

明 細 書

発明の名称 : 遠心ファン、成型用金型および流体送り装置

技術分野

[0001] この発明は、一般的には、遠心ファン、成型用金型および流体送り装置に関し、より特定のには、空気調和機や空気清浄機などに用いられる遠心ファン、その遠心ファンの製造に用いられる成型用金型およびその遠心ファンを備える流体送り装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の遠心ファンについて、たとえば、特開平５－１０６５９１号公報には、送風効果を向上させることを目的とした送風機用シロッコファンが開示されている（特許文献１）。特許文献１に開示された送風機用シロッコファンは、複数の羽根が等間隔で放射状かつリング状に配設されて形成されている。各羽根には、シロッコファンの中空部分から導入された空気を送風するためのサブブレードが設けられている。

[0003] また、特開２００９－２８６８１号公報には、気流の循環効率を高めることにより、風量を増大させることなく、室内の空気環境の改善効果を大きく高めることを目的とした空気清浄機が開示されている（特許文献２）。特許文献２に開示された空気清浄機においては、室内の空気を取り入れるための吸い込み口と、吸い込み口から取り入れられた空気中に存在する塵埃などを除去するエアフィルタと、エアフィルタで処理された空気を室内に送り出す吹き出し口と、空気を吸い込み口から吹き出し口まで移動させる送風機とを備えて構成されている。送風機には、シロッコファンが用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開平５－１０６５９１号公報

特許文献２：特開２００９－２８６８１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 近年、地球環境の保全のため、家庭用の電気機器のさらなる省エネルギー化が求められている。たとえば、空気調和機（エアコンディショナ）や空気清浄機といった電気機器の効率は、それに内包される送風機の効率に大きく依存することが知られている。また、送風機に回転物体として設けられたファンブレードの重量を軽量化することにより、ファンブレードを回転駆動するためのモータの消費電力が低減し、送風機または流体送り装置としての効率が向上することが知られている。
- [0006] しかしながら、ファンブレードの断面形状として採用される翼型（aerofoil）は、そもそも航空機の翼への適用を想定しており、主に航空工学分野において見出されたものである。このため、翼型のファンブレードは、主に高レイノルズ数領域で最適化されており、家庭用の空気調和機や空気清浄機といった低レイノルズ数領域で用いられるファンブレードの断面としては、必ずしも適切であるとは言えない。
- [0007] また、ファンブレードの断面形状として翼型や二重円弧が採用される場合、ファンブレードの前縁から30～50%の範囲に厚肉部が存在する。このため、ファンブレードの重量が大きくなり、回転時の摩擦損失などが増大する原因となる。しかしながら、単にファンブレードを軽量化するだけでは、ファンブレードの強度が低下し、割れやその他の品質不良が発生するおそれがある。
- [0008] 以上の理由から、家庭用の空気調和機や空気清浄機といった電気機器の省エネルギー化のため、低レイノルズ数領域で用いられるファンブレードとして適切な翼断面形状が求められている。また、揚抗比が高く、かつ、薄くて軽く、強度が高い、翼断面形状が求められている。
- [0009] 送風機に用いられるファンとしては、ファンの回転中心側からその半径方向に空気を送り出す遠心ファンがある。その遠心ファンの用途の代表的な例として、空気調和機が挙げられる。家庭用の電気機器のさらなる省エネルギー化が求められる中、空気調和機の低消費電力化は優先順位が高い。この空気

調和機の低消費電力化のため、風量を増加させたいといった要請がある。風量を増加させると熱交換器の蒸発や凝縮の性能が増加し、その分、圧縮機の消費電力を低減することができる。しかしながら、風量を増加させると、ファンの消費電力は増大するため、圧縮機における消費電力の低減分とファンの消費電力の増大分との差し引きが低消費電力化された分となり、ファンの風量を増加する効果を最大限に得ることはできない。また、ファンの風量を増加させる手段として、同じファンで回転数を上げる場合、空気調和機の騒音が増大してしまう。

[0010] また、遠心ファンの用途の他の例として、空気清浄機が挙げられる。空気清浄機の要請として、集塵能力の増加すなわち風量増加と、低騒音化とがあるが、これら2つの間には二律背反の関係がある。このような課題に対して、上述の特許文献2に開示された空気清浄機においては、吹き出し口から送り出される空気の流れ方向を適当な角度に設定することにより、空気清浄機の吸い込み口および吹き出し口からの騒音を大幅に低減し、さらに風量を増加して集塵能力を大幅に向上させている。

[0011] しかしながら、さらなる集塵能力の増加すなわち風量増加と、低騒音化との要請があり、これらを満足するためには、空気清浄機の吸い込み口および吹き出し口からの騒音の低減だけでなく、空気を送り出す遠心ファンの騒音を根本的に低減しなければならない。また、風量増加のためには、遠心ファンの回転数を高める必要がある。遠心ファンの回転数を高める場合、ファンに対する入力力の低減が必要である。また、ファンブレードの強度を、遠心ファンの回転数の増加に伴って生じる遠心力の増大に打ち勝つほどに増大させる必要がある。

[0012] そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、優れた送風能力を発揮する遠心ファン、その遠心ファンの製造に用いられる成型用金型およびその遠心ファンを備える流体送り装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0013] この発明に従った遠心ファンは、周方向に互いに間隔を隔てて設けられる

複数の羽根部を備える。羽根部は、空気が流入する前縁部と、空気が流出する後縁部とを有する。羽根部には、前縁部と後縁部との間で延在する翼面が形成される。翼面は、遠心ファンの回転方向の側に配置される正圧面と、正圧面の裏側に配置される負圧面とからなる。羽根部は、遠心ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合に、正圧面および負圧面に凹部が形成される翼断面形状を有する。

