

明 細 書

発明の名称： 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、ファン、成型用金型および流体送り装置に関し、より特定的には、貫流ファンや遠心ファンなどのファン、そのファンの製造に用いられる成型用金型およびそのファンを備える流体送り装置に関する。

背景技術

[0002] 従来のファンに関して、たとえば、特開２０１１－５８４１４号公報（特許文献１）には、優れた送風能力を発揮することを目的とした貫流ファンが開示されている。また、特開２０１１－５８４１３号公報（特許文献２）および特開２０１１－８５１４４号公報（特許文献３）には、優れた送風能力を発揮することを目的とした遠心ファンが開示されている。

[0003] 特許文献１～３に開示された各種のファンは、周方向に互いに間隔を隔てて設けられる複数のファンブレードを備える。ファンブレードには、正圧面と負圧面とからなる翼面が形成される。ファンブレードは、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、翼面に凹部と凸部とが交互に形成される翼断面形状を有する。

[0004] また、特開２０１０－１０１２２２号公報（特許文献４）には、ピーク音と異音とを同時に抑制しつつ、翼を傾斜させても性能が劣化せず消費電力を低減するとともに、金型による樹脂成型を容易にすることを目的とした貫流ファンが開示されている。

[0005] 特許文献４に開示された貫流ファンは、複数の羽根部を含む羽根車を、中心軸線方向に複数積層することによって形成されている。回転中心線に対して垂直な羽根部の断面の中心点は、羽根部の付根部から先端部に向かうに従って、回転中心線を中心として回転方向前方側もしくは回転方向後方側に向けて変位するとともに、径方向外側に変位する。

[0006] また、特開平 10-148196 号公報（特許文献 5）および特開平 11-264394 号公報（特許文献 6）には、低騒音で高効率、かつ翼形状やファン長の変更が容易で信頼性が高く、安価であることを目的とした横流ファンが開示されている。特許文献 5 および 6 に開示された横流ファンにおいては、横断面が円弧状の複数の翼が、左右一对の端板間に同心状に環状に配されるとともに、所定角度だけ傾斜して設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2011-58414 号公報
特許文献 2：特開 2011-58413 号公報
特許文献 3：特開 2011-85144 号公報
特許文献 4：特開 2010-101222 号公報
特許文献 5：特開平 10-148196 号公報
特許文献 6：特開平 11-264394 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述の特許文献 1～3 に開示されるように、貫流ファンもしくは遠心ファンのファンブレードとして、翼面に凹部と凸部とを交互に形成したものが知られている。このようなファンブレードの翼断面形状によれば、ファンの回転時、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、ファンブレードは、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ため、ファンの送風能力を向上させることができる。

[0009] 一方、このようなファンを樹脂により形成する場合、樹脂成型用の金型からファンの成型品を離型させる必要がある。しかしながら、離型時における金型とファンの成型品との相互の挙動によっては、金型の側面からファンブ

レードの翼面に面圧が作用する。これにより、翼面に形成された凸部の位置で引っ張り応力が発生し、ファンの成型品がファンブレードの根元部で破断する懸念がある。特に、ファンブレードとしてファンの回転軸に対して傾斜を有するスキュー翼を用いた場合、離型時に金型とファンの成型品とを相対的に回転させつつ成型品を金型から引き抜く必要がある。この場合、相対的な回転速度のわずかなずれによって、ファンブレードの翼面に過大な面圧が作用するため、ファンの成型品がファンブレードの根元部で破断する懸念が増大する。

[0010] 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、樹脂による成型性に優れたファン、成型用金型および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

[0011] この発明の1つの局面に従ったファンは、樹脂により形成されるファンである。ファンは、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翼面が形成され、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、ファンの回転軸方向における羽根部の一方端に設けられ、複数の羽根部を互いに接続する支持部とを備える。羽根部は、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、正圧面と負圧面との間の中心線が内周側の翼先端に交わる内縁部と、その中心線が外周側の翼先端に交わる外縁部とを有する。ファンの回転に伴って、翼面上には内縁部と外縁部との間を流れる流体流れが発生する。

[0012] 羽根部は、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の少なくともいずれか一方に複数の凹部が形成される翼断面形状を有する。羽根部は、ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合の翼断面の面積が、ファンの回転軸方向における羽根部の一方端から他方端に向かうに従って小さくなるように形成される。

[0013] ファンの回転軸方向における羽根部の一方端で羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第1翼断面が得られ、ファンの回転軸方

向における羽根部の一方端と他方端との間で羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第2翼断面が得られる。内縁部および外縁部の間の長さが第1翼断面と第2翼断面とで互いに等しくなるまで、第2翼断面の外周をなす翼周線をその全周に渡って等距離ずつ外側に移動させるように第2翼断面を拡大するとともに、拡大した第2翼断面の中心線を、その中心線上の内縁部および外縁部がそれぞれ第1翼断面の内縁部および外縁部と一致するように第1翼断面に重ね合わせる。この場合に、第1翼断面に形成された凹部の底部と、第2翼断面の中心線との間の長さよりも、凹部の底部の裏側に配置される翼面と、第2翼断面の中心線との間の長さの方が大きい。

[0014] この発明の別の局面に従ったファンは、樹脂により形成されるファンである。ファンは、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翼面が形成され、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、ファンの回転軸方向における羽根部の一方端に設けられ、複数の羽根部を互いに接続する支持部とを備える。羽根部は、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、正圧面と負圧面との間の中心線が内周側の翼先端に交わる内縁部と、その中心線が外周側の翼先端に交わる外縁部とを有する。ファンの回転に伴って、翼面上には内縁部と外縁部との間を流れる流体流れが発生する。

[0015] 羽根部は、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の少なくともいずれか一方に複数の凹部が形成される翼断面形状を有する。羽根部は、ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合の翼断面の面積が、ファンの回転軸方向における羽根部の一方端から他方端に向かうに従って小さくなるように形成される。

[0016] ファンの回転軸方向における羽根部の一方端で羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第1翼断面が得られ、ファンの回転軸方向における羽根部の一方端と他方端との間で羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第2翼断面が得られる。内縁部および外縁部

の間の長さが第1翼断面と第2翼断面とで互いに等しくなるまで、拡大前の第2翼断面と拡大後の第2翼断面とが相似形の関係となるように第2翼断面を拡大するとともに、拡大した第2翼断面の中心線を、その中心線上の内縁部および外縁部がそれぞれ第1翼断面の内縁部および外縁部と一致するように第1翼断面に重ね合わせる。この場合に、第1翼断面に形成された凹部の底部と、第2翼断面の中心線との間の長さよりも、凹部の底部の裏側に配置される翼面と、第2翼断面の中心線との間の長さの方が大きい。

[0017] このように構成されたファンによれば、羽根部は、支持部に接続される羽根部の一方端側であって凹部の底部の裏側において、厚肉に形成される。これにより、樹脂製のファンの製造時、成型用金型からファンの成型品を離型させる際に、ファンの成型品が羽根部の一方端で破断することを防止できる。これにより、樹脂によるファンの成型性を高めることができる。

[0018] また好ましくは、羽根部は、正圧面および負圧面のいずれか一方に形成された凹部が、正圧面および負圧面のいずれか他方に凸部を形成する翼断面形状を有する。第1翼断面に形成された凹部の底部と、第2翼断面の中心線との間の長さよりも、凹部の底部の裏側に配置される凸部の頂部と、第2翼断面の中心線との間の長さの方が大きい。

[0019] このように構成されたファンによれば、羽根部は、支持部に接続される羽根部の一方端側であって凹部の底部の裏側に配置される凸部において、厚肉に形成される。樹脂製のファンの製造時、成型用金型からファンの成型品を離型させる際に、ファンの成型品が羽根部の一方端で破断することを防止できる。これにより、樹脂によるファンの成型性を高めることができる。

[0020] また好ましくは、第1翼断面に形成される凸部は、その凸部に対応し、第2翼断面に形成される凸部よりも大きい曲率の翼面を形成する。このように構成されたファンによれば、第1翼断面において厚肉に形成された凸部は、第2翼断面における凸部よりもより突出した形状となるため、各翼断面の凸部により形成される翼面の曲率に差が生じる。

[0021] また好ましくは、羽根部は、ファンの回転軸に直交する平面により切断さ

れた場合の翼断面が、ファンの回転軸方向における羽根部の一方端と他方端との間でファンの回転方向に変位するように形成される。

[0022] このように構成されたファンによれば、成型用金型からファンの成型品を離型させる際に金型から翼面に面圧が作用する懸念が大きいにもかかわらず、ファンの成型品が羽根部の一方端で破断することをより確実に防止できる。

