



KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

the diametric direction distance from the rotational axis of the impeller gradually increases towards the vicinity of the tip of the front edge of a vane. If the flow path area of the restricting section is A_c , the slot area of an inter-vane flow path defined by a pair of adjacent vanes among the plurality of vanes is A_t , and the number of vanes is N_w , the expression $A_c \geq A_t \times N_w$ is satisfied.

(57) 要約：ハブ、及びハブの外周面に周方向に間隔をあけて設けられた複数の翼、を含むインペラと、インペラを収容するとともに、インペラに対して、インペラの軸方向に沿って吸気を導入する導入流路を内部に画定するケーシングと、を備える遠心圧縮機であって、導入流路の内周面は、絞り部と、絞り部の下流側に接続し、翼の前縁の先端近傍に向かってインペラの回転軸線との径方向距離が次第に大きくなる傾斜部と、を含んでいる。そして、絞り部における流路面積を A_c 、複数の翼の隣接する一対の翼によって画定される翼間流路のスロット面積を A_t 、複数の翼の枚数を N_w とした場合に、 $A_c \geq A_t \times N_w$ となる。

明 細 書

発明の名称：遠心圧縮機、ターボチャージャ

技術分野

[0001] 本開示は、遠心圧縮機、およびこれを備えるターボチャージャに関する。

背景技術

[0002] 近年、低燃費化技術として、ターボ過給を用いたエンジンのダウンサイジング化が自動車用エンジンにおいて広く普及している。また近年、自動車の燃費性能の評価方法が、エンジンの実際の作動条件に近い極低速時や加速時が重視されたものとなっている。このため、サージラインに近い低流量作動域で運転が可能なワイドレンジ、且つ高効率なターボチャージャが求められている。

[0003] 上述したワイドレンジ化、低流量作動域における高効率化に対する一つの打ち手として、インペラの外径を小さくすることが考えられる。低流量作動域ではインペラの入口部で逆流（サージング）が発生するが、インペラの外径を小さくして周速を小さくすることで、インペラの入口部における絶対速度が増大（動圧が増大）する結果、逆流の発達を抑制することができる。

[0004] しかしながら、インペラの外径を小さくすると、インペラ部のスロート面積も小さくなることから、インペラ部を通過可能な最大流量（チョーク流量）が低下してしまう。チョーク流量を確保するためにハブの先端部（ボス部）の径を小さくすることも考えられるが、インペラはボス部に挿通された回転軸をナットで締め上げることで回転軸に締結されるため、ボス部の径を小さくすることにも限界がある。

[0005] 上述した課題を解決するために、特許文献1では、インペラに導入される吸気が流れる導入流路に絞りを設け、インペラの入口部における吸気速度を増大させることで、サージマージンの改善を図っている。また特許文献1には、その背反事象としてチョーク流量が低下することも示されている。この課題に対して、特許文献1では、絞り部をバイパスする二次流路を設けると

ともに、この二次流路に開閉弁を設置し、低流量域では開閉弁を全閉とし、高流量域では開閉弁を全開とすることで、サージマージンの改善とチョーク流量の確保を両立させることが出来るとしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第5 8 2 4 8 2 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上述した特許文献1の構造は複雑であり、コスト面、スペース面において実現性の低いものであった。特に、自動車用の小型のターボチャージャでは低コスト、省スペースへの要望が強いこともあり、このような複雑な構造ではなく、もっと簡単な構造でサージマージンの改善とチョーク流量の確保を実現することが望まれている。

[0008] 本発明は、上述したような背景技術の下において発明されたものであって、その目的とするところは、サージマージンの改善とチョーク流量の確保の両方をより簡単な構造で実現することができる遠心圧縮機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] (1) 本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機は、

ハブ、及び前記ハブの外周面に周方向に間隔をあけて設けられた複数の翼、を含むインペラと、

前記インペラを収容するとともに、前記インペラに対して、前記インペラの軸方向に沿って吸気を導入する導入流路を内部に画定するケーシングと、を備える遠心圧縮機であって、

前記導入流路の内周面は、絞り部と、前記絞り部の下流側に接続し、前記翼の前縁の先端近傍に向かって前記インペラの回転軸線との径方向距離が次第に大きくなる傾斜部と、を含み、

前記絞り部における流路面積を A_c 、

前記複数の翼の隣接する一対の翼によって画定される翼間流路のスロート面積を A_t 、

前記複数の翼の枚数を N_w 、とした場合に、 $A_c \geq A_t \times N_w$ となる。

[0010] 上記（１）に記載の実施形態にかかる遠心圧縮機は、導入流路の内周面に、絞り部と、絞り部の下流側に接続し、翼の前縁の先端近傍に向かってインペラの回転軸線との径方向距離が次第に大きくなる傾斜部と、が形成されている。このため、絞り部によって速度が増大した吸気が傾斜部に沿って剥離することなく流れ、翼の前縁に到達する。これにより、インペラの入口部における逆流（サージング）の発生を抑制することができる。

[0011] また、上記（１）に記載の実施形態にかかる遠心圧縮機は、絞り部における流路面積を A_c 、複数の翼の隣接する一対の翼によって画定される翼間流路のスロート面積を A_t 、複数の翼の枚数を N_w 、とした場合に、 $A_c \geq A_t \times N_w$ となるように構成されている。つまり、絞り部の流路面積 A_c は、翼間流路のスロート面積の合計と同じか、これよりも大きくなっている。これにより、絞り部によってチョーク流量を減少させることなく、サージマージンの改善を図っている。

[0012] （２）幾つかの実施形態では、上記（１）に記載の遠心圧縮機において、前記傾斜部の下流端と、前記インペラの回転軸線との径方向の距離を R_1 、とした場合に、

前記傾斜部の下流端は、前記インペラの軸方向において、前記翼の前縁の先端と同じ位置にあるか、又は、前記翼の前縁の先端から上流側に $0.5 R_1$ 以内だけ離れた位置にある。

[0013] 上述したサージマージンの改善効果は、絞り部によって吸気速度を増大させることによってもたらされるものであり、絞り部および傾斜部は、できるだけ翼の前縁の先端に近い位置に形成されるのが望ましい。したがって、上記（２）に記載の実施形態によれば、効果的にインペラの入口部における逆流の発生を抑制することができる。

[0014] (3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)に記載の遠心圧縮機において、

前記傾斜部の上流端と下流端とを通過する直線と、前記インペラの回転軸線とのなす鋭角側の角度が 6° 以下である。

[0015] 絞り部によって速度が増大した吸気は、絞り部を通過した後に傾斜部に沿って流れるが、傾斜部の傾斜角度が大き過ぎると剥離が生じてしまう虞がある。本発明者の知見によれば、傾斜部の傾斜角度が 6° 以下であれば、絞り部を通過した吸気は剥離することなく傾斜部に沿って流れる。したがって、上記(3)に記載の実施形態によれば、効果的にインペラの入口部における逆流の発生を抑制することができる。

[0016] (4) 幾つかの実施形態では、上記(1)から(3)の何れか1つに記載の遠心圧縮機において、

前記傾斜部の下流端と、前記インペラの回転軸線との径方向の距離を R_1 、とした場合に、

前記絞り部は、前記インペラの軸方向において、 $0.5 R_1$ 以上の長さを有する。

[0017] 絞り部の軸方向における長さが短過ぎると、絞り部を通過する吸気の流れが絞り部の形状に追従せずに、剥離が生じてしまう虞がある。絞り部において剥離が生じてしまうと、絞り部を通過可能な最大流量が減少するため、チョーク流量が減少してしまう虞がある。したがって、上記(4)に記載の実施形態によれば、絞り部によってチョーク流量を減少させることなく、効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0018] (5) 幾つかの実施形態では、上記(1)から(4)の何れか1つに記載の遠心圧縮機において、

前記傾斜部は、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、直線状に形成される。

[0019] 上記(5)に記載の実施形態によれば、後述する(6)に記載の実施形態のように傾斜部を曲線状に形成する場合と比べて、シンプルな構造によって

インペラの入口部における逆流の発生を抑制することができる。

[0020] (6) 幾つかの実施形態では、上記(1)から(4)の何れか1つに記載の遠心圧縮機において、

前記傾斜部は、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、凸となる曲線状に形成される。

[0021] 上記(6)に記載の実施形態によれば、上述した(5)に記載の実施形態のように傾斜部を直線状に形成する場合と比べて、絞り部と傾斜部とを滑らかに接続させることができる。これにより、絞り部と傾斜部との接続位置において吸気の流れが剥離してしまうことを抑制することができる。これにより、絞り部と傾斜部との接続位置においてチョーク流量を減少させることなく、効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0022] (7) 幾つかの実施形態では、上記(6)に記載の遠心圧縮機において、

前記ケーシングの内周面は、前記傾斜部の下流端に接続するとともに、前記翼の先端に対して隙間を有して配置されるシュラウド部を含み、

前記傾斜部と前記シュラウド部とは、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、滑らかな曲線状を有するように接続される。

[0023] 上記(7)に記載の実施形態によれば、傾斜部とシュラウド部とが滑らかに接続されることで、傾斜部とシュラウド部との接続位置において吸気の流れが剥離してしまうことで生じる損失を抑制することができる。

[0024] (8) 幾つかの実施形態では、上記(1)から(7)に何れか1つに記載の遠心圧縮機において、

前記ケーシングの内周面は、前記傾斜部の下流端に接続するとともに、前記翼の先端に対して隙間を有して配置されるシュラウド部を含み、

前記ケーシングの内部には、前記シュラウド部に形成される入口側開口と、前記導入流路の内周面における前記傾斜部の下流端よりも上流側に形成される出口側開口とを接続する再循環流路が形成される。

