

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月11日(11.05.2018)



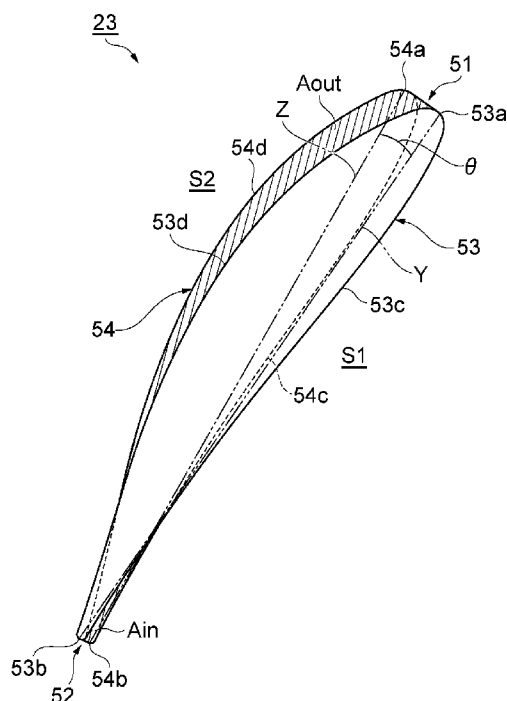
(10) 国際公開番号

WO 2018/084154 A1

- (51) 国際特許分類:
F02B 37/24 (2006.01) *F01D 17/16* (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/039384
- (22) 国際出願日: 2017年10月31日(31.10.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-214466 2016年11月1日(01.11.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 元田 奈都子 (MOTODA Natsuko);
〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: VARIABLE NOZZLE UNIT AND SUPERCHARGER

(54) 発明の名称: 可変ノズルユニットおよび過給機



(57) Abstract: This variable nozzle unit is provided with a variable nozzle blade disposed between a hub wall surface and a shroud wall surface and capable of pivoting within a gas inflow passage about a pivot axis parallel to the rotation axis of the turbine blade wheel. The variable nozzle blade includes a front edge, a rear edge, a hub end surface which faces the hub wall surface, and a shroud end surface which faces the shroud wall surface. The variable nozzle blade is configured twisted about a twist center located between the rear edge and the pivot axis so that, on the front edge side, the hub end surface will protrude further toward the outside radially of the rotation axis than the shroud end surface, and on the rear edge side, the hub end surface will protrude further toward the inside radially of the rotation axis than the shroud end surface.

(57) 要約: 可変ノズルユニットは、ハブ壁面およびシュラウド壁面の間に配置され、ガス流入路内でタービン翼車の回転軸線に平行な回転軸線周りに回転可能な可変ノズル翼を備える。可変ノズル翼は、前縁と、後縁と、ハブ壁面に対面するハブ端面と、シュラウド壁面に対面するシュラウド端面と、を含む。可変ノズル翼は、ハブ端面が前縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向外側にはみ出すと共に、ハブ端面が後縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向内側にはみ出すように、後縁と回転軸線との間に位置するひねり中心周りでひねられて構成される。

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))

明 細 書

発明の名称：可変ノズルユニットおよび過給機

技術分野

[0001] 本開示は、可変ノズルユニットおよび過給機に関する。

背景技術

[0002] 従来、特許文献 1 および 2 に記載されるように、タービン翼車へ流入するガスの流路面積（スロート面積）を可変とするための可変ノズル翼が知られている。可変ノズル翼は、タービン翼車の回転軸線に平行な軸線周りに回転可能である。可変ノズル翼の回転によって、ガスの流路面積が変更され得る。

[0003] 特許文献 1 に記載の可変ノズル翼は、シュラウド側がハブ側よりも径方向内側へせり出すように、後縁を中心として捻られて構成されている。これにより、サイドクリアランスフローが低減され、タービン翼車の入口側におけるエネルギー損失の領域が低減される。特許文献 2 に記載の可変ノズル翼は、コード長方向に傾けられ（sweep）、反り方向に傾けられ（lean）、さらに、可変ノズル翼の回転軸線を中心にねじられた（twist）形状をなしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2015-14252 号公報

特許文献 2：米国特許出願公開第 2011/0314808 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の特許文献 1 に記載の可変ノズル翼では、後縁を中心に捻られた 3 次元形状を採用することにより、可変ノズル翼をシュラウド側に寄せ、シュラウド側のサイドクリアランスをハブ側のサイドクリアランスよりも小さくしている。これにより、シュラウド側のクリアランスフローを低減し、可変容量型過給機のタービン効率の向上を図っている。しかしながら、この可変ノ

ズル翼では、可変ノズル翼に対してハブ側に押し付けようとするスラスト力がかかり得る。このスラスト力が、可変ノズル翼をシュラウド側へ寄せることを困難にしている。特許文献2に記載の可変ノズル翼では、翼面形状が検討されており、クリアランスフローの低減については言及がない。

[0006] 本開示は、可変ノズル翼をシュラウド側へ容易に近寄らせることができる可変ノズルユニットおよび過給機を説明する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様に係る可変ノズルユニットは、スクロール流路からタービン翼車へ流入するガスを通過させるガス流入路と、タービン翼車の回転軸線方向に互いに対面しガス流入路を形成するハブ壁面およびシュラウド壁面と、を備えるタービンに用いられる可変ノズルユニットであって、ハブ壁面およびシュラウド壁面の間に配置され、ガス流入路内でタービン翼車の回転軸線に平行な回転軸線周りに回転可能な可変ノズル翼を備え、可変ノズル翼は、前縁と、後縁と、ハブ壁面に対面するハブ端面と、シュラウド壁面に対面するシュラウド端面と、を含み、可変ノズル翼は、ハブ端面が前縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向外側にはみ出すと共に、ハブ端面が後縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向内側にはみ出すように、後縁と回転軸線との間に位置するひねり中心周りでひねられて構成される。

発明の効果

[0008] 本開示の一態様によれば、可変ノズル翼をシュラウド側へ容易に近寄らせることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本開示の一実施形態に係る過給機の断面図である。

[図2]図2は、可変ノズルユニットを回転軸線に垂直な面で切断した断面図である。

[図3]図3の(a)～図3の(f)は、可変ノズル翼の6面図である。

[図4]図4は、可変ノズル翼のシュラウド端面とハブ端面との位置ずれの関係

を模式的に示す図である。

[図5]図5の(a)は可変ノズル翼をシュラウド端面側から見て示す図であり、図5の(b)は後縁付近における図5の(a)の部分拡大図である。

[図6]図6は、可変ノズル翼の子午面形状を示す図である。

[図7]図7は、可変ノズル翼にかかる各種の力を模式的に示す図である。

[図8]図8は、ひねり中心の位置と投影面積比との関係を示す図である。

[図9]図9は、ひねり中心の位置とスラスト荷重比との関係を示す図である。

[図10]図10の(a)は比較例に係る可変ノズル翼をシュラウド端面側から見て示す図であり、図10の(b)は後縁付近における図10の(a)の部分拡大図である。

[図11]図11の(a)は比較例に係る可変ノズル翼をシュラウド端面側から見て示す図であり、図11の(b)は前縁付近における図11の(a)の部分拡大図であり、図11の(c)は後縁付近における図11の(a)の部分拡大図である。

発明を実施するための形態

[0010] 本開示の一態様に係る可変ノズルユニットは、スクロール流路からタービン翼車へ流入するガスを通過させるガス流入路と、タービン翼車の回転軸線方向に互いに対面しガス流入路を形成するハブ壁面およびシュラウド壁面と、を備えるタービンに用いられる可変ノズルユニットであって、ハブ壁面およびシュラウド壁面の間に配置され、ガス流入路内でタービン翼車の回転軸線に平行な回転軸線周りに回転可能な可変ノズル翼を備え、可変ノズル翼は、前縁と、後縁と、ハブ壁面に対面するハブ端面と、シュラウド壁面に対面するシュラウド端面と、を含み、可変ノズル翼は、ハブ端面が前縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向外側にはみ出すと共に、ハブ端面が後縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向内側にはみ出すように、後縁と回転軸線との間に位置するひねり中心周りでひねられて構成される。

[0011] この可変ノズルユニットでは、可変ノズル翼は、後縁と回転軸線との間に

位置するひねり中心周りでひねられている。このようなひねり中心の配置により、ハブ端面が前縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向外側にはみ出し、一方で、ハブ端面が後縁側においてシュラウド端面よりも回転軸線の径方向内側にはみ出す。このハブ端面の径方向内側へのはみ出しにより、ハブ端面の径方向外側へのはみ出し面積が低減されている。これにより、可変ノズル翼の径方向外側（高圧側）で作用し得るスラスト力、すなわちハブ側へ押し付けようとするスラスト力が低減されている。ハブ側へのスラスト力の低減により、可変ノズル翼をシュラウド側へ容易に近寄らせることができる。その結果として、特許文献 1 に記載の可変ノズル翼に比して、ガス流入路内での可変ノズル翼の軸方向の位置調整が容易になっている。

[0012] いくつかの態様において、ハブ端面とシュラウド端面との間のひねり角は 1. 0° ～ 5. 0° に設定されている。この場合、タービン効率の向上効果と、上記したスラスト力の低減効果とが適切に発揮され得る。