[0023] また好ましくは、周方向に配列された複数の羽根部の内側に内側空間が形成され、その外側に外側空間が形成される。上述のいずれかに記載のファンは、ファンの回転軸方向から見た場合に、回転軸に対して一方の側の外側空間から内側空間に流体を取り込み、取り込んだ流体を回転軸に対して他方の側の外側空間に送り出す貫流ファンである。このように構成されたファンによれば、樹脂による成型性に優れた貫流ファンを実現することができる。

[0024] また好ましくは、周方向に配列された複数の羽根部の内側に内側空間が形成され、その外側に外側空間が形成される。上述のいずれかに記載のファンは、内側空間から外側空間に流体を送り出す遠心ファンである。このように構成されたファンによれば、樹脂による成型性に優れた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、上述のいずれかに記載の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、成型用金型からファンの成型品を離型させる際、成型品が羽根部の一方端で破断することを防止できる。

[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ファンと、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、送風能力に優れた樹脂製のファンによって、流体送り装置の性能を向上させることができる。

発明の効果

[0027] 以上に説明したように、この発明に従えば、樹脂による成型性に優れたフ

ファン、成型用金型および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における貫流ファンを示す斜視図である。

[図2]図1中の貫流ファンを構成する羽根車の1つを示す斜視図である。

[図3]図2中の羽根車を示す正面図である。

[図4]図3中のファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。

[図5]図3中のファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。

[図6]図4中の翼断面を拡大した図である。

[図7]図3中のファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。

[図8]図3中のV I I IーV I I I線上に沿ったファンブレードを示す断面図である。

[図9]図1中の貫流ファンが用いられる空気調和機を示す断面図である。

[図10]図9中の空気調和機の吹き出し口近傍を拡大して示す断面図である。

[図11]図9中の空気調和機の吹き出し口近傍に生じる空気流れを示す断面図である。

[図12]図1中の貫流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13A]図12中の成型用金型を用いて図2中の羽根車を製造する工程を示す断面図である。

[図13B]図12中の成型用金型を用いて図2中の羽根車を製造する工程を示す別の断面図である。

[図14]羽根車の成型品の離型時に、可動側金型からファンブレードの正圧面に面圧が作用した場合にファンブレードの根元部に発生する応力を示すファンブレード根元部での断面図である。

[図15]羽根車の成型品の離型時に、可動側金型からファンブレードの負圧面に面圧が作用した場合にファンブレードの根元部に発生する応力を示すフ

ファンブレード根元部での断面図である。

[図16]図10中に示す上流側領域において、ファンブレードの翼面上で生じる現象を表わした断面図である。

[図17]図10中に示す下流側領域において、ファンブレードの翼面上で生じる現象を表わした断面図である。

[図18]この発明の実施の形態2における遠心ファンを示す斜視図である。

[図19]図18中の遠心ファンを用いた送風機を示す断面図である。

[図20]図19中のX X - X X線に沿った送風機を示す断面図である。

[図21]図18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22]第1変形例におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。

[図23]第1変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。

[図24]図22中の翼断面を拡大した図である。

[図25]第1変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。

[図26]第2変形例におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。

[図27]第2変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。

[図28]図26中の翼断面を拡大した図である。

[図29]第2変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。

[図30]第3変形例におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。

[図31]第3変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。

[図32]図30中の翼断面を拡大した図である。

[図33]第3変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。

[図34]実施の形態4におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。

[図35]実施の形態4におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。

[図36]図34中の翼断面を拡大した図である。

[図37]実施の形態4におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。

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]

(貫流ファンの構造の説明)

図1は、この発明の実施の形態1における貫流ファンを示す斜視図である。図2は、図1中の貫流ファンを構成する羽根車の1つを示す斜視図である。

[0031] 図1および図2を参照して、本実施の形態における貫流ファン（クロスフローファン）100は、複数のファンブレード21を有する。貫流ファン100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、その略円筒形の周面に配置されている。貫流ファン100は、樹脂により形成されている。貫流ファン100は、図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] 貫流ファン100は、回転する複数のファンブレード21によって、回転軸である中心軸101に直交する方向に送風するファンである。貫流ファン100は、中心軸101の軸方向から見た場合に、中心軸101に対して一方の側の外側空間からファンの内側空間に空気を取り込み、さらに取り込ん

だ空気を中心軸 101 に対して他方の側の外側空間に送り出すファンである。貫流ファン 100 は、中心軸 101 に直交する平面内において中心軸 101 に交差する方向に流れる空気流れを形成する。貫流ファン 100 は、中心軸 101 に平行な平面状の吹き出し流れを形成する。

[0033] 貫流ファン 100 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ルズ数領域の回転数で使用される。

[0034] 貫流ファン 100 は、中心軸 101 の軸方向に並べられた複数の羽根車 12 が組み合わさって構成されている。各羽根車 12 において、複数のファンブレード 21 は中心軸 101 を中心にその周方向に互いに間隔を隔てて設けられている。

[0035] 貫流ファン 100 は、支持部としての外周枠 13 をさらに有する。外周枠 13 は、中心軸 101 を中心に環状に延在するリング形状を有する。外周枠 13 は、各羽根車 12 に設けられた複数のファンブレード 21 を互いに接続するように設けられている。外周枠 13 は、端面 13a および端面 13b を有する。端面 13a は、中心軸 101 の軸方向に沿った一方の方向に面して形成されている。端面 13b は、端面 13a の裏側に配置され、中心軸 101 の軸方向に沿った他方の方向に面して形成されている。

[0036] 中心軸 101 の軸方向に順に並ぶ、図 1 中の羽根車 12A、羽根車 12B および羽根車 12C に注目すると、羽根車 12A は、外周枠 13A と、複数のファンブレード 21 とから構成され、羽根車 12B は、外周枠 13B と、複数のファンブレード 21 とから構成され、羽根車 12C は、外周枠 13C と、複数のファンブレード 21 とから構成されている。

[0037] 羽根車 12A に設けられる複数のファンブレード 21 は、外周枠 13A の端面 13a 上に立設され、中心軸 101 の軸方向に沿って外周枠 13A から離れる方向に板状に延在するように形成されている。羽根車 12B に設けられる複数のファンブレード 21 は、外周枠 13B の端面 13a 上に立設され、中心軸 101 の軸方向に沿って外周枠 13B から離れる方向に板状に延在し、外周枠 13A の端面 13b に接続されている。羽根車 12C に設けられ

る複数のファンブレード２１は、外周枠１３Ｃの端面１３ａ上に立設され、中心軸１０１の軸方向に沿って外周枠１３Ｃから離れる方向に板状に延在し、外周枠１３Ｂの端面１３ｂに接続されている。

[0038] 図２中には、代表的に、外周枠１３Ａと、複数のファンブレード２１とから構成される羽根車１２Ａが示されている。貫流ファン１００の製造工程においては、図２中に示す形態の羽根車１２が樹脂成型により製造される。さらに、得られた複数の羽根車１２が互いに接続されることにより、図１中の貫流ファン１００の形態が得られる。

[0039] 図３は、図２中の羽根車を示す正面図である。図３中には、中心軸１０１の軸方向、すなわち貫流ファン１００の回転軸方向から見た羽根車が部分的に示されている。

[0040] 図２および図３を参照して、ファンブレード２１は、内周側翼先端部２８および外周側翼先端部２９を有する。内周側翼先端部２８は、ファンブレード２１の内周側の端部に配置されている。外周側翼先端部２９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、内周側翼先端部２８と外周側翼先端部２９との間で薄肉の翼断面を有するように形成されている。

[0041] ファンブレード２１には、正圧面２４および負圧面２５からなる翼面２３が形成されている。正圧面２４は、貫流ファン１００の回転方向の側に配置され、負圧面２５は、正圧面２４の裏側に配置されている。貫流ファン１００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２４で相対的に大きく、負圧面２５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、全体として、正圧面２４側が凹となり、負圧面２５側が凸となるように、内周側翼先端部２８と外周側翼先端部２９との間で湾曲した形状を有する。

[0042] ファンブレード２１は、根元部３１および先端部３２を有する。ファンブレード２１は、根元部３１と先端部３２との間で中心軸１０１の軸方向に沿って延在している。根元部３１は、外周枠１３の端面１３ａに接続されてい

る。先端部 3 2 は、ファンブレード 2 1 が外周枠 1 3 の端面 1 3 a から遠ざかる方向に延びる先端に設けられている。先端部 3 2 は、隣接する羽根車 1 2 の外周枠 1 3 の端面 1 3 b に接続される。

