

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7593279号
(P7593279)

(45)発行日 令和6年12月3日(2024.12.3)

(24)登録日 令和6年11月25日(2024.11.25)

(51)国際特許分類

F I

F 0 4 D 29/28 (2006.01) F 0 4 D 29/28 C

F 0 4 D 17/12 (2006.01) F 0 4 D 17/12

F 0 4 D 29/28 N

請求項の数 8 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-155714(P2021-155714)	(73)特許権者	000003218
(22)出願日	令和3年9月24日(2021.9.24)		株式会社豊田自動織機
(65)公開番号	特開2023-46876(P2023-46876A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43)公開日	令和5年4月5日(2023.4.5)	(74)代理人	110001195
審査請求日	令和5年10月31日(2023.10.31)		弁理士法人深見特許事務所
		(72)発明者	岡野 祐樹
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式
			会社豊田自動織機内
		(72)発明者	齋藤 博
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式
			会社豊田自動織機内
		(72)発明者	遠藤 佑樹
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式
			会社豊田自動織機内
		(72)発明者	井沖 新
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動ターボ式圧縮機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハウジングと、
前記ハウジング内に收容された電動モータと、
前記ハウジング内に收容され、前記電動モータによって回転駆動される回転体と、を備え、
前記回転体は、
前記電動モータと一体的に回転し、一端部および他端部を有する回転軸と、
前記一端部側に配置され、前記回転軸と一体的に回転する第1インペラと、
前記一端部側に配置され、前記回転軸と一体的に回転する第2インペラと、
を備え、
前記電動モータ、前記第1インペラおよび前記第2インペラは、この順で前記回転軸の軸方向に配置され、
前記回転軸は、ラジアル軸受およびスラスト軸受で回転可能に支持され、
前記ラジアル軸受および前記スラスト軸受は、前記回転軸における前記第1インペラよりも前記他端部側のみに配置され、
前記第1インペラは、回転によりガスを圧送し、
前記第2インペラは、前記第1インペラが圧送したガスを、回転により圧送し、
前記第1インペラは、前記回転軸に固定される第1ハブと前記第1ハブに配列された複数の第1翼とを有し、

前記第 2 インペラは、前記回転軸に固定される第 2 ハブと前記第 2 ハブに配列された複数の第 2 翼とを有し、

前記回転体において、前記軸方向に沿った前記第 1 翼の一端から他端までの領域における質量は、前記軸方向に沿った前記第 2 翼の一端から他端までの領域における質量よりも大きい、電動ターボ式圧縮機。

【請求項 2】

前記回転体において、前記軸方向に沿った前記第 1 ハブの一端から他端までの領域における質量は、前記軸方向に沿った前記第 2 ハブの一端から他端までの領域における質量よりも大きい、請求項 1 に記載の電動ターボ式圧縮機。

【請求項 3】

前記第 1 インペラの質量は前記第 2 インペラの質量よりも大きい、請求項 1 または請求項 2 に記載の電動ターボ式圧縮機。

【請求項 4】

前記第 1 インペラの外径は前記第 2 インペラの外径よりも大きい、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電動ターボ式圧縮機。

【請求項 5】

前記第 1 インペラの前記軸方向に沿った全長は前記第 2 インペラの前記軸方向に沿った全長よりも長い、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電動ターボ式圧縮機。

【請求項 6】

前記第 1 インペラの材質の比重は前記第 2 インペラの材質の比重よりも重い、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電動ターボ式圧縮機。

【請求項 7】

前記回転体において、前記軸方向に沿った前記第 2 翼の一端から他端までの領域における質量は、前記軸方向に沿った前記第 2 翼から前記回転軸の前記第 2 インペラが配置される側の端部までの領域における質量よりも大きい、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の電動ターボ式圧縮機。

【請求項 8】

前記回転体において、前記軸方向に沿った前記第 1 翼の一端から他端までの領域における質量は、前記軸方向に沿った前記第 1 翼から前記第 2 翼までの領域における質量よりも大きい、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の電動ターボ式圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電動ターボ式圧縮機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電動ターボ式圧縮機は、たとえば、特開 2015-194151 号公報（特許文献 1）に開示されている。電動ターボ式圧縮機は、回転駆動される回転軸と、回転軸に設けられた第 1 インペラおよび第 2 インペラとを備えている。ハウジングにインペラ室が形成されており、第 1 インペラおよび第 2 インペラはインペラ室に収容されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2015-194151 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

電動ターボ式圧縮機では、より一層の信頼性の向上が求められている。

本開示では、信頼性を向上できる電動ターボ式圧縮機が提案される。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0005】

本開示に従うと、ハウジングと、ハウジング内に収容された電動モータと、ハウジング内に収容され、電動モータによって回転駆動される回転体と、を備える、電動ターボ式圧縮機が提案される。回転体は、電動モータと一体的に回転する回転軸と、回転軸と一体的に回転する第1インペラと、回転軸と一体的に回転する第2インペラと、を備えている。電動モータ、第1インペラおよび第2インペラは、この順で回転軸の軸方向に配置されている。第1インペラは、回転によりガスを圧送する。第2インペラは、第1インペラが圧送したガスを、回転により圧送する。第1インペラは、回転軸に固定される第1ハブと、第1ハブに配列された複数の第1翼とを有している。第2インペラは、回転軸に固定される第2ハブと、第2ハブに配列された複数の第2翼とを有している。回転体において、軸方向に沿った第1翼の一端から他端までの領域における質量は、軸方向に沿った第2翼の一端から他端までの領域における質量よりも大きい。

10

【0006】

このような回転体で、シャフト先端側の重量として大きいインペラ部2か所の質量を設定することで、第2インペラの振れ量を低減でき、第2インペラのハウジングとの接触を抑制できるので、電動ターボ式圧縮機の信頼性を向上することができる。また、冷媒の流れの乱れを抑制できるので、電動ターボ式圧縮機は効率の良い2段圧縮をすることができる。

【0007】

上記の電動ターボ式圧縮機において、回転体において、軸方向に沿った第1ハブの一端から他端までの領域における質量は、軸方向に沿った第2ハブの一端から他端までの領域における質量よりも大きくてもよい。このようにすれば、第2インペラの振れ量を確実に低減することができる。

20

【0008】

上記の電動ターボ式圧縮機において、第1インペラの質量は第2インペラの質量よりも大きくてもよい。このようにすれば、回転体において、軸方向に沿った第1翼の一端から他端までの領域における質量を、軸方向に沿った第2翼の一端から他端までの領域における質量よりも大きくすることが容易になる。

