(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5259416号
(P5259416)

(45)発行日　平成25年8月7日(2013.8.7)　(24)登録日　平成25年5月2日(2013.5.2)

(51)Int.Cl.		F I		
F04D 25/16	(2006.01)	F04D	25/16	
F04D 29/52	(2006.01)	F04D	29/52	D
F04D 19/02	(2006.01)	F04D	19/02	
F04D 29/54	(2006.01)	F04D	29/54	E

請求項の数 7　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2008-545434 (P2008-545434)
(86)(22)出願日　平成19年11月21日 (2007.11.21)
(86)国際出願番号　PCT/JP2007/072563
(87)国際公開番号　WO2008/062835
(87)国際公開日　平成20年5月29日 (2008.5.29)
審査請求日　平成22年11月4日 (2010.11.4)
(31)優先権主張番号　特願2006-314915 (P2006-314915)
(32)優先日　平成18年11月22日 (2006.11.22)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000228730
日本電産サーボ株式会社
群馬県桐生市相生町３－９３
(72)発明者　神　基
日本国　３７６－００１１　群馬県桐生市相生町３－９３　日本電産サーボ株式会社桐生技術開発センタ内

審査官　佐伯　憲一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】直列配置軸流ファン

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
直列配置軸流ファンであって、
径方向外方に向けて伸びる、中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第１翼を有する第１インペラと、
前記中心軸を中心として前記第１インペラを回転させる第１モータ部と、
第１インペラに対して前記中心軸に沿って配置され、径方向外方に向けて伸びる、前記中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第２翼を有する第２インペラと、
前記中心軸を中心として前記第２インペラを回転させる第２モータ部と、
前記第１インペラと前記第２インペラとの間に配置される整流装置と、
前記第１インペラおよび前記第２インペラを囲み、エアが流れる流路を構成するハウジングと、
を備え、
第１インペラの回転と、第２インペラの回転とによって、ほぼ同じ方向のエアの流れが発生しており、前記整流装置は、複数の整流板を備えており、前記整流板のそれぞれは前記第１インペラ側に位置する第１エッジと前記第２インペラ側に位置する第２エッジを有しており、前記第１エッジは前記第２エッジに対して前記第２インペラの回転方向下流側に位置する部位を有し、
前記ハウジングは、前記第１インペラを囲む第１ハウジングと、前記第２インペラを囲む第２ハウジングと、前記複数の整流板を囲む風洞部と、で構成され、

前記第１モータ部から径方向外方に向けて伸び、前記第１ハウジングと径方向外方において接続する複数の第１支持リブが構成され、
前記複数の第１支持リブのそれぞれの前記第１インペラの回転方向上流側に向く面が、前記中心軸方向において前記第２インペラ側に向くように前記中心軸に対して湾曲あるいは傾斜しており、
前記複数の整流板の数と前記複数の第１支持リブの本数とが同一であり、前記中心軸方向において前記複数の整流板のそれぞれの前記第１インペラ側の端部と、前記複数の第１支持リブのそれぞれの整流板側の端部と、が前記中心軸方向において第１インペラ側から見てほぼ重なっていることを特徴とする直列配置軸流ファン。
【請求項２】
直列配置軸流ファンであって、
径方向外方に向けて伸びる中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第１翼を有する第１インペラと、
前記中心軸を中心として前記第１インペラを回転させる第１モータ部と、
第１インペラに対して前記中心軸に沿って配置され、径方向外方に向けて伸びる前記中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第２翼を有する第２インペラと、
前記中心軸を中心として前記第２インペラを回転させる第２モータ部と、
前記第１インペラと前記第２インペラとの間に配置される整流装置と、
前記第１インペラおよび前記第２インペラを囲み、エアが流れる流路を構成するハウジングと、
を備え、
第１インペラの回転と、第２インペラの回転とによって、ほぼ同じ方向のエアの流れが発生しており、前記整流装置は、複数の整流板を備えており、前記複数の整流板によって前記第１インペラが回転することによって発生されたエアの流れに前記第２インペラの回転方向とは逆方向の流速成分が付与され、
前記ハウジングは、前記第１インペラを囲む第１ハウジングと、前記第２インペラを囲む第２ハウジングと、前記複数の整流板を囲む風洞部と、で構成され、
前記第１モータ部から径方向外方に向けて伸び、前記第１ハウジングと径方向外方において接続する複数の第１支持リブが構成され、
前記複数の第１支持リブのそれぞれの前記第１インペラの回転方向上流側に向く面が、前記中心軸方向において前記第２インペラ側に向くように前記中心軸に対して湾曲あるいは傾斜しており、
前記複数の整流板の数と前記複数の第１支持リブの本数とが同一であり、前記中心軸方向において前記複数の整流板のそれぞれの前記第１インペラ側の端部と、前記複数の第１支持リブのそれぞれの整流板側の端部と、が前記中心軸方向において第１インペラ側から見てほぼ重なっていることを特徴とする直列配置軸流ファン。
【請求項３】
前記第２モータ部から径方向外方に向けて伸び前記第２ハウジングと径方向外方において接続する複数の第２支持リブが構成され、
前記複数の第２支持リブのそれぞれの前記第２インペラの回転方向上流側に向く面が、前記第２インペラとは反対側に向くように前記中心軸に対して湾曲あるいは傾斜していることを特徴とする請求項１または２に記載の直列配置軸流ファン。
【請求項４】
前記整流装置は、前記中心軸を中心とするベース部を有しており、前記複数の整流板は前記ベース部から径方向外方に向けて伸び、径方向外方において前記風洞部に接続されており、
前記ベース部は、略円筒形状に形成されていることを特徴とする請求項１または２に記載の直列配置軸流ファン。
【請求項５】
前記第１ハウジングの前記風洞部側の端面の形状と前記風洞部の前記第１ハウジング側

