(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
2023年11月16日(16.11.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/218723 A1

(51) 国際特許分類:
F04D 29/56 (2006.01) *F01D 17/16* (2006.01)
F01D 9/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/005981

(22) 国際出願日： 2023年2月20日(20.02.2023)

(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 2022-076917 2022年5月9日(09.05.2022) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 岩谷 淳二 (**IWATANI Junji**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

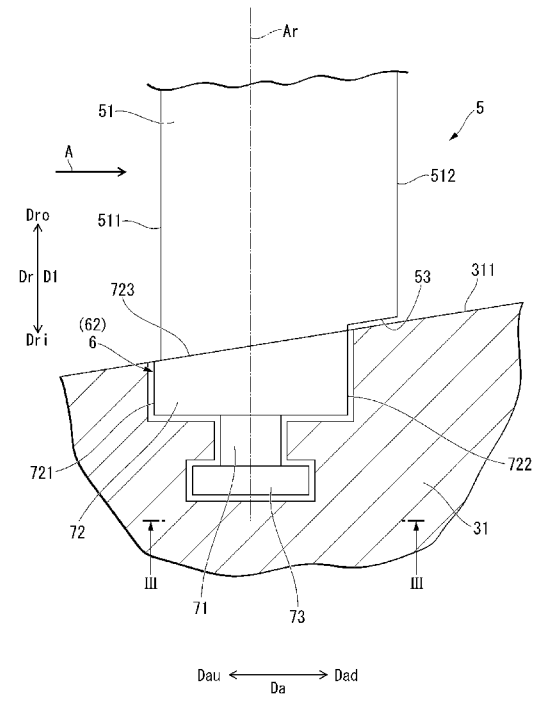
(74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (**MATSUNUMA Yasushi** et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH,

(54) **Title:** VARIABLE STATOR BLADE AND COMPRESSOR

(54) 発明の名称： 可変静翼及び圧縮機

[図2]



(57) **Abstract:** This variable stator blade is provided with a stator blade body extending in a blade height direction, and a blade rotational shaft rotatable so as to change the angle of the stator blade body with respect to a flow direction of a working fluid. The blade rotational shaft has a rotational shaft body extending about a rotational axis extending in the blade height direction, and a large-diameter part having an outer diameter larger than the outer diameter of the rotational shaft body when seen from the blade height direction. The stator blade body has a positive pressure surface and a negative pressure surface each extending in the blade height direction and connecting a leading edge and a trailing edge. The large-diameter part is formed in such a size as to overlap at least one of the leading edge and the trailing edge when seen from the blade height direction.

(57) 要約：可変静翼は、翼高さ方向に延びる静翼本体と、作動流体の流れ方向に対する前記静翼本体の角度を変更させるように回転可能とされた翼回転軸と、を備える。前記翼回転軸は、前記翼高さ方向に延びる回転軸線を中心として延びる回転軸本体と、前記翼高さ方向から見た際の外径が前記回転軸本体の外径よりも大きい拡径部とを有する。前記静翼本体は、前記翼高さ方向に延び、前縁と後縁とを繋ぐ正圧面及び負圧面と、を有する。前記拡径部は、前記翼高さ方向から見た際に、前記前縁及び前記後縁の少なくとも一方と重なる大きさで形成されている。

WO 2023/218723 A1

[続葉有]

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 可変静翼及び圧縮機

技術分野

[0001] 本開示は、可変静翼及び圧縮機に関する。

本願は、２０２２年５月９日に日本に出願された特願２０２２－０７６９１７号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 圧縮機には、軸線を中心として回転するロータと、ロータを覆うケーシングと、複数の静翼列と、を備えたものがある。ロータは、軸線を中心とするロータ本体と、このロータ本体に取り付けられている複数の動翼列と、を有する。複数の動翼列は、軸線が延びている方向である軸線方向に並んでいる。各動翼列は、軸線を中心とする周方向に並ぶ複数の動翼を有する。複数の静翼列は、ケーシングに取り付けられている。複数の静翼列のそれぞれは、複数の動翼列のうちのいずれか一の動翼列の下流側に配置されている。各静翼列は、いずれも、周方向に並ぶ複数の静翼を有する。圧縮機の中には、静翼が回転可能とされた構造を有する圧縮機がある。

[0003] 例えば、特許文献１に記載の圧縮機は、作動流体の主流の流れ方向に対して静翼本体の角度を変化させるように回転可能に構成された可変静翼を有している。この可変静翼は、回転軸に接続される静翼本体において、回転軸の外側に突出する径方向端面に隣接する翼面に曲面部が設けられている。曲面部の曲率半径は、回転軸から離れるにつれて徐々に小さくなるように形成されている。特許文献１の可変静翼では、この曲面部によって、翼面の圧力差が大きい回転軸の近傍での作動流体の流れの乱れが抑制されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２０１９／１１６９８３号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、可変静翼を圧縮機に適用する場合、静翼本体と、回転軸を介して静翼本体を支持する内側ケーシングや外側ケーシングとの間には、微小な隙間が形成されている。この隙間で漏れ流れが生じると、その周辺を流れる作動流体の流れが乱され、渦が発生する。このように、隙間での漏れ流れが生じることで、圧力損失が大きくなり、圧縮機の効率が低下してしまう可能性がある。

[0006] 本開示は、漏れ流れを抑えて効率の低下を抑制することが可能な可変静翼及び圧縮機を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る可変静翼は、作動流体の流れ方向に交差する翼高さ方向に延びる静翼本体と、前記翼高さ方向における前記静翼本体の端部に接続され、前記作動流体の前記流れ方向に対する前記静翼本体の角度を変更させるように回転可能とされた翼回転軸と、を備え、前記翼回転軸は、前記翼高さ方向に延びる回転軸線を中心として延びる回転軸本体と、前記回転軸線を中心として延びて前記回転軸本体と前記静翼本体とを接続し、前記翼高さ方向から見た際の外径が前記回転軸本体の外径よりも大きい拡径部とを有し、前記静翼本体は、前記翼高さ方向に延びる前縁と、前記翼高さ方向に延びる後縁と、前記翼高さ方向に延び、前記前縁と前記後縁とを繋ぐ正圧面及び負圧面と、を有し、前記拡径部は、前記翼高さ方向から見た際に、前記前縁及び前記後縁の少なくとも一方と重なる大きさで形成されている。

[0008] 本開示に係る圧縮機は、上記したような可変静翼と、ロータ本体、及び前記ロータ本体の軸線方向及び周方向に配列された複数の動翼を含むロータと、前記ロータの外側に配置された内側ケーシングと、前記内側ケーシングの外側に配置された外側ケーシングと、前記翼回転軸と接続され、前記翼回転軸を回転させる回転駆動部と、を備え、前記可変静翼は、前記内側ケーシング及び外側ケーシングに対して回転可能に配置されている。

発明の効果

[0009] 本開示の可変静翼及び圧縮機によれば、漏れ流れを抑えて効率の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の実施形態に係る圧縮機の主要部（吸込口側の上半分）の断面図である。

[図2]本開示の第一実施形態の可変静翼の要部拡大断面図である。

[図3]図２のＩＩＩ－ＩＩＩ矢視図で可変静翼の説明する模式図である。

[図4]本開示の第一実施形態の第一変形例の可変静翼を示す、図３に相当する矢視図である。

[図5]本開示の第一実施形態の第二変形例の可変静翼を示す、図３に相当する矢視図である。

[図6]本開示の第二実施形態の可変静翼の要部拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] （第一実施形態）

以下、添付図面を参照して、本開示による可変静翼及び圧縮機を実施するための形態を説明する。しかし、本開示はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

[0012] （圧縮機の構成）

圧縮機１は、多量の作動流体Ａを内部に取り入れて圧縮する。圧縮機１は、例えば、ガスタービンに適用される軸流圧縮機である。図１に示すように、圧縮機１は、ロータ２と、ケーシング３と、複数の可変静翼機構４と、を有する。

[0013] なお、以下の説明の都合上、圧縮機１の軸線Ｏが延びている方向を軸線方向Ｄａとする。また、軸線方向Ｄａは、圧縮機１において作動流体Ａの流れ方向である。さらに、作動流体Ａの流れ方向の上流側Ｄａｕを軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕ（一方側、第一側）とする。また、作動流体Ａの流れ方向の下流側Ｄａｄを軸線方向Ｄａの下流側Ｄａｄ（他方側、第二側）とする。また、軸線Ｏを基準とした圧縮機１の径方向を単に径方向Ｄｒとする。また、

この径方向Ｄｒで軸線Ｏに近づく側を径方向Ｄｒの内側Ｄｒｉとする。この径方向Ｄｒで径方向Ｄｒの内側Ｄｒｉとは反対側を径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏとする。また、軸線Ｏを中心とした圧縮機１の周方向を単に周方向Ｄｃとする。

[0014] ロータ２は、ロータ本体２１と、複数の動翼列２２と、を有する。ロータ本体２１は、軸線Ｏを中心として軸線方向Ｄａに延びている。ロータ本体２１は、軸線Ｏを中心とする柱状の部材である。ロータ本体２１は、軸受（図示せず）によって、ケーシング３に対して回転可能に支持されている。