[0013] いくつかの態様において、ハブ端面がシュラウド端面よりも径方向外側にはみ出す外側面積は、ハブ端面がシュラウド端面よりも径方向内側にはみ出す内側面積よりも大きい。この場合、隣り合う 2 枚の可変ノズル翼において、ハブ端面の前縁側の翼間距離が大きくなり、シュラウド側のクリアランスフローが低減され得る。よって、タービン効率の向上効果が奏される。

[0014] いくつかの態様において、ひねり中心は、前縁と後縁との間の距離を基準として、前縁から 70% ～ 85% の領域に位置する。前縁から 70% ～ 85% の領域に、ひねり中心を配置することにより、ハブ端面の径方向外側へのはみ出し面積と径方向内側へのはみ出し面積との関係において、より適切なバランスが実現される。よって、タービン効率の向上効果と、上記したスラスト力の低減効果とが適切に発揮され得る。

[0015] タービンに設けられた上記のいずれかの可変ノズルユニットを備えた過給機によれば、タービン性能が高められる。

[0016] 以下、図面を参照しながら、本開示の可変容量型過給機の実施形態について説明する。なお、各図面においては、構成要素の特徴を誇張して描写する

場合があるため、図面上の各部位の寸法比は必ずしも実物とは一致しない。

[0017] 図1に示される可変容量型過給機1は、例えば、船舶や車両の内燃機関に適用されるものである。図1に示されるように、可変容量型過給機1は、タービン2とコンプレッサ3とを備えている。タービン2は、タービンハウジング4と、タービンハウジング4に収納されたタービン翼車6と、を備えている。タービンハウジング4は、タービン翼車6の周囲において周方向に延びるスクロール流路16を有している。コンプレッサ3は、コンプレッサハウジング5と、コンプレッサハウジング5に収納されたコンプレッサ翼車7と、を備えている。コンプレッサハウジング5は、コンプレッサ翼車7の周囲において周方向に延びるスクロール流路17を有している。

[0018] タービン翼車6は回転軸14の一端に設けられている。コンプレッサ翼車7は回転軸14の他端に設けられている。タービンハウジング4とコンプレッサハウジング5との間には、軸受ハウジング13が設けられている。回転軸14は、軸受15を介して軸受ハウジング13に回転可能に支持されており、回転軸14、タービン翼車6およびコンプレッサ翼車7が一体の回転体12として回転軸線H周りに回転する。

[0019] タービンハウジング4には、排気ガス流入口（図示せず）および排気ガス流出口10が設けられている。内燃機関（図示せず）から排出された排気ガスが、排気ガス流入口を通じてタービンハウジング4内に流入し、スクロール流路16を通じてタービン翼車6に流入し、タービン翼車6を回転させる。その後、排気ガスは、排気ガス流出口10を通じてタービンハウジング4外に流出する。

[0020] コンプレッサハウジング5には、吸入口9および吐出口（図示せず）が設けられている。上記のようにタービン翼車6が回転すると、回転軸14を介してコンプレッサ翼車7が回転する。回転するコンプレッサ翼車7は、吸入口9を通じて外部の空気を吸入し、圧縮して、スクロール流路17を通じて吐出口から吐出する。吐出から吐出された圧縮空気は、前述の内燃機関に供給される。

[0021] 続いて、タービン 2 について更に詳細に説明する。タービン 2 は可変容量型タービンであり、スクロール流路 1 6 とタービン翼車 6 とを接続するガス流入路 2 1 には、複数の可変ノズル翼 2 3 が設けられている。複数の可変ノズル翼 2 3 が回転軸線 H を中心とする円周上に配置されており、各々の可変ノズル翼 2 3 は回転軸線 H に平行な回転軸線 L（図 5 の（a）参照）周りに回転する。ガス流入路 2 1 は、スクロール流路 1 6 からタービン翼車 6 に流入するガスを通過させる。上記のように可変ノズル翼 2 3 が回転することで、タービン 2 に導入される排気ガスの流量に応じてガス流路の断面積（スロット面積）が最適に調整される。

[0022] 上記のように可変ノズル翼 2 3 を回転させるための駆動機構として、タービン 2 は可変ノズルユニット 2 5 を備えている。可変ノズルユニット 2 5 は、タービンハウジング 4 の内側に嵌め込まれており、タービンハウジング 4 と軸受ハウジング 1 3 とで挟み込まれて固定される。

[0023] 以下、図 1 および図 2 を参照しながら、可変容量型過給機 1 のタービン 2 に適用された可変ノズルユニット 2 5 について説明する。以下の説明において、単に「軸線方向」、「径方向」、「周方向」等と言うときには、それぞれ、タービン翼車 6 の回転軸線 H 方向、回転径方向、回転周方向を意味するものとする。また、回転軸線 H 方向において、タービン 2 に近い側を単に「タービン側」と言い、コンプレッサ 3 に近い側を単に「コンプレッサ側」と言う場合がある。

[0024] 可変ノズルユニット 2 5 は、上記の複数（図の例では 1 1 個）の可変ノズル翼 2 3 と、可変ノズル翼 2 3 を軸線方向に挟む第 1 ノズルリング 3 1 および第 2 ノズルリング 3 2 と、を有している。第 1 ノズルリング 3 1 と第 2 ノズルリング 3 2 とは、それぞれ回転軸線 H を中心とするリング状を成しており、タービン翼車 6 を周方向に囲むように配置されている。第 1 ノズルリング 3 1 と第 2 ノズルリング 3 2 とで挟まれた領域が前述のガス流入路 2 1 を構成する。第 2 ノズルリング 3 2 はスクロール流路 1 6（図 1 参照）に面しており、第 2 ノズルリング 3 2 がスクロール流路 1 6 の内壁の一部を形成し

ている。第1ノズルリング31の軸受孔31aには、各可変ノズル翼23の回転軸23aが回転可能に挿通されており、第1ノズルリング31は各可変ノズル翼23を片持ちで軸支している。なお、図の例では、可変ノズル翼23は円周上に等間隔に配置されているが、可変ノズル翼23を等間隔に配置することは必須ではない。図2には、タービン翼車6の回転方向Dが併せて示されている。

[0025] 図1に示されるように、第1ノズルリング31のコンプレッサ側には、円環板状のサポートリング41が固定され、更にサポートリング41のコンプレッサ側には、リング状をなす駆動リングサポート部材43が固定されている。第1ノズルリング31、第2ノズルリング32、サポートリング41および駆動リングサポート部材43には、それぞれ複数（図の例では3つ）ずつのピン孔35aが設けられている。これらの各ピン孔35aに連結ピン35が挿通されることで、第1ノズルリング31、第2ノズルリング32、サポートリング41および駆動リングサポート部材43が互いに連結される。

[0026] なお、サポートリング41および駆動リングサポート部材43は、連結ピン35のコンプレッサ側の部分により、第1ノズルリング31に対して共力シメされる。また、連結ピン35のタービン側の部分には、第1ノズルリング31および第2ノズルリング32をそれぞれ位置決めするための2つの鍔部が設けられている。2つの鍔部の間の寸法が高精度に作製されることで、ガス流入路21の軸線方向の寸法精度が確保されている。駆動リングサポート部材43に駆動リング28が取り付けられることで、駆動リング28が回転軸線H周りで回転可能に支持される。サポートリング41の外周部分が、タービンハウジング4と軸受ハウジング13とで軸線方向に挟み込まれることにより、可変ノズルユニット25全体がタービンハウジング4および軸受ハウジング13によって保持される。

[0027] 駆動リング28は、外部から入力される可変ノズル翼23への駆動力を伝達する部材であり、例えば金属材料により一部材で形成されている。駆動リング28は、回転軸線Hを中心とする円周上に延在するリング状をなしてお

り、外部からの駆動力を受けて回転軸線H周りに回転する。レバー29は各可変ノズル翼23の回転軸23aにそれぞれ取り付けられ、駆動リング28の内側で円周上に等間隔に配置されている。

[0028] このような可変ノズルユニット25のうち、第1ノズルリング31、第2ノズルリング32、サポートリング41、および連結ピン35からなる部分が、タービンハウジング4に固定され複数の可変ノズル翼23を回転可能に軸支している。

[0029] 図2以降の図面を参照しながら、可変ノズルユニット25および可変ノズル翼23についてより詳しく説明する。複数の可変ノズル翼23は、同一であり、等しい大きさおよび形状を有する。第1ノズルリング31と第2ノズルリング32との間に配置された複数の可変ノズル翼23において、回転動作の信頼性を確保するため、サイドクリアランスが形成される。すなわち、図7に示されるように、第1ノズルリング31のハブ壁面31bと可変ノズル翼23のハブ端面54との間には、ハブ側クリアランスCL1が形成され得る。第2ノズルリング32のシュラウド壁面32bと可変ノズル翼23のシュラウド端面53との間には、シュラウド側クリアランスCL2が形成され得る。上述したタービン効率の向上の観点から、シュラウド側クリアランスCL2をハブ側クリアランスCL1よりも小さくすることが望ましい。よって、シュラウド側クリアランスCL2は、可変容量型過給機1の運転中において、零（シュラウド側クリアランスCL2が無い）になることが望ましい（図6参照）。

[0030] 可変ノズルユニット25では、可変ノズル翼23の3次元形状を工夫することにより、可変ノズル翼23に対して軸方向にかかる力（スラスト力）が考慮されており、それによって可変ノズル翼23の軸方向の位置が容易に調整され得る。すなわち、図7に示される各種の力F1～F4のバランスが所望の状態となるよう、可変ノズル翼23の3次元形状が決定されている。

