

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6234589号
(P6234589)

(45) 発行日 平成29年11月22日 (2017.11.22)

(24) 登録日 平成29年11月2日 (2017.11.2)

(51) Int. Cl.	F I
F O 4 D 29/32 (2006.01)	F O 4 D 29/32 C
F O 4 D 29/34 (2006.01)	F O 4 D 29/34 S

請求項の数 15 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2016-540221 (P2016-540221)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成27年8月3日 (2015.8.3)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/071968		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02016/021555	(74) 代理人	110001461
(87) 国際公開日	平成28年2月11日 (2016.2.11)		特許業務法人きさ特許商標事務所
審査請求日	平成28年7月26日 (2016.7.26)	(72) 発明者	濱田 慎悟
(31) 優先権主張番号	特願2014-161651 (P2014-161651)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
(32) 優先日	平成26年8月7日 (2014.8.7)		菱電機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	幸本 宏治
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	菊地 洋輔
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸流ファン、及び、その軸流ファンを有する空気調和機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流体を搬送する軸流ファンであって、
前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における
後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、

前記複数の翼のうち1枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣
接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、

前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の
補強リブが少なくとも1枚配置され、

前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状
となるように形成され、前記複数の翼のうちの1枚に対して前記回転方向の上流側に位置
する上流リブと、前記回転方向の下流側に位置する下流リブと、で少なくとも構成され、

前記翼が回転した際に、前記下流リブは、前記上流リブが通過しない領域を通過する構
成とした、軸流ファン。

【請求項 2】

前記上流リブと前記下流リブとは、前記翼と対向する一端側に上辺を有し、

前記翼と前記上流リブの前記上辺との交点である上流リブ接点は、前記翼と前記下流リ
ブとの交点である下流リブ接点よりも前記流体の搬送方向で上流側に位置する請求項1に
記載の軸流ファン。

【請求項 3】

10

20

複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流体を搬送する軸流ファンであって、
前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における
後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、

前記複数の翼のうち1枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣
接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、

前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の
補強リブが少なくとも1枚配置され、

前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状
となるように形成され、前記翼と対向する一端側に上辺を有し、

前記補強リブの前記上辺の断面形状は、

10

前記回転方向の上流側に形成される第1円弧部と前記回転方向の下流側に形成される第
2円弧部とを有し、

前記第1円弧部の断面半径は、前記第2円弧部の断面半径よりも大きい、軸流ファン。

【請求項4】

複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流体を搬送する軸流ファンであって、
前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における
後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、

前記複数の翼のうち1枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣
接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、

前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の
補強リブが少なくとも1枚配置され、

20

前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状
となるように形成され、

前記連結部は、

隣接する前記翼の前記前縁から前記後縁に向けて前記流体の搬送方向の上流側に向かっ
て傾斜して形成されている、軸流ファン。

【請求項5】

前記回転軸線の周囲には、前記回転軸線と前記連結部の周縁との最短距離を半径とする
最小半径部が形成され、

前記最小半径部には、前記回転軸線を中心軸とし、前記最小半径部の半径よりも小さい
外周半径を有する円筒部が形成され、

30

前記補強リブは、前記円筒部の外周面と前記複数の翼とを接続した請求項1～4の何れ
か1項に記載の軸流ファン。

【請求項6】

前記複数の翼に形成された補強リブ同士は、前記回転軸線において交わることで軸線部
を形成し、

前記補強リブは、前記軸線部と前記複数の翼とを接続する請求項1～4の何れか1項に
記載の軸流ファン。

【請求項7】

前記回転軸線の周囲には、前記回転軸線と前記連結部の周縁との最短距離を半径とする
最小半径部が形成され、

40

前記最小半径部には、前記回転軸線を中心軸とし、前記最小半径部の半径よりも小さい
半径を有する円形開口が開口し、

前記補強リブは、前記円形開口の開口縁と前記複数の翼とを接続する請求項1～4の何
れか1項に記載の軸流ファン。

【請求項8】

複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流体を搬送する軸流ファンであって、
前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における
後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、

前記複数の翼のうち1枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣

50

接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、

前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の補強リブが少なくとも1枚配置され、

前記回転軸線を中心軸とする円筒部が形成され、

前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状となるように形成され、

前記翼の形状は、

該翼の翼弦中心線が前記円筒部の外周面にあたる当接点から前記回転軸線に垂直な方向に垂直面を設けた際に、前記翼弦中心線が前記垂直面よりも流体の搬送方向の下流側に位置する後傾形である、軸流ファン。

10

【請求項9】

前記回転軸線の周囲には、前記回転軸線と前記連結部の周縁との最短距離を半径とする最小半径部が形成され、

前記円筒部は、

前記最小半径部の半径よりも小さい外周半径を有し、

前記補強リブは、前記円筒部の外周面と前記複数の翼とを接続した請求項8に記載の軸流ファン。

【請求項10】

前記円筒部の外周面における前記補強リブの間には、前記円筒部内に駆動軸を固定する位置を表示した印部が形成される請求項5、8、及び9の何れか1項に記載の軸流ファン。

20

【請求項11】

前記補強リブの前記外周縁側の端部には、単位長さあたりで前記翼との接合面積が増加する拡開部が形成される請求項1～10の何れか1項に記載の軸流ファン。

【請求項12】

前記補強リブは、前記翼と対向する一端側に上辺を有し、

前記補強リブを構成する平板面は、前記上辺が前記前縁側に倒れるように傾斜する請求項1～11のいずれか1項に記載の軸流ファン。

【請求項13】

前記補強リブは、前記翼と対向する一端側に上辺を有し、

前記補強リブを構成する平板面は、前記上辺が前記後縁側に倒れるように傾斜する請求項1～12のいずれか1項に記載の軸流ファン。

30

【請求項14】

前記翼は、前記流体の流れ方向の下流側である圧力面と、前記圧力面の裏側の負圧面とから構成され、

前記補強リブは、前記圧力面側に立設されている請求項1～13のいずれか1項に記載の軸流ファン。

【請求項15】

請求項1～14のいずれか1項に記載の軸流ファンを備えた空気調和機。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の翼を備えた軸流ファン、及び、その軸流ファンを有する空気調和機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、軸流ファンの模式図を図20～23に示す。

図20は、従来のボス付の軸流ファンの斜視図である。

図21は、従来のボス付の軸流ファンを流体の流れの上流側から見た正面図である。

図22は、従来のボス付の軸流ファンを流体の流れの下流側から見た正面図である。

50

図 2 3 は、従来のボス付の軸流ファンを回転軸線の側方から見た側面図である。

【0003】

従来の軸流ファンは、図 2 0 ～ 2 3 に示すように円筒状のボスの周面に沿って複数枚の翼 1 を備えており、ボスに与えられる回転力にともなって回転方向 1 1 の方向に翼 1 が回転し、流体の流れ方向 1 0 に流体を搬送するものである。このような構成は、例えば特許文献 1 などにも開示されている。軸流ファンは、翼 1 が回転することで、翼間に存在している流体が翼面に衝突する。流体が衝突する面は圧力が上昇し、流体を翼 1 が回転する際の中心軸となる回転軸線方向に押し出して移動させる。

【0004】

また、軸流ファンの形状としては、円筒状のボスを有さない、いわゆるボスレスファンが知られている（特許文献 2 を参照）。ボスレスファンは、複数枚の翼 1 のうち隣り合う翼の前縁側と後縁側とをボスを介さず連続面で接続した構造をしており、中心にはモータの駆動軸を固定する小径の円筒部を形成したものである。よって、回転軸線を中心とする翼間の連続面の最小半径は、駆動軸を固定する円筒部の半径より大きい寸法となっている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 1 0 5 8 6 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 1 0 1 2 2 3 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような従来のボスを備えた軸流ファンでは、ボスの重量がかさむため軽量化が難しく、省資源化（環境負荷低減）を進めることが困難である。加えて、ボス部は送風機能を有さないため、ファンの送風効率を向上させることが難しいという問題があった。

これに対していわゆるボスレスファンは、ボスがないため上記問題は軽減されるが、強度不足により回転による遠心力が翼に加わることによる翼の変形量が大きく、翼の形状を維持することができないため送風機能が低下する問題や、台風などの強風を受けてプロペラが高速回転し、遠心力によって翼が破断する問題があった。また、回転軸線近傍の肉厚を増やして強度を確保すると、ボスレス化のメリットである軽量化の効果を損なうこととなっていた。

30

【0007】

本発明は、上記のような軸流ファンの課題を解決するためになされたもので、ボスレス化による軸流ファンの軽量化と、翼の強度の維持とを共に実現し、送風効率を向上させることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る軸流ファンは、複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流体を搬送する軸流ファンであって、前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、前記複数の翼のうち 1 枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の補強リブが少なくとも 1 枚配置され、前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状となるように形成され、前記複数の翼のうちの 1 枚に対して前記回転方向の上流側に位置する上流リブと、前記回転方向の下流側に位置する下流リブと、で少なくとも構成され、前記翼が回転した際に、前記下流リブは、前記上流リブが通過しない領域を通過する構成としたものである。

40

また、本発明に係る軸流ファンは、複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流

50

体を搬送する軸流ファンであって、前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、前記複数の翼のうち1枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の補強リブが少なくとも1枚配置され、前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状となるように形成され、前記翼と対向する一端側に上辺を有し、前記補強リブの前記上辺の断面形状は、前記回転方向の上流側に形成される第1円弧部と前記回転方向の下流側に形成される第2円弧部とを有し、前記第1円弧部の断面半径は、前記第2円弧部の断面半径よりも大きい。

10

また、本発明に係る軸流ファンは、複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流体を搬送する軸流ファンであって、前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、前記複数の翼のうち1枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の補強リブが少なくとも1枚配置され、前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状となるように形成され、前記連結部は、隣接する前記翼の前記前縁から前記後縁に向けて前記流体の搬送方向の上流側に向かって傾斜して形成されている。

20

また、本発明に係る軸流ファンは、複数の翼が該翼の回転軸線を中心として回転し、流体を搬送する軸流ファンであって、前記複数の翼のそれぞれは、回転方向における前進側の前縁と、前記回転方向における後進側の後縁と、前記前縁と前記後縁とを接続する外周縁と、を有し、前記複数の翼のうち1枚の翼の前記前縁と、該翼の前記前縁に対して前記回転方向に隣接する翼の前記後縁とは、板状の連結部で接続され、前記複数の翼のそれぞれには、前記回転軸線の周囲から前記翼の外周縁に向けて板状の補強リブが少なくとも1枚配置され、前記回転軸線を中心軸とする円筒部が形成され、前記補強リブは、前記回転軸線を中心とした放射状、または、前記前縁の向きに凸形状となるように形成され、前記翼の形状は、該翼の翼弦中心線が前記円筒部の外周面にあたる当接点から前記回転軸線に垂直な方向に垂直面を設けた際に、前記翼弦中心線が前記垂直面よりも流体の搬送方向の下流側に位置する後傾形である。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る軸流ファンによれば、ボスレス化による軸流ファンの軽量化と、翼の強度の維持とを共に実現するとともに、補強リブによる送風機能を付加して、送風効率を向上させることができる。

なお、以降に記載の「プロペラファン」は「軸流ファン」の一例として記載する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係るプロペラファンを流体流れ方向の上流側から見た正面図である。

40

【図2】実施の形態1に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図3】実施の形態1に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図4】実施の形態1に係るプロペラファンを流体流れ方向の側方側から見た斜視図である。

【図5】実施の形態1に係るプロペラファンを流体流れ方向の側方側から見た側面図である。

【図6】実施の形態1に係るプロペラファンの補強リブにおける断面図である。

【図7】実施の形態1に係るプロペラファンの補強リブにおける比較用断面図である。

50

【図 8】実施の形態 1 に係るプロペラファンにより形成される気流を示した回転軸線方向の風向図である。

【図 9】実施の形態 1 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 10】実施の形態 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 11】プロペラファンの送風性能を示す P-Q 線図である。

【図 12】実施の形態 3 に係るプロペラファンの正面図に翼弦中心線の位置を記載した図である。

【図 13】実施の形態 3 に係る後傾形のプロペラファンを前傾形のプロペラファンと比較して側面図に翼弦中心線の位置を記載した図である。 10

【図 14】実施の形態 3 に係る後傾形のプロペラファンの速度分布（後傾形）と前傾形のプロペラファンの速度分布（前傾形）と、を比較した図である。

【図 15】実施の形態 4 に係る室外機に実施の形態 1～3 に係るプロペラファンを取り付けた際の外観斜視図である。

【図 16】実施の形態 4 に係る室外機に実施の形態 1～3 に係るプロペラファンを取り付けた際の内部斜視図である。

【図 17】実施の形態 4 に係る室外機のプロペラファンに外風が当たった時の補強リブの作用を説明する図である。

【図 18】実施の形態 1～3 におけるプロペラファンの梱包状態を示す模式図である。 20

【図 19】従来のボス付のプロペラファンの梱包状態を示す模式図である。

【図 20】従来のボス付の軸流ファンの斜視図である。

【図 21】従来のボス付の軸流ファンを流体の流れの上流側から見た正面図である。

【図 22】従来のボス付の軸流ファンを流体の流れの下流側から見た正面図である。

【図 23】従来のボス付の軸流ファンを回転軸線の側方から見た側面図である。

【図 24】従来のボス付のプロペラファンにより形成される気流を下流側から見た正面視での速度成分を示した説明図である。

【図 25】従来のボス付のプロペラファンにより形成される気流の回転軸線方向の速度成分を示した説明図である。

【図 26】従来のボス付のプロペラファンにより形成される気流を示した回転軸線方向の風向図である。 30

【図 27】実施の形態 1 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 28】実施の形態 1 の変形例 3 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 29】実施の形態 1 の変形例 4 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 30】実施の形態 1 の変形例 5 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 31】実施の形態 1 の変形例 6 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。 40

