 よりも主板 50 の近くに設定されている。具体的には、板厚最大位置 $Px2$ は、傾斜開始位置 $Px1$ に対して主板 50 の近くに設定されている。

30

【0055】

図 14 に示すように、仮想流線 IL 上において後縁部 24 よりも前縁部 23 に近い位置では、翼 20 の正圧面 20A における翼下部分 28B の一部が回転方向 Drt の前方側へ若干傾斜している。また、図 15 に示すように、翼弦長さ Lw が略中間となる位置では、翼 20 の正圧面 20A における翼下部分 28B が回転方向 Drt の前方側へ傾斜していない。

40

【0056】

したがって、翼下部分 28B の正圧面 20A における回転方向 Drt の前方側への傾斜がなくなる位置は、仮想流線 IL 上において前縁部 23 にある。具体的には、翼下部分 28B の正圧面 20A における回転方向 Drt の前方側への傾斜がなくなる位置は、第 2 翼端部 22 における翼弦長さ Lw の中間となる位置に対して前縁部 23 に近い。

【0057】

以上説明した本実施形態の送風機 1 は、電動モータ 3 への通電が開始されると、シャフト 2 とともに、遠心ファン 10 が回転方向 Drt へ回転運動する。この際、遠心ファン 10 の翼 20 が空気に運動量を与える。これにより、遠心ファン 10 は、吸気孔 41 から翼間流路 29 に向けて空気を吸い込むとともに、翼間流路 29 にある空気を遠心ファン 10

50

の径方向 D_{rd} の外側へ向けて吹き出す。

【0058】

本実施形態の翼20は、空気流入部位28の負圧面20Bに、隣接する翼20の正圧面20Aに近づくように突き出る凸部30が設けられている。翼20の負圧面20Bに設けられた凸部30によって翼20の負圧面20Bに沿って流れる気流の一部に対して負圧面20Bから離れる向きに力が作用することで、図16に示すように、正圧面20A側へ気流が流れ易くなる。この結果、図17に示すように、負圧面20B側の気流の流速が小さくなり、正圧面20A側の気流の流速が大きくなることで、負圧面20B側の気流の流速と正圧面20A側の気流の流速との差が小さくなる。

【0059】

ここで、正圧面20A側の気流の流速が大きくなると、正圧面20A側に渦 V_t が生じ易くなる。しかし、本実施形態の翼20は、正圧面20Aが主板50に近づくにともなって回転方向 D_{rt} の前方側に位置するように傾斜している。このため、図18に示すように、翼20の正圧面20A側における渦 V_t の発生または発達を抑える向きに力 F_c が作用し易くなり、正圧面20A側の渦 V_t による不具合を抑制することができる。

【0060】

したがって、本実施形態の送風機1では、翼20の前縁部23付近における流速分布を抑制するとともに、当該流速分布の抑制に起因する正圧面20A側の渦 V_t による不具合を抑制することができる。正圧面20A側の渦 V_t による不具合としては、圧力損失の増加や騒音の悪化等が挙げられる。本案の送風機1は、図19に示すように、図4に示す比較例の送風機CEに比べて、圧力損失の増加を抑制することができる。

【0061】

また、本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

【0062】

(1) 遠心ファン10では、翼20の主板50側が、シュラウド40側に比べて流速が大きくなることからシュラウド40側よりも翼20の正圧面20A側に渦 V_t が発生し易い。また、翼20の前縁部23におけるシュラウド40付近は、シュラウド40付近における空気の剥離が生じ易い。

【0063】

これらを加味して、本実施形態では、空気流入部位28の正圧面20Aのうち主板50に近い側の部位を主板50に近づくにともなって回転方向 D_{rt} の前方側に位置するように傾斜させている。これにより、翼20の正圧面20A側における渦 V_t の発生または発達を抑える向きに力が作用し易くなり、正圧面20A側の渦 V_t による不具合を抑制することができる。