の端面の形状とが略同一であり、前記風洞部の前記第２ハウジング側の端面の形状と前記第２ハウジングの前記風洞部側の端面の形状とが略同一であることを特徴とする請求項１または２に記載の直列配置軸流ファン。

【請求項６】

前記第１インペラと第２インペラの回転方向が同一であることを特徴とする請求項１から５のいずれかに記載の直列配置軸流ファン。

【請求項７】

前記第１インペラの回転速度が前記第２インペラの回転数よりも速いもしくは同等であることを特徴とする請求項１から６のいずれかに記載の直列配置軸流ファン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、冷却効果を高めるために２つの軸流ファンが直列に配置される直列配置軸流ファンに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来より、パーソナルコンピュータやサーバ等の電子機器では、筐体内部の電子部品を冷却するための冷却ファンが設けられており、筐体内部の電子部品の高密度実装化に伴って冷却ファンの性能向上が要求されている。特に、サーバ等の比較的大型の電子機器では、静圧が高く、かつ、風量が大きい冷却ファンが求められている。

【０００３】

例えば、冷却ファンの静圧を高める方法として、２つの軸流ファンを直列に配置する方法がある。また、冷却ファンの静圧を高める方法の１つとして、特許文献１では、２つのインペラが回転軸方向において直列に配置されている構成が開示されている。

【０００４】

【特許文献１】特許３７１７８０３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

上述のような従来技術の直列配置軸流ファンでは、上流側ファンによって発生されるエアの流れが下流側ファンへ流入する際にエネルギ損失が生じるため、風量および静圧の値の低下が課題となっている。

【０００６】

例えば、風量および静圧が同特性の２つの軸流ファンを回転軸に沿って直列（つまり、２つの軸流ファンがほぼ同軸上）に配置する直列配置軸流ファンでは、１つの軸流ファンと比較して最大静圧（風量がゼロのときの静圧）が２倍となることが期待される。しかし、実際には１．５倍程度の静圧に留まっており、上流側ファンと下流側ファンとの間に静翼を設けたファンであっても１．８倍程度の静圧に留まっていることが実験的に分かっている。

【０００７】

従来技術の直列配置軸流ファンにおいては、上流側ファンと下流側ファンとが同一方向に回転している。この場合、上流側ファンから下流側ファンに向けて流れる空気の速度成分には、上流側ファンの回転方向と同一の方向の旋回成分が含まれている。このため、下流側ファンには、下流側ファンの回転方向と同一の方向の旋回成分を有する速度成分の空気が流入することになる。これにより、空気の流れに対する下流側ファンの相対回転速度が小さくなり、下流側が空気に対して十分に仕事をすることができない。上述した作用が静圧特性を十分に向上することができない要因の一つと考えられる。

【０００８】

また、特許文献１に開示される直列配置軸流ファンにおいては、下流側ファンと上流側ファンの回転方向が異なっている。このため、下流側ファンと上流側ファンの回転方向が

同一の方向になった場合において、上流側ファンが回転することで発生するエアの流れに対して下流側ファンが十分に仕事をすることが想定されていない。

【０００９】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、直列配置軸流ファンの風量および静圧の特性を向上することを目的の一つとしている。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上記目的を達成するため、本発明の請求項１に記載の直列配置軸流ファンは、径方向外方に向けて伸びる、中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第１翼を有する第１インペラと、前記中心軸を中心として前記第１インペラを回転させる第１モータ部と、第１インペラに対して前記中心軸に沿って配置され、径方向外方に向けて伸びる、前記中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第２翼を有する第２インペラと、前記中心軸を中心として前記第２インペラを回転させる第２モータ部と、前記第１インペラと前記第２インペラとの間に配置される整流装置と、前記第１インペラおよび前記第２インペラを囲み、エアが流れる流路を構成するハウジングと、を備え、第１インペラの回転と、第２インペラの回転とによって、ほぼ同じ方向のエアの流れが発生しており、前記整流装置は、複数の整流板を備えており、前記整流板のそれぞれは前記第１インペラ側に位置する第１エッジと前記第２インペラ側に位置する第２エッジを有しており、前記第１エッジは前記第２エッジに対して前記第２インペラの回転方向下流側に位置する部位を有し、前記ハウジングは、前記第１インペラを囲む第１ハウジングと、前記第２インペラを囲む第２ハウジングと、前記複数の整流板を囲む風洞部と、で構成され、前記第１モータ部から径方向外方に向けて伸び、前記第１ハウジングと径方向外方において接続する複数の第１支持リブが構成され、前記複数の第１支持リブのそれぞれの前記第１インペラの回転方向上流側に向く面が、前記中心軸方向において前記第２インペラ側に向くように前記中心軸に対して湾曲あるいは傾斜しており、前記複数の整流板の数と前記複数の第１支持リブの本数とが同一であり、前記中心軸方向において前記複数の整流板のそれぞれの前記第１インペラ側の端部と、前記複数の第１支持リブのそれぞれの整流板側の端部と、が前記中心軸方向において第１インペラ側から見てほぼ重なっていることを特徴とする。