[0014] このように構成された遠心ファンによれば、遠心ファンの回転時に、前縁部から流入し、翼面を通過し、後縁部から流出する空気流れが発生する。この際、凹部に空気流れの渦（２次流れ）が生成されることによって、翼面を通過する空気流れ（主流）は、凹部に生じた渦の外側に沿って流れる。これにより、羽根部は、渦が形成された分だけ翼断面形状が厚肉化された厚肉翼のような挙動を示す。結果、遠心ファンの送風能力を向上させることができる。

[0015] また好ましくは、羽根部は、前縁部と後縁部との間で延びる翼断面形状の中心線が複数箇所で屈曲してなる屈曲部を有する。凹部は、屈曲部により形成される。このように構成された遠心ファンによれば、屈曲部により形成された凹部に空気流れの渦が生成されるため、遠心ファンの送風能力を向上させることができる。

[0016] また好ましくは、屈曲部は、少なくとも１箇所凹部の深さが羽根部の厚みよりも大きくなるように屈曲する。このように構成された遠心ファンによれば、凹部に空気流れの渦をより確実に生成することができる。

[0017] また好ましくは、凹部は、前縁部の近傍に形成される。このように構成された遠心ファンによれば、前縁部の近傍において凹部による上記効果が生じ、高い揚力を発生させることができる。また、屈曲部の形成により、前縁部の近傍において羽根部の強度を向上させることができる。

[0018] また好ましくは、凹部は、前縁部と後縁部との間の翼中央部に形成される。このように構成された遠心ファンによれば、翼中央部において凹部による上記効果が生じ、羽根部が翼として安定した能力を発揮することができる。

また、屈曲部の形成により、翼中央部において羽根部の強度を向上させることができる。

[0019] また好ましくは、凹部は、遠心ファンの回転軸方向における翼面の一方端から他方端にまで延びて形成される。このように構成された遠心ファンによれば、遠心ファンの回転軸方向における翼面の一方端から他方端にまで延びて形成される凹部に、空気流れの渦が生成されるため、遠心ファンの送風能力をより効果的に向上させることができる。

[0020] また好ましくは、凹部は、正圧面および負圧面に、前縁部と後縁部とを結ぶ方向において繰り返し現れるように形成される。このように構成された遠心ファンによれば、正圧面および負圧面に繰り返し現れる凹部に空気流れの渦が生成されるため、遠心ファンの送風能力をより効果的に向上させることができる。

[0021] また好ましくは、正圧面に形成される凹部が、負圧面において凸部を構成し、負圧面に形成される凹部が、正圧面において凸部を構成する。このように構成された遠心ファンによれば、正圧面および負圧面に凹部が形成される翼断面形状を容易に得ることができる。

[0022] また好ましくは、翼断面形状において、凹部は翼面に現れる凸部間に形成される。凹部と凸部とは、前縁部と後縁部とを結ぶ方向において交互に並んで形成される。このように構成された遠心ファンによれば、凸部間に形成された凹部に空気流れの渦が生成されるため、送風能力をより効果的に向上させることができる。

[0023] また好ましくは、羽根部は、前縁部と後縁部との間でほぼ一定の厚みの翼断面形状を有する。このように構成された遠心ファンによれば、ほぼ一定の厚みの翼断面形状を有する羽根部を用いた場合であっても、送風能力を向上させることができる。

[0024] また好ましくは、遠心ファンは、樹脂により形成される。このように構成された遠心ファンによれば、軽量かつ高強度の樹脂製の遠心ファンを実現することができる。

[0025] この発明に従った成型用金型は、上述に記載の遠心ファンを成型するために用いられる。このように構成された成型用金型によれば、軽量かつ高強度の樹脂製の遠心ファンを製造することができる。

[0026] この発明に従った流体送り装置は、上述のいずれかに記載の遠心ファンと、遠心ファンに連結され、複数の羽根部を回転させる駆動モータとから構成される送風機を備える。このように構成された流体送り装置によれば、送風能力を高く維持しつつ、駆動モータの消費電力を低減することができる。

発明の効果

[0027] 以上に説明したように、この発明に従えば、優れた送風能力を発揮する遠心ファン、その遠心ファンを備える成型用金型およびその遠心ファンを備える流体送り装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1] この発明の実施の形態 1 における遠心ファンを示す斜視図である。

[図2] 図 1 中の I I - I I 線上に沿った遠心ファンの断面図である。

[図3] 図 2 中のファンブレードの翼面上で生じる現象を模式的に表わした図である。

[図4] この発明の実施の形態 2 における遠心ファンを示す断面図である。

[図5] 図 1 中の遠心ファンの第 1 変形例を示す断面図である。

[図6] 図 1 中の遠心ファンの第 2 変形例を示す断面図である。

[図7] 図 1 中の遠心ファンの第 3 変形例を示す断面図である。

[図8] 図 1 中の遠心ファンの第 4 変形例を示す断面図である。

[図9] 図 1 中の遠心ファンの第 5 変形例を示す断面図である。

[図10] 図 1 中の遠心ファンの製造時に用いられる成型用金型を示す断面図である。

[図11] 図 1 中の遠心ファンを用いた送風機を示す断面図である。

[図12] 図 1 中の X I I - X I I 線上に沿った送風機を示す断面図である。

[図13] 図 1 中の遠心ファンを用いた空気清浄機を示す断面図である。

[図14] 本実施例において、遠心ファンの風量と駆動用のモータの消費電力と

の関係を示すグラフである。

[図15]本実施例において、遠心ファンの風量と騒音値との関係を示すグラフである。

[図16]本実施例において、遠心ファンの圧力流量特性を示すグラフである。

[図17]図 1 6 中の各風量における静圧効率（静圧×風量／入力）を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0029] この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下で参照する図面では、同一またはそれに相当する部材には、同じ番号が付されている。