【0064】

加えて、本実施形態では、空気流入部位28の正圧面20Aのうちシュラウド40に近い側の部位をシュラウド40に近づくにともなって回転方向 D_{rt} の前方側に位置するように傾斜させている。これによると、シュラウド40付近における翼20に対する気流の流入角を小さくして、シュラウド40付近における空気の剥離を抑制することができる。

【0065】

したがって、本実施形態の送風機1では、翼20の前縁部23付近における流速分布を抑制しつつ、シュラウド40付近における空気の剥離を抑制することができる。

【0066】

(2) また、主板50側はシュラウド40側に比べて気流の流速が大きく、騒音が大きくなり易いので、空気流入部位28における傾斜を緩やかにしつつ渦 V_t の発生を抑制可能な構成になっていることが望ましい。一方、シュラウド40側は主板50側に比べて流速が小さいので、シュラウド40付近における空気の剥離抑制効果を得るために空気流入部位28における傾斜を大きくしても騒音が問題になり難い。

【0067】

これらを考慮し、翼20は、主板側基準線 L_m と軸心 C_L に沿う平面 P_L とのなす角度

10

20

30

40

50

mが、シュラウド側基準線L_sと軸心C_Lに沿う平面P_Lとのなす角度 θ よりも小さくなっている。これによると、翼20の前縁部23付近における流速分布を抑制しつつ、シュラウド40付近における空気の剥離を抑制可能な送風機1を騒音発生の抑制に適した設計とすることができる。

【0068】

(3) 翼20の正圧面20A側における気流の流速は、翼20の正圧面20Aにおける前縁部23から凸部30に対応する部位付近で顕著となる傾向がある。そして、翼20の前縁部23側および負圧面20Bにおける凸部30が設けられた部位付近では、後縁部24側に比べて渦V_tが生じ易い。

【0069】

これらを加味すると、翼下部分28Bの正圧面20Aにおける回転方向D_rtの前方側への傾斜がなくなる位置は、仮想流線I_L上において前縁部23に近くになっていることが望ましい。具体的には、翼下部分28Bの正圧面20Aにおける回転方向D_rtの前方側への傾斜がなくなる位置は、負圧面20Bにおける凸部30が設けられた部位にて回転方向D_rtに沿う翼20の板厚が最大となる位置よりも軸心C_Lから離れていることが望ましい。このような構成とすれば、翼20の前縁部23付近における流速分布を抑制しつつ、翼20の正圧面20A側の渦V_tによる不具合を十分に抑制することができる。

【0070】

(4) 空気流入部位28の正圧面20Aは、翼下部分28Bの一部が前縁部23から離れるにともなって回転方向D_rtへの傾斜が小さくなるように変化している。そして、翼下部分28Bの正圧面20Aにおける回転方向D_rtの前方側への傾斜がなくなる位置は、第2翼端部22における翼弦長さL_wの中間となる位置に対して前縁部23に近い。これによれば、翼20の正圧面20Aにおける渦V_tの発生または発達を抑制することができる。

【0071】

(5) ここで、正圧面20Aのうち、凸部30に対応する部位付近に渦V_tが発生し易い傾向がある。このため、板厚最大位置P_x2は、傾斜開始位置P_x1に対して主板50の近くに設定されていることが望ましい。このようにすれば、翼20の正圧面20A側の渦V_tによる不具合を十分に抑制することができる。

【0072】

(6) また、翼20の負圧面20B側および正圧面20A側との気流の流速差は、シュラウド40側よりも主板50側の方が拡大し易い傾向がある。このため、板厚最大位置P_x2は、中間仮想流線I_L5に対して主板50の近くに設定されていることが望ましい。このようにすれば、翼20の負圧面20B側および正圧面20A側との気流の流速差を十分に抑えることができる。

【0073】

(他の実施形態)