[0025] インペラに流入した吸気の一部をインペラの上流に戻す再循環流路は、サージマージンの改善に効果を有することが知られている。この再循環流路の

出口側開口から流出した吸気は、できるだけ導入流路を流れる吸気の流れ方向に対して平行に、且つ、逆流の発生する翼の先端に、流れが向かうようにすることで、より効果的にサージマージンを改善することができる。しかしながら、ケーシングの内周面が水平に形成される従来の遠心圧縮機では、このような流路形状を形成することは難しい。従来の遠心圧縮機では、出口側開口から流出する吸気は、導入流路を流れる吸気の流れに対して大きく交差する方向に向かって流出させざるを得ないため、損失の発生原因となっていた。したがって、上記（８）の実施形態によれば、出口側開口から流出する吸気を、導入流路を流れる吸気の流れに対してより平行に近い方向に流出させることができるため、損失の発生を抑制しつつ、効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0026] （９）幾つかの実施形態では、上記（１）から（８）の何れか１つに記載の遠心圧縮機において、

前記導入流路における前記翼の前縁よりも上流側の位置には、環状の案内羽が設けられ、

前記案内羽の上流端と前記導入流路の内周面との径方向距離を $D1$ 、前記案内羽の下流端と前記導入流路の内周面との径方向距離を $D2$ 、とした場合に、 $D1 > D2$ となる。

[0027] 上記（９）に記載の実施形態によれば、案内羽の外周面と導入流路の内周面との間を流れる吸気を逆流の発生する翼の先端に向けて流すことで、翼の先端側を流れる吸気を加速させることができる。これにより、翼の先端における逆流を抑制することで、より効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0028] （１０）幾つかの実施形態では、上記（９）に記載の実施形態において、

前記案内羽の内周面は、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、前記案内羽の上流端から下流端に亘って凸となる曲線状に形成される。

[0029] 上記（１０）に記載の実施形態によれば、環状の案内羽の内側を流れる吸気の内、案内羽の内周面に沿って流れる吸気を逆流の発生する翼の先端に向

けて流すことで、翼の先端側を流れる吸気を加速させることができる。これにより、上述した（９）に記載の実施形態の効果と相まって翼の先端における逆流をより一層抑制することができ、より効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0030] （１１）幾つかの実施形態では、上記（１）から（１０）の何れか１つに記載の遠心圧縮機において、

前記ケーシングは、

前記インペラによって圧縮された吸気が流れるディフューザ流路、及び、前記ディフューザ流路の外周側に形成され、前記ディフューザ流路を通過した吸気が流入するスクロール流路、を内部に画定するスクロール側ケーシング部と、

前記導入流路を内部に画定する、前記スクロール側ケーシング部とは別体からなる導入側ケーシング部と、を含み、

前記スクロール側ケーシング部、及び前記導入側ケーシング部は、前記インペラの軸方向に沿って接続される。

[0031] 上記（１１）に記載の実施形態によれば、ケーシングは、スクロール側ケーシング部とは別体からなる導入側ケーシング部をスクロール側ケーシング部に接続することにより構成することができる。したがって、例えば、絞り部や傾斜部の形状が異なる導入側ケーシング部を複数種用意しておき、仕様等の変更に応じて導入側ケーシング部を交換することができるなど、汎用性の高いケーシングを備えた遠心圧縮機を提供することができる。

[0032] （１２）幾つかの実施形態では、上記（１１）に記載の遠心圧縮機において、

前記導入側ケーシング部の内周面は、前記絞り部の上流端から前記傾斜部の下流端までを含む。

[0033] 上記（１２）に記載の実施形態によれば、導入側ケーシング部の内周面だけに絞り部および傾斜部が形成されるため、より汎用性の高いケーシングを備えた遠心圧縮機を提供することができる。

[0034] (13) 本発明の一実施形態にかかるターボチャージャは、上記(1)から(12)の何れか1つに記載の遠心圧縮機を備える。

[0035] 上記(13)に記載の実施形態によれば、サージマージンの改善とチョーク流量の確保の両方を簡単な構造で実現したターボチャージャを提供することができる。

発明の効果

[0036] 本発明の少なくとも一つの実施形態によれば、サージマージンの改善とチョーク流量の確保の両方をより簡単な構造で実現することができる遠心圧縮機を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を示した断面図である。

[図2]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を拡大して示した図である。

[図3]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を拡大して示した図である。

[図4]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を拡大して示した図である。

[図5]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を拡大して示した図である。

[図6A]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を拡大して示した図である。

[図6B]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を拡大して示した図である。

[図7]本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を示した断面図である。

[図8]本発明の一実施形態にかかる翼間流路に形成されるスロートを説明するための図である。

[図9]本発明の一実施形態にかかるターボチャージャを示した概略図である。

[図10A]本発明の一参考形態にかかる案内羽を説明するための図である。

[図10B]本発明の一参考形態にかかる案内羽を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0038] 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」、「直角」、「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。

また、以下の説明において、同じ構成には同じ符号を付してその詳細な説明を省略する場合がある。

[0039] 図1及び図7は、本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を示した断面図である。

図1及び図7に示したように、本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機1は、インペラ2と、ケーシング3とを備えている。インペラ2は、ハブ4と、ハブ4の外周面4aに周方向に間隔をあけて設けられた複数の翼6と、を含んでいる。ケーシング3は、インペラ2の軸方向（回転軸線RAに平行な方向）に沿って吸気saを導入する導入流路10を内部に画定している。

[0040] 図示した実施形態では、ハブ4は、略円錐台形状を有しており、その外周面4aは、先端部（上流側）から底面部（下流側）に向かって凹となる曲線状に形成されている。また、ハブ4は、回転軸5に挿通されるとともに、先端部（ボス部）4bから突出した回転軸5の一端部をナット7で締め上げることで、回転軸5に対して固定されている。

[0041] また、図示した実施形態では、ケーシング3は、導入流路10の一方側に開口する導入口部13を有している。また、図示した実施形態では、導入口部13と後述する絞り部22の上流端22aまでは、流路断面が次第に縮小するように構成されている。つまり、導入流路20の内周面20は、導入口部13から絞り部22の上流端まで延在する縮小部28を含んでいる。また、ケーシング3は、ディフューザ流路12と、スクロール流路14をさらに内部に画定している。ディフューザ流路12は、インペラ2の外周側に位置する環状の流路であって、インペラ2の回転軸線RAに沿った断面視（すなわち、図1及び図7に示した状態）において、径方向に沿って長手方向を有するように延在している。スクロール流路14は、ディフューザ流路12の外周側に位置する渦巻き状の流路である。

[0042] そして、導入口部13から導入された吸気saが、インペラ2の軸方向に沿って流れてインペラ2に流入する。そして、後述する翼間流路16を流れることでインペラ2によって圧縮された吸気が、ディフューザ流路12を流れてスクロール流路14に流入するように構成されている。

[0043] 図2、図3、図4、図5、図6A、図6Bは、本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機を拡大して示した図である。なお、図2、図3、図4、図5、図6A、図6Bでは、説明の便宜上、絞り部22及び傾斜部24について、軸方向よりも径方向に大きく拡大して示しており、実際の縦横比とは異なっている。また、図2、図3、図4、図5、図6A、図6Bでは、作図の便宜上、回転軸線RAに対して一方側（上方側）のみ図示しているが、回転軸線RAに対して他方側（下方側）についても、同様に構成されている。

[0044] 図2、図3、図4、図5、図6A、図6Bに示したように、本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機1において、上述した導入流路10の内周面20は、絞り部22と、絞り部20の下流側に接続する傾斜部24とを含んでいる。傾斜部24は、絞り部22の下流端22b（傾斜部24の上流端24a）から、翼6の前縁6aの先端6b（前縁先端6ab）の近傍に向かって、インペラ2の回転軸線RAとの径方向距離が次第に大きくなるように構成さ

れている。

[0045] つまり、導入流路 10 は、絞り部 22 によって画定される絞り流路 10A と、傾斜部によって画定される拡大流路 10B とを含んでいる。

[0046] 図示した実施形態では、傾斜部 24 の下流端 24b とインペラ 2 の回転軸線 RA との径方向の距離を R1、絞り部 22 の下流端 22b（傾斜部 24 の上流端 24a）とインペラ 2 の回転軸線 RA との径方向の距離を R2 とした場合に、 $R2 < R1$ である。すなわち、絞り部 22 の流路半径は、傾斜部 24 の下流端 24b における流路半径よりも、 $\alpha (= R1 - R2)$ だけ絞られている。なお、図中の基準線 BL は、傾斜部 24 の下流端 24b を通過し、且つ、回転軸線 RA に対して平行な線である。

[0047] また、図示した実施形態では、ケーシング 3 の内周面は、傾斜部 24 の下流端 24b に接続するとともに、翼 6 の先端 6b に対して隙間を有して配置されるシュラウド部 26 を含んでいる。

[0048] また、図示した実施形態では、翼 6 の前縁 6a は、ハブ 4 の外周面 4a から前縁先端 6ab に向かって下流側に傾斜している。また、幾つかの実施形態では、図示しないが、翼 6 の前縁 6a は、回転軸線 RA に対して直交する方向に延在していてもよい。