[0031] 図2、図3、および図4に示されるように、可変ノズル翼23は、ガス流入路21におけるガスの流れを基準として上流側に位置する前縁51と、下

流側に位置する後縁 5 2 とを含む。可変ノズル翼 2 3 は、第 1 ノズルリング 3 1 のタービン側の面であるハブ壁面 3 1 b に対面する平坦なハブ端面 5 4 と、第 2 ノズルリング 3 2 のコンプレッサ側の面であるシュラウド壁面 3 2 b に対面する平坦なシュラウド端面 5 3 とを含む。ハブ端面 5 4 およびシュラウド端面 5 3 は、前縁 5 1 と後縁 5 2 とを連結しており、回転軸線 H に（すなわち回動軸線 L に）直交するようにそれぞれ配置される。ハブ端面 5 4 およびシュラウド端面 5 3 は、たとえば、等しい大きさおよび形状を有しており、したがって合同である。なお、ハブ端面 5 4 およびシュラウド端面 5 3 が合同であることは必須ではない。

[0032] 可変ノズル翼 2 3 は、径方向内側 S 1 に面する内側翼面 5 6 と、径方向外側 S 2 に面する外側翼面 5 7 とを含む。内側翼面 5 6 は、径方向内側 S 1 に対面しており、凹面状に湾曲する。外側翼面 5 7 は、径方向外側 S 2 に対面しており、凸面状に湾曲する。内側翼面 5 6 および外側翼面 5 7 は、前縁 5 1 と後縁 5 2 とを連結しており、シュラウド端面 5 3 とハブ端面 5 4 とを連結している。

[0033] 可変ノズル翼 2 3 の 3 次元形状について詳しく説明する。図 4 に示されるように、ハブ端面 5 4 は、前縁 5 1 と後縁 5 2 との間の中央部から前縁 5 1 側において、シュラウド端面 5 3 よりも径方向外側 S 2 にはみ出している。言い換えれば、回動軸線 L 方向においてハブ端面 5 4 をシュラウド端面 5 3 に投影した場合に、ハブ端面 5 4 は、シュラウド端面 5 3 に対し、上記の中央部から前縁 5 1 側において径方向外側 S 2 にはみ出す（ずれている）。一方、ハブ端面 5 4 は、後縁 5 2 側において、シュラウド端面 5 3 よりも径方向内側 S 1 にはみ出している。言い換えれば、回動軸線 L 方向においてハブ端面 5 4 をシュラウド端面 5 3 に投影した場合に、ハブ端面 5 4 は、シュラウド端面 5 3 に対し、後縁 5 2 側において径方向内側 S 1 にはみ出す（ずれている）。

[0034] 可変ノズル翼 2 3 を別の観点から説明すると、ハブ端面 5 4 の前端 5 4 a は、シュラウド端面 5 3 の前端 5 3 a よりも径方向外側 S 2 に位置する。ハ

ブ端面 5 4 の内側縁 5 4 c および外側縁 5 4 d は、上記の中央部から前縁 5 1 側において、シュラウド端面 5 3 の内側縁 5 3 c および外側縁 5 3 d よりもそれぞれ径方向外側 S 2 に位置する。一方、ハブ端面 5 4 の後端 5 4 b は、シュラウド端面 5 3 の後端 5 3 b よりも径方向内側 S 1 に位置する。シュラウド端面 5 3 の後端 5 3 b とハブ端面 5 4 の後端 5 4 b との間には、ミッドスパン部 5 5 の後端 5 5 b が位置する。ハブ端面 5 4 の内側縁 5 4 c および外側縁 5 4 d は、後縁 5 2 側において、シュラウド端面 5 3 の内側縁 5 3 c および外側縁 5 3 d よりもそれぞれ径方向内側 S 1 に位置する。

[0035] ハブ端面 5 4 は、径方向内側 S 1 に、僅かにはみ出している。ハブ端面 5 4 の後縁 5 2 側のごく一部が、径方向内側 S 1 にはみ出している。これに対し、ハブ端面 5 4 は、径方向外側 S 2 に、比較的大きくはみ出している。ハブ端面 5 4 が径方向外側 S 2 にはみ出す面積である外側面積 A_{out} は、ハブ端面 5 4 が径方向内側 S 1 にはみ出す面積である内側面積 A_{in} よりも大きい。

[0036] 図 5 の (a) に示されるように、可変ノズル翼 2 3 は、後縁 5 2 と回動軸線 L との間であって、後縁 5 2 および回動軸線 L の両方を除く領域に、ひねり中心 X を有する。可変ノズル翼 2 3 は、このひねり中心 X 周りでひねられるように構成される。ひねり中心 X は、たとえば回動軸線 L に平行なひねり軸線 (twist axis) である。ひねり中心 X は、後縁 5 2 と回動軸線 L との間部位置する。

[0037] より詳しくは、ひねり中心 X は、前縁 5 1 と後縁 5 2 との間の距離を基準 (すなわち 100%) として、前縁 5 1 から 60~95% の領域に位置する。ひねり中心 X は、前縁 5 1 と後縁 5 2 との間の距離を基準として、前縁 5 1 から 70~85% の領域に位置してもよい。図 5 の (b) に示されるように、ひねり中心 X は、たとえばキャンバーライン C 上における前縁 5 1 から 80% の位置に設けられている。ひねり中心 X は、キャンバーライン C 上における前縁 5 1 から 70~85% の領域に設けられてもよい。ひねり中心 X がキャンバーライン C 上に設けられることは必須ではない。ひねり中心 X は

、キャンバーラインCからずれた位置に設けられてもよい。

[0038] ハブ端面54とシュラウド端面53との間のひねり角 θ は、たとえば、1.0～5.0°に設定されている。図4に示されるように、ひねり角 θ は、たとえば、シュラウド端面53における前端53aと後端53bとを繋いだ仮想線Yと、ハブ端面54における前端54aと後端54bとを繋いだ仮想線Zとがなす角である。1.0～5.0°のひねり角 θ を設ける場合、たとえば、ミッドスパン部55をベースとして、ハブ端面54を径方向外側S2（可変ノズル翼23が開く方向、図5の（a）における反時計回り）に0.5～2.5°回転させてもよい。ミッドスパン部55をベースとして、シュラウド端面53を径方向内側S1（可変ノズル翼23が閉じる方向、図5の（a）における時計回り）に0.5～2.5°回転させてもよい。ミッドスパン部55を基準とする各方向への回転角度は、ひねり角 θ の半分（ $\theta/2$ ）に相当する。ひねり角 θ は、タービン効率を更に高める観点から、2.0～3.0°であってもよい。シュラウド端面53およびハブ端面54の対応する一对の点を結ぶ線分は、上記の回転に伴い回動軸線Lに対して傾斜させられる。傾斜した無数の線分の集合により、前縁51、後縁52、内側翼面56および外側翼面57が形成され得る。

[0039] 図6に示されるように、可変ノズル翼23の子午面形状において、シュラウド端面53とハブ端面54は平行である。また、手前側に位置するシュラウド側前端53aよりも、奥側に位置するハブ側前端54aの方が、半径方向D2（半径方向外側）に張り出す。奥側に位置するシュラウド側後端53bよりも、手前側に位置するハブ側後端54bの方が、僅かに半径方向D2に張り出す。シュラウド側前端53aとハブ側前端54aとを結ぶ線分、および、シュラウド側後端53bとハブ側後端54bとを結ぶ線分は、いずれも軸方向D1に対して同様の向きに傾斜する。ただし、後縁52側の線分の傾きは、前縁51側の線分の傾きよりも小さい。このように、可変ノズル翼23の子午面形状は、非対称な台形をなす。なお、図6には、タービン翼車6の羽根部6aも併せて示されている。

[0040] 続いて、図7、図8、および図9を参照して、可変ノズル翼23の3次元形状の基となる考え方を説明する。図7は、可変ノズル翼23にかかる各種の力を模式的に示す図である。図8は、ひねり中心Xの位置と投影面積比との関係を示す図である。図9は、ひねり中心Xの位置とスラスト荷重比との関係を示す図である。図7に示されるように、可変ノズル翼23に作用する力として、いくつかの力が想定され得る。すなわち、ハブ端面54にかかる第1の力F1、シュラウド端面53にかかる第2の力F2、可変ノズル翼23がシュラウド側の鰭23cを含む場合に、その鰭23cにかかる第3の力F3、および、第1ノズルリング31の裏面側に形成されたリンク室45（図1参照）からの第4の力F4が想定され得る。なお、図示されないが、内側翼面56および外側翼面57にかかる力も想定され得る。図7には、ガスの流れFLも併せて示されている。

[0041] 図8において、外側面積A_{out}に関する投影面積比は、ひねり中心Xを前縁51から後縁52まで移動させた場合における、外側面積A_{out}の最大値に対する各外側面積A_{out}の比である。内側面積A_{in}に関する投影面積比は、ひねり中心Xを前縁51から後縁52まで移動させた場合における、内側面積A_{in}の最大値に対する各内側面積A_{in}の比である。図8に示されるように、投影面積比は、ひねり中心Xが前縁51（L/E）と後縁52（T/E）との略中間（0.5付近）に位置する場合に、等しくなる。