【0009】

上記の電動ターボ式圧縮機において、第1インペラの外径が、第2インペラの外径よりも大きくてもよい。このようにすれば、回転体において、軸方向に沿った第1翼の一端から他端までの領域における質量を、軸方向に沿った第2翼の一端から他端までの領域における質量よりも大きくすることが容易になる。

30

【0010】

上記の電動ターボ式圧縮機において、第1インペラの軸方向に沿った全長が、第2インペラの軸方向に沿った全長よりも長くてもよい。このようにすれば、回転体において、軸方向に沿った第1翼の一端から他端までの領域における質量を、軸方向に沿った第2翼の一端から他端までの領域における質量よりも大きくすることが容易になる。

【0011】

上記の電動ターボ式圧縮機において、第1インペラの材質の比重が、第2インペラの材質の比重よりも重くてもよい。このようにすれば、回転体において、軸方向に沿った第1翼の一端から他端までの領域における質量を、軸方向に沿った第2翼の一端から他端までの領域における質量よりも大きくすることが容易になる。

40

【0012】

上記の電動ターボ式圧縮機において、回転体において、軸方向に沿った第2翼の一端から他端までの領域における質量が、軸方向に沿った第2翼から回転軸の第2インペラが配置される側の端部までの領域における質量よりも大きくてもよい。このように回転体の質量を設定することで、回転体の振れ量をさらに低減することができる。

【0013】

上記の電動ターボ式圧縮機において、回転体において、軸方向に沿った第1翼の一端か

50

ら他端までの領域における質量が、軸方向に沿った第1翼から第2翼までの領域における質量よりも大きくてもよい。このように回転体の質量を設定することで、回転体の振れ量をさらに低減することができる。

【発明の効果】

【0014】

本開示に従った電動ターボ式圧縮機によると、信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施形態における電動ターボ式圧縮機を示す側断面図である。

【図2】インペラの周辺を拡大して示す断面図である。

10

【図3】回転体に設定された各領域について説明する断面図である。

【図4】インペラの配置の変形例を概略的に示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、実施形態について図に基づいて説明する。以下の説明では、同一部品には、同一の符号を付している。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

【0017】

実施形態の電動ターボ式圧縮機は、たとえば、空調装置に用いられる。電動ターボ式圧縮機が圧縮する被圧縮流体は、冷凍サイクルを循環する冷媒である。図1は、実施形態における電動ターボ式圧縮機1を示す側断面図である。

20

【0018】

図1に示すように、電動ターボ式圧縮機1は、筒状のハウジング10を備えている。ハウジング10は、リアハウジング11、モータハウジング12、第1コンプレッサハウジング13、第2コンプレッサハウジング14、仕切壁15、第1中間ハウジング16、および第2中間ハウジング17を有している。リアハウジング11、モータハウジング12、第1コンプレッサハウジング13、第2コンプレッサハウジング14、仕切壁15、第1中間ハウジング16、および第2中間ハウジング17は、それぞれ金属材料製であり、例えば、アルミニウム製である。

【0019】

モータハウジング12は、板状の端壁部12aと、端壁部12aの外周部から筒状に延びる周壁部12bと、を有する有底筒状である。第2中間ハウジング17は、周壁部12bにおける端壁部12aとは反対側の開口を閉塞した状態で、モータハウジング12に連結されている。モータハウジング12の端壁部12a、周壁部12b、および第2中間ハウジング17によって、モータ室18が区画されている。モータハウジング12には、冷媒を吸入する図示しない吸入孔が形成されている。吸入孔は、モータ室18に連通している。したがって、モータ室18には、吸入孔を介して冷媒が吸入される。

30

【0020】

第2中間ハウジング17の中央部には、円孔状のシャフト挿通孔17aが形成されている。第2中間ハウジング17は、円筒状の第1軸受保持部19を有している。第1軸受保持部19は、第2中間ハウジング17の内周面に形成されている。第1軸受保持部19の内側は、シャフト挿通孔17aに連通している。第1軸受保持部19の中心軸線とシャフト挿通孔17aの中心軸線とは互いに一致している。第1軸受保持部19には、第1ラジアル軸受20が保持されている。

40

【0021】

モータハウジング12の端壁部12aは、円筒状の第2軸受保持部21を有している。第2軸受保持部21は、モータハウジング12の端壁部12aの中央部に形成されている。第1軸受保持部19の中心軸線と第2軸受保持部21の中心軸線とは一致している。第2軸受保持部21には、第2ラジアル軸受22が保持されている。第1ラジアル軸受20および第2ラジアル軸受22は、ハウジング10内に配置されている。

50

【0022】

第2中間ハウジング17におけるモータ室18とは反対側の外面には、第1室形成凹部17bが形成されている。第1室形成凹部17bは、シャフト挿通孔17aに連通している。第2中間ハウジング17は、連通孔23を複数有している。各連通孔23は、第2中間ハウジング17の外周寄りの部位に位置している。各連通孔23は、第2中間ハウジング17を貫通している。連通孔23は、モータ室18と第1室形成凹部17bとを連通している。

【0023】

第1中間ハウジング16は、第2中間ハウジング17に連結されている。第1中間ハウジング16は、第1室形成凹部17bの開口を閉塞するように第2中間ハウジング17に連結されている。第1中間ハウジング16と第2中間ハウジング17の第1室形成凹部17bとによって、スラスト軸受収容室25が区画されている。第1中間ハウジング16の中央部には、円孔状のシャフト挿通孔16aが形成されている。

【0024】

第1中間ハウジング16は、連通孔16bを複数有している。各連通孔16bは、第1中間ハウジング16の外周寄りの部位に位置している。各連通孔16bは、第1中間ハウジング16を貫通している。第1中間ハウジング16におけるスラスト軸受収容室25とは反対側の外面には、第2室形成凹部16cが形成されている。第2室形成凹部16cは、シャフト挿通孔16aに連通している。各連通孔16bは、スラスト軸受収容室25と第2室形成凹部16cとを連通している。

【0025】

第1コンプレッサハウジング13は、円孔状の第1吸入口24を有する筒状である。第1コンプレッサハウジング13は、第1吸入口24の中心軸線が、シャフト挿通孔16aの中心軸線に一致した状態で、第1中間ハウジング16に連結されている。第1吸入口24は、第2室形成凹部16cに連通している。

