

(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
2019年7月4日(04.07.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/131632 A1

(51) 国際特許分類:

F01D 25/30 (2006.01) F02C 7/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/047571

(22) 国際出願日: 2018年12月25日(25.12.2018)

(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 2017-253815 2017年12月28日(28.12.2017) JP

(71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 桑村 祥弘(KUWAMURA Yoshihiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 梶下 秀昭(SUGISHITA Hideaki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 松本 和幸(MATSUMOTO

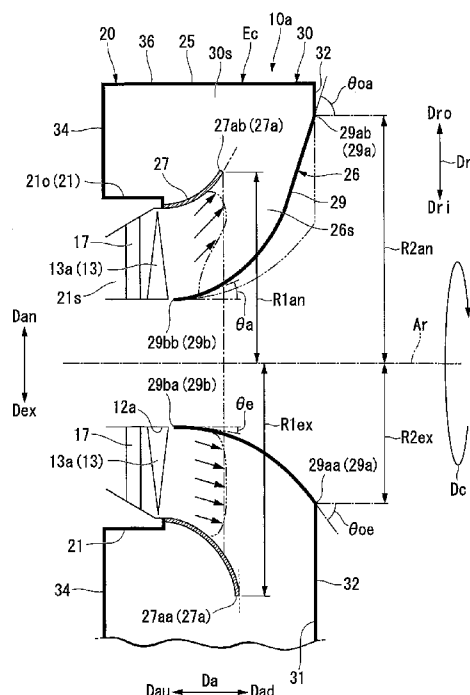
Kazuyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 西川 豊治(NISHIKAWA Toyoharu); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 中西 啓(NAKANISHI Kei); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(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, 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, KE, KG, KH, KN, 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,

(54) Title: EXHAUST CHAMBER AND STEAM TURBINE

(54) 発明の名称: 排気室及び蒸気タービン



(57) Abstract: An exhaust chamber (Ec) of the present invention is provided with an inner casing (21), an outer casing (30), and a diffuser (26). The inner casing (21) surrounds a rotor from the outside in a radial direction, and forms a first space (21s) in which a fluid flows in an axial direction (Da) between the rotor and the inner casing (21). The diffuser (26) is provided with a bearing cone (29) that has a diameter that gradually widens moving towards an axial downstream side (Dad) and forms a cylindrical shape extending to the axial downstream side (Dad) so as to be continuous with the outer circumferential surface of a rotor shaft that forms the first space (21s). An end edge (29a) on the axial downstream side (Dad) of the bearing cone (29) forms an oval shape in which, in a direction orthogonal to an axial line (Ar), a distance (R2an) between the axial line (Ar) and a second cone end part (29ab) of a second side (Dan) is greater than a distance (R2ex) between the axial line (Ar) and a first cone end part (29aa) of a first side (Dex).

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))

(57) 要約: 排気室 (E c) は、内側ケーシング (2 1) と、外側ケーシング (3 0) と、ディフューザ (2 6) と、を備える。内側ケーシング (2 1) は、径方向の外側からロータを囲い、ロータとの間に軸線方向 (D a) に流体が流れる第一空間 (2 1 s) を形成する。ディフューザ (2 6) は、第一空間 (2 1 s) を形成するロータ軸の外周面と連続するように軸線下流側 (D a d) に延びる筒状をなし、軸線下流側 (D a d) に向かうにしたがって漸次拡径するベアリングコーン (2 9) を備えている。ベアリングコーン (2 9) の軸線下流側 (D a d) の端縁 (2 9 a) は、軸線 (A r) に直交する方向における第一側 (D e x) の第一コーン端部 (2 9 a a) と軸線 (A r) との間の距離 (R 2 e x) よりも、第二側 (D a n) の第二コーン端部 (2 9 a b) と軸線 (A r) との間の距離 (R 2 a n) の方が大きいオーバル形状を成している。

明 細 書

発明の名称：排気室及び蒸気タービン

技術分野

[0001] この発明は、排気室及び蒸気タービンに関する。

本願は、2017年12月28日に日本に出願された特願2017-253815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] タービンや圧縮機等の回転機械においては、最終段動翼の下流側に作動流体を圧力回復するためのディフューザを備えている場合が多い。このようなディフューザにおいては、ロータ軸の軸線に沿って排気された作動流体を、例えばレイアウトの都合等により、ロータ軸を中心とした径方向の外側に向けて向きを変更するように形成されたものがある。このようなディフューザは、排気の向きが変更されることで排気損失が大きくなる場合があった。

特許文献1、2には、蒸気タービンの最終段動翼から復水器までの排気損失低減のために、ディフューザのベアリングコーン形状を、外車室の排気側と反排気側とで非対称に形成する技術が提案されている。

特許文献3には、ディフューザのフローガイドを外車室の排気側と反排気側とで非対称に形成する技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-083801号公報

特許文献2：特開2004-150357号公報

特許文献3：特開平11-200814号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1から3のようにして排気損失を低減させたとしても、反排気側のベアリングコーン付近で逆流が生じたり、排気側のフロー

ガイドで剥離が発生したりして圧力損失が生じる可能性が有る。

この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、圧力損失を低減して性能向上を図ることができる排気室及び蒸気タービンを提供するものである。

課題を解決するための手段

[0005] 上記の課題を解決するために以下の構成を採用する。

この発明の第一態様によれば、排気室は、内側ケーシングと、外側ケーシングと、ディフューザと、を備える。内側ケーシングは、ロータ軸の軸線を中心とした径方向の外側からロータを囲い、前記ロータとの間に前記軸線の延びる方向に流体が流れる第一空間を形成する。外側ケーシングは、前記ロータ及び前記内側ケーシングを囲うとともに、前記第一空間を流れた流体が排気される第二空間を前記内側ケーシングとの間に形成し、前記軸線に直交する方向の第一側に出口を有する。ディフューザは、前記内側ケーシングの下流側に配置されて前記第一空間と連通するディフューザ空間を形成し、前記下流側に向かうにつれて径方向外側を向き、前記第一空間と前記第二空間とを連通させる。ディフューザは、前記第一空間を形成する前記ロータ軸の外周面と連続するように軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するベアリングコーンを備えている。ベアリングコーンの前記下流側の端縁は、前記軸線に直交する方向における第一側の第一コーン端部と前記軸線との間の距離よりも、前記第一側とは反対側の第二側の第二コーン端部と前記軸線との間の距離の方が大きいオーバル形状を成している。

この第一態様におけるベアリングコーンの下流側の端縁は、軸線に直交する方向における第一側の第一コーン端部と軸線との間の距離よりも、第一側とは反対側の第二側の第二コーン端部と軸線との間の距離の方が大きい。これにより、例えば、第一コーン端部と第二コーン端部とが軸線方向で同じ位置又は、第一コーン端部よりも第二コーン端部が軸線方向における上流側に配置される場合、軸線に対するベアリングコーンの角度は、第一側よりも第

二側において大きくなる。そのため、第二側のディフューザ空間においてベアリングコーンを流体の流れに沿わせるように形成できる。一方で、第一コーン端部よりも第二コーン端部が軸線方向で下流側に位置する場合、第二側におけるディフューザ空間の長さを長くできる。そのため、逆流が生じる領域を解消できる。したがって、圧力損失を低減して性能向上を図ることができる。

[0006] この発明の第二態様によれば、第一態様に係るディフューザは、前記内側ケーシングの下流側の端縁から前記軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するフローガイドを備えていてもよい。前記フローガイドは、前記軸線よりも第一側に形成された第一ガイド部と、前記軸線よりも第二側に形成された第二ガイド部と、を備えていてもよい。前記軸線を含む断面視で、前記第二ガイド部の最も第二側に位置する第二側ガイド端部と前記軸線との径方向における距離は、前記第二側ガイド端部と軸線方向で同一位置の前記第一ガイド部と前記軸線との径方向における距離よりも大きいようにしてもよい。前記第二側ガイド端部における接線と前記軸線とのなす角度は、前記第二側ガイド端部と軸線方向で同一位置の前記第一ガイド部の接線と前記軸線とのなす角度よりも大きいようにしてもよい。

このように構成することで、ディフューザ空間の第二側の流路断面積が第一側の流路断面積よりも減少することを抑制できる。そのため、ディフューザの出口においてディフューザ空間として有効な流路面積を拡大して、ディフューザの圧力回復性能を向上することができる。

[0007] この発明の第三態様によれば、第一態様に係るディフューザは、前記内側ケーシングの下流側の端縁から前記軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するフローガイドを備えていてもよい。前記フローガイドは、前記軸線よりも第一側に形成された第一ガイド部と、前記軸線よりも第二側に形成された第二ガイド部と、を備えていてもよい。軸線を含む断面視で、前記第二ガイド部の接線と前記軸線

とのなす角度は、前記第二ガイド部の接線と前記軸線方向で同一位置の前記第一ガイド部の接線と前記軸線とのなす角度よりも大きいようにしてもよい。

このように構成することで、ディフューザ空間の第二側の流路断面積が第一側の流路断面積よりも減少することを抑制できる。そのため、ディフューザの出口においてディフューザ空間として有効な流路面積を拡大して、ディフューザの圧力回復性能を向上することができる。

[0008] この発明の第四態様によれば、第二又は第三態様に係る第一側の第一コーン端部は、前記第二側の第二コーン端部よりも、前記軸線方向の下流側に位置していてもよい。

第一側のディフューザ空間においては、内側ケーシングの内側の第一空間から排出された流体の流れが軸線方向を向いているため、ベアリングコーン側で剥離が生じ難い。そのため、第一側の第一コーン端部を、第二側の第二コーン端部よりも、軸線方向の下流側に位置することで、第一側におけるディフューザ空間として有効な流路断面積を拡大することができる。

[0009] この発明の第五態様によれば、第一態様に係るディフューザは、前記内側ケーシングの下流側の端縁から前記軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するフローガイドを備えていてもよい。前記フローガイドは、前記軸線よりも第一側に形成された第一ガイド部と、前記軸線よりも第二側に形成された第二ガイド部と、を備えていてもよい。前記第二コーン端部は、前記第一コーン端部よりも軸線方向の下流側に配置されてもよい。さらに、第一態様に係る第二ガイド部は、前記第一ガイド部よりも軸線方向の長さが長いようにしてもよい。

このように構成することで、第二側におけるベアリングコーンの長さとはフローガイドの長さとをそれぞれ長くすることができるため、第二側におけるディフューザ空間の長さを、長くすることができる。そのため、ベアリングコーン側に逆流が発生することを抑制して、ディフューザにおける圧力回復性能を向上することができる。

[0010] この発明の第六態様によれば、第一態様に係るベアリングコーンのうち、前記軸線からの距離が最も大きい端部は、前記軸線を中心とした周方向における最も第二側の位置よりも、前記ロータ軸の回転方向における前方にずれた位置に配置されていてもよい。

このように構成することで、例えば、ロータの最終段動翼から旋回成分を含む流れがディフューザに流入した場合に、ベアリングコーンのうち軸線からの距離が最も大きい端部を、逆流領域が最も生じ易い位置に配置することができる。したがって、ディフューザにおける圧力損失を有効に低減することができる。

[0011] この発明の第七態様によれば、蒸気タービンは、第一から第六態様の何れか一つの態様に係る排気室を備える。

このように構成することで、蒸気タービンの効率向上を図ることができる。

発明の効果

[0012] 上記排気室及び蒸気タービンによれば、圧力損失を低減して性能向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]この発明の第一実施形態における蒸気タービンの概略構成を示す図である。

[図2]この発明の第一実施形態における排気室の拡大図である。

[図3]この発明の第一実施形態における軸線方向から見たベアリングコーンとフローガイドの外形を示す図である。

[図4]この発明の第二実施形態における図2に相当する図である。

[図5]この発明の第二実施形態における図3に相当する図である。

[図6]この発明の第二実施形態の第一変形例における図2に相当する図である。

[図7]この発明の第二実施形態の第一変形例における図3に相当する図である。

[図8]この発明の第二実施形態の第二変形例における図2に相当する図である。

[図9]この発明の第二実施形態の第二変形例における図3に相当する図である。

[図10]この発明の第三実施形態における図2に相当する図である。

[図11]この発明の第三実施形態における図3に相当する図である。

[図12]この発明の第四実施形態における図2に相当する図である。

[図13]この発明の第四実施形態における図3に相当する図である。

発明を実施するための形態

[0014] 次に、この発明の実施形態における排気室及び蒸気タービンを図面に基づき説明する。

[0015] (第一実施形態)

図1は、この発明の第一実施形態における蒸気タービンの概略構成を示す図である。

図1に示すように、この第一実施形態の蒸気タービンSTは、二分流排気型の蒸気タービンである。この蒸気タービンSTは、第一蒸気タービン部10aと第二蒸気タービン部10bとを備えている。第一蒸気タービン部10a及び第二蒸気タービン部10bは、いずれも、軸線Arを中心として回転するタービンロータ(ロータ)11と、タービンロータ11を覆うケーシング20と、ケーシング20に固定されている複数の静翼列17と、蒸気流入管19と、を備えている。以下の説明において、軸線Arを中心とした周方向を単に周方向Dcとし、軸線Arに対して垂直な方向を径方向Drとする。さらに、径方向Drで軸線Arの側を径方向内側Dri、その反対側を径方向外側Droとする。