[0043] 図 3 中には、根元部 3 1 において中心軸 1 0 1 に直交する平面（貫流ファン 1 0 0 の回転軸に直交する平面）によりファンブレード 2 1 を切断した場合に得られる翼断面 2 1 P と、先端部 3 2 において中心軸 1 0 1 に直交する平面によりファンブレード 2 1 を切断した場合に得られる翼断面 2 1 Q と、根元部 3 1 と先端部 3 2 との間の任意の位置において中心軸 1 0 1 に直交する平面によりファンブレード 2 1 を切断した場合に得られる翼断面 2 1 R とが示されている。

[0044] ファンブレード 2 1 は、中心軸 1 0 1 に直交する平面により切断された場合の翼断面の面積が、根元部 3 1 から先端部 3 2 に向かうに従って小さくなるように形成されている。すなわち、根元部 3 1 と先端部 3 2 との間の任意の位置における翼断面 2 1 R の面積は、根元部 3 1 における翼断面 2 1 P の面積よりも小さく、先端部 3 2 における翼断面 2 1 Q の面積は、翼断面 2 1 P の面積および翼断面 2 1 R の面積よりも小さい。

[0045] このようなファンブレード 2 1 が有する先細りのテーパ形状は、図 2 中に示す羽根車 1 2 の樹脂成型時、成型用金型から羽根車 1 2 の成型品を離型する際の抜き勾配を考慮したものである。

[0046] ファンブレード 2 1 は、中心軸 1 0 1 に直交する平面により切断された場合の翼断面が、根元部 3 1 と先端部 3 2 との間で貫流ファン 1 0 0 の回転方向に変位するように形成されている。本実施の形態では、ファンブレード 2 1 が、その翼断面が根元部 3 1 から先端部 3 2 に向かうに従って、矢印 1 0 3 に示す貫流ファン 1 0 0 の回転方向前方側に変位するように形成されている。すなわち、根元部 3 1 と先端部 3 2 との間の任意の位置における翼断面 2 1 R は、根元部 3 1 における翼断面 2 1 P よりも貫流ファン 1 0 0 の回転方向前方側にずれて位置し、先端部 3 2 における翼断面 2 1 Q は、翼断面 2 1 P および翼断面 2 1 R よりも貫流ファン 1 0 0 の回転方向前方側に位置す

る。

[0047] このように本実施の形態における貫流ファン１００においては、ファンブレード２１として、ファンの回転軸である中心軸１０１に対して傾斜を有するスキュー翼が用いられている。

[0048] 図３中には、ファンブレード２１の翼断面の厚み方向（正圧面２４と負圧面２５とを結ぶ方向）における中心線１０６が示されている。

[0049] 中心線１０６は、ファンブレード２１の翼断面を正圧面２４側と負圧面２５側とに二分するように翼断面中を延びている。ファンブレード２１は、中心線１０６が外周側翼先端部２９に交わる位置に外縁部２７を有し、中心線１０６が内周側翼先端部２８に交わる位置に内縁部２６を有する。内縁部２６は、ファンブレード２１の内周側に配置されている。外縁部２７は、ファンブレード２１の外周側に配置されている。中心線１０６は、外縁部２７と内縁部２６との間で連続的に延びている。正圧面２４および負圧面２５は、内縁部２６と外縁部２７との間で湾曲しながら延びている。

[0050] 図４は、図３中のファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。図４中には、図３中のファンブレード２１の翼断面２１Ｒが示されている。

[0051] 図３および図４を参照して、ファンブレード２１は、翼面２３の正圧面２４および負圧面２５の少なくともいずれか一方に複数の凹部が形成される翼断面形状を有する。本実施の形態では、正圧面２４に複数の凹部４１が形成され、負圧面２５に複数の凹部４２が形成されている。より具体的には、正圧面２４に３つの凹部４１が形成され、負圧面２５に２つの凹部４２が形成されている。正圧面２４には、負圧面２５に形成された凹部４２よりも多い数の凹部４１が形成されている。

[0052] 正圧面２４には、複数の凸部４６がさらに形成されている。凸部４６は、貫流ファン１００の回転方向前方側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４６間の谷部分によって、凹部４１が形成されている。凹部４１と凸部４６とは、内縁部２６と外縁部２７とを結ぶ方向に

において交互に並んで形成されている。

- [0053] 負圧面 25 には、複数の凸部 47 がさらに形成されている。凸部 47 は、貫流ファン 100 の回転方向後方側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 47 間の谷部分によって、凹部 42 が形成されている。凹部 42 と凸部 47 とは、内縁部 26 と外縁部 27 とを結ぶ方向において交互に並んで形成されている。
- [0054] 凹部 41 と凸部 47 とは、正圧面 24 および負圧面 25 の表裏対応する位置に形成され、凸部 46 と凹部 42 とは、正圧面 24 および負圧面 25 の表裏対応する位置に形成されている。すなわち、本実施の形態では、正圧面 24 に形成される凹部 41 が、負圧面 25 において凸部 47 を構成し、負圧面 25 に形成される凹部 42 が、正圧面 24 において凸部 46 を構成する。正圧面 24 および負圧面 25 において表裏対応して形成される凹部および凸部は、略 U 字状の同一の断面形状を有する。
- [0055] 凹部 41, 42 は、中心軸 101 の軸方向に沿って延びる溝（凹）形状をなす。凹部 41, 42 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、すなわち根元部 31 と先端部 32 との間で連続的に延びて形成されている。凹部 41, 42 からなる溝部は、根元部 31 と先端部 32 との間で直線状に延びて形成されている。
- [0056] なお、上記においては、翼断面 21R を示した図 4 を参照して、ファンブレード 21 の翼断面形状について説明したが、ファンブレード 21 は、中心軸 101 の軸方向におけるいずれの位置においても同様の翼断面形状を有する。
- [0057] 本実施の形態における貫流ファン 100 においては、ファンブレード 21 が、根元部 31 側の凸部 46, 47 において厚肉に形成されている。以下、その構造について詳細に説明する。図 5 は、図 3 中のファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。図 5 中には、図 3 中のファンブレードの翼断面 21P が示されている。
- [0058] 図 4 および図 5 を参照して、翼断面 21R の厚み方向における中心線 10

[0062] 本実施の形態における貫流ファン１００においては、翼断面２１Ｐの正圧面２４に形成された凹部４１の底部と、中心線１０６Ｒとの間の長さよりも

、凹部４１の裏側に配置された負圧面２５と、中心線１０６Ｒとの間の長さの方が大きくなる（ $T_1 > T_2$ ， $T_7 > T_8$ ， $T_9 > T_{10}$ ）。また、翼断面２１Ｐの負圧面２５に形成された凹部４２の底部と、中心線１０６Ｒとの間の長さよりも、凹部４２の裏側に配置された正圧面２４と、中心線１０６Ｒとの間の長さの方が大きくなる（ $T_3 > T_4$ ， $T_5 > T_6$ ）。

[0063] なお、凹部４１，４２は、溝形状をなし、凹部４１，４２の底部は、その溝形状の深さが最も深くなる位置である。

[0064] 本実施の形態では、凹部４１と凸部４７とが、正圧面２４および負圧面２５の表裏対応する位置に形成され、凸部４６と凹部４２とが、正圧面２４および負圧面２５の表裏対応する位置に形成されている。

[0065] このような構成においては、翼断面２１Ｐの正圧面２４に形成された凹部４１の底部と、中心線１０６Ｒとの間の長さよりも、凹部４１の裏側に配置された凸部４７の頂部と、中心線１０６Ｒとの間の長さの方が大きくなる（凹部４１の底部と、その凹部４１の裏側に配置された凸部４７の頂部とを通る直線を引き、その直線と中心線１０６Ｒとが交わる点を想定した場合に、凸部４７の頂部からその交点までの長さが、凹部４１の底部からその交点までの長さよりも大きくなる）。また、翼断面２１Ｐの負圧面２５に形成された凹部４２の底部と、中心線１０６Ｒとの間の長さよりも、凹部４２の裏側に配置された凸部４６の頂部と、中心線１０６Ｒとの間の長さの方が大きくなる（凹部４２の底部と、その凹部４２の裏側に配置された凸部４６の頂部とを通る直線を引き、その直線と中心線１０６Ｒとが交わる点を想定した場合に、凸部４６の頂部からその交点までの長さが、凹部４２の底部からその交点までの長さよりも大きくなる）。

[0066] なお、凸部４６，４７は、凸形状をなし、凸部４６，４７の頂部は、その凸形状が最も突出する位置である。

[0067] ファンブレード２１は、根元部３１における翼断面２１Ｐとの比較において、以上に説明した $T_1 \sim T_{10}$ の大小関係を満たすような翼断面２１Ｒを、根元部３１と先端部３２との間のいずれかの位置に有する。