以上、本開示の代表的な実施形態について説明したが、本開示は、上述の実施形態に限定されることなく、例えば、以下のように種々変形可能である。

【0074】

上述の実施形態の遠心ファン10は、空気流入部位28の正圧面20Aのうち主板50に近い側の略全体が主板50に近づくにともなって回転方向D_rtの前方側に位置するように傾斜しているが、これに限定されない。遠心ファン10は、例えば、空気流入部位28の正圧面20Aのうち主板50に近い側の部位の一部が回転方向D_rtの前方側に傾斜していなくてもよい。

【0075】

遠心ファン10は、空気流入部位28の正圧面20Aのうちシュラウド40に近い側の部位がシュラウド40に近づくにともなって回転方向D_rtの前方側に位置するように傾斜していることが望ましいが、これに限定されない。遠心ファン10は、例えば、空気流入部位28の正圧面20Aのうちシュラウド40に近い側の部位が回転方向D_rtの前方

10

20

30

40

50

側に傾斜していなくてもよい。

【 0 0 7 6 】

複数の翼 2 0 は、主板側基準線 L m と軸心 C L に沿う平面 P L とのなす角度 α が、シュラウド側基準線 L s と軸心 C L に沿う平面 P L とのなす角度 β よりも小さくなっていることが望ましいが、これに限定されない。複数の翼 2 0 は、主板側基準線 L m と軸心 C L に沿う平面 P L とのなす角度 α が、シュラウド側基準線 L s と軸心 C L に沿う平面 P L とのなす角度 β 以上の大きさになっていてもよい。

【 0 0 7 7 】

翼下部分 2 8 B の正圧面 2 0 A における回転方向 D r t の前方側への傾斜がなくなる位置は、仮想流線 I L 上において前縁部 2 3 に近くなっていることが望ましいが、そのよう

10

【 0 0 7 8 】

また、翼下部分 2 8 B の正圧面 2 0 A における回転方向 D r t の前方側への傾斜がなくなる位置は、第 2 翼端部 2 2 における翼弦長さ L w の中間となる位置に対して前縁部 2 3 の近くに設定されていることが望ましいが、そのようになってもよい。

【 0 0 7 9 】

さらに、板厚最大位置 P x 2 は、傾斜開始位置 P x 1 に対して主板 5 0 の近くに設定されていることが望ましいが、これに限定されない。板厚最大位置 P x 2 は、傾斜開始位置 P x 1 に対してシュラウド 4 0 の近くに設定されていてもよい。また、板厚最大位置 P x 2 は、中間仮想流線 I L 5 に対して主板 5 0 の近くに設定されていなくてもよい。

20

【 0 0 8 0 】

上述の実施形態では、遠心ファン 1 0 がターボファンで構成されているものを例示したが、遠心ファン 1 0 は、これに限定されない。遠心ファン 1 0 は、シロッコファン、ラジアルファンで構成されていてもよい。また、遠心ファン 1 0 は、斜流ファンで構成されていてもよい。

【 0 0 8 1 】

上述の実施形態では、本開示の送風機 1 の適用対象として室内の空調装置を例示したが、送風機 1 の適用対象は、室内の空調装置以外の機器に適用可能である。

【 0 0 8 2 】

上述の実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

30

【 0 0 8 3 】

上述の実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されない。

【 0 0 8 4 】

上述の実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、位置関係等に限定されない。

40

【 0 0 8 5 】

本発明には、以下に示す特徴が含まれる。

【 0 0 8 6 】

[請求項 1]