【００１１】

本発明の請求項２に記載の直列配置軸流ファンは、直列配置軸流ファンであって、径方向外方に向けて伸びる中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第１翼を有する第１インペラと、前記中心軸を中心として前記第１インペラを回転させる第１モータ部と、第１インペラに対して前記中心軸に沿って配置され、径方向外方に向けて伸びる前記中心軸を中心として周方向に並んで配置された複数の第２翼を有する第２インペラと、前記中心軸を中心として前記第２インペラを回転させる第２モータ部と、前記第１インペラと前記第２インペラとの間に配置される整流装置と、前記第１インペラおよび前記第２インペラを囲み、エアが流れる流路を構成するハウジングと、を備え、第１インペラの回転と、第２インペラの回転とによって、ほぼ同じ方向のエアの流れが発生しており、前記整流装置は、複数の整流板を備えており、前記複数の整流板によって前記第１インペラが回転することによって発生されたエアの流れに前記第２インペラの回転方向とは逆方向の流速成分が付与され、前記ハウジングは、前記第１インペラを囲む第１ハウジングと、前記第２インペラを囲む第２ハウジングと、前記複数の整流板を囲む風洞部と、で構成され、前記第１モータ部から径方向外方に向けて伸び、前記第１ハウジングと径方向外方において接続する複数の第１支持リブが構成され、前記複数の第１支持リブのそれぞれの前記第１インペラの回転方向上流側に向く面が、前記中心軸方向において前記第２インペラ側に向くように前記中心軸に対して湾曲あるいは傾斜しており、前記複数の整流板の数と前記複数の第１支持リブの本数とが同一であり、前記中心軸方向において前記複数の整流板のそれぞれの前記第１インペラ側の端部と、前記複数の第１支持リブのそれぞれの整流板側の端部と、が前記中心軸方向において第１インペラ側から見てほぼ重なっていることを特徴とする。

【発明の効果】
【００１２】
本発明の直列配置軸流ファンにおいては、第１インペラの回転によって発生された空気流に対して整流装置によって第２インペラの回転方向上流側に向かう旋回成分が付与される。このため、第２インペラに向かって進入する空気流に対して第２インペラの相対回転速度が、大きくなる。これにより、空気流は第２インペラによって十分にエネルギが与えられ、静圧エネルギが上昇される。よって、本発明の直列配置軸流ファンにおいては、高い静圧特性を発揮することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】本発明の一実施の形態に係る直列配置軸流ファン１を分解して示す斜視図である。
【図２】本発明の一実施の形態に係る直列配置軸流ファン１の中心軸を含む平面で切断した場合の縦断面図である。
【図３】図２における直列配置軸流ファン１の第１静翼２４と整流板４３とが組み合わされている部分Ａが示されている斜視図である。
【図４】図２における中心軸Ｊ１を中心とする任意の半径を有する円筒面で切断した際の第１翼２１１と、第１静翼２４と、整流板４３と、第２翼３１１と、第２静翼３４の断面を示す断面図である。
【符号の説明】
【００１４】
１　直列配置軸流ファン
２　第１軸流ファン
３　第２軸流ファン
４　整流装置
２１　第１インペラ
３１　第２インペラ
４１　ハウジング
４２　ベース部
４３　整流板
２１１　第１翼
３１１　第２翼
２１２，３１２　ハブ
２２，３２　モータ部
２２１，３２１　固定組立体
２２１１，３２１１　ベース部
２２１２，３２１２　軸受保持部
２２１３，２２１４　玉軸受
２２１５，３２１５　電機子
２２１６，３２１６　回路基板
２２２，３２２　ロータ部
２２２１，３２２１　ヨーク
２２２２，３２２２　界磁用磁石
Ｊ１　中心軸
【発明を実施するための最良の形態】
【００１５】
図１は、本発明の一実施の形態に係る直列配置軸流ファン１を分解して示す斜視図である。図２は、この直列配置軸流ファン１の中心軸を含む平面で切断した場合の縦断面図である。直列配置軸流ファン１は、例えば、サーバ等の電子機器を空冷するための電動式冷却ファンとして用いられる。図１および図２に示されているように、直列配置軸流ファン

１は、図１中の上側に配置される第１軸流ファン２、および、中心軸Ｊ１に沿って第１軸流ファン２に接続されて図１中の中段に配置される整流装置４、および、中心軸Ｊ１に沿って整流装置４に接続されて図１中の下側に配置される第２軸流ファン３を備える。第１軸流ファン２および整流装置４、第２軸流ファン３はビス（図示省略）等により互いに対して固定される。