[0016] 第一蒸気タービン部10aと第二蒸気タービン部10bとは、蒸気流入管19を共有する。第一蒸気タービン部10aは、この蒸気流入管19を除き、この蒸気流入管19を基準にして軸線方向Daの一方側に配置されている。第二蒸気タービン部10bは、この蒸気流入管19を除き、この蒸気流入

管 19 を基準にして軸線方向 D a の他方側に配置されている。ここで、第一蒸気タービン部 10 a の構成と第二蒸気タービン部 10 b の構成とは、基本的に同一である。そのため、以下の説明では、主に第一蒸気タービン部 10 a について説明し、第二蒸気タービン部 10 b の説明を省略する。第一蒸気タービン部 10 a において、軸線方向 D a の蒸気流入管 19 の側を軸線上流側 D a u、その反対側を軸線下流側 D a d とする。

[0017] タービンロータ 11 は、軸線 A r を中心として軸線方向 D a に延びるロータ軸 12 と、このロータ軸 12 に取り付けられている複数の動翼列 13 と、を有する。タービンロータ 11 は、軸線 A r を中心として回転可能に軸受 18 で支持されている。複数の動翼列 13 は、軸線方向 D a に並んでいる。複数の動翼列 13 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の動翼で構成される。第一蒸気タービン部 10 a のタービンロータ 11 と、第二蒸気タービン部 10 b のタービンロータ 11 とは、同一の軸線 A r 上に位置して互いに連結されて、軸線 A r を中心として一体回転する。

[0018] ケーシング 20 は、内側ケーシング 21 と、排気ケーシング 25 とを有する。

内側ケーシング 21 は、ロータ軸 12 との間に、軸線 A r を中心とした環状をなす第一空間 21 s を形成する。蒸気流入管 19 から流入した蒸気（流体）は、この第一空間 21 s を軸線方向 D a に（より具体的には軸線下流側 D a d に向かって）流れる。タービンロータ 11 の複数の動翼列 13 は、この第一空間 21 s 内に配置されている。複数の静翼列 17 は、軸線方向 D a に並んで、この第一空間 21 s 内に配置されている。複数の静翼列 17 のそれぞれは、複数の動翼列 13 のうちいずれか一つの動翼列 13 の軸線上流側 D a u に配置されている。複数の静翼列 17 は、内側ケーシング 21 に固定されている。

[0019] 排気ケーシング 25 は、ディフューザ 26 と、外側ケーシング 30 とを有する。

外側ケーシング 30 は、タービンロータ 11 及び内側ケーシング 21 を囲

うとともに、第一空間 21 s を流れた蒸気が排出される第二空間 30 s を内側ケーシング 21 との間に形成する。この第二空間 30 s は、ディフューザ 26 に連通し、ディフューザ 26 の外周側を周方向 D c に広がる。この外側ケーシング 30 は、ディフューザ空間 26 s から第二空間 30 s に流入した蒸気を排気口 31 に導く。

[0020] 外側ケーシング 30 は、軸線 A r に直交する方向の第一側（図 1 において下側）に排気口（出口） 31 を有する。この実施形態で例示する外側ケーシング 30 は、鉛直下方向に向かって開口している。この実施形態の蒸気タービン S T は、いわゆる下方排気型の復水蒸気タービンであり、排気口 31 には、蒸気を水に戻す復水器（図示せず）が接続されている。この実施形態における外側ケーシング 30 は、下流側端板 32 と、上流側端板 34 と、側周板 36 と、をそれぞれ備えている。

[0021] 下流側端板 32 は、ベアリングコーン 29 の径方向外側 D r o の縁から径方向外側 D r o に広がって、第二空間 30 s の軸線下流側 D a d の縁を画定する。

上流側端板 34 は、ディフューザ 26 よりも軸線上流側 D a u に配置されている。この上流側端板 34 は、内側ケーシング 21 の外周面 21 o から径方向外側 D r o に広がって、第二空間 30 s の軸線上流側 D a u の縁を画定する。

側周板 36 は、下流側端板 32 及び上流側端板 34 に接続され、軸線方向 D a に広がり且つ軸線 A r を中心として周方向 D c に広がって、第二空間 30 s の径方向外側 D r o の縁を画定する。

[0022] ディフューザ 26 は、内側ケーシング 21 の軸線下流側 D a d に配置されて、第一空間 21 s と第二空間 30 s とを連通させる。このディフューザ 26 は、軸線下流側 D a d に向うに連れて次第に径方向外側に向かう環状のディフューザ空間 26 s を形成する。ディフューザ空間 26 s 内には、タービンロータ 11 の最終動翼列 13 a から軸線下流側 D a d に向かって流出した蒸気が流入する。ここで、最終動翼列 13 a とは、第一蒸気タービン部 10

aが備える複数の動翼列13のうち、最も軸線下流側D a dに配置されている動翼列13である。

[0023] ディフューザ26は、ディフューザ空間26sの径方向外側D r oの縁を画定するフローガイド（又は、スチームガイド、外側ディフューザともいう）27と、ディフューザ空間26sの径方向内側D r iの縁を画定するベアリングコーン（又は、内側ディフューザともいう）29と、を有する。

[0024] ベアリングコーン29は、第一空間21sを形成するロータ軸12の外周面12aと連続するように軸線下流側D a dに延びる筒状に形成されている。ベアリングコーン29は、軸線A rに対して垂直な断面が環状を成し、軸線下流側D a dに向うにしたがって径方向外側D r oに向かって漸次拡径している。ベアリングコーン29の端縁29aは、外側ケーシング30の下流側端板32に接続されている。

[0025] フローガイド27は、内側ケーシング21の軸線下流側D a dの端縁から軸線下流側D a dに向かって延びる筒状をなしている。フローガイド27は、軸線A rに対して垂直な断面が環状を成し、軸線下流側D a dに向かうにしたがって漸次拡径している。この実施形態におけるフローガイド27は、内側ケーシング21に接続されている。

この発明における排気室E cは、内側ケーシング21と外側ケーシング30とディフューザ26とにより構成されている。

[0026] 図2は、この発明の第一実施形態における排気室の拡大図である。図3は、この発明の第一実施形態における軸線方向から見たベアリングコーンとフローガイドの外形を示す図である。

ここで、図2に示すように、排気口31が軸線A rに直交する方向の一方（第一側）にのみ配置されることで排気室E cは周方向D cで非対称形状となり、周方向に圧力分布が生じる。そして、図2に示すように、排気口31が配置される側とは反対側（第二側）において、第一空間21sから排出される蒸気の流れが径方向外側D r oを向いて流量分布（図2において、ディフューザ26内部に二点鎖線及び矢印で示す）がフローガイド27側に偏っ

てしまう。以下の説明において、軸線A_rよりも排気口31が形成されている軸線A_rに直交する方向の第一側を排気側D_ex、軸線A_rを挟んでこの排気口31とは反対側を反排気側D_anという（第二実施形態以降も同様）。

[0027] この第一実施形態におけるフローガイド27は、軸線A_rを含む仮想平面による断面（以下、軸線A_rを含む断面という）の形状が、軸線A_r側に凸となる曲面状に形成されている。

[0028] さらに、この第一実施形態において、フローガイド27の軸線A_rを含む断面におけるフローガイド27の表面長さは、反排気側D_anよりも排気側D_exの方が長くなるように形成されている。これにより、端縁27aにおける接線（図2中、鎖線で示す）と軸線A_rとのなす角度は、排気側D_exにおいては、ほぼ90度となるのに対して、反排気側D_anにおいては、排気側D_exよりも小さい角度となっている。

[0029] 軸線方向D_aにおける排気側D_exの端縁27aの位置は、反排気側D_anの端縁27aの位置よりも軸線下流側D_adに配置されている。そして、フローガイド27の端縁27aのうち、最も排気側D_exに位置する排気側ガイド端部27aaと軸線A_rとの間の距離R_{1e}xは、最も反排気側D_anに位置する反排気側ガイド端部27abと軸線A_rとの間の距離R_{1a}nよりも長くなっている。

[0030] 図3に示すように、この第一実施形態におけるフローガイド27の端縁27aは、軸線A_rよりも反排気側D_anの半部において半円状に形成され、軸線A_rよりも排気側D_exの半部において、反排気側D_anの半部の半円の半径（図3中、二点鎖線で示す位置）よりも排気側D_exに長い。つまり、フローガイド27の端縁27aは、軸線方向D_aから見て反排気側D_anから排気側D_exに向かって長いオーバル状になっている。なお、軸線方向D_aから見て、フローガイド27の端縁27aがオーバル状に形成されて、排気側D_exと反排気側D_anとで非対称に形成される場合について説明した。しかし、軸線方向D_aから見て、フローガイド27の端縁27aが円形に

形成されてもよい。また、フローガイド27は、排気側Dexと反排気側Danで対称に形成されていても良い。

[0031] 図2に示すように、軸線Arを含む断面において、ベアリングコーン29は、軸線Ar側に凸となる曲面状に形成されている。このベアリングコーン29の端縁29aの軸線方向Daの位置は、周方向Dcの全周で同一位置となっている。ベアリングコーン29の軸線下流側Dadの端縁29aは、軸線方向Daから見て、軸線Arに直交する方向（すなわち、軸線Arを中心とした直径方向）における、排気側Dexの第一コーン端部29aaと軸線Arとの間の距離R2exよりも、反排気側Danの第二コーン端部29abと軸線Arとの間の距離R2anの方が大きいオーバル形状を成している。

[0032] 軸線方向Daの同一位置において、ベアリングコーン29の軸線上流側Daupの端縁29b付近における接線（図2中、鎖線で示す）と軸線Arとの角度は、排気側Dexよりも反排気側Danの方が大きくなっている。具体的には、軸線上流側Daupの端縁29bのうち、排気側Dexの端部29baにおける接線と軸線Arとの角度 θ_e は、 $\theta_e \geq 0$ となる。また、軸線上流側Daupの端縁29bのうち、反排気側Danの端部29bbにおける接線と軸線Arとの角度 θ_a は、 $\theta_a > \theta_e \geq 0$ となっている。なお、以下、接線と軸線Arとの角度は、単に接線の角度という。

[0033] ベアリングコーン29の端縁29aにおける接線（図2中、鎖線で示す）の角度は、排気側Dexの第一コーン端部29aaにおける接線の角度 θ_{oe} よりも、反排気側Danの第二コーン端部29abにおける接線の角度 θ_{oa} の方が大きくなっている（ $\theta_{oa} > \theta_{oe}$ ）。図2において、角度 θ_{oa} 、 θ_{oe} は、それぞれ軸線Arと平行な仮想線（図2中、鎖線で示す）に対する角度として示している（第二実施形態以降も同様）。

[0034] ここで、図2の反排気側Dan（図2において上側）において、ベアリングコーン29よりも軸線下流側Dadに示す二点鎖線は、軸線Arを中心とした周方向Dcの全周で、排気側Dexにおけるベアリングコーン29の形

状を採用した場合（比較例）を示している。つまり、上述した第一実施形態では、反排気側D a nにおけるベアリングコーン29の位置が比較例よりも軸線上流側D a uに移動することとなる。

[0035] 上述した第一実施形態によれば、ベアリングコーンの軸線下流側D a dの端縁29 aは、排気側D e xの第一コーン端部29 a aと軸線A rとの間の距離R 2 e xよりも、反排気側D a nの第二コーン端部29 a bと軸線A rとの間の距離R 2 a nの方が大きい。これにより、例えば、第一コーン端部29 a aと第二コーン端部29 a bとが軸線方向D aで同じ位置に配置される場合、軸線A rに対するベアリングコーン29の接線の角度は、排気側D e xの接線の角度 θ_e よりも反排気側D a nの接線の角度 θ_a の方が大きくなる。そのため、反排気側D a n側のディフューザ空間26 sにおいてベアリングコーン29を蒸気の流れに沿わせるように形成できる。そのため、反排気側D a nにおいて逆流が生じる領域を解消できる。その結果、ディフューザ26における圧力損失を低減して性能向上を図ることができる。

[0036] （第二実施形態）

次に、この発明の第二実施形態を図面に基づき説明する。この第二実施形態は、上述した第一実施形態と、反排気側D a nにおけるフローガイドの形状及び排気側D e xにおけるフローガイドの形状が異なる。そのため、上述した第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

[0037] 図4は、この発明の第二実施形態における図2に相当する図である。図5は、この発明の第二実施形態の第一変形例における図3に相当する図である。

図4、図5に示すように、この第二実施形態における第一蒸気タービン部210 aのケーシング220は、上述した第一実施形態と同様に、内側ケーシング21と排気ケーシング225とを有している。排気ケーシング225は、ディフューザ226と、外側ケーシング30とを有している。

