

(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
2014年4月24日(24.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/061736 A1

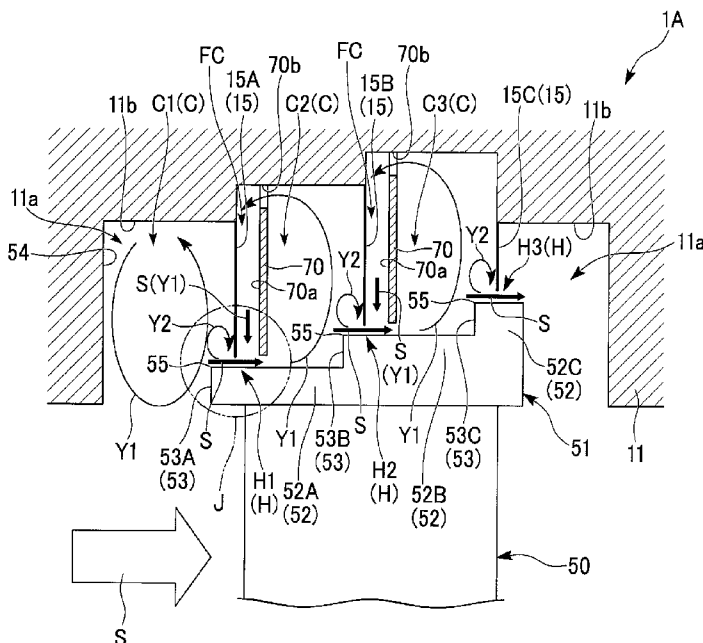
- (51) 国際特許分類:
F16J 15/447 (2006.01) F01D 25/00 (2006.01)
F01D 11/08 (2006.01) F16J 15/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078181
- (22) 国際出願日: 2013年10月17日(17.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-230746 2012年10月18日(18.10.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 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). 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). 大山 宏治 (OYAMA Hiroharu); 〒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). 田中 良典 (TANAKA Yoshinori); 〒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: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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

[続葉有]

(54) Title: ROTATING MACHINE

(54) 発明の名称: 回転機械



(57) Abstract: A steam turbine (1A) through which a fluid flows along the axis line is equipped with: a tip shroud (51) for rotor blades (50) that are provided on a shaft, which extends with the axis line as the center; an outer partition plate ring (11) provided on a casing so as to face the tip shroud (51) in the radial direction and be capable of rotating relative to the tip shroud (51) around the axis line; sealing fins (15), which extend radially inward from the outer partition plate ring (11) and which, with the tip shroud (51), form minute gaps (H) therebetween; and steam introduction surfaces (70a), which are formed on the downstream side of the sealing fins (15) and are provided so as to face the sealing fins (15) in the cavities (C) wherein a main vortex (Y1), resulting from a leakage flow passing through a minute gap (H), is generated, and which guide the flow, resulting from the main vortex (Y1), toward the minute gaps (H).

(57) 要約: 軸線に沿って流体が流通する蒸気タービン(1A)において、軸線を中心に延びる軸体に設けられた動翼(50)のチップシュラウド(51)

1)と、チップシュラウド(51)に径方向に対向して、軸線回りにチップシュラウド(51)に対して相対回転可能に設けられたケーシングに設けられた仕切板外輪(11)と、仕切板外輪(11)から径方向内側に延出して、チップシュラウド(51)との間に微小隙間(H)を形成するシールフィン(15)と、シールフィン(15)の下流側に形成されて微小隙間(H)を通過するリーク流に基づく主渦(Y1)が生成されるキャビティ(C)内にシールフィン(15)に対向するように設けられ、主渦(Y1)に基づく流れを微小隙間(H)に向かって導く蒸気導入面(70a)と、を備える。



WO 2014/061736 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

明 細 書

発明の名称： 回転機械

技術分野

[0001] 本発明は、タービン、圧縮機等の回転機械のシール構造に関する。

本願は、2012年10月18日に、日本に出願された特願2012-230746号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 周知のように、回転機械の一種として、ケーシングと、ケーシングの内部に回転自在に設けられた回転軸と、ケーシングの内周部に固定配置された複数の静翼と、これら複数の静翼の下流側において回転軸に放射状に設けられた複数の動翼とを備えた軸流式のタービンがある。タービンにおいては、流体の圧力エネルギーを回転エネルギーに変換することで動力を得ている。なお、タービンが衝動タービンである場合には、流体の圧力エネルギーを静翼によって速度エネルギーに変換し、この速度エネルギーを動翼によって回転エネルギーに変換している。また、反動タービンである場合には、動翼内でも圧力エネルギーが速度エネルギーに変換され、流体が噴出する反動力により速度エネルギーを回転エネルギーに変換する。

[0003] このようなタービンでは、回転体（ロータ）である動翼の先端部と、静止体（ステータ）であるケーシングとの間には径方向に間隙が形成されている。また、静止体である静翼の先端部と回転体である回転軸との間にも径方向の間隙が形成されている。このため流体の一部が、動翼先端部とケーシングとの間隙を下流側に向かって漏洩してしまうが、この漏洩流体は、動翼に対して回転力を付与しない。また、静翼の先端部と回転軸との間隙を下流側に通過する漏洩流体は、その圧力エネルギーが静翼によって速度エネルギーに変換されないため、下流側の動翼に対して回転力をほとんど付与しない。したがって、タービンの性能向上のためには、上記間隙を通過する流体の流量（リーク流量）を低減することが重要となる。

[0004] ここで、例えば特許文献1では、動翼の先端部に、軸方向上流側から下流側に向かって高さが次第に高くなる複数のステップ部を設け、ケーシングに、各ステップ部に向けて延出する複数のシールフィンを設け、各ステップ部と各シールフィンの先端との間に微小隙間を形成した構造のタービンが提案されている。