【００１６】

本実施の形態に係る直列配置軸流ファン１は、図２に示されている第１軸流ファン２の第１インペラ２１と第２軸流ファン３の第２インペラ３１とが、中心軸Ｊ１を中心として同一方向に回転することにより、図２中の上側（すなわち、第１軸流ファン２側）からエアが取り込まれ、下側（すなわち、第２軸流ファン３側）へと送出されて中心軸Ｊ１方向のエアの流れが発生する。詳細には、第１軸流ファン２の第１インペラ２１と第２軸流ファン３の第２インペラ３１とは、図２中における上側から見て中心軸Ｊ１を中心として時計回りに回転する。また、以下の説明において、「軸方向」とは回転軸に平行な方向であり、「径方向」とは回転軸に垂直な方向である。更に、中心軸Ｊ１方向において、エアが取り込まれる側である図２中の上側を「上側」もしくは「吸気側」と呼び、エアが排出される側である図２中の下側を「下側」もしくは「排気側」と呼ぶ。ただし、中心軸Ｊ１は必ずしも重力方向と一致する必要はない。

【００１７】

第１軸流ファン２は、第1インペラ２１と、第１モータ部２２と、第１ハウジング２３と、複数の第１静翼２４と、を有している。第１インペラ２１は、中心軸Ｊ１を中心として径方向外方に向けて伸びる複数の第１翼２１１を有している。また、複数の第１翼２１１は、中心軸Ｊ１を中心として周方向に等ピッチにて配置されている。本実施の形態では、第１翼２１１の枚数は５枚である。第１モータ部２２は、中心軸Ｊ１を中心として第１インペラ２１を図２中において上側から見て時計回りに回転させる。これにより、中心軸Ｊ１方向のエアの流れ（すなわち、図２中の上側から下側へと向かうエアの流れ）が発生される。第１ハウジング２３は、第１インペラ２１の径方向外側を囲むことで第１インペラ２１が中心軸Ｊ１を中心に回転することで発生したエアの流れの流路を形成している。複数の第１静翼２４は、第１インペラ２１の下側（すなわち、第１インペラ２１と整流装置４との間）において第１モータ部２２から中心軸Ｊ１を中心として径方向外方に向けて伸びるとともに第１ハウジング２３に接続されて第１モータ部２２を支持している。本実施の形態では１７本であり、以下、１７本の第１静翼２４をまとめて「第１静翼群」と総称する場合もある。第１軸流ファン２では、第１ハウジング２３の内側に第１インペラ２１、第１モータ部２２および第１静翼群が配置される。本実施形態においては、後述する静翼の効果を有する支持リブのことを便宜的に静翼と呼ぶ。

【００１８】

なお、図２では、図示の都合上、第１翼２１１および第１静翼２４についてはそれぞれ、側方から見た概略形状を示している。また、後述する第２軸流ファン３の第２翼３１１および第２静翼３４についても、第１翼２１１および第１静翼２４と同様に、それぞれを側方から見た概略形状を示している。

【００１９】

図２に示すように、第１モータ部２２は、固定組立体２２１、および、回転組立体であるロータ部２２２を備え、ロータ部２２２は、後述する軸受機構を介して中心軸Ｊ１を中心に固定組立体２２１に対して回転可能に支持される。

【００２０】

固定組立体２２１は、図２中上側から見た平面視において中心軸Ｊ１を中心とする略円盤状のベース部２２１１を備えている。ベース部２２１１は、複数の第１静翼２４を介して第１ハウジング２３の略円筒状の内周面に固定されて固定組立体２２１の各部を保持する。ベース部２２１１はアルミニウム製であり、同じくアルミニウム製の複数の第１静翼２４および第１ハウジング２３と共にアルミダイカストにより形成される。ただし、ベース部２２１１、第１静翼２４および第１ハウジング２３に使用される材料および製造方法

は、例えば、アルミニウムおよびアルミダイカストに限定されず、例えば、樹脂材料を用いた射出成形によって形成して良い。

【００２１】

図２に示すように、ベース部２２１１の中央には、ベース部２２１１から上側（すなわち、吸気側）に向けて突出する略円筒状の軸受保持部２２１２が固定されている。軸受保持部２２１２の内側には、軸受機構の一部となる玉軸受２２１３，２２１４が中心軸Ｊ１方向の上部および下部に離間して設けられる。

【００２２】

固定組立体２２１は、また、軸受保持部２２１２の外側面に取り付けられる電機子２２１５、および、電機子２２１５の下側に取り付けられるとともに電機子２２１５に電気的に接続されてロータ部２３２の回転を制御する回路を有する略円環板状の回路基板２２１６をさらに備える。回路基板２２１６は、複数のリード線を束ねたリード線群を介して直列配置軸流ファン１の外部に設けられた外部電源に接続される。なお、図２では、リード線群および外部電源の図示は省略している。

【００２３】

ロータ部２２２は、中心軸Ｊ１を中心とする略円筒状であって磁性を有する金属製のヨーク２２２１、ヨーク２２２１の側壁部の内側（すなわち、内側面）に固定されて電機子２２１５と径方向において対向する略円筒状の界磁用磁石２２２２、および、中心軸Ｊ１と同軸上で後述するハブ２１２の中央から下側に向けて突出するシャフト２２２３を備える。

【００２４】

シャフト２２２３は、軸受保持部２２１２に挿入されて玉軸受２２１３，２２１４により固定組立体２２に対して回転可能に支持される。第１軸流ファン２では、シャフト２２２３および玉軸受２２１３，２２１４が、中心軸Ｊ１を中心にヨーク２２２１をベース部２２１１に対して回転可能に支持する軸受機構の役割を果たす。

