

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6674913号
(P6674913)

(45) 発行日 令和2年4月1日(2020. 4. 1)

(24) 登録日 令和2年3月11日(2020. 3. 11)

(51) Int.Cl.			F I		
FO2B	39/00	(2006.01)	FO2B	39/00	Q
FO2B	37/18	(2006.01)	FO2B	39/00	D
FO1D	25/00	(2006.01)	FO2B	39/00	T
FO1D	5/04	(2006.01)	FO2B	37/18	A
FO1D	5/02	(2006.01)	FO1D	25/00	X
請求項の数 10 (全 16 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2017-5069 (P2017-5069)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成29年1月16日 (2017. 1. 16)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-115560 (P2018-115560A)		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(43) 公開日	平成30年7月26日 (2018. 7. 26)	(74) 代理人	110000785
審査請求日	平成31年2月28日 (2019. 2. 28)		誠真 I P 特許業務法人
		(72) 発明者	▲高▼田 亮
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		審査官	篠原 将之
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 半径流入式タービン、過給機及び過給機の組み立て方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

前縁のシュラウド側端よりも前記前縁のハブ側端の方が径方向の内側に位置する動翼を有するタービンホイールと、

スクロール部、および、前記スクロール部から前記タービンホイールの前記動翼に向かう流れを変向するためのベンド部を有するハウジングと、を備え、

前記ベンド部は、前記スクロール部から前記径方向の内側に向かう作動流体の流れを軸方向に沿った向きに変向するように構成され、

前記タービンホイールは、前記動翼をバイパスする少なくとも一つの貫通穴を有し、

前記少なくとも一つの貫通穴は、前記タービンホイールのディスク部の上流側端面と、前記ディスク部の上流側端面に対向する前記ハウジングの端面との間の隙間を介して、前記ベンド部における前記作動流体の主流流路に連通し、

前記貫通穴は、

前記隙間に開口するように前記流れの上流側に位置する第1開口端と、

前記第1開口端とは反対側の開口端であり、前記流れの下流側に位置する第2開口端と、

を有する

ことを特徴とする半径流入式タービン。

【請求項2】

前記スクロール部からの前記作動流体は、静翼を介さずに前記動翼に直接流入するよう

に構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の半径流入式タービン。

【請求項 3】

前記ディスク部の前記上流側端面から前記ハウジングの前記端面に向かって軸方向に突出するフィン部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半径流入式タービン。

【請求項 4】

前記フィン部は、軸方向断面において、前記ベンド部を形成する前記ハウジングのハブ側の内壁面の延長線に沿って延在する外周面を有する環状フィンであることを特徴とする請求項 3 に記載の半径流入式タービン。

【請求項 5】

前記動翼をバイパスするように、前記半径流入式タービンの入口側から出口側に前記作動流体を流すためのウェイトゲート流路と、

前記ウェイトゲート流路に設けられるウェイトゲートバルブと、
をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の半径流入式タービン。

【請求項 6】

前記ベンド部に流入する前記作動流体の流量に対する、前記少なくとも一つの貫通穴を介した前記作動流体の吸込み流量の比が、 0.01 以上 0.04 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の半径流入式タービン。

【請求項 7】

前記少なくとも一つの貫通穴は、上流側から下流側に向かって半径方向外側にずれるように前記軸方向に対して斜めに延在していることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の半径流入式タービン。

【請求項 8】

前記ハウジングは、前記ベンド部を形成する前記ハウジングのハブ側の内壁面に開口する少なくとも一つのハウジング内部流路を有し、

前記少なくとも一つのハウジング内部流路は、前記少なくとも一つの貫通穴に連通していることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の半径流入式タービン。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の半径流入式タービンと、

前記半径流入式タービンを駆動するためのコンプレッサと、
を備えることを特徴とする過給機。

【請求項 10】

前縁のシュラウド側端よりも前記前縁のハブ側端の方が径方向の内側に位置する動翼を有するタービンホイールと、前記タービンホイールの回転軸に連結されるコンプレッサホイールと、を備える過給機の組み立て方法であって、

前記タービンホイールのディスク部に設けられた複数の貫通穴に、固定治具の複数の回り止め部をそれぞれ係合させるステップと、

前記回転軸に前記コンプレッサホイールを組み付けるステップと、

前記固定治具の前記複数の回り止め部をそれぞれ前記ディスク部の前記複数の貫通穴に係合させた状態で、締結部材の第 1 ねじ部を前記回転軸の端部に形成された第 2 ねじ部に螺合させることで、前記回転軸に組み付けた前記コンプレッサホイールを前記回転軸に締結するステップと、

を備えることを特徴とする過給機の組み立て方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半径流入式タービン、過給機及び過給機の組み立て方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来、自動車用のターボチャージャー等では、各種エンジンから排出される排出エネルギーの動力回収が行われており、エンジンから排出された中低温、高温、低压又は高圧の作動流体から回収したエネルギーが回転動力に変換されて過給に用いられる。このような排出エネルギーの動力回収に用いられるタービンは種々開示されており、例えば、特許文献 1 には、静翼を持たない半径流入式の軸流タービンが開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開平 9 - 1 4 4 5 5 0 号公報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

上記特許文献 1 では、スクロールとベンド流れを考慮した動翼ディスクの形状について何ら言及されていない。しかし、例えば、自動車用ターボチャージャー等、スクロールと動翼とを組み合わせたタービンであって静翼を用いない半径流入式の軸流タービン又は斜流タービンの場合、ベンド部のハブで作動流体の境界層が発達し、この発達した境界層が動翼に流入すると、タービン性能が著しく低下するという問題がある。