[0049] 図 8 は、本発明の一実施形態にかかる翼間流路に形成されるスロートを説明するための図である。

図 8 (a) に示したように、隣接する一方の翼 6 の圧力面 6sa と、隣接する他方の翼の負圧面 6sb との間には、翼間流路 16 が形成される。そして、翼間流路 16 は、その流路断面が最も小さくなるスロート部 16t を有している。スロート部 16t は、隣接する一方の翼 6A の前縁 6a と、隣接する他方の翼 6B の負圧面 6sb との間に画定される。具体的には、図 8 (b) に示したように、隣接する一方の翼 6A の前縁 6a から、隣接する他方の翼 6B の翼弦線（前縁 6a と後縁 6c とを結ぶ直線）CL に対して垂線を引く。そして、一方の翼 6A の前縁 6a から他方の翼 6B の負圧面 6sb までの垂線上の距離をスロート長 Lt と定義した場合に、このスロート長 Lt

を翼6の高さ方向に基端（ハブ4の外周面4a）から先端6bまで積分したものがスロート部16tのスロート面積 A_t となる。

[0050] そして、本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機1は、上述した絞り部22における流路面積（絞り流路10Aの流路面積）を A_c 、上述した翼間流路16のスロート面積を A_t 、複数の翼6の枚数を N_w 、とした場合に、 $A_c \geq A_t \times N_w$ となるように構成されている。

[0051] 以上、上述した本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機1は、導入流路10の内周面20に、絞り部22と、絞り部22の下流側に接続し、翼6の前縁6aの先端6bの近傍に向かってインペラ2の回転軸線RAとの径方向距離が次第に大きくなる傾斜部24とが形成されている。このため、絞り部22によって速度が増大した吸気が傾斜部24に沿って剥離することなく流れ、翼6の前縁6aに到達する。これにより、インペラ2の入口部における逆流（サージング）の発生を抑制することができる。

[0052] また、上述した本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機1は、絞り部22における流路面積を A_c 、複数の翼6の隣接する一对の翼6A、6Bによって画定される翼間流路16のスロート面積を A_t 、複数の翼6の枚数を N_w 、とした場合に、 $A_c \geq A_t \times N_w$ となるように構成されている。つまり、絞り部22の流路面積 A_c は、翼間流路16のスロート面積 A_t の合計と同じか、これよりも大きくなっている。これにより、絞り部22によってチョーク流量を減少させることなく、サージマージンの改善を図っている。

[0053] 幾つかの実施形態では、図2、図3、図4、図5、図6A、図6Bに示したように、傾斜部24の下流端24bは、インペラ2の軸方向において、翼6の前縁6aの先端6b（前縁先端6ab）と同じ位置にあるか、又は、翼6の前縁6aの先端6b（前縁先端6ab）から上流側に $0.5R_1$ 以内だけ離れた位置にある。

[0054] すなわち、上述した実施形態における翼6の先端6bの「近傍」とは、少なくとも、インペラ2の軸方向において、翼6の前縁6aの先端6b（前縁先端6ab）から上流側に $0.5R_1$ 以内だけ離れた位置における内周面20

を含んでいる。

[0055] 図示した実施形態では、傾斜部 24 の下流端 24 b は、インペラ 2 の軸方向において、翼の 6 前縁 6 a の先端 6 b（前縁先端 6 a b）と同じ位置となっている。

[0056] 上述したサージマージンの改善効果は、絞り部 22 によって吸気速度を増大させることによってもたらされるものであり、絞り部 22 および傾斜部 24 は、できるだけ翼 6 の前縁 6 a の先端 6 b（前縁先端 6 a b）に近い位置に形成されるのが望ましい。したがって、このような実施形態によれば、効果的にインペラ 2 の入口部における逆流の発生を抑制することができる。

[0057] 幾つかの実施形態では、図 2、図 3、図 4、図 5、図 6 A、図 6 B に示したように、傾斜部 24 の上流端 24 a と下流端 24 b とを通過する直線と、インペラ 2 の回転軸線 R A とのなす鋭角側の角度 θ が 6° 以下である。

[0058] 絞り部 22 によって速度が増大した吸気は、絞り部 22 を通過した後に傾斜部 24 に沿って流れるが、傾斜部 24 の傾斜角度 θ が大き過ぎると剥離が生じてしまう虞がある。本発明者の知見によれば、傾斜部 24 の傾斜角度 θ が 6° 以下であれば、絞り部 22 を通過した吸気は剥離することなく傾斜部 24 に沿って流れる。したがって、このような実施形態によれば、効果的にインペラ 2 の入口部における逆流の発生を抑制することができる。

[0059] 幾つかの実施形態では、図 2、図 3、図 4、図 5、図 6 A、図 6 B に示したように、絞り部 22 は、インペラ 2 の軸方向において、 $0.5 R_1$ 以上の長さ L を有する。

[0060] 絞り部 22 の軸方向における長さが短過ぎると、絞り部 22 を通過する吸気の流れが絞り部 22 の形状に追従せずに、剥離が生じてしまう虞がある。絞り部 22 において剥離が生じてしまうと、絞り部 22 を通過可能な最大流量が減少するため、チョーク流量が減少してしまう虞がある。したがって、このような実施形態によれば、絞り部 22 によってチョーク流量を減少させることなく、効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0061] 幾つかの実施形態では、図 2、図 5、図 6 A、図 6 B に示したように、傾

斜部 24 は、インペラ 2 の回転軸線 R A に沿った断面視（すなわち、図 2、図 5、図 6 A、図 6 B に示した状態）において、直線状に形成される。

[0062] このような実施形態によれば、後述する実施形態のように傾斜部 24 を曲線状に形成する場合と比べて、シンプルな構造によってインペラ 2 の入口部における逆流の発生を抑制することができる。

[0063] 幾つかの実施形態では、図 3 及び図 4 に示すように、傾斜部 24 は、インペラ 2 の回転軸線 R A に沿った断面視（すなわち、図 3、図 4 に示した状態）において、凸となる曲線状に形成される。

[0064] このような実施形態によれば、上述した実施形態のように傾斜部 24 を直線状に形成する場合と比べて、絞り部 22 と傾斜部 24 とを滑らかに接続させることができる。これにより、絞り部 22 と傾斜部 24 との接続位置において吸気の流れが剥離してしまうことを抑制することができる。これにより、絞り部 22 と傾斜部 24 との接続位置においてチョーク流量を減少させることなく、効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0065] 幾つかの実施形態では、図 4 に示したように、傾斜部 24 とシュラウド部 26 とは、インペラ 2 の回転軸線 R A に沿った断面視において、滑らかな曲線状を有するように接続される。

[0066] 図示した実施形態では、シュラウド部 26 から傾斜部 24 にかけて、徐々に曲率が大きくなるように滑らかな曲線状に形成されている。これにより、翼 6 の前縁 6 a の先端 6 b（前縁先端 6 a b）を含む先端部 6 b 1 が、図 2、図 3、図 5、図 6 A、図 6 B に示した実施形態のように平坦ではなく、前縁 6 a 側から後縁 6 c 側に向かってインペラ 2 の回転軸線 R A との径方向距離が次第に大きくなるように斜めに形成されている。

[0067] このような実施形態によれば、傾斜部 24 とシュラウド部 26 とが滑らかに接続されることで、傾斜部 24 とシュラウド部 26 との接続位置において吸気の流れが剥離してしまうことで生じる損失を抑制することができる。

[0068] 幾つかの実施形態では、図 5 に示したように、ケーシング 3 の内部には、シュラウド部 26 に形成される入口側開口 32 と、導入流路 10 の内周面に

おける傾斜部 24 の下流端 24 b よりも上流側に形成される出口側開口 34 とを接続する再循環流路 30 が形成される。

[0069] 図示した実施形態では、出口側開口 34 の下流側縁部 34 b は、径方向において、上流側縁部 34 a よりも回転軸線 R A に対してより近くに位置している。また、図示した実施形態では、出口側開口 34 の上流側縁部 34 a と、インペラ 2 の回転軸線 R A との径方向の距離は、上述した R 1 と等しくなっている。すなわち、導入流路 10 の内周面 20 のうち、出口側開口 34 の上流側縁部 34 a と傾斜部 24 の下流端 24 b とが存在する再循環流路外面 36 は、回転軸線 R A に対して平行に延在している。また、再循環流路 30 は、回転軸線 R A に対して平行に延在している。そして、このような再循環流路 30 は、ケーシング 3 の内部において周方向に間隔をあけて複数形成されている。

[0070] インペラ 2 に流入した吸気の一部をインペラ 2 の上流に戻す再循環流路 30 は、サージマージンの改善に効果を有することが知られている。この再循環流路 30 の出口側開口 34 から流出した吸気は、できるだけ導入流路 10 を流れる吸気の流れ方向（すなわち、回転軸線 R A に沿った方向）に対して平行に、且つ、逆流の発生する翼 6 の先端 6 b に、流れが向かうようにすることで、より効果的にサージマージンを改善することができる。しかしながら、ケーシング 3 の内周面（導入流路 10 の内周面）が水平に形成される従来の遠心圧縮機では、このような流路形状を形成することは難しい。従来の遠心圧縮機では、出口側開口 34 から流出する吸気は、導入流路 10 を流れる吸気の流れに対して大きく交差する方向に向かって流出させざるを得ないため、損失の発生原因となっていた。したがって、このような実施形態によれば、出口側開口 34 から流出する吸気を、導入流路 10 を流れる吸気の流れに対してより平行に近い方向に流出させることができるため、損失の発生を抑制しつつ、効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0071] 幾つかの実施形態では、図 6 A 及び図 6 B に示したように、導入流路 10 における翼 6 の前縁 6 a よりも上流側の位置には、環状の案内羽 40 A、4

OB (40) が設けられている。そして、案内羽40A、40Bの上流端40aと導入流路10の内周面20との径方向距離をD1、案内羽40A、40Bの下流端40bと導入流路10の内周面20との径方向距離をD2とした場合に、 $D1 > D2$ となる。