【0026】

仕切壁15は、第1コンプレッサハウジング13における第1中間ハウジング16とは反対側の端面に連結されている。仕切壁15は、板状である。仕切壁15の中央部には、円孔状の貫通孔27（図2）が形成されている。貫通孔27は、仕切壁15を仕切壁15の厚み方向に貫通している。仕切壁15は、貫通孔27の中心軸線が、第1吸入口24の中心軸線に一致した状態で、第1コンプレッサハウジング13に連結されている。

【0027】

図2は、インペラの周辺を拡大して示す断面図である。図1，2に示されるように、仕切壁15と第1コンプレッサハウジング13との間には、第1吸入口24に連通する第1インペラ室28と、第1インペラ室28の周囲で第1吸入口24の中心軸線周りに延びる第1吐出室29と、第1インペラ室28と第1吐出室29とを連通する第1ディフューザ流路30と、が形成されている。

【0028】

第2コンプレッサハウジング14は、仕切壁15における第1コンプレッサハウジング13とは反対側の端面に連結されている。第1コンプレッサハウジング13、仕切壁15、第2コンプレッサハウジング14に亘って、中間圧室31が形成されている。中間圧室31は、図示しない通路を介して第1吐出室29に連通している。第2コンプレッサハウジング14には、中間圧室31に連通する円孔状の第2吸入口32が形成されている。第1吐出室29と第2吸入口32とは、中間圧室31を介して連通している。

【0029】

仕切壁15と第2コンプレッサハウジング14との間には、第2吸入口32に連通する第2インペラ室33と、第2インペラ室33の周囲で第2吸入口32の中心軸線周りに延びる第2吐出室34と、第2インペラ室33と第2吐出室34とを連通する第2ディフューザ流路35と、が形成されている。

【0030】

ハウジング１０は、第１インペラ室２８および第２インペラ室３３を有している。仕切壁１５は、第１インペラ室２８と第２インペラ室３３とを仕切っている。

【００３１】

リアハウジング１１は、第２コンプレッサハウジング１４に連結されている。リアハウジング１１は、中間圧室３１を区画している。リアハウジング１１は、板状である。

【００３２】

電動ターボ式圧縮機１は、回転軸４０を備えている。回転軸４０は、第２軸受保持部２１の内側からモータ室１８、第１軸受保持部１９の内側、シャフト挿通孔１７ａ、スラスト軸受収容室２５、シャフト挿通孔１６ａ、第１吸入口２４、第１インペラ室２８、貫通孔２７、第２インペラ室３３、および第２吸入口３２の順に通過しながら、ハウジング１０の軸方向に延びている。回転軸４０は、貫通孔２７に挿通された状態で、第１インペラ室２８および第２インペラ室３３に跨って配置されている。

10

【００３３】

回転軸４０は、一方の端部である第１端部４０ａと、他方の端部である第２端部４０ｂとを有している。第１端部４０ａは、第２コンプレッサハウジング１４内に配置されている。第２端部４０ｂは、モータハウジング１２の端壁部１２ａ内に配置されている。回転軸４０は、ハウジング１０内に収容されている。

【００３４】

回転軸４０の軸線Ｌは、第１軸受保持部１９、第２軸受保持部２１、シャフト挿通孔１７ａ、シャフト挿通孔１６ａ、第１吸入口２４、貫通孔２７、および第２吸入口３２それぞれの中心軸線に一致している。以下の説明では、回転軸４０の軸線Ｌが延びる方向である「回転軸４０の軸方向」を「スラスト方向」と記載し、「回転軸４０の径方向」を「ラジアル方向」と記載することもある。

20

【００３５】

第１ラジアル軸受２０および第２ラジアル軸受２２は、回転軸４０をラジアル方向で回転可能に支持する。第１ラジアル軸受２０および第２ラジアル軸受２２は、空気動圧軸受であってもよい。

【００３６】

電動ターボ式圧縮機１は、回転軸４０に設けられた円板状の支持プレート７５を備えている。支持プレート７５は、回転軸４０の外周面から径方向外側へ突出している。支持プレート７５は、回転軸４０と一体的に回転する。支持プレート７５は、スラスト軸受収容室２５に配置されている。

30

【００３７】

第１中間ハウジング１６と支持プレート７５との間、および第２中間ハウジング１７と支持プレート７５との間には、スラスト軸受８０がそれぞれ配置されている。両スラスト軸受８０は、回転軸４０をスラスト方向で回転可能に支持する。両スラスト軸受８０は、空気動圧軸受であってもよい。

【００３８】

電動ターボ式圧縮機１は、電動モータ４１を備えている。電動モータ４１は、モータ室１８に収容されている。電動モータ４１は、ハウジング１０内に収容されている。電動モータ４１は、回転軸４０を回転駆動する駆動源の一例である。電動モータ４１は、ステータ４２およびロータ４３を備えている。

40

【００３９】

ステータ４２は、円筒状のステータコア４４と、ステータコア４４に巻回されるコイル４５と、を有している。ステータコア４４は、モータハウジング１２の周壁部１２ｂの内周面に固定されている。

【００４０】

ロータ４３は、モータ室１８において、ステータコア４４の径方向内側に配置されている。ロータ４３は、回転軸４０と一体的に回転する。ロータ４３は、回転軸４０に固定されたロータコア４３ａと、ロータコア４３ａに設けられた図示しない複数の永久磁石と、

50

を有している。図示しないインバータ装置によって制御された電力がコイル４５に供給されることにより、電動モータ４１のロータ４３が回転する。回転軸４０は、ロータ４３と一体的に回転する。

【００４１】

電動ターボ式圧縮機１は、第１インペラ５１および第２インペラ５２を備えている。第１インペラ５１は、例えば、アルミニウム製である。第２インペラ５２は、例えば、樹脂製である。第１インペラ５１および第２インペラ５２は、回転軸４０に連結されている。第１インペラ５１および第２インペラ５２は、回転軸４０と一体的に回転する。

【００４２】

第２インペラ５２は、第１インペラ５１よりも回転軸４０の第１端部４０ａ側に配置されている。第１インペラ５１および第２インペラ５２は、第１ラジアル軸受２０よりも回転軸４０の第１端部４０ａ寄りに配置されている。第１インペラ５１は、第２インペラ５２よりも電動モータ４１に近く配置されている。電動モータ４１、第１インペラ５１および第２インペラ５２は、回転軸４０の軸方向において、この順で配置されている。図２に示すように、第１インペラ５１は、第１インペラ室２８に收容されている。第２インペラ５２は、第２インペラ室３３に收容されている。