【図 32】実施の形態 1 の変形例 7 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 33】実施の形態 1 の変形例 8 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 34】実施の形態 1 の変形例 9 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 35】実施の形態 1 の変形例 10 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 36】実施の形態 1 の変形例 11 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から 50

見た斜視図である。

【図 3 7】実施の形態 2 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 3 8】実施の形態 2 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 3 9】実施の形態 2 の変形例 3 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 4 0】実施の形態 2 の変形例 4 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

【図 4 1】実施の形態 2 の変形例 5 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。 10

【図 4 2】実施の形態 5 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 4 3】実施の形態 5 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 4 4】実施の形態 5 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 4 5】実施の形態 6 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 4 6】実施の形態 6 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。 20

【図 4 7】実施の形態 6 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 4 8】実施の形態 7 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 4 9】実施の形態 7 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 5 0】実施の形態 7 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【図 5 1】実施の形態 8 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た部分斜視図である。 30

【図 5 2】実施の形態 8 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た部分斜視図である。

【図 5 3】実施の形態 8 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た部分斜視図である。

【図 5 4】実施の形態 9 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 1】

実施の形態 1 . 40

図 1 ～ 5 において実施の形態 1 におけるプロペラファンの構造を説明する。

図 1 は、実施の形態 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の上流側から見た正面図である。

図 2 は、実施の形態 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

図 3 は、実施の形態 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

図 4 は、実施の形態 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の側方側から見た斜視図である。

図 5 は、実施の形態 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の側方側から見た側面図で 50

ある。

図6は、実施の形態1に係るプロペラファンの補強リブにおける断面図である。

図7は、実施の形態1に係るプロペラファンの補強リブにおける比較用断面図である。

【0012】

<プロペラファンの全体構成>

実施の形態1のプロペラファンは、回転軸線2aを中心軸として回転する。プロペラファンは、モータの駆動軸に係合する円筒形状の軸孔部2と、軸孔部2を支持する円筒部3とが回転軸線2aの周囲に形成され、円筒部3の外壁面に複数の翼1を固定した形状をしている。軸孔部2と円筒部3との間には、複数の結合リブ4が形成されている。

当該プロペラファンは、樹脂等で形成され、例えば射出成型等で成型される。プロペラファンの樹脂は、例えばポリプロピレンにガラス強化繊維とマイカ（雲母）を混ぜて強度を強くした材料等が使われる。従って、微細なガラスや石が混ざっている材料からポリプロピレン樹脂だけを分離することは容易ではなくリサイクルが困難であり、省資源化を進めるためには、出来る限り材料の使用量を削減することが望ましい。

翼1は、プロペラファンが回転する際の中心軸となる回転軸線2aに対して所定角度傾いて形成されており、プロペラファンの回転に伴って翼間に存在している流体を翼面で押して流体の流れ方向10に搬送する。この際、翼面のうち流体を押して圧力が上昇する面を圧力面1aとし、圧力面1aの裏面で圧力が下降する面を負圧面1bとする。

【0013】

翼1は、翼1の回転方向11における前進側の前縁6と、翼1の回転方向11における後進側の後縁7と、翼1の外周にあたる外周縁8により形状が規定されている。

円筒部3の周囲における複数の翼1の間は、図1、2に示すように各翼1の前縁6と後縁7とを接続する連結部1cにより滑らかに接続されている。そして、回転軸線2aと連結部1cの周縁との最短距離を半径とする破線で示すような円形状の最小半径部1dが形成される。すなわち、回転軸線2aの周囲には、回転軸線2aと連結部1cの周縁との最短距離を半径とする最小半径部1dが形成され、最小半径部1dには、回転軸線2aを中心軸とし、最小半径部1dの半径よりも小さい外周半径を有する円筒部3が形成されている。

よって、回転軸線2aを中心とした最小半径部1dの半径は、円筒部3の外径の半径よりも大きい寸法となっている。このプロペラファンの形状をいわゆるボスレスファンという。

連結部1cは、特に図5に示すように隣接する翼1の前縁6から翼1の後縁7に向けて回転軸線2aと平行な流体の流れ方向10側に傾斜して設けられている。

【0014】

円筒部3は、図5に示すように流体の流れ方向10の下流側である翼1の圧力面1a側の長さh1が負圧面1b側の長さh2より長く形成されている。また、円筒部3の外壁面と翼1の圧力面1a側との間には補強リブ9が立設されている。

【0015】

<補強リブ9の構成>

補強リブ9は、例えば翼1の圧力面1aに回転軸線2aと平行に立設された板状部材である。補強リブ9は、円筒部3の外周面と複数の翼1とを接続して形成されている。補強リブ9を回転軸線2a方向から見た正面視の形状は、図2に示すようにプロペラファンの前縁6側に凸形となるように湾曲して（ターボ翼形状）構成されている。

補強リブ9は、1枚の翼1に対して例えば2枚（上流リブ9a、下流リブ9b）配置されている。上流リブ9aはプロペラファンの回転方向11における前進側に配置されており、下流リブ9bはプロペラファンの回転方向11における後進側に配置されている。

【0016】

上流リブ9aと下流リブ9bとは、翼1との接続部分に対向する一端側に上辺9ah、9bhとを有している。上流リブ9aと下流リブ9bの形状は、図5に示すように上流リブ9aの上辺9ahが回転軸線2a方向に対して傾斜しており、下流リブ9bの上辺9b

10

20

30

40

50

hが軸孔部2の回転軸線2a方向に対して略垂直となるように形成されている。上流リブ9aの上辺9ahの傾斜は、プロペラファンの外周に向かう程、流体の流れ方向10の上流側に向かうように傾斜している。

【0017】

上流リブ9aの上辺9ahと翼1の圧力面1aとの接点である上流リブ接点9asと、下流リブ9bの上辺9bhと翼1の圧力面1aとの接点である下流リブ接点9bsとは、回転軸線2aに対して略同心円上に配置されている。

また、上流リブ接点9asと下流リブ接点9bsとは、翼1の前縁6近傍と、翼1の後縁7近傍に配置されており、翼1を支えている。

また、上流リブ接点9asは、下流リブ接点9bsよりも流体の流れ方向10の上流側に位置している。

また、円筒部3の外周面と上流リブ9aの上辺9ahとの交点は、円筒部3の外周面と下流リブ9bの上辺9bhとの交点と回転軸線2a方向で同一の位置となっている。

【0018】

＜補強リブ9の断面形状＞

上流リブ9aの上辺9ahと下流リブ9bの上辺9bhの断面形状は、図6に示すように、プロペラファンの回転方向11の前縁側と後縁側とで2つの第1円弧9c1と第2円弧9c2とで形成されている。

ここで、前縁側の第1円弧9c1の断面半径r1が、後縁側の第2円弧9c2の断面半径r2よりも大きい半径で規定されている。

なお、図7には、図6との比較のため、第1円弧9c1と第2円弧9c2とを同一断面半径rとした場合の気流の流れを示した。

【0019】

また、軸孔部2にはD形状断面を有する駆動軸が挿入され固定されるが、円筒部3の外壁面における翼1の間には、駆動軸のDカットにおける水平部の位置を示す印部3aが突起形状もしくは溝形状で形成されている。

【0020】

＜プロペラファンの各部位の寸法＞

また、図1において、プロペラファンの翼1の最大外径寸法を ϕD とし、軸孔部2の外径寸法を ϕA とすると、 $\phi A / \phi D$ の値を0.02以上0.05以下となるように ϕA を設定することが好ましい。

また、図1において、プロペラファンの翼1の最大外径寸法を ϕD とし、円筒部3の外径寸法を ϕB とすると、 $\phi B / \phi D$ の値を0.05以上0.15以下となるように ϕB を設定することが好ましい。

さらに、図1において、プロペラファンの翼1の最大外径寸法を ϕD とし、結合リブ4の長さ寸法をL1（軸孔部2の外周面と円筒部3の内周面との長さ）とすると、 $L1 / \phi D$ の値が0.01以上0.05以下となるようにL1を設定することが好ましい。

このような寸法に結合リブ4の長さ寸法L1を設定することで、結合リブ4を構成する樹脂材料が、モータの駆動軸の電磁気振動を低減する振動減衰効果を発揮することができる。

【0021】

また、図2において、プロペラファンの翼1の最大外径寸法を ϕD とし、円筒部3の外径寸法を ϕC とすると、 $\phi C / \phi D$ の値を0.05以上0.15以下となるように ϕC を設定することが好ましい。

また、図2において、プロペラファンの翼1の最大外径寸法を ϕD とし、上流リブ9aの径方向長さ寸法をL2（回転軸線2aと上流リブ接点9asとの長さ）とすると、 $L2 / \phi D$ の値が0.1以上0.2以下となるようにL2を設定することが好ましい。

また、図2において、プロペラファンの翼1の最大外径寸法を ϕD とし、下流リブ9bの径方向長さ寸法をL3（回転軸線2aと下流リブ接点9bsとの長さ）とすると、 $L3 / \phi D$ の値が0.1以上0.2以下となるようにL3を設定することが好ましい。

さらに、図 2 において、プロペラファンの翼 1 の最大外径寸法を ϕD とし、結合リブ 4 の長さ寸法を $L 4$ （軸孔部 2 の外周面と円筒部 3 の内周面との長さ）とすると、 $L 4 / \phi D$ の値が 0. 0 1 以上 0. 0 5 以下となるように $L 4$ を設定することが好ましい。

このような寸法に結合リブ 4 の長さ寸法 $L 4$ を設定することで、結合リブ 4 を構成する樹脂材料が、モータの駆動軸の電磁気振動を低減する振動減衰効果を発揮することができる。

【0 0 2 2】

また、図 3 において、プロペラファンの翼 1 の最大外径寸法を ϕD とし、上流リブ 9 a の回転軸線 2 a 方向の長さを $L 5$ とすると、 $L 5 / \phi D$ の値を 0. 0 5 以上 0. 1 5 以下となるように $L 5$ を設定することが好ましい。

10

また、図 3 において、プロペラファンの翼 1 の最大外径寸法を ϕD とし、下流リブ 9 b の回転軸線 2 a 方向の長さを $L 6$ とすると、 $L 6 / \phi D$ の値を 0. 0 5 以上 0. 1 5 以下となるように $L 5$ を設定することが好ましい。

【0 0 2 3】

また、図 5 において、プロペラファンの翼 1 の最大外径寸法を ϕD とし、円筒部 3 の圧力面 1 a 側の長さを $h 1$ とすると、 $h 1 / \phi D$ の値を 0. 0 5 以上 0. 2 以下となるように $h 1$ を設定することが好ましい。

また、図 5 において、プロペラファンの翼 1 の最大外径寸法を ϕD とし、円筒部 3 の負圧面 1 b 側の長さを $h 2$ とすると、 $h 2 / \phi D$ の値を 0. 1 以下となるように $h 2$ を設定することが好ましい。

20

【0 0 2 4】

また、図 6 において、プロペラファンの翼 1 の最大外径寸法を ϕD とし、上流リブ 9 a 及び下流リブ 9 b の厚さ寸法を $L 7$ とすると、 $L 7 / \phi D$ の値を 0. 0 0 2 5 以上 0. 0 2 5 以下となるように $L 7$ を設定することが好ましい。

【0 0 2 5】

< 気流の流れ >

次に、実施の形態 1 に係るプロペラファンが回転した際の気流の流れについて図 8、図 2 4 ~ 2 6 を用いて説明する。

図 8 は、実施の形態 1 に係るプロペラファンにより形成される気流を示した回転軸線方向の風向図である。

30

図 2 4 は、従来のボス付のプロペラファンにより形成される気流を下流側から見た正面視での速度成分を示した説明図である。

図 2 5 は、従来のボス付のプロペラファンにより形成される気流の回転軸線方向の速度成分を示した説明図である。

図 2 6 は、従来のボス付のプロペラファンにより形成される気流を示した回転軸線方向の風向図である。

【0 0 2 6】

プロペラファンでは、吹き出し気流の外周側に強い遠心力が働くため、吹き出し気流 2 0 の吹き出し角度 α は正の値（プラス）であり、図 8 のようにハの字に広がる吹き出し気流となる。