[0030] （実施の形態 1）

図 1 は、この発明の実施の形態 1 における遠心ファンを示す斜視図である。図 2 は、図 1 中の I I - I I 線上に沿った遠心ファンの断面図である。

[0031] 図 1 および図 2 を参照して、本実施の形態における遠心ファン 10 は、複数のファンブレード 21 を有する。遠心ファン 10 は、全体として略円筒形の外観を有し、複数のファンブレード 21 は、その略円筒形の側面に配置されている。遠心ファン 10 は、樹脂により一体に形成されている。遠心ファン 10 は、図 1 中に示す仮想上の中心軸 101 を中心に、矢印 103 に示す方向に回転する。

[0032] 遠心ファン 10 は、回転する複数のファンブレード 21 によって、内周側から取り込んだ空気を外周側に送り出すファンである。遠心ファン 10 は、遠心力を利用して、ファンの回転中心側からその半径方向に空気を送り出すファンである。遠心ファン 10 は、シロッコファンである。遠心ファン 10 は、家庭用の電気機器などのファンに適用される低レイノズル数領域の回転数で使用する。

[0033] 遠心ファン 10 は、支持部としての外周枠 12 および外周枠 13 をさらに有する。外周枠 12、13 は、中心軸 101 を中心に環状に延在して形成されている。外周枠 12 と外周枠 13 とは、中心軸 101 の軸方向に距離を隔

てて配置されている。本実施の形態では、外周枠 13 に、遠心ファン 10 を駆動モータに連結するためのボス部 16 が一体に形成されている。

[0034] 複数のファンブレード 21 は、中心軸 101 を中心とする周方向に互いに間隔を隔てて配置されている。複数のファンブレード 21 は、中心軸 101 を中心とする周方向において等間隔に配置されている。複数のファンブレード 21 は、中心軸 101 の軸方向における両端において、外周枠 12 および外周枠 13 によって支持されている。ファンブレード 21 は、外周枠 13 上に立設され、外周枠 12 に向けて中心軸 101 の軸方向に沿って延びるように形成されている。

[0035] 複数のファンブレード 21 は、互いに同一形状を有する。ファンブレード 21 は、前縁部 26 および後縁部 27 を有する。前縁部 26 は、ファンブレード 21 の内周側の端部に配置されている。後縁部 27 は、ファンブレード 21 の外周側の端部に配置されている。ファンブレード 21 は、前縁部 26 から後縁部 27 に向けて中心軸 101 を中心とする周方向に傾斜して形成されている。ファンブレード 21 は、前縁部 26 から後縁部 27 に向けて遠心ファン 10 の回転方向に傾斜して形成されている。

[0036] ファンブレード 21 には、正圧面 25 および負圧面 24 からなる翼面 23 が形成されている。正圧面 25 は、遠心ファン 10 の回転方向の側に配置され、負圧面 24 は、正圧面 25 の裏側に配置されている。遠心ファン 10 の回転時、翼面 23 上で空気流れが発生するのに伴って、正圧面 25 で相対的に大きく、負圧面 24 で相対的に小さくなる圧力分布が生じる。ファンブレード 21 は、正圧面 25 側が凹となり、負圧面 24 側が凸となるように、前縁部 26 と後縁部 27 との間に全体的に湾曲した形状を有する。

[0037] 図 2 中には、遠心ファン 10 の回転軸である中心軸 101 に直交する平面で切断した場合のファンブレード 21 の翼断面形状が示されている。

[0038] ファンブレード 21 は、中心軸 101 の軸方向のいずれの位置で切断されても同一の翼断面形状を有するように形成されている。ファンブレード 21 は、薄肉の翼断面形状を有するように形成されている。ファンブレード 21

は、前縁部 2 6 と後縁部 2 7 との間でほぼ一定の厚み（正圧面 2 5 と負圧面 2 4 との間の長さ）を有するように形成されている。

[0039] ファンブレード 2 1 は、翼面 2 3 の正圧面 2 5 に凹部 5 6 が形成され、翼面 2 3 の負圧面 2 4 に凹部 5 7 が形成される翼断面形状を有する。

[0040] より具体的には、正圧面 2 5 には、複数の凹部 5 6（凹部 5 6 p, 5 6 q）が形成されている。正圧面 2 5 には、複数の凸部 5 1（凸部 5 1 p, 5 1 q, 5 1 r）がさらに形成されている。凸部 5 1 は、遠心ファン 1 0 の回転方向に向けて突出して形成されている。互いに隣り合って配置された凸部 5 1 間の谷部分によって、凹部 5 6 が形成されており、たとえば、凸部 5 1 p と凸部 5 1 q との間の谷部分によって凹部 5 6 p が形成されている。凹部 5 6 と凸部 5 1 とは、前縁部 2 6 と後縁部 2 7 とを結ぶ方向において交互に並んで形成されている。凹部 5 6 は、略 V 字状の断面形状を有する。