【００４３】

第１インペラ５１は、第１ハブ５１Ｈを有している。第１ハブ５１Ｈは、回転軸４０に固定されている。第１ハブ５１Ｈは、背面５１ａと、先端面５１ｂと、外周面５１ｃと、径方向外縁部５１ｄとを有している。背面５１ａ、先端面５１ｂ、外周面５１ｃおよび径方向外縁部５１ｄは、第１ハブ５１Ｈの外表面の一部を構成している。第１ハブ５１Ｈは、第１吸入口２４側に位置する先端面５１ｂから背面５１ａに向かうにつれて外径が拡径する、略円錐台状の形状を有している。

【００４４】

背面５１ａは、第１ハブ５１Ｈの後端をなす。背面５１ａは、冷媒の流路を形成しない第１ハブ５１Ｈの外表面である。第１インペラ５１が回転軸４０に連結されて電動ターボ式圧縮機１が組み立てられた状態において、背面５１ａは、回転軸４０の軸方向で仕切壁１５に対向する。仕切壁１５は、第１ハブ５１Ｈの背面５１ａと回転軸４０の軸方向で対向する第１対向面１５ａを有している。

【００４５】

先端面５１ｂは、第１ハブ５１Ｈの前端をなす。先端面５１ｂは、回転軸４０の軸方向における第１インペラ５１の一端を構成している。先端面５１ｂは、第１インペラ５１に冷媒が流入する側の、第１ハブ５１Ｈの端部である。

【００４６】

外周面（ハブ面）５１ｃは、第１インペラ室２８の内壁面の一部を構成している。外周面５１ｃは、回転軸４０の軸線Ｌに向けて凹む湾曲面である。外周面５１ｃは、その少なくとも一部分が、回転軸４０の径方向における外側を向いている。外周面５１ｃは、回転軸４０の軸方向に沿って、先端面５１ｂから背面５１ａへ向かって徐々に径が大きくなるように形成されている。外周面５１ｃは、先端面５１ｂから背面５１ａに向かうに従って、径方向外側に向けて漸次傾斜している。

【００４７】

径方向外縁部５１ｄは、第１インペラ５１における外径が最大の部位である。径方向外縁部５１ｄは、短軸の円筒形状を有している。第１インペラ５１は、外径Ｒ１を有している。第１インペラ５１の外径Ｒ１は、回転軸４０の径方向における回転軸４０の軸線Ｌと第１インペラ５１の径方向外縁部５１ｄとの距離である。

【００４８】

第１インペラ５１は、複数の第１翼５１Ｂを有している。複数の第１翼５１Ｂは、第１ハブ５１Ｈの外周面５１ｃに設けられている。複数の第１翼５１Ｂは、第１ハブ５１Ｈの周方向に配列されている。複数の第１翼５１Ｂは、第１インペラ室２８を周方向に区画して、周方向に隣り合う一対の第１翼５１Ｂの間に冷媒の流路を形成している。複数の第１

10

20

30

40

50

翼 5 1 B は、第 1 ハブ 5 1 H の外周面 5 1 c から径方向外側に突出している。複数の第 1 翼 5 1 B は、第 1 ハブ 5 1 H の外周面 5 1 c に、周方向に等間隔置きで配置されている。第 1 ハブ 5 1 H の周方向に隣り合う第 1 翼 5 1 B 同士の感覚は、第 1 ハブ 5 1 H の前端から後端に向かうにつれて、徐々に広がる。

【 0 0 4 9 】

第 1 翼 5 1 B は、後端 5 1 B a と、前端 5 1 B b と、先端面 5 1 B c とを有している。後端 5 1 B a、前端 5 1 B b および先端面 5 1 B c は、第 1 翼 5 1 B の縁部の一部を構成している。第 1 翼 5 1 B の前端 5 1 B b は、第 1 吸入口 2 4 に向いている。第 1 翼 5 1 B の後端 5 1 B a は、第 1 ディフューザ流路 3 0 に向いている。第 1 翼 5 1 B の先端面 5 1 B c は、第 1 コンプレッサハウジング 1 3 に対向している。前端 5 1 B b は、回転軸 4 0 の径方向に延びている。後端 5 1 B a は、回転軸 4 0 の軸方向に延びている。

10

【 0 0 5 0 】

先端面 5 1 B c は、湾曲している。先端面 5 1 B c は、回転軸 4 0 の軸方向に沿って、前端 5 1 B b から後端 5 1 B a へ向かって徐々に径が大きくなるように形成されている。先端面 5 1 B c は、前端 5 1 B b から後端 5 1 B a に向かうに従って、径方向外側に向けて漸次傾斜している。第 1 翼 5 1 B の先端面 5 1 B c の曲率は、第 1 ハブ 5 1 H の外周面 5 1 c の曲率よりも大きくなっている。

【 0 0 5 1 】

前端 5 1 B b は、冷媒の流れ方向における上流側の、第 1 翼 5 1 B の縁部である。第 1 吸入口 2 4 から、前端 5 1 B b の間を経由して、周方向に隣り合う一対の第 1 翼 5 1 B の間に冷媒が流入する。後端 5 1 B a は、冷媒の流れ方向における下流側の、第 1 翼 5 1 B の縁部である。冷媒は、周方向に隣り合う一対の後端 5 1 B a の間を経由して、径方向外側へ向けて流れる。

20

【 0 0 5 2 】

第 2 インペラ 5 2 は、第 2 ハブ 5 2 H を有している。第 2 ハブ 5 2 H は、回転軸 4 0 に固定されている。第 2 ハブ 5 2 H は、背面 5 2 a と、先端面 5 2 b と、外周面 5 2 c と、径方向外縁部 5 2 d とを有している。背面 5 2 a、先端面 5 2 b、外周面 5 2 c および径方向外縁部 5 2 d は、第 2 ハブ 5 2 H の外表面の一部を構成している。第 2 ハブ 5 2 H は、第 2 吸入口 3 2 側に位置する先端面 5 2 b から背面 5 2 a に向かうにつれて外径が拡張する、略円錐台状の形状を有している。