[0005] このタービンでは、上流側から上記間隙に入り込んだ流体がステップ部の段差面に衝突することで、段差面上流側に主渦が発生する。また、段差面の下流側（前記微小隙間の上流側近傍）に主渦に起因する剥離渦が発生する。そしてこの剥離渦によって、微小隙間を通り抜けるリーク流を縮流することでリーク流量の低減が図られている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2011-080452号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1に開示されたステップ部によって生じる主渦に関し、上記微小隙間の下流側近傍において主渦を形成する流体の流通方向は径方向を向いておらず、下流に向かって径方向に対して傾斜した方向となっている。このため、上記微小隙間の下流側近傍には死水領域が形成される。即ち、この死水領域では、主渦の流体は微小隙間を通過する流体に対して直接的に影響を及ぼすことができず、リーク流の縮流効果が弱くなってしまふ。

[0008] 本発明は、リーク流量のさらなる低減を図ることが可能な回転機械を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第1の態様によれば、軸線に沿って流体が流通する回転機械において、前記軸線を中心に延びるロータと、前記ロータの径方向に対向して、

前記軸線回りに該ロータに対して相対回転可能に設けられたステータと、前記ロータと前記ステータとのうちの一方から他方に延出して、該他方との間に隙間を形成するシールフィンと、前記シールフィンの下流側に形成されて前記隙間を通過するリーク流に基づく渦が生成されるキャビティ内に前記シールフィンに対向するように設けられ、前記渦に基づく流れを前記隙間に向かって導く流体導入面と、を備える。

[0010] このような回転機械によると、キャビティ内のリーク流による渦中における流体をシールフィンと流体導入面との間を通じて上記隙間に導くことで、隙間を通過したリーク流をシールフィンの下流側で、他方に向かって押し付けることができる。従ってリーク流の縮流効果を向上できる。

[0011] また、前記流体導入面は、前記一方側から前記他方側に向かうに従って、下流側から上流側に向かうように傾斜して設けられていてもよい。

[0012] このように流体導入面が設けられていることで、渦中の流体をより多くシールフィンと流体導入面との間に導くことができる。さらに、シールフィンと流体導入面との間の空間が隙間に向かうに従って狭くなっていくため、隙間に向かって導かれる流れの流速を増大できる。このため、リーク流の縮流効果をさらに向上し、さらなるリーク流量の低減が可能となる。

[0013] さらに、前記流体導入面は、前記シールフィンに沿って設けられた仕切り板の上流側を向く表面であり、前記仕切り板における前記一方側には、該仕切り板と前記シールフィンとの間に画成される空間と、前記キャビティにおける前記仕切り板の下流側の空間とを連通する連通部が形成されていてもよい。

[0014] このような仕切り板によって、連通部からシールフィンと流体導入面との間の空間に向かって、渦中の流体を確実に導くことができ、リーク流の縮流効果をさらに向上し、さらなるリーク流量の低減が可能となる。

[0015] 本発明の第2の態様によれば、回転機械は、前記ロータと前記ステータとのうちの前記他方において前記シールフィンの下流側となる位置で、前記隙間に対向する位置に設けられて、上流側を向いて前記リーク流を前記キャビ

ティ内における前記一方側に導く段差面をさらに備えていてもよい。

[0016] このような段差面にリーク流が衝突することで、キャビティ内に渦を確実に生成でき、この結果、より多くの流体をシールフィンと流体導入面との間に導くことができるため、さらなるリーク流量の低減が可能となる。

発明の効果

[0017] 上記した回転機械によると、流体導入面との間に渦中の流体を導くことで、隙間を通過するリーク流をシールフィンの下流側で押し付け、リーク流量のさらなる低減を図ることが可能である。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第一実施形態に係る蒸気タービンを示す概略断面図である。

[図2A]本発明の第一実施形態に係る蒸気タービンを示す図であって、図1における要部Iを示す拡大断面図である。

[図2B]本発明の第一実施形態に係る蒸気タービンを示す図であって、図2Aにおける要部Jを示す拡大断面図である。

[図3]本発明の第二実施形態に係る蒸気タービンを示す図であって、図1における要部Iと同じ位置で、上流側のキャビティ周辺について示す拡大断面図である。

[図4]本発明の第二実施形態の変形例に係る蒸気タービンを示す図であって、図1における要部Iと同じ位置で、上流側のキャビティ周辺について示す拡大断面図である。

[図5]本発明の第三実施形態に係る蒸気タービンを示す図であって、図1における要部Iと同じ位置で、上流側のキャビティ周辺について示す拡大断面図である。

[図6A]本発明の第三実施形態の第一変形例に係る蒸気タービンを示す図であって、図1における要部Iと同じ位置で、上流側のキャビティ周辺について示す拡大断面図である。

[図6B]本発明の第三実施形態の第二変形例に係る蒸気タービンを示す図であって、図1における要部Iと同じ位置で、上流側のキャビティ周辺について

示す拡大断面図である。

[図7]本発明の蒸気タービンにおいて、ステップ部が設けられていない場合を示す図であって、図1における要部Iと同じ位置を示す拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] [第一実施形態]

[0020] 以下、本発明の実施形態に係る蒸気タービン1Aについて説明する。

蒸気タービン1Aは、蒸気Sのエネルギーを回転動力として取り出す外燃機関であって、発電所における発電機等に用いられる。

[0021] 図1に示すように、蒸気タービン1Aは、ケーシング10と、ケーシング10に流入する蒸気Sの量と圧力を調整する調整弁20と、ケーシング10の内側に回転自在に設けられ、図示しない発電機等の機械に動力を伝達する軸体30と、ケーシング10に保持された静翼40と、軸体30に設けられた動翼50と、軸体30を軸回りに回転可能に支持する軸受部60とを主たる構成としている。

