

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-60034
(P2024-60034A)

(43)公開日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(51)国際特許分類	F I
F 0 4 D 29/58 (2006.01)	F 0 4 D 29/58 P
H 0 2 K 7/14 (2006.01)	H 0 2 K 7/14 A
H 0 2 K 9/06 (2006.01)	H 0 2 K 9/06 C

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2024-37332(P2024-37332)	(71)出願人	000000099
(22)出願日	令和6年3月11日(2024.3.11)		株式会社 I H I
(62)分割の表示	特願2022-133458(P2022-133458)	(74)代理人	東京都江東区豊洲三丁目1番1号
	の分割		100088155
原出願日	平成30年10月23日(2018.10.23)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74)代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74)代理人	100170818
			弁理士 小松 秀輝
		(74)代理人	100122781
			弁理士 近藤 寛
		(72)発明者	秋山 雅紘
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式
			会社 I H I 内
		(72)発明者	赤松 陽介

最終頁に続く

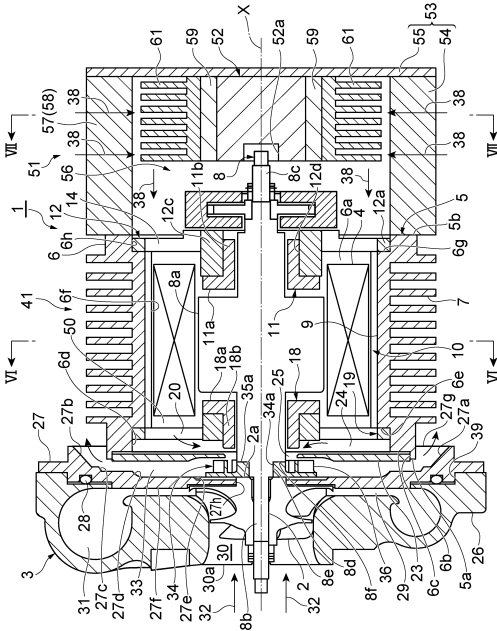
(54)【発明の名称】 流体機械

(57)【要約】

【課題】モータの冷却機構とインバータの冷却機構との共通化が図られる流体機械を提供する。

【解決手段】遠心送風機1は、インペラ2の回転軸8を回転させるモータ10と、モータハウジング5と、を有するモータ部41と、モータ部41を駆動するインバータユニット52と、インバータハウジング53と、を有するインバータ部51と、回転軸8に設けられ、インバータハウジング53内とモータハウジング5内とに冷却空気を流動させる冷却ファン34と、を備え、インバータハウジング53は、筒状の側壁54と、側壁54に設けられ冷却空気を吸入する吸気口58と、側壁54の端部を塞ぐように当該側壁54に取付けられた蓋部55と、を有し、インバータユニット52は、吸気口58と回転径方向に対向し蓋部55に固定され、当該蓋部55と一緒に側壁54から取り外し可能である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

インペラの回転軸を回転させるモータと、前記モータを収容するモータハウジングと、を有するモータ部と、

前記モータ部に駆動電力を供給するインバータユニットと、前記モータハウジングに接続され前記インバータユニットを収容するインバータハウジングと、を有するインバータ部と、

前記回転軸に設けられ、前記インバータハウジング内と前記モータハウジング内とを順に通過する冷却空気を流動させる冷却ファンと、を備え、

前記インバータハウジングは、前記回転軸の回転軸線を囲んで前記回転軸線の方に延びる筒状の側壁と、前記側壁に設けられ外部から前記冷却空気を吸入する吸気口と、前記側壁の端部を塞ぐように当該側壁に取付けられた蓋部と、を有し、

前記インバータユニットは、前記吸気口と回転径方向に対向する位置に配置され前記蓋部に固定されており、当該蓋部と一緒に前記側壁から取り外し可能である、流体機械。

【請求項 2】

前記インバータユニットの外周部には、前記吸気口に対面するヒートシンクが取付けられている、請求項 1 に記載の流体機械。

【請求項 3】

前記インバータハウジングは、前記吸気口に設けられたエアフィルタを有する、請求項 1 又は 2 に記載の流体機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体機械に関する。

【背景技術】

【0002】

送風機や圧縮機等の流体機械では、インペラの駆動源としてモータを用いる場合がある。この場合、流体機械の運転中には、発熱するモータを冷却する必要がある。例えば、特許文献 1 の流体機械では、インペラの回転軸に冷却ファンが設けられ、この冷却ファンによってモータハウジング内に冷却空気が流動する。この冷却空気によって主な発熱源であるロータやステータが冷却される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 特開 2017-166330 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この種の流体機械では、モータに駆動電力を付与するインバータが存在することも考えられる。この場合、インバータも発熱源になり得るので同様に冷却する必要がある。しかしながら、上記のようなモータの冷却機構に加えてインバータの冷却機構を設けるようにすれば、装置全体の小型化の妨げとなる。装置の小型化を図るためにも、モータの冷却機構とインバータの冷却機構との共通化が望まれる。本発明は、モータの冷却機構とインバータの冷却機構との共通化が図られる流体機械を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の流体機械は、インペラの回転軸を回転させるモータと、前記モータを収容するモータハウジングと、を有するモータ部と、

前記モータ部に駆動電力を供給するインバータユニットと、前記モータハウジングに接続され前記インバータユニットを収容するインバータハウジングと、を有するインバータ

10

20

30

40

50

部と、

前記回転軸に設けられ、前記インバータハウジング内と前記モータハウジング内とを順に通過する冷却空気を流動させる冷却ファンと、を備え、

前記インバータハウジングは、前記回転軸の回転軸線を囲んで前記回転軸線の方に延びる筒状の側壁と、前記側壁に設けられ外部から前記冷却空気を吸入する吸気口と、前記側壁の端部を塞ぐように当該側壁に取付けられた蓋部と、を有し、

前記インバータユニットは、前記吸気口と回転径方向に対向する位置に配置され前記蓋部に固定されており、当該蓋部と一緒に前記側壁から取り外し可能である。

【0006】

前記インバータユニットの外周部には、前記吸気口に対面するヒートシンクが取付けられていてもよい。また、前記インバータハウジングは、前記吸気口に設けられたエアフィルタを有することとしてもよい。

【0007】

本発明の流体機械は、回転軸と、回転軸を回転させるモータと、モータを収容するモータハウジングと、を有するモータ部と、モータ部に駆動電力を供給するインバータユニットと、モータハウジングに接続されインバータユニットを収容するインバータハウジングと、を有するインバータ部と、回転軸に設けられ、インバータハウジング内とモータハウジング内とを順に通過する冷却空気を流動させる冷却ファンと、を備え、インバータユニットは、モータに対して回転軸の軸方向に並ぶように配置されている、流体機械であってもよい。