30

【 0 0 5 3 】

背面 5 2 a は、第 2 ハブ 5 2 H の後端をなす。背面 5 2 a は、冷媒の流路を形成しない第 2 ハブ 5 2 H の外表面である。第 2 インペラ 5 2 が回転軸 4 0 に連結されて電動ターボ式圧縮機 1 が組み立てられた状態において、背面 5 2 a は、回転軸 4 0 の軸方向で仕切壁 1 5 に対向する。仕切壁 1 5 は、第 2 ハブ 5 2 H の背面 5 2 a と回転軸 4 0 の軸方向で対向する第 2 対向面 1 5 b を有している。

【 0 0 5 4 】

先端面 5 2 b は、第 2 ハブ 5 2 H の前端をなす。先端面 5 2 b は、回転軸 4 0 の軸方向における第 2 インペラ 5 2 の一端を構成している。先端面 5 2 b は、第 2 インペラ 5 2 に冷媒が流入する側の、第 2 ハブ 5 2 H の端部である。

40

【 0 0 5 5 】

外周面（ハブ面） 5 2 c は、第 2 インペラ室 3 3 の内壁面の一部を構成している。外周面 5 2 c は、回転軸 4 0 の軸線 L に向けて凹む湾曲面である。外周面 5 2 c は、その少なくとも一部分が、回転軸 4 0 の径方向における外側を向いている。外周面 5 2 c は、回転軸 4 0 の軸方向に沿って、先端面 5 2 b から背面 5 2 a へ向かって徐々に径が大きくなるように形成されている。外周面 5 2 c は、先端面 5 2 b から背面 5 2 a に向かうに従って、径方向外側に向けて漸次傾斜している。

【 0 0 5 6 】

径方向外縁部 5 2 d は、第 2 インペラ 5 2 における外径が最大の部位である。径方向外縁部 5 2 d は、短軸の円筒形状を有している。第 2 インペラ 5 2 は、外径 R 2 を有してい

50

る。第2インペラ52の外径R2は、回転軸40の径方向における回転軸40の軸線Lと第2インペラの径方向外縁部52dとの距離である。

【0057】

第2インペラ52は、複数の第2翼52Bを有している。複数の第2翼52Bは、第2ハブ52Hの外周面52cに設けられている。複数の第2翼52Bは、第2ハブ52Hの周方向に配列されている。複数の第2翼52Bは、第2インペラ室33を周方向に区画して、周方向に隣り合う一对の第2翼52Bの間に冷媒の流路を形成している。複数の第2翼52Bは、第2ハブ52Hの外周面52cから径方向外側に突出している。複数の第2翼52Bは、第2ハブ52Hの外周面52cに、周方向に等間隔置きで配置されている。第2ハブ52Hの周方向に隣り合う第2翼52B同士の感覚は、第2ハブ52Hの前端から後端に向かうにつれて、徐々に広がる。

10

【0058】

第2翼52Bは、後端52Baと、前端52Bbと、先端面52Bcとを有している。後端52Ba、前端52Bbおよび先端面52Bcは、第2翼52Bの縁部の一部を構成している。第2翼52Bの前端52Bbは、第2吸入口32に向いている。第2翼52Bの後端52Baは、第2ディフューザ流路35に向いている。第2翼52Bの先端面52Bcは、第2コンプレッサハウジング14に対向している。前端52Bbは、回転軸40の径方向に延びている。後端52Baは、回転軸40の軸方向に延びている。

【0059】

先端面52Bcは、湾曲している。先端面52Bcは、回転軸40の軸方向に沿って、前端52Bbから後端52Baへ向かって徐々に径が大きくなるように形成されている。先端面52Bcは、前端52Bbから後端52Baに向かうに従って、径方向外側に向けて漸次傾斜している。第2翼52Bの先端面52Bcの曲率は、第2ハブ52Hの外周面52cの曲率よりも大きくなっている。

20

【0060】

前端52Bbは、冷媒の流れ方向における上流側の、第2翼52Bの縁部である。第2吸入口32から、前端52Bbの間を経由して、周方向に隣り合う一对の第2翼52Bの間に冷媒が流入する。後端52Baは、冷媒の流れ方向における下流側の、第2翼52Bの縁部である。冷媒は、周方向に隣り合う一对の後端52Baの間を経由して、径方向外側へ向けて流れる。

30

【0061】

電動モータ41は、回転軸40、第1インペラ51および第2インペラ52を含む回転体を回転駆動し、回転体を軸線Lまわりに一体的に回転させる。第1インペラ51は、回転軸40と一体的に回転することによって、冷媒を圧縮する。第2インペラ52は、回転軸40と一体的に回転することによって、第1インペラ51によって圧縮された後の冷媒を圧縮する。冷媒の流れ方向における上流側に第1インペラ51が配置され、下流側に第2インペラ52が配置されている。

【0062】

第1インペラ51および第2インペラ52は、仕切壁15を介して、第1ハブ51Hの背面51aと第2ハブ52Hの背面52aとが互いに向かい合うように、回転軸40に設けられている。第1インペラ51と第2インペラ52との間に、中空円筒状のスペーサ54が配置されている。スペーサ54は、第1ハブ51Hの背面51aに対向する第1端と、第2ハブ52Hの背面52aに対向する第2端とを有している。回転軸40の軸方向におけるスペーサ54の寸法は、仕切壁15の第1対向面15aと第2対向面15bとの間隔よりもわずかに大きい。スペーサ54は、回転軸40の外周面と貫通孔27の内周面との間の隙間をシールする機能を有している。

40

【0063】

回転軸40の第1端部40aにおける回転軸40の外周面に、嵌合部材55が取り付けられている。嵌合部材55は、中空筒状の形状を有している。嵌合部材55は、たとえばネジ作用で回転軸40に取り付けられている。嵌合部材55は、第2ハブ52Hの先端面

50

５２ｂに当接している。嵌合部材５５は、第２インペラ５２を回転軸４０の軸方向に支持している。

【００６４】

第１コンプレッサハウジング１３は、仕切壁１５と協働して第１インペラ室２８を区画する第１シュラウド５３ａを有している。第１シュラウド５３ａは、第１インペラ５１を径方向外側から覆う円錐台形状である。第１シュラウド５３ａは、第１ハブ５１Ｈの外周面５１ｃに対向している。第１シュラウド５３ａは、第１ハブ５１Ｈの背面５１ａから先端面５１ｂにかけて、第１ハブ５１Ｈの外周面５１ｃに沿って延びている。第１シュラウド５３ａは、複数の第１翼５１Ｂを取り囲んでいる。第１シュラウド５３ａは、第１翼５１Ｂの先端面５１Ｂｃに対向し、第１インペラ室２８の内壁面の一部を形成している。第１ハブ５１Ｈの周方向に隣り合う一対の第１翼５１Ｂ、第１ハブ５１Ｈおよび第１シュラウド５３ａによって、冷媒の流路が放射状に形成されている。