[0022] ケーシング10は、内部空間が気密に封止されているとともに、蒸気Sの流路とされている。このケーシング10の内壁面には、軸体30が挿通されたリング状の仕切板外輪（ステータ）11が強固に固定されている。

[0023] 調整弁20は、ケーシング10の内部に複数個取り付けられている。それぞれの調整弁20は、図示しないボイラから蒸気Sが流入する調整弁室21と、弁体22と、弁座23とを備えている。調整弁20は、弁体22が弁座23から離れると蒸气流路が開いて、蒸気室24を介して蒸気Sがケーシング10の内部空間に流入するように構成されている。

[0024] 軸体30は、軸本体31と、この軸本体31の外周から径方向に延出した複数のディスク32とを備えている。この軸体30は、回転エネルギーを、図示しない発電機等の機械に伝達する。

[0025] 軸受部60は、ジャーナル軸受装置61及びスラスト軸受装置62を備えている。軸受部60は、軸体30を回転可能に支持している。

[0026] 静翼40は、軸体30を囲繞するように放射状に多数配置されて環状静翼

群を構成しており、それぞれ前述した仕切板外輪 11 に保持されている。これら静翼 40 の径方向における内側は、軸体 30 が挿通されたリング状のハブシュラウド 41 で連結され、その先端部が軸体 30 に対して径方向に隙間をあけて配設されている。

これら複数の静翼 40 からなる環状静翼群は、軸方向に間隔をあけて六つ形成されており、蒸気 S の圧力エネルギーを速度エネルギーに変換して、下流側に隣接する動翼 50 側に案内するように構成されている。

[0027] 動翼 50 は、軸体 30 が有するディスク 32 の外周部に強固に取り付けられている。この動翼 50 は、各環状静翼群の下流側において、放射状に多数配置されて環状動翼群を構成している。

[0028] これら環状静翼群と環状動翼群とは、一組一段とされている。即ち、蒸気タービン 1A は、六段に構成されている。このうち、最終段における動翼 50 の先端部は、周方向に延びたチップシュラウド（ロータ）51 とされている。このチップシュラウド 51 が、ケーシング 10 の径方向において仕切板外輪 11 と隙間を介して対向して配置されている。そして、チップシュラウド 51 は、仕切板外輪 11 のチップシュラウド 51 に対応する部位に形成された環状溝 11a 内に收容されている。

[0029] ここで、図 2A に示すように、蒸気タービン 1A は、チップシュラウド 51 に設けられたステップ部 52 と、仕切板外輪 11 からステップ部 52 に向かって延びるシールフィン 15 と、シールフィン 15 の下流側に対向して設けられた仕切り板 70 とを備えている。

[0030] ステップ部 52 は、最終段の動翼 50 の先端部となるチップシュラウド 51 に設けられ、段差面 53 を有して仕切板外輪 11 側に突出している。

本実施形態では、チップシュラウド 51 には三つのステップ部 52（52A～52C）が設けられている。これら三つのステップ部 52（52A～52C）は、軸体 30 の軸線 O 方向の上流側から下流側に向かって、動翼 50 からの突出高さが次第に高くなるように配設されている。即ち、ステップ部 52（52A～52C）には、段差を形成する三つの段差面 53（53A～

53C)が、軸方向上流側を向いて形成されている。

[0031] ここで、本実施形態では、仕切板外輪11の環状溝11aにおける溝底面11bについても、軸線O方向において、各ステップ部52に対応するように、軸線O方向に向かってステップ形状に形成されている。

[0032] シールフィン15(15A~15C)は、仕切板外輪11の溝底面11bから延出して設けられる。シールフィン15(15A~15C)は、それぞれのステップ部52(52A~52C)に1:1で対応して、対応するステップ部52(52A~52C)との間に、微小隙間Hを径方向に形成するように設けられる。この微小隙間H(H1~H3)の各寸法は、ケーシング10や動翼50の熱伸び量、動翼50の遠心伸び量等を考慮した上で、両者が接触することがない安全な範囲内で、最小のものに設定されている。

ここで、本実施形態では、段差面53Bはシールフィン15Aの下流側に、段差面53Cはシールフィン15Bの下流側に位置しており、段差面53Aはシールフィン15Aの上流側に位置している。そして、段差面53Aによって後述するキャビティC1内の径方向外側に、段差面53Bによって後述するキャビティC2内の径方向外側に、段差面53Cによって後述するキャビティC3内の径方向外側に蒸気Sが導かれるように構成されている。

[0033] このような構成のもとに、チップシュラウド51側と仕切板外輪11との間には、前記環状溝11a内において、各ステップ部52(52A~52C)に対応してキャビティC(C1~C3)が形成されている。

キャビティC(C1~C3)は、各ステップ部52(52A~52C)に対応したシールフィン15(15A~15C)と、このシールフィン15(15A~15C)に対して、軸線O方向の上流側で対向する隔壁との間に形成されている。

[0034] より具体的には、軸線O方向の最上流側に位置する第1段目のステップ部52Aに対応する第1のキャビティC1では、前記隔壁は、前記環状溝11aの、軸方向上流側の内壁面54によって形成されている。従って、この内壁面54と第1段目のステップ部52Aに対応するシールフィン15Aとの

間で、さらにチップシュラウド5 1側と仕切板外輪1 1との間に、第1のキャビティC 1が形成されている。

[0035] また、第2段目のステップ部5 2 Bに対応する第2のキャビティC 2では、前記隔壁は、軸方向上流側に位置するステップ部5 2 Aに対応するシールフィン1 5 Aによって形成されている。従って、シールフィン1 5 Aとシールフィン1 5 Bとの間で、さらにチップシュラウド5 1と仕切板外輪1 1との間に、第2のキャビティC 2が形成されている。