[0015] 複数の動翼列２２は、ロータ本体２１に取り付けられている。複数の動翼列２２は、軸線方向Ｄａに間隔を空けて配置されている。複数の動翼列２２は、いずれも、周方向Ｄｃに並ぶ複数の動翼２５を有する。ここで、複数の動翼列２２のうち、最も軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕの動翼列２２を第一動翼列２２１とする。この第一動翼列２２１に対して軸線方向Ｄａの下流側Ｄａｄに配置されている動翼列２２を第二動翼列２２２とする。このように、本実施形態では、軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕから下流側Ｄａｄに向かって順に、第一動翼列２２１、第二動翼列２２２、第三動翼列２２３、及び第四動翼列２２４が配置されている。

[0016] 動翼２５は、動翼列２２毎に複数配置されている。複数の動翼２５は、ロータ本体２１に固定されている。ロータ本体２１に固定された複数の動翼２５は、動翼列２２毎に周方向Ｄｃに並んでいる。動翼２５は、ロータ本体２１の外周面から突出するように配置されている。

[0017] ケーシング３は、内側ケーシング３１と、外側ケーシング３２と、ストラット３３とを有する。内側ケーシング３１は、軸線Ｏを中心として筒状に形成されている、内側ケーシング３１は、ロータ本体２１の一部を径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏから覆っている。内側ケーシング３１は、軸線方向Ｄａに離れて複数配置されている。外側ケーシング３２は、軸線Ｏを中心として筒状に形成されている。外側ケーシング３２は、内側ケーシング３１及びロータ本体２１を径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏから覆っている。

[0018] 外側ケーシング３２と内側ケーシング３１との間には、作動流体Ａが流通する筒状の主流路Ｓが形成されている。つまり、外側ケーシング３２の内周面３２１及び内側ケーシング３１の外周面３１１は、主流路Ｓの一部を画成する流路形成面となっている。径方向Ｄｒの内側Ｄｒｉを向く外側ケーシング３２の内周面３２１は、動翼２５や後述する可変静翼５が配置されている位置と重なる領域において、周方向Ｄｃから見た際に、軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕから下流側Ｄａｄに向かうにしたがって、径方向Ｄｒの内側Ｄｒｉに向かうように傾斜している。外側ケーシング３２の内周面３２１は、軸線方向Ｄａから見た際に、凹面状に湾曲している。径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏを向く内側ケーシング３１の外周面３１１は、動翼２５や可変静翼５が配置されている位置と重なる領域において、周方向Ｄｃから見た際に、軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕから下流側Ｄａｄに向かうにしたがって、径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏに向かうように傾斜している。内側ケーシング３１の外周面３１１は、軸線方向Ｄａから見た際に、凸面状に湾曲している。

[0019] ストラット３３は、内側ケーシング３１と外側ケーシング３２との間で周方向Ｄｃに複数並んでいる。複数のストラット３３は、内側ケーシング３１と外側ケーシング３２とを接続している。

[0020] また、ケーシング３は、吸込口３５と、吐出口（不図示）と、を有する。吸込口３５は、ケーシング３の軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕの端に、開口して形成されている。吸込口３５は、主流路Ｓと連通している。吸込口３５は、主流路Ｓ内に作動流体Ａ（例えば、外気）を供給する。吐出口は、ケーシング３の軸線方向Ｄａの下流側Ｄａｄの端に、開口して形成されている。吐出口は、主流路Ｓと連通している。吐出口は、主流路Ｓ内を流通して圧縮された作動流体Ａをケーシング３の外部に排出する。

[0021]（可変静翼機構の構成）

複数の可変静翼機構４は、各動翼列２２に対応するように、各動翼列２２に対して軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕに配置されている。つまり、本実施形態の圧縮機１では、可変静翼機構４として、第一動翼列２２１の軸線方向Ｄ

ａの上流側Ｄａｕに配置された第一可変静翼機構４１、第二動翼列２２２の軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕに配置された第二可変静翼機構４２、第三動翼列２２３の軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕに配置された第三可変静翼機構４３、及び第四動翼列２２４の軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕに配置された第四可変静翼機構４４が配置されている。

[0022] ここで、図１から図３を参照して、可変静翼機構４の構成について説明する。図１に示すように、可変静翼機構４は、ケーシング３に取り付けられている。本実施形態の可変静翼機構４は、複数の可変静翼５と、回転駆動部８と、を有する。

[0023] （可変静翼の構成）

可変静翼５は、内側ケーシング３１及び外側ケーシング３２に対して回転可能に配置されている。複数の可変静翼５は、周方向Ｄｃに並んで、複数配置されている。可変静翼５は、各動翼２５の軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕに配置されている。本実施形態の可変静翼５は、静翼本体５１と、二つの翼回転軸６とを有する。

[0024] 静翼本体５１は、翼形状断面を有して翼高さ方向Ｄ１に延びる三次元翼である。静翼本体５１は、作動流体Ａが流通する主流路Ｓ内に配置されている。図２及び図３に示すように、静翼本体５１は、２つの縁である前縁５１１及び後縁５１２と、翼面である正圧面５１５及び負圧面５１６とを有している。

[0025] なお、本実施形態における翼高さ方向Ｄ１は、作動流体Ａの流れ方向である軸線方向Ｄａに直交（交差）する方向であって、圧縮機１における径方向Ｄｒである。また、後述する翼弦方向Ｄ２は、本実施形態における翼高さ方向Ｄ１と直交する方向であって、翼断面において前縁５１１と後縁５１２とを結ぶ翼弦の延びる方向を含み、翼高さ方向Ｄ１から見た際の前縁５１１の最も先端と後縁５１２の最も後端とを結んだ仮想線と平行な方向とする。翼弦方向Ｄ２は、圧縮機１における軸線方向Ｄａと一致する場合もある。また、流れ方向及び翼高さ方向Ｄ１と直交（交差）する方向が圧縮機１における

周方向Ｄｃである。

[0026] 前縁５１１は、翼高さ方向Ｄ１に延びている。前縁５１１は、正圧面５１５と負圧面５１６とが接続される翼弦方向Ｄ２の前方側の端部である。後縁５１２は、翼高さ方向Ｄ１に延びている。後縁５１２は、正圧面５１５と負圧面５１６とが接続される翼弦方向Ｄ２の後方側の端部である。正圧面５１５は、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、腹側の翼面であって、凹面状に形成されている。負圧面５１６は、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、背側の翼面であって、凸面状に形成されている。したがって、静翼本体５１は、正圧面５１５と負圧面５１６とが前縁５１１と後縁５１２とを介して連続してなる翼型断面を有している。

[0027] また、図１に示すように、径方向Ｄｒにおける静翼本体の端部５２、５３は、翼回転軸６に接続されている。翼回転軸６は、一つ一つの静翼本体５１に接続されている。径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏにおける静翼本体の端部５２は、周方向Ｄｃから見た際に、前縁５１１から後縁５１２に向かって、翼回転軸６から離れるように傾斜している。本実施形態の径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏにおける静翼本体の端部５２は、周方向Ｄｃから見た際に、外側ケーシング３２の内周面３２１と平行になるように傾斜している。径方向Ｄｒの内側Ｄｒｉにおける静翼本体の端部５３は、周方向Ｄｃから見た際に、前縁５１１から後縁５１２に向かって、翼回転軸６から離れるように傾斜している。本実施形態の径方向Ｄｒの内側Ｄｒｉにおける静翼本体の端部５３は、周方向Ｄｃから見た際に、内側ケーシング３１の外周面３１１と平行になるように傾斜している。

[0028] 翼回転軸６は、軸線方向Ｄａ（作動流体Ａの主流の流れ方向）に対する静翼本体５１の角度を変更させるように回転可能とされている。本実施形態の可変静翼５は、翼回転軸６として、径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏの静翼本体の端部５２に接続される外側翼回転軸６１と、径方向Ｄｒの内側Ｄｒｉの静翼本体の端部５３に接続される内側翼回転軸６２とを有する。内側翼回転軸６２及び外側翼回転軸６１は、翼高さ方向Ｄ１に延びる同じ回転軸線Ａｒを中心

として延びている。回転軸線Ａｒは、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、翼弦方向Ｄ２において、後縁５１２に対して前縁５１１に近い位置に配置されている。

[0029] 外側翼回転軸６１は、回転軸線Ａｒを中心として外側ケーシング３２に対して回転可能に配置されている。本実施形態の外側翼回転軸６１は、内側翼回転軸６２とは異なる形状で形成されている。外側翼回転軸６１は、回転軸線Ａｒを中心として翼高さ方向Ｄ１に延びる円柱状の部材である。外側翼回転軸６１は、外側ケーシング３２を貫通するように延びている。

[0030] 図２に示すように、内側翼回転軸６２は、回転軸線Ａｒを中心として内側ケーシング３１に対して回転可能に配置されている。内側翼回転軸６２は、内側ケーシング３１の外周面３１１から窪む孔に収まるように、内側ケーシング３１の内部に収容されている。本実施形態の内側翼回転軸６２は、回転軸本体７１と、拡径部７２と、外側円板部７３とを有している。回転軸本体７１は、回転軸線Ａｒを中心として翼高さ方向Ｄ１に延びている。回転軸本体７１は、回転軸線Ａｒを中心とする円形断面を有している。