【0008】

インバータハウジングは、回転軸の回転軸線を囲んで回転軸線の方に延びる筒状の側壁と、側壁に設けられ外部から冷却空気を吸入する吸気口と、を有し、インバータユニットは、吸気口の内側で回転軸線が交差する領域に配置されていることとしてもよい。

【0009】

インバータユニットの外周部には、吸気口に対面するヒートシンクが取付けられていることとしてもよい。

インバータハウジングは、吸気口に設けられたエアフィルタを有することとしてもよい。

モータ部は、回転軸を軸支する気体軸受を有することとしてもよい。

回転軸の一部がインバータユニットに囲まれて配置されていることとしてもよい。

【0010】

本発明の流体機械は、回転軸と、回転軸を回転させるモータと、モータの駆動電力を供給するインバータユニットと、回転軸とともに回転し冷却空気の流動を発生する冷却ファンと、モータを収容し、冷却空気を通過させモータを冷却するモータ冷却流路が形成されたモータハウジングと、モータ冷却流路と連通し、冷却ファンを収容し、回転軸の回転径方向に冷却空気を通過させるファン収納流路と、モータ冷却流路と連通し、冷却空気を通過させインバータユニットを冷却するインバータ冷却流路が形成されたインバータハウジングと、を備え、ファン収納流路と、モータ冷却流路と、インバータ冷却流路とが、回転軸に沿って軸方向に並んでいる、流体機械であってもよい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、モータの冷却機構とインバータの冷却機構との共通化が図られる流体機械を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本開示の実施形態に係る流体機械を示す断面図である。

【図2】図2は、図1中のモータハウジングを軸方向の第2端側から見て示す図である。

【図3】図3(A)は図1中の流路形成板を示す正面図であり、図3(B)は図3(A)のIIIB-IIIB線に沿う断面図であり、図3(C)は図3(B)の要部拡大図である。

10

20

30

40

50

【図４】図４（Ａ）は図１中の冷却ファンを示す正面図であり、図４（Ｂ）は図４（Ａ）のⅠＢ－ⅠＢ線に沿う断面図である。

【図５】図５は、図１中のインペラのボス部の周りに形成されたシール部を示す断面図である。

【図６】図６は、図１のⅥ－Ⅵ線に沿う断面図である。

【図７】図７は、図１のⅦ－Ⅶ線に沿う断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

図１を参照して、本開示の実施形態に係る流体機械について説明する。図１において、紙面に対して左側を先端（第１端）側、紙面に対して右側を基端（第２端）側とする。以下の説明において、「先端側」および「基端側」との語は、軸方向を基準として用いられる。

10

【００１４】

本実施形態では、流体機械の一例として、遠心送風機１について説明する。遠心送風機１は、空気を吸い込み所定の圧力で送り出す、たとえば空冷式の電動ブローアである。遠心送風機１は、先端側に空気の吸入口を備える。遠心送風機１（流体機械）は、インペラ２が収納されたインペラハウジング３と、インペラ２を回転させる駆動源としてのモータ部４１と、を備えている。モータ部４１は、インペラ２の回転軸８に固定されたロータ８ａと、ロータ８ａの周囲に設けられたコイル４（ステータ）と、コイル４が収納されたモータハウジング５とを備えている。更に、遠心送風機１はインバータ部５１を備えている。インバータ部５１はモータ部４１に駆動電力を供給する。

20

【００１５】

モータハウジング５は、円筒状のモータハウジング本体部６を含む。モータハウジング本体部６の外周面には、放熱フィン７が形成されている。モータハウジング本体部６は、軸方向における先端側の第１端５ａと基端側の第２端５ｂとを含む。モータハウジング本体部６は、第１端５ａと第２端５ｂの間で軸方向に延びる挿通穴６ａを備える。モータハウジング本体部６には、たとえばステンレス製の回転軸８が挿通されている。

【００１６】

回転軸８は、モータハウジング本体部６内であって第１端５ａの近くに設けられた第１軸受部１８と、モータハウジング本体部６内であって第２端５ｂの近くに設けられた第２軸受部１１とによって支持されている。回転軸８は、その回転軸線Ｘを中心に回転可能である。

30

【００１７】

回転軸８は、モータハウジング本体部６の第１端５ａから軸方向に突出する第１端部８ｂと、モータハウジング本体部６の第２端５ｂから軸方向に突出する第２端部８ｃとを含む。回転軸８の突出部である第１端部８ｂに、たとえばアルミニウム製のインペラ２が取り付けられている。より詳細には、インペラ２には回転軸線Ｘに沿って貫通孔が形成されており、この貫通孔に、回転軸８の第１端部８ｂが挿通されている。第１端部８ｂの周囲には、たとえば雄ねじが形成されている。インペラ２の基端側の中心部には、背面方向に突出するボス部２ａが形成されている。

40

【００１８】

モータハウジング本体部６は、挿通穴６ａの先端側に形成された第１開口部と、挿通穴６ａの基端側に形成された第２開口部とを含む。挿通穴６ａは、第１開口部から基端側に延伸する第１円筒部６ｂと、第１円筒部６ｂから縮径する円環状の第１段差部６ｃと、第１段差部６ｃから基端側に延伸する第２円筒部６ｄと、第２円筒部６ｄから縮径する円環状の第２段差部６ｅと、第２段差部６ｅから基端側に延伸する第３円筒部６ｆと、第３円筒部６ｆから拡径する円環状の第３段差部６ｇと、第３段差部６ｇから第２開口部まで延伸する第４円筒部６ｈとを含む。換言すれば、第１円筒部６ｂの直径は第２円筒部６ｄの直径より大きい。第２円筒部６ｄの直径と第４円筒部６ｈの直径は、それぞれ、第３円筒部６ｆの直径より大きい。第３円筒部６ｆは、たとえば、モータハウジング本体部６の挿

50

通穴 6 a におけるもっとも小さい直径を有する部分である。

【0019】

回転軸 8 の軸方向の中央部には、ロータ 8 a が固定されている。ロータ 8 a の外径は、回転軸 8 の他の部分の直径よりも大きい。ロータ 8 a は、永久磁石等の磁界の発生源を含む。ロータ 8 a は、モータハウジング本体部 6 に収容されている。すなわち、ロータ 8 a の軸方向の両端は、モータハウジング本体部 6 の第 1 端 5 a および第 2 端 5 b の間に位置する。

【0020】

モータハウジング本体部 6 の内部には、コイル 4 が設けられている。コイル 4 は、たとえば電磁コイルである。コイル 4 は、モータハウジング本体部 6 の第 3 円筒部 6 f (内周面) に固定されている。コイル 4 は、たとえば、導線と、導線が巻かれた鉄芯であるステータコアとを含んでもよい (いずれも図示せず)。コイル 4 は、ロータ 8 a の周囲に配置されており、ロータ 8 a に対し、隙間をもって対面している。コイル 4 を含むステータと、ロータ 8 a とによって、本実施形態のモータ 10 が構成されている。コイル 4 は、図示しない配線を介して通電可能となっている。コイル 4 に通電することで、コイル 4 とロータ 8 a との間に回転磁界が生じ、ロータ 8 a が回転する。