- [0068] 図8は、図3中のV I I I - V I I I 線上に沿ったファンブレードを示す断面図である。図4および図5中には、内縁部26と外縁部27との間の中央付近に形成された凹部41sと、その裏側に配置される凸部47sとが示されている。図8中には、中心軸101の軸方向に沿ったファンブレード21の縦断面であって、凹部41sの底部と凸部47sの頂部とを通る位置のファンブレード21の断面形状が示されている。
- [0069] 図8を参照して、根元部31と先端部32との間の中心に位置する仮想上の直線33が示されている。さらに、先端部32における正圧面24と負圧面25との間の中心点51と、直線33上における正圧面24と負圧面25との間の中心点52とを結んだ仮想上の直線50が示されている。
- [0070] 本実施の形態では、ファンブレード21が、根元部31側の凸部47において、先端部32側の凸部47と比較して厚肉に形成された厚肉部56を有する。このため、根元部31における正圧面24と負圧面25との間の中心点53は、直線50上に存在せず、直線50よりも、凸部47が形成された負圧面25側に寄った位置に存在する。
- [0071] なお、上記においては、図8中に凹部41sの底部と凸部47sの頂部とを通る位置の断面を示してファンブレード21の翼断面形状について説明したが、他の凹部の底部と凸部の頂部とを通る位置においても、ファンブレード21は同様の翼断面形状を有する。
- [0072] 図4および図5を参照して、翼断面21Pに形成される凸部46, 47は、その凸部46, 47に対応し、翼断面21Rに形成される凸部46, 47よりも大きい曲率を有する翼面23を形成する。たとえば、翼断面21Pに形成される凸部47sは、翼断面21Rに形成される凸部47sよりも大きい曲率を有する翼面23を形成する。
- [0073] 本実施の形態における貫流ファン100においては、以上に説明した複数の関係を全て満たすように、ファンブレード21が根元部31側の凸部46, 47において厚肉に形成されている。なお、ファンブレード21は、以上に説明した複数の関係から選ばれた少なくとも1つの関係に従うように、根

元部 3 1 側の凸部 4 6, 4 7 において厚肉に形成されてもよい。

[0074] 以上に説明した、この発明の実施の形態 1 における貫流ファン 1 0 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ファンとしての貫流ファン 1 0 0 は、樹脂により形成されるファンである。貫流ファン 1 0 0 は、ファンの回転方向の側に配置される正圧面 2 4 と、正圧面 2 4 の裏側に配置される負圧面 2 5 とからなる翼面 2 3 が形成され、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 と、ファンの回転軸方向におけるファンブレード 2 1 の一方端としての根元部 3 1 に設けられ、複数のファンブレード 2 1 を互いに接続する支持部としての外周枠 1 3 とを備える。ファンブレード 2 1 は、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 2 4 と負圧面 2 5 との間の中心線 1 0 6 が内周側の翼先端としての内周側翼先端部 2 8 に交わる内縁部 2 6 と、その中心線 1 0 6 が外周側の翼先端としての外周側翼先端部 2 9 に交わる外縁部 2 7 とを有する。ファンの回転に伴って、翼面 2 3 上には内縁部 2 6 と外縁部 2 7 との間を流れる流体流れとしての空気流れが発生する。

[0075] ファンブレード 2 1 は、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 2 4 および負圧面 2 5 の少なくともいずれか一方に複数の凹部 4 1, 4 2 が形成される翼断面形状を有する。ファンブレード 2 1 は、ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合の翼断面の面積が、ファンの回転軸方向におけるファンブレード 2 1 の根元部 3 1 から他方端としての先端部 3 2 に向かうに従って小さくなるように形成される。

[0076] ファンの回転軸方向におけるファンブレード 2 1 の根元部 3 1 でファンブレード 2 1 をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第 1 翼断面としての翼断面 2 1 P が得られ、ファンの回転軸方向におけるファンブレード 2 1 の根元部 3 1 と先端部 3 2 との間でファンブレード 2 1 をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に翼断面としての翼断面 2 1 R が得られる。内縁部 2 6 および外縁部 2 7 の間の長さが翼断面 2 1 P と翼断面 2 1 R とで互いに等しくなるまで、翼断面 2 1 R の外周をなす翼周線をその

全周に渡って等距離ずつ外側に移動させるように翼断面 2 1 R を拡大するとともに、拡大した翼断面 2 1 R の中心線 1 0 6 R を、その中心線 1 0 6 R 上の内縁部 2 6 R および外縁部 2 7 R がそれぞれ翼断面 2 1 P の内縁部 2 6 P および外縁部 2 7 P と一致するように翼断面 2 1 P に重ね合わせる。この場合に、翼断面 2 1 P に形成された凹部 4 1, 4 2 の底部と、翼断面 2 1 R の中心線 1 0 6 R との間の長さよりも、凹部 4 1, 4 2 の底部の裏側に配置される翼面 2 3 と、翼断面 2 1 R の中心線 1 0 6 R との間の長さの方が大きい。

[0077] (空気調和機および成型用金型の構造の説明)

図 9 は、図 1 中の貫流ファンが用いられる空気調和機を示す断面図である。図 9 を参照して、空気調和機 2 1 0 は、室内に設置され、室内側熱交換器 2 2 9 が設けられる室内機 2 2 0 と、室外に設置され、室外側熱交換器および圧縮機が設けられる図示しない室外機とから構成されている。室内機 2 2 0 および室外機は、室内側熱交換器 2 2 9 と室外側熱交換器との間で冷媒ガスを循環させるための配管により接続されている。

[0078] 室内機 2 2 0 は、送風機 2 1 5 を有する。送風機 2 1 5 は、貫流ファン 1 0 0 と、貫流ファン 1 0 0 を回転させるための図示しない駆動モータと、貫流ファン 1 0 0 の回転に伴って、所定の気流を発生させるためのケーシング 2 2 2 とから構成されている。

[0079] ケーシング 2 2 2 は、キャビネット 2 2 2 A およびフロントパネル 2 2 2 B を有する。キャビネット 2 2 2 A は、室内の壁面に支持されており、フロントパネル 2 2 2 B は、キャビネット 2 2 2 A に着脱自在に取り付けられている。フロントパネル 2 2 2 B の下端部とキャビネット 2 2 2 A の下端部との間隙には、吹き出し口 2 2 5 が形成されている。吹き出し口 2 2 5 は、室内機 2 2 0 の幅方向に延びる略矩形に形成され、前方下方に臨んで設けられている。フロントパネル 2 2 2 B の上面には、格子状の吸い込み口 2 2 4 が形成されている。

[0080] フロントパネル 2 2 2 B に対向する位置には、吸い込み口 2 2 4 から吸い

込まれた空気に含まれる塵埃を捕集・除去するためのエアフィルタ 228 が設けられている。フロントパネル 222B とエアフィルタ 228 との間に形成される空間には、図示しないエアフィルタ清掃装置が設けられている。エアフィルタ清掃装置によって、エアフィルタ 228 に蓄積した塵埃が自動的に除去される。

[0081] ケーシング 222 の内部には、吸い込み口 224 から吹き出し口 225 に向けて空気が流通する送風通路 226 が形成されている。吹き出し口 225 には、左右方向の吹き出し角度を変更可能な縦ルーバ 232 と、上下方向の吹き出し角度を、前方上方、水平方向、前方下方および真下方向に変更可能な複数の横ルーバ 231 とが設けられている。

[0082] 送風通路 226 の経路上における、貫流ファン 100 とエアフィルタ 228 との間には、室内側熱交換器 229 が配置されている。室内側熱交換器 229 は、上下方向に複数段、かつ前後方向に複数列に並設される蛇行した図示しない冷媒管を有する。室内側熱交換器 229 は、屋外に設置される室外機の圧縮機に接続されており、圧縮機の駆動によって冷凍サイクルが運転される。冷凍サイクルの運転によって、冷房運転時には室内側熱交換器 229 が周囲温度よりも低温に冷却され、暖房運転時には室内側熱交換器 229 が周囲温度よりも高温に加熱される。

[0083] 図 10 は、図 9 中の空気調和機の吹き出し口近傍を拡大して示す断面図である。図 9 および図 10 を参照して、ケーシング 222 は、前方壁部 251 および後方壁部 252 を有する。前方壁部 251 および後方壁部 252 は、互いに間隔を隔てて向い合って配置されている。

[0084] 送風通路 226 の経路上には、前方壁部 251 と後方壁部 252 との間に位置するように貫流ファン 100 が配置されている。前方壁部 251 には、貫流ファン 100 の外周面に向けて突出し、貫流ファン 100 と前方壁部 251 との隙間を微小とする突出部 253 が形成されている。後方壁部 252 には、貫流ファン 100 の外周面に向けて突出し、貫流ファン 100 と後方壁部 252 との隙間を微小とする突出部 254 が形成されている。