[0042] 図8に示されるように、上記の投影面積比が等しくなる位置より、ひねり中心Xが後縁52寄りであると、外側面積A_{out}に関する投影面積比が優勢となり、可変ノズル翼23はハブ壁面31bに近寄りやすくなる（図中の領域R1参照）。一方、上記の投影面積比が等しくなる位置より、ひねり中心Xが前縁51寄りであると、内側面積A_{in}に関する投影面積比が優勢となり、可変ノズル翼23はシュラウド壁面32bに近寄りやすくなる（図中の領域R2参照）。

[0043] 図9において、スラスト荷重比は、2次元翼（ひねり無しの可変ノズル翼）に対する、ひねり中心Xを前縁51から後縁52まで移動させた場合にお

けるスラスト荷重の比である。詳細には、2次元翼のスラスト荷重に対する、3次元翼のスラスト荷重から2次元翼のスラスト荷重を差し引いた差分の比である。したがって、図中において、縦軸が0.00に設定されているラインとグラフの交点は、3次元翼のスラスト荷重が2次元翼のスラスト荷重に等しい点であることを意味する。この交点は、ひねり中心Xが前縁51（L/E）と後縁52（T/E）との略中間（0.55付近）に位置する場合に相当する。なお、スラスト荷重は、ハブ側からシュラウド側に向かう方向を正としている。

[0044] 図9に示されるように、上記の交点より、ひねり中心Xが後縁52寄りであると、スラスト荷重は2次元翼に比べて小さくなり、可変ノズル翼23はハブ壁面31bに近寄りやすくなる（図中の領域R1参照）。一方、上記の交点より、ひねり中心Xが前縁51寄りであると、スラスト荷重は2次元翼に比べて大きくなり、可変ノズル翼23はシュラウド壁面32bに近寄りやすくなる（図中の領域R2参照）。

[0045] 本実施形態の可変ノズルユニット25では、リンク室45からの第4の力F4が大きいことにより、上記の相関に基づけば可変ノズル翼23がハブ壁面31bに近寄りやすいとされる領域R1であっても、可変ノズル翼23をシュラウド壁面32bに近寄らせることができる。すなわち、ひねり中心Xが前縁51から70～85%の位置であっても、さらに言えば60～95%の位置であっても、可変ノズル翼23をシュラウド壁面32bに近寄らせることができる。なお、可変ノズル翼23に鰐23cが設けられる場合であっても、鰐23cが設けられない場合であっても、上記の考え方は変わらない。

[0046] 可変ノズル翼23および可変ノズル翼23を備えた可変ノズルユニット25によれば、可変容量型過給機1の運転中、エンジンの回転数が高く、排気ガスの流量が多い場合には、複数の可変ノズル翼23が開方向へ同期して回動させられることにより、タービン翼車6へ供給される排気ガスのガス流路面積（スロート面積）は大きくなる。この結果、多くの排気ガスが供給され

る。一方、エンジンの回転数が低く、排気ガスの流量が少ない場合には、複数の可変ノズル翼 2 3 が閉方向へ同期して回動させられることにより、タービン翼車 6 へ供給される排気ガスのガス流路面積（スロート面積）は小さくなる。この結果、排気ガスの流速が高められ、タービン翼車 6 の仕事量が確保される。これにより、タービン翼車 6 による回転力が安定的に発生させられる。

[0047] ここで、可変ノズル翼 2 3 は、後縁 5 2 と回動軸線 L との間に位置するひねり中心 X 周りでひねられている。このようなひねり中心 X の配置により、ハブ端面 5 4 が前縁 5 1 側においてシュラウド端面 5 3 よりも径方向外側 S 2 にはみ出し、一方で、ハブ端面 5 4 が後縁 5 2 側においてシュラウド端面 5 3 よりも径方向内側 S 1 にはみ出す。このハブ端面 5 4 の径方向内側 S 1 へのはみ出しにより、ハブ端面 5 4 の径方向外側 S 2 へのはみ出し面積が低減されている（図 4 の外側面積 A o u t 参照）。これにより、可変ノズル翼 2 3 の径方向外側 S 2 （高圧側）で作用し得るスラスト力、すなわちハブ壁面 3 1 b 側へ押し付けようとするスラスト力が低減されている。ハブ側へのスラスト力の低減により、可変ノズル翼 2 3 をシュラウド壁面 3 2 b 側へ容易に近寄らせることができる（図 6 参照）。その結果として、特許文献 1 に記載の従来の可変ノズル翼に比して、ガス流入路 2 1 内での可変ノズル翼 2 3 の軸方向 D 1 の位置調整が容易になっている。しかも、ハブ端面 5 4 が前縁 5 1 側において径方向外側 S 2 にはみ出しているため、ハブ端面 5 4 の前縁 5 1 側の翼間距離が大きくなっている。これにより、タービン効率の向上も図られている。特に、ガス流路面積が小さくなった状態において、タービン効率の向上が図られる。

[0048] 可変ノズルユニット 2 5 を備えた可変容量型過給機 1 によれば、可変ノズル翼 2 3 がシュラウド壁面 3 2 b に近寄っており、シュラウド側クリアランス C L 2 を零にすることができる。すなわち、可変ノズル翼 2 3 のシュラウド端面 5 3 は、シュラウド壁面 3 2 b に当接し得る。これにより、シュラウド壁面 3 2 b 側のクリアランスフローが低減され、タービン性能が確実かつ

十分に高められている。

[0049] ひねり角 θ が $1.0 \sim 5.0^\circ$ に設定されているため、タービン効率の向上効果と、上記したスラスト力の低減効果とが適切に発揮され得る。

[0050] 外側面積 A_{out} は内側面積 A_{in} よりも大きいため、隣り合う2枚の可変ノズル翼23, 23において、ハブ端面54の前縁51側の翼間距離が大きくなり(図2参照)、シュラウド壁面32b側のクリアランスフローが低減される。よって、タービン効率の向上効果が奏される。

[0051] 前縁51から70~85%の領域に、ひねり中心Xを配置することにより、ハブ端面54の径方向外側S2へのはみ出し面積(外側面積 A_{out})と径方向内側S1へのはみ出し面積(内側面積 A_{in})との関係において、より適切なバランスが実現される。よって、タービン効率の向上効果と、上記したスラスト力の低減効果とが適切に発揮され得る。

[0052] なお、図10の(a)および図10の(b)に示される比較例に係る可変ノズル翼100では、上記のような効果は得られない。すなわち、可変ノズル翼100では、タービン効率を考慮の上で好ましい構成が検討された結果、ひねり中心Xの位置が後縁102に設定されている。ミッドスパン部105を基準として、ひねり中心X周りでシュラウド端面103およびハブ端面104を回転させている。よって、ハブ端面104は、後端104bから前端104aに至る全域にわたって、シュラウド端面103よりも径方向外側S2側にはみ出ている。シュラウド端面103の後端103bと、ハブ端面104の後端104bとは、一致している。前縁101では、ハブ端面104の振れ幅が大きくなっている。つまり、ハブ端面104の前端104aは、シュラウド端面103の前端103aよりも、大きく径方向外側S2にはみ出している。このような可変ノズル翼100では、ハブ端面104が高圧の径方向外側S2にせり出しているため、ハブ壁面31bに押し付ける方向のスラスト力が大きく作用してしまい、可変ノズル翼100をシュラウド壁面32bに近寄らせるのが困難である。

[0053] このことは、結局はタービン効率の低下につながり得る。すなわち、可変

ノズル翼１００の前縁１０１の径方向外側Ｓ２は高圧となり、径方向内側Ｓ１は流路が狭まる部分のため低圧となる。つまり、流れを増速するため、圧力は速度エネルギーに変換され、低圧となる。これにより、径方向外側Ｓ２から径方向内側Ｓ１に向かって、ノズルサイドクリアランス部を通る漏れ流れが増加し、主流に対する混合損失が増加する。これとともに、インペラ流入角が増加し、インシデンスロスが増大により、性能が低下し得る。つまり、主流の質量流量の減少により、流れ角が増大する。特に、シュラウド側クリアランスＣＬ２が大きくなった場合、ノズルサイドを通る漏れ流れがチップクリアランスへ流入し、チップクリアランスロスが増大し得る。

[0054] また、図１１の（ａ）～図１１の（ｃ）に示される比較例に係る可変ノズル翼２００でも、上記のような効果は得られない。すなわち、可変ノズル翼２００では、ひねり中心Ｘが回動軸線Ｌに設定されている。ミッドスパン部２０５を基準として、ひねり中心Ｘ周りでシュラウド端面２０３およびハブ端面２０４を回転させている。よって、ハブ端面２０４は、前縁２０１側において、シュラウド端面２０３よりも径方向外側Ｓ２側にはみ出している。ハブ端面２０４の前端２０４ａは、シュラウド端面２０３の前端２０３ａよりも、径方向外側Ｓ２にはみ出している。ミッドスパン部２０５の前端２０５ａは、これらの中に位置する。一方、ハブ端面２０４は、後縁２０２側において、シュラウド端面２０３よりも径方向内側Ｓ１側にはみ出している。ハブ端面２０４の後端２０４ｂは、シュラウド端面２０３の後端２０３ｂよりも、径方向内側Ｓ１にはみ出ている。ミッドスパン部２０５の後端２０５ｂは、これらの中に位置する。このような可変ノズル翼２００では、前縁２０１側および後縁２０２側において、ハブ端面２０４の振れ幅は均等である。よって、ハブ端面２０４の径方向外側Ｓ２へのせり出しが限定的となり、ハブ壁面３１ｂ側における翼間距離を大きくすることができない。よって、タービン効率の向上が十分でない。