[0038] ディフューザ226は、内側ケーシング21の軸線下流側D a dに配置さ

れて、第一空間 21 s と第二空間 30 s とを連通させる。このディフューザ 226 は、軸線下流側 D a d に向うに連れて次第に径方向外側に向かう環状のディフューザ空間 226 s を形成する。ディフューザ空間 226 s 内には、タービンロータ 11 の最終動翼列 13 a から軸線下流側 D a d に向かって流出した蒸気が流入する。

[0039] ディフューザ 226 は、ディフューザ空間 226 s の径方向外側 D r o の縁を画定するフローガイド 227 と、ディフューザ空間 226 s の径方向内側 D r i の縁を画定するベアリングコーン 29 と、を有する。なお、ベアリングコーン 29 については、第一実施形態と同様の構成であるため、詳細説明を省略する。

[0040] フローガイド 227 は、内側ケーシング 21 の軸線下流側 D a d の端縁から軸線下流側 D a d に向かって延びる筒状をなしている。フローガイド 227 は、軸線 A r に対して垂直な断面が環状を成し、軸線下流側 D a d に向かうにしたがって漸次拡径している。この第二実施形態におけるフローガイド 227 は、内側ケーシング 21 に接続されている。ここで、フローガイド 227 と内側ケーシング 21 との接続（又は組立）を容易にするために、フローガイド 227 と内側ケーシング 21 との間に、フローガイド 227 と一体に形成された、軸線方向 D a に延びる円筒状の部分が存在する場合がある。この円筒状の部分はディフューザ 226 として機能しないため、フローガイド 227 には含まれない（各実施形態及び各変形例も同様）。

[0041] この第二実施形態におけるフローガイド 227 は、第一実施形態と同様に、軸線 A r を含む断面形状が、軸線 A r 側に凸となる曲面状に形成されている。さらに、この第二実施形態において、フローガイド 27 の軸線 A r を含む断面におけるフローガイド 27 の表面長さは、反排気側 D a n よりも排気側 D e x が長くなるように形成されている。これにより、端縁 227 a における接線（図 4 中、鎖線で示す）の角度は、排気側 D e x においては、ほぼ 90 度となるのに対して、反排気側 D a n においては、排気側 D e x よりも小さい角度（ θ_{sa} ）となっている。

- [0042] フローガイド227は、軸線Arよりも排気側Dexに第一ガイド部227Aを備え、軸線Arよりも反排気側Danに第二ガイド部227Bを備える。これら第一ガイド部227Aと第二ガイド部227Bとは、非対称形状となっている。
- [0043] 軸線方向Daにおける排気側Dexの端縁227aの位置は、反排気側Danの端縁227aの位置よりも軸線下流側Dadに配置されている。そして、フローガイド27の端縁227aのうち、最も排気側Dexに位置する排気側ガイド端部227aaと軸線Arとの距離R1exは、最も反排気側Danに位置する反排気側ガイド端部227abと軸線Arとの径方向Drにおける距離Rfa(=R1an)よりも大きくなっている。
- [0044] 図5に示すように、この第二実施形態におけるフローガイド227の端縁227aは、軸線Arと端縁227aとの間が最短となる距離よりも、反排気側Danに長く、また、排気側Dexにも長いオーバル状に形成されている。第一ガイド部227Aにおけるオーバルの長径方向の長さR1exは、第二ガイド部227Bのオーバルの長径方向の長さR1anよりも長く形成されている。
- [0045] 最も反排気側Danに位置する反排気側ガイド端部227abと軸線Arとの径方向Drにおける距離Rfa(=R1an)は、反排気側ガイド端部227abと軸線方向Daで同一位置の第一ガイド部227Aと軸線Arとの径方向Drにおける距離Rfeよりも大きい($Rfa > Rfe$)。そして、反排気側ガイド端部227abと軸線方向Daで同一位置の第一ガイド部227Aにおける接線の角度 θse は、反排気側ガイド端部227abにおける接線の角度 θsa よりも小さい($\theta se < \theta sa$)。言い換えれば、反排気側ガイド端部227abにおける接線の角度 θsa は、反排気側ガイド端部227abと軸線方向Daで同一位置の第一ガイド部227Aにおける接線の角度 θse よりも大きい。
- [0046] ここで、図4では、反排気側Danに第一実施形態のフローガイド27と同様の角度で第二ガイド部227Bを形成した場合の比較例を二点鎖線で示

している。つまり、上記のように第二ガイド部 227B を形成することで、第二ガイド部 227B の軸線方向 Da の寸法が、第一ガイド部 227A の軸線方向 Da の寸法よりも短くなる。さらに、第二ガイド部 227B の反排気側ガイド端部 227ab の位置を、比較例よりも軸線上流側 Da u 且つ径方向外側 Dr o に配置することができる。なお、図 4 において第一ガイド部 227A の軸線上流側 Da u に二点鎖線で示すのは、上述した第一実施形態におけるフローガイド 27 の配置である。

[0047] このようにすることで、軸線方向 Da の同一位置における接線の角度は、第一ガイド部 227A の方が、第一ガイド部 227A と第二ガイド部 227B との境界位置 K (図 5 参照) におけるフローガイド 227 の接線の角度 (図示せず) よりも小さくなる。

[0048] したがって、この第二実施形態によれば、第二ガイド部 227B よりも、第一ガイド部 227A が軸線下流側 Da d まで延びて、蒸気の流れに沿うようになるため、排気側 De x のディフューザ空間 226s において、第一ガイド部 227A 側に剥離が生じることを抑制できる。

[0049] (第二実施形態の第一変形例)

次に、この発明の第二実施形態の第一変形例を図面に基づき説明する。上述した第二実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

[0050] 図 6 は、この発明の第二実施形態の第一変形例における図 2 に相当する図である。図 7 は、この発明の第二実施形態の第一変形例における図 3 に相当する図である。

図 6、図 7 に示すように、この第二実施形態の第一変形例における第一蒸気タービン部 210a のケーシング 220X は、上述した第二実施形態と同様に、内側ケーシング 21 と排気ケーシング 225 とを有している。排気ケーシング 225 は、ディフューザ 226 と、外側ケーシング 30 とを有している。

[0051] ディフューザ 226 は、内側ケーシング 21 の軸線下流側 Da d に配置さ

れて、第一空間 21 s と第二空間 30 s とを連通させる。このディフューザ 226 は、軸線下流側 D a d に向うに連れて次第に径方向外側に向かう環状のディフューザ空間 226 s を形成する。ディフューザ空間 226 s 内には、タービンロータ 11 の最終動翼列 13 a から軸線下流側 D a d に向かって流出した蒸気が流入する。

[0052] ディフューザ 226 は、ディフューザ空間 226 s の径方向外側 D r o の縁を画定するフローガイド 227 と、ディフューザ空間 226 s の径方向内側 D r i の縁を画定するベアリングコーン 29 と、を有する。

[0053] フローガイド 227 は、内側ケーシング 21 の軸線下流側 D a d の端縁から軸線下流側 D a d に向かって延びる筒状をなしている。フローガイド 227 は、軸線 A r に対して垂直な断面が環状を成し、軸線下流側 D a d に向かうにしたがって漸次拡径している。この第二実施形態におけるフローガイド 227 は、内側ケーシング 21 に接続されている。

[0054] この第二実施形態の第一変形例におけるフローガイド 227 は、第一、第二実施形態と同様に、軸線 A r を含む断面形状が、軸線 A r 側に凸となる曲面状に形成されている。さらに、この第二実施形態において、フローガイド 27 の軸線 A r を含む断面におけるフローガイド 27 の表面長さは、反排気側 D a n よりも排気側 D e x が長くなるように形成されている。これにより、端縁 227 a における接線（図 6 中、鎖線で示す）の角度は、排気側 D e x においては、ほぼ 90 度となるのに対して、反排気側 D a n においては、排気側 D e x よりも小さい角度となっている。

[0055] フローガイド 227 は、軸線 A r よりも排気側 D e x に第一ガイド部 227 A X を備え、軸線 A r よりも反排気側 D a n に第二ガイド部 227 B を備える。これら第一ガイド部 227 A X と第二ガイド部 227 B とは、非対称形状となっている。

[0056] 軸線方向 D a における排気側 D e x の端縁 227 a の位置は、反排気側 D a n の端縁 227 a の位置よりも軸線下流側 D a d に配置されている。そして、フローガイド 227 の端縁 227 a のうち、最も排気側 D e x に位置す

る排気側ガイド端部227aaと軸線Arとの距離R1exは、最も反排気側Danに位置する反排気側ガイド端部227abと軸線Arとの径方向Drにおける距離R1anよりも大きくなっている。

[0057] 図7に示すように、この第二実施形態におけるフローガイド227の端縁227aは、軸線Arと端縁227aとの間が最短となる距離よりも、反排気側Danに長く、また、排気側Dexにも長いオーバル状に形成されている。第一ガイド部227AXにおけるオーバルの長径方向の長さRoeは、第二ガイド部227Bのオーバルの長径方向の長さRoaよりも長く形成されている。

[0058] 図6に示すように、軸線Arを含む断面において、軸線方向Daの同一位置におけるフローガイド227の接線（図6中、鎖線で示す）の角度は、排気側Dexよりも反排気側Danの方が大きい。具体的には、軸線方向Daの同一位置において、第一ガイド部227AXの接線の角度 θfe は0度以上で且つ、第二ガイド部227Bの接線の角度 θfa よりも小さい（ $\theta fa > \theta fe \geq 0$ ）。ここで、図6では、反排気側Danに第一ガイド部227AXと同様の角度 θfe で第二ガイド部227Bを形成した場合の比較例を二点鎖線で示している。つまり、上記のように第二ガイド部227Bを形成することで、第二ガイド部227Bの軸線方向Daの寸法が、第一ガイド部227AXの軸線方向Daの寸法よりも短くなる。さらに、第二ガイド部227Bの反排気側ガイド端部227abの位置を、角度 θfe とした比較例よりも軸線上流側Da上且つ径方向外側Droに配置することができる。

なお、ベアリングコーン29については、第一、第二実施形態と同様の構成であるため、詳細説明を省略する。

[0059] したがって、上述した第二実施形態の第一変形例によれば、ディフューザ空間226sの反排気側Danの流路断面積が排気側Dexの流路断面積よりも減少することを抑制できる。そのため、ディフューザ226の出口においてディフューザ空間226sとして有効な流路面積を拡大して、ディフューザ226の圧力回復性能を向上することができる。

[0060] (第二実施形態の第二変形例)

図8は、この発明の第二実施形態の第二変形例における図2に相当する図である。図9は、この発明の第二実施形態の第二変形例における図3に相当する図である。

上述した第二実施形態の第一変形例においては、第一ガイド部227AXを、第二実施形態の第一ガイド部227Aよりも軸線下流側Da dまで延びるように形成した。この第一変形例のフローガイド227と同様、例えば、図8、図9に示す第二変形例のように、排気側De xにおけるベアリングコーン229Xを、第二実施形態の排気側De xにおけるベアリングコーン229(図8中、二点鎖線で示す)よりも軸線下流側Da dまで延びるように形成しても良い。

[0061] 言い換えれば、ベアリングコーン229Xの排気側De xの第一コーン端部229aaは、反排気側Danの第二コーン端部229abよりも軸線下流側Da uに配置されるようにしても良い。なお、この第二変形例における第一コーン端部229aaの径方向Drにおける位置は、第一、第二実施形態における第一コーン端部229aaの径方向Drの位置と同じである場合を例示しているが、この位置よりも軸線Arに近い側であっても良い。

[0062] したがって、第二実施形態の第二変形例によれば、ディフューザ226の排気側De xにおいて、第一変形例よりも軸線下流側Da dにディフューザ226の有効な流路面積を拡大することができる。そのため、ディフューザ226の性能を向上できる。

[0063] (第三実施形態)

次に、この発明の第三実施形態を図面に基づき説明する。この第三実施形態は、上述した第二実施形態と、反排気側Danにおけるフローガイド及びベアリングコーンの形状が異なる。そのため、上述した第二実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

[0064] 図10は、この発明の第三実施形態における図2に相当する図である。図11は、この発明の第三実施形態における図3に相当する図である。

図10、図11に示すように、この第三実施形態における第一蒸気タービン部310aのケーシング320は、上述した第二実施形態と同様に、内側ケーシング21と排気ケーシング325とを有している。さらに、排気ケーシング325は、ディフューザ326と、外側ケーシング30とを有している。

[0065] ディフューザ326は、内側ケーシング21の下流側に配置されて、第一空間21sと第二空間30sとを連通させる。このディフューザ326は、軸線下流側Dadに向うに連れて次第に径方向外側に向かう環状のディフューザ空間326sを形成する。ディフューザ空間326s内には、タービンロータ11の最終動翼列13aから軸線下流側Dadに向かって流出した蒸気が流入する。