[0072] 図示した実施形態では、案内羽40A、40Bは、回転軸線RAを中心として周方向に延在する環状（筒状）部材である。すなわち、環状の案内羽40A、40Bの中心線は、回転軸線RAと一致している。そして、この環状の案内羽40A、40Bによって、内周面40cに囲まれた内側流路42と、外周面40dと導入流路10の内周面20との間に画定される外側流路44とが形成される。

[0073] また、図6Aに示した実施形態では、案内羽40Aの上流端40aと回転軸線RAとの径方向距離は、案内羽40Aの下流端40bと回転軸線RAとの径方向距離よりも小さくなっている。これに対して、図6Bに示した実施形態では、案内羽40Aの上流端40aと回転軸線RAとの径方向距離は、案内羽40Aの下流端40bと回転軸線RAとの径方向距離と略等しくなっている。すなわち、図6Bに示した実施形態では、案内羽40Aの下流端40bが、インペラ2の軸方向において、傾斜部24と重複するように位置しており、これにより、 $D1 > D2$ となっている。

[0074] このような実施形態によれば、外側流路44を流れる吸気を、逆流の発生する翼6の先端6bに向けて流すことで、図示した流速分布V(r)に示したように、翼6の先端6b側を流れる吸気を加速させることができる。これにより、翼6の先端6bにおける逆流を抑制することで、より効果的にサージマージンの改善を図ることができる。

[0075] 幾つかの実施形態では、図6Bに示したように、案内羽40Bの内周面40cは、インペラ2の回転軸線RAに沿った断面視（すなわち、図6Bに示した状態）において、案内羽40Bの上流端40aから下流端40bに亘って凸となる曲線状に形成される。すなわち、案内羽40Bの断面形状は、いわゆる翼形状に形成されている。

- [0076] また、図 6 B に示した実施形態では、案内羽 4 0 B の外周面 4 0 d は、インペラ 2 の回転軸線 R A に沿った断面視において、回転軸線 R A に対して略平行に延在している。
- [0077] このような実施形態によれば、内側流路 4 2 を流れる吸気の内、案内羽 4 0 B の内周面 4 0 c に沿って流れる吸気を逆流の発生する翼 6 の先端 6 b に向けて流すことで、図示した流速分布 V (r) に示したように、翼 6 の先端 6 b 側を流れる吸気を加速させることができる。これにより、上述した実施形態の効果と相まって翼 6 の先端 6 b における逆流をより一層抑制することができ、より効果的にサージマージンの改善を図ることができる。
- [0078] 幾つかの実施形態では、図 7 に示したように、ケーシング 3 は、上述したディフューザ流路 1 2 及びスクロール流路 1 4 を内部に画定するスクロール側ケーシング部 3 A と、導入流路 1 0 を内部に画定する、スクロール側ケーシング部 3 A とは別体からなる導入側ケーシング部 3 B とを含んでいる。そして、スクロール側ケーシング部 3 A 、及び導入側ケーシング部 3 B は、インペラ 2 の軸方向に沿って接続される。
- [0079] 図示した実施形態では、スクロール側ケーシング部 3 A は、ディフューザ流路 1 2 及びスクロール流路 1 4 を内部に画定する部分であるスクロール本体部 5 1 と、スクロール本体部 5 1 の内周部から上流側に向かって延在する軸方向部 5 2 とを有している。また、導入側ケーシング部 3 B は、スクロール側ケーシング部 3 A の軸方向部 5 2 よりも上流側に位置する上流側部 6 1 と、上流側部 6 1 よりも下流側に位置し、且つ、スクロール側ケーシング部 3 A の軸方向部 5 2 よりも径方向内側に位置する下流側部 6 2 とを有している。そして、スクロール側ケーシング部 3 A 、及び導入側ケーシング部 3 B が、インペラ 2 の軸方向に沿って接続された状態において、スクロール側ケーシング部 3 A の軸方向部 5 2 の内周面 5 2 a と、導入側ケーシング部 3 B の下流側部 6 2 の外周面 6 2 a とが当接している。
- [0080] また、図示した実施形態では、導入側ケーシング部 3 B は、スクロール側ケーシング部 3 A のスクロール本体部 5 1 に形成される段差面 5 4 に対して

当接する下流側端面 6 4 を有している。これにより、導入側ケーシング部 3 B をスクロール側ケーシング部 3 A に接続する際に、スクロール側ケーシング部 3 A の段差面 5 4 に対して導入側ケーシング部 3 B の下流側端面 6 4 を当接させることで、両者の位置決めを容易に行うことができる。

[0081] また、図示した実施形態では、スクロール側ケーシング部 3 A の軸方向部 5 2 の端部には、スクロール側フランジ 5 3 が形成されている。一方、導入側ケーシング部 3 B の上流側部 6 1 の下流端部には導入側フランジ 6 3 が形成されている。そして、これらスクロール側フランジ 5 3 と導入側フランジ 6 3 とが例えばボルトなどによって締結されることで、スクロール側ケーシング部 3 A、及び導入側ケーシング部 3 B が、互いに連結されている。また、幾つかの実施形態では、図示しないが、スクロール側ケーシング部 3 A、及び導入側ケーシング部 3 B は溶接によって結合されてもよい。

[0082] このような実施形態によれば、ケーシング 3 は、スクロール側ケーシング部 3 A とは別体からなる導入側ケーシング部 3 B をスクロール側ケーシング部 3 A に接続することにより構成することができる。したがって、例えば、絞り部 2 2 や傾斜部 2 4 の形状が異なる導入側ケーシング部 3 B を複数種用意しておき、仕様等の変更に応じて導入側ケーシング部 3 B を交換することができるなど、汎用性の高いケーシング 3 を備えた遠心圧縮機 1 を提供することができる。

[0083] 幾つかの実施形態では、図 7 に示したように、導入側ケーシング部 3 B の内周面 6 2 b は、絞り部 2 2 の上流端 2 2 a から傾斜部 2 4 の下流端 2 4 b までを含む。

[0084] 図示した実施形態では、導入側ケーシング部 3 B の内周面 6 2 b は、傾斜部 2 4 と、絞り部 2 2 と、縮小部 2 8 とを含んでいる。

[0085] このような構成によれば、スクロール側ケーシング部 3 A の内周面 6 2 b だけに絞り部 2 2 及び傾斜部 2 4 が形成されるため、より汎用性の高いケーシング 3 を備えた遠心圧縮機 1 を提供することができる。

[0086] 図 9 は、本発明の一実施形態にかかるターボチャージャを示した概略図で

ある。

本発明の一実施形態にかかるターボチャージャ８０は、図９に示したように、本発明の一実施形態にかかる遠心圧縮機１を備えている。

[0087] 図９に示したように、ターボチャージャ８０は、遠心圧縮機１のインペラ２とタービン７０のタービンインペラ７２とが、回転軸５によって連結されることで構成されている。また、ターボチャージャ８０は、図示した構成以外にも、インペラ２を収容するケーシング３、タービンインペラ７２を収容するタービンハウジング、回転軸５を回転可能に支持する軸受、及び軸受を収容する軸受ハウジング等を備えていてもよい。

[0088] このような実施形態によれば、サージマージンの改善とチョーク流量の確保の両方を簡単な構造で実現したターボチャージャ８０を提供することができる。

[0089] また、幾つかの実施形態では、ターボチャージャ８０は、自動車用エンジンに用いられるターボチャージャ８０である。

[0090] 自動車用エンジンでは、極低速運転や加速運転が繰り返される。このため、自動車用エンジンに用いられるターボチャージャには、サージラインに近い低流量作動域で運転が可能なワイドレンジ、且つ高効率なものが求められている。したがって、上述したターボチャージャ８０は、このような自動車用エンジンに用いられるものに特に適している。

[0091] 以上、本発明の好ましい形態について説明したが、本発明は上記の形態に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない範囲での種々の変更が可能である。

[0092] 図１０Ａ及び図１０Ｂは、本発明の一参考形態にかかる案内羽を説明するための図である。

一参考形態にかかる案内羽４０Ａ、４０Ｂ（４０）を備える遠心圧縮機１は、上述した図６Ａ、図６Ｂに示した実施形態のものと基本的には同様に構成されている。したがって、同じ構成には同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0093] 一参考形態にかかる案内羽40A、40Bを備える遠心圧縮機1は、上述した実施形態とは異なり、その導入流路10の内周面20に絞り部22及び傾斜部24が形成されていない。すなわち、本参考形態にかかる遠心圧縮機1は、図10A及び図10Bに示すように、導入流路10の内周面20は、シュラウド部26よりも上流側において、インペラ2の回転軸線RAに沿った断面視（すなわち、図10A、図10Bに示した状態）において、回転軸線RAに対して平行に形成されている。

[0094] そして、一参考形態にかかる遠心圧縮機1では、図10Aに示したように、導入流路10における翼6の前縁6aよりも上流側の位置に、環状の案内羽40Aが設けられている。そして、案内羽40Aの上流端40aと導入流路10の内周面20との径方向距離をD1、案内羽40Aの下流端40bと導入流路10の内周面20との径方向距離をD2とした場合に、 $D1 > D2$ となるように構成されている。

[0095] このような一参考形態によれば、外側流路44を流れる吸気を、逆流の発生する翼6の先端6bに向けて流すことで、図示した流速分布V(r)に示したように、翼6の先端6b側を流れる吸気を加速させることができる。これにより、翼6の先端6bにおける逆流を抑制することで、サージマージンの改善を図ることができる。