【００２５】

第１インペラ２１は、第１モータ部２２のヨーク２２２１の外側を覆う有蓋略円筒状のハブ２１２、および、ハブ２１２の側壁部の外側（すなわち、外側面）から径方向外方に向けて伸び、中心軸Ｊ１を中心として周方向に並んで配列される複数の第１翼２１１を備える。ハブ２１２は樹脂製であり、同じく樹脂製の第１翼２１１と共に射出成形により形成される。

【００２６】

第１軸流ファン２では、電機子２２１５に駆動電流が供給されることで、電機子２２１５と界磁用磁石２２２２との間で中心軸Ｊ１を中心とするトルクが発生する。さらに第１モータ部２２の回路基板２２１６に構成される回路を介して電機子２２１５に供給される駆動電流が制御されることで、ロータ部２２２に取り付けられた第１インペラ２１の複数の第１翼２１１が、中心軸Ｊ１を中心として図２中における上側から見て時計回りに予め設定された回転数にて回転する。これにより、図２中の上側（すなわち、吸気側）からエアが取り込まれて下側（すなわち、排気側）へと送出される。本実施の形態においては、回転数は約３０００ｒｐｍに設定されている。

【００２７】

第２軸流ファン３は、第２インペラ３１と、第２モータ部３２と、第２ハウジング３３と、複数の第２静翼３４とを有している。第２インペラ３１は、中心軸Ｊ１を中心として径方向外方に向けて伸びる複数の第２翼３１１を有している。また、複数の第２翼は、中心軸Ｊ１を中心として周方向に等ピッチにて配置されている。本実施の形態では、第２翼３１１の枚数は５枚である。第２モータ部３２は、中心軸Ｊ１を中心として第２インペラ３１を図２中において上側から見て時計回りに回転させる。このことにより、中心軸Ｊ１方向のエアの流れ（すなわち、図２中の上側から下側へと向かうエアの流れ）を発生する。第２ハウジング３３は、第２インペラ３１の径方向外側を囲むことで第２インペラ３１が中心軸Ｊ１を中心に回転することで発生したエアの流れの流路を形成している。複数の

第２静翼３４は、第２インペラ３１の下側において第２モータ部３２から中心軸Ｊ１を中心として径方向外方に向けて伸びるとともに第２ハウジング３３に接続されて第２モータ部３２を支持している。本実施の形態では１７本であり、以下、１７本の第２静翼３４をまとめて「第２静翼群」と総称する場合もある。第２軸流ファン３では、第２ハウジング３３の内側に第２インペラ３１、第２モータ部３２および第２静翼群が配置される。

【００２８】

図３は、図２における直列配置軸流ファン１の第１静翼２４と整流板４３とが組み合わされている部分Ａが示されている斜視図である。直列配置軸流ファン１全体として見た場合、連続する第１ハウジング２３、風洞部４１および第２ハウジング３３の内側において空気流の流路には、図２中の上側（すなわち、吸気側）から順に、第１インペラ２１、第１静翼群、整流装置４、第２インペラ３１、および、第１静翼群とは異なる他の複数の静翼である第２静翼群が配置される。直列配置軸流ファン１では、第１静翼２４の本数と第２静翼３４の本数とが等しくされる。

【００２９】

図２に示すように、第２モータ部３２の構成は第１モータ部２２の構成と同様であり、固定組立体３２１、および、固定組立体３２１の上側（すなわち、吸気側）に配置されて固定組立体３２１に対して回転可能に支持されるロータ部３２２を備える。

【００３０】

固定組立体３２１は、複数の第２静翼３４を介して第２ハウジング３３の略円筒状の内周面に固定されて固定組立体３２１の各部を保持するベース部３２１１、玉軸受３２１３，３２１４が内側に設けられる略円筒状の軸受保持部３２１２、軸受保持部３２１２の外周に取り付けられる電機子３２１５、および、電機子３２１５の下側に取り付けられるとともに電機子３２１５に電気的に接続されて電機子３２１５を制御する回路を有する略円環板状の回路基板３２１６を備える。

【００３１】

ベース部３２１１はアルミニウム製であり、同じくアルミニウム製の複数の第２静翼３４および第２ハウジング３３と共にアルミダイカストにより形成される。ただし、ベース部３２１１、第２静翼３４および第２ハウジング３３に使用される材料および製造方法は、例えば、アルミニウムおよびアルミダイカストに限定されず、例えば、樹脂材料を用いた射出成形によって形成して良い。回路基板３２１６は、複数のリード線を束ねたリード線群を介して直列配置軸流ファン１の外部に設けられた外部電源に接続される。

【００３２】

ロータ部３２２は、中心軸Ｊ１を中心とする略円筒状であって磁性を有する金属製のヨーク３２２１、ヨーク３２２１の側壁部の内側（すなわち、内側面）に固定されて電機子３２１５と径方向において対向する略円筒状の界磁用磁石３２２２、および、中心軸Ｊ１と同軸上で後述するハブ３１２の中央から下側に向けて突出するシャフト３２２３を備える。シャフト３２２３は、軸受保持部３２１２内において玉軸受３２１３，３２１４により回転可能に支持される。第２軸流ファン３では、シャフト３２２３および玉軸受３２１３，３２１４が、中心軸Ｊ１を中心にヨーク３２２１をベース部３２１１に対して回転可能に支持する軸受機構の役割を果たす。