[0055] 以上述べたように、本開示の実施形態に係る可変ノズル翼２３および可変ノズルユニット２５では、ひねり中心Ｘの位置が従来にはない特定の範囲に

設定されたことにより、タービン効率の向上と、可変ノズル翼 23 のシュラウド壁面 32b 側への保持とが両立されている。可変ノズルユニット 25 は、この点において、上記した可変ノズル翼 100, 200 に対して優位性を発揮する。

[0056] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態に限られない。すべての可変ノズル翼 23 に対して上記の構成が採用されなくてもよい。複数の可変ノズル翼 23 のうち一部（1 または複数）の可変ノズル翼 23 に対して、上記の実施形態に係る構成が採用されてもよい。

[0057] 可変ノズル翼 23 は、片持ちで軸支される場合に限られず、両持ちで軸支されてもよい。両持ちで軸支される場合には、第 2 ノズルリング 32 にも軸受孔が設けられ、可変ノズル翼 23 に設けられた回動軸が軸受孔に回動可能に挿通される。

[0058] 可変ノズル翼 23 が片持ちで軸支される場合に、第 2 流路壁面がタービンハウジング 4 によって形成されてもよい。すなわち、第 2 ノズルリング 32 が省略されてもよい。この場合、可変ノズル翼 23 は、第 1 ノズルリング 31 に取り付けられて、タービンハウジング 4 の一部である第 2 流路壁面に対面する。

産業上の利用可能性

[0059] 本開示のいくつかの態様によれば、可変ノズル翼をシュラウド側へ容易に近寄らせることができる。

符号の説明

- [0060] 1 可変容量型過給機
2 タービン
3 コンプレッサ
4 タービンハウジング
6 タービン翼車
7 コンプレッサ翼車
14 回転軸

- 1 6 スクロール流路
- 2 1 ガス流入路
- 2 3 可変ノズル翼
- 2 5 可変ノズルユニット
- 3 1 第1ノズルリング
- 3 1 b ハブ壁面
- 3 2 第2ノズルリング
- 3 2 b シュラウド壁面
- 5 1 前縁
- 5 2 後縁
- 5 3 シュラウド端面
- 5 4 ハブ端面
- C キャンバーライン
- H 回転軸線
- S 1 径方向内側
- S 2 径方向外側
- X ひねり中心
- θ ひねり角

請求の範囲

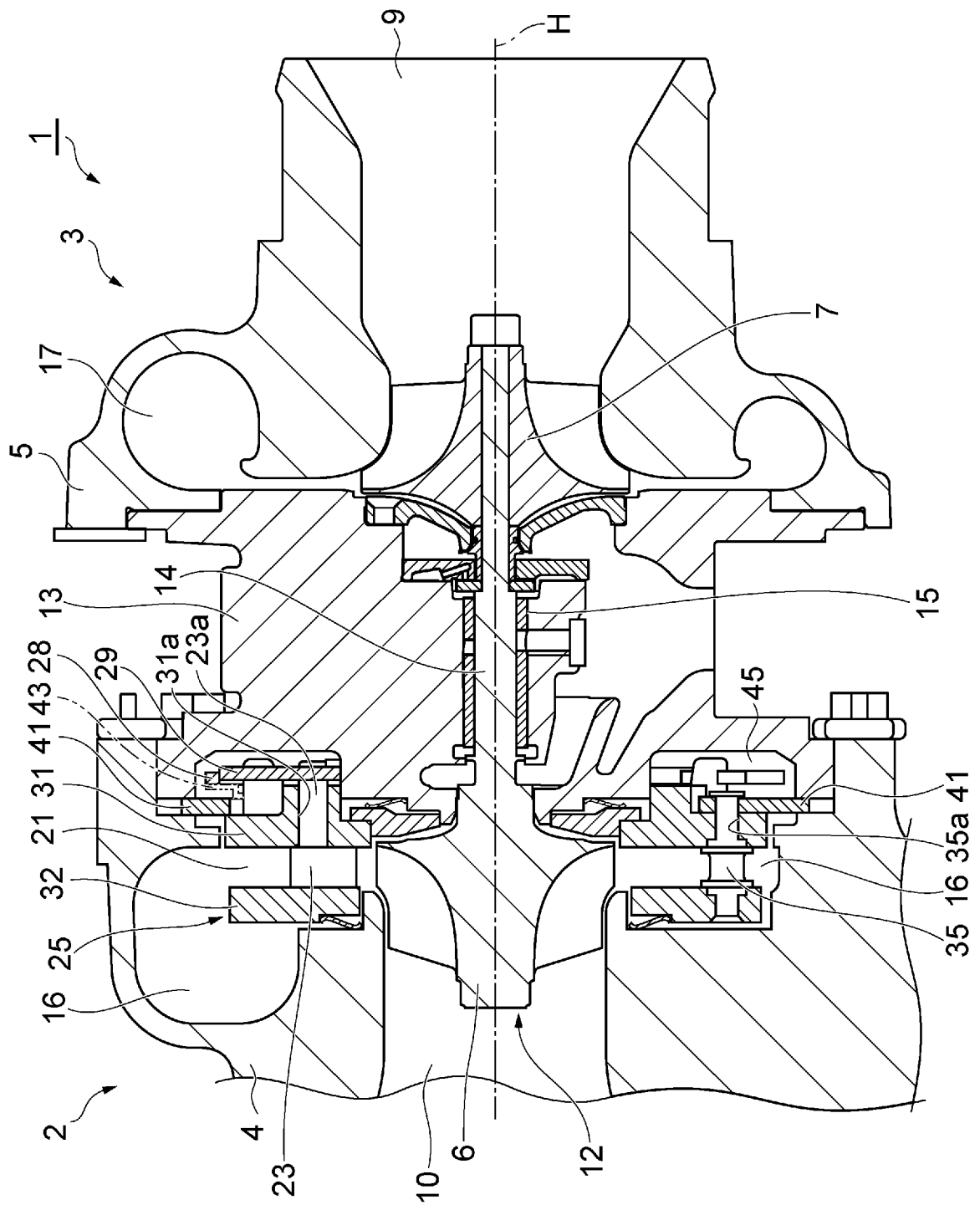
- [請求項1] スクロール流路からタービン翼車へ流入するガスを通過させるガス流入路と、前記タービン翼車の回転軸線方向に互いに対面し前記ガス流入路を形成するハブ壁面およびシュラウド壁面と、を備えるタービンに用いられる可変ノズルユニットであって、
- 前記ハブ壁面および前記シュラウド壁面の間に配置され、前記ガス流入路内で前記タービン翼車の前記回転軸線に平行な回転軸線周りに回転可能な可変ノズル翼を備え、
- 前記可変ノズル翼は、前縁と、後縁と、前記ハブ壁面に対面するハブ端面と、前記シュラウド壁面に対面するシュラウド端面と、を含み、
- 前記可変ノズル翼は、前記ハブ端面が前記前縁側において前記シュラウド端面よりも前記回転軸線の径方向外側にはみ出すと共に、前記ハブ端面が前記後縁側において前記シュラウド端面よりも前記回転軸線の径方向内側にはみ出すように、前記後縁と前記回転軸線との間に位置するひねり中心周りでひねられて構成される、可変ノズルユニット。
- [請求項2] 前記ハブ端面と前記シュラウド端面との間のひねり角は1. 0～5. 0°に設定されている、請求項1に記載の可変ノズルユニット。
- [請求項3] 前記ハブ端面が前記シュラウド端面よりも前記径方向外側にはみ出す外側面積は、前記ハブ端面が前記シュラウド端面よりも前記径方向内側にはみ出す内側面積よりも大きい、請求項1に記載の可変ノズルユニット。
- [請求項4] 前記ハブ端面が前記シュラウド端面よりも前記径方向外側にはみ出す外側面積は、前記ハブ端面が前記シュラウド端面よりも前記径方向内側にはみ出す内側面積よりも大きい、請求項2に記載の可変ノズルユニット。
- [請求項5] 前記ひねり中心は、前記前縁と前記後縁との間の距離を基準として