[0096] また、一参考形態にかかる遠心圧縮機1では、図10Bに示したように、導入流路10における翼6の前縁6aよりも上流側の位置に、環状の案内羽40Bが設けられている。そして、案内羽40Bの内周面40cは、インペラ2の回転軸線RAに沿った断面視において、案内羽40Bの上流端40aから下流端40bに亘って凸となる曲線状に形成されている。そして、案内羽40Bの上流端40aと導入流路10の内周面20との径方向距離をD1、案内羽40Bの下流端40bと導入流路10の内周面20との径方向距離をD2とした場合に、 $D1 = D2$ となるように構成されている。

[0097] このような一参考形態によれば、内側流路42を流れる吸気の内、案内羽40Bの内周面40cに沿って流れる吸気を逆流の発生する翼6の先端6b

に向けて流すことで、図示した流速分布 $V(r)$ に示したように、翼 6 の先端 6 b 側を流れる吸気を加速させることができる。このため、上述した図 10 A に示した実施形態のように $D1 < D2$ にしなくても、翼 6 の先端 6 b における逆流を抑制することで、サージマージンの改善を図ることができる。

[0098] また、幾つかの参考形態では、図 10 B に示した参考形態において、その案内羽 40 B が、 $D1 < D2$ となるように構成されていてもよい。このような参考形態によれば、外側流路 44 を流れる吸気を、逆流の発生する翼 6 の先端 6 b に向けて流すとともに、内側流路 42 を流れる吸気の内、案内羽 40 B の内周面 40 c に沿って流れる吸気を逆流の発生する翼 6 の先端 6 b に向けて流すことがで、翼 6 の先端 6 b 側を流れる吸気をさらに加速させることができる。これにより、翼 6 の先端 6 b における逆流を抑制することで、より一層のサージマージンの改善を図ることができる。

符号の説明

[0099]	1	遠心圧縮機
	2	インペラ
	3	ケーシング
	3 A	スクロール側ケーシング部
	3 B	導入側ケーシング部
	4	ハブ
	4 a	外周面
	5	回転軸
	6、6 A、6 B	翼
	6 a	前縁
	6 b	先端
	6 b 1	先端部
	6 c	後縁
	6 a b	前縁先端
	6 s a	圧力面

6 s b	負圧面
7	ナット
1 0	導入流路
1 0 A	絞り流路
1 0 B	拡大流路
1 2	ディフューザ流路
1 3	導入口部
1 4	スクロール流路
1 6	翼間流路
1 6 t	スロート部
2 0	内周面
2 2	絞り部
2 4	傾斜部
2 6	シュラウド部
2 8	縮小部
3 0	再循環流路
3 2	入口側開口
3 4	出口側開口
3 4 a	上流側縁部
3 4 b	下流側縁部
3 6	再循環流路外面
4 0、4 0 A、4 0 B	案内羽
4 2	内側流路
4 4	外側流路
5 1	スクロール本体部
5 2	軸方向部
5 3	スクロール側フランジ
5 4	段差面

6 1	上流側部
6 2	下流側部
6 3	導入側フランジ
6 4	下流側端面
A c	流路面積
A t	スロート面積
B L	基準線
L t	スロート長
R A	回転軸線
V (r)	流速分布
s a	吸気

請求の範囲

- [請求項1] ハブ、及び前記ハブの外周面に周方向に間隔をあけて設けられた複数の翼、を含むインペラと、
- 前記インペラを収容するとともに、前記インペラに対して、前記インペラの軸方向に沿って吸気を導入する導入流路を内部に画定するケーシングと、を備える遠心圧縮機であって、
- 前記導入流路の内周面は、絞り部と、前記絞り部の下流側に接続し、前記翼の前縁の先端近傍に向かって前記インペラの回転軸線との径方向距離が次第に大きくなる傾斜部と、を含み、
- 前記絞り部における流路面積を A_c 、
- 前記複数の翼の隣接する一対の翼によって画定される翼間流路のスロート面積を A_t 、
- 前記複数の翼の枚数を N_w 、とした場合に、 $A_c \geq A_t \times N_w$ となる遠心圧縮機。
- [請求項2] 前記傾斜部の下流端と、前記インペラの回転軸線との径方向の距離を R_1 、とした場合に、
- 前記傾斜部の下流端は、前記インペラの軸方向において、前記翼の前縁の先端と同じ位置にあるか、又は、前記翼の前縁の先端から上流側に $0.5 R_1$ 以内だけ離れた位置にある
- 請求項1に記載の遠心圧縮機。
- [請求項3] 前記傾斜部の上流端と下流端とを通過する直線と、前記インペラの回転軸線とのなす鋭角側の角度が 6° 以下である
- 請求項1又は2に記載の遠心圧縮機。
- [請求項4] 前記傾斜部の下流端と、前記インペラの回転軸線との径方向の距離を R_1 、とした場合に、
- 前記絞り部は、前記インペラの軸方向において、 $0.5 R_1$ 以上の長さを有する

請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の遠心圧縮機。

[請求項5] 前記傾斜部は、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、直線状に形成される

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の遠心圧縮機。

[請求項6] 前記傾斜部は、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、凸となる曲線状に形成される

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の遠心圧縮機。

[請求項7] 前記ケーシングの内周面は、前記傾斜部の下流端に接続するとともに、前記翼の先端に対して隙間を有して配置されるシュラウド部を含み、

前記傾斜部と前記シュラウド部とは、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、滑らかな曲線状を有するように接続される

請求項 6 に記載の遠心圧縮機。

[請求項8] 前記ケーシングの内周面は、前記傾斜部の下流端に接続するとともに、前記翼の先端に対して隙間を有して配置されるシュラウド部を含み、

前記ケーシングの内部には、前記シュラウド部に形成される入口側開口と、前記導入流路の内周面における前記傾斜部の下流端よりも上流側に形成される出口側開口とを接続する再循環流路が形成される

請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の遠心圧縮機。

[請求項9] 前記導入流路における前記翼の前縁よりも上流側の位置には、環状の案内羽が設けられ、

前記案内羽の上流端と前記導入流路の内周面との径方向距離を D_1 、前記案内羽の下流端と前記導入流路の内周面との径方向距離を D_2 、とした場合に、 $D_1 > D_2$ となる

請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の遠心圧縮機。

[請求項10] 前記案内羽の内周面は、前記インペラの回転軸線に沿った断面視において、前記案内羽の上流端から下流端に亘って凸となる曲線状に形

成される

請求項 9 に記載の遠心圧縮機。

[請求項11]

前記ケーシングは、

前記インペラによって圧縮された吸気が流れるディフューザ流路、及び、前記ディフューザ流路の外周側に形成され、前記ディフューザ流路を通過した吸気が流入するスクロール流路、を内部に画定するスクロール側ケーシング部と、

前記導入流路を内部に画定する、前記スクロール側ケーシング部とは別体からなる導入側ケーシング部と、を含み、

前記スクロール側ケーシング部、及び前記導入側ケーシング部は、前記インペラの軸方向に沿って接続される

請求項 1 から 1 0 の何れか 1 項に記載の遠心圧縮機。

[請求項12]

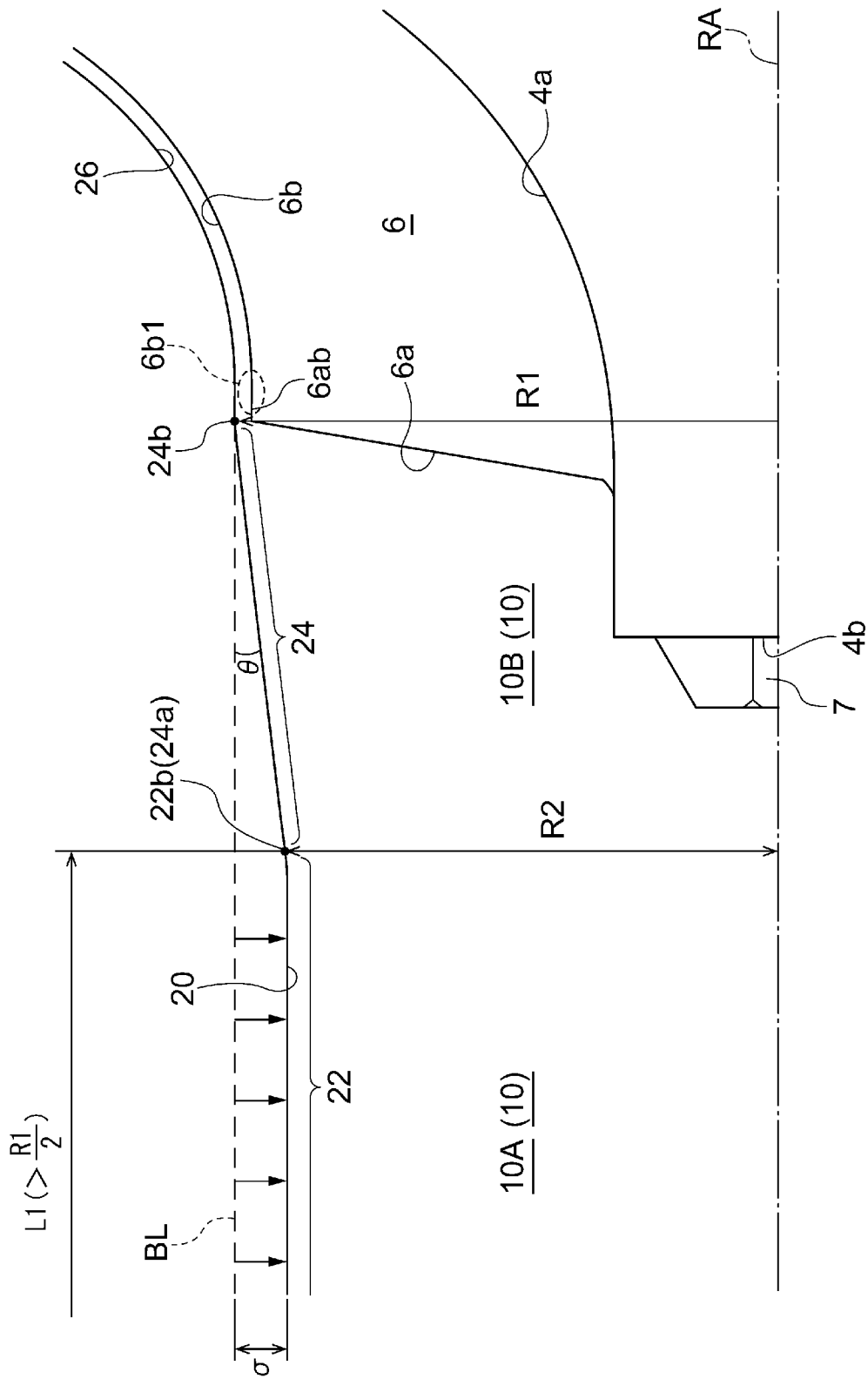
前記導入側ケーシング部の内周面は、前記絞り部の上流端から前記傾斜部の下流端までを含む