【 0 0 0 5 】

上述した問題に鑑み、本発明の少なくとも一実施形態は、動翼への境界層の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることを目的とする。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

(1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る半径流入式タービンは、

前縁のシュラウド側端よりも前記前縁のハブ側端の方が径方向の内側に位置する動翼を有するタービンホイールと、

スクロール部、および、前記スクロール部から前記径方向の内側に向かう作動流体の流れを軸方向に沿った向きに変向するためのベンド部を有するハウジングと、を備え、

前記タービンホイールは、前記動翼をバイパスする少なくとも一つの貫通穴を有する。

【 0 0 0 7 】

30

半径流入式の軸流又は斜流タービン（動翼前縁のシュラウド側端よりも動翼前縁のハブ側端の方が半径方向内側に位置するタービン）では、スクロール部から動翼に向かって作動流体がベンド部を流れる際、ベンド部を形成するハウジング内壁面のうちハブ側の壁面の近傍で境界層が発達する。この発達した境界層が動翼に流入すると、タービン性能を著しく低下させる。

この点、上記（ 1 ）の構成によれば、動翼をバイパスする少なくとも一つの貫通穴をタービンホイールに設けたので、動翼の上流側においてハブ側壁面近傍にて発達した境界層を、貫通穴を介して動翼の下流側に吸い出すことにより、境界層の厚さを低減できる。これにより、動翼への境界層の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることができる。

40

【 0 0 0 8 】

(2) いくつかの実施形態では、上記（ 1 ）に記載の半径流入式タービンにおいて、

前記スクロール部からの前記作動流体は、静翼を介さずに前記動翼に直接流入するように構成される。

【 0 0 0 9 】

上記（ 2 ）の構成のように、静翼を介さずに作動流体が動翼に直接流入する場合、ベンド部を形成するハブ側のハウジング内壁面において、境界層が発達しやすい。この点、上記（ 1 ）で述べたように、タービンホイールに貫通穴を設けることで、動翼の上流側においてハブ側壁面近傍にて発達した境界層を動翼下流側に吸い出して、動翼への境界層の流入を抑制できる。よって、静翼を介さずに作動流体が動翼に直接流入する半径流入式ター

50

ピンにおいて、タービン効率を効果的に向上させることができる。

【0010】

(3) いくつかの実施形態では、上記(1)又は(2)に記載の半径流入式タービンにおいて、

前記少なくとも一つの貫通穴は、前記タービンホイールのディスク部の上流側端面と、前記ディスク部の上流側端面に対向する前記ハウジングの端面との間の隙間を介して、前記ベンド部における前記作動流体の主流流路に連通する。

【0011】

上記(3)の構成によれば、上記(1)で述べた貫通孔がタービンホイールのディスク部に設けられる。そして、静止部であるハウジングの端面と、この端面に対向するタービンホイールのディスク部の上流側端面との間に必然的に存在する隙間を介して、ベンド部を形成するハウジング内壁面のうちハブ側の壁面の近傍で発達する境界層を動翼の下流側に吸い出すことができる。これにより、動翼への境界層の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることができる。

10

【0012】

(4) いくつかの実施形態では、上記(3)に記載の半径流入式タービンにおいて、

前記ディスク部の前記上流側端面から前記ハウジングの前記端面に向かって軸方向に突出するフィン部をさらに備える。

【0013】

上記(4)の構成によれば、ディスク部の上流側端面から軸方向に突出したフィン部を設けることで、ディスク部とハウジングとの間の半径方向に沿った隙間に吸い込まれる流れを整流するとともに、当該隙間から主流流路への逆流を防止することができる。よって、貫通穴による境界層の吸出しに起因した上述の技術的メリット(境界層の厚さ低減効果)を効果的に享受でき、タービン効率の向上を図ることができる。

20

【0014】

(5) いくつかの実施形態では、上記(4)に記載の半径流入式タービンにおいて、

前記フィン部は、軸方向断面において、前記ベンド部を形成する前記ハウジングのハブ側の内壁面の延長線に沿って延在する外周面を有する環状フィンである。

【0015】

上記(5)の構成によれば、ハウジングの端面と、この端面に対向するタービンホイールのディスク部の上流側端面との間に吸い込んだ上記境界層の作動流体を整流化することができるため、タービン効率を向上させることができる。また、作動流体の整流化により貫通孔を小径とすることが可能となるため、タービンホイール及びそのディスク部の強度上の信頼性を向上させることができる。

30

【0016】

(6) いくつかの実施形態では、上記(1)乃至(5)の何れか一つに記載の半径流入式タービンにおいて、

前記動翼をバイパスするように、前記半径流入式タービンの入口側から出口側に前記作動流体を流すためのウェイトゲート流路と、

前記ウェイトゲート流路に設けられるウェイトゲートバルブと、
をさらに備える。

40

【0017】

上記(6)の構成によれば、ウェイトゲート流路に設けられたウェイトゲートバルブの開度を調整することにより、動翼を通過する作動流体の流量を調節可能である。一方で、ウェイトゲート流路を介して動翼をバイパスする作動流体は、本来は動翼の回転に用いられることが望ましく、動翼をバイパスしてタービンの出口側に作動流体を流すことはタービン効率の低下につながる。

この点、上記(6)の構成では、上記(1)で述べたように、動翼の上流側においてハブ側壁面近傍にて発達した境界層を貫通穴経由で動翼の下流側に吸い出すことができるため、境界層の厚さを低減してタービン効率を向上させることができる。つまり、本願発明

50

者による鋭意検討の結果、タービン効率の向上に寄与せずウェイストゲート流路を介して半径流入式タービンの出口側に流されていた作動流体の少なくとも一部を、タービンホイールに設けた貫通孔を介して動翼をバイパスする構成とすることにより、動翼への境界層の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることができるのである。