[0066] ディフューザ326は、ディフューザ空間326sの径方向外側Droの縁を画定するフローガイド327と、ディフューザ空間326sの径方向内側Driの縁を画定するベアリングコーン329と、を有する。

フローガイド327は、第二実施形態のフローガイド227と同様に、内側ケーシング21の軸線下流側Dadの端縁から軸線下流側Dadに向かって延びる筒状をなしている。フローガイド327は、軸線Arに対して垂直な断面が環状を成し、軸線下流側Dadに向かうにしたがって漸次拡径している。この第三実施形態におけるフローガイド327も、第二実施形態と同様に、内側ケーシング21に接続されている。

[0067] この第三実施形態におけるフローガイド327は、第二実施形態と同様に、軸線Arを含む断面形状が、軸線Ar側に凸となる曲面状に形成されている。さらに、この第三実施形態において、フローガイド327の軸線Arを含む断面における円弧の長さは、反排気側Danよりも排気側Dexが長くなるように形成されている。これにより、端縁327aにおける接線（図10中、鎖線で示す）の角度は、排気側Dexにおいては、ほぼ90度となるのに対して、反排気側Danにおいては、排気側Dexよりも小さい角度となっている。

[0068] フローガイド327は、軸線Arよりも排気側Dexに第一ガイド部327Aを備え、軸線Arよりも反排気側Danに第二ガイド部327Bを備える。これら第一ガイド部327Aと第二ガイド部327Bとは、非対称形状となっている。

[0069] 軸線方向Daにおける排気側Dexの端縁327aの位置は、反排気側Danの端縁327aの位置よりも軸線上流側Daに配置されている。そして、フローガイド27の端縁327aのうち、最も排気側Dexに位置する排気側ガイド端部327aaと軸線Arとの径方向Drにおける距離R1exは、最も反排気側Danに位置する反排気側ガイド端部327abと軸線Arとの径方向Drにおける距離R1anよりも長くなっている ($R1ex > R1an$)。

[0070] 図11に示すように、この第三実施形態におけるフローガイド327の端縁327aは、軸線方向Daから見て、排気側Dex及び反排気側Danに長いオーバル状に形成されている。第一ガイド部327Aの長径方向の長さR1exは、第二ガイド部327Bの長径方向の長さR1anよりも長く形成されている ($R1ex > R1an$)。言い換えれば、図10に示すように、フローガイド327の排気側Dexの排気側ガイド端部327aaと軸線Arとの間の距離R1exよりも反排気側Danの反排気側ガイド端部327abと軸線Arとの間の距離R1anの方が短い。また、図10に示す軸線Arを含む断面で、軸線方向Daの同一位置における第一ガイド部327Aの接線の傾き θfe と第二ガイド部327Bの接線の傾き θfa との関係は、 $\theta fe > \theta fa \geq 0$ となっている。

[0071] 図10に示す軸線Arを含む断面において、フローガイド327の軸線方向Daの長さは、第一ガイド部327Aの長さLfeよりも第二ガイド部327Bの長さLfaの方が長い ($Lfa > Lfe$)。より具体的には、フローガイド327の軸線方向Daの長さは、排気側Dexから反排気側Danに向かうにしたがって漸次長くなるように形成されている。図10において、反排気側Danに第一ガイド部327Aと同様の角度 θfe で第二ガイド

部 3 2 7 B を形成した場合の比較例を二点鎖線で示している。

[0072] ベアリングコーン 3 2 9 は、軸線 A r を含む断面において、軸線 A r 側に凸となる曲面状に形成されている。ベアリングコーン 3 2 9 の軸線下流側 D a d の端縁 3 2 9 a は、軸線 A r に直交する方向（すなわち、軸線 A r を中心とした直径方向）における排気側 D e x の第一コーン端部 3 2 9 a a と軸線 A r との間の距離 R 2 e x よりも、反排気側 D a n の第二コーン端部 3 2 9 a b と軸線 A r との間の距離 R 2 a n の方が大きいオーバル形状を成している。

[0073] 軸線 A r を含む断面で、軸線方向 D a の同一位置において、ベアリングコーン 3 2 9 の軸線上流側 D a u の端縁 3 2 9 b 付近における接線と軸線 A r との角度は、排気側 D e x と反排気側 D a n とが同一となっている。言い換えれば、排気側 D e x の端部 3 2 9 b b におけるベアリングコーン 3 2 9 の接線の角度 θ_e は、反排気側 D a n の端部 3 2 9 b a におけるベアリングコーン 3 2 9 の接線の角度 θ_a と同一となっている。より具体的には、接線の角度 θ_a 、 θ_e は、 $\theta_a = \theta_e \geq 0$ となっている。

[0074] 軸線方向 D a において、反排気側 D a n のベアリングコーン 3 2 9 は、排気側 D e x のベアリングコーン 3 2 9 よりも、軸線下流側 D a d まで延びている。言い換えれば、軸線方向 D a における反排気側 D a n のベアリングコーン 3 2 9 の長さ L a は、排気側 D e x のベアリングコーン 3 2 9 長さ L e よりも長くなっている ($L_a > L_e$)。なお、ベアリングコーン 3 2 9 の軸線方向 D a の長さが、排気側 D e x と反排気側 D a n とにおいて異なることで、排気側 D e x の第一コーン端部 3 2 9 a a における接線の角度 θ_{oe} よりも反排気側 D a n の第二コーン端部 3 2 9 a b における接線の角度 θ_{oa} の方が大きくなる ($\theta_{oa} > \theta_{oe}$)。

[0075] したがって、上述した第三実施形態によれば、反排気側 D a n におけるベアリングコーン 3 2 9 の長さとフローガイド 3 2 7 の長さとをそれぞれ長くすることができる。そのため、反排気側 D a n におけるディフューザ空間 3 2 6 s の長さを長くすることができる。その結果、ベアリングコーン 3 2 9

側の蒸気の流れに逆流が発生することを抑制して、ディフューザ 3 2 6 における圧力回復性能を向上することができる。その一方で、復水器（図示せず）等が配置される可能性がある排気口 3 1 側においては、排気室 E c の軸線方向 D a の寸法が増加しないので、復水器等の配置自由度に影響を及ぼすことを抑制できる。

[0076] （第四実施形態）

次に、この発明の第四実施形態を図面に基づき説明する。この第四実施形態は、上述した第一実施形態と、軸線を中心としたフローガイドが異なる。そのため、上述した第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

[0077] 図 1 2 は、この発明の第四実施形態における図 2 に相当する図である。図 1 3 は、この発明の第四実施形態における図 3 に相当する図である。

図 1 2 に示すように、この第四実施形態における第一蒸気タービン部 4 1 0 a のケーシング 4 2 0 は、上述した第一実施形態と同様に、内側ケーシング 2 1 と排気ケーシング 4 2 5 とを有している。さらに、排気ケーシング 4 2 5 は、ディフューザ 4 2 6 と、外側ケーシング 3 0 とを有している。

[0078] ディフューザ 4 2 6 は、内側ケーシング 2 1 の軸線下流側 D a d に配置されて、第一空間 2 1 s と第二空間 3 0 s とを連通させる。このディフューザ 4 2 6 は、軸線下流側 D a d に向うに連れて次第に径方向外側に向かう環状のディフューザ空間 4 2 6 s を形成する。ディフューザ空間 4 2 6 s 内には、タービンロータ 1 1 の最終動翼列 1 3 a から軸線下流側 D a d に向かって流出した蒸気が流入する。

[0079] ディフューザ 4 2 6 は、ディフューザ空間 4 2 6 s の径方向外側 D r o の縁を画定するフローガイド 2 7 と、ディフューザ空間 4 2 6 s の径方向内側 D r i の縁を画定するベアリングコーン 4 2 9 と、を有する。なお、フローガイド 2 7 については、第一実施形態のフローガイド 2 7 と同一の構成であるため、ここでの詳細説明を省略する。

[0080] ベアリングコーン 4 2 9 は、第一実施形態のベアリングコーン 2 9 に対し

て、周方向D cにおける角度が異なる。このベアリングコーン4 2 9の軸線下流側D a dの端縁4 2 9 aは、軸線方向D aから見てオーバル形状をなしている。

[0081] 図1 3に示すように、ベアリングコーン4 2 9の端縁4 2 9 aのうち、軸線A rからの距離が最も大きくなる反排気側D a nの第二コーン端部4 2 9 a bは、ベアリングコーン4 2 9の端縁4 2 9 aのうち最も反排気側D a nの縁部4 2 9 a cの位置（言い換えれば、軸線A rを中心とした周方向D cにおいて最も排気口3 1から遠い位置）よりも、ロータ軸1 2の回転方向で前方にずれた位置に配置されている。言い換えれば、第一実施形態の第二コーン端部2 9 a bの位置（図1 3中、一点鎖線で示す直線上の位置）を基準にした場合、第二コーン端部4 2 9 a bの位置は、第二コーン端部2 9 a bの位置よりも周方向D cでロータ軸1 2の回転方向前方にずれている。

[0082] さらに言い換えれば、軸線方向D aから見て、フローガイド2 7の排気側ガイド端部2 7 a a、反排気側ガイド端部2 7 a b、及び、軸線A rを通る直線である仮想線2 7 fに対して、第一コーン端部4 2 9 a a、第二コーン端部4 2 9 a b、及び、軸線A rを通る仮想線4 2 9 fは、ロータ軸1 2の回転方向前方にずれた位置に配置されている。なお、周方向D cにおける基準位置としてフローガイド2 7の排気側ガイド端部2 7 a aと反排気側ガイド端部2 7 a bを通る仮想線2 7 fを用いて説明したが、例えば、軸線A rを中心とした任意の仮想円（真円）において、最も排気側D e xとなる排気側端部T 1、最も反排気側D a nとなる反排気側端部T 2、及び、軸線A rを、それぞれ通る直線を仮想線2 7 fとしても良い。

[0083] ここで、仮想線2 7 fと仮想線4 2 9 fとのなす角度 θ_r は、45度よりも小さく0度よりも大きい。さらに、角度 θ_r は、30度よりも小さくてもよく、20度より小さくすることもできる。この角度 θ_r は、例えば、第一空間2 1 sから排出される蒸気の流れに含まれる旋回成分に応じて決定してもよい。

[0084] したがって、第四実施形態によれば、タービンロータ1 1の最終動翼列1

3 aから旋回成分を含む蒸気の流れがディフューザ4 2 6に流入した場合に、ベアリングコーン4 2 9のうち軸線A rからの距離が最も大きい第二コーン端部4 2 9 a bを、逆流領域が最も生じ易い位置に配置することができる。したがって、ディフューザ4 2 6における圧力損失を有効に低減することができる。

[0085] この発明は上述した各実施形態の構成に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で設計変更可能である。

例えば、上述した各実施形態では、蒸気タービンの排気室を一例に説明したが、例えば、ガスタービンや、ターボ機械などの排気室にも適用できる。

産業上の利用可能性

[0086] この発明に係る排気室及び蒸気タービンによれば、圧力損失を低減して性能向上を図ることができる。

符号の説明

[0087] 1 0 a, 2 1 0 a, 3 1 0 a, 4 1 0 a 第一蒸気タービン部

1 0 b 第二蒸気タービン部

1 1 ロータ

1 1 タービンロータ

1 2 ロータ軸

1 2 a 外周面

1 3 動翼列

1 3 a 最終動翼列

1 7 静翼列

1 8 軸受

1 9 蒸気流入管

2 0, 2 2 0, 3 2 0, 4 2 0 ケーシング

2 1 内側ケーシング

2 1 o 外周面

2 1 s 第一空間

25, 225, 325, 425 排気ケーシング
26, 226, 326, 426 ディフューザ
26s, 226s, 326s, 426s ディフューザ空間
27, 227, 327 フローガイド
27a, 227a, 327a 端縁
27aa, 227aa, 327aa 排気側ガイド端部
27ab, 227ab, 327ab 反排気側ガイド端部
27f 仮想線
29, 229, 229X, 329, 429 ベアリングコーン
29a, 329a, 429a 端縁
29aa, 229aa, 329aa, 429aa 第一コーン端部
29ab, 229ab, 329ab, 429ab 第二コーン端部
29b, 329b 端縁
29ba, 329ba 端部
29bb, 329bb 端部
30 外側ケーシング
30s 第二空間
31 排気口
32 下流側端板
34 上流側端板
36 側周板
227A, 227AX, 327A 第一ガイド部
227B, 327B 第二ガイド部
429ac 縁部
429f 仮想線
Ec 排気室
ST 蒸気タービン

請求の範囲

[請求項1]

ロータ軸の軸線を中心とした径方向の外側からロータを囲い、前記ロータとの間に前記軸線の延びる方向に流体が流れる第一空間を形成する内側ケーシングと、

前記ロータ及び前記内側ケーシングを囲うとともに、前記第一空間を流れた流体が排出される第二空間を前記内側ケーシングとの間に形成し、前記軸線に直交する方向の第一側に出口を有する外側ケーシングと、