同様に、シールフィン1 5 Bとシールフィン1 5 Cとの間で、さらにチップシュラウド5 1と仕切板外輪1 1との間に、第3のキャビティC 3が形成されている。

[0036] 次に、仕切り板7 0について説明する。

仕切り板7 0は、各シールフィン1 5の下流側で、各シールフィン1 5（本実施形態ではシールフィン1 5 Aとシールフィン1 5 B）に対向するように、そして各シールフィン1 5（1 5 A、1 5 B）に平行に、仕切板外輪1 1の溝底面1 1 bから径方向内側に延出して設けられた環状をなす部材である。さらに、この仕切り板7 0においては、対応するシールフィン1 5（1 5 A、1 5 B）との間で蒸気Sを導入する蒸気流路F Cを画成するとともに、この径方向外側の位置では、各キャビティC（C 1、C 2）における仕切り板7 0の下流側の空間と蒸気流路F Cとを連通する連通部7 0 bが形成されている。

[0037] この連通部7 0 bは、軸線O方向に仕切り板7 0を貫通する複数の孔であってもよいし、周方向に互いに間隔をあけて形成されるスリットであってもよく、周方向のいずれかの位置で仕切り板7 0を貫通するものであれば形状はどのようなものであってもよい。

また、仕切り板7 0は、対向するシールフィン1 5にリブ等によって支持されることで、各シールフィン1 5の下流側に設けられていてもよい。この場合の連通部7 0 bは、周方向全域に開口して形成される。

[0038] そして、この仕切り板7 0における径方向内側の端縁部は、シールフィン

15 (15 A、15 B) よりも径方向外側に位置して、延出寸法がシールフィン15 (15 A、15 B) よりも小さくなっているが、少なくともシールフィン15 (15 A、15 B) の延出寸法以下の寸法であることが好ましい。

- [0039] このようにして、仕切り板70は、対応するシールフィン15 (15 A、15 B) に対向する上流側を向く表面である蒸気導入面 (流体導入面) 70 aに沿って、蒸気流路FC内で蒸気Sを径方向内側に向かって流通させて、上記微小隙間H (H1~H3) へ蒸気Sを導く。
- [0040] このような蒸気タービン1Aにおいては、まず、調整弁20 (図1参照) を開状態とすると、図示しないボイラから蒸気Sがケーシング10の内部空間に流入する。
- [0041] ケーシング10の内部空間に流入した蒸気Sは、各段における環状静翼群と環状動翼群とを順次通過する。この際には、圧力エネルギーが静翼40によって速度エネルギーに変換され、静翼40を経た蒸気Sのうちの大部分が同一の段を構成する動翼50間に流入し、動翼50により蒸気Sの速度エネルギーが回転エネルギーに変換されて、軸体30に回転が付与される。一方、蒸気Sのうちの一部 (例えば、数%) は、静翼40から流出した後、環状溝11 a内に流入する、いわゆる、リーク流となる。
- [0042] ここで、図2Aに示すように環状溝11 a内に流入した蒸気Sは、まず、第1のキャビティC1に流入し、ステップ部52 Aの段差面53 Aに衝突し、上流側に戻るようにして、図2Aの紙面上にて反時計回りに回る主渦Y1を生じる。そしてこのように、ステップ部52 Aを設けたことで確実に主渦Y1を生成可能となる。
- [0043] そしてこの際、特にステップ部52 Aの上記端縁部55において、上記主渦Y1から一部の流れが剥離されることにより、この主渦Y1と反対方向、本例では図2Aの紙面上にて時計回りに回るように、カウンタ渦Y2を生じる。このカウンタ渦Y2は、シールフィン15 Aとステップ部52 Aとの間の微小隙間H1を通り抜けるリーク流を径方向内側に押し付けて、流量を低

減する縮流効果を発揮する。

[0044] またシールフィン15Bの上流側においてもシールフィン15Aの上流側と同様に、主渦Y1及びカウンタ渦Y2が形成され、リーク流の流量を低減する縮流効果を発揮する。

[0045] ここで、主渦Y1を形成する蒸気Sの一部は、径方向外側の連通部70bから蒸気流路FCへ導入されて、蒸気導入面70aに沿って径方向内側に流通し、上記微小隙間H(H1、H2)に向かって導かれる。従って、主渦Y1における蒸気Sの流通方向をシールフィン15(15A、15B)の下流側で径方向内側に向かう方向に変えることができる。

よって、図2Bの破線に示す流れから実線で示す流れとなるように、微小隙間H(H1、H2)を通過したリーク流を径方向内側に向かって押し付けることができる。換言すると、微小隙間H(H1、H2)のクリアランスを擬似的に小さくすることとなる。

[0046] 本実施形態の蒸気タービン1Aによると、仕切り板70を各シールフィン15(15A、15B)の下流側に設けたことで、微小隙間H(H1、H2)を通過したリーク流を径方向内側に向かって押し付けて、リーク流の縮流効果をさらに向上できる。

[0047] [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態に係る蒸気タービン100について説明する。

なお、第一実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

本実施形態では、仕切り板103の形状が第一実施形態とは異なっている。

[0048] 図3に示すように、仕切り板103は、径方向外側から内側に向かうに従って、軸線Oの周方向断面が直線状をなして上流側に傾斜して設けられている。換言すると、仕切り板103は蒸気流路FCが径方向内側に向かって徐々に軸線O方向に狭くなっていくように設けられている。

[0049] このような蒸気タービン100によると、仕切り板103が径方向外側で下流側に向かって傾斜していることで、主渦Y1からの蒸気Sをより多く蒸気流路FCに導入することができる。さらに、傾斜した仕切り板103によって、径方向内側に向かって蒸気流路FCが徐々に狭くなっていくため、蒸気流路FCに導入された蒸気Sは、蒸気導入面103aに沿って流通しながら流速を増大していく。