[0031] 拡径部７２は、回転軸線Ａｒを中心として翼高さ方向Ｄ１に延びている。拡径部７２は、回転軸本体７１と静翼本体５１とを接続している。拡径部７２は、回転軸本体７１と静翼本体５１と一体に形成されている。拡径部７２は、回転軸本体７１よりも大きな回転軸線Ａｒを中心とする円形断面を有している。つまり、拡径部７２は、翼高さ方向Ｄ１から見た際の外径が回転軸本体７１の外径よりも大きく形成されている。拡径部７２の側面の位置は、図３に示すように、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１の径方向Ｄｒの最も内側Ｄｒｉの端部の位置と重なっている。また、拡径部７２は、静翼本体５１が接続される第一面７２３を有している。第一面７２３は、周方向Ｄｃから見た際に、前縁５１１に近い前端部７２１から後縁５１２に近い後端部７２２に向かって回転軸本体７１から離れるように傾斜している。より具体的には、第一面７２３は、圧縮機１が定格運転される際の位置（角度）に静翼本体５１が位置している状態で、周方向Ｄｃから見た際に、内側ケー

シング３１の外周面３１１と平行となるように、軸線方向Ｄａの上流側Ｄａｕから下流側Ｄａｄに向かうにしたがって、径方向Ｄｒの外側Ｄｒｏに向かうように直線状をなすように傾斜している。そのため、第一面７２３は、圧縮機１が定格運転される際の位置（角度）に静翼本体５１が位置している状態で、内側ケーシング３１の外周面３１１と平滑な面を構成するように形成されている。内側ケーシング３１の外周面３１１は、軸線方向Ｄａから見た際に、凸面状に湾曲している。

[0032] 外側円板部７３は、回転軸線Ａｒを中心として翼高さ方向Ｄ１に延びている。外側円板部７３は、翼高さ方向Ｄ１において拡径部７２とは反対側で回転軸本体７１に接続している。外側円板部７３は、回転軸本体７１と一体に形成されている。外側円板部７３は、回転軸本体７１よりも大きく、拡径部７２よりも小さな回転軸線Ａｒを中心とする円形断面を有している。つまり、外側円板部７３は、翼高さ方向Ｄ１から見た際の外径が回転軸本体７１の外径よりも大きく、かつ、拡径部７２よりも小さく形成されている。

[0033] 回転駆動部８は、翼回転軸６を回転させる。回転駆動部８は、翼回転軸６と接続されている。本実施形態の回転駆動部８は、各可変静翼機構４において複数の外側翼回転軸６１に接続されている。回転駆動部８は、外側翼回転軸６１を回転軸線Ａｒ周りに回転させることで、間接的に内側翼回転軸６２も回転軸線Ａｒ周りに回転させる。さらに、回転駆動部８は、複数の外側翼回転軸６１を同じ回転角で回転させる。これにより、周方向Ｄｃに並ぶ複数の静翼本体５１の回転角が変化し、周方向Ｄｃで隣り合う二つの静翼本体５１の間における流路面積が変化する。

[0034]（作用効果）

上記構成の可変静翼５及び圧縮機１では、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、翼回転軸６が、静翼本体５１と重ならない程度の大きさで形成されている場合、翼回転軸６と重なっていない静翼本体５１の前縁５１１や後縁５１２周辺では、静翼本体の端部５２、５３と内側ケーシング３１や外側ケーシング３２との間には、数ｍｍ程度の微小な隙間が形成されてしまう。この隙間で

の漏れ流れが生じると、その周辺を流れる作動流体Ａの流れが乱され、渦が発生する。

[0035] ところが、拡径部７２によって、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１と内側翼回転軸６２とが重なっている。そのため、前縁５１１周辺では、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間に隙間が生じていない状態となっている。そのため、内側ケーシング３１の前縁５１１周辺では、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間では、作動流体Ａの流れの乱れが生じなくなる。これにより、隙間での漏れ流れの発生を抑え、圧力損失を抑えられる。その結果、可変静翼５での圧力損失による圧縮機１の効率低下を抑制することができる。

[0036] また、翼回転軸６に対して、翼弦方向Ｄ２に静翼本体５１が突出した構造では、前縁５１１や後縁５１２のように翼回転軸６に固定されていない離れた位置での振動が大きくなってしまう。その結果、前縁５１１や後縁５１２での振動応力が増加する可能性がある。これは、圧縮機１のサイズが大きくなって、静翼本体５１が大きくなるほど顕著となる。しかしながら、本実施形態では、静翼本体の端部５３の前縁５１１と拡径部７２とが接続されていることで、前縁５１１での振動を抑えることができる。

[0037] また、作動流体Ａの流れの乱れは、内側ケーシング３１及び外側ケーシング３２の両方で生じるが、流れている作動流体Ａの流量の多い内側ケーシング３１の前縁５１１周辺の方が顕著に生じる。そのため、内側ケーシング３１の前縁５１１周辺では、隙間の影響が大きくなってしまう。本実施形態では、拡径部７２によって、前縁５１１周辺で、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間に隙間が生じていない状態となっている。そのため、内側ケーシング３１の前縁５１１周辺での作動流体Ａの流れの乱れが生じなくなる。これにより、前縁５１１周辺での隙間での漏れ流れの発生を抑え、圧縮機１の効率低下を抑制することができる。

[0038] また、内側翼回転軸６２の回転軸線Ａｒは、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、翼弦方向Ｄ２において、後縁５１２に比べて前縁５１１に近い位置に配置

されている。つまり、翼弦方向Ｄ２において、内側翼回転軸６２は、後縁５１２に対して前縁５１１に近い位置に配置される。そのため、拡径部７２によって、内側ケーシング３１の前縁５１１周辺での作動流体Ａの流れの乱れを重点的に抑えることができる。これにより、前縁５１１周辺での隙間での漏れ流れの発生をより高い精度で抑え、圧縮機１の効率低下を抑制することができる。

[0039]（第一実施形態の第一変形例）

次に、本開示に係る可変静翼５の第一実施形態の第一変形例について説明する。なお、以下に説明する第一実施形態の第一変形例においては、上記第一実施形態と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。第一実施形態の第一変形例は、翼回転軸６Ａの拡径部７２Ａの形状が第一実施形態と異なっている。

[0040] 具体的には、拡径部７２Ａは、第一実施形態のように、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１のみと重なっている形状に限定されるものではない。拡径部７２Ａは、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１及び後縁５１２の少なくとも一方と重なっていればよい。したがって、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、後縁５１２のみと重なっていてもよく、前縁５１１及び後縁５１２の両方と重なっていてもよい。第一実施形態の第一変形例の内側翼回転軸６２では、図４に示すように、拡径部７２Ａは、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１及び後縁５１２の両方と重なっていてもよい。このような状態でも、拡径部７２Ａは、回転軸本体７１よりも大きな回転軸線Ａｒを中心とする円形断面を有している。

[0041] このように、拡径部７２Ａによって、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、後縁５１２と内側翼回転軸６２とが重なっている。そのため、後縁５１２周辺では、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間に隙間が生じていない状態となっている。そのため、内側ケーシング３１の後縁５１２周辺では、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間では、作動流体Ａの流れの乱れが生じなくなる。これにより、隙間での漏れ流れの発生を抑え、圧力損失を抑えられ

る。

[0042] さらに、第一変形例の拡径部７２Ａによって、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１及び前延の全領域が内側翼回転軸６２と重なっている。そのため、前縁５１１から後縁５１２までの全領域で、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間に隙間が生じていない状態となっている。そのため、前縁５１１から後縁５１２までの全領域で、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間では、作動流体Ａの流れの乱れが生じなくなる。これにより、隙間での漏れ流れの発生をより効果的に抑え、圧力損失を最大限抑えられる。その結果、可変静翼５での圧力損失による圧縮機１の効率低下を大きく抑制することができる。

[0043]（第一実施形態の第二変形例）

次に、本開示に係る可変静翼５の第一実施形態の第二変形例について説明する。なお、以下に説明する第一実施形態の第二変形例においては、上記第一実施形態と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。第一実施形態の第二変形例は、翼回転軸６Ｂの拡径部７２Ｂの形状が第一実施形態と異なっている。

[0044] 具体的には、第一実施形態の第二変形例の内側翼回転軸６２では、図５に示すように、拡径部７２Ｂは、第一実施形態のように、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１のみと重なっている。ただし、拡径部７２Ｂは、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、隣り合う他の可変静翼５の拡径部７２Ｂと摺接可能な大きさで形成されている。つまり、拡径部７２Ｂは、隣り合う他の可変静翼５の拡径部７２Ｂと干渉しない範囲で、最大限大きく形成されている。拡径部７２Ｂは、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、翼弦方向Ｄ２において、前縁５１１を超えた位置まで広がっている。

[0045] このように、拡径部７２Ｂによって、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１だけでなく、非常に大きな範囲で静翼本体５１と内側翼回転軸６２とが重なっている。そのため、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間に隙間が生じていない領域が非常に大きくなる。そのため、静翼本体５１と内側