送風機であって、

シャフト (2) と、

前記シャフトに対して連結される遠心ファン (1 0) と、を備え、

前記遠心ファンは、

前記シャフトの軸心 (C L) のまわり配置された複数の翼 (2 0) と、

前記複数の翼のそれぞれにおける前記シャフトの軸方向の一方側に位置する第 1 翼端部

50

(2 1) に連結され、空気が吸い込まれる吸気孔 (4 1) が形成されたシュラウド (4 0) と、

前記複数の翼のそれぞれにおける前記軸方向の他方側に位置する第 2 翼端部 (2 2) に連結される主板 (5 0) と、を含んでおり、

前記複数の翼は、内周部分を構成する前縁部 (2 3) および外周部分を構成する後縁部 (2 4) を有し、

前記前縁部を前記前縁部に沿った長さが等しくなるように所定数に分割するとともに、前記後縁部を前記後縁部に沿った長さが等しくなるように前記所定数に分割し、さらに、前記前縁部および前記後縁部の間を等分割した位置にある 1 つ以上の中間部 (2 5 、 2 6 、 2 7) を前記中間部に沿った長さが等しくなるように前記所定数に分割し、前記前縁部、前記後縁部、前記中間部それぞれにおける複数の分割点のうち、前記第 1 翼端部および前記第 2 翼端部の一方側から数えた際に同一番となるもの同士を結んだ線を仮想流線 (I L) としたとき、

前記複数の翼のうち、前記仮想流線上において前記後縁部よりも前記前縁部の近くにある空気流入部位 (2 8) の負圧面 (2 0 B) には、隣接する前記翼の正圧面 (2 0 A) に近づくように突き出る凸部 (3 0) が設けられ、

前記空気流入部位の正圧面は、少なくとも一部が前記主板に近づくにともなって前記遠心ファンの回転方向の前方側に位置するように傾斜している、送風機。

【 0 0 8 7 】

[請求項 2]

前記空気流入部位の正圧面は、前記主板に近い側の少なくとも一部が前記主板に近づくにともなって前記回転方向の前方側に位置するように傾斜し、前記シュラウドに近い側の少なくとも一部が前記シュラウドに近づくにともなって前記回転方向の前方側に位置するように傾斜している、請求項 1 に記載の送風機。

【 0 0 8 8 】

[請求項 3]

前記空気流入部位の正圧面における前記主板に近い側のうち、最も前記回転方向の前方側に位置する点と最も前記回転方向の後方側に位置する点と結んだ線を主板側基準線 (L m) とし、前記空気流入部位の正圧面における前記シュラウドに近い側のうち、最も前記回転方向の前方側に位置する点と最も前記回転方向の後方側に位置する点とを結んだ線をシュラウド側基準線 (L s) としたとき、

前記主板側基準線と前記軸心に沿う平面とのなす角度 (m) が、前記シュラウド側基準線と前記軸心に沿う平面とのなす角度 (s) よりも小さい、請求項 2 に記載の送風機。

【 0 0 8 9 】

[請求項 4]

前記空気流入部位の正圧面は、前記主板に近い側の少なくとも一部が前記主板から離れるにともなって前記回転方向の前方側への傾斜が小さくなるように変化しており、

前記主板に近い側での前記翼の正圧面における前記回転方向の前方側への傾斜がなくなる位置は、前記仮想流線上において前記前縁部に近く、且つ、前記負圧面における前記凸部が設けられた部位において前記回転方向に沿う前記翼の板厚が最大となる位置よりも前記軸心から離れている、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の送風機。

【 0 0 9 0 】

[請求項 5]

前記空気流入部位の正圧面は、前記主板に近い側の少なくとも一部が前記前縁部から離れるにともなって前記回転方向の前方側への傾斜が小さくなるように変化しており、

前記主板に近い側での前記翼の正圧面における前記回転方向の前方側への傾斜がなくなる位置は、前記第 2 翼端部における翼弦長さの中間となる位置に対して前記前縁部に近い、請求項 4 に記載の送風機。

【 0 0 9 1 】

[請求項 6]

10

20

30

40

50

前記空気流入部位の正圧面は、前記前縁部から離れるにともなって前記回転方向の前方側への傾斜が小さくなるように変化しており、

前記負圧面における前記凸部が設けられた部位において前記回転方向に沿う前記翼の板厚が最大となる前記軸方向の位置は、前記主板に近い側での前記翼の正圧面における前記回転方向の前方側への傾斜が最大となる部位において前記回転方向の前方側へ傾斜し始める前記軸方向の位置に対して前記主板に近い、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の送風機。