、前記前縁から70～85%の領域に位置する、請求項1～4のいずれか一項に記載の変ノズルユニット。

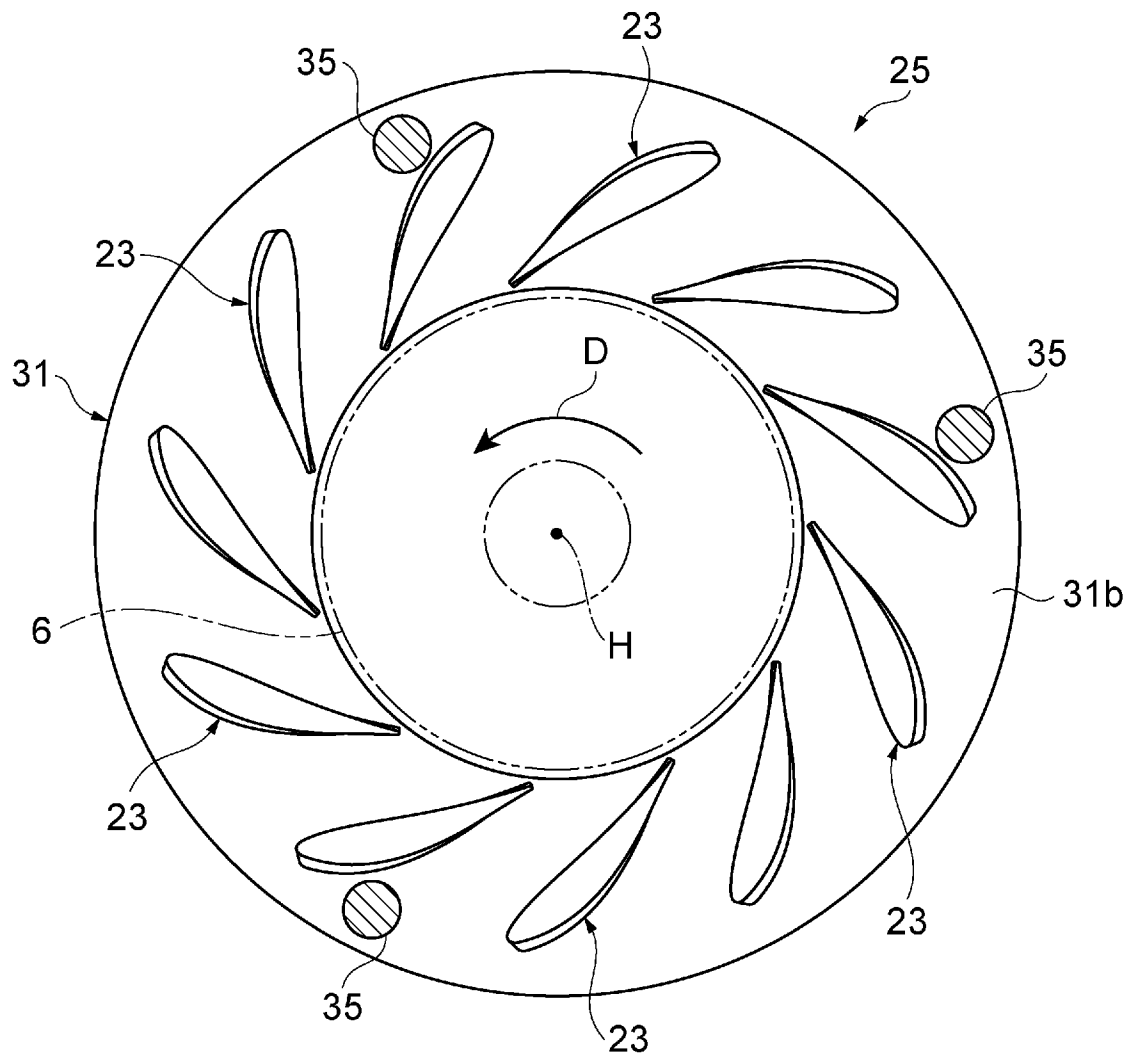
[請求項6] 前記タービンに設けられた請求項1～4のいずれか一項に記載の変ノズルユニットを備える、過給機。

[請求項7] 前記タービンに設けられた請求項5に記載の変ノズルユニットを備える、過給機。

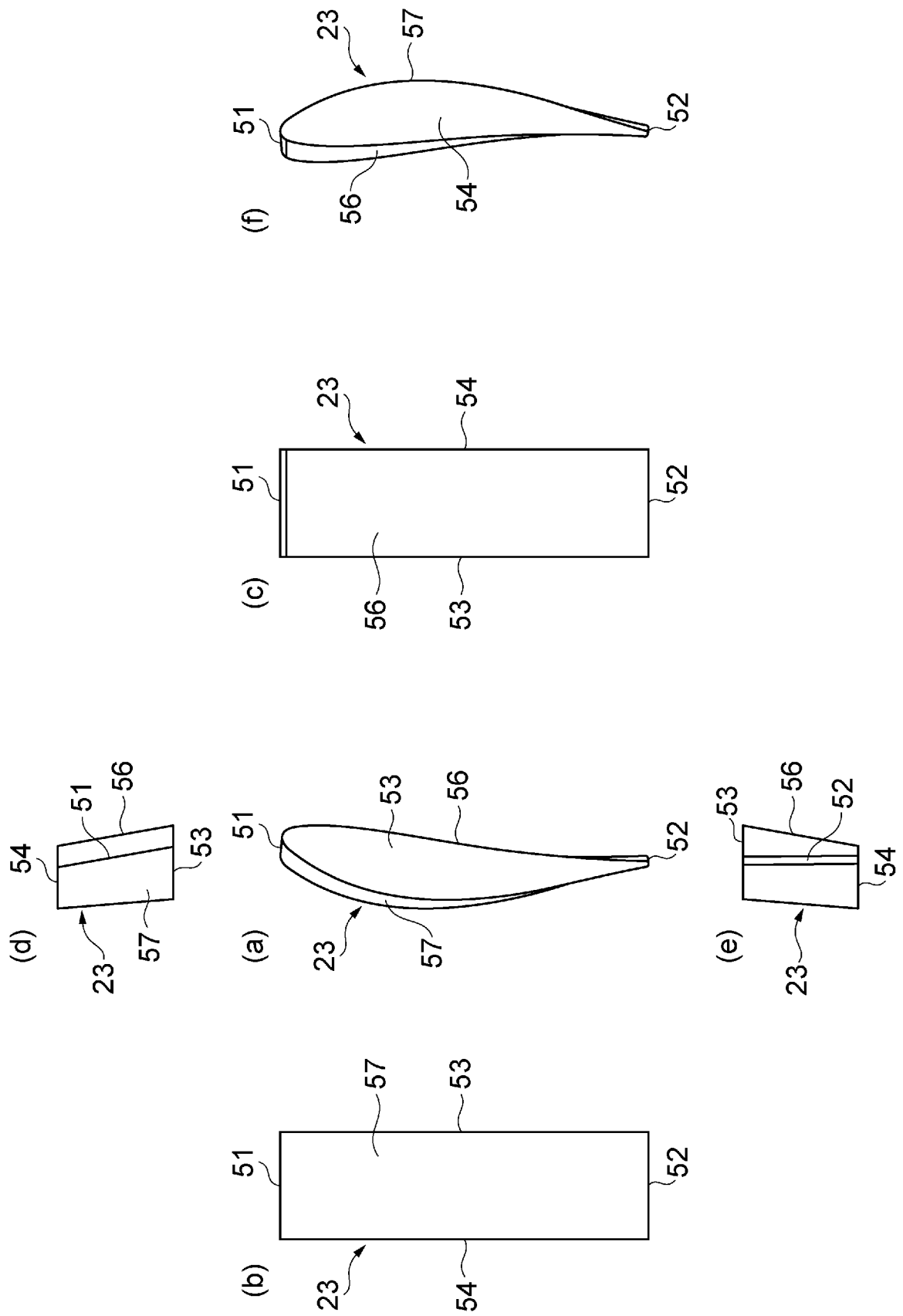
[図1]



[図2]

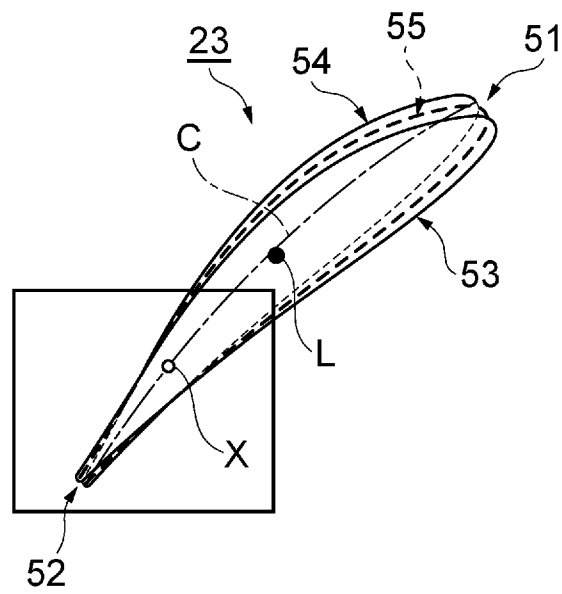


[図3]

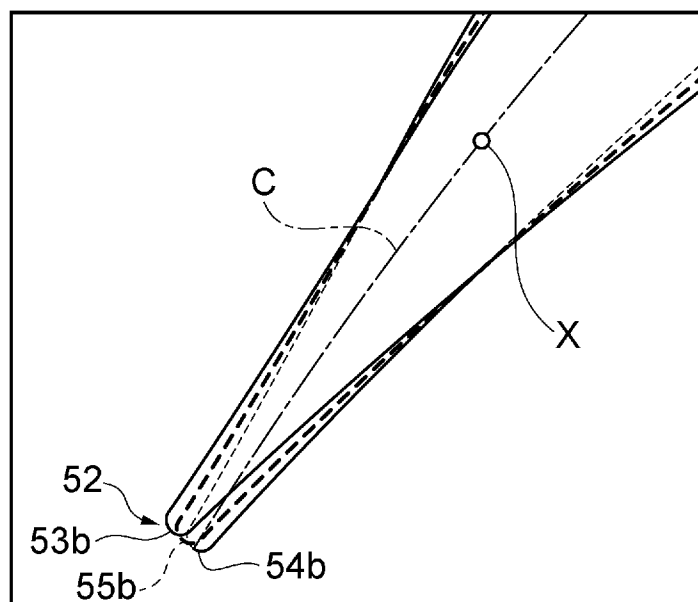


[図5]