ケーシング３１との間では、作動流体Ａの流れの乱れが広い範囲で生じなくなる。これにより、隙間での漏れ流れの発生を大きく抑え、圧力損失を大きく抑えられる。

[0046] なお、拡径部７２、７２Ａ、７２Ｂは、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、必ず前縁５１１と重なっている構造に限定されるものではない。拡径部７２は、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前縁５１１及び後縁５１２の少なくとも一方と重なる大きさで形成されていればよい。したがって、例えば、拡径部７２は、翼高さ方向Ｄ１から見た際に、後縁５１２のみに重なっていてもよい。

[0047] （第二実施形態）

次に、本開示に係る可変静翼５の第二実施形態について説明する。なお、以下に説明する第二実施形態においては、上記第一実施形態と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。第二実施形態では、翼回転軸６Ｃの拡径部７２Ｃ周辺の形状が第一実施形態と異なっている。

[0048] 第二実施形態の拡径部７２Ｃでは、図６に示すように、第一面７２３Ｃが、周方向Ｄｃから見た際に、前端部７２１から後端部７２２との間で静翼本体の端部５３から離れるように窪んでいる。第一面７２３Ｃは、仮想直線ＶＬよりも窪んでいる。仮想直線ＶＬは、内側ケーシング３１の外周面３１１が窪んでいないと仮定した場合での周方向Ｄｃから見た際の内側ケーシング３１の外周面３１１の位置に相当する仮想線である。本実施形態の第一面７２３Ｃは、回転軸線Ａｒでの仮想直線ＶＬからの窪み量ΔＤが最も大きい三次元曲面として形成されている。第一面７２３Ｃは、圧縮機１が定格運転される際の位置（角度）に静翼本体５１が位置している状態に対して、例えば、１５°～２５°程度回転した状態で、仮想直線ＶＬとの側面との間に生じる段差ΔＨを低減するように窪んでいる。回転軸線Ａｒでの仮想直線ＶＬからの窪み量ΔＤは、段差ΔＨよりも大きく形成されている。また、周方向Ｄｃから見た際に、軸線方向Ｄａの下流側Ｄａｄでは、内側ケーシング３１の外周面３１１も仮想直線ＶＬよりも窪んでいる。内側ケーシング３１の外周

面３１１は、拡径部７２Ｃに対して軸線方向Ｄａの下流側Ｄａｄにおいて、周方向Ｄｃから見た際に、圧縮機１が定格運転される際の位置（角度）に静翼本体５１が位置している状態での第一面７２３Ｃを延長したように窪んでいる。

[0049] 一般的に、圧縮機１が定格運転される際の開度（角度）に静翼本体５１が位置するに翼回転軸６が回転された状態では、内側翼回転軸６２の頂面となる第一面７２３は、内側ケーシング３１の外周面３１１と平滑に近い状態となっている。つまり、圧縮機１が定格運転されている間、第一面７２３は、内側ケーシング３１の外周面３１１に対して凹凸がほとんど無い状態となっている。一方で、圧縮機１の始動時や停止時のように、定格運転以外の状態では、開度（角度）が変更されるため、翼回転軸６が定格運転時とは異なる角度で回転された状態となる。第一面７２３は、前端部７２１と後端部７２２とで翼高さ方向Ｄ１の大きさが異なっている。そのため、翼回転軸６の回転に伴って、内側ケーシング３１の外周面３１１に対して前端部７２１が窪む一方で、後端部７２２が突出してしまう。特に、本実施形態では、拡径部７２の径が大きいため、前端部７２１と後端部７２２とで翼高さ方向Ｄ１の大きさの差が大きくなっている。つまり、第一面７２３が内側ケーシング３１の外周面３１１に対して凹凸が大きい状態となってしまう場合が考えられる。

[0050] ところが、第二実施形態では、拡径部７２Ｃの第一面７２３Ｃが窪んでいる。そのため、内側ケーシング３１の外周面３１１に対する第一面７２３Ｃの凹凸を低減することができる。これにより、定格運転とは異なる開度で運転する際の可変静翼５での翼面マッハ数を低減できる。その結果、低大気温度や高流量で圧縮機１を運転した場合の効率を大きく向上することができる。

[0051]（その他の実施形態）

以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない

範囲の設計変更等も含まれる。

[0052] なお、動翼列２２や可変静翼機構４の数は、実施形態に限定されるものではない。動翼列２２や可変静翼機構４の数は、１つ以上であればよい。したがって、動翼列２２や可変静翼機構４の数は、一つのみでもよく、本実施形態の四つ以上あってもよい。

[0053] また、本実施形態では、内側翼回転軸６２及び外側翼回転軸６１は、異なる形状とされている。しかしながら、内側翼回転軸６２及び外側翼回転軸６１は、異なる形状であることに限定されるものではなく、互いに同じ形状であってもよい。ただし、少なくとも内側翼回転軸６２が、拡径部７２を有することが好ましい。

[0054] ＜付記＞

各実施形態に記載の可変静翼５及び圧縮機１は、例えば以下のように把握される。

[0055] （１）第１の態様に係る可変静翼５は、作動流体Ａの流れ方向に交差する翼高さ方向Ｄ１に延びる静翼本体５１と、前記翼高さ方向Ｄ１における前記静翼本体の端部５２、５３に接続され、前記作動流体Ａの前記流れ方向に対する前記静翼本体５１の角度を変更させるように回転可能とされた翼回転軸６Ｂと、を備え、前記翼回転軸６Ｂは、前記翼高さ方向Ｄ１に延びる回転軸線Ａｒを中心として延びる回転軸本体７１と、前記回転軸線Ａｒを中心として延びて前記回転軸本体７１と前記静翼本体５１とを接続し、前記翼高さ方向Ｄ１から見た際の外径が前記回転軸本体７１の外径よりも大きい拡径部７２とを有し、前記静翼本体５１は、前記翼高さ方向Ｄ１に延びる前縁５１１と、前記翼高さ方向Ｄ１に延びる後縁５１２と、前記翼高さ方向Ｄ１に延び、前記前縁５１１と前記後縁５１２とを繋ぐ正圧面５１５及び負圧面５１６と、を有し、前記拡径部７２は、前記翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前記前縁５１１及び前記後縁５１２の少なくとも一方と重なる大きさで形成されている。

[0056] これにより、前縁５１１及び後縁５１２の少なくとも一方の周辺では、静

翼本体５１とケーシング３との間に隙間が生じていない状態となっている。そのため、ケーシング３の前縁５１１及び後縁５１２の少なくとも一方の周辺では、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間では、作動流体Ａの流れの乱れが生じなくなる。これにより、隙間での漏れ流れの発生を抑え、圧力損失を抑えられる。その結果、可変静翼５での圧力損失による圧縮機１の効率低下を抑制することができる。

[0057] （２）第２の態様に係る可変静翼５は、（１）の可変静翼５であって、前記拡径部７２は、前記翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前記前縁５１１と重なっている。

[0058] これにより、ケーシング３の前縁５１１周辺での作動流体Ａの流れの乱れが生じなくなる。これにより、前縁５１１周辺での隙間での漏れ流れの発生を抑え、圧縮機１の効率低下を抑制することができる。

[0059] （３）第３の態様に係る可変静翼５は、（１）又は（２）の可変静翼５であって、前記拡径部７２は、前記翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前記後縁５１２と重なっている。

[0060] これにより、ケーシング３の後縁５１２周辺では、静翼本体５１と内側ケーシング３１との間では、作動流体Ａの流れの乱れが生じなくなる。これにより、隙間での漏れ流れの発生を抑え、圧力損失を抑えられる。

[0061] （４）第４の態様に係る可変静翼５は、（１）から（３）の何れか一つの可変静翼５であって、前記可変静翼５は、前記流れ方向及び前記翼高さ方向Ｄ１と交差する方向に並んで複数配置可能とされ、前記拡径部７２は、前記翼高さ方向Ｄ１から見た際に、隣り合う他の前記可変静翼５の拡径部７２と摺接可能な大きさで形成されている。

[0062] これにより、静翼本体５１とケーシング３との間に隙間が生じていない領域が非常に大きくなる。そのため、静翼本体５１とケーシング３との間では、作動流体Ａの流れの乱れが広い範囲で生じなくなる。これにより、隙間での漏れ流れの発生を大きく抑え、圧力損失を大きく抑えられる。

[0063] （５）第５の態様に係る可変静翼５は、（１）から（４）の何れか一つの可

変静翼５であって、前記回転軸線Ａｒは、前記翼高さ方向Ｄ１から見た際に、前記前縁５１１と前記後縁５１２とを結ぶ翼弦の延びる翼弦方向Ｄ２において、前記後縁５１２に対して前記前縁５１１に近い位置に配置されている。

[0064] これにより、翼弦方向Ｄ２において、翼回転軸６Ｂは、後縁５１２に対して前縁５１１に近い位置に配置される。そのため、拡径部７２によって、内側ケーシング３１の前縁５１１周辺での作動流体Ａの流れの乱れを重点的に抑えることができる。これにより、前縁５１１周辺での隙間での漏れ流れの発生をより高い精度で抑え、圧縮機１の効率低下を抑制することができる。