【0021】

コイル 4 の配置に関してより詳細に説明すると、コイル 4 は、軸方向において、モータハウジング 5 の第 1 端 5 a および第 2 端 5 b から離隔している。言い換えれば、コイル 4 は、軸方向において、第 1 端 5 a と第 2 端 5 b との間の長さより短い。コイル 4 は、軸方向において、たとえば第 3 円筒部 6 f の長さより短い。コイル 4 は、第 3 円筒部 6 f に収納されている。

【0022】

図 6 にも示されるように、モータハウジング本体部 6 内には、1 本または複数の溝 9 が設けられている。溝 9 が延びる方向を軸方向の成分と周方向の成分とに分けた場合、溝 9 が延びる方向は、少なくとも軸方向の成分を含む。溝 9 は、たとえば、第 3 円筒部 6 f に形成されており、第 2 段差部 6 e と第 3 段差部 6 g とに接続される。溝 9 の底部 (回転軸線 X からもっとも離れている部分) は、第 3 円筒部 6 f に設けられたコイル 4 に対して径方向に離隔している。溝 9 は、コイル 4 の外周側で軸方向に延びる空間を画成している。

【0023】

本実施形態では、たとえば複数の溝 9 が形成されている。複数の溝 9 は、たとえば所定の角度ピッチをもって形成されている。たとえば、60°の角度ピッチをもって、6 本の溝 9 が形成されている。複数の溝 9 は、軸方向に延びており、互いに平行であってもよい。1 本または複数の溝 9 は、回転軸線 X を中心にらせん状に延びてもよい。

【0024】

溝 9 は、軸方向において、コイル 4 が設けられた領域にわたって延伸している。言い換えれば、溝 9 は、軸方向において、コイル 4 の長さより長い。

【0025】

回転軸 8 のロータ 8 a より先端側に位置する部位は、第 1 軸受部 18 に支持される。回転軸 8 のロータ 8 a より基端側に位置する部位は、第 2 軸受部 11 に支持される。すなわち、第 1 軸受部 18 と第 2 軸受部 11 とにより、回転軸 8 が回転自在に支持される。第 1 軸受部 18 は、回転軸 8 に対面して回転軸 8 を支持する円筒状の支持部 18 b と、支持部 18 b の軸方向における基端部に設けられて径方向外方に張り出すフランジ部 18 a とを備える。第 2 軸受部 11 は、回転軸 8 に対面して回転軸 8 を支持する円筒状の支持部 11 b と、支持部 11 b の軸方向における先端部に設けられて径方向外方に張り出すフランジ部 11 a とを備える。第 1 軸受部 18 と第 2 軸受部 11 は気体軸受であり、本実施形態では動圧空気軸受である。遠心送風機 1 の運転中には、回転軸 8 の高速回転によって回転軸 8 と支持部 18 b, 11 b との間に空気層が形成され、回転軸 8 は支持部 18 b, 11 b から浮いた状態で軸支される。なお、第 1 軸受部 18 と第 2 軸受部 11 とは静圧空気軸受であってもよい。

10

20

30

40

50

【0026】

モータハウジング本体部6の第2円筒部6dには、第1軸受板19が嵌合されている。第1軸受板19は、モータハウジング本体部6の第1端5a側に嵌合されて、第1軸受部18を保持する円環状の部材である。モータハウジング本体部6の第4円筒部6hには、第2軸受板12が嵌合されている。第2軸受板12は、モータハウジング本体部6の第2端5b側に嵌合されて、第2軸受部11を保持する円環状の部材である。

【0027】

図1および図2を参照して、第2軸受板12について説明する。なお、第1軸受板19は、第2軸受板12と同様の構造を有してもよい。第1軸受板19および第1軸受部18は、たとえば、回転軸線Xに垂直な平面に関して、第2軸受板12および第2軸受部11と面对称の構造を有する。以下では、第2軸受板12のみが説明され、第1軸受板19についての詳細な説明は省略される。

10

【0028】

図2に示されるように、第2軸受板12は、モータハウジング本体部6の第4円筒部6hに嵌合する円環状のリム部12aと、第2軸受部11が固着される円筒状のハブ部12cと、リム部12aとハブ部12cとを接続する複数のスポーク部12bとを含む。ハブ部12cには、軸方向に貫通する挿通孔12dが設けられている。この挿通孔12dに、支持部11bおよび支持部11bに支持された回転軸8が挿通される。

【0029】

第2軸受板12のリム部12aは、モータハウジング本体部6の第4円筒部6hに嵌め込まれ、第3段差部6gに対してボルト等により固定されている。第2軸受板12のハブ部12cには、第2軸受部11のフランジ部11aがボルト等により固定されている。これにより、ハブ部12cに第2軸受部11が固着されている。第2軸受板12は、第2軸受部11の軸方向および径方向の変位を拘束する。

20

【0030】

第2軸受板12のハブ部12cの外周側には、軸方向に貫通する複数の通気口14が設けられている。これらの通気口14は、モータハウジング本体部6の第2端5b側の空間と、第3円筒部6fの基端側の開口とに連通している。リム部12aとハブ部12cの間における、スポーク部12bに遮られない領域が通気口14となっている。

【0031】

通気口14は、モータハウジング5の第2端5b側に設けられて後述のインバータ室56と連通すると共に、モータハウジング本体部6の挿通穴6aと連通している。第2軸受板12には、たとえば所定の角度ピッチで複数の通気口14が形成されている。なお、通気口14には、防塵フィルタ等のフィルタ（図示せず）が設けられてもよい。

30

【0032】

一方、第1軸受板19もリム部、ハブ部、および複数のスポーク部を含む。第1軸受板19のリム部はモータハウジング本体部6の第2円筒部6dに嵌め込まれ、第2段差部6eに対して固定されている。第1軸受板19のハブ部には、第1軸受部18のフランジ部18aが固定されている。第1軸受板19は、第1軸受部18の軸方向および径方向の変位を拘束する。ハブ部の外周側には、たとえば所定の角度ピッチで、複数の開口20が形成されている。開口20は、第3円筒部6fの先端側の開口と連通している。すなわち、開口20は、モータハウジング本体部6の挿通穴6aと連通している。

40

【0033】

続いて、図1および図3(A)～図3(C)を参照して、モータハウジング5の第1端5aに設けられた流路形成板23について説明する。図1および図3(A)に示されるように、モータハウジング本体部6の第1円筒部6bには、円環状の流路形成板23が嵌合されている。流路形成板23は、第1円筒部6bに嵌合する円環状の外周板部23aと、外周板部23aの内側に連続する内周板部23bとを含む。内周板部23bの中央には、軸方向に貫通する円形の流路形成孔23cが形成されている。