【0018】

(7) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(6)の何れか一つに記載の半径流入式タービンにおいて、

前記ベンド部に流入する前記作動流体の流量に対する、前記少なくとも一つの貫通穴を介した前記作動流体の吸込み流量の比が、0.005以上0.04以下である。

10

【0019】

上記(1)で述べたように、貫通穴を介して作動流体を吸込むことにより、境界層の厚さが低減され、タービン効率が向上する。一方、貫通穴を介して吸い込まれる作動流体は動翼をバイパスするから、その分だけ、動翼に対してなされる仕事は減少する。このため、高いタービン効率を実現し得る作動流体の吸込み流量の範囲が存在する。

本発明者らの鋭意検討の結果、貫通穴を介した作動流体の吸込み流量の主流流量(ベンド部に流入する作動流体の流量)に対する比を上記(7)で述べた範囲内に設定することで、タービン効率を効果的に向上させることができることが明らかになった。

なお、ウェイストゲートバルブを備えたタービンの場合、上記比を1%前後(例えば0.005以上0.015以下)に設定すれば、ウェイストゲートバルブの閉時においても、動翼を通過する作動流体の流量減少に伴う出力低下を抑制可能であるため望ましい。

20

【0020】

(8) いくつかの実施形態では、上記(1)乃至(7)の何れか一つに記載の半径流入式タービンにおいて、

前記少なくとも一つの貫通穴は、上流側から下流側に向かって半径方向外側にずれるように前記軸方向に対して斜めに延在している。

【0021】

タービンホイールの回転に伴うポンピング作用により、タービンホイールに設けた貫通穴のうち半径方向内側の開口から半径方向外側の開口に向けて作動流体を送る効果が得られる。したがって、上記(8)の構成によれば、タービンホイールに設けられた貫通穴を通る作動流体に対して、該作動流体を上流側から下流側に向けて送る力が作用する。このため、ベンド部を形成するハブ側のハウジング内壁面に形成される作動流体の境界層を、貫通穴を介してより円滑に動翼の下流側に案内することができるため、タービン効率の向上が図られる。また、上記のポンピング作用により、貫通穴を小径としても該貫通穴を通る作動流体の流量を確保することが可能となるため、タービンホイールの強度上の信頼性を向上させることができる。

30

【0022】

(9) いくつかの実施形態では、上記(1)乃至(8)の何れか一つに記載の半径流入式タービンにおいて、

前記ハウジングは、前記ベンド部を形成する前記ハウジングのハブ側の内壁面に開口する少なくとも一つのハウジング内部流路を有し、

40

前記少なくとも一つのハウジング内部流路は、前記少なくとも一つの貫通穴に連通している。

【0023】

上記(9)の構成によれば、貫通穴に連通するハウジング内部流路を、ハウジングのハブ側の内壁面に開口するように設けたことにより、ベンド部において発達初期の境界層を吸い出して貫通穴に案内することができる。これにより、タービン効率の向上が図られる。

【0024】

(10) 本発明の少なくとも一実施形態に係る過給機は、

50

上記(1)乃至(9)の何れか一つに記載の半径流入式タービンと、
前記半径流入式タービンを駆動するためのコンプレッサと、
を備える。

【0025】

上記(10)の構成によれば、動翼をバイパスする少なくとも一つの貫通穴をタービンホイールに設け、動翼の上流側においてハブ側壁面近傍にて発達した境界層を貫通穴経由で動翼の下流側に吸い出すことにより、境界層の厚さを低減し、これにより、動翼への境界層の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させた過給機を得ることができる。

【0026】

(11)本発明の少なくとも一実施形態に係る過給機の組み立て方法は、

前縁のシュラウド側端よりも前記前縁のハブ側端の方が径方向の内側に位置する動翼を有するタービンホイールと、前記タービンホイールの回転軸に連結されるコンプレッサホイールと、を備える過給機の組み立て方法であって、

前記タービンホイールのディスク部に設けられた複数の貫通穴に、固定治具の複数の回り止め部をそれぞれ係合させるステップと、

前記回転軸に前記コンプレッサホイールを組み付けるステップと、

前記固定治具の前記複数の回り止め部をそれぞれ前記ディスク部の前記複数の貫通穴に係合させた状態で、締結部材の第1ねじ部を前記回転軸の端部に形成された第2ねじ部に螺合させることで、前記回転軸に組み付けた前記コンプレッサホイールを前記回転軸に締結するステップと、
を備える。

【0027】

上記(11)の方法によれば、タービンホイールに設けた貫通穴に固定治具の回り止め部を挿入することで、タービンホイールの軸とコンプレッサホイールとをねじ止めを容易に行うことができる。したがって、過給機の組み立て性の向上を図ることができる。特に、過給機が小型であればタービンホイールも小さく、その組み立ての作業性が耐久性や信頼性にも影響するため、上記(11)の組み立て方法は小型の過給機の組み立て時に有益となる。

【発明の効果】

【0028】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、半径流入式の軸流又は斜流タービンにおいて、動翼への境界層の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】一実施形態に係る過給機の構成を示す概略図である。