[0065] （６）第６の態様に係る可変静翼５は、（１）から（５）の何れか一つの可変静翼５であって、前記拡径部７２は、前記翼高さ方向Ｄ１において、前記静翼本体５１を向く第一面７２３を有し、前記静翼本体の端部５２、５３は、前記流れ方向及び前記翼高さ方向Ｄ１と交差する方向から見た際に、前記前縁５１１から前記後縁５１２に向かって前記回転軸本体７１から離れるように傾斜し、前記第一面７２３は、前記流れ方向及び前記翼高さ方向Ｄ１と交差する方向から見た際に、前記前縁５１１に近い前端部７２１から前記後縁５１２に近い後端部７２２との間で前記静翼本体の端部５２、５３から離れるように窪んでいる。

[0066] これにより、ケーシング３の外周面に対する第一面７２３の凹凸を低減することができる。これにより、定格運転とは異なる開度で運転する際の可変静翼５での翼面マッハ数を低減得きる。その結果、低大気温度や高流量で圧縮機１を運転した場合の効率を大きく向上することができる。

[0067] （７）第７の態様に係る圧縮機１は、（１）から（６）の何れか一つの可変静翼５と、ロータ本体２１、及び前記ロータ本体２１の軸線方向Ｄａ及び周方向Ｄｃに配列された複数の動翼２５を含むロータ２と、前記ロータ２の外側Ｄｒｏに配置された内側ケーシング３１と、前記内側ケーシング３１の外側Ｄｒｏに配置された外側ケーシング３２と、前記翼回転軸６Ｂと接続され、前記翼回転軸６Ｂを回転させる回転駆動部８と、を備え、前記可変静翼５

は、前記内側ケーシング３１及び外側ケーシング３２に対して回転可能に配置されている。

産業上の利用可能性

[0068] 本開示の可変静翼及び圧縮機によれば、漏れ流れを抑えて効率の低下を抑制することができる。

符号の説明

[0069] １…圧縮機

２…ロータ

２１…ロータ本体

２２…動翼列

２２１…第一動翼列

２２２…第二動翼列

２２３…第三動翼列

２２４…第四動翼列

２５…動翼

３…ケーシング

３１…内側ケーシング

３１１…（内側ケーシングの）外周面

３２…外側ケーシング

３２１…（外側ケーシングの）内周面

３３…ストラット

Ｓ…主流路

３５…吸込口

４…可変静翼機構

４１…第一可変静翼機構

４２…第二可変静翼機構

４３…第三可変静翼機構

４４…第四可変静翼機構

５…可変静翼

５１…静翼本体

５１１…前縁

５１２…後縁

５１５…正圧面

５１６…負圧面

５２、５３…静翼本体の端部

６、６Ａ、６Ｂ、６Ｃ…翼回転軸

６１…外側翼回転軸

６２…内側翼回転軸

Ａｒ…回転軸線

７１…回転軸本体

７２、７２Ａ、７２Ｂ、７２Ｃ…拡径部

７２１…前端部

７２２…後端部

７２３、７２３Ｃ…第一面

７３…外側円板部

８…回転駆動部

Ａ…作動流体

Ｏ…軸線

Ｄａ…軸線方向

Ｄａｕ…上流側

Ｄａｄ…下流側

Ｄｃ…周方向

Ｄｒ…径方向

Ｄｒｏ…外側

Ｄｒｉ…内側

Ｄ１…翼高さ方向

Ｄ２…翼弦方向

請求の範囲

[請求項1] 作動流体の流れ方向に交差する翼高さ方向に延びる静翼本体と、

前記翼高さ方向における前記静翼本体の端部に接続され、前記作動流体の前記流れ方向に対する前記静翼本体の角度を変更させるように回転可能とされた翼回転軸と、を備え、

前記翼回転軸は、

前記翼高さ方向に延びる回転軸線を中心として延びる回転軸本体と、

前記回転軸線を中心として延びて前記回転軸本体と前記静翼本体とを接続し、前記翼高さ方向から見た際の外径が前記回転軸本体の外径よりも大きい拡径部とを有し、

前記静翼本体は、

前記翼高さ方向に延びる前縁と、

前記翼高さ方向に延びる後縁と、

前記翼高さ方向に延び、前記前縁と前記後縁とを繋ぐ正圧面及び負圧面と、を有し、

前記拡径部は、前記翼高さ方向から見た際に、前記前縁及び前記後縁の少なくとも一方と重なる大きさで形成されている可変静翼。

[請求項2] 前記拡径部は、前記翼高さ方向から見た際に、前記前縁と重なっている請求項１に記載の可変静翼。

[請求項3] 前記拡径部は、前記翼高さ方向から見た際に、前記後縁と重なっている請求項２に記載の可変静翼。

[請求項4] 前記可変静翼は、前記流れ方向及び前記翼高さ方向と交差する方向に並んで複数配置可能とされ、

前記拡径部は、前記翼高さ方向から見た際に、隣り合う他の前記可変静翼の拡径部と摺接可能な大きさで形成されている請求項２に記載の可変静翼。

[請求項5] 前記回転軸線は、前記翼高さ方向から見た際に、前記前縁と前記後

縁とを結ぶ翼弦の延びる翼弦方向において、前記後縁に対して前記前縁に近い位置に配置されている請求項１から請求項４の何れか一項に記載の可変静翼。

[請求項6] 前記拡径部は、前記翼高さ方向において、前記静翼本体を向く第一面を有し、

前記静翼本体の端部は、前記流れ方向及び前記翼高さ方向と交差する方向から見た際に、前記前縁から前記後縁に向かって前記回転軸本体から離れるように傾斜し、

前記第一面は、前記流れ方向及び前記翼高さ方向と交差する方向から見た際に、前記前縁に近い前端部から前記後縁に近い後端部との間で前記静翼本体の端部から離れるように窪んでいる請求項１から請求項４の何れか一項に記載の可変静翼。