請求項 1 1 に記載の遠心圧縮機。

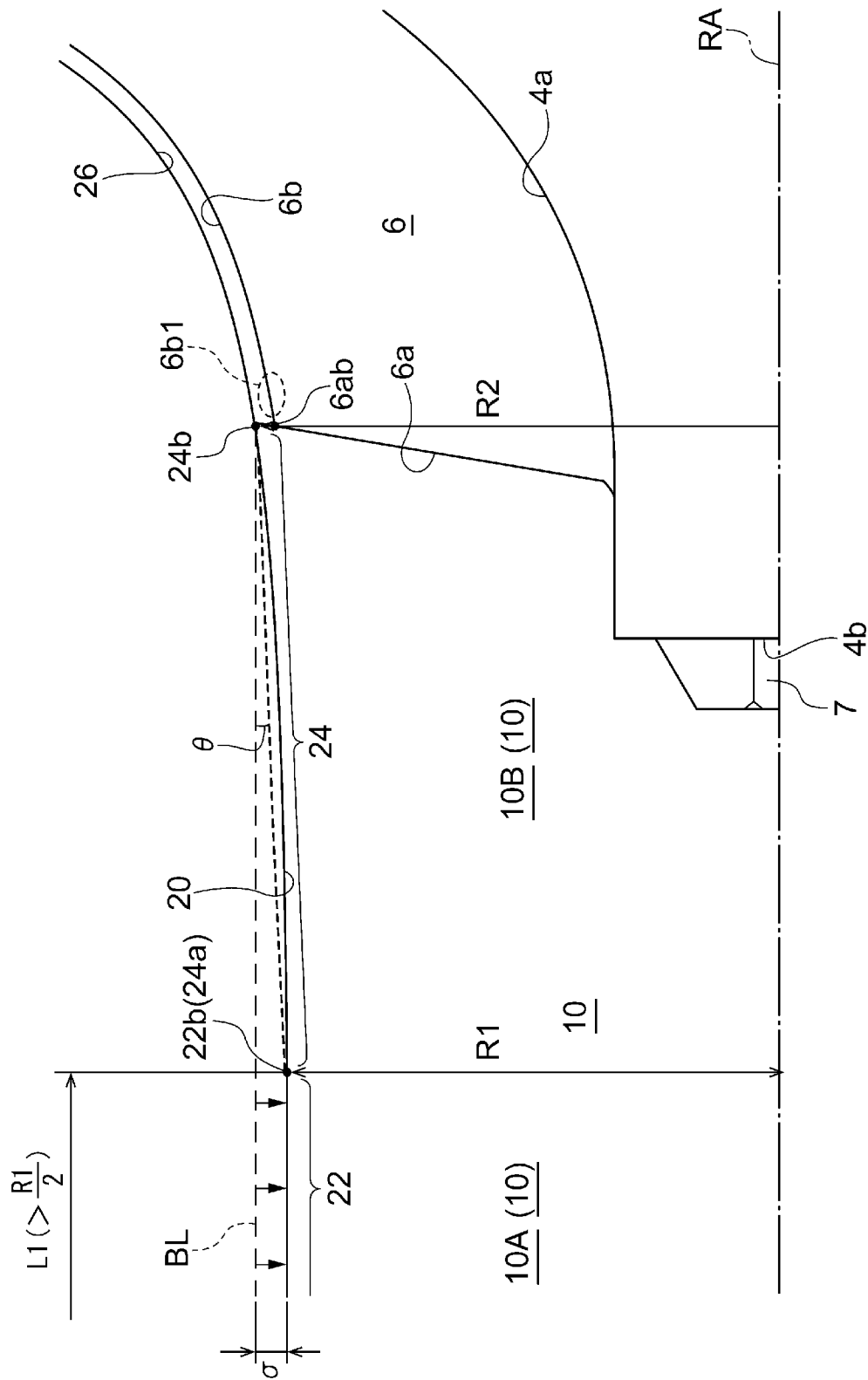
[請求項13]

請求項 1 から 1 2 の何れか 1 項に記載の遠心圧縮機を備えるターボチャージャ。

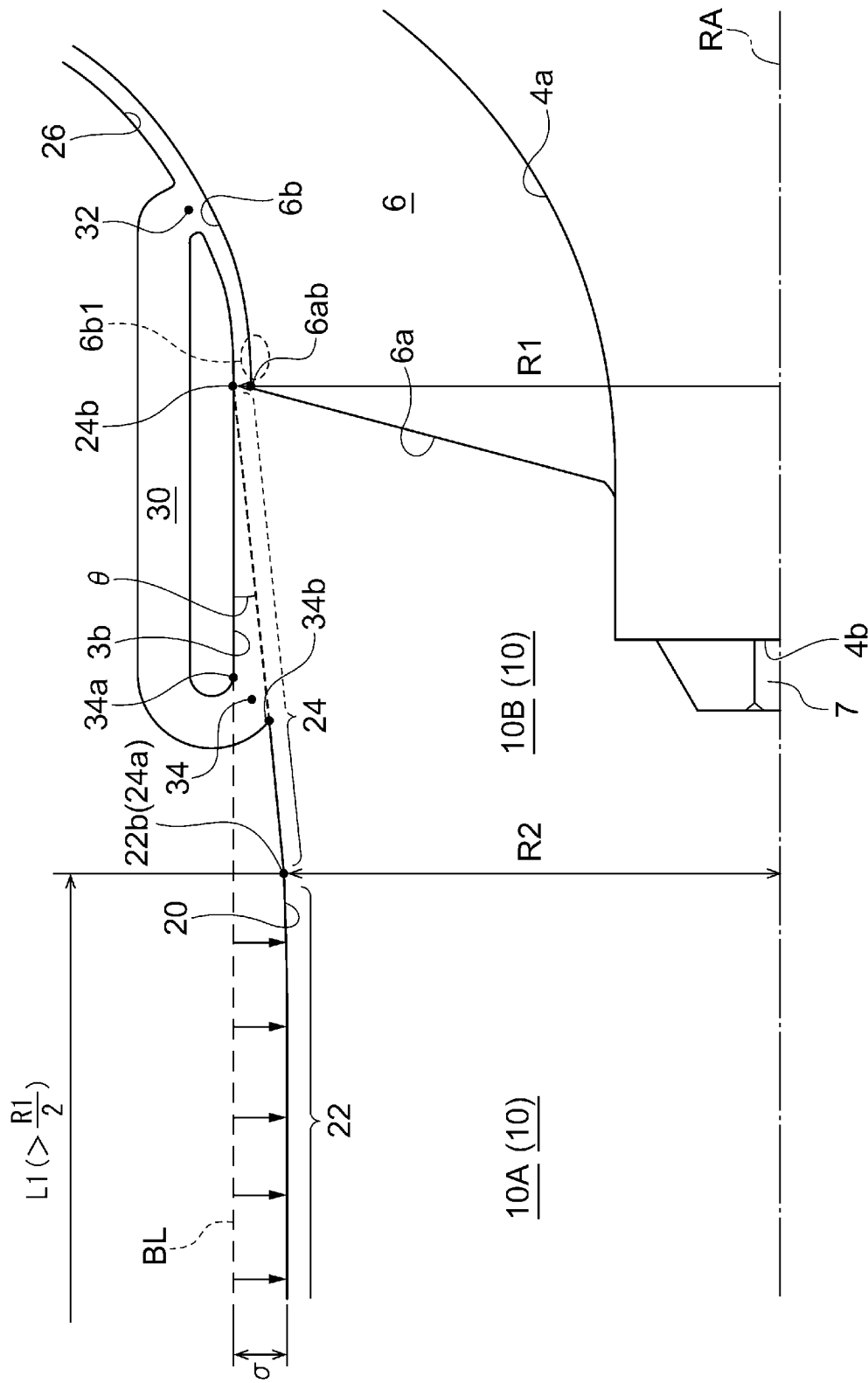
[図2]