【図2】一実施形態に係る半径流入式タービンを示す概略図である。

【図3】一実施形態におけるタービンホイールのディスク部を軸方向から見た図である。

【図4A】一実施形態におけるフィンを示す概略図である。

【図4B】一実施形態におけるフィンを示す概略図である。

【図5】一実施形態に係る過給機の構成を示す概略図である。

【図6】作動流体の主流量に対する吸込み流量比とタービンの出力向上量との関係を示す図である。

【図7】一実施形態における貫通孔を示す概略図である。

【図8】一実施形態におけるハウジング内部流路を示す概略図である。

【図9】他の実施形態におけるハウジング内部流路の構成例を示す概略図である。

【図10】一実施形態に係る過給機の組み立て方法を示すフローチャートである。

【図11】一実施形態に係る過給機の組み立て方法を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

【 0 0 3 1 】

図 1 は、一実施形態に係る過給機の構成を示す概略図である。図 2 は、一実施形態に係る半径流入式タービンを示す概略図である。図 3 は、一実施形態におけるタービンホイールのディスク部を軸方向から見た図である。

図 1 及び図 2 に示すように、幾つかの実施形態に係る過給機 1 は、半径流入式タービン 2 と、該半径流入式タービン 2 を駆動するためのコンプレッサ 4 0 と、を備えている。

半径流入式タービン 2 は、ピストン 1 0 1 及びシリンダ（図示省略）を備えたエンジン 1 0 0 の排気側に配置されており、エンジン 1 0 0 からの排気エネルギーを利用して回転駆動される。コンプレッサ 4 0 は、エンジン 1 0 0 の給気側に配置されており、タービンシャフト 2 8（回転軸）を介して半径流入式タービン 2 と同軸回転可能に連結されている。そして、エンジン 1 0 0 の排気を作動流体として半径流入式タービン 2 が回転されると、その回転力を用いてコンプレッサ 4 0 が回転し、エンジン 1 0 0 内に給気（過給）を行うようになっている。

【 0 0 3 2 】

図 2 に示すように、一実施形態に係る半径流入式タービン 2（タービン）は、上記タービンシャフト 2 8 を中心軸として回転可能なタービンホイール 2 0 と、該タービンホイール 2 0 を格納するハウジング 1 0 とを備える。

タービンホイール 2 0 は、略円柱状のディスク部 2 5 と、ディスク部 2 5 の外周に放射状に形成された複数の動翼 2 1 とを備える。動翼 2 1 は、前縁 2 2 のシュラウド側端 2 3 よりも前縁 2 2 のハブ側端 2 4 の方が径方向の内側に位置するようになっている。

ハウジング 1 0 は、スクロール部 5、および、該スクロール部 5 からタービンホイール 2 0 の径方向の内側に向かう作動流体の流れをタービンホイール 2 0 の軸方向に沿った向きに変向するためのベンド部 6 を有する。

幾つかの実施形態において、タービンホイール 2 0 は、動翼 2 1 をバイパスする少なくとも一つの貫通穴 2 6 を有する。例えば、図 3 には、タービンホイール 2 0 の周方向に均等な間隔を置いて 5 つの貫通穴 2 6 が設けられた例を示す。他の実施形態では、5 つに限定されず、任意の数の貫通穴 2 6 を設けてもよい。図 2 及び図 3 に例示的に示す実施形態において、貫通穴 2 6 は、タービンシャフト 2 8 の軸方向に沿ってタービンホイール 2 0 に穿設されている。

【 0 0 3 3 】

ここで、半径流入式の軸流タービン又は斜流タービン（すなわち、動翼 2 1 の前縁 2 2 のシュラウド側端よりも動翼 2 1 の前縁 2 2 のハブ側端の方が半径方向内側に位置するタービン）では、スクロール部 5 から動翼 2 1 に向かって作動流体がベンド部 6 を流れる際、ベンド部 6 を形成するハウジング 1 0 内壁面のうちハブ側の壁面の近傍で境界層 3 2 が

10

20

30

40

50

発達する。この発達した境界層 3 2 が動翼 2 1 に流入すると、タービン性能を著しく低下させることとなる。

この点、幾つかの実施形態では、動翼 2 1 をバイパスする少なくとも一つの貫通穴 2 6 をタービンホイール 2 0 に設けることで、動翼 2 1 の上流側においてハブ側壁面 2 7 近傍にて発達した境界層 3 2 を、貫通穴 2 6 を介して動翼 2 1 の下流側に吸い出すことにより、境界層 3 2 の厚さを低減できる。これにより、動翼 2 1 への境界層 3 2 の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることができるようになっている。

【0034】

いくつかの実施形態において、半径流入式タービン 2 は、スクロール部 5 からの作動流体が静翼（図示省略）を介さずに動翼 2 1 に直接流入するように構成される。このように、静翼を介さずにスクロール部 5 からの作動流体が動翼 2 1 に直接流入する場合、バンド部 6 を形成するハブ側のハウジング 1 0 内壁面において、境界層 3 2 が発達しやすい。この点、上述したように、タービンホイール 2 0 に貫通穴 2 6 を設けることで、動翼 2 1 の上流側においてハブ側壁面 2 7 近傍にて発達した境界層 3 2 を動翼 2 1 の下流側に吸い出して、動翼 2 1 への境界層 3 2 の流入を抑制できる。よって、静翼を介さずに作動流体が動翼 2 1 に直接流入する半径流入式タービン 2 において、タービン効率を効果的に向上させることができる。

【0035】

いくつかの実施形態において、半径流入式タービン 2 は、少なくとも一つの貫通穴 2 6 が、タービンホイール 2 0 のディスク部 2 5 の上流側端面 2 5 A と、ディスク部 2 5 の上流側端面 2 5 A に対向するハウジング端面 1 1 との間の隙間 1 6 を介して、バンド部 6 における作動流体の主流流路 3 0 に連通するように構成されてもよい。