[0041] 負圧面 2 4 には、複数の凹部 5 7（凹部 5 7 p, 5 7 q）が形成されている。負圧面 2 4 には、複数の凸部 5 2（凸部 5 2 p, 5 2 q, 5 2 r）がさらに形成されている。凸部 5 2 は、遠心ファン 1 0 の回転方向とは反対方向に向けて突出して形成されている。互いに隣り合って配置された凸部 5 2 間の谷部分によって、凹部 5 7 が形成されており、たとえば、凸部 5 2 p と凸部 5 2 q との間の谷部分によって凹部 5 7 p が形成されている。凹部 5 7 と凸部 5 2 とは、前縁部 2 6 と後縁部 2 7 とを結ぶ方向において交互に並んで形成されている。凹部 5 7 は、略 V 字状の断面形状を有する。

[0042] 凹部 5 6 と凸部 5 2 とは、それぞれ、正圧面 2 5 および負圧面 2 4 の表裏対応する位置に形成されており、凸部 5 1 と凹部 5 7 とは、それぞれ、正圧面 2 5 および負圧面 2 4 の表裏対応する位置に形成されている。本実施の形態では、正圧面 2 5 に形成される凹部 5 6 が、負圧面 2 4 において凸部 5 2 を構成し、負圧面 2 4 に形成される凹部 5 7 が、正圧面 2 5 において凸部 5 1 を構成する。正圧面 2 5 および負圧面 2 4 において表裏対応して形成される凹部および凸部は、互いに同一の断面形状を有する。

[0043] 本実施の形態では、正圧面 2 5 に形成される凹部と、負圧面 2 4 に形成さ

れる凹部とが、同数である。これに限らず、正圧面 25 に形成される凹部が負圧面 24 に形成される凹部よりも多い数であってもよいし、負圧面 24 に形成される凹部が正圧面 25 に形成される凹部よりも多い数であってもよい。

[0044] 凹部 56, 57 は、中心軸 101 の軸方向に沿って延びる溝形状をなす。凹部 56, 57 からなる溝部は、中心軸 101 の軸方向におけるファンブレード 21 の一方端と他方端との間で連続的に延びて形成されている。凹部 56, 57 からなる溝部は、中心軸 101 の軸方向におけるファンブレード 21 の一方端と他方端との間で直線状に延びて形成されている。

[0045] 図 2 中には、ファンブレード 21 の翼断面形状の厚み方向（正圧面 25 と負圧面 24 とを結ぶ方向）における中心線 106 が示されている。ファンブレード 21 は、ファンブレード 21 の翼断面形状の中心線 106 が前縁部 26 と後縁部 27 との間の複数箇所で屈曲する屈曲部 41 を有する。凹部 56, 57 は、その屈曲部 41 により形成されている。

[0046] 本実施の形態では、屈曲部 41 が前縁部 26 の近傍に配置されており、その結果、凹部 56, 57 が前縁部 26 の近傍に形成されている。より具体的には、凸部 51p が前縁部 26 に形成され、凹部 56p および凸部 52p と、凸部 51q および凹部 57p と、凹部 56q および凸部 52q と、凸部 51r および凹部 57q と、凸部 52r とが、凸部 51p から挙げた順に連続的に並んで形成されている。凹部 56, 57 は、中心線 106 の全長を前縁部 26 と後縁部 27 との間に 2 等分した場合に、前縁部 26 に近い側に形成されている。

[0047] 屈曲部 41 は、少なくとも 1 箇所で、凹部 56, 57 の深さ T がファンブレード 21 の厚み t よりも大きくなるように屈曲する。屈曲部 41 は、前縁部 26 と後縁部 27 とを結ぶ方向において、折れ方向が交互に反対方向となるように形成されている。

[0048] ファンブレード 21 は、前縁部 26 に相対的に近い領域に折れ角度が大きい屈曲部 41 を有し、前縁部 26 に相対的に遠い領域に折れ角度が小さい屈

曲部 4 1' を有する。ファンブレード 2 1 は、後縁部 2 7 に隣接する領域に、後縁部 2 7 から前縁部 2 6 に向かって湾曲しながら延びる湾曲部 4 3 を有する。

[0049] 図 3 は、図 2 中のファンブレードの翼面上で生じる現象を模式的に表わした図である。図 1 から図 3 を参照して、遠心ファン 1 0 を回転させると、図 1 中の矢印 1 0 2 に示すように、前縁部 2 6 から流入し、翼面 2 3 上を通過して、後縁部 2 7 から流出する空気流れが発生する。この際、翼面 2 3 に形成された凹部 5 6, 5 7 に空気流れの渦 3 2 (2 次流れ) が生成されることによって、翼面 2 3 上を通過する空気流れ 3 1 (主流) は、凹部 5 6, 5 7 に生じた渦 3 2 の外側に沿って流れる。

[0050] これにより、ファンブレード 2 1 は、薄肉の翼断面形状を有するにもかかわらず、渦 3 2 が形成された凹部 5 6, 5 7 の深さの分だけ翼断面形状が厚肉化された厚肉翼のような挙動を示す。この結果、凹部 5 6, 5 7 が形成された前縁部 2 6 の近傍で生じる揚力を大幅に増大させることができる。また、屈曲部 4 1 による屈曲構造によってファンブレード 2 1 の強度を向上させることができる。この結果、遠心ファン 1 0 の強度に対する信頼性を向上させることができる。

[0051] 以上に説明した、この発明の実施の形態 1 における遠心ファン 1 0 の構造についてまとめて説明すると、本実施の形態における遠心ファン 1 0 は、周方向に互いに間隔を隔てて設けられる複数の羽根部としてのファンブレード 2 1 を備える。ファンブレード 2 1 は、空気が流入する前縁部 2 6 と、空気が流出する後縁部 2 7 とを有する。ファンブレード 2 1 には、前縁部 2 6 と後縁部 2 7 との間で延在する翼面 2 3 が形成される。翼面 2 3 は、遠心ファン 1 0 の回転方向の側に配置される正圧面 2 5 と、正圧面 2 5 の裏側に配置される負圧面 2 4 とからなる。ファンブレード 2 1 は、遠心ファン 1 0 の回転軸としての中心軸 1 0 1 に直交する平面により切断された場合に、正圧面 2 5 および負圧面 2 4 にそれぞれ凹部 5 6 および凹部 5 7 が形成される翼断面形状を有する。