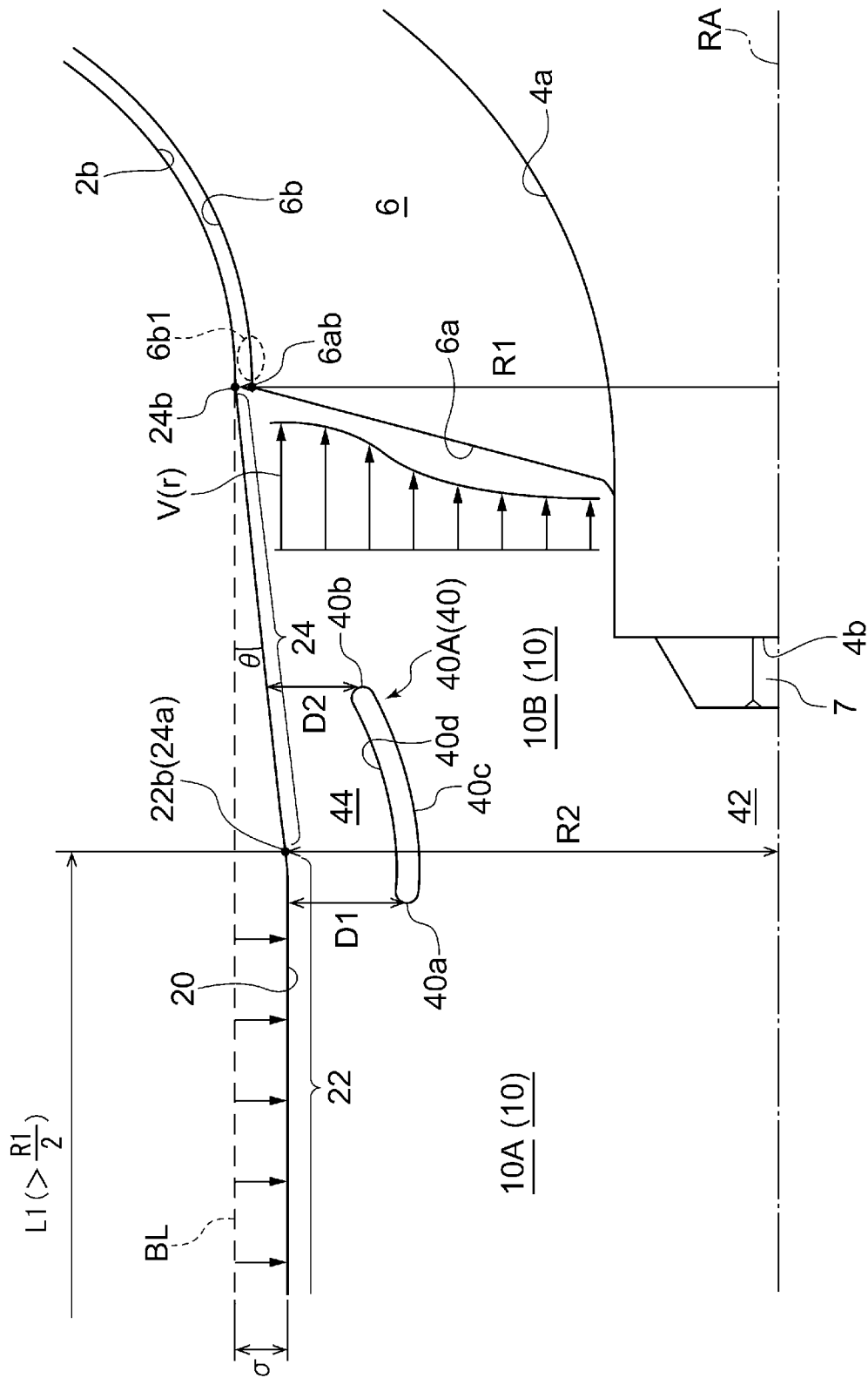
[図4]



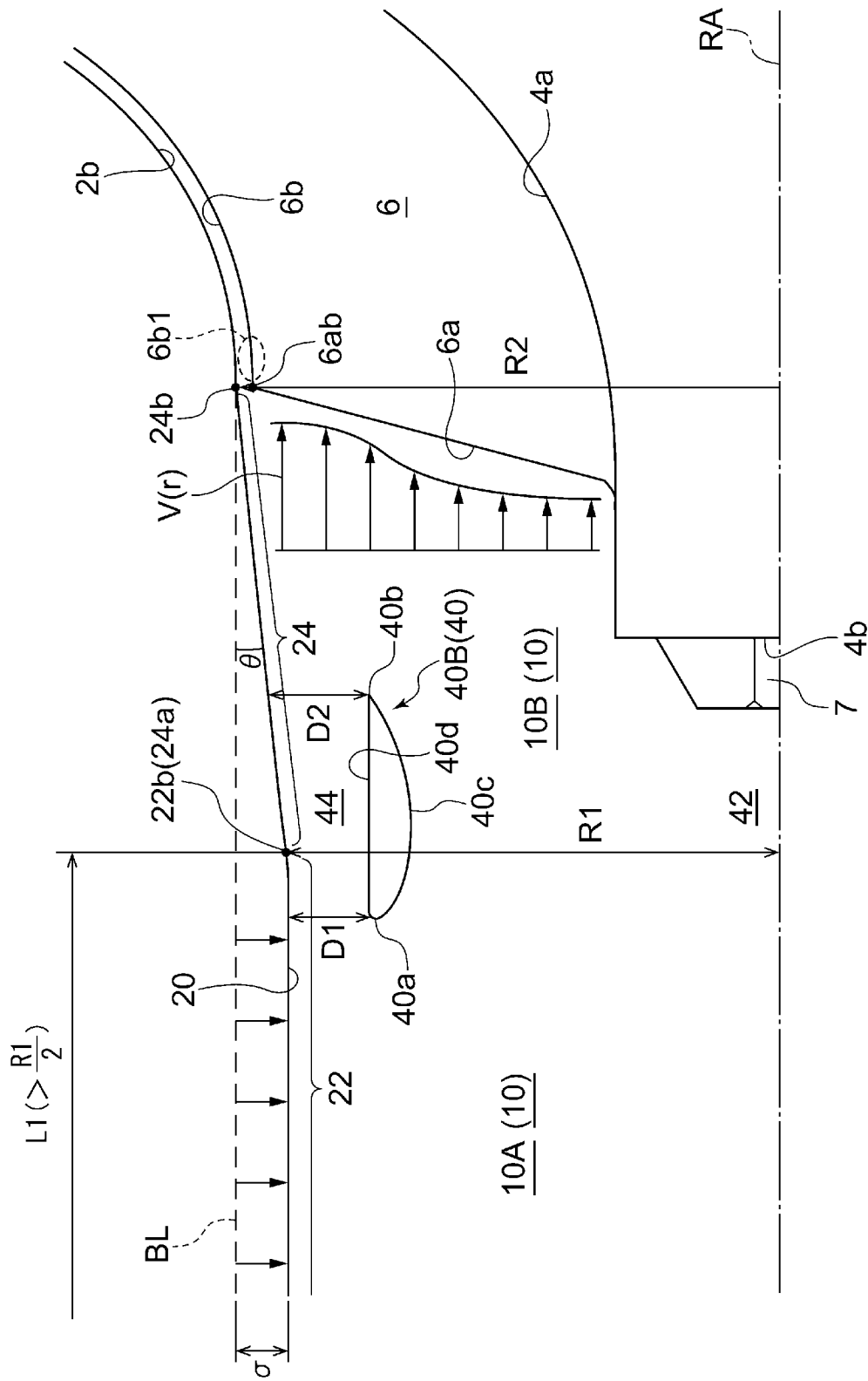
[図5]



[図6A]

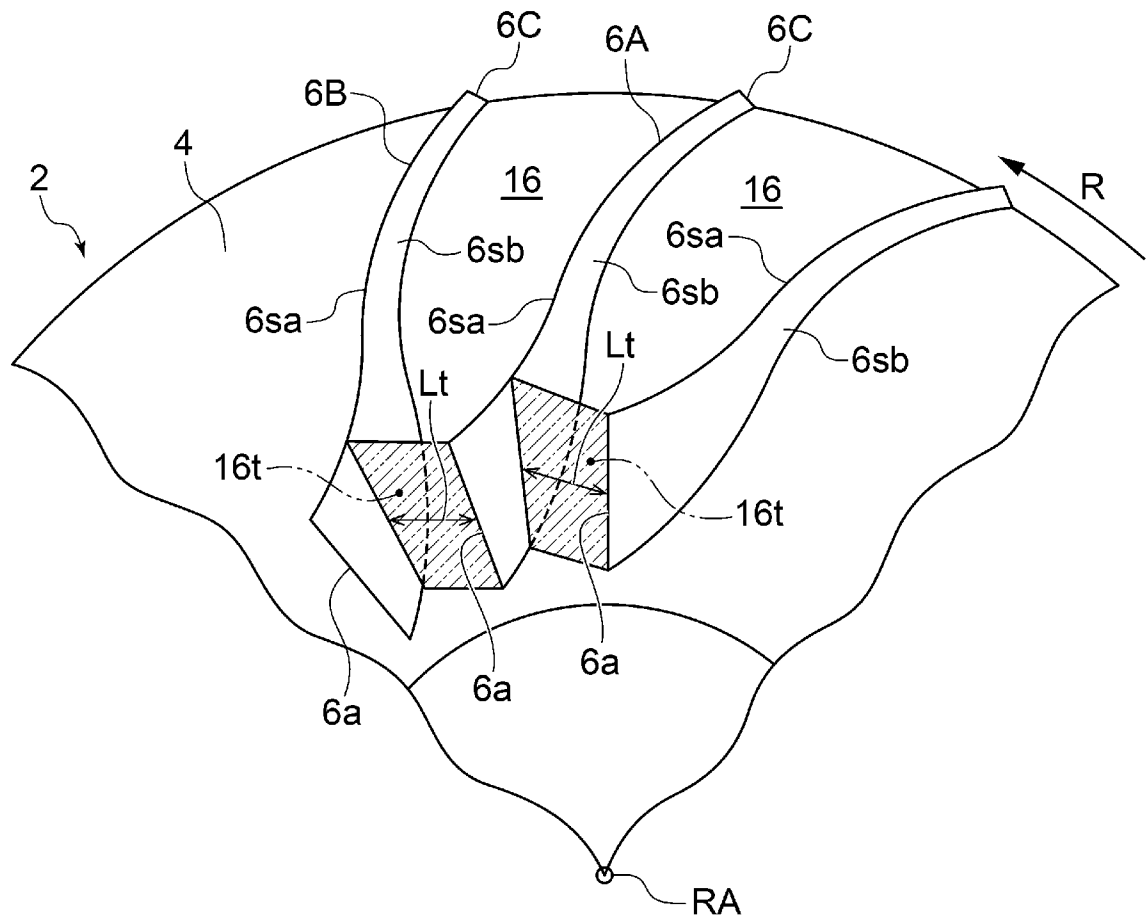


[図6B]