【００３３】

第２インペラ３１は、第２モータ部３２のヨーク３２２１の外側を覆う有蓋略円筒状のハブ３１２、および、ハブ３１２の外側面から径方向外方に向けて伸びる複数の第２翼３１１を備える。また、複数の第２翼３１１は、中心軸Ｊ１を中心とする周方向に並んで配列される。ハブ３１２は樹脂製であり、同じく樹脂製の第２翼３１１と共に射出成形により形成される。

【００３４】

第２軸流ファン３では、第２モータ部３２が駆動されることにより、第２インペラ３１の複数の第２翼３１１が中心軸Ｊ１を中心として図２中において上側から見て時計回りに予め設定された回転数にて回転する。これにより、図２中の上側（すなわち、第１軸流フ

ァン２側）からエアが取り込まれて下側（すなわち、第２静翼３４側）へと送出される。本実施の形態においては、回転数は、約３０００ｒｐｍに設定されている。

【００３５】

本実施形態においては、第１軸流ファン２と第２軸流ファン３としては全く同じ構成で全く同じ風量および静圧を発揮する２つの軸流ファンが用いられる。そして、２つの軸流ファンの間に後述する整流装置４が介在されることで、１つの軸流ファンと比較して倍以上の静圧の値を発揮することができる。また、同一の軸流ファンを用いることで、生産ラインの管理が容易となり生産性を向上することが可能である。ただし、風量値のバランスを考慮して第１軸流ファン２と第２軸流ファン３との形状は同一とするものの回転数を異ならせる等の相違があっても良い。また、第１軸流ファン２と第２軸流ファン３とが全く異なる形状であっても良い。

【００３６】

中心軸Ｊ１方向において、第１軸流ファン２と第２軸流ファン３の間には、図２に示されているように、整流装置４が配置されている。整流装置４は、風洞部４１と、ベース部４２と、複数の整流板４３と、を有している。

【００３７】

風洞部４１は、中心軸Ｊ１方向の上側の端面の形状が図２に示されているように、第１軸流ファン２の排気側の端面の形状と略同一になるように形成されている。よって、第１軸流ファン２の第１ハウジング２３の内周面と風洞部４１の内周面とは、第１軸流ファン２と整流装置４とが接続されることで連続した面を形成している。また、風洞部４１は中心軸Ｊ１方向の下側の端面の形状が図２に示されているように、第２軸流ファン３の吸気側の端面と略同一になるように形成されている。よって、第２軸流ファン３の第２ハウジング３３の内周面と風洞部４１の内周面とは、第２軸流ファン３と整流装置４とが接続されることで連続した面を形成している。これらの構成により、第１軸流ファン２から送出されたエアが滑らかに第１ハウジング２３から風洞部４１および第２ハウジング３３の内周面に沿って第２軸流ファン３から外部に送出される。

【００３８】

整流装置４のベース部４２は、中心軸Ｊ１を中心とする略円筒状に形成されている。複数の整流板４３（本実施形態では、１７本であり、以下、１７本の整流板４３をまとめて「整流板群」と総称する場合もある。）は、ベース部４２の外側面から径方向外方に向けて伸び、中心軸Ｊ１を中心として周方向に並んで配列されるとともに風洞部４１に接続されている。ベース部４２はアルミニウム製であり、同じくアルミニウム製の複数の整流板４３およびハウジング４１と共にアルミダイカストにより形成される。ただし、ベース部４２、整流板４３およびハウジング４１に使用される材料および製造方法は、例えば、アルミニウムおよびアルミダイカストに限定されず、樹脂材料を用いた射出成形によって形成して良い。

【００３９】

第１静翼２４と整流板４３とは、図３に示されているように、第１静翼２４の下側の端面と、整流板４３の上側の端面とが、中心軸Ｊ１方向上側から見てほぼ一致するように構成されている。図３においては、複数の第１静翼２４のうちの１つとそれに対応する整流板４３の一部分のみを示しているが、第１静翼２４の上側の端面全体と、整流板４３の上側の端面全体とが、中心軸Ｊ１方向上側から見てほぼ一致するように構成されている。

【００４０】

図４は、図２における中心軸Ｊ１を中心とする任意の半径を有する円筒面で切断した際の第１翼２１１と、第１静翼２４と、整流板４３と、第２翼３１１と、第２静翼３４の断面を展開した状態を示す断面図である。尚、図４においては、説明を容易にするために、第１、第２静翼２４，３４と整流板４３とを離して図示している。

【００４１】

第１静翼２４は、第１翼２１１側に位置する上側エッジ２４１と整流板４３側に位置する下側エッジ２４２を有している。上側エッジ２４１は、下側エッジ２４２よりも回転方

向Ｒ１において上流側に位置するように構成されている。これにより、第１翼２１１が回転することによって発生するエアの流れを受ける受風面２４３が中心軸Ｊ１に対して排気方向側に向くように湾曲しながら傾斜する部位を有する。この構成により、第１翼２１１が回転することによって発生するエアの流れが有する回転方向Ｒ１とほぼ同一の方向の旋回速度成分は、第１静翼２４に干渉することによって、中心軸Ｊ１方向の速度成分に変換される。以下、本実施形態において、旋回速度成分とは、中心軸Ｊ１を中心とする周方向における接線と平行な方向の速度成分のことをさす。