10

【００６５】

第１インペラ５１と第１シュラウド５３ａとの間に、第１チップクリアランス６１が形成されている。この第１チップクリアランス６１は、第１翼５１Ｂの先端面５１Ｂｃと第１コンプレッサハウジング１３の第１シュラウド５３ａとの間において、第１翼５１Ｂの前端５１Ｂｂから後端５１Ｂａにかけて延びる隙間である。

【００６６】

第２コンプレッサハウジング１４は、仕切壁１５と協働して第２インペラ室３３を区画する第２シュラウド５３ｂを有している。第２シュラウド５３ｂは、第２インペラ５２を径方向外側から覆う円錐台形状である。第２シュラウド５３ｂは、第２ハブ５２Ｈの外周面５２ｃに対向している。第２シュラウド５３ｂは、第２ハブ５２Ｈの背面５２ａから先端面５２ｂにかけて、第２ハブ５２Ｈの外周面５２ｃに沿って延びている。第２シュラウド５３ｂは、複数の第２翼５２Ｂを取り囲んでいる。第２シュラウド５３ｂは、第２翼５２Ｂの先端面５２Ｂｃに対向し、第２インペラ室３３の内壁面の一部を形成している。第２ハブ５２Ｈの周方向に隣り合う一対の第２翼５２Ｂ、第２ハブ５２Ｈおよび第２シュラウド５３ｂによって、冷媒の流路が放射状に形成されている。

20

【００６７】

第２インペラ５２と第２シュラウド５３ｂとの間に、第２チップクリアランス６２が形成されている。この第２チップクリアランス６２は、第２翼５２Ｂの先端面５２Ｂｃと第２コンプレッサハウジング１４の第２シュラウド５３ｂとの間において、第２翼５２Ｂの前端５２Ｂｂから後端５２Ｂａにかけて延びる隙間である。

30

【００６８】

図３は、回転体に設定された各領域について説明する断面図である。図３に示されるように、回転軸４０、第１インペラ５１および第２インペラ５２を含む回転体において、回転軸４０の軸方向に沿った、第１翼５１Ｂの前端５１Ｂｂから後端５１Ｂａまでの領域が、第１領域Ａ１として設定される。回転体において、回転軸４０の軸方向に沿った、第２翼５２Ｂの前端５２Ｂｂから後端５２Ｂａまでの領域が、第２領域Ａ２として設定される。回転体において、回転軸４０の軸方向に沿った、第２翼５２Ｂから、回転軸４０の一対の端部のうち第２インペラ５２が配置される側の端部、すなわち第１端部４０ａまでの領域が、第３領域Ａ３として設定される。第１端部４０ａは、回転軸４０の一対の端部のうち、第１インペラ５１および第２インペラ５２に対して電動モータ４１とは反対側の一端である。

40

【００６９】

回転体において、回転軸の軸方向に沿った、第１翼５１Ｂから第２翼５２Ｂまでの領域が、第４領域Ａ４として設定される。回転体において、回転軸４０の軸方向に沿った、第１ハブ５１Ｈの背面５１ａから先端面５１ｂまでの領域が、第１拡張領域Ａ１０として設定される。回転体において、回転軸４０の軸方向に沿った、第２ハブ５２Ｈの背面５２ａから先端面５２ｂまでの領域が、第２拡張領域Ａ２０として設定される。

【００７０】

50

実施形態の電動ターボ式圧縮機 1 では、回転体における第 1 領域 A 1 の質量が、回転体における第 2 領域 A 2 の質量よりも大きい。第 1 領域 A 1 の質量は、回転軸 4 0 の質量と、第 1 インペラ 5 1 の質量、すなわち第 1 ハブ 5 1 H および第 1 翼 5 1 B の質量とを含む。第 2 領域 A 2 の質量は、回転軸 4 0 の質量と、第 2 インペラ 5 2 の質量、すなわち第 2 ハブ 5 2 H および第 2 翼 5 2 B の質量とを含む。

【0071】

実施形態の電動ターボ式圧縮機 1 では、回転体における第 1 拡張領域 A 1 0 の質量が、回転体における第 2 拡張領域 A 2 0 の質量よりも大きい。第 1 拡張領域 A 1 0 の質量は、回転軸 4 0 の質量と、第 1 インペラ 5 1 の質量、すなわち第 1 ハブ 5 1 H および第 1 翼 5 1 B の質量とを含む。第 2 拡張領域 A 2 0 の質量は、回転軸 4 0 の質量と、第 2 インペラ 5 2 の質量、すなわち第 2 ハブ 5 2 H および第 2 翼 5 2 B の質量とを含む。

10

【0072】

実施形態の電動ターボ式圧縮機 1 では、第 1 インペラ 5 1 の単体の質量は、第 2 インペラ 5 2 の単体の質量よりも大きい。図 2 に示されるように、第 1 インペラ 5 1 の外径 R 1 が、第 2 インペラ 5 2 の外径 R 2 よりも大きい。第 1 インペラ 5 1 の軸方向に沿った全長は、第 2 インペラ 5 2 の軸方向に沿った全長よりも長い。第 1 インペラ 5 1 の材質の比重は、第 2 インペラ 5 2 の材質の比重よりも重い。回転軸 4 0 は、第 1 翼 5 1 B の前端 5 1 B b から第 1 端部 4 0 a までの領域に亘って、一様な外径を有している。

【0073】

実施形態の電動ターボ式圧縮機 1 では、回転体における第 2 領域 A 2 の質量が、回転体における第 3 領域 A 3 の質量よりも大きい。第 3 領域 A 3 の質量は、回転軸 4 0 の質量と、嵌合部材 5 5 の質量とを含む。図 3 に示される例では、第 3 領域 A 3 の質量は、第 2 ハブ 5 2 H の質量を含む。

20

【0074】

実施形態の電動ターボ式圧縮機 1 では、回転体における第 1 領域 A 1 の質量が、回転体における第 4 領域 A 4 の質量よりも大きい。第 4 領域 A 4 の質量は、回転軸 4 0 の質量と、スペーサ 5 4 の質量と、第 1 ハブ 5 1 H の質量と、第 2 ハブ 5 2 H の質量とを含む。