[請求項7] 請求項１から請求項４のうち、いずれか一項に記載の可変静翼と、

ロータ本体、及び前記ロータ本体の軸線方向及び周方向に配列された複数の動翼を含むロータと、

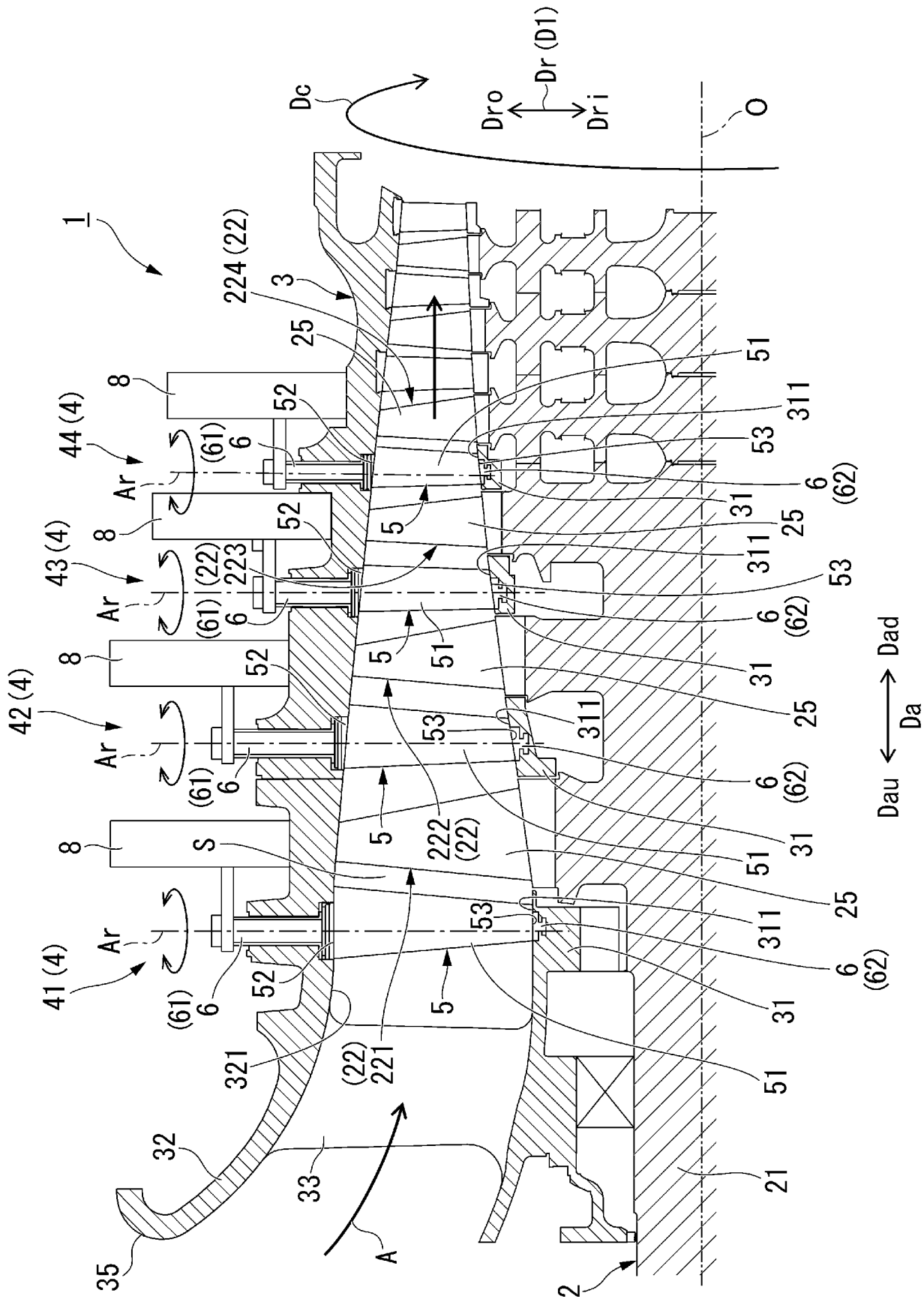
前記ロータの外側に配置された内側ケーシングと、

前記内側ケーシングの外側に配置された外側ケーシングと、

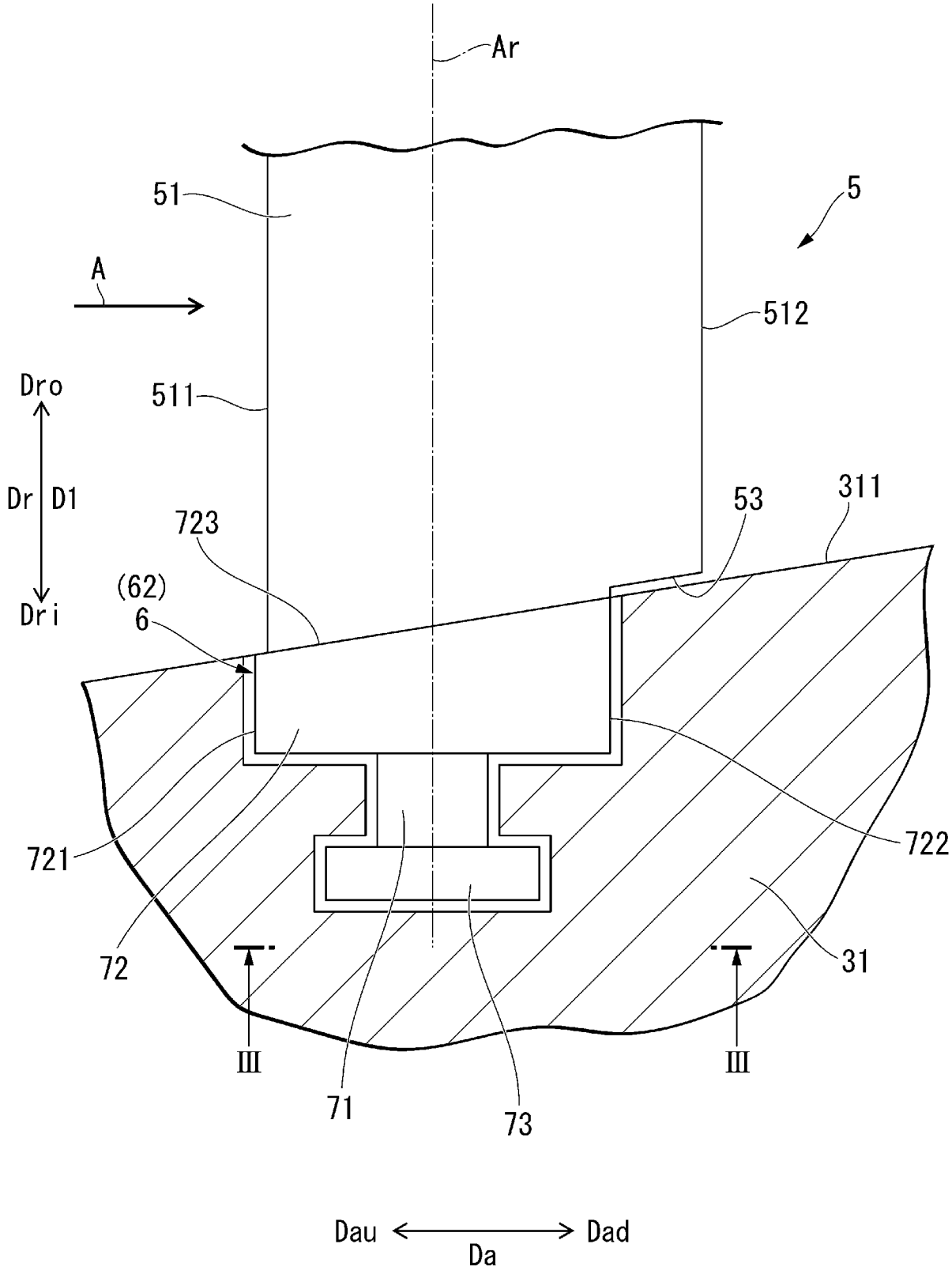
前記翼回転軸と接続され、前記翼回転軸を回転させる回転駆動部と、を備え、

前記可変静翼は、前記内側ケーシング及び外側ケーシングに対して回転可能に配置されている圧縮機。

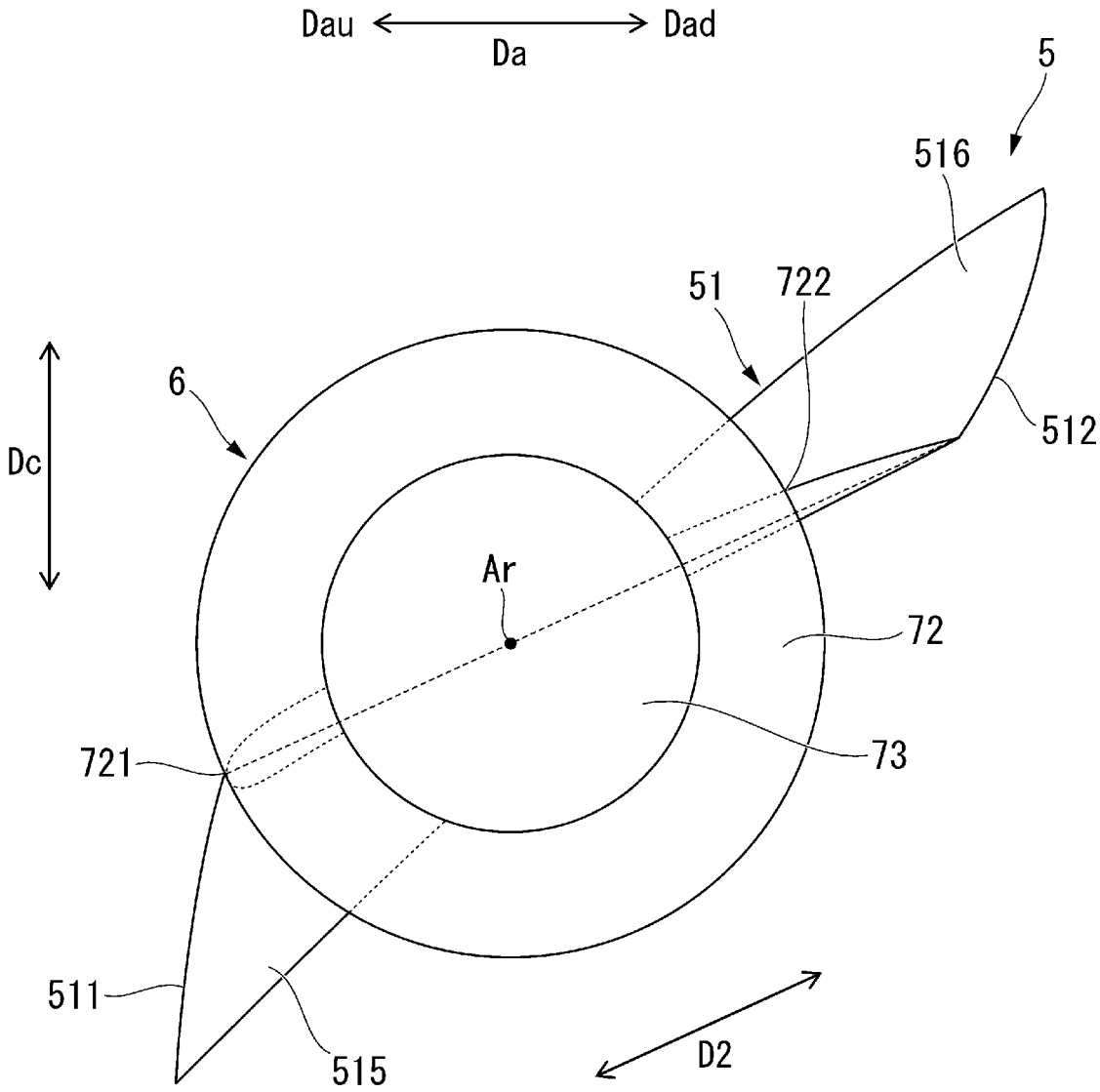
[図1]


Dc
Dr (D1)
Dro
Dri
O
1
224 (22)
3
25
51
311
53
6 (62)
31
8
52
44 (4)
Ar
(61)
6
43 (4)
223
(22)
42 (4)
41 (4)
S
222 (22)
221 (22)
321
5
Dad
Da
Dau
32
33
35
A
2
21