【0034】

50

図 1 および図 3 (B) に示されるように、内周板部 23b は、軸方向において、外周板部 23a の厚みよりも薄い。より詳細には、外周板部 23a は、一定の厚みを有する。内周板部 23b は、外周板部 23a の内周端から流路形成孔 23c に向けて傾斜しており、流路形成孔 23c に向かって薄くなっている。流路形成板 23 の挿通穴 6a に面する (コイル 4 に面する) 裏面は平坦であるが、その反対側である流路形成板 23 の表面は、中央に窪み部 23d (図 3 (A) および図 3 (C) 参照) を含む。なお、流路形成板 23 は、モータハウジング本体部 6 の先端側の第 1 開口部から突出してもよい。すなわち、流路形成板 23 の厚み方向 (軸方向) の一部が第 1 円筒部 6b に嵌合してもよい。

【0035】

流路形成板 23 は、第 1 軸受板 19 に対して軸方向に離間している。流路形成板 23 は、第 1 軸受板 19 に取り付けられた第 1 軸受部 18 に対しても離隔している。すなわち、流路形成板 23 と第 1 軸受板 19 との間には、径方向に延伸する空間 24 が形成されている。上記した第 1 軸受板 19 の開口 20 は、モータハウジング本体部 6 の挿通穴 6a と空間 24 とを連通する。

【0036】

流路形成板 23 に設けられた流路形成孔 23c は、たとえば、回転軸線 X を中心として形成されている。流路形成孔 23c は、モータハウジング 5 の第 1 端 5a 側に設けられた排気口 (第 1 開口) 25 を形成する。この流路形成孔 23c すなわち排気口 25 は、挿通穴 6a、開口 20、および空間 24 に連通している。流路形成孔 23c には、回転軸 8 が挿通されている。本実施形態において、排気口 25 は、通気口 14 よりも小さい。なお、排気口 25 の大きさは、適宜に変更されてもよい。

【0037】

上述のモータハウジング本体部 6、第 2 軸受板 12、第 1 軸受板 19、流路形成板 23 等により、モータハウジング 5 が構成される。そして、モータハウジング 5 には、通気口 14 と排気口 25 とを連通するハウジング内流路 50 が形成されている。ハウジング内流路 50 は、モータハウジング本体部 6 の内壁面と、コイル 4、回転軸 8、第 2 軸受板 12、第 2 軸受部 11、第 1 軸受板 19、および第 1 軸受部 18 との間の隙間に形成される。

【0038】

図 1 に示されるように、回転軸 8 の第 1 端部 8b に取り付けられたインペラ 2 は、インペラハウジング 3 に収納されている。インペラハウジング 3 は、軸方向の先端側に設けられた吸入口である開口 30a と、この開口 30a から基端側に延伸する吸入流路 30 と、吸入流路 30 に連通してインペラ 2 を包囲するように形成されたディフューザ (環状流路) 29 と、ディフューザ 29 の外周に設けられてディフューザ 29 に連通するスクロール 31 と、スクロール 31 の下流に設けられた空気の出口とを含む。インペラハウジング 3 は、たとえば、インペラハウジング本体部 26 と、インペラハウジング本体部 26 の基端側に取り付けられた円板状の閉塞板 27 とを含む。

【0039】

インペラハウジング本体部 26 には、上記のスクロール 31 が形成されている。インペラハウジング本体部 26 は、先端側に形成された吸入流路 30 の円形の開口 30a と、開口 30a と軸方向に対向すると共に吸入流路 30 と連通し、基端側に形成された円形の開口 39 とを含む。

【0040】

閉塞板 27 は、インペラ 2 の背面側 (ロータ 8a 側) に配置されている。閉塞板 27 は、たとえば、インペラハウジング本体部 26 の基端側の開口 39 に嵌合されている。閉塞板 27 とインペラハウジング本体部 26 とは、たとえばボルト等によって互いに固着されている。閉塞板 27 は、インペラ 2 側に設けられた第 1 面 27f と、モータハウジング 5 側に設けられた第 2 面 27g とを含む。第 1 面 27f は、インペラハウジング 3 と共に、ディフューザ 29 を画成する。インペラハウジング本体部 26 の開口 B の外周には、リング 28 が配されている。インペラハウジング本体部 26 と閉塞板 27 とがリング 28 を挟持することで、主流 32 の流路がシールされる。

10

20

30

40

50

【0041】

第2面27gには、インペラ2側に向けて窪む窪み面（対面部）27aが形成されている。すなわち、窪み面27aは、モータハウジング5とインペラ2との間に配置されている。軸方向において、モータハウジング本体部6の第1端5aは、閉塞板27の第2面27gよりもインペラ2側に位置する。モータハウジング本体部6の第1端5aは、窪み面27aが形成する窪みに入り込んでいる。言い換えれば、窪み面27aは、モータハウジング本体部6の第1端5aを受け入れている。窪み面27aは、軸方向の第1端5a側でモータハウジング5に対面する。

【0042】

モータハウジング本体部6の第1端5aと窪み面27aとは、軸方向において、離間している。モータハウジング本体部6の第1端5aと窪み面27aとの間には、排気口25と外気とを連通する排気流路33が形成されている。

10

【0043】

閉塞板27の形状についてより詳細に説明する。閉塞板27の中央には、軸方向に貫通する円形の貫通孔27hが形成されている。この貫通孔27hに、インペラ2の背面に設けられたボス部2aが挿通されている。すなわち、ボス部2aは、閉塞板27を貫通している。ボス部2aの軸心方向の長さは、閉塞板27の貫通孔27hの軸心方向の長さに略一致している。このようにして、インペラ2の背面の一部が窪み面27aのモータハウジング5側に位置している。

【0044】

20

図5を参照して、インペラ2の周りにおける閉塞板27の構造についてより詳細に説明する。図5に示されるように、閉塞板27は、内径側においてインペラ2のボス部2aと対向するシール部27kを備える。シール部27kは、上記した貫通孔27hの周縁部に形成されている。シール部27kは、モータハウジング本体部6（モータハウジング5）とインペラ2とをシールする。シール部27kは、ボス部2aから径方向外側に向かって離隔する環状の凹部27nと、凹部27nの軸方向両側に形成され、凹部27nの底よりインペラ2のボス部2aに向かい突出した環状の凸部27mとを備える。つまり、シール部27kの内周面には、周方向にわたり溝が形成されている。本実施形態のシール部27kの溝は、軸方向断面において矩形状となっている。インペラ2のボス部2aとシール部27kの凸部27mとは、径方向に離隔している。シール部27kは、インペラ2のボス部2aとの間に、非接触のシール構造を形成する。