40

ここで、従来のボス付のプロペラファンの気流成分は図 2 4、2 5 に示すようになっており、吹き出し風速を回転系座標（ r 、 θ 、 z ）座標に分解して考えると、半径方向の風速成分を $V r$ 、回転方向 1 1 の風速成分を $V \theta$ 、プロペラファンの回転軸線 2 a 方向の風速成分を $V z$ と定義することができる。

【0 0 2 7】

プロペラファンは、回転軸線 2 a 方向に送風することが目的であるため、風速成分 $V z$ のみが送風される風量に相当する。つまり、回転の外周方向に向かって広がる $V r$ 成分と、回転している $V \theta$ 成分は送風に関与していないため、吹き出された後は最終的に空気中の熱に変換されてエネルギーは消滅してしまう。よって、風速成分 $V z$ を相対的に増やすことが送風効率を高めることとなり、電動機の消費電力の削減に貢献する。

50

また、図 26 に示すように回転軸線 2 a 方向に吹き出した風は、回転軸線 2 a 周囲ではプロペラファンに向けて逆流することが実測から明らかになっている。

【0028】

実施の形態 1 に係るプロペラファンが回転した際の気流の流れは図 8 に示すようになっている。

圧力面 1 a から搬送された吹き出し気流 20 は、半径方向の速度成分を V_r 、回転方向 11 の速度成分を V_θ 、プロペラファンの回転軸線 2 a 方向の速度成分を V_z としてそれらが合成された風向 V となって吹き出される。

【0029】

そして、プロペラファンの回転軸線 2 a 部分では、吹き出し気流 20 に対して逆向きの気流 21 が生じ、プロペラファンの中心部に向けて逆流する。逆向きの気流 21 は、補強リブ 9 の回転によって作り出された負圧によって、旋回流となってプロペラファンの回転軸線 2 a 方向に強制的に吸引される。この吸引作用は、補強リブ 9 の形状がプロペラファンの前縁 6 側に凸となる形状（ターボ翼形状）となっているため、ターボファンによる吸引側の気流と同じ効果を奏するためである。

【0030】

プロペラファンの回転軸線 2 a 方向に強制的に吸引された空気は、補強リブ 9 の圧力面で翼 1 の外周方向に反転気流 23 のように押し出され、翼 1 の圧力面 1 a 上に流入する。すると、プロペラファンの回転軸線 2 a 付近に負圧域が形成され、逆向きの気流 21 の流れを強くする効果をもたらす。

また、補強リブ 9 の高さは、上記のように上流リブ 9 a よりも下流リブ 9 b の方が高く構成されているため、上流リブ 9 a に衝突しなかった空気は下流リブ 9 b に衝突して、翼 1 の外周方向に移動し反転気流 23 となって、圧力面 1 a 上に流入する。

そして、翼と翼の間を通過して通常に圧力面 1 a に流入した流入気流 22 と合流して吹き出し気流 20 方向に吹き出される。

【0031】

ここで、補強リブ 9 の吸引効果を明確にするため、吸引効果の全くない従来のボス付きプロペラファンと気流を比較する。

従来のボス付きのプロペラファンの場合、図 26 に示すように、ボスの近傍で停滞していた流れは吹き出し気流 20 に誘引され循環している。これに対して実施の形態 1 に係るプロペラファンの場合、図 8 に示すように、補強リブ 9 があるため回転軸線 2 a 付近に負圧を発生して逆向きの気流 21 を吸込むので、吹き出し気流 20 を回転軸線 2 a 方向に竜巻のように巻き込み、吹き出し気流 20 の吹き出し角度 α を小さくする効果を有する。すなわち、実施の形態 1 に係るプロペラファンの吹き出し角度 α_2 は、従来のボス付プロペラファンの吹き出し角度 α_1 よりも小さくなる。

回転軸線 2 a 方向の風速成分 $V_z = \cos \alpha \cdot V$ であるため、吹き出し角度 α が小さくなるほど吹き出し気流 20 の風向が閉じて、回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を増加させ、送風効率を高めることができる。風速成分 V_z が相対的に増えると、プロペラファンで同一風量を発生させるための回転数を下げることができるため、消費電力を削減することが可能となる。

【0032】

<変形例 1>

図 9 は、実施の形態 1 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

上記実施の形態 1 に係るプロペラファンの説明では、補強リブ 9 の回転軸線 2 a 方向からの正面視の形状を翼 1 の前縁 6 側に凸形となるターボ翼形状としたが、変形例 1 に係る補強リブ 9 は、図 9 に示すようにプロペラファンの回転軸線 2 a に対し放射状に伸びる直線状の平板形状となっている。

このような放射状の平板形状の補強リブ 9 としても、ターボ翼形状より若干弱い補強リブ 9 の回転によって作り出された負圧によって、プロペラファンの回転軸線 2 a 方向に

10

20

30

40

50

気流を強制的に吸引させる効果を有する。よって、吹き出し角度 α を小さくして回転軸線2 a方向の風速成分 V_z を増加させ、送風効率を高めることができる。

【0033】

<効果>

このように構成された実施の形態1及びその変形例1に係るプロペラファンにおいては、いわゆるボスレス形のプロペラファンにおいて、連結部1 cの最小半径部1 dよりも小さい半径をもつ円筒部3の外周面から翼1の前縁6と後縁7に向かって補強リブ9を複数伸ばしているため、回転軸線2 a付近の逆向きの気流2 1を補強リブ9が吸引する効果を有する。すると、風速が速くなった逆向きの気流2 1が吹き出し気流2 0を回転軸線2 a方向に巻き込んで、吹き出し気流2 0の吹き出し角度 α を小さくすることができる。よって、吹き出し気流2 0の回転軸線2 a方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

10

【0034】

そして、各翼1を連結部1 cにより滑らかに接続したことで、翼1に加わる遠心力による応力集中を分散させ、補強リブ9で支持するためボス付きのプロペラファンと同等の翼1の強度を確保し、翼1の変形を抑制して送風効率を向上させることができる。また、翼1の強度が向上するため、プロペラファンが回転した場合において、遠心力によって羽根が変形して送風性能が悪化することを抑制することができる。また、ボス部分に使われていた多くの樹脂を削減し、補強リブ9のみでボス付ファンと同等の強度を確保することができるので、軽量化（省資源化）を達成することができる。

20

【0035】

また、上流リブ9 aと下流リブ9 bの形状は、図5に示すように上流リブ9 aの上辺9 a hが軸孔部2の中心軸方向に対して傾斜しており、下流リブ9 bの上辺9 b hが軸孔部2の中心軸方向に対して略垂直となるように形成されているため、上流リブ9 aに当たらなかった気流は下流リブ9 bにより翼1の圧力面1 aに押し出される。すると、複数の補強リブ9が気流を吸引する効果を一周（360°）で6回（約60°毎）行って全周囲に分散させるので、吸引する負圧の変動を抑制することができ、安定した負圧による吸引効果を得ることができる。

【0036】

さらに、図6のように補強リブ9の前縁側の第1円弧9 c 1の断面半径 r_1 が、後縁側の第2円弧9 c 2の断面半径 r_2 よりも大きい半径で規定されている。すると、図7に記載の均等断面半径の断面形状に比べて、大きな断面半径 r_1 を持つ第1円弧9 c 1に沿って流体が滑らかに流れ、後縁側の第2円弧9 c 2上での気流の剥離渦が抑制される。よって、流体の損失エネルギーが低減されるので、プロペラファンを回転するための駆動力が低減され、モータの消費電力が削減される。

30

【0037】

また、連結部1 cは、特に図4に示すように隣接する翼1の前縁6から翼1の後縁7に向けて流体の流れ方向1 0に傾斜して設けられているため、連結部1 cの圧力面1 aに流入した気流をスムーズに補強リブ9に衝突させ、翼1の外周方向に押し出すことが可能になる。

40

【0038】

また、円筒部3の外壁面における翼1の間には、駆動軸のDカットにおける水平部の位置を示す印部3 aを形成したため、モータの駆動軸にプロペラファンの軸孔部2を挿通する際にプロペラファンの取付方向を特定し易くなり、組み付け時間を短縮し作業効率を向上させることができる。

【0039】

次に、実施の形態1に係るプロペラファンの補強リブ9がターボ翼形状のときの変形例について説明する。

<変形例2>

図27は、実施の形態1の変形例2に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から

50

見た斜視図である。

変形例 2 に係る補強リブ 9 は、図 2 7 に示すように、実施の形態 1（図 2、図 3 を参照）に係る上流リブ 9 a と下流リブ 9 b との間に 3 枚目の中間リブ 9 c が配置されたものである。

すなわち、補強リブ 9 は、プロペラファンの前縁 6 側に凸形となるターボ翼形状であり、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a、中間リブ 9 c、下流リブ 9 b が配置されている。

なお、その他の構成は、実施の形態 1 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0040】

<効果>

変形例 2 では、1 枚の翼 1 に対して 3 枚の補強リブ 9 を配置することで実施の形態 1 に係る 1 枚の翼 1 に対して 2 枚の補強リブ 9 を配置したプロペラファンに比べて翼 1 の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で 6 枚から 9 枚となることで、回転軸線 2 a 付近の逆向きの気流 2 1 を補強リブ 9 が吸引する効果が大きくなる。よって、吹き出し気流 2 0 の回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

【0041】

<変形例 3>

図 2 8 は、実施の形態 1 の変形例 3 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 3 に係る補強リブ 9 は、図 2 8 に示すように、実施の形態 1 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されておらず、6 枚のターボ翼形状の補強リブ 9（上流リブ 9 a と下流リブ 9 b）同士が回転軸線 2 a まで延設されて交差し、お互いに結合された構成になっている。すなわち、6 枚の補強リブ 9 同士は、回転軸線 2 a において交わることで軸線部 2 b を形成し、軸線部 2 b と複数の翼 1 とを接続している。

なお、その他の構成は、実施の形態 1 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0042】

<効果>

変形例 3 では、実施の形態 1 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されていないシンプルな構成ながら、補強リブ 9 を回転軸線 2 a まで延設してプロペラファンの翼 1 の強度を確保することができる。

<変形例 4>

図 2 9 は、実施の形態 1 の変形例 4 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 4 に係る補強リブ 9 は、図 2 9 に示すように、変形例 3 に係る上流リブ 9 a と下流リブ 9 b との間に 3 枚目の中間リブ 9 c が配置されたものである。

補強リブ 9 は、プロペラファンの前縁 6 側に凸形となるターボ翼形状であり、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a、中間リブ 9 c、下流リブ 9 b が配置されている。9 枚の補強リブ 9 同士は、回転軸線 2 a において交わることで軸線部 2 b を形成し、軸線部 2 b と複数の翼 1 とを接続している。

なお、その他の構成は、実施の形態 1 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0043】

<効果>

変形例 4 では、1 枚の翼 1 に対して 3 枚の補強リブ 9 を配置することで変形例 3 に係る 1 枚の翼 1 に対して 2 枚の補強リブ 9 を配置したプロペラファンに比べて翼 1 の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で 6 枚から 9 枚となることで、回転軸線 2 a 付近の逆向きの気流 2 1 を補強リブ 9 が吸引する効果が大きくなる。よって、吹き出し気流 2 0 の回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

【0044】

<変形例 5>

10

20

30

40

50

図30は、実施の形態1の変形例5に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例5に係る補強リブ9は、図30に示すように、実施の形態1に係る円筒部3と軸孔部2と結合リブ4とが形成されておらず、回転軸線2aの周囲にモータの駆動軸を取り付ける円形開口1eが開口している。6枚のターボ翼形状の補強リブ9（上流リブ9aと下流リブ9b）は、円形開口1eの開口縁まで延設されて形成された構成になっている。

すなわち、回転軸線2aの周囲に、回転軸線2aと連結部1cの周縁との最短距離を半径とする最小半径部1dが形成され、最小半径部1dには、回転軸線2aを中心軸とし、最小半径部1dの半径よりも小さい半径を有する円形開口1eが開口している。そして、補強リブ9は、円形開口1eの開口縁と複数の翼1とを接続している。

10

なお、その他の構成は、実施の形態1に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0045】

<効果>

変形例5では、実施の形態1に係る円筒部3と軸孔部2と結合リブ4とが形成されていないシンプルな構成ながら、補強リブ9を円形開口1eの開口縁まで延設してプロペラファンの翼1の強度を確保することができる。

<変形例6>

図31は、実施の形態1の変形例6に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例6に係る補強リブ9は、図31に示すように、変形例5に係る上流リブ9aと下流リブ9bとの間に3枚目の中間リブ9cが配置されたものである。