【００４２】

第１静翼２４の受風面２４３を通過したエアは、第１静翼２４と連続的に形成されている整流板４３の傾斜面４３３を通過する。整流板４３は、第１静翼２４側に位置する上側エッジ４３１と第２翼３１１側に位置する下側エッジ４３２を有している。上側エッジ４３１は、下側エッジ４３２よりも第１翼２１１の回転方向Ｒ１において下流側に位置するように構成されている。これにより、受風面２４３から流れてくるエアを受ける傾斜面４３３が、中心軸Ｊ１に対して吸気側方向に向くように湾曲しながら傾斜する部位を有する。これにより、受風面２４３から送出されたエアが傾斜面４３３を通過する際に、エアの流れが有する中心軸Ｊ１方向の速度成分が、回転方向Ｒ１とは反対方向の旋回速度成分に変換される。

【００４３】

第１静翼２４と整流板４３とが組み合わされた状態において、受風面２４３と傾斜面４３３とは互いの面が図３に示されているように、滑らかに組み合わされるのが理想的である。この構成により、受風面２４３の表面上を流れるエアは、滑らかに傾斜面４３３に送出される。また、受風面２４３から傾斜面４３３にかけて滑らかに中心軸Ｊ１に対する傾斜角度が変化しており、第1静翼２４および整流板４１が、効率良くエアの流れの流速方向を変化させている。

【００４４】

整流板４１に沿って下側に排出されたエアは、図４に示されているように、第２翼３１１の回転方向に対して上流側に向かう旋回速度成分を有している。よって、第２翼３１１によって整流板４１から第２軸流ファン３に流入されるエアの旋回速度成分を中心軸Ｊ１速度成分に変換することが可能である。整流板４１から第２軸流ファン３に流入されるエアは、第２翼３１１の回転方向において下流側に面する面に干渉し、旋回速度成分が中心軸Ｊ１方向の速度成分に変換される。これらは、エアの流れが有する速度成分と第２翼３１１の回転方向において下流側に面する面の中心軸Ｊ１に対する傾斜角度とその回転速度によって第２翼３１１から送出されるエアの流速方向が決定される。つまり、流入されるエアの流れのベクトルと回転している第２翼３１１によってエアに与えられる力のベクトルの和によって流速方向が決定される。

【００４５】

第２静翼３４は、図４に示されているように、第２翼３１１側に位置する上側エッジ３４１と排気側に位置する下側エッジ３４２を有している。上側エッジ３４１は、下側エッジ３４２よりも第２翼３１１の回転方向Ｒ１において上流側に位置するように構成されている。これにより、第２翼３１１が回転することによって発生するエアの流れを受ける受風面３４３が中心軸Ｊ１に対して排気方向側に向くように湾曲しながら傾斜する部位を有する。この構成により、第２翼３１１が回転することによって発生するエアの流れが有する回転方向Ｒ１とほぼ同一の方向の旋回速度成分は、第２静翼３４に干渉することによって、中心軸Ｊ１方向の速度成分に変換される。

【００４６】

インペラ２１，３１が回転することによって発生する、エアの流れは上述の通り旋回速度成分を有している。しかし、旋回速度成分を効率的に中心軸Ｊ１方向の速度成分に変換することで、エアはスムーズに吸気側から排気側に向けて送出される。また、旋回速度成分が中心軸Ｊ１方向の速度成分に変換されることで、エアに静圧エネルギが付与され、直列配置軸流ファン１の静圧特性が向上する。第２軸流ファン３に流入されるエアの旋回速

度成分が第２インペラ３１の回転方向と同一の方向の速度成分を有している場合には、第２インペラ３１によってエアに十分に静圧エネルギを付与することができない。また、上記の構成により、効率良くエアが、吸気側から排気側に流れることで、直列配置軸流ファン１自体の効率が向上する。よって直列配置軸流ファン１の消費電力の低減が図られる。

【００４７】

第１軸流ファン２から流入されるエアの流速方向を複数の整流板４３にて変換する際には、急激に変換することができない。急激に流速方向を変換させた場合には、エアの流れの流速方向に働いている慣性に伴って、エアの流れの内部に渦が発生する虞がある。しかし、流速方向を緩やかに変換することによって、エアの流れの内部に渦が発生し難くなる。急激な流速方向の変換を低減するためには、整流板４３の中心軸Ｊ１に対する傾斜角を吸気側から排気側に向けて徐々に大きくしていく必要がある。このためには、整流板４３の中心軸Ｊ１方向の長さが必要である。整流板４３の中心軸Ｊ１方向の長さが、軸流ファン２，３の中心軸Ｊ１方向の長さの約半分程度の長さが理想的である。