- [0085] ケーシング 2 2 2 は、上側ガイド部 2 5 6 および下側ガイド部 2 5 7 を有する。送風通路 2 2 6 は、貫流ファン 1 0 0 よりも空気流れの下流側において、上側ガイド部 2 5 6 および下側ガイド部 2 5 7 によって規定されている。
- [0086] 上側ガイド部 2 5 6 および下側ガイド部 2 5 7 は、それぞれ、前方壁部 2 5 1 および後方壁部 2 5 2 から連なり、吹き出し口 2 2 5 に向けて延在している。上側ガイド部 2 5 6 および下側ガイド部 2 5 7 は、貫流ファン 1 0 0 によって送り出された空気を、上側ガイド部 2 5 6 が内周側となり、下側ガイド部 2 5 7 が外周側となるように湾曲させ、前方下方へと案内するように形成されている。上側ガイド部 2 5 6 および下側ガイド部 2 5 7 は、貫流ファン 1 0 0 から吹き出し口 2 2 5 に向かうほど、送風通路 2 2 6 の断面積が拡大するように形成されている。
- [0087] 本実施の形態では、前方壁部 2 5 1 および上側ガイド部 2 5 6 がフロントパネル 2 2 2 B に一体に形成されている。後方壁部 2 5 2 および下側ガイド部 2 5 7 がキャビネット 2 2 2 A に一体に形成されている。
- [0088] 図 1 1 は、図 9 中の空気調和機の吹き出し口近傍に生じる空気流れを示す断面図である。図 9 から図 1 1 を参照して、送風通路 2 2 6 上の経路上には、貫流ファン 1 0 0 よりも空気流れの上流側に位置して上流側外側空間 2 4 6 が形成され、貫流ファン 1 0 0 の内側（周方向に配列された複数のファンブレード 2 1 の内周側）に位置して内側空間 2 4 7 が形成され、貫流ファン 1 0 0 よりも空気流れの下流側に位置して下流側外側空間 2 4 8 が形成されている。
- [0089] 貫流ファン 1 0 0 の回転時、突出部 2 5 3, 2 5 4 を境にして送風通路 2 2 6 の上流側領域 2 4 1 には、上流側外側空間 2 4 6 からファンブレード 2 1 の翼面 2 3 上を通過して内側空間 2 4 7 に向かう空気流れ 2 6 1 が形成され、突出部 2 5 3, 2 5 4 を境にして送風通路 2 2 6 の下流側領域 2 4 2 には、内側空間 2 4 7 からファンブレード 2 1 の翼面 2 3 上を通過して下流側外側空間 2 4 8 に向かう空気流れ 2 6 1 が形成される。このとき、前方壁部 2 5

1に隣接する位置には、空気流れの強制渦262が形成される。

[0090] なお、本実施の形態では、空気調和機を例に挙げて説明したが、この他に、たとえば、空気清浄機や加湿機、冷却装置、換気装置などの流体を送り出す装置に、本発明における貫流ファンを適用することが可能である。

[0091] 図12は、図1中の貫流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12を参照して、成型用金型160は、固定側金型164および可動側金型162を有する。固定側金型164および可動側金型162により、貫流ファン100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166が規定されている。

[0092] 成型用金型160には、キャビティ166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、ガラス繊維入りのAS（アクリロニトリルおよびスチレンの共重合化合物）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。

[0093] なお、後述する実施の形態2における遠心ファン10も、図12中の成型用金型160と同様の構造を有する金型により製造される。

[0094] （作用、効果の詳細な説明）

図13Aおよび図13Bは、図12中の成型用金型を用いて図2中の羽根車を製造する工程を示す断面図である。図中には、図8中に示すファンブレード21の縦断面と、その縦断面に対応する可動側金型162の断面とが示されている。

[0095] 図13Aを参照して、キャビティ166に樹脂を注入し、樹脂を硬化させることによって、外周枠13と、その端面13aから延出する複数のファンブレード21とを備える羽根車12を成型する。成型後、羽根車12の成型品を成型用金型160から離型させるために、可動側金型162を外周枠13から離れる方向（矢印107に示す方向）にスライド移動させる。この際、本実施の形態では、ファンブレード21として、ファンの回転軸である中心軸101に対して傾斜を有するスキュー翼が用いられているため、可動側

金型 1 6 2 を羽根車 1 2 の回転軸（中心軸 1 0 1）を中心に回転させつつ、可動側金型 1 6 2 をスライド移動させる必要がある。

[0096] この場合、可動側金型 1 6 2 の回転とスライド移動との同期にわずかにでもずれが生じると、可動側金型 1 6 2 からファンブレード 2 1 の翼面 2 3 に面圧が作用してしまう。図 1 3 B 中には、その一例として、可動側金型 1 6 2 のスライド移動の速度に対して回転速度がやや速い場合が示されている。このとき、可動側金型 1 6 2 の側面 1 6 2 b とファンブレード 2 1 の正圧面 2 4 との間に微小な隙間が生じる一方で、可動側金型 1 6 2 の側面 1 6 2 a とファンブレード 2 1 の負圧面 2 5 とが干渉して、負圧面 2 5 に面圧が作用する。

[0097] 図 1 4 は、羽根車の成型品の離型時に、可動側金型からファンブレードの正圧面側に面圧が作用した場合にファンブレードの根元部に発生する応力を示すファンブレード根元部での断面図である。図 1 5 は、羽根車の成型品の離型時に、可動側金型からファンブレードの負圧面側に面圧が作用した場合にファンブレードの根元部に発生する応力を示すファンブレード根元部での断面図である。

[0098] 図 1 4 を参照して、羽根車 1 2 の成型品の離型時、可動側金型 1 6 2 からファンブレード 2 1 の正圧面 2 4 に面圧が作用した場合、正圧面 2 4 に形成された凸部 4 6 に引っ張り応力が発生し、正圧面 2 4 に形成された凹部 4 1 に圧縮応力が発生する。図 1 5 を参照して、羽根車 1 2 の成型品の離型時、可動側金型 1 6 2 からファンブレード 2 1 の負圧面 2 5 に面圧が作用した場合、負圧面 2 5 に形成された凸部 4 7 に引っ張り応力が発生し、負圧面 2 5 に形成された凹部 4 2 に圧縮応力が発生する。

[0099] 引っ張り応力が発生した箇所では、ファンブレード 2 1 の根元部 3 1 が外周枠 1 3 の端面 1 3 a から引き剥がされようとする。この結果、羽根車 1 2 の成型品の離型時に、ファンブレード 2 1 が根元部 3 1 の付近の凸部 4 6, 4 7 において破断する懸念が生じる。

[0100] これに対して、本実施の形態における貫流ファン 1 0 0 においては、引っ

張り応力が発生する箇所、すなわち、ファンブレード 21 の根元部 31 の付近の凸部 46, 47 に厚肉部 56 が設けられる。このような構成により、凸部 46, 47 におけるファンブレード 21 の強度を確保して、ファンブレード 21 の破断を防ぐことができる。

[0101] 仮に厚肉部が凹部 41, 42 に設けられた場合を想定すると、ファンブレード 21 の破断を防ぐために、特に根元部付近において凹部 41, 42 による溝形状を埋める程度にまで肉付けを行なう必要がある。この場合、ファンブレード 21 の重量が大きくなって、貫流ファン 100 を駆動させるモータが大型化するといった問題や、ファンブレード 21 の原材料の必要量が増大するといった問題が生じる。これに対して、本実施の形態では、引っ張り応力が発生する凸部 46, 47 に厚肉部 56 が設けられるため、ファンブレード 21 の破損のおそれがある箇所に効率的に強度を持たせることができる。

[0102] 図 16 は、図 10 中に示す上流側領域において、ファンブレードの翼面上で生じる現象を表わした断面図である。

[0103] 図 16 を参照して、上流側領域 241 において、上流側外側空間 246 から内側空間 247 に向かう空気流れが形成されるとき、ファンブレード 21 の翼面 23 上では、外縁部 27 から流入し、翼面 23 上を通過し、内縁部 26 から流出する空気流れが発生する。この際、正圧面 24 に形成された凹部 41 には、反時計回りの空気流れの渦 62 (2 次流れ) が形成され、負圧面 25 に形成された凹部 42 には、時計周りの空気流れの渦 64 が生成される。これにより、翼面 23 上を通過する空気流れ 61, 63 (主流) は、凹部 41, 42 に生じた渦 62, 64 の外側に沿って流れる。