[0052] このように構成された、この発明の実施の形態 1 における遠心ファン 10 によれば、家庭用の電気機器などのファンに適用される低レイノズル数領域において、ファンブレード 21 の回転に伴って生じる揚力を大幅に増大させることができる。これにより、遠心ファン 10 の駆動のための消費電力を低減することができる。

[0053] また、本実施の形態における遠心ファン 10 においては、屈曲部 41 によってファンブレード 21 の強度を向上させつつ、その分だけファンブレード 21 を薄肉化することができる。これにより、遠心ファン 10 を軽量化したり、低コスト化したりすることができる。以上の理由により、揚抗比が高く、かつ、薄くて軽く、強度が高い翼断面形状を有する遠心ファン 10 を実現することができる。

[0054] （実施の形態 2）

図 4 は、この発明の実施の形態 2 における遠心ファンを示す断面図である。図 4 は、実施の形態 1 における図 2 に対応する図である。本実施の形態における遠心ファンは、実施の形態 1 における遠心ファン 10 と比較して、基本的に同様の構造を備える。以下、重複する構造についてはその説明を繰り返さない。

[0055] 図 4 を参照して、本実施の形態では、ファンブレード 21 が、翼面 23 の正圧面 25 に凹部 66 が形成され、翼面 23 の負圧面 24 に凹部 67 が形成される翼断面形状を有する。

[0056] 正圧面 25 には、複数の凸部 61（凸部 61p, 61q）がさらに形成されている。凸部 61 は、遠心ファンの回転方向に向けて突出して形成されている。凸部 61p と凸部 61q との谷部分によって、凹部 66 が形成されている。凹部 66 と凸部 61 とは、前縁部 26 と後縁部 27 とを結ぶ方向において交互に並んで形成されている。凹部 66 は、一辺が開口された略矩形の断面形状を有する。凹部 66 は、略矩形の断面形状を規定する底面と一对の側面とから形成されており、底面から遠ざかるに従って一对の側面間の距離が徐々に増大する形状を有する。

- [0057] 負圧面 24 には、複数の凸部 62（凸部 62 p, 62 q）がさらに形成されている。凸部 62 は、遠心ファンの回転方向とは反対方向に向けて突出して形成されている。凸部 62 p と凸部 62 q との間の谷部分によって凹部 67 が形成されている。凹部 67 と凸部 62 とは、前縁部 26 と後縁部 27 とを結ぶ方向において交互に並んで形成されている。凹部 67 は、略 V 字状の断面形状を有する。
- [0058] 凹部 66, 67 は、ファンブレード 21 の翼断面形状の中心線 106 が前縁部 26 と後縁部 27 との間の複数箇所で屈曲する屈曲部 41 により形成されている。
- [0059] 本実施の形態では、屈曲部 41 が前縁部 26 と後縁部 27 との間の翼中央部に配置されており、その結果、凹部 66, 67 が翼中央部に形成されている。より具体的には、凹部 66 および凹部 67 は、それぞれ、中心線 106 の全長方向において、前縁部 26 および後縁部 27 から所定の長さだけ離れた位置に形成されている。ファンブレード 21 は、前縁部 26 に隣接する領域に、前縁部 26 から後縁部 27 に向けて湾曲しながら延びる湾曲部 42 を有し、後縁部 27 に隣接する領域に、後縁部 27 から前縁部 26 に向かって湾曲しながら延びる湾曲部 43 を有する。凹部 66 および凹部 67 は、湾曲部 42 と湾曲部 43 との間に形成されている。
- [0060] 屈曲部 41 は、前縁部 26 と後縁部 27 とを結ぶ方向において、折れ方向が連続して同じ方向となる箇所を含み、この箇所の屈曲部 41 によって、略矩形の断面形状を有する凹部 66 が形成されている。
- [0061] 凹部 66, 67 がファンブレード 21 の翼中央部に形成される場合、翼中央部で生じる気流の剥離を抑制するという効果がさらに得られる。これにより、遠心ファンで発生する広帯域騒音を効果的に抑制することができる。
- [0062] このように構成された、この発明の実施の形態 2 における遠心ファンによれば、実施の形態 1 に記載の効果を同様に得ることができる。
- [0063] （実施の形態 3）
- 本実施の形態では、実施の形態 1 における遠心ファン 10 の各種変形例に