【0075】

電動ターボ式圧縮機 1 において、冷媒は図示しない吸入孔からモータ室 1 8 に吸入される。モータ室 1 8 に吸入された冷媒は、各連通孔 2 3、スラスト軸受収容室 2 5、各連通孔 1 6 b、および第 2 室形成凹部 1 6 c の内側を通過して、第 1 吸入口 2 4 に吸入される。第 1 吸入口 2 4 に吸入された冷媒は、第 1 インペラ 5 1 の遠心作用によって昇圧され、第 1 インペラ室 2 8 から第 1 ディフューザ流路 3 0 に送り込まれて、第 1 ディフューザ流路 3 0 にてさらに昇圧される。第 1 ディフューザ流路 3 0 を通過した冷媒は、第 1 吐出室 2 9 に吐出される。

30

【0076】

第 1 吐出室 2 9 に吐出された冷媒は、中間圧室 3 1 を通過して、第 2 吸入口 3 2 に吸入される。第 2 吸入口 3 2 に吸入された冷媒は、第 2 インペラ 5 2 の遠心作用によって昇圧され、第 2 インペラ室 3 3 から第 2 ディフューザ流路 3 5 に送り込まれて、第 2 ディフューザ流路 3 5 にてさらに昇圧される。第 2 ディフューザ流路 3 5 を通過した冷媒は、第 2 吐出室 3 4 に吐出される。第 2 吐出室 3 4 は、図示しない吐出口に連通している。電動ターボ式圧縮機 1 によって圧縮された冷媒は、その吐出口から、電動ターボ式圧縮機 1 の外部に吐出される。

40

【0077】

以上説明した実施形態の電動ターボ式圧縮機 1 では、回転軸 4 0、第 1 インペラ 5 1 および第 2 インペラ 5 2 を含む回転体において、軸方向に沿った第 1 翼 5 1 B の前端 5 1 B b から後端 5 1 B a までの領域における質量は、軸方向に沿った第 2 翼 5 2 B の前端 5 2 B b から後端 5 2 B a までの領域における質量よりも大きい。

【0078】

第 2 インペラ 5 2 は、第 1 インペラ 5 1 よりも、回転軸 4 0 の第 1 端部 4 0 a に近く配

50

置されている。回転軸 40 の先端側に配置された第 2 インペラ 52 は、第 1 インペラ 51 よりも、運転時の振れが大きくなる可能性がある。図 3 に示される第 2 領域 A2 の質量を第 1 領域 A1 の質量よりも小さく設定することで、第 2 インペラ 52 の振れ量を低減でき、第 2 インペラ 52 の第 2 コンプレッサハウジング 14 との接触を抑制できる。したがって、電動ターボ式圧縮機 1 の信頼性を向上することができる。

【0079】

第 2 インペラ 52 の振れ量を低減できるので、第 2 チップクリアランス 62 を低減できる。第 2 インペラ 52 の振れ量低減に伴って第 1 インペラ 51 の振れ量も低減されるので、第 1 チップクリアランス 61 を低減できる。チップクリアランスを低減できることで、第 1 インペラ室 28 および第 2 インペラ室 33 を流れる冷媒の流れの乱れを抑制できる。したがって、実施形態の電動ターボ式圧縮機 1 は、効率の良い 2 段圧縮をすることができる。

10

【0080】

回転軸 40、第 1 インペラ 51 および第 2 インペラ 52 を含む回転体において、軸方向に沿った第 1 ハブ 51H の背面 51a から先端面 51b までの領域における質量は、軸方向に沿った第 2 ハブ 52H の背面 52a から先端面 52b までの領域における質量よりも大きい。図 3 に示される第 2 拡張領域 A20 の質量を第 1 拡張領域 A10 の質量よりも小さく設定することで、第 2 インペラ 52 の振れ量を確実に低減することができる。

【0081】

第 1 インペラ 51 の単体の質量を第 2 インペラ 52 の単体の質量よりも大きく設定することで、第 1 領域 A1 の質量を第 2 領域 A2 の質量よりも大きくすることが容易になり、第 1 拡張領域 A10 の質量を第 2 拡張領域 A20 の質量よりも大きくすることが容易になる。

20

【0082】

図 2 に示されるように、第 1 インペラ 51 の外径 R1 を第 2 インペラ 52 の外径 R2 よりも大きく設定することで、図 3 に示される第 1 領域 A1 の質量を第 2 領域 A2 の質量よりも大きくすることが容易になり、第 1 拡張領域 A10 の質量を第 2 拡張領域 A20 の質量よりも大きくすることが容易になる。

【0083】

図 3 に示されるように、第 1 インペラ 51 の軸方向に沿った全長を第 2 インペラ 52 の軸方向に沿った全長よりも長く設定することで、第 1 領域 A1 の質量を第 2 領域 A2 の質量よりも大きくすることが容易になり、第 1 拡張領域 A10 の質量を第 2 拡張領域 A20 の質量よりも大きくすることが容易になる。

30

【0084】

第 1 インペラ 51 の材質の比重を第 2 インペラ 52 の材質の比重よりも重くすることで、第 1 領域 A1 の質量を第 2 領域 A2 の質量よりも大きくすることが容易になり、第 1 拡張領域 A10 の質量を第 2 拡張領域 A20 の質量よりも大きくすることが容易になる。

【0085】

回転軸 40、第 1 インペラ 51 および第 2 インペラ 52 を含む回転体において、軸方向に沿った第 2 翼 52B の前端 52Bb から後端 52Ba までの領域における質量は、軸方向に沿った、第 2 翼 52B から、回転軸 40 の第 2 インペラ 52 が配置される側の端部である第 1 端部 40a までの領域における質量よりも大きい。図 3 に示される第 3 領域 A3 の質量を第 2 領域 A2 の質量よりも小さく設定することで、回転体の振れ量をさらに低減することができる。

40

【0086】

回転軸 40、第 1 インペラ 51 および第 2 インペラ 52 を含む回転体において、軸方向に沿った第 1 翼 51B の前端 51Bb から後端 51Ba までの領域における質量は、軸方向に沿った第 1 翼 51B から第 2 翼 52B までの領域における質量よりも大きい。図 3 に示される第 4 領域 A4 の質量を第 1 領域 A1 の質量よりも小さく設定することで、回転体の振れ量をさらに低減することができる。