[0104] 図 17 は、図 10 中に示す下流側領域において、ファンブレードの翼面上で生じる現象を表わした断面図である。

[0105] 図 17 を参照して、下流側領域 242 において、内側空間 247 から下流側外側空間 248 に向かう空気流れが形成されるとき、ファンブレード 21 の翼面 23 上では、内縁部 26 から流入し、翼面 23 上を通過し、外縁部 27 から流出する空気流れが発生する。この際、正圧面 24 に形成された凹部

４１には、時計回りの空気流れの渦６７（２次流れ）が形成され、負圧面２５に形成された凹部４２には、反時計周りの空気流れの渦６９が生成される。これにより、翼面２３上を通過する空気流れ６６，６８（主流）は、凹部４１，４２に生じた渦６２，６４の外側に沿って流れる。

[0106] すなわち、貫流ファン１００においては、ファンブレード２１が上流側領域２４１から下流側領域２４２に移動すると、翼面２３上における空気の流れ方向が反転し、これに伴って、凹部４１，４２に生じる渦の回転方向も反転する。

[0107] 本実施の形態における貫流ファン１００においては、ファンブレード２１が、薄肉の翼断面形状を有するにもかかわらず、渦（２次流れ）が形成された凹部４１，４２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、ファンブレード２１で生じる揚力を大幅に増大させることができる。

[0108] 仮に厚肉部が凹部４１，４２に設けられた場合を想定すると、凹部４１，４２の深さが小さくなるため、ファンブレード２１の根元部３１の付近において渦の生成による上記厚肉翼の効果が損なわれる。これに対して、本実施の形態では、凸部４６，４７に厚肉部５６が設けられるため、渦の生成による上記厚肉翼の効果が十分に奏される。

[0109] このように構成された、この発明の実施の形態１における貫流ファン１００によれば、ファンブレード２１の根元部３１の付近の凸部４６，４７に厚肉部５６が設けられるため、羽根車１２の成型品の離型時にファンブレード２１の破断を防ぐことができる。これにより、樹脂製の貫流ファン１００の成型性を高めることができる。この際、翼面２３に形成された凹部４１，４２の凹形状を損なうことなく厚肉部５６が設けられるため、凹部４１，４２による送風能力の向上の効果が十分に奏される。また、羽根車１２の成型品の離型時に引っ張り応力が発生する箇所に厚肉部５６が設けられるため、ファンの重量がいたずらに増大することを抑制できる。

[0110] [実施の形態２]

本実施の形態では、まず、本発明におけるファンが適用される遠心ファンの構造について説明し、続いて、その遠心ファンが用いられる送風機および空気清浄機の構造について説明する。なお、本実施の形態における遠心ファンは、実施の形態１における貫流ファン１００と比較して、部分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。

[0111] （遠心ファンの構造の説明）

図１８は、この発明の実施の形態２における遠心ファンを示す斜視図である。図１８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、その略円筒形の周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１８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。

[0112] 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ルズ数領域の回転数で使用される。

[0113] 遠心ファン１０は、支持部としての外周枠１３ｐおよび外周枠１３ｑをさらに有する。外周枠１３ｐおよび外周枠１３ｑ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１３ｐおよび外周枠１３ｑは、中心軸１０１の軸方向に距離を隔てた位置にそれぞれ配置されている。外周枠１３ｐには、ディスク部１４を介して、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。

[0114] 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列されている。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１３ｐおよび外周枠１３ｑによって

支持されている。ファンブレード21は、外周枠13p上に立設され、外周枠13q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。

[0115] 遠心ファン10の製造工程においては、まず、外周枠13p、ディスク部14、ボス部16と、外周枠13pから延出する複数のファンブレード21とが、樹脂成型により一体に製造される。さらに、製造された成型品に外周枠13qが接続されることによって、図18中の遠心ファン10の形態が得られる。

[0116] ファンブレード21は、実施の形態1における図3中のファンブレード21と同じ翼断面形状を有する。

[0117] すなわち、ファンブレード21は、外周枠13pに接続される根元部31と、外周枠13qに接続される先端部32とを有する。ファンブレード21は、その翼断面の面積が、根元部31から先端部32に向かうに従って小さくなるように形成されている。ファンブレード21は、その翼断面が根元部31と先端部32との間で貫流ファン100の回転方向に変位するように形成されている。ファンブレード21は、翼面23の正圧面24および負圧面25の少なくともいずれか一方に複数の凹部が形成される翼断面形状を有する。ファンブレード21は、根元部31側の凸部において厚肉に形成されている。

[0118] (送風機および空気清浄機の構造の説明)

図19は、図18中の遠心ファンを用いた送風機を示す断面図である。図20は、図19中のXX-XX線上に沿った送風機を示す断面図である。図19および図20を参照して、送風機320は、外装ケーシング326内に、駆動モータ328と、遠心ファン10と、ケーシング329とを有する。

[0119] 駆動モータ328の出力軸は、遠心ファン10と一体に成型されたボス部16に連結されている。ケーシング329は、誘導壁329aを有する。誘導壁329a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329a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。

[0120] ケーシング３２９には、吸い込み部３３０および吹き出し部３２７が形成されている。吸い込み部３３０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３２７は、誘導壁３２９ａの一部から誘導壁３２９ａ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３２７は、誘導壁３２９ａの一部から誘導壁３２９ａの接線方向の一方に突出する角筒形状をなしている。

[0121] 駆動モータ３２８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３３０からケーシング３２９内に取り込まれ、遠心ファン１０の内周側空間３３１から外周側空間３３２へと送り出される。外周側空間３３２に送り出された空気は、矢印３０４に示す方向に沿って周方向に流れ、吹き出し部３２７を通じて外部に送風される。

[0122] 図２１は、図１８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２１を参照して、空気清浄機３４０は、ハウジング３４４と、送風機３５０と、ダクト３４５と、（ＨＥＰＡ：High Efficiency Particulate Air Filter）フィルタ３４１とを有する。

[0123] ハウジング３４４は、後壁３４４ａおよび天壁３４４ｂを有する。ハウジング３４４には、空気清浄機３４０が設置された室内の空気を吸い込むための吸い込み口３４２が形成されている。吸い込み口３４２は、後壁３４４ａに形成されている。ハウジング３４４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３４３が形成されている。吹き出し口３４３は、天壁３４４ｂに形成されている。一般的に、空気清浄機３４０は、後壁３４４ａを室内の壁に対向させるようにして壁際に設置される。

[0124] フィルタ３４１は、ハウジング３４４の内部において、吸い込み口３４２と向い合って配置されている。吸い込み口３４２を通じてハウジング３４４内部に導入された空気は、フィルタ３４１を通過する。これにより、空気中の異物が除去される。

- [0125] 送風機 350 は、室内の空気をハウジング 344 内部に吸引するとともに、フイルタ 341 により清浄された空気を、吹き出し口 343 を通じて室内に送り出すために設けられている。送風機 350 は、遠心ファン 10 と、ケーシング 352 と、駆動モータ 351 とを有する。ケーシング 352 は、誘導壁 352a を有する。ケーシング 352 には、吸い込み部 353 および吹き出し部 354 が形成されている。
- [0126] ダクト 345 は、送風機 350 の上方に設けられ、清浄空気をケーシング 352 から吹き出し口 343 に導く導風路として設けられている。ダクト 345 は、その下端が吹き出し部 354 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 345 は、吹き出し部 354 から吹き出された清浄空気を、吹き出し口 343 に向けて層流に誘導するように形成されている。
- [0127] このような構成を備える空気清浄機 340 においては、送風機 350 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 342 からハウジング 344 内に吸い込まれる。このとき、吸い込み口 342 および吹き出し口 343 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、フイルタ 341 により除去される。
- [0128] フイルタ 341 を通過して得られた清浄空気は、ケーシング 352 内部に吸い込まれる。この際、ケーシング 352 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 352a によって層流となる。層流とされた空気は、誘導壁 352a に沿って吹き出し部 354 に誘導され、吹き出し部 354 からダクト 345 内に送風される。空気は、吹き出し口 343 から外部空間に向けて放出される。
- [0129] 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（エアークンディショナ）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。
- [0130] 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 10

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。

[0131] [実施の形態 3]

本実施の形態では、図 4 から図 7 中に示すファンブレード 21 の形状の各種変形例について説明する。

[0132] 図 22 は、第 1 変形例におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。図 22 中に示す翼断面は、図 3 中のファンブレード 21 の翼断面 21R に対応する。図 23 は、第 1 変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。図 23 中に示す翼断面は、図 3 中のファンブレードの翼断面 21P に対応する。

[0133] 図 22 および図 23 を参照して、本変形例では、正圧面 24 に 2 つの凹部 41 が形成されている。2 つの凹部 41 は、全体的に、外縁部 27 よりも内縁部 26 に近い側に偏って配置されている。正圧面 24 には、凸部 46 がさらに形成されている。凸部 46 は、貫流ファン 100 の回転方向前方側に向けて突出して形成されている。