前記内側ケーシングの下流側に配置されて前記第一空間と連通するディフューザ空間を形成し、前記下流側に向かうにつれて径方向外側を向き、前記第一空間と前記第二空間とを連通させるディフューザと、
を備え、

前記ディフューザは、

前記第一空間を形成する前記ロータ軸の外周面と連続するように軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するベアリングコーンを備え、

前記ベアリングコーンの前記下流側の端縁は、

前記軸線に直交する方向における第一側の第一コーン端部と前記軸線との間の距離よりも、前記第一側とは反対側の第二側の第二コーン端部と前記軸線との間の距離の方が大きいオーバル形状を成している排気室。

[請求項2]

前記ディフューザは、

前記内側ケーシングの下流側の端縁から前記軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するフローガイドを備え、

前記フローガイドは、

前記軸線よりも第一側に形成された第一ガイド部と、前記軸線より

も第二側に形成された第二ガイド部と、を備え、

前記軸線を含む断面視で、前記第二ガイド部の最も第二側に位置する第二側ガイド端部と前記軸線との径方向における距離は、前記第二側ガイド端部と軸線方向で同一位置の前記第一ガイド部と前記軸線との径方向における距離よりも大きく、

前記第二側ガイド端部における接線と前記軸線とのなす角度は、前記第二側ガイド端部と軸線方向で同一位置の前記第一ガイド部の接線と前記軸線とのなす角度よりも大きい請求項 1 に記載の排気室。

[請求項3]

前記ディフューザは、

前記内側ケーシングの下流側の端縁から前記軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するフローガイドを備え、

前記フローガイドは、

前記軸線よりも第一側に形成された第一ガイド部と、前記軸線よりも第二側に形成された第二ガイド部と、を備え、

前記軸線を含む断面視で、前記第二ガイド部の接線と前記軸線とのなす角度は、前記第二ガイド部の接線と前記軸線方向で同一位置の前記第一ガイド部の接線と前記軸線とのなす角度よりも大きい請求項 1 に記載の排気室。

[請求項4]

前記第一側の第一コーン端部は、前記第二側の第二コーン端部よりも、前記軸線方向の下流側に位置する請求項 2 又は 3 に記載の排気室。

[請求項5]

前記ディフューザは、

前記内側ケーシングの下流側の端縁から前記軸線方向の下流側に延びる筒状をなし、前記軸線方向の下流側に向かうにしたがって漸次拡径するフローガイドを備え、

前記フローガイドは、

前記軸線よりも第一側に形成された第一ガイド部と、前記軸線より

も第二側に形成された第二ガイド部と、を備え、

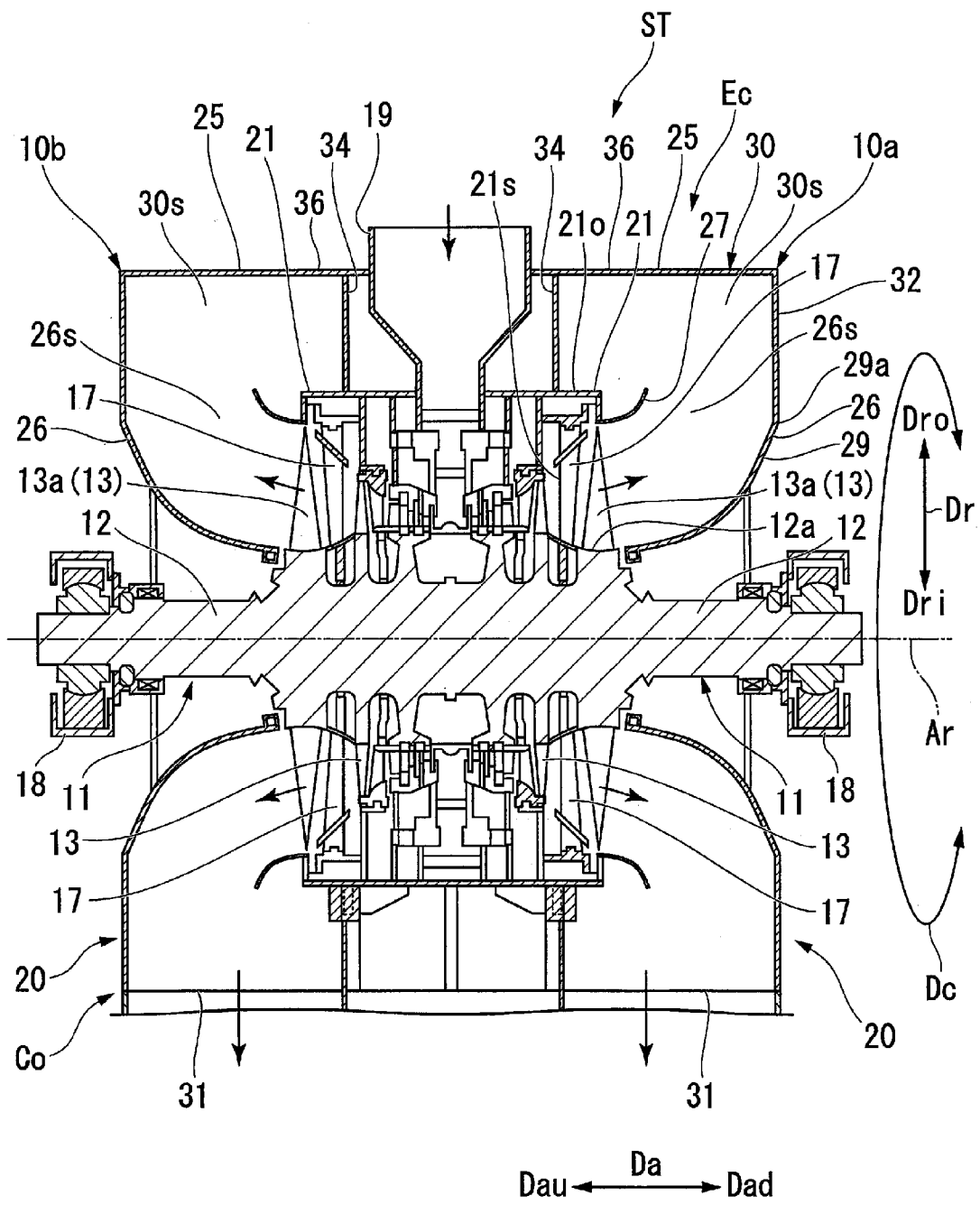
前記第二コーン端部は、前記第一コーン端部よりも軸線方向の下流側に配置され、

前記第二ガイド部は、前記第一ガイド部よりも軸線方向の長さが長い請求項 1 に記載の排気室。

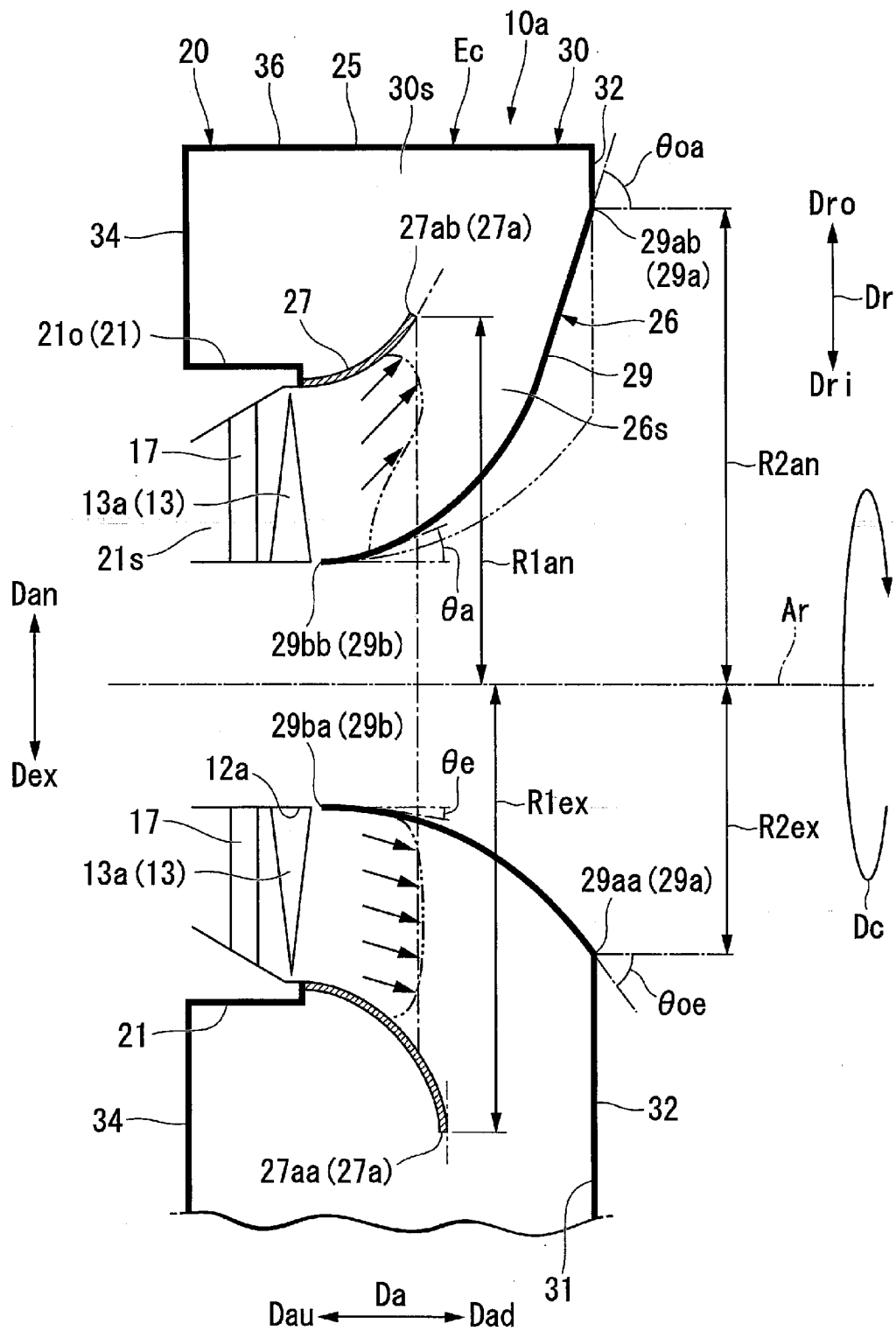
[請求項6] 前記ベアリングコーンのうち、前記軸線からの距離が最も大きい端部は、前記軸線を中心とした周方向における最も第二側の位置よりも、前記ロータ軸の回転方向における前方にずれた位置に配置されている請求項 1 に記載の排気室。

[請求項7] 請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の排気室を備える蒸気タービン。

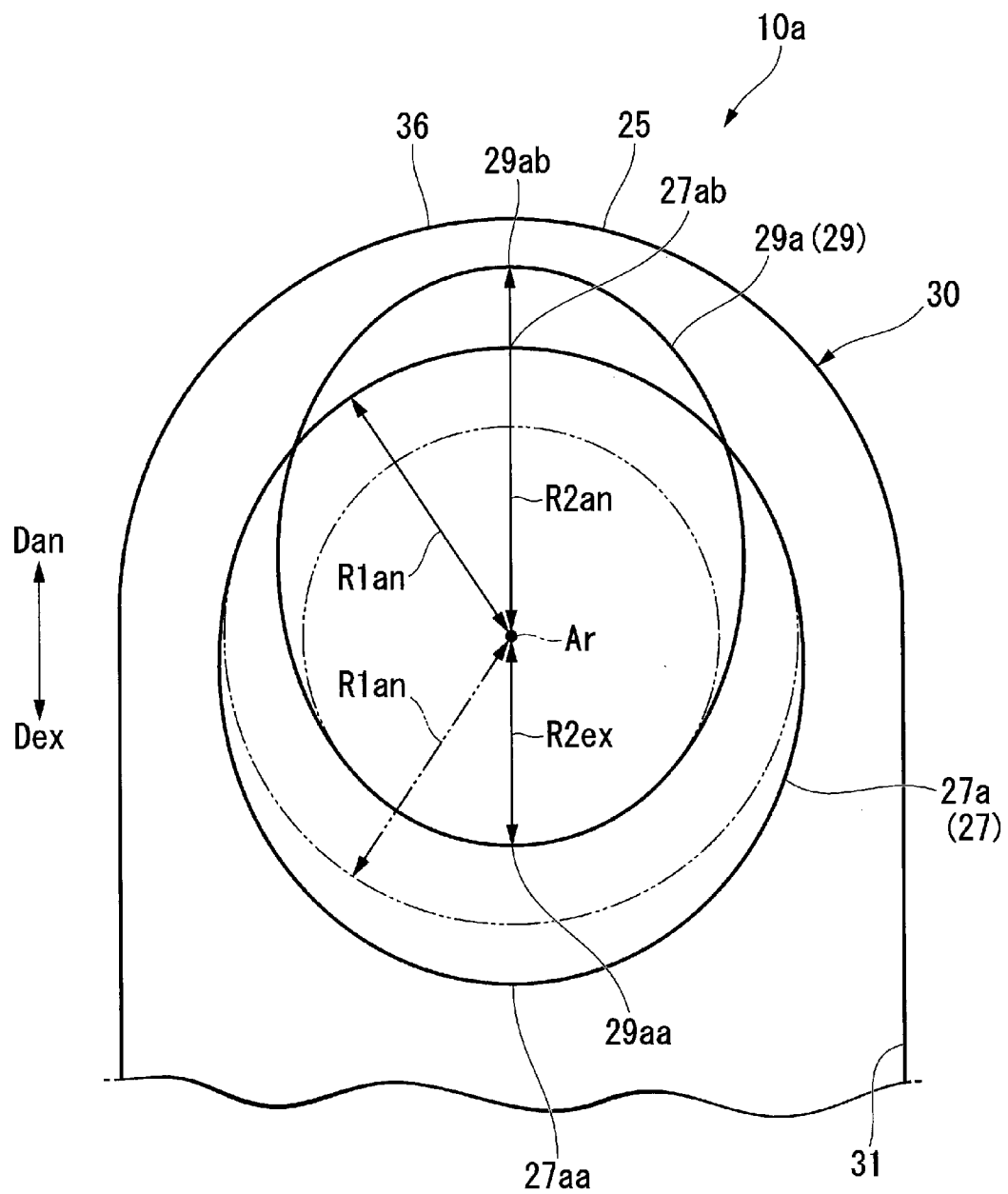
[図1]