50

【0087】

これまでの実施形態の説明では、第1インペラ51の第1ハブ51Hの背面51aと第2インペラ52の第2ハブ52Hの背面52aとが、仕切壁15を介在させて互に対向する配置の例について説明した。第1インペラ51と第2インペラ52との配置は、この例に限られるものではない。図4はインペラの配置の変形例を概略的に示す模式図である。図4に示されるように、第1インペラ51と第2インペラ52とを、先端面51b、52bが回転軸40の第2端部40bに向き背面51a、52aが回転軸40の第1端部40aに向くように、配置してもよい。この場合においても、第2インペラ52を回転軸40の第1端部40aにより近く配置し、軸方向に沿った第1翼51Bの前端51Bbから後端51Baまでの領域における質量を軸方向に沿った第2翼52Bの前端52Bbから後端52Baまでの領域における質量よりも大きく設定することで、第2インペラ52の振れ量を低減でき、電動ターボ式圧縮機1の信頼性を向上することができる。

10

【0088】

実施形態の説明では、回転軸40と、第1インペラ51と、第2インペラ52とは、それぞれ別々の部材である例について説明した。回転軸40と第1インペラ51とが、一体に形成されていてもよい。回転軸40と第2インペラ52とが、一体に形成されていてもよい。また、実施形態の説明では、第1インペラ51と、第2インペラ52と、スペーサ54とがそれぞれ別々の部材であるが、第1インペラ51と第2インペラ52とのいずれか一方とスペーサ54とが一体の部材であってもよい。

20

【0089】

実施形態の説明では、嵌合部材55が第2ハブ52Hの先端面52bに当接しており、嵌合部材55の全体が第3領域A3に配置されているが、嵌合部材55の一部が第2領域A2に配置されてもよい。

【0090】

実施形態で説明した電動ターボ式圧縮機1は、遠心圧縮機であるが、本開示の技術思想は、斜流式の圧縮機にも適用可能である。

【0091】

以上のように実施形態について説明を行なったが、今回開示された実施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。この発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許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。

30

【符号の説明】

【0092】

1 電動ターボ式圧縮機、10ハウジング、11リアハウジング、13第1コンプレッサハウジング、14第2コンプレッサハウジング、15仕切壁、15a第1対向面、15b第2対向面、24第1吸入口、27貫通孔、28第1インペラ室、29第1吐出室、30第1ディフューザ流路、31中間圧室、32第2吸入口、33第2インペラ室、34第2吐出室、35第2ディフューザ流路、40回転軸、40a第1端部、40b第2端部、41電動モータ、51第1インペラ、51B第1翼、51Ba、52Ba後端、51Bb、52Bb前端、51Bc、51b、52Bc、52b先端面、51H第1ハブ、51a、52a背面、51c、52c外周面、51d、52d径方向外縁部、52第2インペラ、52B第2翼、52H第2ハブ、53a第1シュラウド、53b第2シュラウド、54スペーサ、55嵌合部材、61第1チップクリアランス、62第2チップクリアランス、L軸線、R1、R2外径。

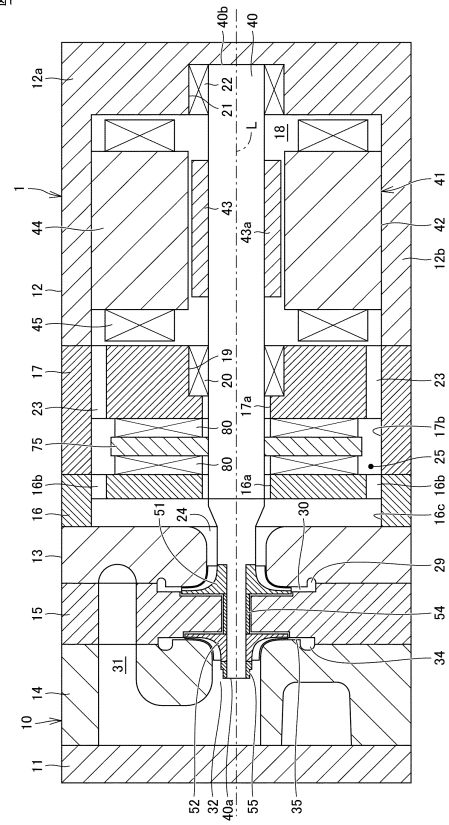
40

50

【図面】

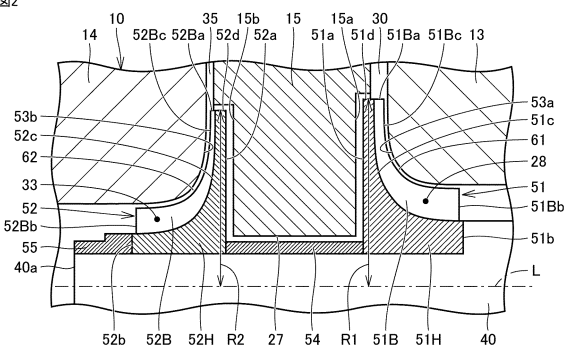
【図 1】

図1



【図 2】

図2

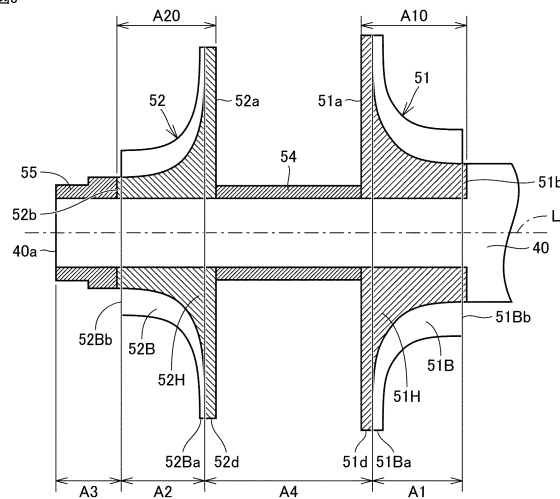


10

20

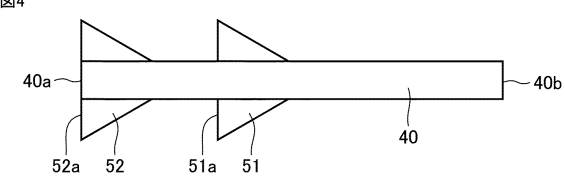
【図 3】

図3



【図 4】

図4



30

40

50

フロントページの続き

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

審査官 岩田 健一

- (56)参考文献 特表平08-509802 (JP, A)
特開2019-110645 (JP, A)
特開2000-161297 (JP, A)
特開昭54-117916 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F04D 29/28
F04D 17/12