[0050] 従って、微小隙間H（H1、H2）を通過したリーク流を径方向内側に押し付ける力をさらに増大でき、リーク流の縮流効果を向上し、さらなるリーク流量の低減が可能となる。

[0051] ここで、図4に示すように、仕切り板103Aは、軸線Oの周方向断面が曲線状をなして設けられていてもよい。即ち、径方向外側から内側に向かうに従って上流側に湾曲して、周方向断面が上流側に膨らむような曲線状となっており、径方向の内側では、シールフィン15（15A、15B）に略平行となるように設けられている。このような形状によって径方向外側でより多くの蒸気Sを主渦Y1から蒸気流路FCに導入できるとともに、径方向内側では蒸気流路FC内の蒸気Sの流通方向を径方向に向かう方向として、蒸気導入面103Aaに沿って蒸気Sを流通させることができる。よって、リーク流の縮流効果をさらに高めることができる。

[0052] 〔第三実施形態〕

次に、本発明の第三実施形態に係る蒸気タービン110について説明する。

なお、第一実施形態及び第二実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

本実施形態では、蒸気導入面110aを形成する部材が仕切り板70（103、103A）に代えて、ブロック状部材113である点で第一実施形態及び第二実施形態とは異なっている。

[0053] 図5に示すように、ブロック状部材113は、主渦Y1の内側にちょうど位置するように、環状をなすとともに軸線O方向にある程度の厚みを有して

いる。また、このブロック状部材 113 の周方向断面は略四角形状をなしている。即ち蒸気導入面 113 a は、各々のブロック状部材 113 が、対応するシールフィン 15 (15 A、15 B) に対向する表面となっている。また、径方向外側の位置では、各キャビティ C (C 1、C 2) と蒸気流路 F C とを連通する連通部 113 b が第一実施形態及び第二実施形態同様に形成されている。

[0054] このような蒸気タービン 110 によると、主渦 Y 1 をブロック状部材 113 の表面に沿って流通させることができ、主渦 Y 1 を形成する蒸気 S の全てを蒸気流路 F C 内へ導くことができる。従って、より多くの蒸気 S を微小隙間 H (H 1、H 2) に向かって流通させることができ、微小隙間 H (H 1、H 2) を通過したリーク流の縮流効果をさらに得ることができる。なお、ブロック状部材 113 は、周方向断面が完全な四角形状をなしていてもよいが、図 5 に示すように角部が R 形状となって丸みを持った形状であることが好ましい。

[0055] なお、本実施形態では、ブロック状部材 113 の周方向断面は四角形状をなしているが、これに限定されず、少なくとも蒸気流路 F C を流通する蒸気 S が微小隙間 H (H 1、H 2) を通過したリーク流を縮流可能であればよい。

例えば、図 6 A に示すように、ブロック状部材 113 A における蒸気導入面 113 A a が径方向外側から内側に向かって上流側に傾斜するように形成されていてもよい。この場合には、第二実施形態で説明したように、リーク流の縮流効果をさらに向上可能である。なお、ブロック状部材 113 A は、図 6 A に示すように角部が R 形状となって丸みを持った形状であることが好ましい。

また、図 6 B に示すように、ブロック状部材 113 B における蒸気導入面 113 B a 以外の表面が、主渦 Y 1 に沿うように周方向断面で曲線状をなしていてもよい。この場合には、ブロック状部材 113 B が主渦 Y 1 の流れを妨げることがないので、リーク流の縮流効果を向上できる。

[0056] 以上、本発明の実施形態について詳細を説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内において、多少の設計変更も可能である。

例えば、図7に示すように、最終段の動翼50の先端部となるチップシュラウド51には、ステップ部52は必ずしも設けられていなくともよい。このような場合であっても、主渦Y1は蒸気Sの粘性によって生成されるものであるため、蒸気導入面70a（103a、103Aa、113Aa、113Ba）によるリーク流の縮流効果を得ることが可能である。なお、図7では仕切板外輪11の環状溝11aにおける溝底面11bについてもステップ状に形成されていないが、第一実施形態から第三実施形態と同様にステップ状であってもよい。

[0057] さらに、上述の実施形態では、動翼50と仕切板外輪11との間におけるリーク流の流量低減について説明したが、例えば静翼40と軸体30との間においても同様の手法を適用できる。また、実施形態では動翼50の先端部となるチップシュラウド51にステップ部52（52A～52C）を形成し、仕切板外輪11にシールフィン15（15A～15C）を設けたが、例えば逆に、仕切板外輪11にステップ部52を形成し、チップシュラウド51にシールフィン15を設けてもよい。

[0058] また、上述の実施形態では、回転機械の一例として蒸気タービン1A（100、110）について説明したが、ガスタービンや圧縮機等の回転機械であってもよく、軸体30に設けられるシール構造に適用することも可能である。

産業上の利用可能性

[0059] 上記した回転機械によると、流体導入面との間に渦中の流体を導くことで、隙間を通過するリーク流をシールフィンの下流側で押し付け、リーク流量のさらなる低減を図ることが可能である。

符号の説明

[0060] 1A 蒸気タービン（回転機械）
10 ケーシング

- 1 1 仕切板外輪（ステータ）
- 1 1 a 環状溝
- 1 1 b 溝底面
- 2 0 調整弁
- 2 1 調整弁室
- 2 2 弁体
- 2 3 弁座
- 3 0 軸体
- 3 1 軸本体
- 3 2 ディスク
- 4 0 静翼
- 4 1 ハブシュラウド
- 5 0 動翼
- 5 1 チップシュラウド（ロータ）
- 5 2 ステップ部
- 5 3 段差面
- 5 4 内壁面
- 5 5 端縁部
- 6 0 軸受部
- 6 1 ジャーナル軸受装置
- 6 2 スラスト軸受装置
- 7 0 仕切り板
- 7 0 a 蒸気導入面（流体導入面）
- 7 0 b 連通部
- F C 蒸气流路（空間）
- S 蒸気
- O 軸線
- Y 1 主渦