このように、静止部であるハウジング 1 0 の端面（ハウジング端面 1 1）と、このハウジング端面 1 1 に対向するタービンホイール 2 0 のディスク部 2 5 の上流側端面 2 5 A との間に必然的に存在する隙間 1 6 を介して、バンド部 6 を形成するハウジング内壁面のうちハブ側壁面 2 7 の近傍で発達する境界層 3 2 を動翼 2 1 の下流側に吸い出すことができる。これにより、動翼 2 1 への境界層 3 2 の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることができる。

【0036】

図 4 A 及び図 4 B は、それぞれ一実施形態におけるフィンを示す概略図である。図 4 A に示すように、いくつかの実施形態において、半径流入式タービン 2 は、ディスク部 2 5 の上流側端面 2 5 A からハウジング 1 0 の端面（ハウジング端面 1 1）に向かって軸方向に突出するフィン部 2 5 C をさらに備えてもよい。このフィン部 2 5 C のハウジング端面 1 1 側への突出量は、半径方向外側に向かうにつれて増加する。

この構成によれば、ディスク部 2 5 の上流側端面 2 5 A から軸方向に突出したフィン部 2 5 C を設けることで、ディスク部 2 5 とハウジング 1 0 との間の半径方向に沿った隙間 1 6 に吸い込まれる流れを整流するとともに、当該隙間 1 6 から主流流路 3 0 への逆流を防止することができる。よって、貫通穴 2 6 による境界層 3 2 の吸出しに起因した上述の技術的メリット（境界層 3 2 の厚さ低減効果）を効果的に享受でき、タービン効率の向上を図ることができる。

【0037】

図 4 B に示すように、いくつかの実施形態において、フィン部 2 5 C は、軸方向断面において、バンド部 6 を形成するハウジング 1 0 のハブ側の内壁面の延長線に沿って延在する外周面を有する環状フィン 2 5 C であってもよい。

この構成によれば、ハウジング端面 1 1 と、このハウジング端面 1 1 に対向するタービンホイール 2 0 のディスク部 2 5 の上流側端面 2 5 A との間に吸い込んだ上記境界層 3 2 の作動流体を整流化することができるため、タービン効率を向上させることができる。また、作動流体の整流化により貫通穴 2 6 を小径としても作動流体の境界層 3 2 を、該貫通穴 2 6 を介してタービンホイール 2 0 の下流側に導くことができる。したがって、貫通穴

10

20

30

40

50

26を小径とすることが可能となるため、タービンホイール20及びそのディスク部25の強度上の信頼性を向上させることができる。

【0038】

図5は、一実施形態に係る過給機1の構成を示す概略図である。図5に示すように、いくつかの実施形態において、半径流入式タービン2は、動翼21をバイパスするように、半径流入式タービン2の入口側から出口側に作動流体を流すためのウェイトゲート流路7を備えていてもよい。さらに、半径流入式タービン2は、ウェイトゲート流路7に設けられるウェイトゲートバルブ8を備えていてもよい。この構成によれば、ウェイトゲート流路7に設けられたウェイトゲートバルブ8の開度を調整することにより、動翼21を通過する作動流体の流量を調節可能である。一方で、ウェイトゲート流路7を介して動翼21をバイパスする作動流体は、本来は動翼21の回転に用いられることが望ましい。したがって、動翼21をバイパスして半径流入式タービン2の出口側に作動流体を流すことはタービン効率の低下につながる。

10

この点、上記の構成では、動翼21の上流側においてハブ側壁面27近傍にて発達した境界層32を貫通穴26経由で動翼21の下流側に吸い出すことができる。これにより、境界層32の厚さを低減してタービン効率を向上させることができる。つまり、本願発明者による鋭意検討の結果、タービン効率の向上に寄与せずウェイトゲート流路7を介して半径流入式タービン2の出口側に流されていた作動流体の少なくとも一部を、タービンホイール20に設けた貫通穴26を介して動翼21をバイパスする構成とすることにより、動翼21への境界層32の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させることができることが判明したものである。

20

【0039】

図6は、作動流体の主流量に対する貫通穴26への吸込み流量比とタービンの出力向上量との関係を示す図である。図6に示すように、タービンの出力向上量は、作動流体の主流量に対する吸込み流量比が概ね0.02~0.03(2~3%)付近でピークとなる。幾つかの実施形態において、半径流入式タービン2は、ベンド部6に流入する作動流体の流量に対する、少なくとも一つの貫通穴26を介した作動流体の吸込み流量の比が、0.005以上0.04以下であってもよい。

【0040】

上述したように、貫通穴26を介して作動流体を吸込むことにより、境界層32の厚さが低減され、タービン効率が向上する。一方、貫通穴26を介して吸い込まれる作動流体は動翼21をバイパスすることになる。したがって、動翼21をバイパスした作動流体の分だけ、動翼21に対してなされる仕事が減少する。このため、高いタービン効率を実現し得る作動流体の吸込み流量の範囲が存在する。

30

この点、貫通穴26を介した作動流体の吸込み流量の主流流量(ベンド部6に流入する作動流体の流量)に対する比を上記の範囲内(0.005以上0.04以下)に設定することで、タービン効率を効果的に向上させることができる。

なお、ウェイトゲートバルブ8を備えた半径流入式タービン2の場合、上記比を1%前後(例えば0.005以上0.015以下)に設定してもよい。このようにすれば、ウェイトゲートバルブ8の閉時においても、動翼21を通過する作動流体の流量減少に伴う出力低下を抑制可能であるため望ましい。