ついて説明する。

- [0064] 図5は、図1中の遠心ファンの第1変形例を示す断面図である。図5を参照して、ファンブレード21は、翼面23の正圧面25に凹部76が形成され、翼面23の負圧面24に凹部77が形成される翼断面形状を有する。正圧面25には、複数の凹部76が形成されている。正圧面25には、複数の凸部71がさらに形成されている。隣り合う凸部71間の谷部分によって、凹部76が形成されている。負圧面24には、複数の凹部77が形成されている。負圧面24には、複数の凸部72がさらに形成されている。隣り合う凸部72間の間の谷部分によって凹部77が形成されている。
- [0065] 本変形例では、凹部76および凹部77が、一辺が開口された略矩形の断面形状を有する。正圧面25に形成される凹部76が、負圧面24において凸部72を構成し、負圧面24に形成される凹部77が、正圧面25において凸部71を構成する。
- [0066] ファンブレード21は、前縁部26と後縁部27との間でほぼ一定の厚みを有する。凹部76、77が、ファンブレード21の翼断面形状の中心線106が前縁部26と後縁部27との間の複数箇所で屈曲する屈曲部41により形成されている。屈曲部41は、折れ方向が2回連続して同じ方向となり、次に2回連続してその反対方向となるサイクルを複数回、繰り返すように形成されている。
- [0067] 本変形例に一例を示すように、翼面23に形成される凹部の断面形状は、V字状に限られず、矩形形状やその他の形状を有してもよい。
- [0068] 図6は、図1中の遠心ファンの第2変形例を示す断面図である。図6を参照して、本変形例では、凹部76と凹部77とが、それぞれ、正圧面25および負圧面24の表裏対応する位置に形成されており、凸部71と凸部72とが、それぞれ、正圧面25および負圧面24の表裏対応する位置に形成されている。ファンブレード21は、前縁部26と後縁部27との間で、凹部76および凹部77が形成された位置で相対的に小さく、凸部71および凸部72が形成された位置で相対的に大きくなる厚みを有する。

- [0069] 本変形例に示すように、ファンブレード２１は前縁部２６と後縁部２７との間で異なる厚みを有してもよい。また、正圧面２５および負圧面２４間で、凹部７６、７７と凸部７１、７２とが互いにずれた位置に形成されてもよい。
- [0070] 図７は、図１中の遠心ファンの第３変形例を示す断面図である。図７を参照して、本変形例では、凹部７６と凸部７２とが、それぞれ、正圧面２５および負圧面２４の表裏対応する位置に形成されており、凸部７１と凹部７７とが、それぞれ、正圧面２５および負圧面２４の表裏対応する位置に形成されている。ファンブレード２１は、凹部７６および凸部７２が形成された位置と、凸部７１および凹部７７が形成された位置との間で、互いに等しくなる厚みを有する。
- [0071] 本変形例に示すように、本発明は、正圧面２５に形成される凹部７６が負圧面２４において凸部７２を構成し、負圧面２４に形成される凹部７７が正圧面２５において凸部７１を構成する構造に限られない。
- [0072] 図８は、図１中の遠心ファンの第４変形例を示す断面図である。図４を参照して、本変形例では、ファンブレード２１は、全体として、前縁部２６の近傍で最も厚みが大きくなり、その位置から後縁部２７に向かうに従って厚みが徐々に小さくなる、翼型（aerofoil）の翼断面形状を有する。ファンブレード２１には、その翼型に延在する翼面２３の表面から凹むように凹部７６、７７が形成されている。
- [0073] 本変形例に一例を示すように、ファンブレード２１は、全体として薄肉の断面形状を有する構造に限られず、翼型や他の断面形状を有してもよい。ファンブレード２１は、図５中に示すように、凹部７６および凹部７７を屈曲部４１によって形成する構造に限られず、本変形例のように、凹部７６および凹部７７を平面状もしくは湾曲面状に延在する翼面２３を部分的に凹ませることによって形成する構造であってもよい。
- [0074] 図９は、図１中の遠心ファンの第５変形例を示す断面図である。図９を参照して、本変形例では、凹部７６、７７が、ファンブレード２１の翼断面形

状の中心線 106 が前縁部 26 と後縁部 27 との間の複数箇所では折れ曲がる屈曲部 41 により形成されている。屈曲部 41 は、丸みを帯びるように折れ曲がって形成されている。ファンブレード 21 は、S 字状の翼断面形状を有する。翼面 23（正圧面 25 および負圧面 24）は、前縁部 26 と後縁部 27 との間で連続的に湾曲しながら延在している。

[0075] 本変形例に示すように、凹部 76, 77 を形成する屈曲部 41 は、角部をなすように折れ曲がって形成される場合のみならず、丸みを帯びるように折れ曲がって形成されてもよい。

[0076] このように構成された、この発明の実施の形態 3 における遠心ファンによれば、実施の形態 1 に記載の効果を同様に得ることができる。

[0077] （実施の形態 4）

本実施の形態では、図 1 中の遠心ファン 10 の製造時に用いられる成型用金型、図 1 中の遠心ファン 10 を用いた送風機および空気清浄機について説明を行なう。

[0078] 図 10 は、図 1 中の遠心ファンの製造時に用いられる成型用金型を示す断面図である。図 10 を参照して、成型用金型 110 は、固定側金型 114 および可動側金型 112 を有する。固定側金型 114 および可動側金型 112 により、遠心ファン 10 と略同一形状であって、流動性の樹脂が注入されるキャビティ 116 が規定されている。

[0079] 成型用金型 110 には、キャビティ 116 に注入された樹脂の流動性を高めるための図示しないヒータが設けられてもよい。このようなヒータの設置は、たとえば、ガラス繊維入り AS 樹脂のような強度を増加させた合成樹脂を用いる場合に特に有効である。

[0080] 図 11 は、図 1 中の遠心ファンを用いた送風機を示す断面図である。図 12 は、図 11 中の X I I - X I I 線上に沿った送風機を示す断面図である。図 11 および図 12 を参照して、送風機 120 は、外装ケーシング 126 内に、駆動モータ 128 と、遠心ファン 10 と、ケーシング 129 とを有する。