Y 2 カウンタ渦
H 微小隙間
C キャビティ
1 0 0 蒸気タービン
1 0 3 仕切り板
1 0 3 a 蒸気導入面
1 0 3 A 仕切り板
1 1 0 蒸気タービン
1 1 3 ブロック状部材
1 1 3 a 蒸気導入面（流体導入面）
1 1 3 b 連通部
1 1 3 A ブロック状部材
1 1 3 A a 蒸気導入面（流体導入面）
1 1 3 B ブロック状部材
1 1 3 B a 蒸気導入面（流体導入面）

請求の範囲

- [請求項1] 軸線に沿って流体が流通する回転機械において、
前記軸線を中心に延びるロータと、
前記ロータの径方向に対向して、前記軸線回りに該ロータに対して
相対回転可能に設けられたステータと、
前記ロータと前記ステータとのうちの一方から他方に延出して、該
他方との間に隙間を形成するシールフィンと、
前記シールフィンの下流側に形成されて前記隙間を通過するリーク
流に基づく渦が生成されるキャビティ内に前記シールフィンに対向す
るように設けられ、前記渦に基づく流れを前記隙間に向かって導く流
体導入面と、
を備える回転機械。
- [請求項2] 前記流体導入面は、前記一方側から前記他方側に向かうに従って、
下流側から上流側に向かうように傾斜して設けられている請求項1に
記載の回転機械。
- [請求項3] 前記流体導入面は、前記シールフィンに沿って設けられた仕切り板
の上流側を向く表面であり、
前記仕切り板における前記一方側には、該仕切り板と前記シールフ
インとの間に画成される空間と、前記キャビティにおける前記仕切り
板の下流側の空間とを連通する連通部が形成されている請求項1に記
載の回転機械。
- [請求項4] 前記流体導入面は、前記シールフィンに沿って設けられた仕切り板
の上流側を向く表面であり、
前記仕切り板における前記一方側には、該仕切り板と前記シールフ
インとの間に画成される空間と、前記キャビティにおける前記仕切り
板の下流側の空間とを連通する連通部が形成されている請求項2に記
載の回転機械。
- [請求項5] 前記ロータと前記ステータとのうちの前記他方において前記シール

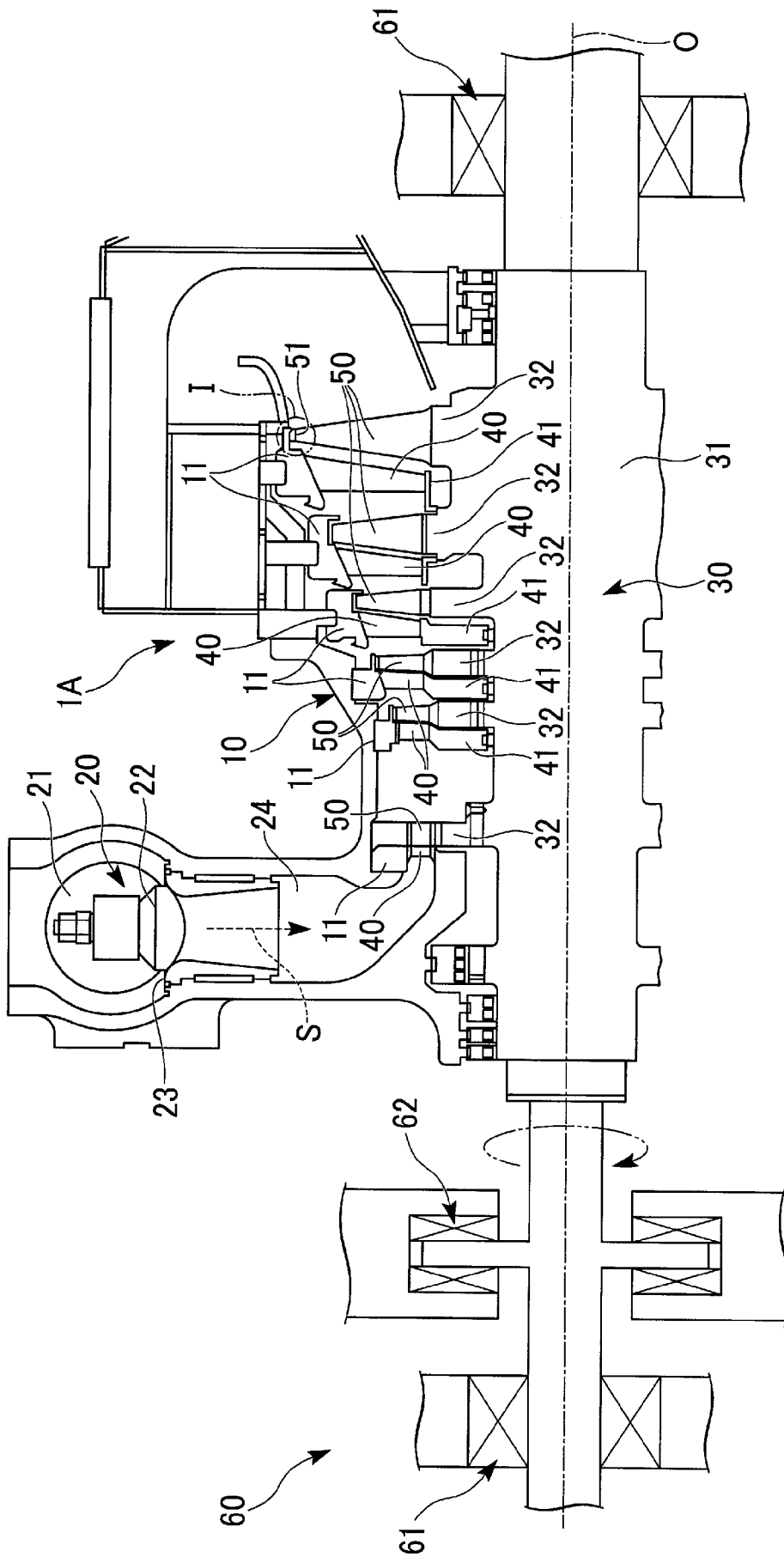
フィンの下流側となる位置で、前記隙間に対向する位置に設けられて、上流側を向いて前記リーク流を前記キャビティ内における前記一方向に導く段差面をさらに備える請求項 1 に記載の回転機械。