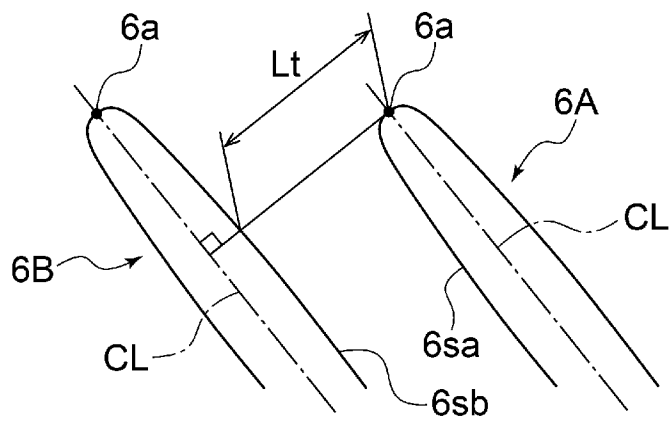


[図8]

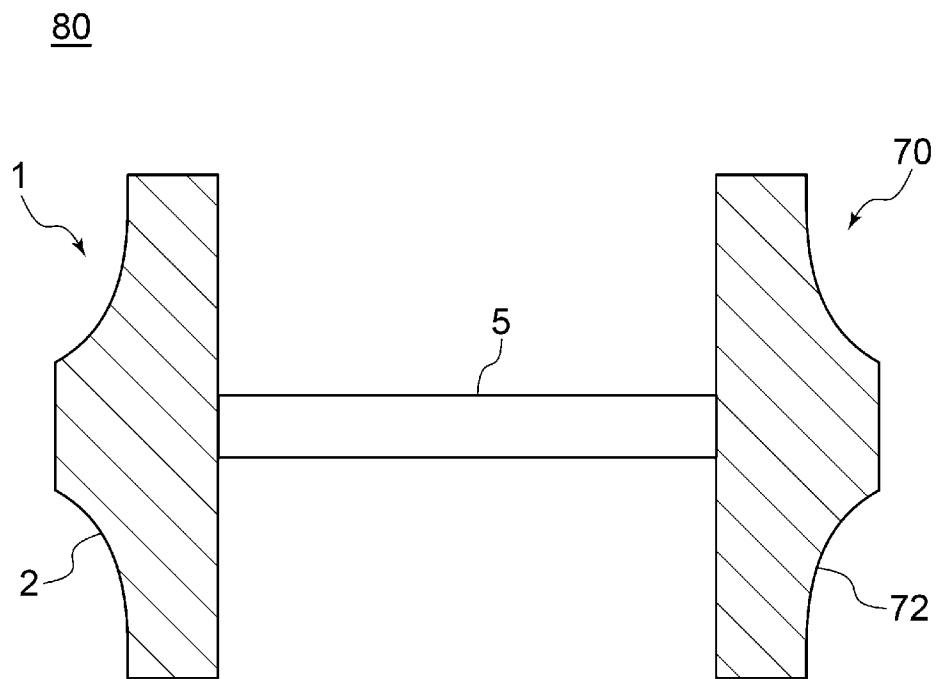
(a)



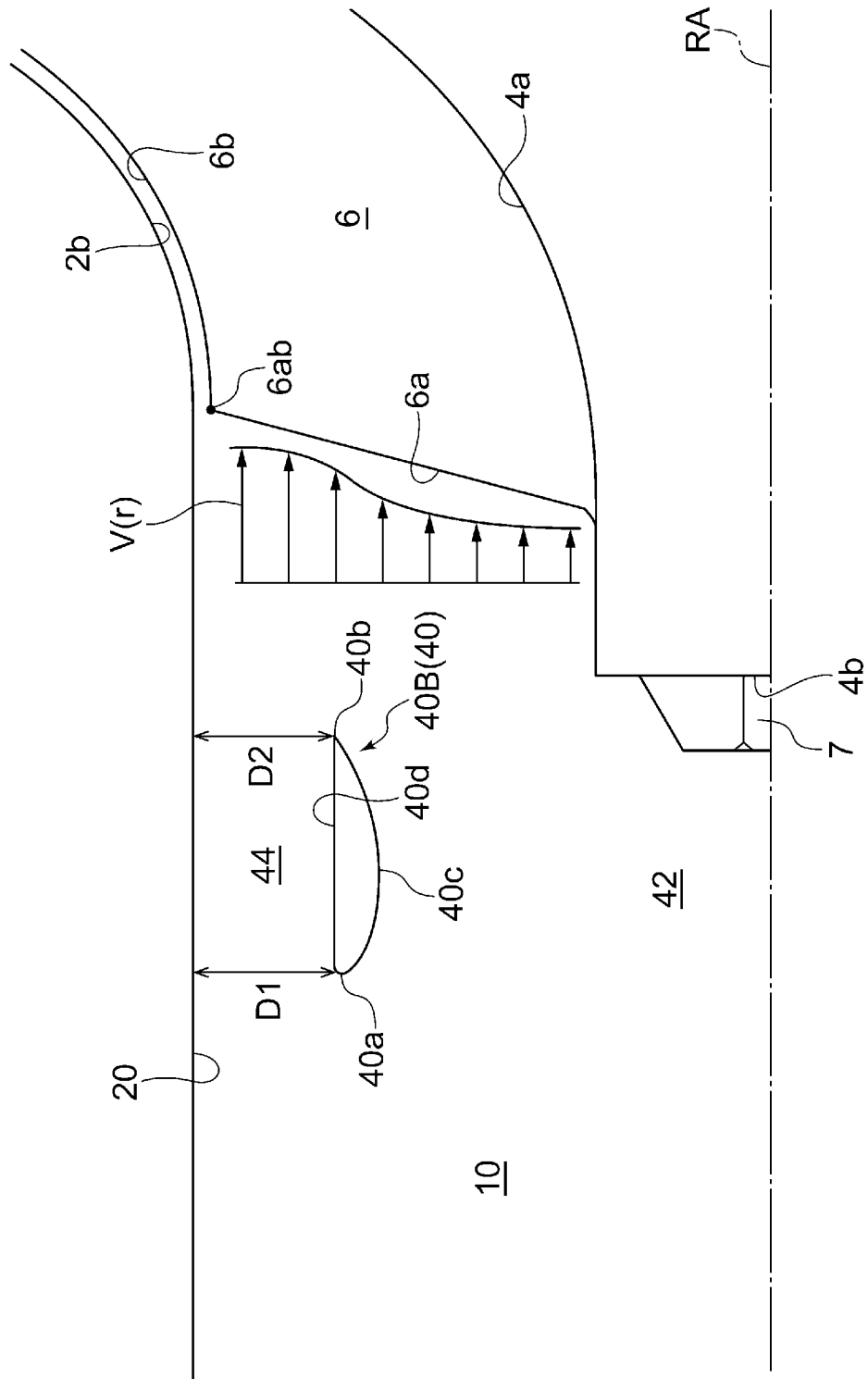
(b)



[図9]



[図10B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/30(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D29/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2012-177311 A (IHI Corp.), 13 September 2012 (13.09.2012), paragraphs [0017] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-7 8-13
Y	WO 2015/001644 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 January 2015 (08.01.2015), fig. 5, 8 & US 2016/0201693 A1 fig. 5, 8 & EP 3018361 A1	8-13
Y	JP 2009-257177 A (IHI Corp.), 05 November 2009 (05.11.2009), fig. 1 (Family: none)	8-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 March 2017 (17.03.17)

Date of mailing of the international search report
28 March 2017 (28.03.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004611

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/128931 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 August 2014 (28.08.2014), fig. 1 & US 2015/0354591 A1 fig. 1 & EP 2960526 A1	9-13
Y	JP 2015-163776 A (Toyota Motor Corp.), 10 September 2015 (10.09.2015), fig. 1 & WO 2015/128724 A1 fig. 1	13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D29/30(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D29/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2012-177311 A（株式会社 I H I）2012.09.13, 段落[0017]-[0020], [図 1]（ファミリーなし）	1-7 8-13
Y	WO 2015/001644 A1（三菱重工業株式会社）2015.01.08, [図 5], [図 8] & US 2016/0201693 A1, FIG. 5, 8 & EP 3018361 A1	8-13
Y	JP 2009-257177 A（株式会社 I H I）2009.11.05, [図 1] （ファミリーなし）	8-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.03.2017

国際調査報告の発送日

28.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山本 崇昭

30

4423

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2014/128931 A1 (三菱重工業株式会社) 2014. 08. 28, [図 1] & US 2015/0354591 A1, FIG. 1 & EP 2960526 A1	9-13
Y	JP 2015-163776 A (トヨタ自動車株式会社) 2015. 09. 10, [図 1] & WO 2015/128724 A1, FIG. 1	13