- [0081] 駆動モータ 128 の出力軸は、遠心ファン 10 のボス部 16 に連結されている。ケーシング 129 は、誘導壁 129a を有する。誘導壁 129a は、遠心ファン 10 の外周上に配置される略 3/4 円弧によって形成されている。誘導壁 129a は、ファンブレード 21 の回転により発生する気流をファンブレード 21 の回転方向に誘導しつつ、気流の速度を増大させるように形成されている。
- [0082] ケーシング 129 には、吸い込み部 130 および吹き出し部 127 が形成されている。吸い込み部 130 は、中心軸 101 の延長上に位置して形成されている。吹き出し部 127 は、誘導壁 129a の一部から誘導壁 129a の接線方向の一方に開放されて形成されている。吹き出し部 127 は、誘導壁 129a の一部から誘導壁 129a の接線方向の一方に突出する角筒形状をなしている。
- [0083] 駆動モータ 128 の駆動により、遠心ファン 10 が矢印 103 に示す方向に回転する。このとき、空気が吸い込み部 130 からケーシング 129 内に取り込まれ、遠心ファン 10 の内周側空間 131 から外周側空間 132 へと送り出される。外周側空間 132 に送り出された空気は、矢印 104 に示す方向に沿って周方向に流れ、吹き出し部 127 を通じて外部に送風される。
- [0084] 図 13 は、図 1 中の遠心ファンを用いた空気清浄機を示す断面図である。図 13 を参照して、空気清浄機 140 は、ハウジング 144 と、送風機 150 と、ダクト 145 と、(HEPA: High Efficiency Particulate Air Filter) フィルタ 141 とを有する。
- [0085] ハウジング 144 は、後壁 144a および天壁 144b を有する。ハウジング 144 には、空気清浄機 140 が設置された室内の空気を吸い込むための吸い込み口 142 が形成されている。吸い込み口 142 は、後壁 144a に形成されている。ハウジング 144 には、さらに、清浄空気を室内に向けて放出する吹き出し口 143 が形成されている。吹き出し口 143 は、天壁 144b に形成されている。一般的に、空気清浄機 140 は、後壁 144a を室内の壁に対向させるようにして壁際に設置される。

- [0086] フィルタ 141 は、ハウジング 144 の内部において、吸い込み口 142 と向い合って配置されている。吸い込み口 142 を通じてハウジング 144 内部に導入された空気は、フィルタ 141 を通過することによって、異物が除去され、清浄空気とされる。
- [0087] 送風機 150 は、室内の空気をハウジング 144 内部に吸引するとともに、フィルタ 141 により清浄された空気を、吹き出し口 143 を通じて室内に送り出すために設けられている。送風機 150 は、遠心ファン 10 と、ケーシング 152 と、駆動モータ 151 とを有する。ケーシング 152 は、誘導壁 152a を有する。ケーシング 152 には、吸い込み部 153 および吹き出し部 154 が形成されている。
- [0088] ダクト 145 は、送風機 150 の上方に設けられ、清浄空気をケーシング 152 から吹き出し口 143 に導く導風路として設けられている。ダクト 145 は、その下端が吹き出し部 154 に連なり、その上端が開放された角筒形をなす形状を有する。ダクト 145 は、吹き出し部 154 から吹き出された清浄空気を、吹き出し口 143 に向けて層流に誘導するように構成されている。
- [0089] このような構成を備える空気清浄機 140 においては、送風機 150 の駆動により、ファンブレード 21 が回転し、室内の空気が吸い込み口 142 からハウジング 144 内に吸い込まれる。このとき、吸い込み口 142 および吹き出し口 143 間に空気流れが発生し、吸い込まれた空気に含まれる塵埃等の異物は、フィルタ 141 により除去される。
- [0090] フィルタ 141 を通過して得られた清浄空気は、ケーシング 152 内部に吸い込まれる。この際、ケーシング 152 内に吸い込まれた清浄空気は、ファンブレード 21 周りの誘導壁 152a によって層流となる。層流とされた空気は、誘導壁 152a に沿って吹き出し部 154 に誘導され、吹き出し部 154 からダクト 145 内に送風される。空気は、吹き出し口 143 から外部空間に向けて放出される。
- [0091] このように構成された、この発明の実施の形態 4 における空気清浄機 14

0によれば、送風能力に優れた遠心ファン10を用いることによって、駆動モータ151の消費電力を低減させることができる。これにより、省エネルギー化に貢献可能な空気清浄機140を実現することができる。

[0092] なお、本実施の形態では、空気清浄機を例に挙げて説明したが、この他に、たとえば、空気調和機（エアーコンディショナ）や加湿機、冷却装置、換気装置などの流体を送り出す装置に、本発明における遠心ファンを適用することが可能である。

[0093] （実施の形態5）

本実施の形態では、図1中に示す遠心ファン10と、翼面23に凹部および凸部が形成されていないファンブレードを備える比較のための遠心ファンとを、それぞれ、図13中に示す空気清浄機140に組み込み、その空気清浄機140を用いて行なった各種の実施例について説明する。

[0094] 以下に説明する実施例では、 $\phi 200\text{ mm}$ の直径、 70 mm の高さを有する遠心ファン10および比較のための遠心ファンを用い、ファンブレード21の大きさや配置など、凹部および凸部の有無を除いた形状は同一とした。

[0095] 図14は、本実施例において、遠心ファンの風量と駆動用のモータの消費電力との関係を示すグラフである。図14を参照して、本実施例では、遠心ファン10を用いた場合と、比較のための遠心ファンを用いた場合とのそれぞれにおいて、風量を変化させながら、各風量における駆動用のモータの消費電力を測定した。測定の結果、遠心ファン10は、比較のための遠心ファンと比較して、同一風量における駆動用のモータの消費電力が低減することを確認できた。