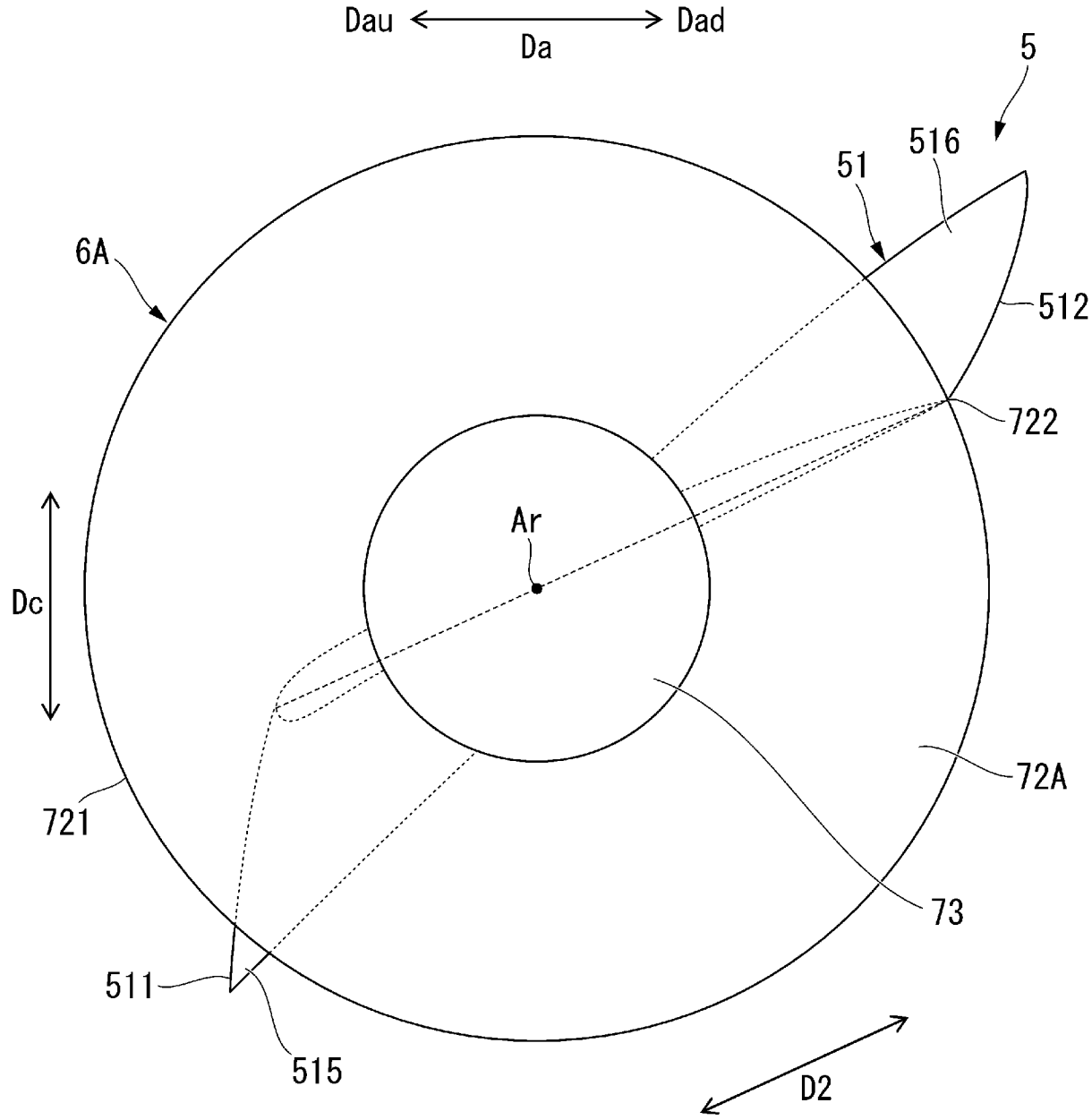
[図2]


Ar
51
5
A
512
Dro
511
Dr D1
Dri
53
311
723
(62)
6
721
722
72
31
III
III
71
73
Dau
Dad
Da

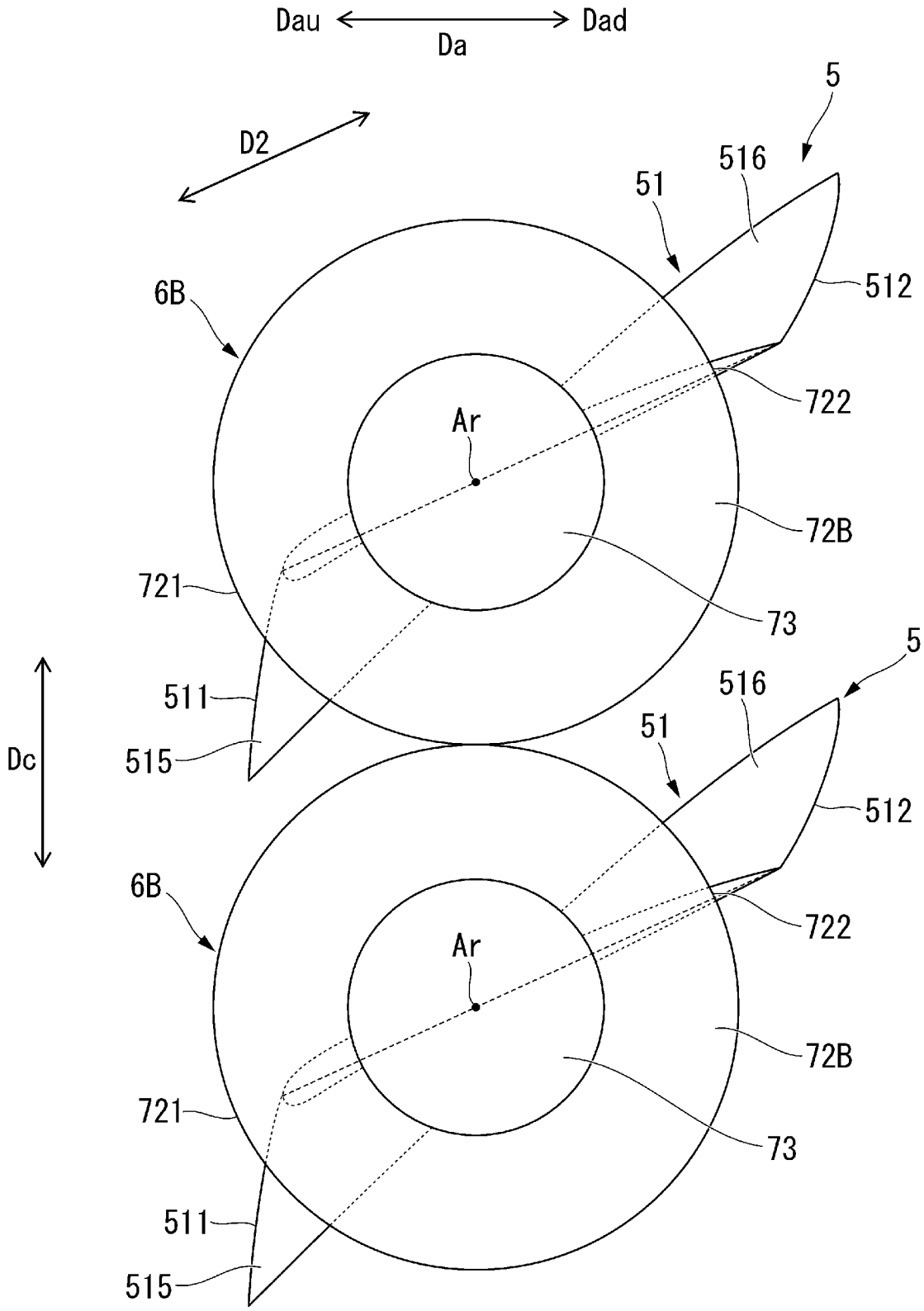
[図3]