20

すなわち、補強リブ9は、プロペラファンの前縁6側に凸形となるターボ翼形状であり、1枚の翼1に対して上流リブ9a、中間リブ9c、下流リブ9bが配置されている。

なお、その他の構成は、実施の形態1に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0046】

<効果>

変形例6では、1枚の翼1に対して3枚の補強リブ9を配置することで変形例5に係る1枚の翼1に対して2枚の補強リブ9を配置したプロペラファンに比べて翼1の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で6枚から9枚となることで、回転軸線2a付近の逆向きの気流21を補強リブ9が吸引する効果が大きくなる。よって、吹き出し気流20の回転軸線2a方向の風速成分Vzを相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

30

【0047】

次に、プロペラファンの補強リブ9が回転軸線2aに対し放射状に伸びる直線状の平板形状のときの変形例について説明する。

<変形例7>

図32は、実施の形態1の変形例7に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例7に係る補強リブ9は、図32に示すように、実施の形態1の変形例1（図9を参照）に係る上流リブ9aと下流リブ9bとの間に3枚目の中間リブ9cが配置されたものである。

40

すなわち、補強リブ9は、プロペラファンの回転軸線2aに対し放射状に伸びる直線状の平板形状であり、1枚の翼1に対して上流リブ9a、中間リブ9c、下流リブ9bが配置されている。

なお、その他の構成は、実施の形態1に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0048】

<効果>

変形例7では、1枚の翼1に対して3枚の補強リブ9を配置することで実施の形態1の変形例1に係る1枚の翼1に対して2枚の補強リブ9を配置したプロペラファンに比べて翼1の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で6枚から9枚となること

50

で、回転軸線 2 a 付近の逆向きの気流 2 1 を補強リブ 9 が吸引する効果が大きくなる。よって、吹き出し気流 2 0 の回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

【0049】

<変形例 8>

図 3 3 は、実施の形態 1 の変形例 8 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 8 に係る補強リブ 9 は、図 3 3 に示すように、実施の形態 1 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されておらず、6 枚の回転軸線 2 a に対し放射状に伸びる直線状の平板形状の補強リブ 9（上流リブ 9 a と下流リブ 9 b）同士が回転軸線 2 a まで延設されて交差し、お互いに結合された構成になっている。すなわち、6 枚の補強リブ 9 同士は、回転軸線 2 a において交わることで軸線部 2 b を形成し、軸線部 2 b と複数の翼 1 とを接続している。

10

なお、その他の構成は、実施の形態 1 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0050】

<効果>

変形例 8 では、実施の形態 1 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されていないシンプルな構成ながら、補強リブ 9 を回転軸線 2 a まで延設してプロペラファンの翼 1 の強度を確保することができる。

<変形例 9>

20

図 3 4 は、実施の形態 1 の変形例 9 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 9 に係る補強リブ 9 は、図 3 4 に示すように、変形例 8 に係る上流リブ 9 a と下流リブ 9 b との間に 3 枚目の中間リブ 9 c が配置されたものである。

すなわち、補強リブ 9 は、プロペラファンの回転軸線 2 a に対し放射状に伸びる直線状の平板形状であり、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a、中間リブ 9 c、下流リブ 9 b が配置されている。9 枚の補強リブ 9 同士は、回転軸線 2 a において交わることで軸線部 2 b を形成し、軸線部 2 b と複数の翼 1 とを接続している。

なお、その他の構成は、実施の形態 1 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0051】

30

<効果>

変形例 9 では、1 枚の翼 1 に対して 3 枚の補強リブ 9 を配置することで変形例 8 に係る 1 枚の翼 1 に対して 2 枚の補強リブ 9 を配置したプロペラファンに比べて翼 1 の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で 6 枚から 9 枚となることで、回転軸線 2 a 付近の逆向きの気流 2 1 を補強リブ 9 が吸引する効果が大きくなる。よって、吹き出し気流 2 0 の回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

【0052】

<変形例 10>

図 3 5 は、実施の形態 1 の変形例 10 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

40

変形例 10 に係る補強リブ 9 は、図 3 5 に示すように、実施の形態 1 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されておらず、回転軸線 2 a の周囲にモータの駆動軸を取り付ける円形開口 1 e が開口している。6 枚の回転軸線 2 a に対し放射状に伸びる直線状の平板形状の補強リブ 9（上流リブ 9 a と下流リブ 9 b）は、円形開口 1 e の開口縁まで延設されて形成された構成になっている。

すなわち、回転軸線 2 a の周囲に、回転軸線 2 a と連結部 1 c の周縁との最短距離を半径とする最小半径部 1 d が形成され、最小半径部 1 d には、回転軸線 2 a を中心軸とし、最小半径部 1 d の半径よりも小さい半径を有する円形開口 1 e が開口している。そして、補強リブ 9 は、円形開口 1 e の開口縁と複数の翼 1 とを接続している。

50

なお、その他の構成は、実施の形態 1 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0053】

<効果>

変形例 10 では、実施の形態 1 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されていないシンプルな構成ながら、補強リブ 9 を円形開口 1 e の開口縁まで延設してプロペラファンの翼 1 の強度を確保することができる。

<変形例 11>

図 36 は、実施の形態 1 の変形例 11 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 11 に係る補強リブ 9 は、図 36 に示すように、変形例 10 に係る上流リブ 9 a と下流リブ 9 b との間に 3 枚目の中間リブ 9 c が配置されたものである。

すなわち、補強リブ 9 は、プロペラファンの回転軸線 2 a に対し放射状に伸びる直線状の平板形状であり、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a、中間リブ 9 c、下流リブ 9 b が配置されている。

なお、その他の構成は、実施の形態 1 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0054】

<効果>

変形例 11 では、1 枚の翼 1 に対して 3 枚の補強リブ 9 を配置することで変形例 10 に係る 1 枚の翼 1 に対して 2 枚の補強リブ 9 を配置したプロペラファンに比べて翼 1 の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で 6 枚から 9 枚となることで、回転軸線 2 a 付近の逆向きの気流 21 を補強リブ 9 が吸引する効果が大きくなる。よって、吹き出し気流 20 の回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

【0055】

なお、補強リブ 9 は、1 枚の翼 1 に対して 2 枚や 3 枚配置する例を示したが 4 枚以上形成してもよい。

また、翼 1 の枚数は 2 枚以上であれば特段制約を受けない。

【0056】

実施の形態 2.

実施の形態 2 に係るプロペラファンは、実施の形態 1 に係るプロペラファンと補強リブ 9 の形状のみが異なるため補強リブ 9 の構成を説明する。

図 10 は、実施の形態 2 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た例の正面図である。

図 10 に示すように、実施の形態 2 に係る補強リブ 9 の形状は、回転軸線 2 a 方向からの正面視の形状を翼 1 の後縁 7 側に凸形となるように湾曲させたシロッコ翼形状となっている。

【0057】

<効果>

このようなシロッコ翼形状の補強リブ 9 とすると、補強リブ 9 の回転によって押された空気が回転軸線 2 a 側に集められるので、軸方向に送風する効果を有する。つまり、翼 1 の中心部にミニプロペラファンを有するような効果を奏する。よって、回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を増加させ、後述する低圧損の動作点においては送風効率を高めることができる。

【0058】

ここで、実施の形態 1 に係る補強リブ 9 の形状を前縁 6 側に凸形となるターボ翼形状、及び、放射状に伸びる直線状の平板形状とした場合と、実施の形態 2 に係る後縁 7 側に凸形となるように湾曲させたシロッコ翼形状とした場合との効果の相違を説明する。

図 11 は、プロペラファンの送風性能を示す P-Q 線図である。

一般的に、プロペラファンの送風性能は、図 11 に示すような流体の圧力（静圧）と単位時間あたりの風量の関係（P-Q 線図）で表される。プロペラファンの風路に抵抗が多

10

20

30

40

50

く存在すると、圧力損失カーブが通常圧損曲線 A から高压損曲線 B へと立ち上がり、プロペラファンの能力特性曲線 C との交点である動作点も移動することが知られている。高压損曲線 B は、流路の圧力損失を通常圧損曲線 A の 2 倍に設定したものである。

通常圧損曲線 A と能力特性曲線 C との交点が通常動作点となり、高压損曲線 B と能力特性曲線 C との交点が高压損の動作点となり、静圧ゼロと能力特性曲線 C との交点が低压損の動作点となる。

【0059】

実施の形態 1 における補強リブ 9 の形状を前縁 6 側に凸形となるターボ翼形状、及び、放射状に伸びる直線状の平板形状とした場合には、補強リブ 9 の回転によって作り出された負圧によって、プロペラファンの回転軸線 2 a 方向に気流を強制的に吸引するターボ翼の効果により、静圧を必要とする通常動作点や高压損の動作点となる流路抵抗のある使用条件が適している。

10

一方、実施の形態 2 における補強リブ 9 を後縁 7 側に凸形となるように湾曲させたシロッコ翼形状とした場合には、補強リブ 9 の回転によって押された空気が回転軸線 2 a 側に集められるので、補強リブ 9 が回転軸線 2 a 方向に送風するミニプロペラファンのような効果を有し、静圧を必要とせず風量を必要とする流路抵抗の少ない低压損の動作点での使用が適している。

【0060】

次に、実施の形態 2 に係るプロペラファンの補強リブ 9 がシロッコ翼形状のときの変形例について説明する。

20

<変形例 1>

図 37 は、実施の形態 2 の変形例 1 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 1 に係る補強リブ 9 は、図 37 に示すように、実施の形態 2（図 10 を参照）に係る上流リブ 9 a と下流リブ 9 b との間に 3 枚目の中間リブ 9 c が配置されたものである。

すなわち、補強リブ 9 は、プロペラファンの後縁 7 側に凸形となるシロッコ翼形状であり、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a、中間リブ 9 c、下流リブ 9 b が配置されている。

なお、その他の構成は、実施の形態 2 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0061】

30

<効果>

変形例 1 では、1 枚の翼 1 に対して 3 枚の補強リブ 9 を配置することで実施の形態 2 に係る 1 枚の翼 1 に対して 2 枚の補強リブ 9 を配置したプロペラファンに比べて翼 1 の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で 6 枚から 9 枚となることで、補強リブ 9 の回転によって押された空気が回転軸線 2 a 側に集められ、回転軸線 2 a 方向に送風する効果が向上する。つまり、翼 1 の中心部にミニプロペラファンを有するような効果を奏する。よって、回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を増加させ、低压損の動作点においては送風効率を高めることができる。

【0062】

<変形例 2>

40

図 38 は、実施の形態 2 の変形例 2 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 2 に係る補強リブ 9 は、図 38 に示すように、実施の形態 2（図 10 を参照）に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されておらず、6 枚のシロッコ翼形状の補強リブ 9（上流リブ 9 a と下流リブ 9 b）同士が回転軸線 2 a まで延設されて交差し、お互いに結合された構成になっている。すなわち、6 枚の補強リブ 9 同士は、回転軸線 2 a において交わることで軸線部 2 b を形成し、軸線部 2 b と複数の翼 1 とを接続している。

なお、その他の構成は、実施の形態 2 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0063】

<効果>

50

変形例 2 では、実施の形態 2 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されていないシンプルな構成ながら、補強リブ 9 を回転軸線 2 a まで延設してプロペラファンの翼 1 の強度を確保することができる。

<変形例 3>

図 3 9 は、実施の形態 2 の変形例 3 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 3 に係る補強リブ 9 は、図 3 9 に示すように、変形例 2 に係る上流リブ 9 a と下流リブ 9 b との間に 3 枚目の中間リブ 9 c が配置されたものである。

すなわち、補強リブ 9 は、プロペラファンの後縁 7 側に凸形となるシロッコ翼形状であり、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a、中間リブ 9 c、下流リブ 9 b が配置されている。9 枚の補強リブ 9 同士は、回転軸線 2 a において交わることで軸線部 2 b を形成し、軸線部 2 b と複数の翼 1 とを接続している。

なお、その他の構成は、実施の形態 2 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0064】

<効果>

変形例 3 では、1 枚の翼 1 に対して 3 枚の補強リブ 9 を配置することで変形例 2 に係る 1 枚の翼 1 に対して 2 枚の補強リブ 9 を配置したプロペラファンに比べて翼 1 の強度を向上させることができる。また、補強リブが合計で 6 枚から 9 枚となることで、補強リブ 9 の回転によって押された空気が回転軸線 2 a 側に集められ、回転軸線 2 a 方向に送風する効果が向上する。つまり、翼 1 の中心部にミニプロペラファンを有するような効果を奏する。よって、回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を増加させ、低圧損の動作点においては送風効率を高めることができる。

【0065】

<変形例 4>

図 4 0 は、実施の形態 2 の変形例 4 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 4 に係る補強リブ 9 は、図 4 0 に示すように、実施の形態 2 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されておらず、回転軸線 2 a の周囲にモータの駆動軸を取り付ける円形開口 1 e が開口している。6 枚のシロッコ翼形状の補強リブ 9 (上流リブ 9 a と下流リブ 9 b) は、円形開口 1 e の開口縁まで延設されて形成された構成になっている。

すなわち、回転軸線 2 a の周囲に、回転軸線 2 a と連結部 1 c の周縁との最短距離を半径とする最小半径部 1 d が形成され、最小半径部 1 d には、回転軸線 2 a を中心軸とし、最小半径部 1 d の半径よりも小さい半径を有する円形開口 1 e が開口している。そして、補強リブ 9 は、円形開口 1 e の開口縁と複数の翼 1 とを接続している。

なお、その他の構成は、実施の形態 2 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0066】

<効果>

変形例 4 では、実施の形態 1 に係る円筒部 3 と軸孔部 2 と結合リブ 4 とが形成されていないシンプルな構成ながら、補強リブ 9 を円形開口 1 e の周縁まで延設してプロペラファンの翼 1 の強度を確保することができる。

<変形例 5>

図 4 1 は、実施の形態 2 の変形例 5 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た斜視図である。

変形例 5 に係る補強リブ 9 は、図 4 1 に示すように、変形例 4 に係る上流リブ 9 a と下流リブ 9 b との間に 3 枚目の中間リブ 9 c が配置されたものである。

すなわち、補強リブ 9 は、プロペラファンの後縁 7 側に凸形となるシロッコ翼形状であり、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a、中間リブ 9 c、下流リブ 9 b が配置されている。

なお、その他の構成は、実施の形態 2 に係るプロペラファンの構成と同一である。

【0067】

<効果>

変形例5では、1枚の翼1に対して3枚の補強リブ9を配置することで変形例5に係る1枚の翼1に対して2枚の補強リブ9を配置したプロペラファンに比べて翼1の強度を向上させることができる。また、また、補強リブが合計で6枚から9枚となることで、補強リブ9の回転によって押された空気が回転軸線2a側に集められ、回転軸線2a方向に送風する効果が向上する。つまり、翼1の中心部にミニプロペラファンを有するような効果を奏する。よって、回転軸線2a方向の風速成分 V_z を増加させ、低圧損の動作点においては送風効率を高めることができる。

【0068】

実施の形態3.