[0096] 図15は、本実施例において、遠心ファンの風量と騒音値との関係を示すグラフである。図15を参照して、本実施例では、遠心ファン10を用いた場合と、比較のための遠心ファンを用いた場合とのそれぞれにおいて、風量を変化させながら、各風量における騒音値を測定した。測定の結果、遠心ファン10は、比較のための遠心ファンと比較して、同一風量における騒音値が低減することを確認できた。

- [0097] 図 16 は、本実施例において、遠心ファンの圧力流量特性を示すグラフである。図 16 を参照して、図中には、一定回転数における遠心ファン 10 および比較のための遠心ファンの圧力流量特性（P：静圧－Q：風量）が示されている。図 17 は、図 16 中の各風量における静圧効率（静圧×風量／入力）を示すグラフである。
- [0098] 図 16 および図 17 を参照して、遠心ファン 10 は、比較のための遠心ファンと比較して、同一回転数における P－Q 特性が向上した。また、同一風量時における静圧効率が向上し、モータ効率が大幅に改善された。
- [0099] なお、以上に説明した実施の形態 1～3 に記載の遠心ファンの構造を適宜組み合わせて、新たな遠心ファンを構成してもよい。また、実施の形態 4 において説明した成型用金型および流体送り装置は、実施の形態 1～3 に記載の各種遠心ファンや、それらの組み合わせによって構成される遠心ファンにも適用される。
- [0100] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

- [0101] この発明は、主に、空気清浄機や空気調和機などの送風機能を有する家庭用の電気機器に適用される。

符号の説明

- [0102] 10 遠心ファン、12, 13 外周枠、16 ポス部、21 ファンブレード、23 翼面、24 負圧面、25 正圧面、26 前縁部、27 後縁部、31 空気流れ、32 渦、41 屈曲部、42, 43 湾曲部、51, 52, 61, 62, 71, 72 凸部、56, 57, 66, 67, 76, 77 凹部、101, 106 中心線、110 成型用金型、112 可動側金型、114 固定側金型、116 キャビティ、120, 150 送風機、126 外装ケーシング、127, 154 吹き出し部、128,

151 駆動モータ、129, 152 ケーシング、129a, 152a
誘導壁、130, 153 吸い込み部、131 内周側空間、132 外周
側空間、140 空気清浄機、141 フィルタ、142 吸い込み口、1
43 吹き出し口、144ハウジング、144a 後壁、144b 天壁
、145 ダクト。

請求の範囲

- [請求項1] 空気が流入する前縁部（２６）と、空気が流出する後縁部（２７）とを有し、周方向に互いに間隔を隔てて設けられる複数の羽根部（２１）を備え、
- 前記羽根部（２１）には、前記前縁部（２６）と前記後縁部（２７）との間で延在し、遠心ファンの回転方向の側に配置される正圧面（２５）と、前記正圧面（２５）の裏側に配置される負圧面（２４）とからなる翼面（２３）が形成され、
- 前記羽根部（２１）は、遠心ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合に、前記正圧面（２５）および前記負圧面（２４）に凹部（５６，５７，６６，６７，７６，７７）が形成される翼断面形状を有する、遠心ファン。
- [請求項2] 前記羽根部（２１）は、前記前縁部（２６）と前記後縁部（２７）との間で延びる前記翼断面形状の中心線（１０６）が複数箇所で屈曲してなる屈曲部（４１）を有し、
- 前記凹部（５６，５７，６６，６７）は、前記屈曲部（４１）により形成される、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項3] 前記屈曲部（４１）は、少なくとも１箇所で、前記凹部（５６，５７）の深さが前記羽根部（２１）の厚みよりも大きくなるように屈曲する、請求の範囲２に記載の遠心ファン。
- [請求項4] 前記凹部（５６，５７）は、前記前縁部（２６）の近傍に形成される、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項5] 前記凹部（６６，６７）は、前記前縁部（２６）と前記後縁部（２７）との間の翼中央部に形成される、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項6] 前記凹部（５６，５７，６６，６７，７６，７７）は、遠心ファンの回転軸方向における前記翼面（２３）の一方端から他方端にまで延びて形成される、請求の範囲１に記載の遠心ファン。

- [請求項7] 前記凹部（５６，５７，７６，７７）は、前記正圧面（２５）および前記負圧面（２４）に、前記前縁部（２６）と前記後縁部（２７）とを結ぶ方向において繰り返し現れるように形成される、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項8] 前記正圧面（２５）に形成される前記凹部（５６，６６，７６）が、前記負圧面（２４）において凸部（５２，６２，７２）を構成し、前記負圧面（２４）に形成される前記凹部（５７，６７，７７）が、前記正圧面（２５）において凸部（５１，６１，７１）を構成する、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項9] 前記翼断面形状において、前記凹部（５６，５７，６６，６７，７６，７７）は前記翼面（２３）に現れる凸部（５１，５２，６１，６２，７１，７２）間に形成され、
前記凹部（５６，５７，６６，６７，７６，７７）と前記凸部（５１，５２，６１，６２，７１，７２）とは、前記前縁部（２６）と前記後縁部（２７）とを結ぶ方向において交互に並んで形成される、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項10] 前記羽根部（２１）は、前記前縁部（２６）と前記後縁部（２７）との間でほぼ一定の厚みの前記翼断面形状を有する、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項11] 樹脂により形成される、請求の範囲１に記載の遠心ファン。
- [請求項12] 請求の範囲１に記載の遠心ファンを成型するために用いられる、成型用金型。
- [請求項13] 請求の範囲１に記載の遠心ファンと、前記遠心ファンに連結され、複数の前記羽根部（２１）を回転させる駆動モータ（１２８，１５１）とから構成される送風機（１２０，１５０）を備える、流体送り装置。