[0134] 負圧面 25 には、1 つの凹部 42 が形成されている。凹部 42 は、外縁部 27 よりも内縁部 26 に近い側に偏って配置されている。負圧面 25 には、複数の凸部 47 がさらに形成されている。凸部 47 は、貫流ファン 100 の回転方向後方側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 47 間の谷部分によって、凹部 42 が形成されている。

[0135] 凹部 41 と凸部 47 とは、正圧面 24 および負圧面 25 の表裏対応する位置に形成され、凸部 46 と凹部 42 とは、正圧面 24 および負圧面 25 の表裏対応する位置に形成されている。翼断面 21R の中心線 106R が、凹部 41、42 および凸部 46、47 に対応する位置で屈曲しているのに対して、翼断面 21P の中心線 106P は、凹部 41、42 および凸部 46、47 に対応する位置で湾曲している。

[0136] 図 24 は、図 22 中の翼断面を拡大した図である。図 25 は、第 1 変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。

[0137] 図 22 から図 24 を参照して、翼断面 21R の内縁部 26R と外縁部 27

Rとの間の長さ L_1 が翼断面21Pの内縁部26Pと外縁部27Pとの間の長さ L_2 と等しくなるように、翼断面21Rを拡大する。この際、翼断面21Rの外周をなす翼周線をその全周に渡って等距離ずつ外側に移動させるように、翼断面21Rを拡大する。これにより、図24中に示す翼断面21R'が得られる。

[0138] 図25を参照して、図23中の翼断面21Pに、中心線106Pに替えて、図24中に示す翼断面21R'の中心線106Rを重ね合わせる。このとき、中心線106R上に規定された内縁部26Rおよび外縁部27Rが、それぞれ、翼断面21Pの内縁部26Pおよび外縁部27Pと一致するように、翼断面21R'の中心線106Rを重ね合わせる。

[0139] 本変形例では、翼断面21Pの正圧面24に形成された凹部41の底部と、中心線106Rとの間の長さよりも、凹部41の裏側に配置された凸部47の頂部と、中心線106Rとの間の長さの方が大きくなる($T_3 > T_4$ 、 $T_5 > T_6$)。また、翼断面21Pの負圧面25に形成された凹部42の底部と、中心線106Rとの間の長さよりも、凹部42の裏側に配置された凸部46の頂部と、中心線106Rとの間の長さの方が大きくなる($T_1 > T_2$)。

[0140] このような構成により、本変形例においても、ファンブレード21が根元部31側の凸部46、47において厚肉に形成されている。

[0141] 図26は、第2変形例におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。図26中に示す翼断面は、図3中のファンブレード21の翼断面21Rに対応する。図27は、第2変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。図27中に示す翼断面は、図3中のファンブレードの翼断面21Pに対応する。

[0142] 図26および図27を参照して、本変形例では、正圧面24に3つの凹部41が形成されている。3つの凹部41は、全体的に、外縁部27よりも内縁部26に近い側に偏って配置されている。本変形例では、図26中に示す翼断面21Rにおいて、正圧面24に凹部および凸部が形成されていない。

- [0143] 図28は、図26中の翼断面を拡大した図である。図29は、第2変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。
- [0144] 図28を参照して、翼断面21Rの内縁部26Rと外縁部27Rとの間の長さL1が翼断面21Pの内縁部26Pと外縁部27Pとの間の長さL2と等しくなるように、翼断面21Rを拡大する。この際、翼断面21Rの外周をなす翼周線をその全周に渡って等距離ずつ外側に移動させるように、翼断面21Rを拡大する。これにより、図28中に示す翼断面21R'が得られる。
- [0145] 図29を参照して、図27中の翼断面21Pに、中心線106Pに替えて、図28中に示す翼断面21R'の中心線106Rを重ね合わせる。このとき、中心線106R上に規定された内縁部26Rおよび外縁部27Rが、それぞれ、翼断面21Pの内縁部26Pおよび外縁部27Pと一致するように、翼断面21R'の中心線106Rを重ね合わせる。
- [0146] 本変形例では、翼断面21Pの正圧面24に形成された凹部41の底部と、中心線106Rとの間の長さよりも、凹部41の底部の裏側に配置された負圧面25と、中心線106Rとの間の長さの方が大きくなる（ $T1 > T2$ 、 $T3 > T4$ 、 $T5 > T6$ ）。
- [0147] このような構成により、本変形例においては、ファンブレード21が根元部31側であって凹部41の裏側において厚肉に形成されている。
- [0148] 図30は、第3変形例におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。図30中に示す翼断面は、図3中のファンブレード21の翼断面21Rに対応する。図31は、第3変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。図31中に示す翼断面は、図3中のファンブレードの翼断面21Pに対応する。
- [0149] 図30および図31を参照して、本変形例では、正圧面24に3つの凹部41が形成されている。3つの凹部41は、全体的に、外縁部27よりも内縁部26に近い側に偏って配置されている。負圧面25には、1つの凹部42が形成されている。その凹部42は、全体的に、内縁部26よりも外縁部

27に近い側に偏って配置されている。本変形例では、図30中に示す翼断面21Rにおいて、凹部41の裏側に対応する負圧面25の位置に凸部が形成されず、凹部42の裏側に対応する正圧面24の位置に凸部が形成されていない。

[0150] 図32は、図30中の翼断面を拡大した図である。図33は、第3変形例におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。

[0151] 図32を参照して、翼断面21Rの内縁部26Rと外縁部27Rとの間の長さL1が翼断面21Pの内縁部26Pと外縁部27Pとの間の長さL2と等しくなるように、翼断面21Rを拡大する。この際、翼断面21Rの外周をなす翼周線をその全周に渡って等距離ずつ外側に移動させるように、翼断面21Rを拡大する。これにより、図32中に示す翼断面21R'が得られる。

[0152] 図33を参照して、図31中の翼断面21Pに、中心線106Pに替えて、図32中に示す翼断面21R'の中心線106Rを重ね合わせる。このとき、中心線106R上に規定された内縁部26Rおよび外縁部27Rが、それぞれ、翼断面21Pの内縁部26Pおよび外縁部27Pと一致するように、翼断面21R'の中心線106Rを重ね合わせる。

[0153] 本変形例では、翼断面21Pの正圧面24に形成された凹部41の底部と、中心線106Rとの間の長さよりも、凹部41の底部の裏側に配置された負圧面25と、中心線106Rとの間の長さの方が大きくなる($T1 > T2$ 、 $T3 > T4$ 、 $T5 > T6$)。また、翼断面21Pの負圧面25に形成された凹部42の底部と、中心線106Rとの間の長さよりも、凹部42の底部の裏側に配置された正圧面24と、中心線106Rとの間の長さの方が大きくなる($T7 > T8$)。

[0154] このような構成により、本変形例においては、ファンブレード21が根元部31側であって凹部41および凹部42の裏側において厚肉に形成されている。

[0155] このように構成された、この発明の実施の形態3における貫流ファンによ

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。なお、本変形例におけるファンブレード２１が、実施の形態２における遠心ファンに適用されてもよい。

[0156] [実施の形態４]

本実施の形態における貫流ファンは、実施の形態１において図４中の翼断面２１Ｒから図６中の翼断面２１Ｒ'を得る際に翼断面２１Ｒを拡大する方法が、実施の形態１における貫流ファン１００と異なる。

[0157] 図３４は、実施の形態４におけるファンブレードの根元部と先端部との間における翼断面を示す断面図である。図３４中に示す翼断面は、実施の形態１における図３中のファンブレード２１の翼断面２１Ｒに対応する。図３５は、実施の形態４におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す断面図である。図３５中に示す翼断面は、実施の形態１における図３中のファンブレードの翼断面２１Ｐに対応する。

[0158] 図３６は、図３４中の翼断面を拡大した図である。図３４から図３６を参照して、翼断面２１Ｒの内縁部２６Ｒと外縁部２７Ｒとの間の長さＬ１が翼断面２１Ｐの内縁部２６Ｐと外縁部２７Ｐとの間の長さＬ２と等しくなるように、翼断面２１Ｒを拡大する。この際、本実施の形態における貫流ファンでは、拡大前の翼断面と拡大後の翼断面とが相似形の関係を満たすように、翼断面２１Ｒを拡大する。これにより、図３６中に示す翼断面２１Ｒ'が得られる。