10

実施の形態3は、実施の形態1または2に係るプロペラファンの翼1を流体の流れ方向10に倒した形状（後述する後傾形）とした場合の実施例である。

【0069】

図12は、実施の形態3に係るプロペラファンの正面図に翼弦中心線15の位置を記載した図である。

図13は、実施の形態3に係る後傾形のプロペラファンを前傾形のプロペラファンと比較して側面図に翼弦中心線15の位置を記載した図である。

ここで、翼弦中心線15とは、翼1の特定の円周上における中央点の集合である。

図13において、後傾形の翼1の翼弦中心線15は、円筒部3の外壁面にあたる当接点15aから回転軸線2aに垂直な方向に延びた垂直面16を引くと、翼弦中心線15は垂直面16よりも流体の流れ方向10の下流側に位置している。これに対して、前傾形の翼弦中心線15は垂直面16よりも流体の流れ方向10の上流側に位置している。

20

よって、実施の形態3に係る後傾形のプロペラファンでは、翼1は、翼弦中心線15が垂直面16よりも流体の流れの下流側に配置される形状を備えている（以降、後傾形という）。

【0070】

図13で示す翼1上の矢印は、翼1が回転した場合に空気が押される方向であり、後傾形のプロペラファンでは、翼1の内周側に向かって傾斜（＝閉じた流れ）している。

比較のため図13の前傾形のプロペラファンでは、後傾形とは逆に、空気が押される方向が翼1の外周側に向かって傾斜（＝開いた流れ）している。

30

【0071】

次に、図14において、前傾形と後傾形のプロペラファンの回転軸線2aと平行な方向の風速成分 V_z の違いについて説明する。

図14は、実施の形態3に係る後傾形のプロペラファンの速度成分25と、前傾形のプロペラファンの速度成分26と、を比較した図である。

風速成分 V_z の最も高い（＝風量が多い）場所は、空気が翼1に押される方向が異なるため、後傾形の速度成分25は、前傾形の速度成分26よりもピークの位置が翼1の内周側に寄る傾向がある。

【0072】

図示のように実施の形態3に係る後傾形のプロペラファンは、気流の速度分布が翼1の外周側に広がることを抑えることで、吹き出し気流20の吹き出し角度 α （図8で説明したように α は正の値）を小さくすることができる。

40

【0073】

なお、後傾形の翼弦中心線15が垂直面16よりも流体の流れの下流側に全て配置された翼形状の例を示したが、翼弦中心線15の長さの70%以上が垂直面16よりも流体の流れの下流側に配置されている翼1の形状であれば、上記と同様の機能及び効果を有する。

【0074】

<効果>

実施の形態3に係るプロペラファンでは、このように後傾形の翼1を採用することで、

50

実施の形態 1 に係る効果に加えて、さらに吹き出し気流 20 の吹き出し角度 α を小さくすることができる。よって、吹き出し気流 20 の回転軸線 2a 方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

【0075】

実施の形態 4.

実施の形態 4 に係るプロペラファンは、実施の形態 1～3 に係るプロペラファンを空気調和機の室外機 30 に採用した実施例である。このプロペラファンは、室外熱交換器 31 に熱交換用の外気を送風する機能を有する。

図 15 は、実施の形態 4 に係る室外機に実施の形態 1～3 に係るプロペラファンを取り付けた際の外観斜視図である。

10

図 16 は、実施の形態 4 に係る室外機に実施の形態 1～3 に係るプロペラファンを取り付けた際の内部斜視図である。

図 17 は、実施の形態 4 に係る室外機のプロペラファンに外風が当たった時の補強リブの作用を説明する図である。

実施の形態 4 に係る室外機 30 のプロペラファンは、補強リブ 9 を回転軸線 2a 方向から見た正面視の形状で、図 2 に示すようにプロペラファンの前縁 6 側に凸形となるように湾曲して構成（ターボ翼形状）されているものである。

【0076】

この補強リブ 9 は、実施の形態 1 に記載したように、通常回転方向 11 に回転することで回転軸線 2a 近傍に負圧域を形成し、吹き出し気流 20 に対して逆向きの気流 21 を吸引する。

20

ここで、実施の形態 3 に係る室外機 30 が停止している時にプロペラファンに屋外の強風が当たる場合を考える。この強風は、プロペラファンが通常運転した時に発生させる流体の流れ方向 10 とは反対向きの逆風としてプロペラファンに作用する。

強風（逆風）は、プロペラファンの圧力面 1a に衝突し、通常回転方向 11 とは反対回転方向 12 に翼 1 を回転させる。すると、通常回転方向 11 では回転方向 11 に凸形状に湾曲して構成（ターボ翼形状）された補強リブ 9 が、反対回転方向 12 の時には反対回転方向 12 に凹形状に湾曲した構成（シロッコ翼形状）となる。

【0077】

<効果>

30

室外機 30 に設けたプロペラファンは、屋外の強風（逆風）が当たる時に高速で回転し遠心力で翼 1 が破断して破損することがある。実施の形態 3 に係るプロペラファンでは、強風がプロペラファンに当たると、補強リブ 9 が、反対回転方向 12 に凹形状に湾曲した構成（シロッコ翼形状）となるため、図 15 に示す各補強リブ 9 の間の空間 40 の空気がパラシュート作用により回転の抵抗となる。したがって、通常回転方向 11 では実施の形態 1 に係る気流の吸引作用を有すると共に、強風による反対回転方向 12 では、プロペラファンの回転速度を抑制してプロペラファンの破損を防止することができる。

【0078】

<プロペラファンの梱包>

実施の形態 1～3 における、プロペラファンの梱包について説明する。

40

図 18 は、実施の形態 1～3 におけるプロペラファンの梱包状態を示す模式図である。

図 19 は、従来のボス付のプロペラファンの梱包状態を示す模式図である。

図 18 において、梱包用のダンボール 50 内にボスレス形のプロペラファンが積層されて収納されており、ダンボール 50 の底面から翼 1 の前縁 6 までは距離 L が確保されているよう台座 51 が円筒部 3 の底面を支えるように配置されている。

【0079】

実施の形態 1～3 におけるプロペラファンは、従来のボス付プロペラファンにおけるボスの回転軸線方向寸法に比べて円筒部 3 の軸方向寸法が短いため、図 18 のように円筒部 3 の上面と下面とを当接して積層した際に積層方向の寸法を抑制し、梱包用のダンボール 50 内に従来より多くのプロペラファンを収納することが可能になる。

50

【0080】

実施の形態5.

実施の形態1～4に係るプロペラファンでは、1枚の翼1に対して上流リブ9aと下流リブ9bの2枚の補強リブ9を形成したが、実施の形態5は、1枚の翼1に対して上流リブ9aと下流リブ9bのうち下流リブ9bのみを1枚配置している。その他のプロペラファンの構成は、実施の形態1～4と同一である。

【0081】

図42は、実施の形態5に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

図43は、実施の形態5の変形例1に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

10

図44は、実施の形態5の変形例2に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【0082】

実施の形態5に係るプロペラファンは、例えば図42に示すように翼1の前縁6側に凸形状となるターボ翼形状の補強リブ9を備えたプロペラファンである。補強リブ9は、実施の形態1（図2を参照）に記載の上流リブ9aと下流リブ9bのうち下流リブ9bのみが設置されている。

【0083】

<変形例1>

20

また、実施の形態5の変形例1に係るプロペラファンは、例えば図43に示すように翼1の後縁7側に凸形状となるシロッコ翼形状の補強リブ9を備えたプロペラファンである。補強リブ9は、実施の形態2（図10を参照）に記載の上流リブ9aと下流リブ9bのうち下流リブ9bのみが設置されている。

【0084】

<変形例2>

さらに、実施の形態5の変形例2に係るプロペラファンは、例えば図44に示すようにプロペラファンの回転軸線2aに対し放射状に伸びる直線状の平板形状の補強リブ9を備えたプロペラファンである。補強リブ9は、実施の形態1の変形例1（図9を参照）に記載の上流リブ9aと下流リブ9bのうち下流リブ9bのみが設置されている。

30

【0085】

<効果>

実施の形態5及びその変形例1、2に係るプロペラファンは、1枚の翼1に対して下流リブ9bを1枚だけ配置した構成のため、プロペラファンの軽量化が可能となる。また、本実施の形態のプロペラファンは低速回転域の使用に適しており、下流リブ9bのみで翼1を支持しても強度を保つことが可能である。

さらに、実施の形態5及びその変形例1に係るターボ翼形状、及び、放射状に伸びる平板形状の下流リブ9bでは、回転軸線2a付近の逆向きの気流21を吸引する効果を発揮することができる。よって、吹き出し気流20の回転軸線2a方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

40

また、変形例2に係るシロッコ翼形状の下流リブ9bでは、下流リブ9bの回転によって押された空気が回転軸線2a側に集められ、回転軸線2a方向に送風する効果が向上する。つまり、翼1の中心部にミニプロペラファンを有するような効果を奏する。よって、回転軸線2a方向の風速成分 V_z を増加させ、低圧損の動作点においては送風効率を高めることができる。

【0086】

実施の形態6.

実施の形態1～4に係るプロペラファンでは、1枚の翼1に対して上流リブ9aと下流リブ9bの2枚の補強リブ9を形成したが、実施の形態6は、1枚の翼1に対して上流リブ9aと下流リブ9bのうち上流リブ9aのみを1枚配置している。その他のプロペラフ

50

ファンの構成は、実施の形態 1～4 と同一である。

【0087】

図 45 は、実施の形態 6 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

図 46 は、実施の形態 6 の変形例 1 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

図 47 は、実施の形態 6 の変形例 2 に係るプロペラファンの流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【0088】

実施の形態 6 に係るプロペラファンは、例えば図 45 に示すように翼 1 の前縁 6 側に凸形状となるターボ翼形状の補強リブ 9 を備えたプロペラファンである。補強リブ 9 は、実施の形態 1（図 2 を参照）に記載の上流リブ 9 a と下流リブ 9 b のうち上流リブ 9 a のみが設置されている。

10

【0089】

<変形例 1>

また、実施の形態 6 の変形例 1 に係るプロペラファンは、例えば図 46 に示すように翼 1 の後縁 7 側に凸形状となるシロッコ翼形状の補強リブ 9 を備えたプロペラファンである。補強リブ 9 は、実施の形態 2（図 10 を参照）に記載の上流リブ 9 a と下流リブ 9 b のうち上流リブ 9 a のみが設置されている。

【0090】

20

<変形例 2>

さらに、実施の形態 6 の変形例 2 に係るプロペラファンは、例えば図 47 に示すようにプロペラファンの回転軸線 2 a に対し放射状に伸びる直線状の平板形状の補強リブ 9 を備えたプロペラファンである。補強リブ 9 は、実施の形態 1 の変形例 1（図 9 を参照）に記載の上流リブ 9 a と下流リブ 9 b のうち上流リブ 9 a のみが設置されている。

【0091】

<効果>

実施の形態 6 及びその変形例 1、2 に係るプロペラファンは、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a を 1 枚だけ配置した構成のため、プロペラファンの軽量化が可能となる。また、本実施の形態のプロペラファンは実施の形態 3 に係るプロペラファンに比べて高速回転域の使用に適しており、翼 1 への応力が集中する前縁 6 側に上流リブ 9 a を配置することで強度を保つことが可能となる。

30

さらに、実施の形態 6 及びその変形例 1 に係るターボ翼形状、及び、放射状に伸びる平板形状の上流リブ 9 a では、回転軸線 2 a 付近の逆向きの気流 2 1 を吸引する効果を発揮することができる。よって、吹き出し気流 2 0 の回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を相対的に増加させて、ファンの送風効率を上げることができる。

また、変形例 2 に係るシロッコ翼形状の上流リブ 9 a では、上流リブ 9 a の回転によって押された空気が回転軸線 2 a 側に集められ、回転軸線 2 a 方向に送風する効果が向上する。つまり、翼 1 の中心部にミニプロペラファンを有するような効果を奏する。よって、回転軸線 2 a 方向の風速成分 V_z を増加させ、低圧損の動作点においては送風効率を高めることができる。

40

【0092】

なお、実施の形態 5、6 では、1 枚の翼 1 に対して上流リブ 9 a と下流リブ 9 b のうちの一方を配置した例を示したが、1 枚の補強リブ 9 を配置する位置は翼 1 の前縁 6 側や後縁 7 側に近接して配置せず、任意の位置に形成すればよい。すなわち、翼 1 の前縁 6 と後縁 7 との間に収まるように配置されれば任意の位置を採用することが可能である。

【0093】

実施の形態 7.