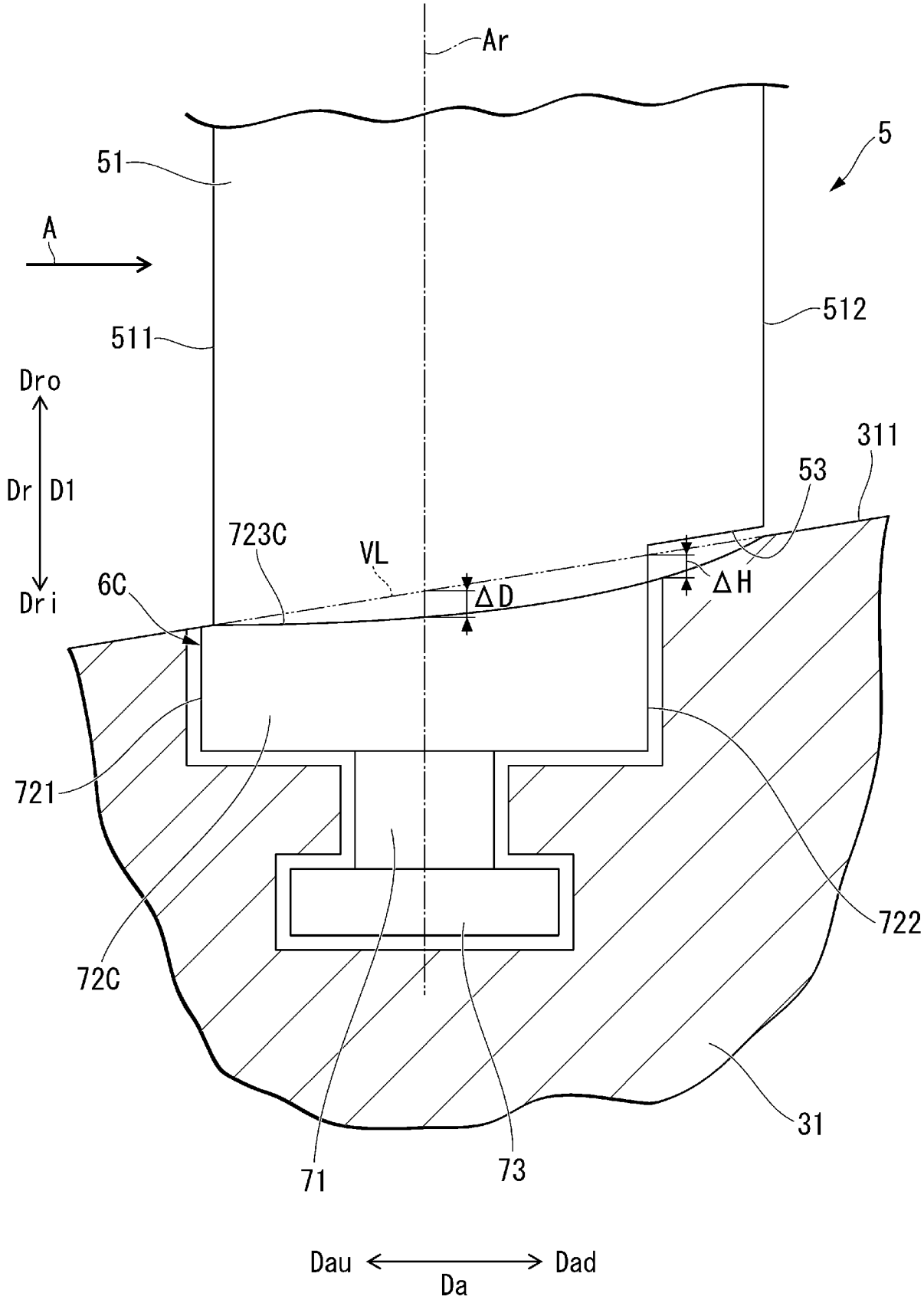
[図4]



[図5]



[図6]


Ar
5
51
A
512
511
Dro
Dr
D1
Dri
311
53
723C
VL
6C
ΔD
ΔH
721
722
72C
31
71
73
Dau
Dad
Da

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/005981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D 29/56(2006.01)i; ***F01D 9/04***(2006.01)i; ***F01D 17/16***(2006.01)i
FI: F04D29/56 C; F01D17/16 D; F01D9/04; F04D29/56 D

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)

F04D29/56; F01D9/04; 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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	US 2020/0240435 A1 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 30 July 2020 (2020-07-30) paragraphs [0006], [0036]-[0038], [0041]-[0042], fig. 1-6	1-2, 5
Y		3-7
Y	US 2010/0124487 A1 (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG.) 20 May 2010 (2010-05-20) paragraphs [0005], [0048]-[0049], fig. 4-5	3, 5-7
A		4
Y	US 2008/0131268 A1 (GUEMMER, Volker) 05 June 2008 (2008-06-05) paragraph [0005], fig. 3-4	3, 5-7
A		4
Y	JP 2017-129133 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27 July 2017 (2017-07-27) paragraphs [0006], [0021]-[0022], fig. 1-6	4-7
Y	US 2010/0232936 A1 (MIELKE, Mark Joseph) 16 September 2010 (2010-09-16) paragraphs [0009], [0031]-[0032], fig. 1-2, 7	4-7

☑ 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	Date of mailing of the international search report
07 April 2023	**18 April 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-283096 A (HITACHI, LTD.) 10 October 2000 (2000-10-10) fig. 3	6-7
A	JP 2013-133742 A (HITACHI, LTD.) 08 July 2013 (2013-07-08) fig. 1-2,10	1-7
A	JP 36-17775 B1 (GEBRUEDER, SURUTSUAA, AKUECHIN GESELLSCHAFT) 29 September 1961 (1961-09-29) fig. 1	1-7
A	US 4231703 A (MOTOREN-UND TURBINEN-UNION MUENCHEN GMBH) 04 November 1980 (1980-11-04) fig. 1-3	4
A	JP 2005-291212 A (SNECMA MOTEURS) 20 October 2005 (2005-10-20) fig. 4	6
A	JP 2002-130189 A (SNECMA MOTEURS) 09 May 2002 (2002-05-09) fig. 1-3	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/005981

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2020/0240435 A1	30 July 2020	US 2018/0094645 A1	
		US 2016/0076548 A1	
		EP 2998508 A1	
		EP 3467262 A2	
US 2010/0124487 A1	20 May 2010	EP 2189664 A2	
		DE 102008058014 A1	
US 2008/0131268 A1	05 June 2008	EP 1918529 A2	
		DE 102006052003 A1	
JP 2017-129133 A	27 July 2017	US 2017/0191367 A1 paragraphs [0008]-[0009], [0031]-[0032], fig. 1-6	
		EP 3190268 A1	
		CA 2953599 A1	
		CN 106948871 A	
US 2010/0232936 A1	16 September 2010	EP 2236773 A2	
		CA 2694659 A1	
JP 2000-283096 A	10 October 2000	(Family: none)	
JP 2013-133742 A	08 July 2013	(Family: none)	
JP 36-17775 B1	29 September 1961	(Family: none)	
US 4231703 A	04 November 1980	GB 2028438 A	
		DE 2835349 B1	
		FR 2433118 A1	
JP 2005-291212 A	20 October 2005	US 2005/0220609 A1 fig. 4	
		EP 1584827 A1	
		FR 2868490 A1	
		CA 2500942 A1	
JP 2002-130189 A	09 May 2002	US 2002/0061249 A1 fig. 1-3	
		EP 1188903 A1	
		FR 2814205 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/005981

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F04D 29/56(2006.01)i; F01D 9/04(2006.01)i; F01D 17/16(2006.01)i
FI: F04D29/56 C; F01D17/16 D; F01D9/04; F04D29/56 D

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））

F04D29/56; F01D9/04; 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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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	US 2020/0240435 A1 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 30.07.2020 (2020-07-30) 段落 [0006] [0036]-[0038] [0041]-[0042],図1-6	1-2,5
Y		3-7
Y	US 2010/0124487 A1 (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG.) 20.05.2010 (2010-05-20) 段落 [0005] [0048]-[0049],図4-5	3,5-7
A		4
Y	US 2008/0131268 A1 (GUEMMER, Volker) 05.06.2008 (2008-06-05) 段落 [0005],図3-4	3,5-7
A		4
Y	JP 2017-129133 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 27.07.2017 (2017-07-27) 段落 [0006] [0021]-[0022],図1-6	4-7
Y	US 2010/0232936 A1 (MIELKE, Mark Joseph) 16.09.2010 (2010-09-16) 段落 [0009] [0031]-[0032],図1-2,7	4-7

☑ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
07.04.2023	18.04.2023

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

田谷　宗隆 30 3518

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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 2000-283096 A (株式会社日立製作所) 10.10.2000 (2000-10-10) 図3	6-7
A	JP 2013-133742 A (株式会社日立製作所) 08.07.2013 (2013-07-08) 図1-2,10	1-7
A	JP 36-17775 B1 (ゲブリューダー、スルツアー、アクエチンゲゼルシヤフト) 29.09.1961 (1961-09-29) 第1図	1-7
A	US 4231703 A (MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MUENCHEN GMBH) 04.11.1980 (1980-11-04) 図1-3	4
A	JP 2005-291212 A (スネクマ・モトウール) 20.10.2005 (2005-10-20) 図4	6
A	JP 2002-130189 A (スネクマ・モトウール) 09.05.2002 (2002-05-09) 図1-3	6

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/005981

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2020/0240435 A1	30.07.2020	US 2018/0094645 A1 US 2016/0076548 A1 EP 2998508 A1 EP 3467262 A2	
US 2010/0124487 A1	20.05.2010	EP 2189664 A2 DE 102008058014 A1	
US 2008/0131268 A1	05.06.2008	EP 1918529 A2 DE 102006052003 A1	
JP 2017-129133 A	27.07.2017	US 2017/0191367 A1 段落［0008］－［0009］ ［0031］－［0032］，図1-6 EP 3190268 A1 CA 2953599 A1 CN 106948871 A	
US 2010/0232936 A1	16.09.2010	EP 2236773 A2 CA 2694659 A1	
JP 2000-283096 A	10.10.2000	（ファミリーなし）	
JP 2013-133742 A	08.07.2013	（ファミリーなし）	
JP 36-17775 B1	29.09.1961	（ファミリーなし）	
US 4231703 A	04.11.1980	GB 2028438 A DE 2835349 B1 FR 2433118 A1	
JP 2005-291212 A	20.10.2005	US 2005/0220609 A1 図4 EP 1584827 A1 FR 2868490 A1 CA 2500942 A1	
JP 2002-130189 A	09.05.2002	US 2002/0061249 A1 図1-3 EP 1188903 A1 FR 2814205 A1	