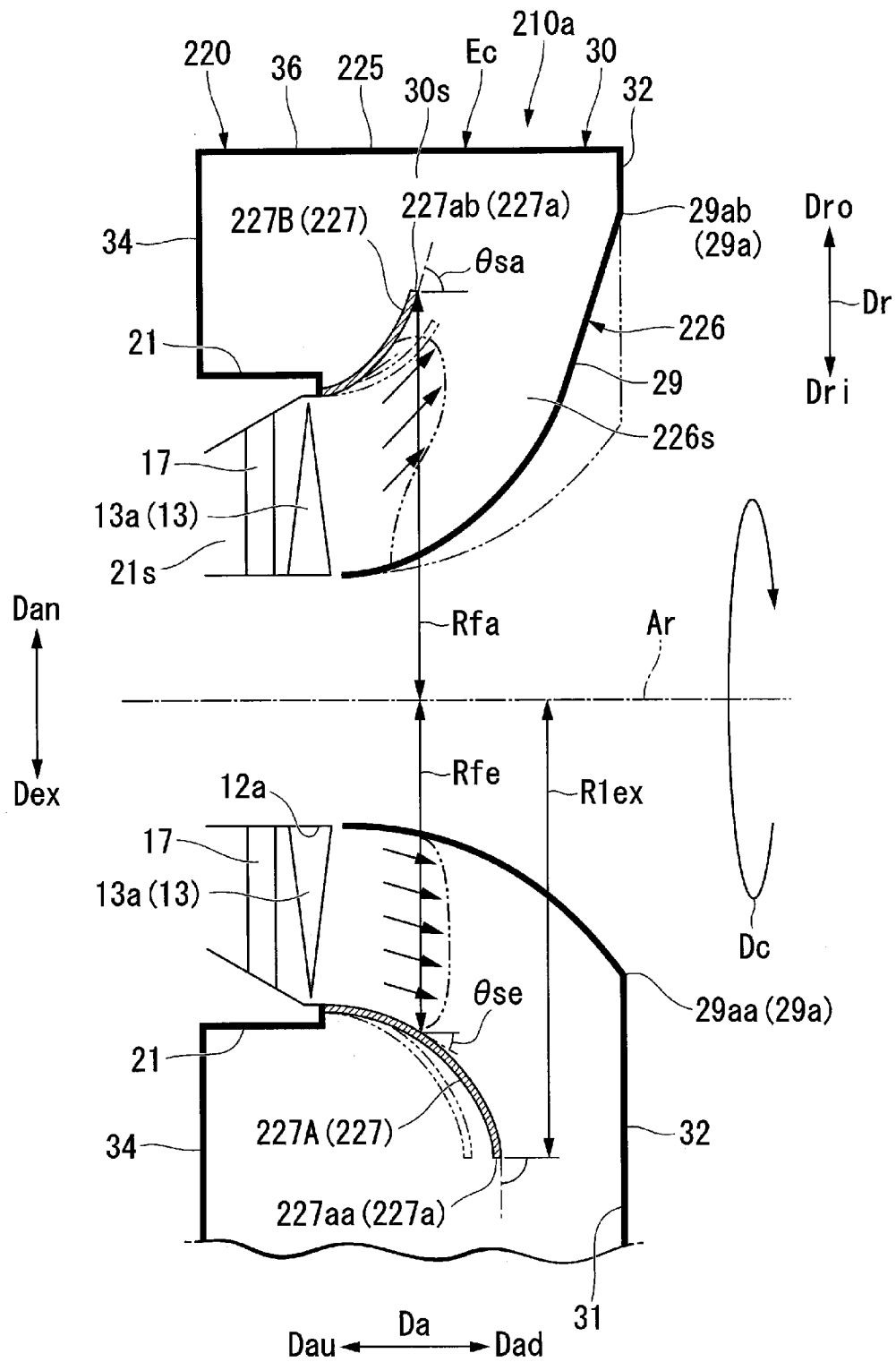
[図2]



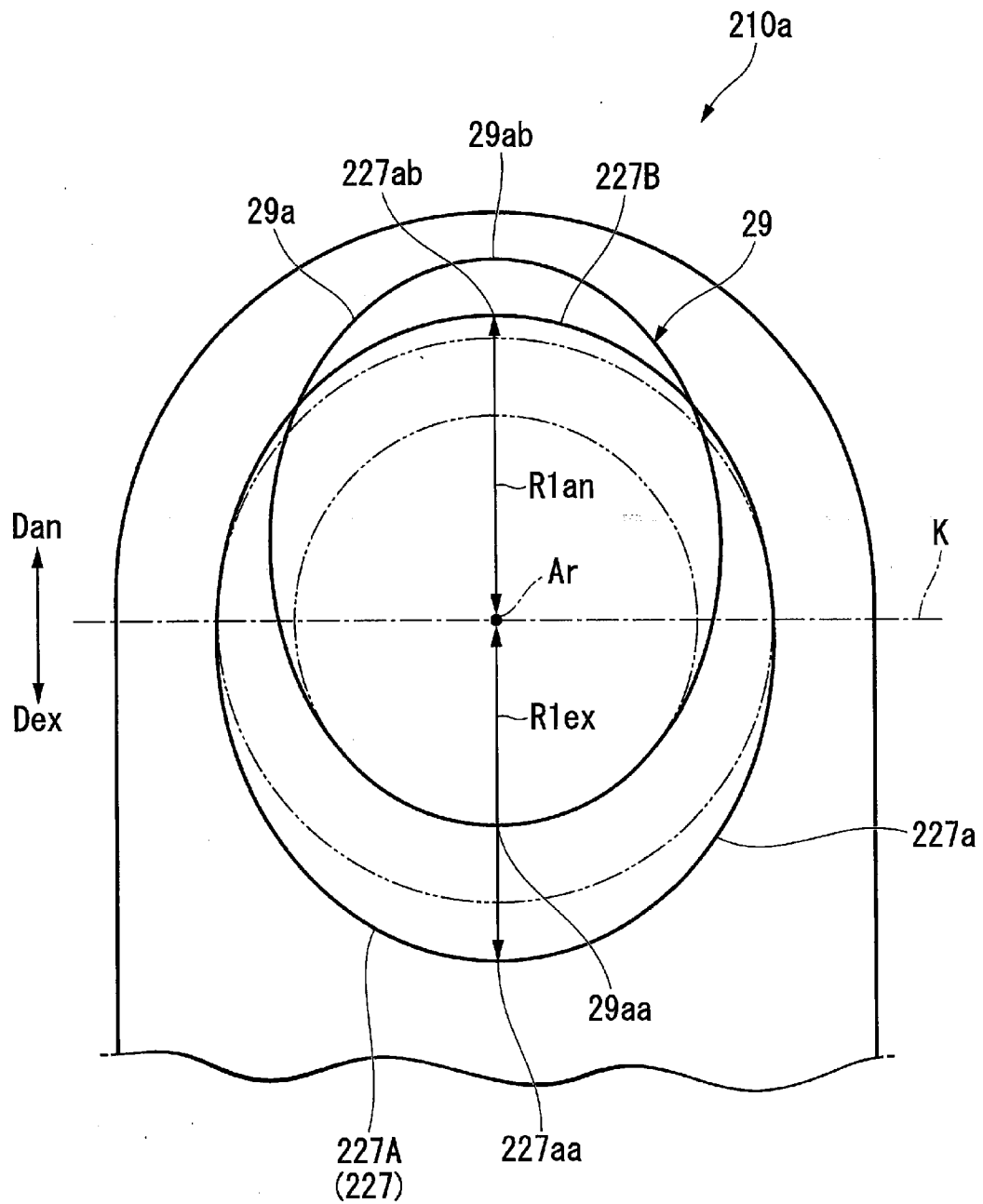
[図3]



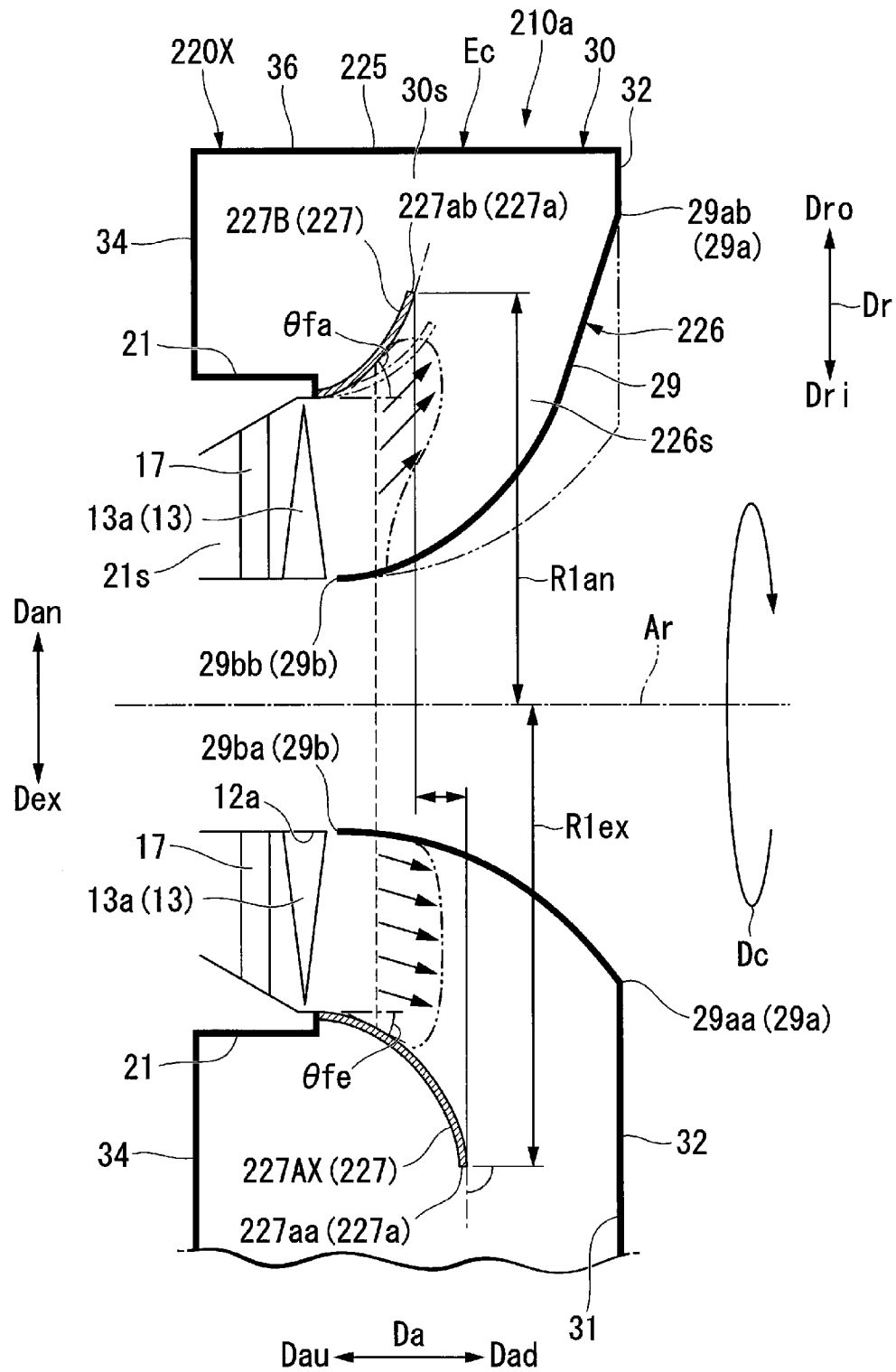
[図4]