【 0 0 9 2 】

[請求項 7]

前記仮想流線のうち前記軸方向の両端側にあるものから等距離にある仮想線を中間仮想流線としたとき、

10

前記負圧面における前記凸部が設けられた部位において前記回転方向に沿う前記翼の板厚が最大となる前記軸方向の位置は、前記中間仮想流線に対して前記主板に近い、請求項 6 に記載の送風機。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 3 】

2 シャフト
1 0 遠心ファン
2 0 翼
2 0 A、2 0 B 正圧面、負圧面
2 1 第 1 翼端部
2 2 第 2 翼端部
2 3 前縁部
2 4 後縁部
4 0 シュラウド
5 0 主板

20

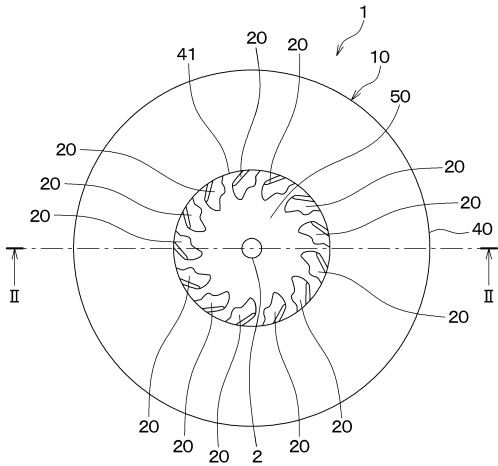
30

40

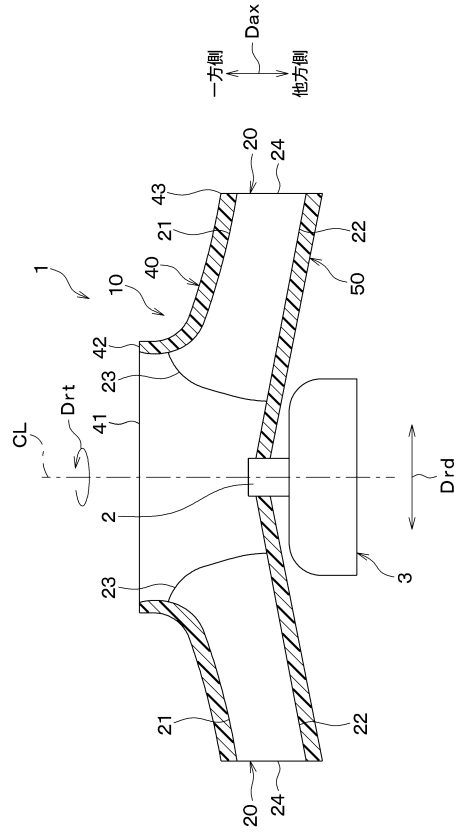