40

【0041】

図7は、一実施形態における貫通孔を示す概略図である。図7に示すように、いくつかの実施形態では、上記半径流入式タービン2において、少なくとも一つの貫通穴26は、上流側から下流側に向かって半径方向の外側にずれるように、軸方向に対して斜めに延在していてもよい。すなわち、タービンホイール20の回転に伴うポンピング作用により、タービンホイール20に設けた貫通穴26のうち半径方向内側の開口から半径方向外側の開口に向けて作動流体を送る効果が得られる。したがって、上記の構成によれば、タービンホイール20に設けられた貫通穴26を通る作動流体に対して、該作動流体を上流側から下流側に向けて送る力が作用する。このため、ベンド部6を形成するハブ側のハウジン

50

グ内壁面（ハブ側壁面 27）に形成される作動流体の境界層 32 を、貫通穴 26 を介してより円滑に動翼 21 の下流側に案内することができるため、タービン効率の向上が図られる。また、上記のポンピング作用により、貫通穴 26 を小径としても該貫通穴 26 を通る作動流体の流量を確保することが可能となるため、タービンホイール 20 の強度上の信頼性を向上させることができる。

【0042】

図 8 は、一実施形態におけるハウジング内部流路 14 を示す概略図である。図 8 に示すように、いくつかの実施形態において、ハウジング 10 は、ベンド部 6 を形成するハウジング 10 のハブ側壁面 27 に開口する少なくとも一つのハウジング内部流路 14 を有していてもよい。ハウジング内部流路 14 は、少なくとも一つの貫通穴 26 に連通していてもよい。この構成によれば、貫通穴 26 に連通するハウジング内部流路 14 を、ハウジング 10 のハブ側壁面 27 に開口するように設けたことにより、ベンド部 6 において発達初期の境界層 32 を吸い出して貫通穴 26 に案内することができる。これにより、タービン効率の向上が図られる。

【0043】

図 8 に示す例示的な実施形態では、ハウジング内部流路 14 は半径方向に沿ってハウジング 10 の内部を延在しており、ハウジング 10 内のハブ側壁面 27 に一端が開口するとともに、ハウジング 10 とタービンシャフト 28 との間に形成されるキャビティ 60 に他端が開口している。キャビティ 60 は、ディスク部 25 の上流側端面 25A に対向するハウジング端面 11 との間の隙間 16 に連通している。このため、ハウジング内部流路 14 を介してキャビティ 60 内に吸い出された流体は、隙間 16 を介して貫通穴 26 に導かれるようになっている。

また、タービンシャフト 28 には軸シール部 70 が設けられており、ハウジング 10 とタービンシャフト 28 との間のキャビティ 60 からの流体の漏れが抑制されるようになっている。なお、ハウジング内部流路 14 を介してキャビティ 60 内に取り込まれた作動流体の一部は、軸シール部 70 に向かって流れる（図 8 参照）。

【0044】

図 9 は、他の実施形態におけるハウジング内部流路の構成例を示す概略図である。

他の実施形態では、図 9 に示すように、ハウジング内部流路 14 は、半径方向に沿ってハウジング 10 の内部を延在する第 1 部分 14A と、軸方向に沿って延在して第 1 部分 14A と隙間 16 とを連通させる第 2 部分 14B と、を含む。この場合、境界層 32 は、ハウジング内部流路 14 の第 1 部分 14A 及び第 2 部分 14B を通過し、隙間 16 を介して貫通穴 26 に導かれる。

【0045】

上述した幾つかの実施形態によれば、動翼 21 をバイパスする少なくとも一つの貫通穴 26 をタービンホイール 20 に設け、動翼 21 の上流側においてハブ側壁面 27 近傍にて発達した境界層 32 を貫通穴 26 経由で動翼 21 の下流側に吸い出すことにより、境界層 32 の厚さを低減し、これにより、動翼 21 への境界層 32 の流入に起因したタービン性能の低下を抑制し、タービン効率を向上させた過給機 1 を得ることができる。

【0046】

なお、高反動度で半径流入式タービン 2 を使用する場合はタービン側への軸方向圧力（スラスト）が大きくなることが考えられる。この点、上述した幾つかの実施形態で示したように、タービンホイール 20 のディスク部 25 に貫通穴 26 を設けることで、反動度を低下させることが可能であり、これによって、スラスト力の低減を図ることができる。

【0047】

次に、図 10 及び図 11 を参照して、本発明の少なくとも一実施形態に係る過給機 1 の組み立て方法について説明する。図 10 は、一実施形態に係る過給機の組み立て方法を示すフローチャートである。図 11 は、一実施形態に係る過給機 1 の組み立て方法を示す模式図である。

発明の少なくとも一実施形態に係る過給機 1 の組み立て方法は、前縁 22 のシュラウド

10

20

30

40

50

側端 23 よりも前縁 22 のハブ側端 24 の方が径方向の内側に位置する動翼 21 を有するタービンホイール 20 と、タービンシャフト 28 (タービンホイール 20 の回転軸) に連結されるコンプレッサホイール 41 と、を備える過給機 1 の組み立て方法である。

図 10 に示すように、上記方法は、タービンホイール 20 のディスク部 25 に設けられた複数の貫通穴 26 に、固定治具 50 の複数の回り止め部 51 をそれぞれ係合させる工程 (ステップ S1) と、回転軸であるタービンシャフト 28 にコンプレッサホイール 41 を組み付ける工程 (ステップ S2) と、固定治具 50 の複数の回り止め部 51 をそれぞれディスク部 25 の複数の貫通穴 26 に係合させた状態で、締結部材 52 の第 1 ねじ部 53 をタービンシャフト 28 の端部に形成された第 2 ねじ部 54 に螺合させることで、タービンシャフト 28 に組み付けたコンプレッサホイール 41 をタービンシャフト 28 に締結する工程 (ステップ S3) と、を備える。