30

【0045】

図1に示されるように、閉塞板27の窪み面27aは、複数の傾斜部を含む。窪み面27aは、外周側から、第1傾斜部27b、第2傾斜部27c、第3傾斜部27d、および第4傾斜部27eを含む。これらの傾斜部の間には、円環状の平坦部が形成されている。第1傾斜部27bおよび第2傾斜部27cは、モータハウジング本体部6の第1円筒部6bより外周側に位置する。第1傾斜部27bは、軸方向において、モータハウジング本体部6の第1端5aより先端側（インペラ2側）から基端側（コイル4側）まで延伸している。第4傾斜部27eの段差は、第1傾斜部27bの段差、第2傾斜部27cの段差、および第3傾斜部27dの段差のいずれよりも小さい。

40

【0046】

これらの傾斜部および平坦部からなる窪み面27aが、モータハウジング5の第1端5aに設けられた流路形成板23に対面しており、窪み面27aと流路形成板23との間に、径方向に延びる排気流路33が形成されている。排気流路33は、中央において排気口25に連通し、外周端において外気に連通する。

【0047】

なお、閉塞板27には、所定の角度ピッチで基端側に突出するネジ座部（図示せず）が形成されている。ネジ座部を介して閉塞板27とモータハウジング本体部6とがボルト等で締結される。あるいは、流路形成板23をネジ座部とモータハウジング本体部6で挟んだ状態で、閉塞板27とモータハウジング本体部6とがボルト等で締結される。インペラ

50

ハウジング 3 とモータハウジング 5 とは、閉塞板 27 を介在した状態で連結される。そして、流路形成板 23 と閉塞板 27 との間に排気流路 33 が形成される。

【0048】

回転軸 8 の流路形成板 23 よりも先端側には、先端側中径部 8d が形成されている。先端側中径部 8d には、たとえばアルミニウム製の冷却ファン 34 が嵌挿されている。冷却ファン 34 は、排気口 25 に対面するようにして、排気流路 33 内に設けられている。

【0049】

図 1、図 4 (A) および図 4 (B) に示されるように、冷却ファン 34 は、回転軸 8 の先端側中径部 8d が挿通されるボス部 35a を含む。ボス部 35a には、挿通孔 34a が形成されており、この挿通孔 34a に先端側中径部 8d が挿通されている。一方、回転軸 8 には、先端側中径部 8d に連続して先端側中径部 8d よりも拡径された円環状の段差部 8f が形成されている。この段差部 8f は、モータハウジング本体部 6 とインペラ 2 の間の位置しており、インペラ 2 のボス部 2a に対面する。

10

【0050】

また、先端側中径部 8d の先端側には、先端側小径部 8e が形成されている。先端側小径部 8e は、上述した第 1 端部 8b に相当する。この先端側小径部 8e には、インペラ 2 が嵌挿されている。インペラ 2 の先端側には、締結ナットが螺合されている。この締結ナットが締め込まれることにより、軸力が発生して、インペラ 2 および冷却ファン 34 が回転軸 8 に取り付けられている。言い換えれば、この締結ナットから、インペラ 2 のボス部 2a と、冷却ファン 34 に対する押圧力が発生する。すなわち、冷却ファン 34 のボス部 35a とインペラ 2 とが、回転軸 8 の段差部 8f と締結ナットとによって挟持されている。

20

【0051】

インペラ 2 は、背面の一部であるボス部 2a で冷却ファン 34 のボス部 35a を押圧している。インペラ 2 のハブ部と冷却ファン 34 との間には隙間が形成され、この隙間に、上述した閉塞板 27 が位置している。

【0052】

図 4 (A) および図 4 (B) に示されるように、冷却ファン 34 は、ボス部 35a と、ボス部 35a に形成された挿通孔 34a と、ボス部 35a の先端側の端面から径方向外方に延伸するディスク部 35 と、ディスク部 35 に立設されて基端側に突出する複数の羽根部 (旋回羽根) 36 とを備える。すなわち、羽根部 36 は、ディスク部 35 を介して回転軸 8 の第 1 端部 8b に取り付けられている。

30

【0053】

羽根部 36 は、排気口 25 と排気流路 33 との間に配置されて、回転軸 8 とともに回転可能である。ボス部 35a と羽根部 36 は、径方向に離隔している。複数の羽根部 36 は、周方向に互いに離隔し、たとえば等間隔に配置されている。各羽根部 36 は、回転軸 8 に近い方の端部である内端 36b と、回転軸 8 から遠い方の端部である外端 36a とを含み、内端 36b と外端 36a との間で延伸している。外端 36a は、内端 36b よりも回転軸 8 の回転方向 R の上流側に位置している。各羽根部 36 は、内端 36b から外端 36a に向けて、回転方向 R とは逆方向に延伸している。羽根部 36 は、たとえば、ディスク部 35 の外周端の近傍まで形成されている。

40

【0054】

図 1 に示されるように、冷却ファン 34 のボス部 35a は、流路形成板 23 より内周側に位置する。冷却ファン 34 の直径は、流路形成板 23 の排気口 25 の直径より大きい。より詳細には、羽根部 36 は、流路形成板 23 の流路形成孔 23c (図 3 (B) 参照) より外周側まで延伸している。言い換えれば、排気口 25 は、羽根部 36 の外端 36a より内側に位置している。羽根部 36 の外端 36a は、径方向において、流路形成板 23 の窪み部 23d の範囲内に設けられる。羽根部 36 の一部 (軸方向においてディスク部 35 からもっとも離れた先端部) は、流路形成板 23 の窪み部 23d に入り込んでもよい。言い換えれば、流路形成板 23 の窪み部 23d は、その羽根部 36 の一部を受け入れてもよい

50

。

【0055】

続いて、図1及び図7を参照しながら、インバータ部51について更に説明する。図7は、図1におけるVII-VII断面図である。インバータ部51の説明において、単に「軸方向」、「径方向」および「周方向」との語を用いる場合には、ロータ8a及び回転軸8の回転軸方向（回転軸線X方向）、回転径方向および回転周方向を意味する。

【0056】

インバータ部51はモータ部41の基端側に隣接して配置されている。インバータ部51は、モータ部41に駆動電力を供給するインバータユニット52と、インバータユニット52を収容するインバータハウジング53と、を備えている。インバータハウジング53は、モータハウジング5に対し軸方向に接続され、モータハウジング5と同軸の円柱形状をなしている。

【0057】

インバータハウジング53は、回転軸線Xを筒軸として軸方向に延びる円筒形状の側壁54を有している。また、インバータハウジング53は、側壁54の基端側の端面を塞ぐ円板状の蓋部55を有している。この側壁54と蓋部55とで囲まれたインバータ室56内にインバータユニット52が収容されている。インバータ室56は、通気口14を介してモータハウジング5内と連通している。