50

【図面】

【図 1】



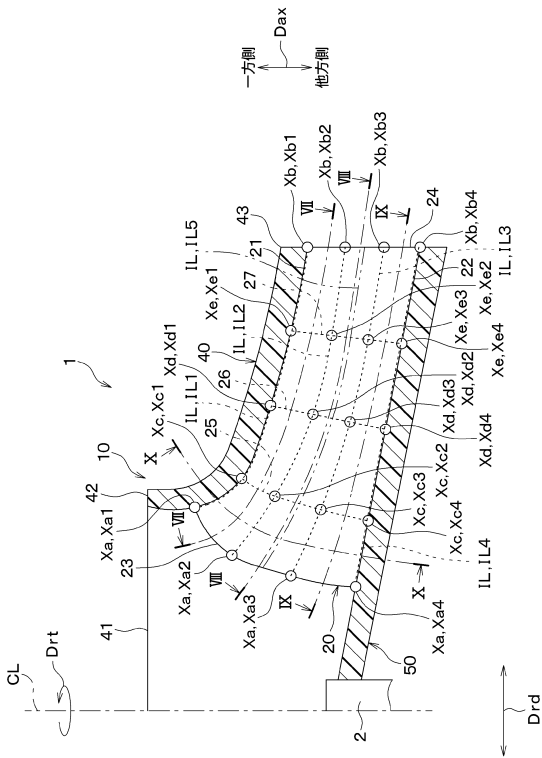
【図 2】



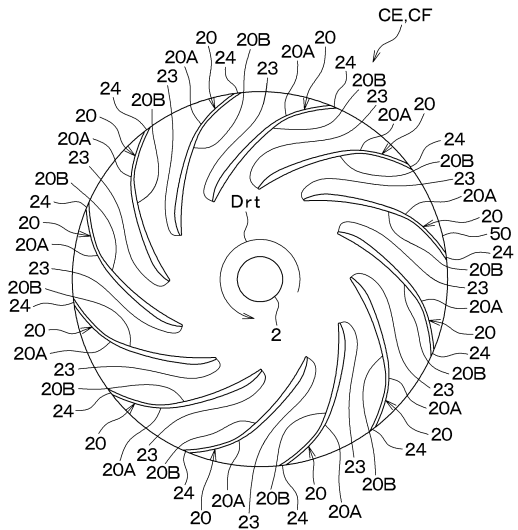
10

20

【図 3】



【図 4】

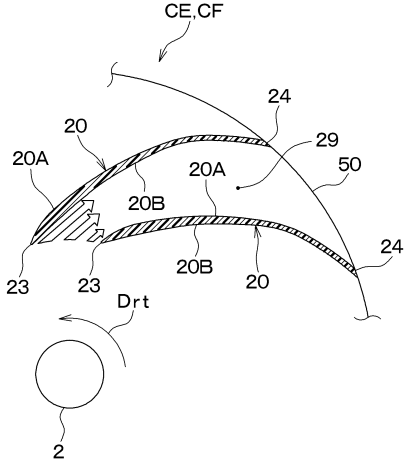


30

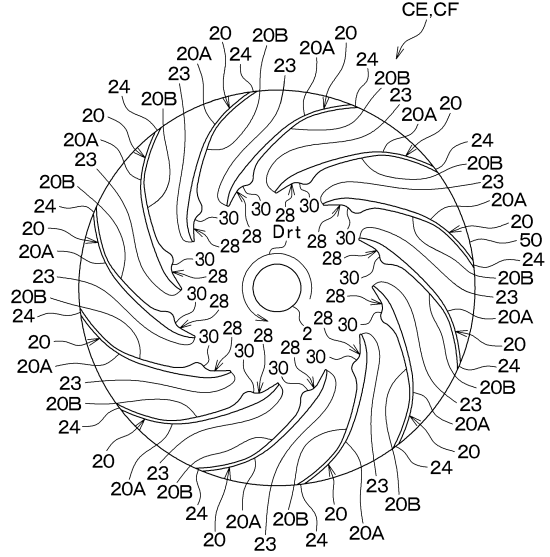
40

50

【 図 5 】

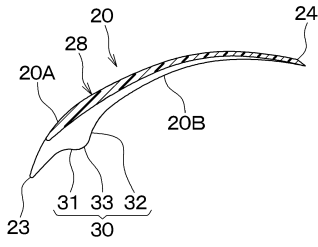


【 図 6 】

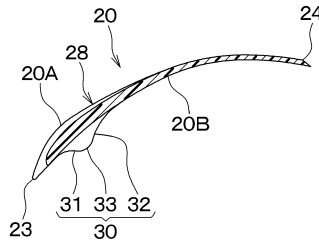


10

【 図 7 】



【 図 8 】



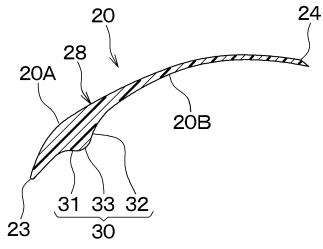
20

30