【００４８】

ただし、第１軸流ファン２から排出されるエアは、第１軸流ファン２から離れるに従って静圧エネルギが下降する傾向がある。従って、第１軸流ファン２と整流板４３との中心軸Ｊ１方向の間隔は近いほど良い。また、整流板４３の中心軸Ｊ１方向の長さが長い場合には、整流板４３によってエアの流れの速度成分を旋回成分に変換すると同時に静圧エネルギを下降させる虞がある。このため、整流板４３の中心軸Ｊ１方向の長さは長過ぎない方が良い。整流板４３の中心軸Ｊ１方向の長さは、軸流ファン２，３の長さよりも短く構成される方が理想的である。

【００４９】

上記においては、第１軸流ファン２および第２軸流ファン３が、第1静翼２４および第２静翼３４を有している構成を示したが、第1静翼２４および第２静翼３４がベース部２２１１，３２１１と第１ハウジング２３および第２ハウジング３３とを接続するのみで、静翼の効果を有さない支持リブによって構成されても良い。この場合であれば、第１インペラ２１が回転することによって発生するエアの流れが支持リブに沿って、流速方向が変換されずに整流装置４に流入される。整流装置４に流入されたエアは、複数の整流板４３によって第２インペラ３１の回転方向において上流側に向かう旋回速度成分のエアの流れに変換されるため、整流装置４が構成されていない直列配置軸流ファンに対して静圧特性および風量特性を向上することが可能である。

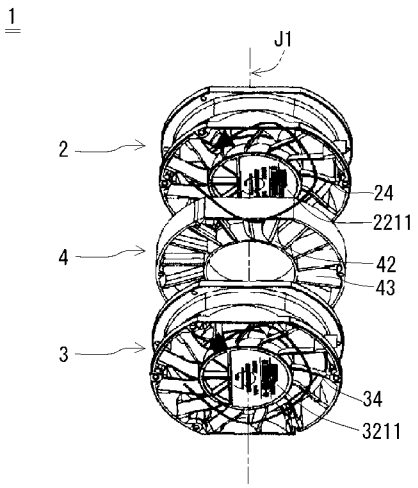
【００５０】

また、上述の構成によると、第１軸流ファン２、第２軸流ファン３および整流装置は、それぞれ独立したものを組み合わせる構成であるが、第１軸流ファン２の第１ハウジング２３、第２軸流ファン３の第２ハウジング３３および整流装置４のハウジング４１を単一部材として一体形成しても良い。

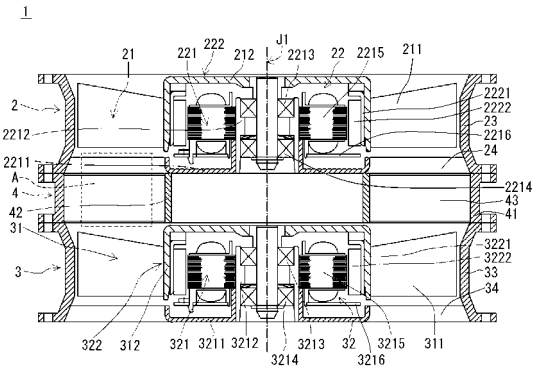
【００５１】

以上、直列配置軸流ファン１について説明したが、上記の構成はあくまでも一例であり、第１軸流ファン２によって発生されたエアの流れが、整流装置４によって第２インペラ３１の回転方向に対して上流側に向かう旋回速度成分に変換されるような構成であれば、上記の形状および構成には限定されない。

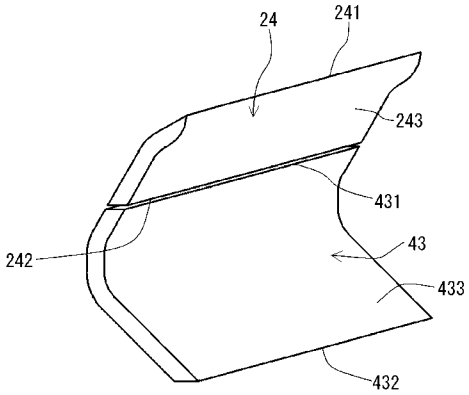
【図１】


1
J1
2
24
2211
4
42
43
3
34
3211

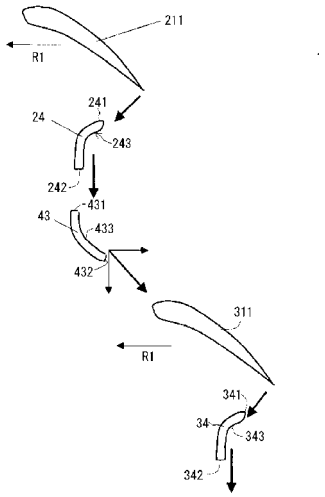
【図２】


1
J1
21
221
222
212
2213
22
2215
211
2
2212
2211
A
4
42
31
3
2221
2222
23
2216
24
2214
43
41
3221
3222
33
34
322
312
321
3211
3212
3213
32
3215
311
3214
3216

【図３】


24
241
243
431
43
242
433
432

【図４】


211
R1
241
24
243
242
431
43
433
432
311
R1
341
34
343
342

フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭５４－１６９８０８（ＪＰ，Ｕ）
特開２００３－１１３７９９（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０５６４９８（ＪＰ，Ａ）
実開昭６１－０４１８８６（ＪＰ，Ｕ）
特開平１１－２６４３９６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０４Ｄ １／００－１３／１６；１７／００－１９／０２
２１／００－２５／１６；２９／００－３５／００