【0058】

本開示においては、側壁54のほぼ全体が、円筒形状の防塵用のエアフィルタ57からなる。エアフィルタ57は、塵埃を捕捉しながら外部の空気をインバータ室56内に通過させる。なお、側壁54には、エアフィルタ57の円筒構造を保持する骨組み部（図示せず）が含まれてもよい。側壁54の骨組み部の外周に、円筒状のエアフィルタ57が被せられる構造であってもよい。上記の構成により、側壁54のほぼ全体が、外部からの冷却空気38をインバータ室56に吸入する吸気口58として機能する。以上のように、インバータハウジング53の側壁54には吸気口58が設けられ、吸気口58にはエアフィルタ57が設けられている。

【0059】

インバータユニット52は蓋部55に取付けられ、回転軸方向に延伸している。インバータユニット52は、コイル4に対して軸方向に並ぶように配置されている。径方向から見れば、インバータユニット52とコイル4とは、互いに重複しない位置に配置されている（あるいは、インバータユニット52とコイル4とは、互いに軸方向に重ならない位置に配置されているといえる）。また、インバータユニット52は、吸気口58の内側で回転軸線Xが交差する領域に配置される（あるいは、吸気口58の回転軸方向の位置とインバータユニット52の回転軸方向の位置には重なりがあるといえる。また、インバータユニット52は後述のヒートシンクを挟んで吸気口58と径方向に対向している）。インバータユニット52は、回転軸線Xに比較的近い領域で回転軸線Xを中心にして配置される（あるいは、インバータユニット52は回転軸線Xを囲み周方向に配置されているといえる）。

【0060】

また、径方向から見れば、回転軸8の基端側の一部がインバータユニット52と重複する位置関係にある（あるいは、回転軸8の基端側の一部の回転軸方向位置が、インバータユニット52の回転軸方向位置と重複している。また、回転軸8の基端側の一部は径方向に、インバータユニット52に対向している。）。より詳細には、インバータユニット52の回転軸線X上の部分には、回転軸8の基端部との干渉を回避するための凹部52aが設けられている。回転軸8の基端部は凹部52a内に挿入されインバータユニット52とは接触していない。すなわち、インバータユニット52は回転軸8の基端側を周方向に囲んで形成されている（回転軸8の基端側の一部はインバータユニット52に、回転軸方向周りに囲まれている）。なお、インバータユニット52は、図1及び図7等に模式的に示されるような一塊の物体とは限らず、電子部品が搭載された回路基板の集合体である場合

10

20

30

40

50

もある。この場合、上記の凹部 5 2 a は回路基板や電子部品の隙間として構成され、回転軸 8 の基端部は当該隙間に挿入されることになる。

【0061】

インバータユニット 5 2 は、回路基板上に構築されるインバータ回路（図示せず）を有している。インバータ回路は、コイル 4 に電流を供給してロータ 8 a の回転を制御する。インバータ回路の詳細な図示は省略するが、当該インバータ回路を構成する電子部品には、運転中に主な発熱源となる複数（本実施形態の場合は 3 個）の半導体素子 5 9 が含まれている。半導体素子 5 9 は、例えば IGBT 等のスイッチング素子である。半導体素子 5 9 は、インバータユニット 5 2 のうち径方向の最外周部に配置される。インバータユニット 5 2 の外周部には複数のヒートシンク 6 1 が取付けられている。各ヒートシンク 6 1 は、半導体素子 5 9 に密着している。ヒートシンク 6 1 は、インバータユニット 5 2 から径方向外側に張出すように配置され、吸気口 5 8 と隙間をあけて対面している。

10

【0062】

次に、遠心送風機 1 の動作について説明する。遠心送風機 1 は、たとえば、空気の送風または吸引のために用いられ得る。遠心送風機 1 が送風のために用いられる場合、主流 3 2 の出口の先（すなわち下流側）に、送風対象物が設けられる。遠心送風機 1 が吸引のために用いられる場合、主流 3 2 の吸入口（開口 3 0 a）の手前（すなわち上流側）に、吸引対象物が設けられる。

【0063】

図示しない配線を通じてインバータユニット 5 2 からコイル 4 に電力が供給されると、コイル 4 と回転軸 8 のロータ 8 a との間に回転磁界が生じ、回転軸 8 が回転する。

20

【0064】

回転軸 8 の回転に伴いインペラ 2 が回転し、インペラ 2 の回転によりインペラハウジング 3 内に主流 3 2 が吸入される。遠心送風機 1 が吸引のために用いられる場合には、所定の吸引対象物から、空気が吸引される。遠心送風機 1 が送風のために用いられる場合には、インペラハウジング 3 内に吸入された主流 3 2 は、ディフューザ 2 9 およびスクロール 3 1 を経て所定の送風対象物に対して送風される。

【0065】

また、遠心送風機 1 の運転中には、インペラ 2 と一緒に冷却ファン 3 4 も回転する。冷却ファン 3 4 の回転により、排気口 2 5 よりモータハウジング 5 内及びインバータ室 5 6 が吸引される。モータハウジング 5 内及びインバータ室 5 6 が負圧となるので、吸気口 5 8 を通じてインバータ室 5 6 に外気が冷却空気 3 8 として吸入される。この冷却空気 3 8 は、主に径方向内側に向けて吸気口 5 8 を通過し、当該吸気口 5 8 に対面するヒートシンク 6 1 に接触する。これにより、インバータユニット 5 2 の半導体素子 5 9 が、ヒートシンク 6 1 を介して冷却される。

30

【0066】

その後、冷却空気 3 8 は、インバータ室 5 6 から通気口 1 4 を通じてモータハウジング 5 内に流入する。その後、冷却空気 3 8 は、モータハウジング本体部 6 内に形成されたハウジング内流路 5 0 と、コイル 4 とロータ 8 a との間を流通する。冷却空気 3 8 がハウジング内流路 5 0 を流通する際、冷却空気 3 8 は、モータハウジング本体部 6 の内周面に形成された溝 9 にも流通し得る。

40

【0067】

モータハウジング本体部 6 内を流通した冷却空気 3 8 は、開口 2 0 を経て空間 2 4 に到達する。空間 2 4 に到達した冷却空気 3 8 は流路形成板 2 3 により中心方向へと偏向される。中心方向へと偏向された冷却空気 3 8 は、排気口 2 5 よりモータハウジング 5 の外部へと排気される。

【0068】

排気口 2 5 より排気され冷却ファン 3 4 に吸入された冷却空気 3 8 は、径方向外方に排気され、排気流路 3 3 を流通し、複数の傾斜部を含む窪み面 2 7 a にガイドされて遠心送風機 1 の外部へと排気される。