[請求項6] 前記ロータと前記ステータとのうちの前記他方において前記シールフィンの下流側となる位置で、前記隙間に対向する位置に設けられて、上流側を向いて前記リーク流を前記キャビティ内における前記一方向に導く段差面をさらに備える請求項 2 に記載の回転機械。

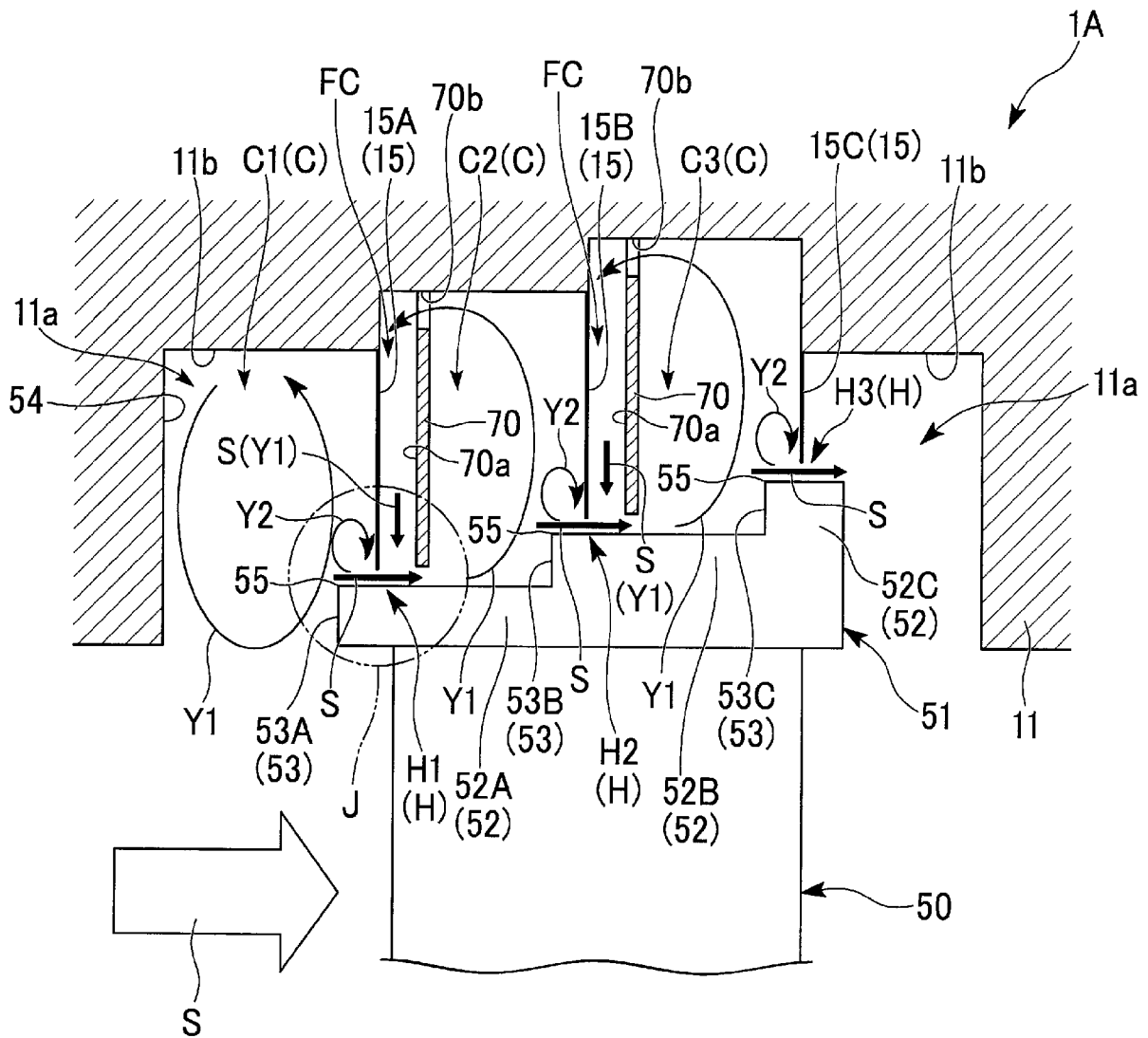
[請求項7] 前記ロータと前記ステータとのうちの前記他方において前記シールフィンの下流側となる位置で、前記隙間に対向する位置に設けられて、上流側を向いて前記リーク流を前記キャビティ内における前記一方向に導く段差面をさらに備える請求項 3 に記載の回転機械。

[請求項8] 前記ロータと前記ステータとのうちの前記他方において前記シールフィンの下流側となる位置で、前記隙間に対向する位置に設けられて、上流側を向いて前記リーク流を前記キャビティ内における前記一方向に導く段差面をさらに備える請求項 4 に記載の回転機械。