実施の形態 1～6 に係るプロペラファンでは、板材の厚みが均等な平板形状の補強リブ 9 を採用した例を示したが、実施の形態 7 に係る補強リブ 9 には、翼 1 の外周縁 8 側に翼

50

1 との接合面積を大きく取る拡開部 60 が形成されている。

その他のプロペラファンの構成は、実施の形態 1 ～ 6 と同一である。

【0094】

図 48 は、実施の形態 7 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

図 49 は、実施の形態 7 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

図 50 は、実施の形態 7 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

【0095】

実施の形態 7 に係るプロペラファンは、例えば図 48 に示すように翼 1 の前縁 6 側に凸形状となるターボ翼形状の補強リブ 9 を備えたプロペラファンである。補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部には、図 48 に示すように回転軸線 2 a 方向から見て補強リブ 9 の厚さ方向に向けて Y 字形状に拡開する拡開部 60 が形成されている。すなわち、補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部に、単位長さあたりで翼 1 との接合面積が増加する拡開部 60 が形成されている。

【0096】

拡開部 60 は、補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部に補強リブ 9 と翼 1 との接合面積が大きくなる形状として形成されれば図 48 に示す Y 字形状には限定されない。例えば、補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部に補強リブ 9 の厚さ寸法よりも大きい外径寸法の円柱形状や多角柱形状などとして形成することができる。すなわち、拡開部 60 は、翼 1 の径方向における単位長さ当たりの翼 1 と補強リブ 9 との接合面積で比較したときに、補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部以外の部分よりも接合面積が大きく形成された部位として定義される。

【0097】

<変形例 1>

実施の形態 7 の変形例 1 に係るプロペラファンは、例えば図 49 に示すように翼 1 の後縁 7 側に凸形状となるシロッコ翼形状の補強リブ 9 を備えたプロペラファンである。補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部には、図 49 に示すように回転軸線 2 a 方向から見て補強リブ 9 の厚さ方向に向けて Y 字形状に拡開する拡開部 60 が形成されている。すなわち、補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部に、単位長さあたりで翼 1 との接合面積が増加する拡開部 60 が形成されている。拡開部 60 の形状は上記と同様にこの Y 字形状には限定されない。

【0098】

<変形例 2>

さらに、実施の形態 7 の変形例 2 に係るプロペラファンは、例えば図 50 に示すようにプロペラファンの回転軸線 2 a に対し放射状に伸びる直線状の平板形状の補強リブ 9 を備えたプロペラファンである。補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部には、図 50 に示すように回転軸線 2 a 方向から見て補強リブ 9 の厚さ方向に向けて Y 字形状に拡開する拡開部 60 が形成されている。すなわち、補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部に、単位長さあたりで翼 1 との接合面積が増加する拡開部 60 が形成されている。拡開部 60 の形状は上記と同様にこの Y 字形状には限定されない。

【0099】

<効果>

実施の形態 7 及びその変形例 1、2 に係るプロペラファンは、補強リブ 9 における翼 1 の外周縁 8 側に翼 1 との接合面積を大きく取る拡開部 60 が形成されているため、翼 1 の応力が最も大きく作用する補強リブ 9 の外周縁 8 側の端部において応力を分散して受けることができる。すなわち、拡開部 60 において翼 1 との接合面積を大きく確保し、翼 1 からの応力を分散加重として補強リブ 9 が受けることで補強リブ 9 と翼 1 との接合が破断することを防止することができる。特に室外機等で屋外の強風がプロペラファンに当たり、高速回転したときに、羽根割れを防止することができる。

【0100】

実施の形態 8.

実施の形態 1～7に係る補強リブ 9 は、プロペラファンの回転軸線 2 a と平行に補強リブ 9 の平板面が配置された例を示したが、実施の形態 8 に係るプロペラファンでは、ターボ翼形状の補強リブ 9 を構成する平板面を、その上辺 9 a h、9 b h が前縁 6 側に倒れるように傾斜させたものである。

なお、その他のプロペラファンの構成は、実施の形態 1～7 と同一である。

図 5 1 は、実施の形態 8 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た部分斜視図である。

実施の形態 8 に係る補強リブ 9 は、図 5 1 に記載のように前縁 6 側に凸形となるように湾曲して（ターボ翼形状）構成されている。補強リブ 9 は実施の形態 1 と同様に上流リブ 9 a と下流リブ 9 b とで 2 枚配置された例を示す。上流リブ 9 a と下流リブ 9 b とは、その上辺 9 a h、9 b h が翼 1 の前縁 6 側に倒れるように、補強リブ 9 を構成する平板面が傾斜している。補強リブ 9 を構成する平板面と回転軸線 2 a との成す角度は、図 5 1 に記載のように $\beta 1$ である。

【0101】

<効果>

実施の形態 8 に係るプロペラファンは、このようにターボ翼形状の補強リブ 9 において、前縁 6 側に補強リブ 9 の上辺 9 a h、9 b h が倒れるように傾斜させたので、回転軸線 2 a と平行に補強リブ 9 の平板面が配置された例に比べて、回転軸線 2 a 付近の逆向きの気流 2 1 を吸引する効果をさらに高めることができる。

【0102】

<変形例 1>

次に、実施の形態 8 に係る補強リブ 9 の変形例 1 について図 5 2 を参照して説明する。

図 5 2 は、実施の形態 8 の変形例 1 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た部分斜視図である。

実施の形態 8 では、ターボ翼形状の補強リブ 9 において、前縁 6 側に補強リブ 9 の上辺 9 a h、9 b h が倒れるように傾斜させたものであったが、変形例 1 では、ターボ翼形状の補強リブ 9 を構成する平板面を、その上辺 9 a h、9 b h が後縁 7 側に倒れるように傾斜させたものである。

補強リブ 9 は、図 5 2 に記載のように前縁 6 側に凸形となるように湾曲して（ターボ翼形状）構成されている。補強リブ 9 は実施の形態 1 と同様に上流リブ 9 a と下流リブ 9 b とで 2 枚配置された例を示す。上流リブ 9 a と下流リブ 9 b とは、その上辺 9 a h、9 b h が翼 1 の後縁 7 側に倒れるように、補強リブ 9 を構成する平板面が傾斜している。補強リブ 9 を構成する平板面と回転軸線 2 a との成す角度は、図 5 2 に記載のように $\beta 2$ である。

【0103】

<効果>

変形例 1 に係るプロペラファンは、台風などで屋外の強風がプロペラファンに当たると、補強リブ 9 が反対回転方向 1 2 に凹形状に湾曲した構成（シロッコ翼形状）となるため、パラシュート作用により回転の抵抗となる。したがって、通常回転方向 1 1 では実施の形態 1 に係る気流の吸引作用を有すると共に、屋外の強風による反対回転方向 1 2 では、プロペラファンの回転速度を抑制してプロペラファンの破損を防止することができる。

【0104】

<変形例 2>

次に、実施の形態 8 に係る補強リブ 9 の変形例 2 について図 5 3 を参照して説明する。

図 5 3 は、実施の形態 8 の変形例 2 に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た部分斜視図である。

実施の形態 8 の変形例 1 では、ターボ翼形状の補強リブ 9 において、後縁 7 側に補強リブ 9 の上辺 9 a h、9 b h が倒れるように傾斜させたものであったが、変形例 2 では、シロッコ翼形状の補強リブ 9 を構成する平板面を、その上辺 9 a h、9 b h が後縁 7 側に倒

れるように傾斜させたものである。

補強リブ9は、図53に記載のように後縁7側に凸形となるように湾曲して（シロッコ翼形状）構成されている。補強リブ9は実施の形態1と同様に上流リブ9aと下流リブ9bとで2枚配置された例を示す。上流リブ9aと下流リブ9bとは、その上辺9ah、9bhが翼1の後縁7側に倒れるように、補強リブ9を構成する平板面が傾斜している。補強リブ9を構成する平板面と回転軸線2aとの成す角度は、図53に記載のように $\gamma 1$ である。

【0105】

<効果>

変形例2に係るプロペラファンは、このようにシロッコ翼形状の補強リブ9において、後縁7側に補強リブ9の上辺9ah、9bhが倒れるように傾斜させたので、実施の形態2に係る回転軸線2aと平行に補強リブ9の平板面が配置された例に比べて、補強リブ9によるミニプロペラファンの効果が大きくなり風量が増加する。よって、回転軸線2a方向の風速成分 V_z を増加させ、送風効率を高めることができる。

【0106】

実施の形態9.

実施の形態1～8に係る補強リブ9は、プロペラファンの回転軸線2aと連結部1cの周縁との最短距離を半径とする円形状の最小半径部1dを超えて翼1を支える構成となっていたが、実施の形態9に係る補強リブ9は、最小半径部1d内に収まる長さとして規定されている。

なお、その他のプロペラファンの構成は、実施の形態1～8と同一である。

図54は、実施の形態9に係るプロペラファンを流体流れ方向の下流側から見た正面図である。

実施の形態9に係る補強リブ9は、図54に記載のようにターボ翼形状の補強リブ9において、径方向の長さが最小半径部1d内に収まるように規定されている。すなわち、実施の形態1に係る補強リブ9に比べて径方向の長さが小さく形成されている。

図54において、プロペラファンの翼1の最大外径寸法を ϕD とし、補強リブ9の径方向長さ寸法を L （回転軸線2aと上流リブ接点9as、下流リブ接点9bsとの長さ）とすると、 $L/\phi D$ の値が0.025以上0.1以下となるように L を設定することが好ましい。

【0107】

<効果>

実施の形態9に係るプロペラファンは、図11における通常動作点と低圧損の動作点との間の静圧を必要とせず風量を必要とする流路抵抗の少ない低圧損の動作点での使用が適している。すると、構成上、補強リブ9を最小半径部1d内に収まる長さとして規定したため、プロペラファンの軽量化を実現することができる。

【0108】

以上の実施の形態に記載したプロペラファンの翼形状は、様々な送風装置に採用することが可能であるが、例えば空気調和機の室外ユニットの他にも室内ユニットの送風装置として採用することができる。また、一般的な送風機や換気扇、ポンプなど、流体を搬送する軸流圧縮機形の翼形状として広く適用することが可能である。

【符号の説明】

【0109】

1 翼、1a 圧力面、1b 負圧面、1c 連結部、1d 最小半径部、1e 円形開口、2 軸孔部、2a 回転軸線、2b 軸線部、3 円筒部、3a 印部、4 結合リブ、6 前縁、7 後縁、8 外周縁、9 補強リブ、9a 上流リブ、9ah 上辺、9as 上流リブ接点、9b 下流リブ、9bh 上辺、9bs 下流リブ接点、9c 中間リブ、9c1 第1円弧、9c2 第2円弧、10 回転軸線と平行な流体の流れ方向、11 回転方向、12 反対回転方向、15 中心線、15a 当接点、16 垂直面、20 吹き出し気流、21 逆向きの気流、22 流入気流、23 反転気流、2