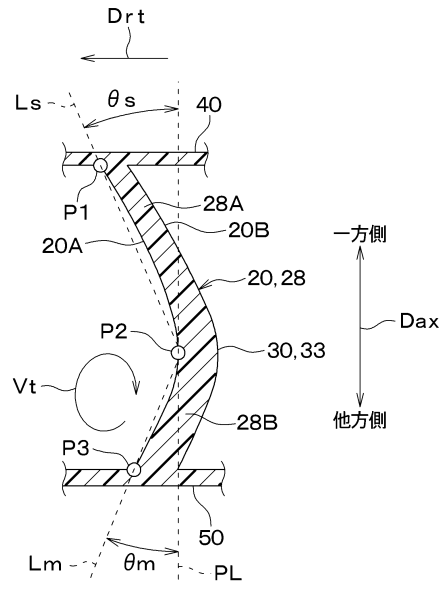
40

50

【図 9】

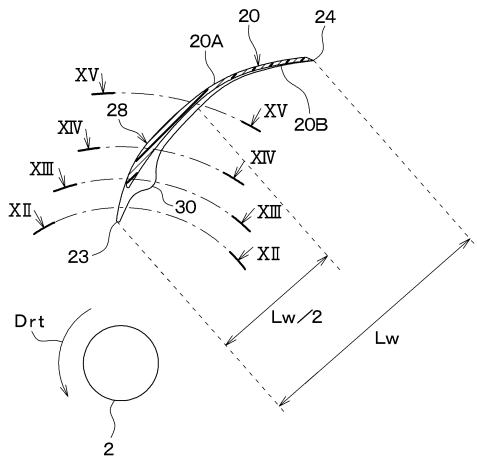


【図 10】

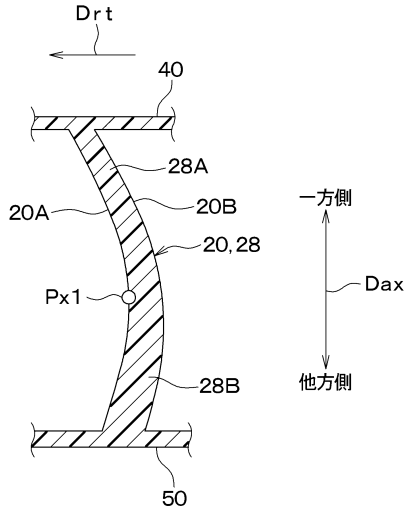


10

【図 11】



【図 12】



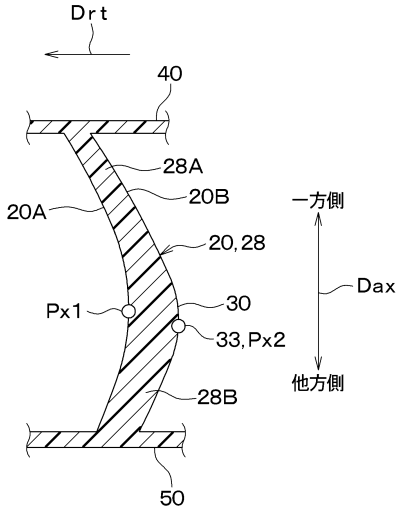
20

30

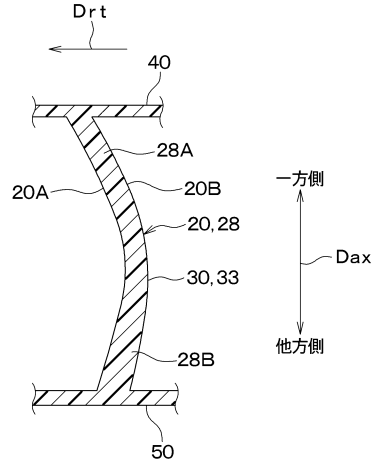
40

50

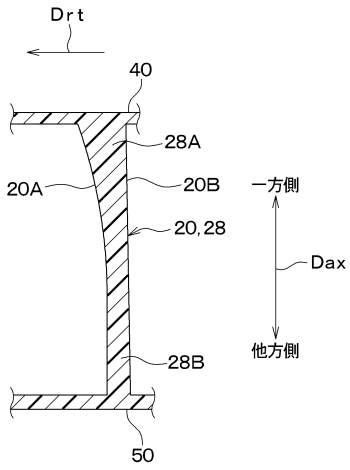
【図 1 3】



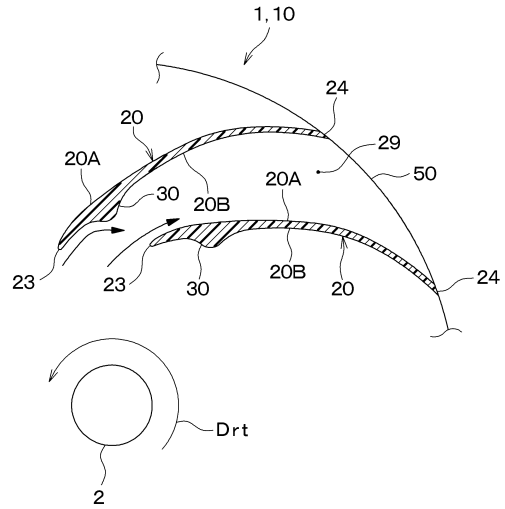
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