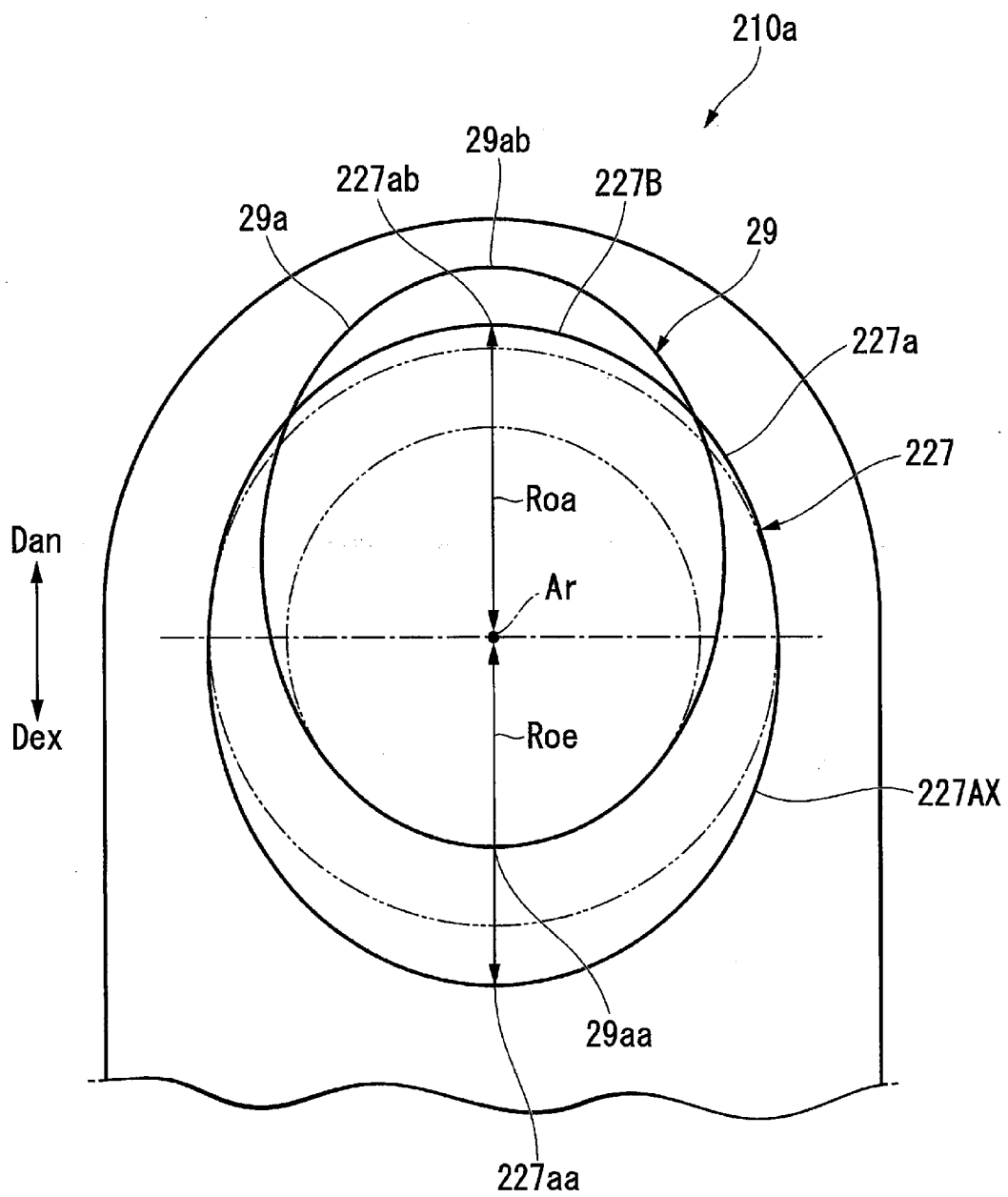
【図5】



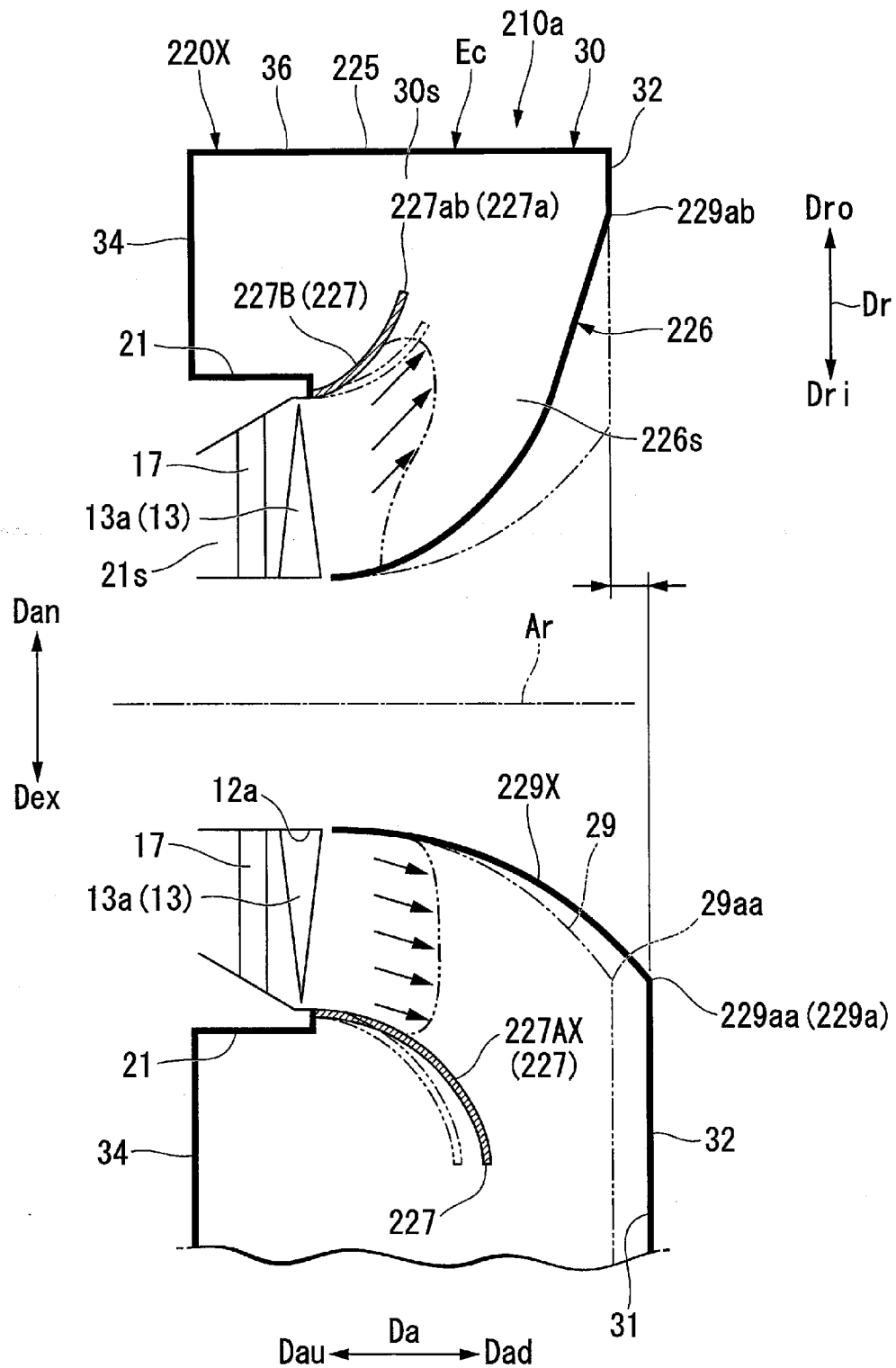
[図6]



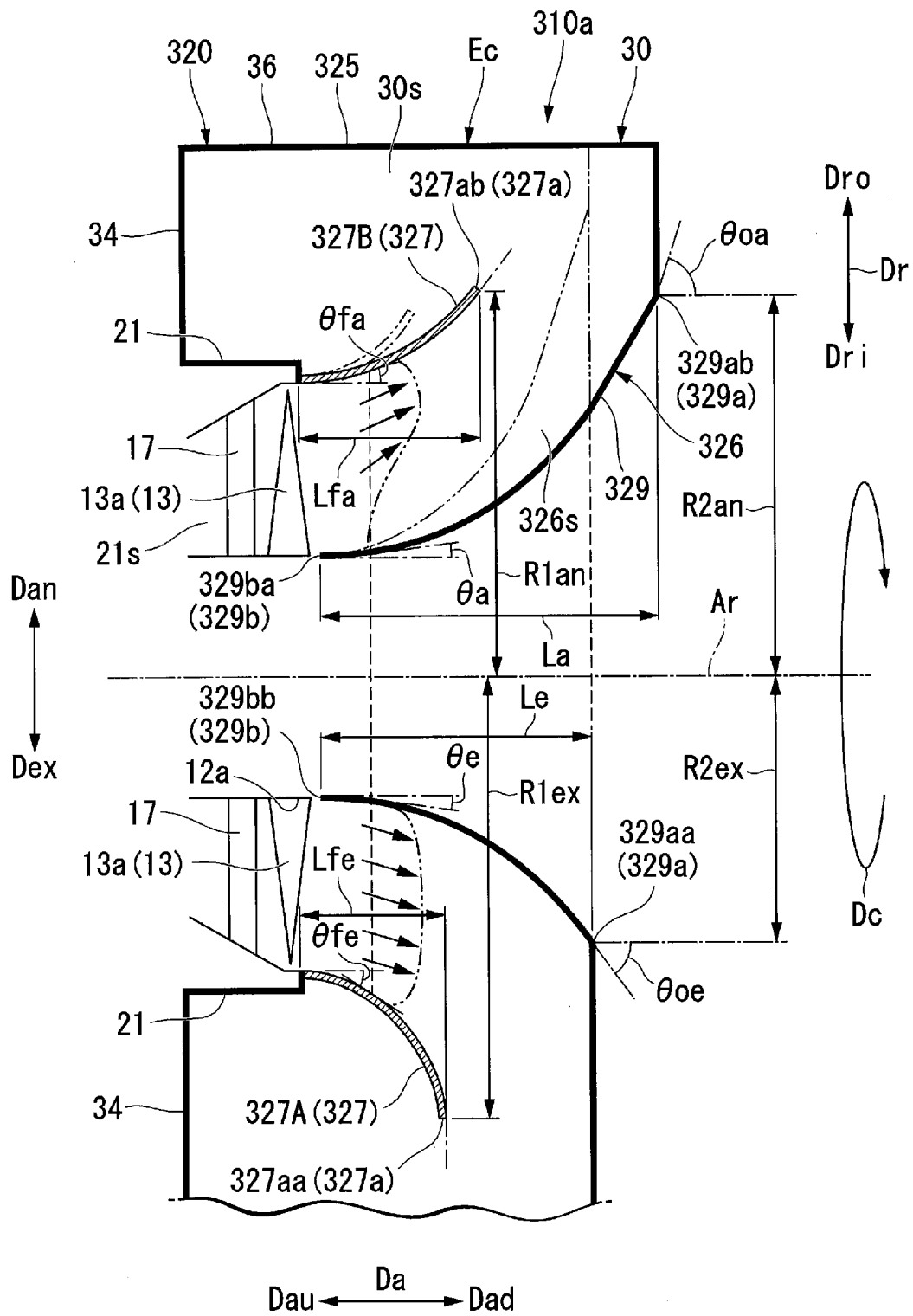
[図7]