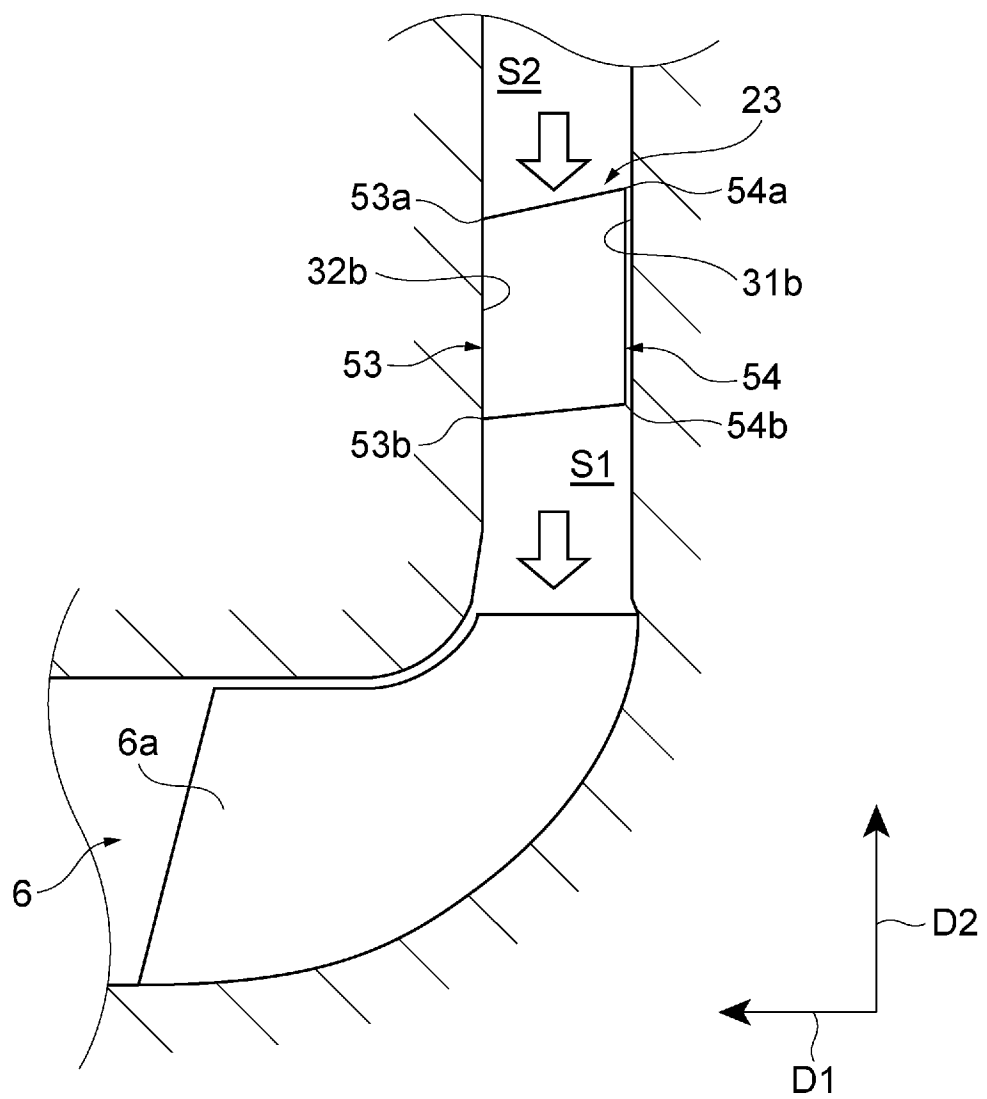
(a)



(b)

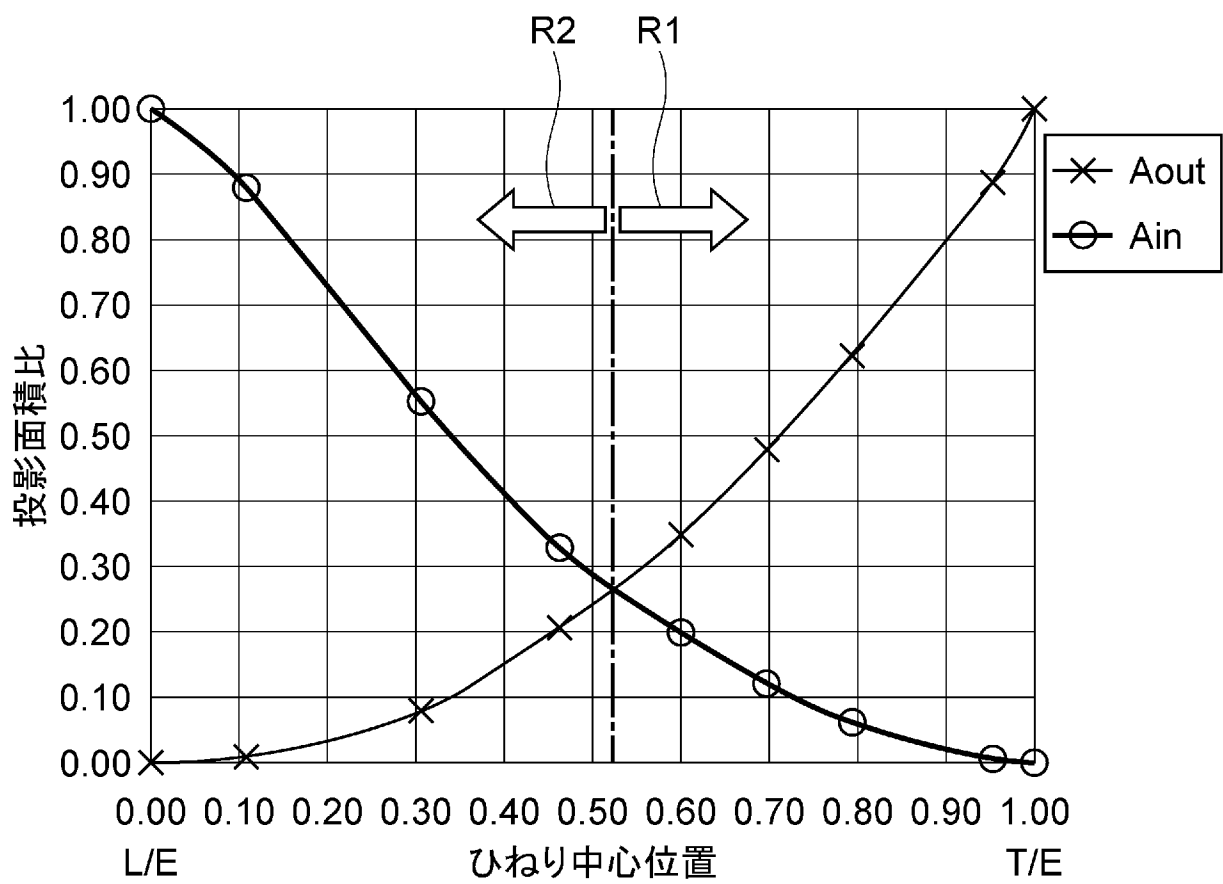


[図6]

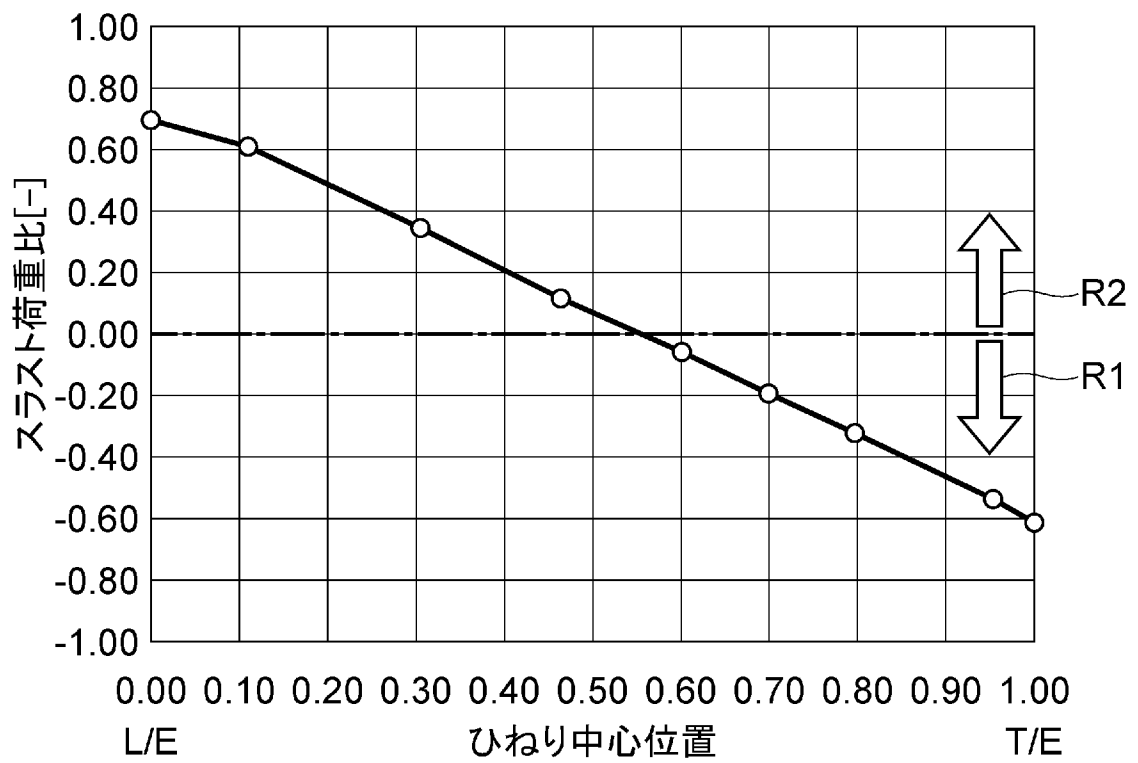


[illegible]