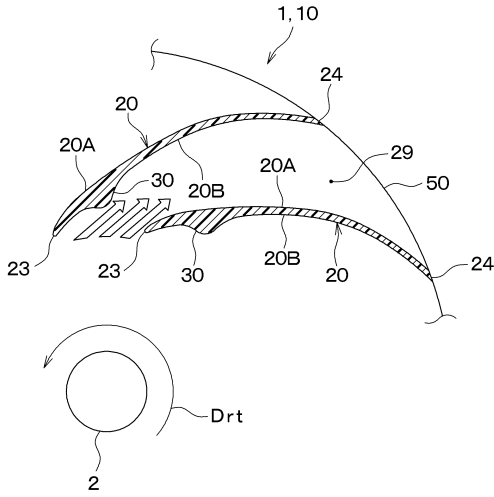
20

30

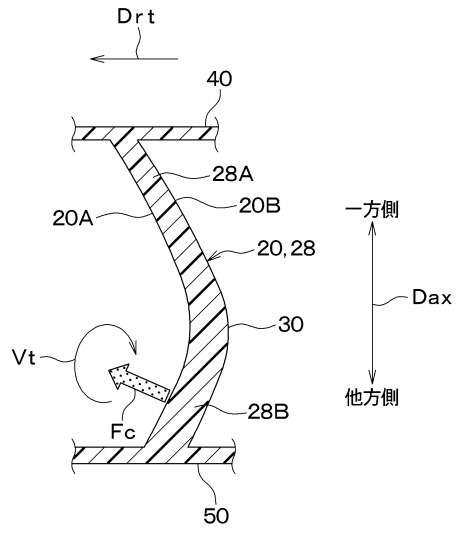
40

50

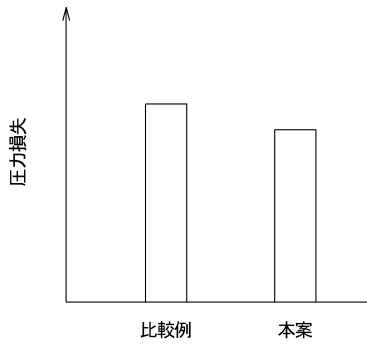
【図 17】



【図 18】



【図 19】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 9 3 7 4 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 0 9 0 3 4 7 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 2 7 5 9 2 2 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
F 0 4 D 2 9 / 3 0