[0159] 図３７は、実施の形態４におけるファンブレードの根元部における翼断面を示す別の断面図である。図３７を参照して、図３５中の翼断面２１Ｐに、中心線１０６Ｐに替えて、図３６中に示す翼断面２１Ｒ'の中心線１０６Ｒを重ね合わせる。このとき、中心線１０６Ｒ上に規定された内縁部２６Ｒおよび外縁部２７Ｒが、それぞれ、翼断面２１Ｐの内縁部２６Ｐおよび外縁部２７Ｐと一致するように、翼断面２１Ｒ'の中心線１０６Ｒを重ね合わせる。

[0160] 本実施の形態では、翼断面２１Ｐの正圧面２４に形成された凹部４１の底

部と、中心線 106R との間の長さよりも、凹部 41 の裏側に配置された負圧面 25 と、中心線 106R との間の長さの方が大きくなる ($T1 > T2$, $T7 > T8$, $T9 > T10$)。また、翼断面 21P の負圧面 25 に形成された凹部 42 の底部と、中心線 106R との間の長さよりも、凹部 42 の裏側に配置された正圧面 24 と、中心線 106R との間の長さの方が大きくなる ($T3 > T4$, $T5 > T6$)。

[0161] このように構成された、この発明の実施の形態 4 における貫流ファンによれば、実施の形態 1 に記載の効果を同様に得ることができる。なお、本実施の形態において説明したファンブレードの構造を、実施の形態 2 における遠心ファンや、実施の形態 3 におけるファンブレードの各種変形例に適用してもよい。

[0162] 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

[0163] 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

[0164] 10 遠心ファン、12, 12A, 12B, 12C 羽根車、13, 13A, 13B, 13C, 13p, 31q 外周枠、13a, 13b 端面、14 ディスク部、16 ボス部、21 ファンブレード、21P, 21Q, 21R 翼断面、23 翼面、24 正圧面、25 負圧面、26, 26P, 26R 内縁部、27, 27P, 27R 外縁部、28 内周側翼先端部、29 外周側翼先端部、31 根元部、32 先端部、33, 50 直線、41, 41s, 42 凹部、46, 47, 47s 凸部、51, 52, 53 中心点、56 厚肉部、62, 64, 67, 69 渦、100 貫流ファン、101 中心軸、106, 106P, 106R 中心線、110 中

心軸、１６０ 成型用金型、１６２ 可動側金型、１６４ 固定側金型、１
６６ キャビティ、２１０ 空気調和機、２１５ 送風機、２２０ 室内機
、２２２ ケーシング、２２２Ａ キャビネット、２２２Ｂ フロントパネ
ル、２２４ 吸い込み口、２２５ 吹き出し口、２２６ 送風通路、２２８
エアフィルタ、２２９ 室内側熱交換器、２３１ 横ルーバ、２３２ 縦
ルーバ、２４１ 上流側領域、２４２ 下流側領域、２４６ 上流側外側空
間、２４７ 内側空間、２４８ 下流側外側空間、２５１ 前方壁部、２５
２ 後方壁部、２５３、２５４ 突出部、２５６ 上側ガイド部、２５７
下側ガイド部、２６２ 強制渦、３２０ 送風機、３２６ 外装ケーシング
、３２７ 吹き出し部、３２８ 駆動モータ、３２９ ケーシング、３２９
ａ 誘導壁、３３０ 吸い込み部、３３１ 内周側空間、３３２ 外周側空
間、３４０ 空気清浄機、３４１ フィルタ、３４２ 吸い込み口、３４３
吹き出し口、３４４ ハウジング、３４４ａ 後壁、３４４ｂ 天壁、３
４５ ダクト、３５０ 送風機、３５１ 駆動モータ、３５２ ケーシング
、３５２ａ 誘導壁、３５３ 吸い込み部、３５４ 吹き出し部。

請求の範囲

[請求項1]

樹脂により形成されるファンであって、

ファンの回転方向の側に配置される正圧面と、前記正圧面の裏側に配置される負圧面とからなる翼面が形成され、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、

ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端に設けられ、複数の前記羽根部を互いに接続する支持部とを備え、

前記羽根部は、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、前記正圧面と前記負圧面との間の中心線が内周側の翼先端に交わる内縁部と、その中心線が外周側の翼先端に交わる外縁部とを有し、

ファンの回転に伴って、前記翼面上には前記内縁部と前記外縁部との間を流れる流体流れが発生し、

前記羽根部は、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、前記正圧面および前記負圧面の少なくともいずれか一方に複数の凹部が形成される翼断面形状を有し、

前記羽根部は、ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合の翼断面の面積が、ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端から他方端に向かうに従って小さくなるように形成され、

ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端で前記羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第1翼断面が得られ、ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端と他方端との間で前記羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第2翼断面が得られ、

前記内縁部および前記外縁部の間の長さが前記第1翼断面と前記第2翼断面とで互いに等しくなるまで、前記第2翼断面の外周をなす翼周線をその全周に渡って等距離ずつ外側に移動させるように前記第2翼断面を拡大するとともに、拡大した前記第2翼断面の前記中心線を

、その中心線上の前記内縁部および前記外縁部がそれぞれ前記第 1 翼断面の前記内縁部および前記外縁部と一致するように前記第 1 翼断面に重ね合わせた場合に、

前記第 1 翼断面に形成された前記凹部の底部と、前記第 2 翼断面の前記中心線との間の長さよりも、前記凹部の底部の裏側に配置される前記翼面と、前記第 2 翼断面の前記中心線との間の長さの方が大きい、ファン。

[請求項2] 樹脂により形成されるファンであって、

ファンの回転方向の側に配置される正圧面と、前記正圧面の裏側に配置される負圧面とからなる翼面が形成され、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、

ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端に設けられ、複数の前記羽根部を互いに接続する支持部とを備え、

前記羽根部は、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、前記正圧面と前記負圧面との間の中心線が内周側の翼先端に交わる内縁部と、その中心線が外周側の翼先端に交わる外縁部とを有し、

ファンの回転に伴って、前記翼面上には前記内縁部と前記外縁部との間を流れる流体流れが発生し、

前記羽根部は、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、前記正圧面および前記負圧面の少なくともいずれか一方に複数の凹部が形成される翼断面形状を有し、

前記羽根部は、ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合の翼断面の面積が、ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端から他方端に向かうに従って小さくなるように形成され、

ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端で前記羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第 1 翼断面が得られ、ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端と他方端との間

で前記羽根部をファンの回転軸に直交する平面により切断した場合に第2翼断面が得られ、

前記内縁部および前記外縁部の間の長さが前記第1翼断面と前記第2翼断面とで互いに等しくなるまで、拡大前の前記第2翼断面と拡大後の前記第2翼断面とが相似形の関係となるように前記第2翼断面を拡大するとともに、拡大した前記第2翼断面の前記中心線を、その中心線上の前記内縁部および前記外縁部がそれぞれ前記第1翼断面の前記内縁部および前記外縁部と一致するように前記第1翼断面に重ね合わせた場合に、

前記第1翼断面に形成された前記凹部の底部と、前記第2翼断面の前記中心線との間の長さよりも、前記凹部の底部の裏側に配置される前記翼面と、前記第2翼断面の前記中心線との間の長さの方が大きい、ファン。

[請求項3] 前記羽根部は、前記正圧面および前記負圧面のいずれか一方に形成された凹部が、前記正圧面および前記負圧面のいずれか他方に凸部を形成する翼断面形状を有し、

前記第1翼断面に形成された前記凹部の底部と、前記第2翼断面の前記中心線との間の長さよりも、前記凹部の底部の裏側に配置される前記凸部の頂部と、前記第2翼断面の前記中心線との間の長さの方が大きい、請求項1または2に記載のファン。

[請求項4] 前記第1翼断面に形成される前記凸部は、その凸部に対応し、前記第2翼断面に形成される前記凸部よりも大きい曲率の前記翼面を形成する、請求項3に記載のファン。

[請求項5] 前記羽根部は、ファンの回転軸に直交する平面により切断された場合の翼断面が、ファンの回転軸方向における前記羽根部の一方端と他方端との間でファンの回転方向に変位するように形成される、請求項1から4のいずれか1項に記載のファン。

[請求項6] 周方向に配列された複数の前記羽根部の内側に内側空間が形成され

、その外側に外側空間が形成され、

ファンの回転軸方向から見た場合に、回転軸に対して一方の側の前記外側空間から前記内側空間に流体を取り込み、取り込んだ流体を回転軸に対して他方の側の前記外側空間に送り出す貫流ファンである、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のファン。

[請求項7] 周方向に配列された複数の前記羽根部の内側に内側空間が形成され、その外側に外側空間が形成され、前記内側空間から前記外側空間に流体を送り出す遠心ファンである、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のファン。

[請求項8] 請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のファンを成型するために用いられる、成型用金型。

[請求項9] 請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のファンと、前記ファンに連結され、複数の前記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、流体送り装置。