50

【0069】

遠心送風機1の運用中には、導線およびステータコアを含むコイル4等の発熱源が発熱するが、コイル4はモータハウジング本体部6内を流通する冷却空気38により冷却され、更に、外気と熱交換する放熱フィン7により冷却される。コイル4以外の発熱源としては、たとえば、永久磁石を含むロータ8a、第1軸受部18および第2軸受部11、エアギャップ等が挙げられる。エアギャップとは、ロータ8aとコイル4の間に発生し得るロータ8aの回転方向（回転方向R）の空気の流れである。エアギャップは、風損の原因となる。また、前述の通り、インバータユニット52の中では半導体素子59が運転中の主な発熱源となる。半導体素子59は、ヒートシンク61を介して冷却空気38によって冷却される。本実施形態では、上記の発熱源のすべてが、直接または間接的に冷却される。

10

【0070】

モータハウジング5に形成されたハウジング内流路50が、冷却空気38を通過させモータ10を冷却するモータ冷却流路として機能する。また、モータハウジング5とインペラ2との間の位置に形成された排气流路33が、冷却ファン34を収容し径方向に冷却空気38を通過させるファン収納流路として機能する。また、インバータハウジング53に形成されたインバータ室56が、冷却空気38を通過させインバータユニット52を冷却するインバータ冷却流路として機能する。そして、上記の排气流路33と、ハウジング内流路50と、インバータ室56と、が回転軸8に沿って軸方向に並び、互いに連通されている。

【0071】

20

以上説明した本実施形態の遠心送風機1による作用効果について説明する。遠心送風機1では、図1に示されるように、インバータユニット52とコイル4とが軸方向に並ぶ配置である。従って、軸方向に一方に流動する冷却空気38によって、インバータユニット52とモータ部41のコイル4等とを両方とも冷却可能である。具体的には、インバータハウジング53とモータハウジング5とが互いに同軸の円柱形状をなし、両者は軸方向に接続されている。モータハウジング5内とインバータハウジング53内は連通しているので、モータハウジング5内とインバータハウジング53内とに亘って、軸方向に直列に接続された冷却流路が形成される。

【0072】

そして、モータハウジング5の先端側には冷却ファン34が配置され、インバータハウジング53の側壁54が吸気口58となっている。遠心送風機1の運転中には、吸気口58から冷却ファン34まで冷却空気38が流動する。すなわち、冷却空気38は、インバータハウジング53内とモータハウジング5内とを順に通過する。この冷却空気38により、上流側のインバータユニット52と下流側のコイル4等とが冷却される。このように、コイル4等とインバータユニット52とを冷却するための冷却ファン34や冷却空気38の流路が共通化される。その結果、コイル4等を冷却するための冷却ファンとインバータユニット52とを冷却するための冷却ファンとを個別に設ける場合と比べて、遠心送風機1の小型化を図ることができる。

30

【0073】

また、遠心送風機1では、モータ部41に対し軸方向に隣接してインバータ部51が配置されている。そして、インバータハウジング53の側壁54に設けられた吸気口58のエアフィルタ57は、回転軸線Xを筒軸とする円筒形状をなしている。この構造によれば、軸方向に直交する端面に吸気口を設ける構造に比較して、エアフィルタ57のフィルタ面積を広く確保することができる。

40

【0074】

この構造では、上記のフィルタ面積を広くするためにエアフィルタ57の円筒中空部がデッドスペースになり易いが、当該中空部は、インバータユニット52の設置スペースとして有効利用される。また、吸気口58の径方向内側の位置にインバータユニット52が配置され、吸気口58に対面するようにヒートシンク61が設置される。この配置によれば、吸気口58を通じて吸入される冷却空気38が、ヒートシンク61に接触し易い。ま

50

た、インバータ部 5 1 の軸方向の寸法を調整することにより、径方向の寸法に影響を与え
ることなく、エアフィルタ 5 7 のフィルタ面積を調整することができる。よって、エアフ
ィルタ 5 7 のフィルタ面積の設計変更等も比較的容易である。

【 0 0 7 5 】

また、遠心送風機 1 では、回転軸線 X が交差する領域にインバータユニット 5 2 が配置
されるので、インバータユニット 5 2 と吸気口 5 8 との間に冷却空気 3 8 の流動スペース
が確保される。そして、当該スペースにヒートシンク 6 1 を配置することができ冷却効率
が向上する。

【 0 0 7 6 】

また、インバータユニット 5 2 が径方向で回転軸線 X に近い位置に配置されれば、イン
バータユニット 5 2 と回転軸 8 とが干渉する可能性がある。この干渉を避けるために、回
転軸 8 から大きく軸方向に離れてインバータユニット 5 2 が配置されるとすれば、インバ
ータユニット 5 2 の軸方向の寸法が大きくなってしまう。これに対し、遠心送風機 1 にお
いては、径方向から見て、回転軸 8 の一部がインバータユニット 5 2 と重複するように配
置されている。この構成により、インバータユニット 5 2 と回転軸 8 との干渉を避けなが
ら、インバータユニット 5 2 の位置をロータ 8 a 側に近づけることができ、インバータユ
ニット 5 2 の軸方向の寸法を抑えることができる。

【 0 0 7 7 】

また、遠心送風機 1 では、前述のようにインバータユニット 5 2 が蓋部 5 5 に固定され
、インバータユニット 5 2 、蓋部 5 5 及びヒートシンク 6 1 が一体にパッケージングされ
ている。この構造により、蓋部 5 5 を側壁 5 4 から軸方向に取り外せば、インバータユ
ニット 5 2 及びヒートシンク 6 1 も蓋部 5 5 に追従して側壁 5 4 から引き抜かれる。従って
、インバータユニット 5 2 等を比較的容易に取り外すことができ、側壁 5 4 のエアフィル
タ 5 7 の交換作業も比較的容易である。

【 0 0 7 8 】

また、遠心送風機 1 では、回転軸 8 を軸支する第 1 軸受部 1 8 と第 2 軸受部 1 1 とは気
体軸受であるので、モータハウジング 5 内の塵埃が多い場合には軸受機能の不具合が発生
する場合がある。これに対し、インバータ部 5 1 の吸気口 5 8 にはエアフィルタ 5 7 が設
けられているので、エアフィルタ 5 7 を通過して十分に除塵された冷却空気 3 8 がモータ
ハウジング 5 内に流動する。従って、塵埃に起因する第 1 軸受部 1 8 と第 2 軸受部 1 1 と
の不具合の可能性が低減される。

【 0 0 7 9 】

モータハウジング 5 の内周面に形成された溝 9 を通じて、モータハウジング 5 内を冷却
空気 3 8 が流れやすい。冷却空気 3 8 は、コイル 4 等の発熱源を冷却しやすい。たとえば
、溝 9 に流れる冷却空気 3 8 は、コイル 4 とロータ 8 a のステータコアとを直接冷却し得
る。冷却空気 3 8 は、コイル 4 およびステータコア以外の発熱源をも、間接的に冷却し得
る。