10

20

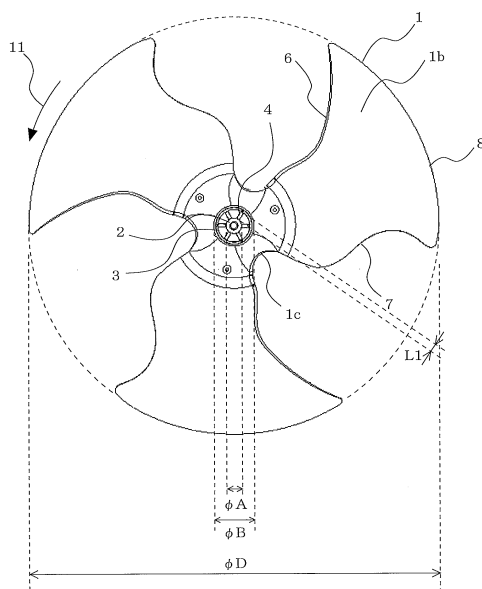
30

40

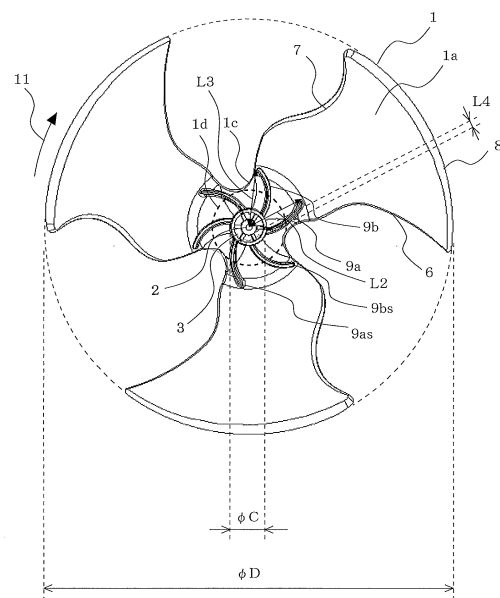
50

5 後傾形のプロペラファンの速度成分、26 前傾形のプロペラファンの速度成分、30 室外機、31 室外熱交換器、40 空間、50 ダンボール、51 台座、60 拡開部、 $\alpha 1$, $\alpha 2$ 吹き出し角度、 $\beta 1$, $\beta 2$, $\gamma 1$ 補強リブの角度。