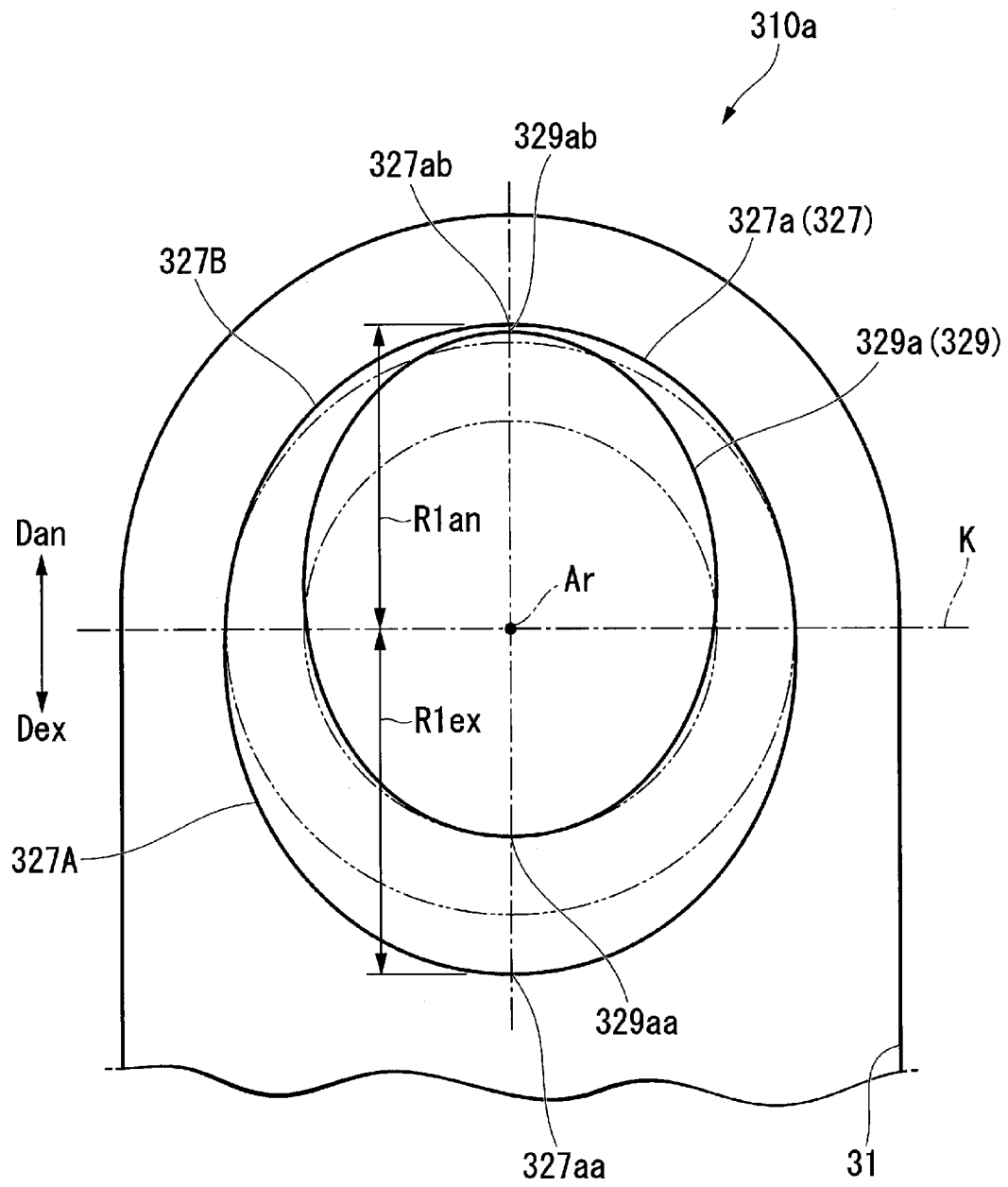
[図8]



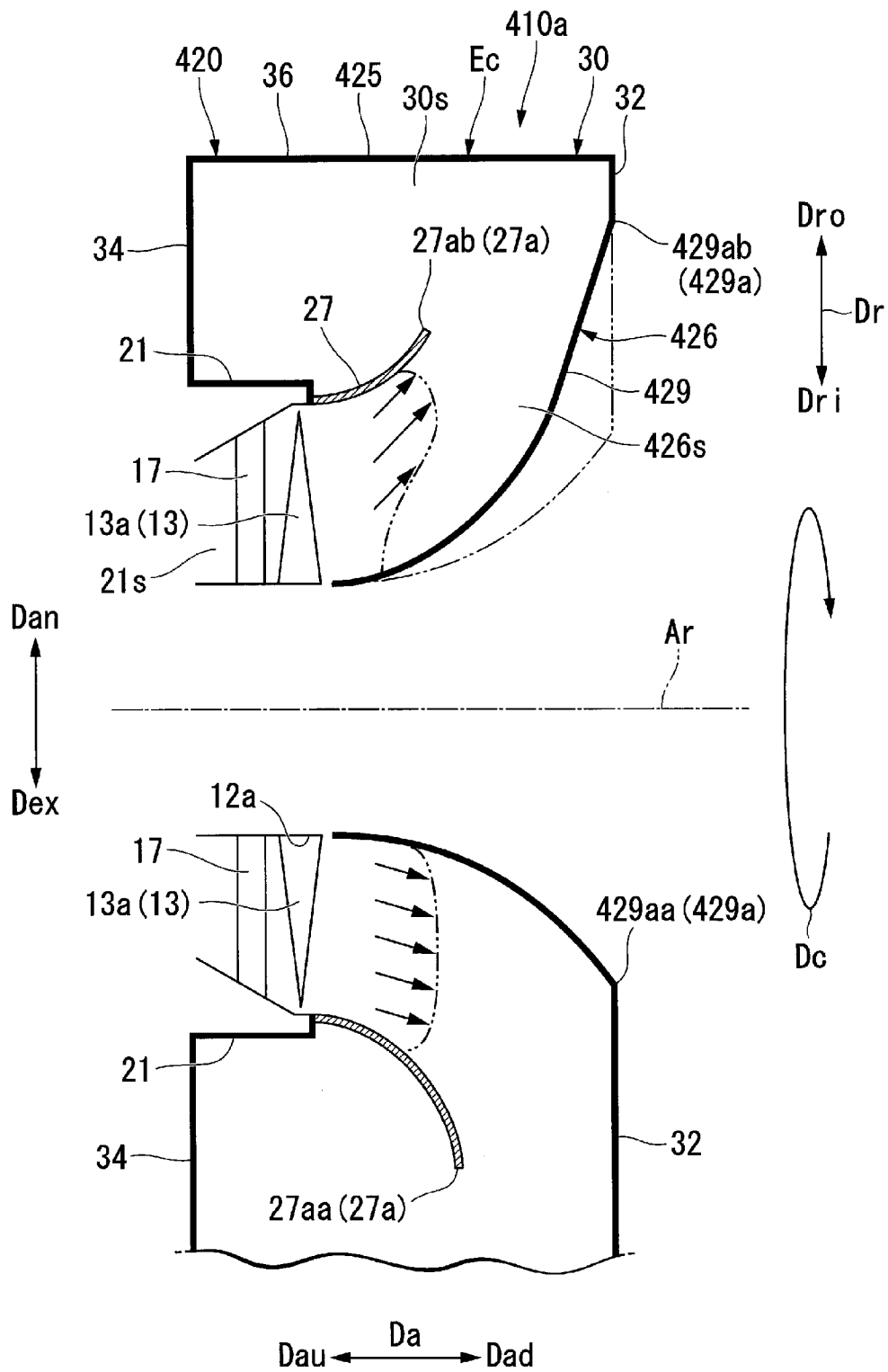
[図10]



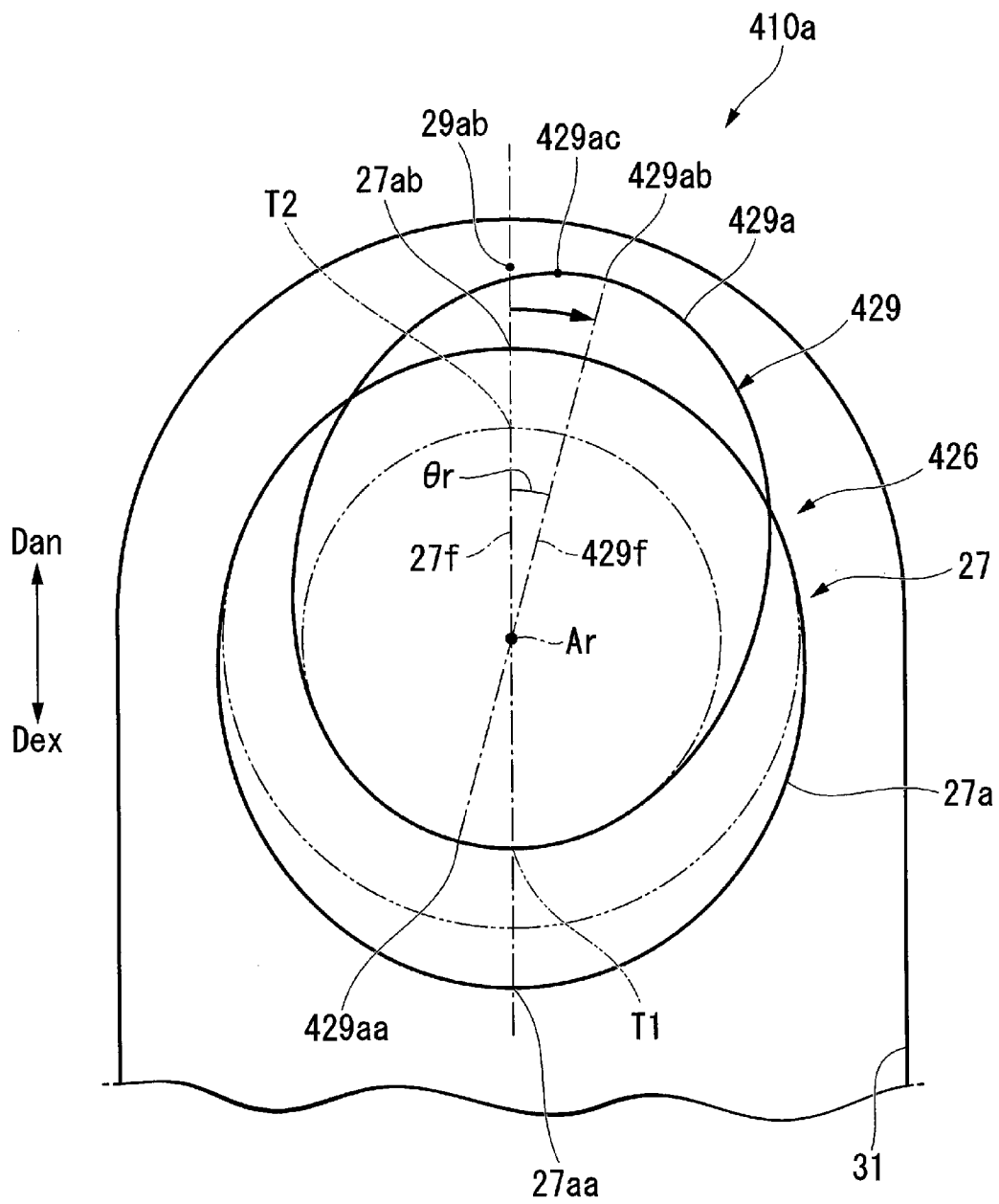
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/047571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F01D25/30 (2006.01) i, F02C7/00 (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. F01D25/30, F01D25/24-25/26

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 A	JP 8-260904 A (TOSHIBA CORP.) 08 October 1996, paragraphs [0008]-[0018], fig. 1-3 (Family: none)	1, 5, 7 2-4., 6
A	JP 2006-283587 A (HITACHI, LTD.) 19 October 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 21253/1986 (Laid-open No. 133903/1987) (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 24 August 1987, entire text, all drawings (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
14 March 2019 (14.03.2019)

Date of mailing of the international search report
26 March 2019 (26.03.2019)

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/JP2018/047571

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 097502/1976 (Laid-open No. 16703/1978) (HITACHI, LTD.) 13 February 1978, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2015-98824 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 28 May 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2010-509534 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.) 25 March 2010, entire text, all drawings & US 2009/0263241 A1, entire text, all drawings & WO 2008/058821 A1 & EP 1921278 A1 & CN 101563526 B	1-7
P, A	WO 2018/079805 A1 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 03 May 2018, entire text, all drawings & JP 2018-71445 A, entire text, all drawings	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F01D25/30(2006.01)i, F02C7/00(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. F01D25/30, F01D25/24-25/26

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 8-260904 A (株式会社東芝) 1996. 10. 08, 段落 0008-0018、図1-3 (ファミリーなし)	1, 5, 7 2-4, 6
A	JP 2006-283587 A (株式会社日立製作所) 2006. 10. 19, 全文・全図 (ファミリーなし)	1-7
A	日本国実用新案登録出願 61-21253 号 (日本国実用新案登録出願公開 62-133903 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 1987. 08. 24, 全文・全図 (フ	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

14. 03. 2019

国際調査報告の発送日

26. 03. 2019

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)

西中村 健一

3 S

1572

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

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
	ファミリーなし)	
A	日本国実用新案登録出願51-097502号(日本国実用新案登録出願公開53-16703号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社日立製作所)1978.02.13, 全文・全図(ファミリーなし)	1-7
A	JP 2015-98824 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2015.05.28, 全文・全図(ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-509534 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2010.03.25, 全文・全図 & US 2009/0263241 A1, 全文・全図 & WO 2008/058821 A1 & EP 1921278 A1 & CN 101563526 B	1-7
P, A	WO 2018/079805 A1 (三菱重工業株式会社) 2018.05.03, 全文・全図 & JP 2018-71445 A, 全文・全図	1-7