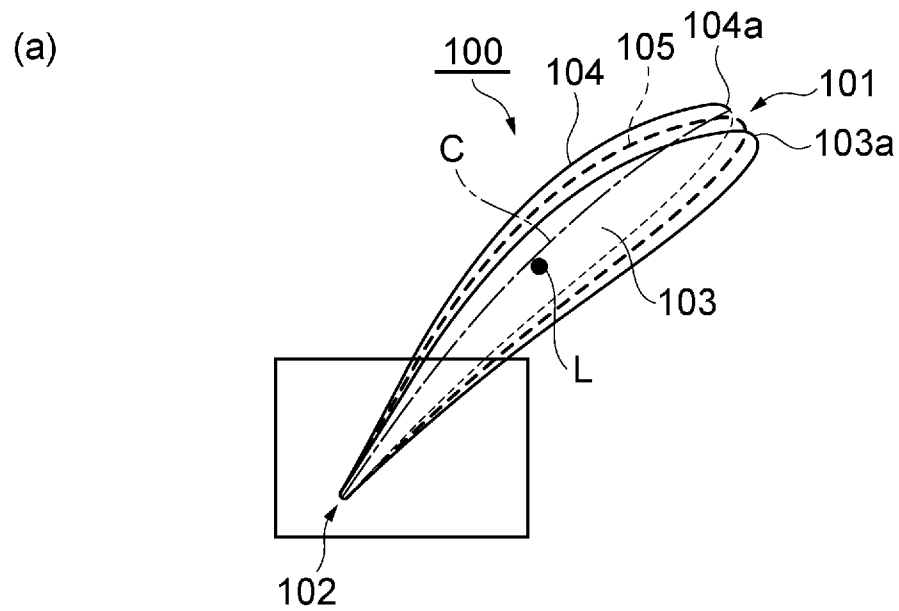
[図8]



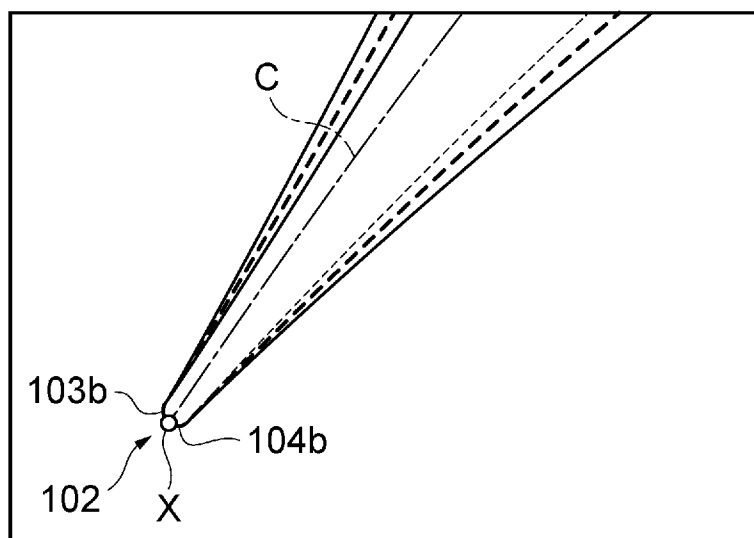
[図9]



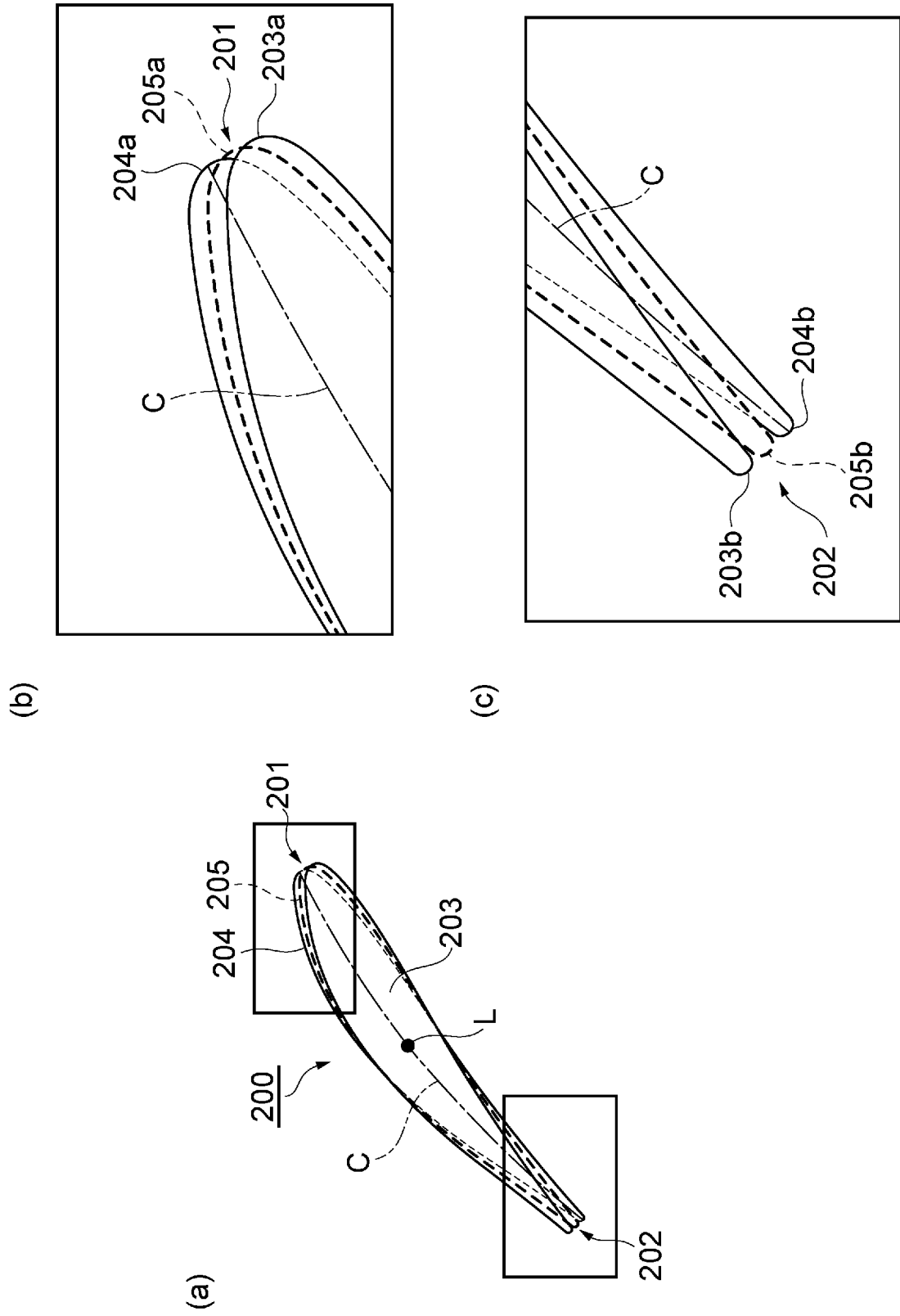
[図10]



(b)



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/039384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02B37/24 (2006.01) i, F01D9/02 (2006.01) i, F01D17/16 (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)

Int.Cl. F02B37/24, F01D9/02, F01D17/16

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	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.
Y	JP 2015-194092 A (IHI CORPORATION) 05 November 2015, claim 1, paragraphs [0006], [0012], [0041], fig. 1-3 (Family: none)	1-7
Y	JP 2015-14252 A (IHI CORPORATION) 22 January 2015, claims 1-2, fig. 1-3 & WO 2015/002142 A1 & CN 105143635 A	1-7
Y	JP 2015-31237 A (IHI CORPORATION) 16 February 2015, claim 1, paragraph [0015], fig. 1-5 (Family: none)	1-7

☐ 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
07 December 2017

Date of mailing of the international search report
19 December 2017

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02B37/24(2006.01)i, F01D9/02(2006.01)i, F01D17/16(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（IPC））

Int.Cl. F02B37/24, F01D9/02, F01D17/16

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
Y	JP 2015-194092 A（株式会社 I H I）2015.11.05, [請求項1], 段落 [0006], [0012], [0041], [図1] - [図3]（ファミリーなし）	1-7
Y	JP 2015-14252 A（株式会社 I H I）2015.01.22, [請求項1] - [請求項2], [図1] - [図3] & WO 2015/002142 A1& CN 105143635 A	1-7
Y	JP 2015-31237 A（株式会社 I H I）2015.02.16, [請求項1], 段落 [0015], [図1] - [図5]（ファミリーなし）	1-7

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

07.12.2017

国際調査報告の発送日

19.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

種子島 貴裕

3S

3939

電話番号 03-3581-1101 内線 3391