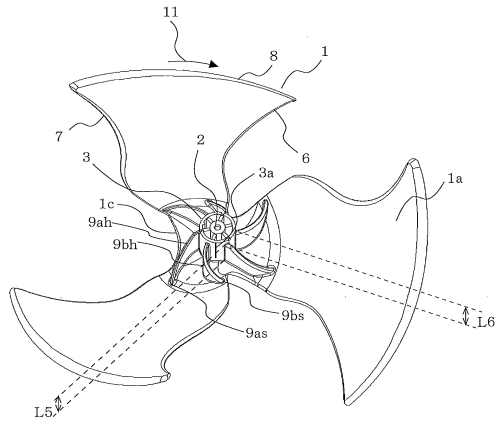
【図 1】



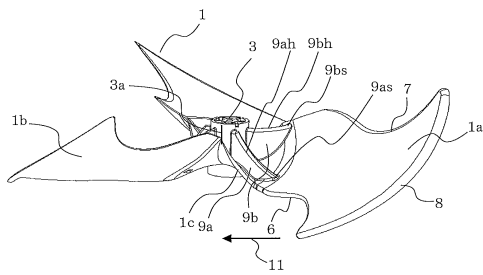
【図 2】



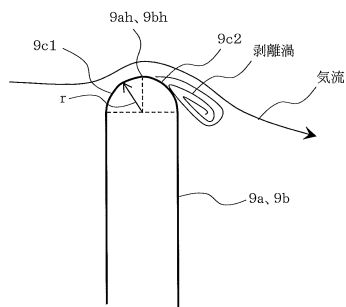
【図 3】



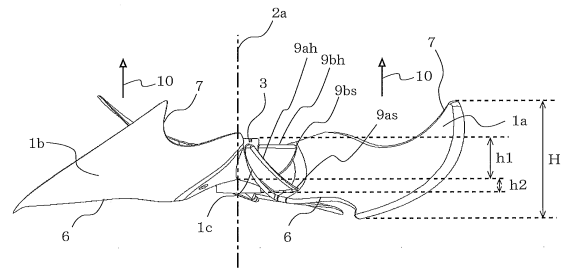
【図 4】



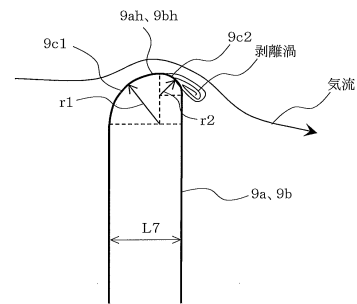
【図 7】



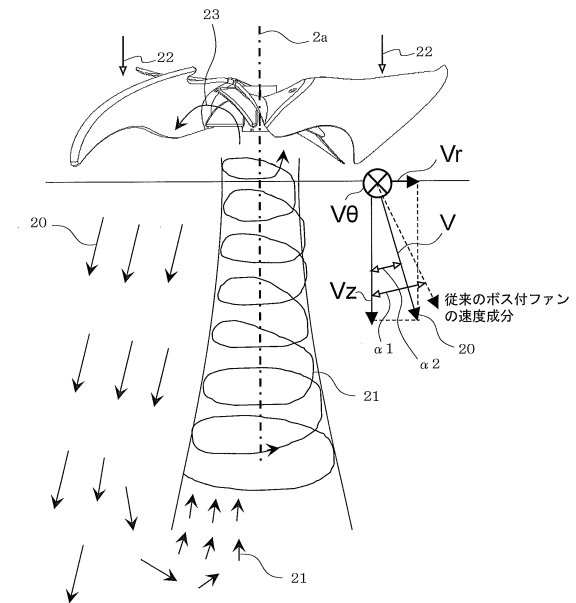
【図 5】



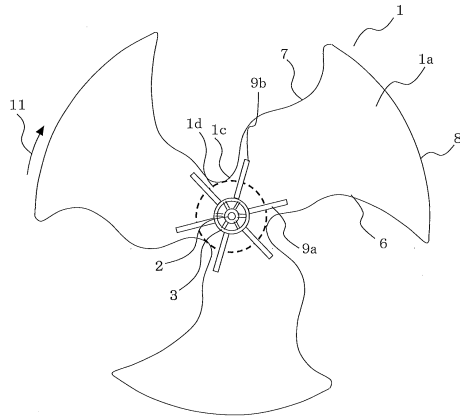
【図 6】



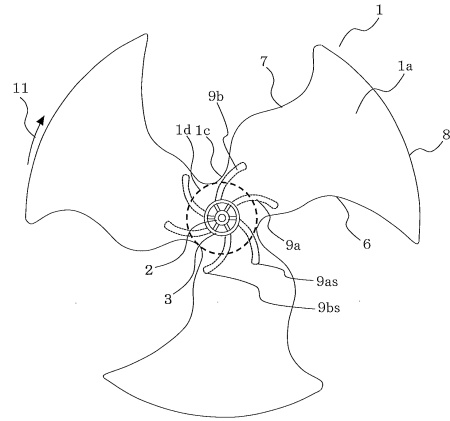
【図 8】



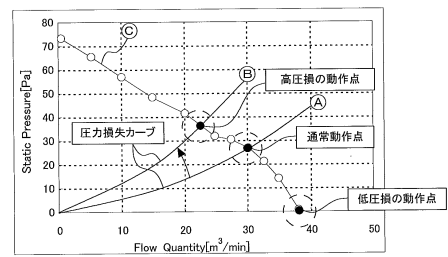
【図 9】



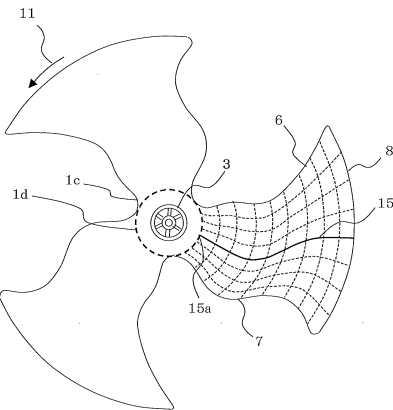
【図 10】



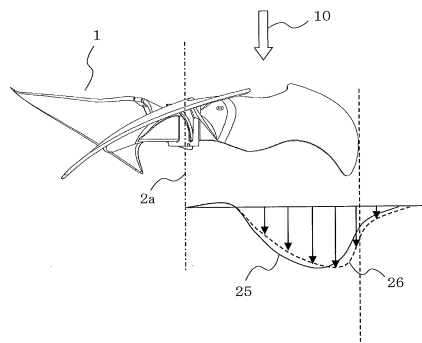
【図 11】



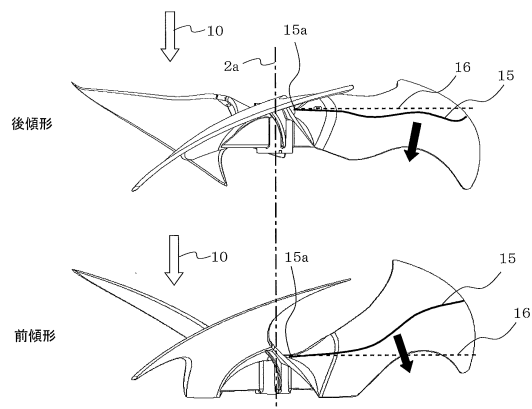
【図 12】



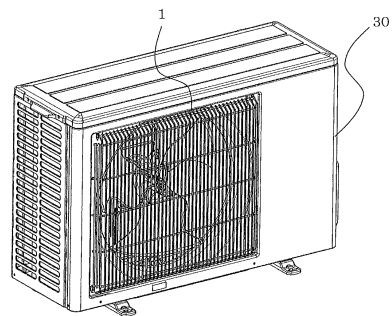
【図 14】



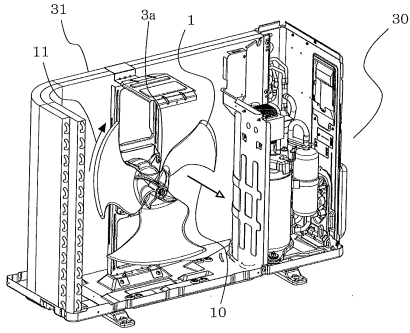
【図 13】



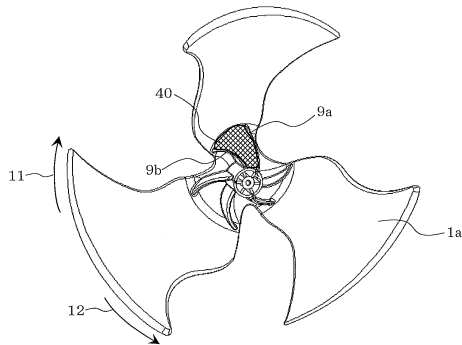
【図 15】



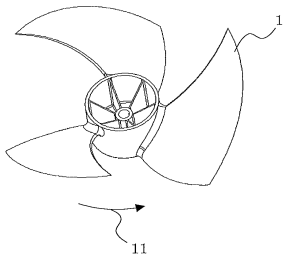
【図 16】



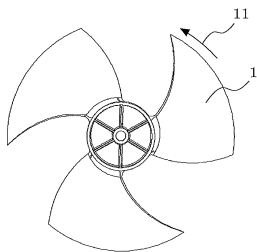
【図 17】



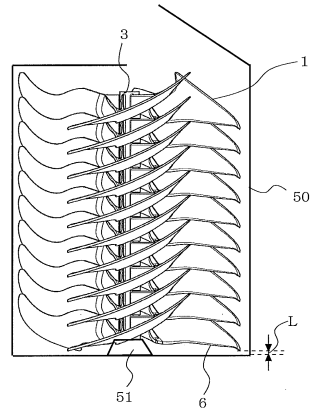
【図 20】



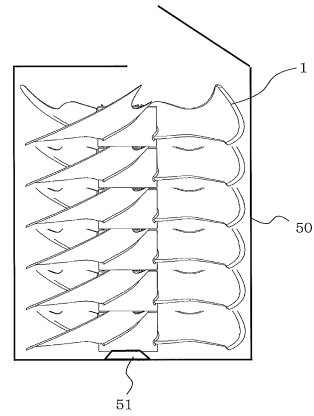
【図 21】



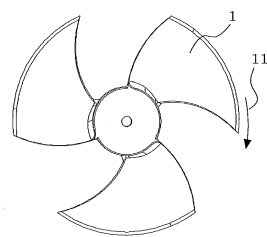
【図 18】



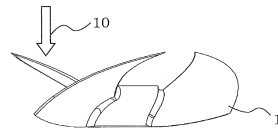
【図 19】



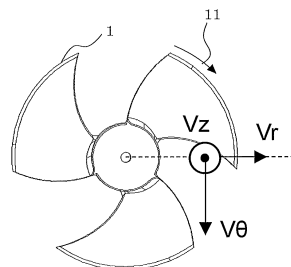
【図 22】



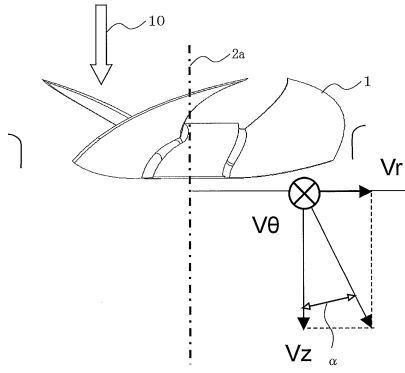
【図 23】



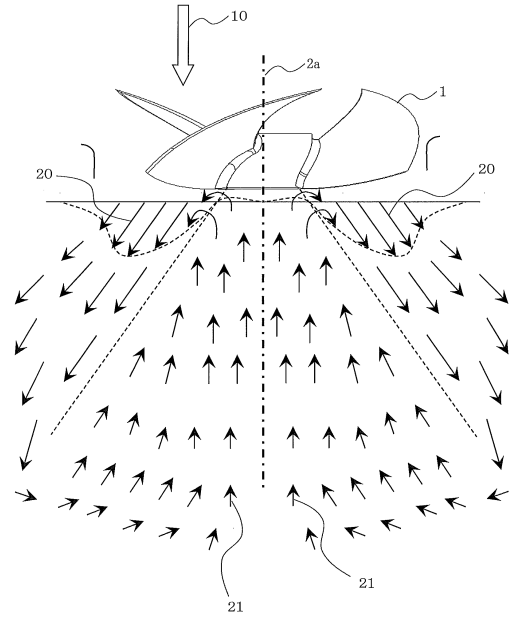
【図 24】



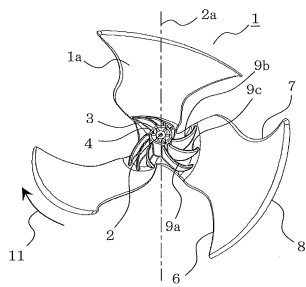
【図 25】



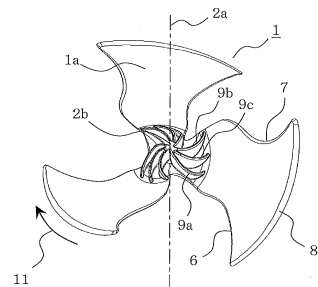
【図 26】



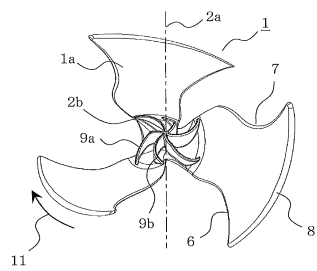
【図 27】



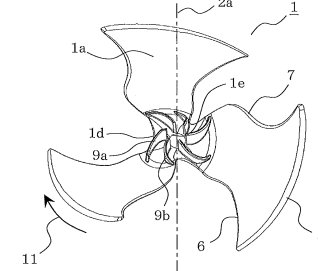
【図 29】



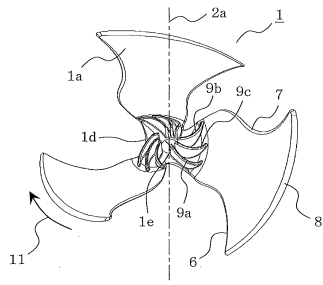
【図 28】



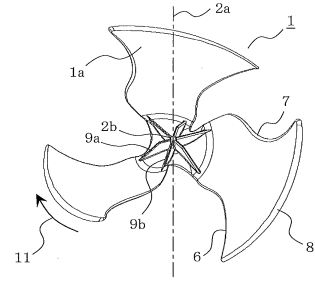
【図 30】



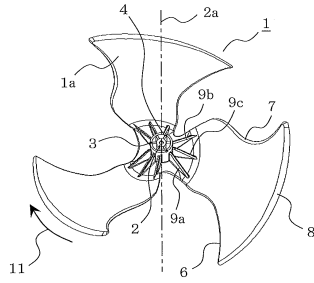
【図 3 1】



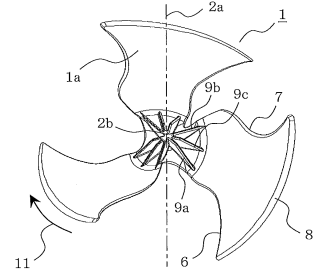
【図 3 3】



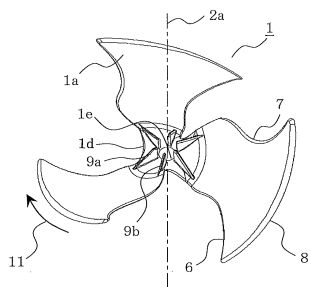
【図 3 2】



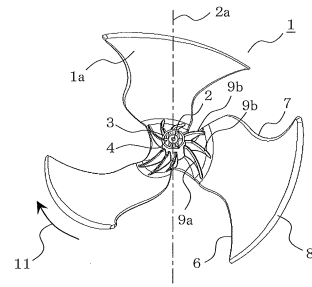
【図 3 4】



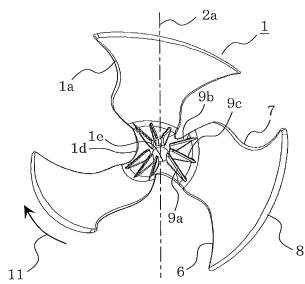
【図 3 5】



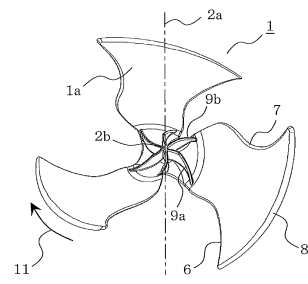
【図 3 7】



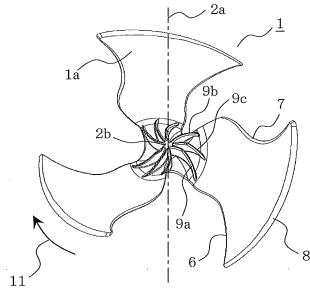
【図 3 6】



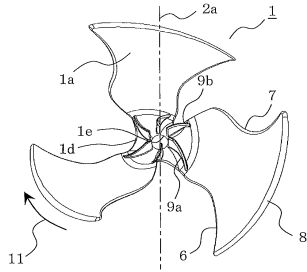
【図 3 8】



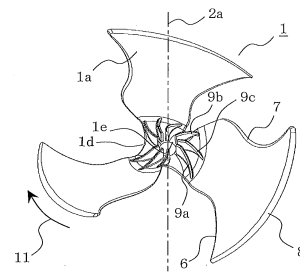
【図 39】



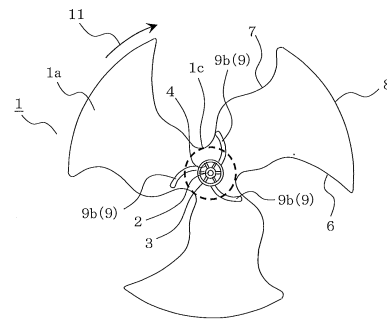
【図 40】



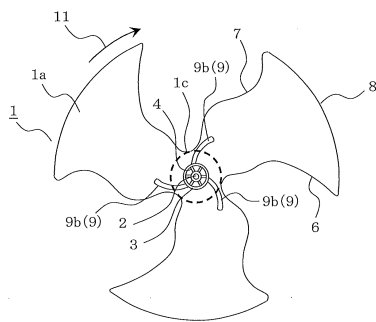
【図 41】



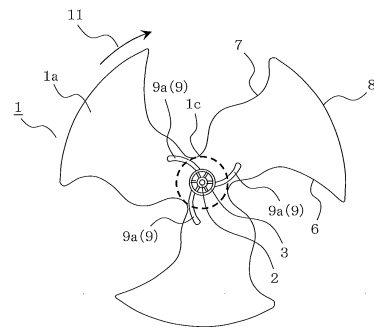
【図 42】



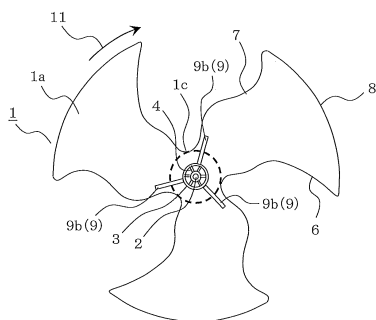
【図 43】



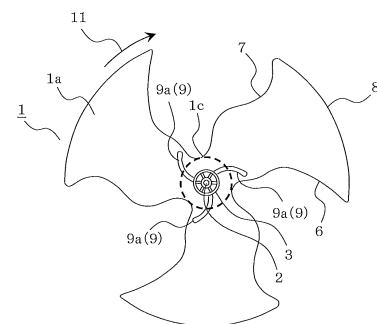
【図 45】



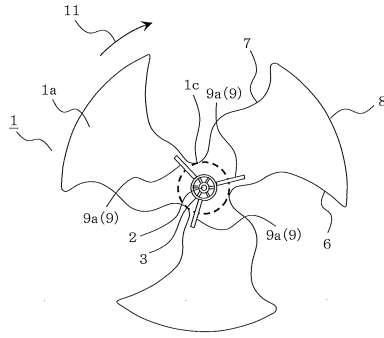
【図 44】



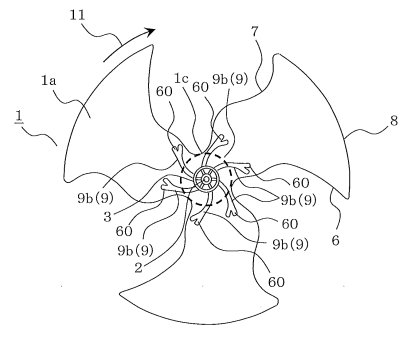
【図 46】



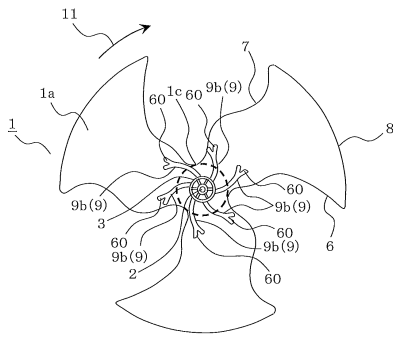
【図 4 7】



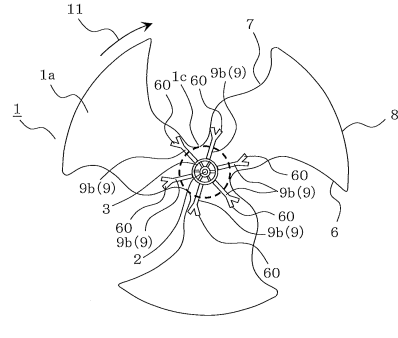
【図 4 9】



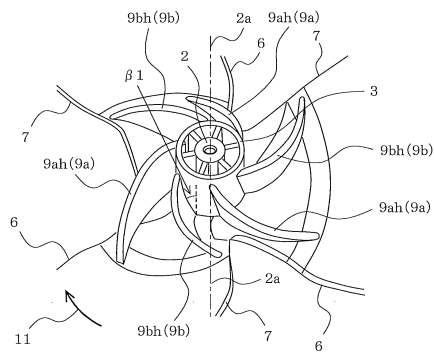
【図 4 8】



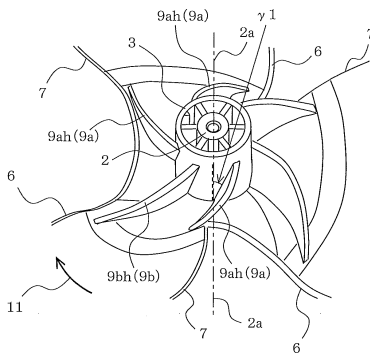
【図 5 0】



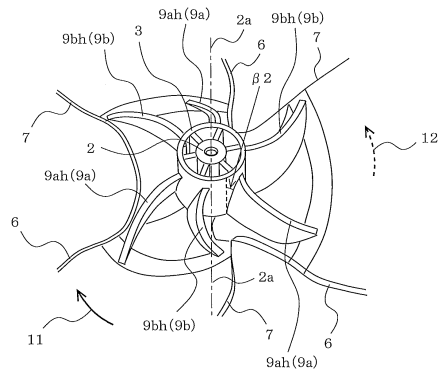
【図 5 1】



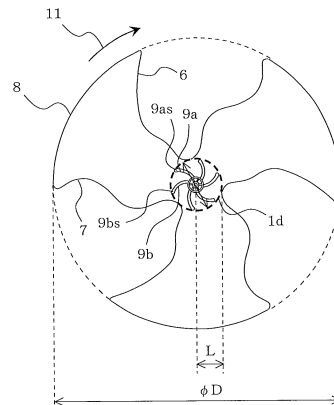
【図 5 3】



【図 5 2】



【図 5 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 池田 孟
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 小林 孝
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 平川 誠司
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 吉川 浩司
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 中川 英知
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 牧野 浩招
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 岩田 健一

- (56)参考文献 特表2003-531341 (JP, A)
実開昭62-133996 (JP, U)
特開平05-280494 (JP, A)
特開平08-178337 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04D 29/32
F04D 29/34