【 0 0 8 0 】

また、冷却ファン 3 4 は回転軸 8 に設けられ、インペラ 2 とともに回転する。そのため
、冷却ファン 3 4 を回転させるためのモータを別途設ける必要がない。冷却空気として外
気を吸入するためのモータを別途設ける場合と比べ、遠心送風機 1 の製作コストの低減、
および、装置の小型化を図ることができる。

【 0 0 8 1 】

本発明は、上述した実施形態を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良
を施した様々な形態で実施することができる。また、上述した実施形態に記載されてい
る技術的事項を利用して、実施形態の変形例を構成することも可能である。各実施形態の構
成を適宜組み合わせ使用してもよい。

【 0 0 8 2 】

上記実施形態では、冷却ファン 3 4 が冷却空気 3 8 を中心部から吸入し、外径方向に排
気する遠心ファンである例について説明したが、これに限られない。冷却ファン 3 4 は、

10

20

30

40

50

排気口 2 5 内に設けられた軸流ファンであってもよいし、他の形式のファンであってもよい。旋回羽根が、回転軸 8 に直接取り付けられてもよい。また、上記実施形態では、吸気口 5 8 から吸入され排気流路 3 3 から排出されるように冷却空気 3 8 が流通するが、冷却空気 3 8 の流動方向を反転してもよい。すなわち、冷却空気 3 8 が排気流路 3 3 から吸入され吸気口 5 8 から排出されるようにしてもよい。この場合、冷却空気 3 8 の上流側においてモータ部 4 1 のコイル 4 等が冷却され、下流側においてインバータユニット 5 2 が冷却される。また、上記実施形態では、側壁 5 4 に吸気口 5 8 が設けられているが、蓋部 5 5 に吸気口が設けられてもよい。また、側壁 5 4 と蓋部 5 5 との両方に吸気口が設けられてもよい。

【0083】

上記実施形態では、遠心送風機 1 を例とした冷却構造を説明したが、本発明は、遠心圧縮機に対しても適用可能である。本発明が適用される流体機械は、軸流タイプの送風機または圧縮機であってもよい。

【符号の説明】

【0084】

- 1 遠心送風機（流体機械）
- 2 インペラ
- 4 コイル（ステータ）
- 5 モータハウジング
- 8 回転軸
- 8 a ロータ
- 10 モータ
- 11 第 2 軸受部（気体軸受）
- 18 第 1 軸受部（気体軸受）
- 33 排気流路（ファン収納流路）
- 34 冷却ファン
- 38 冷却空気
- 41 モータ部
- 50 ハウジング内流路（モータ冷却流路）
- 51 インバータ部
- 52 インバータユニット
- 53 インバータハウジング
- 54 側壁
- 55 蓋部
- 56 インバータ室（インバータ冷却流路）
- 57 エアフィルタ
- 58 吸気口
- 61 ヒートシンク
- X 回転軸線

10

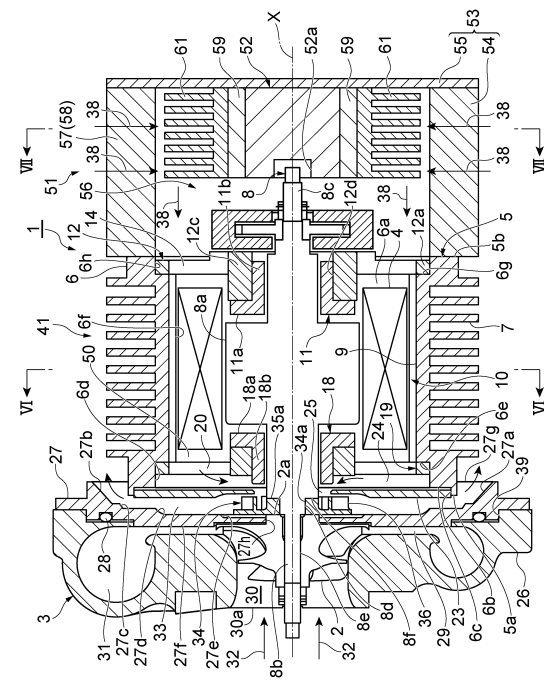
20

30

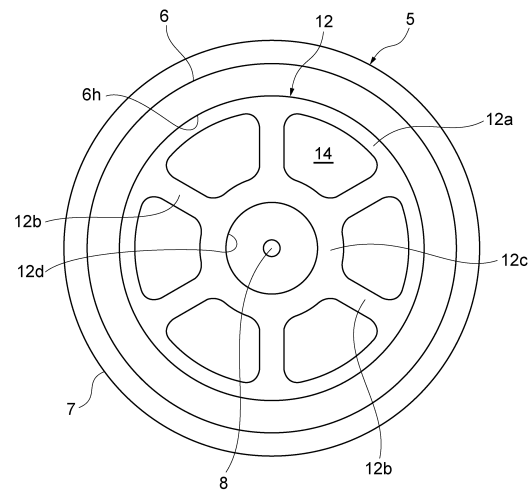
40

50

【図面】
【図 1】



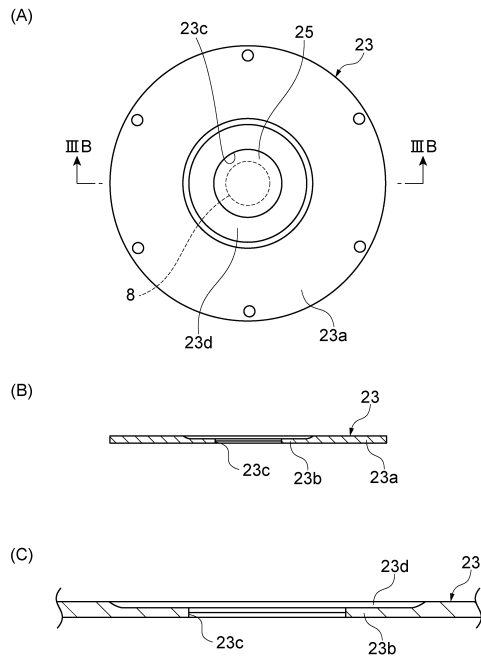
【図 2】



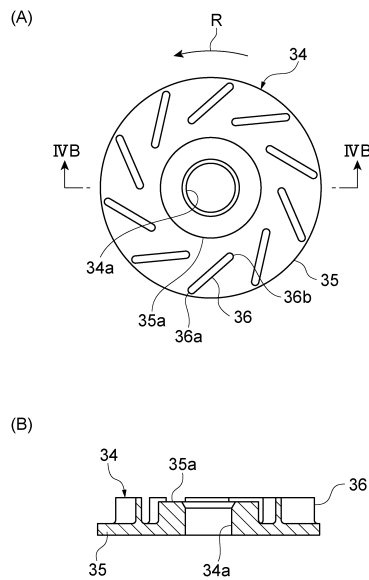
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

フロントページの続き

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内