10

【0048】

上記の方法によれば、タービンホイール 20 に設けた貫通穴 26 に固定治具 50 の回り止め部 51 を挿入することで、タービンホイール 20 の軸とコンプレッサホイール 41 とを容易にねじ止めすることができる。したがって、過給機 1 の組み立て性の向上を図ることができる。特に、過給機 1 が小型であればタービンホイール 20 も小さく、その組み立ての作業性が耐久性や信頼性にも影響するため、上記の組み立て方法は小型の過給機 1 の組み立て時に有益となる。

【0049】

本発明は上述した幾つかの実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

20

【符号の説明】

【0050】

- 1 過給機
- 2 半径流入式タービン (タービン)
- 4 シュラウド
- 5 スクロール部
- 6 ベンド部
- 7 ウェイストゲート流路
- 8 ウェイストゲートバルブ
- 10 ハウジング
- 11 ハウジング端面
- 14 ハウジング内部流路
- 16 隙間
- 20 タービンホイール
- 21 動翼
- 22 前縁
- 23 シュラウド側端
- 24 ハブ側端
- 25 ディスク部
- 25A 上流側端面
- 25B 下流側端面
- 25C 環状フィン (フィン部)
- 26 貫通穴
- 27 ハブ側壁面
- 28 タービンシャフト (回転軸)
- 30 主流流路
- 32 境界層
- 40 コンプレッサ
- 41 コンプレッサホイール

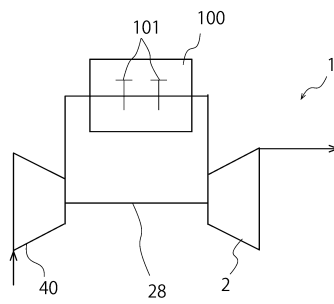
30

40

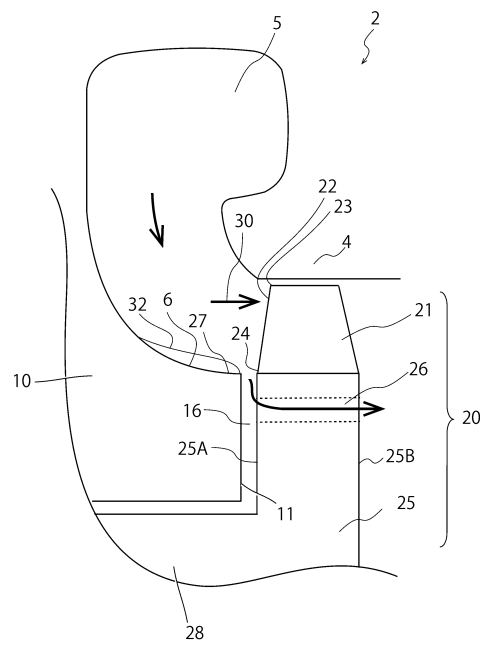
50

- 5 0 固定治具
- 5 1 回り止め部
- 5 2 締結部材
- 5 3 第 1 ねじ部
- 5 4 第 2 ねじ部
- 6 0 キャビティ
- 7 0 軸シール部
- 1 0 0 エンジン (内 燃 機 関)
- 1 0 1 ピストン

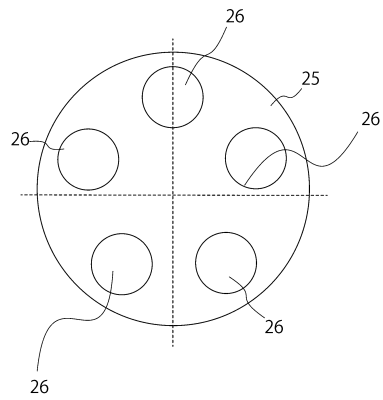
【 図 1 】



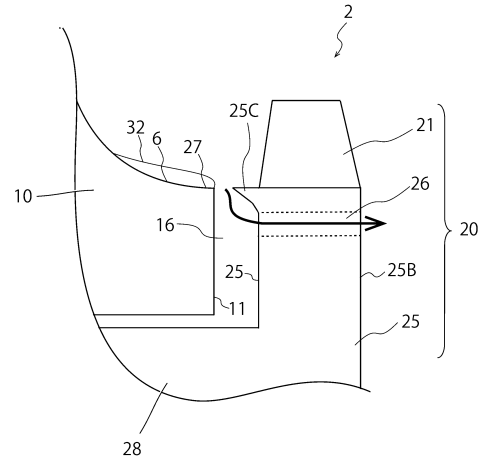
【 図 2 】



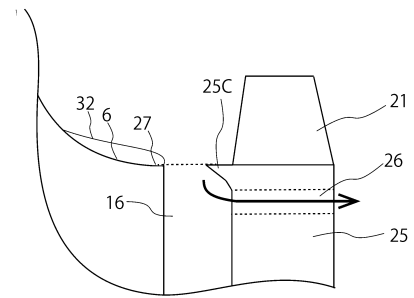
【図 3】



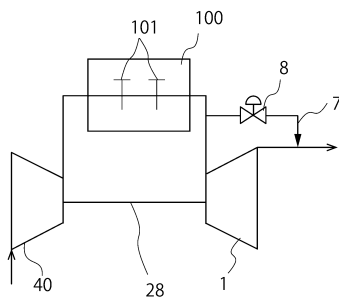
【図 4 A】



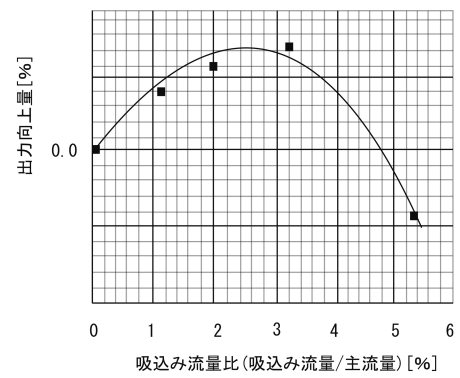
【図 4 B】



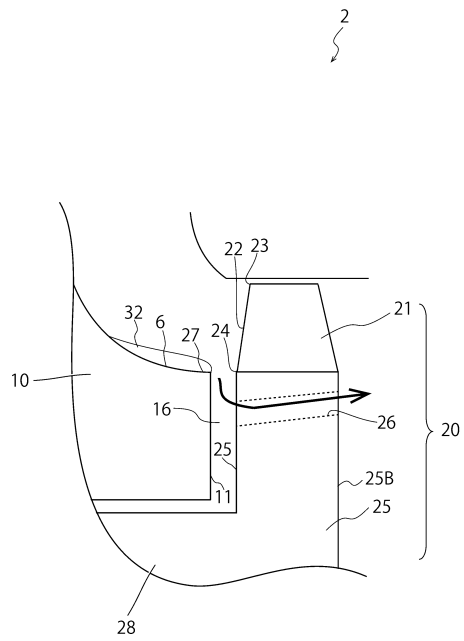
【図 5】



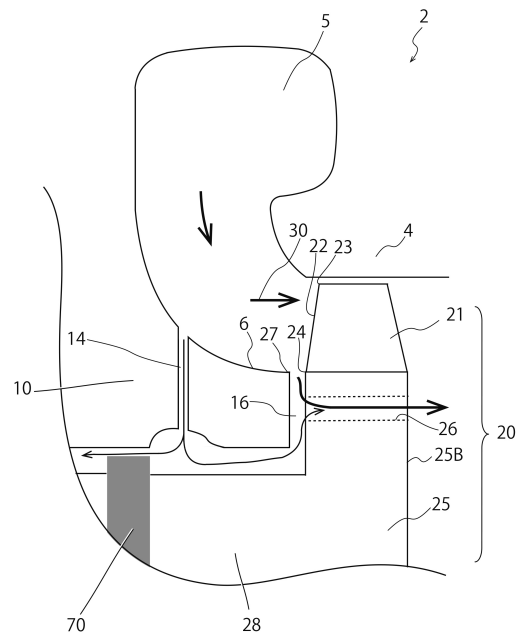
【図 6】



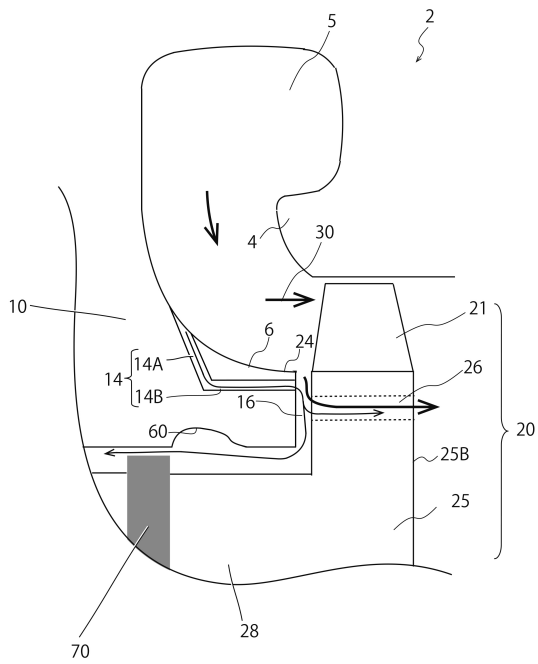
【図 7】



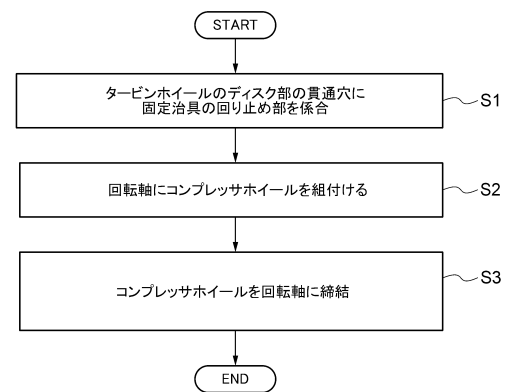
【図 8】



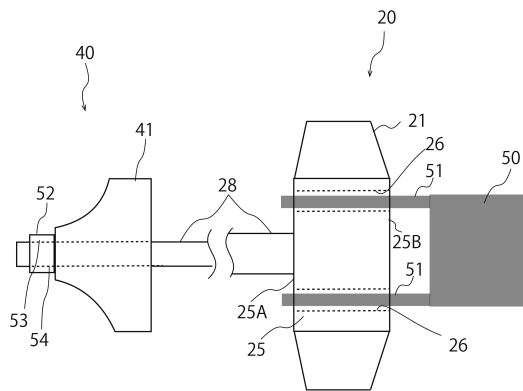
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 D 5/04
F 0 1 D 5/02

(56)参考文献 国際公開第2014/033920(WO,A1)
特開2012-026455(JP,A)
特開2009-057850(JP,A)
国際公開第2014/203372(WO,A1)
特開2013-133819(JP,A)
特開昭60-013926(JP,A)
特開2005-240727(JP,A)
特開2007-205221(JP,A)
国際公開第2016/194593(WO,A1)
米国特許出願公開第2012/0027569(US,A1)
米国特許第2487514(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F 0 2 B 3 9 / 0 0
F 0 1 D 5 / 0 2
F 0 1 D 5 / 0 4
F 0 1 D 2 5 / 0 0
F 0 2 B 3 7 / 1 8