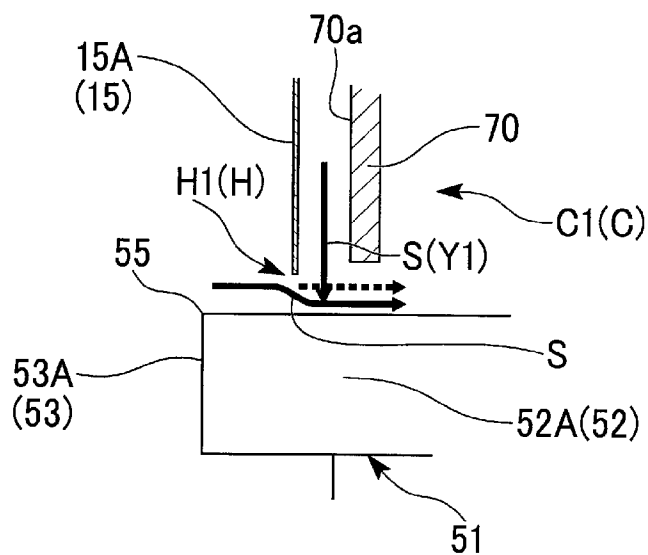
[図1]



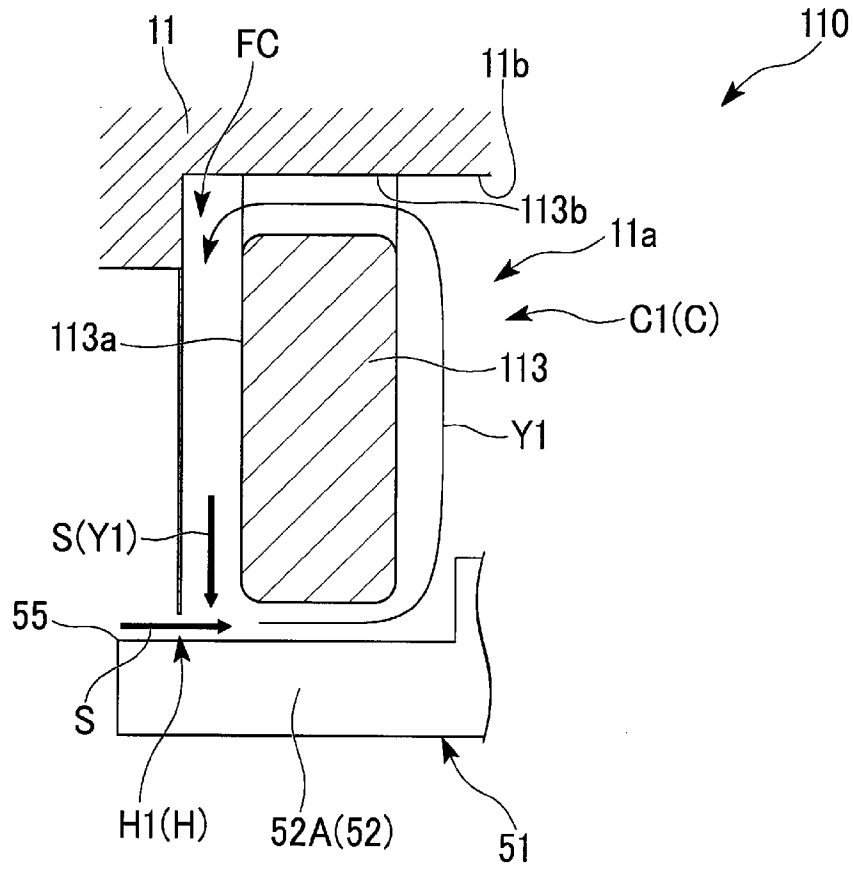
[図2A]



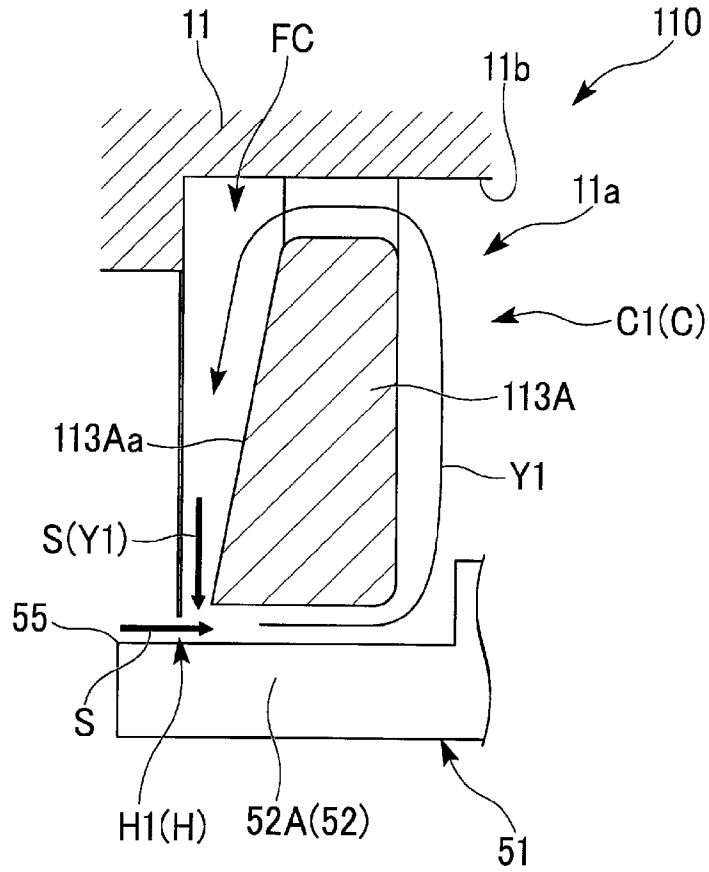
[図2B]



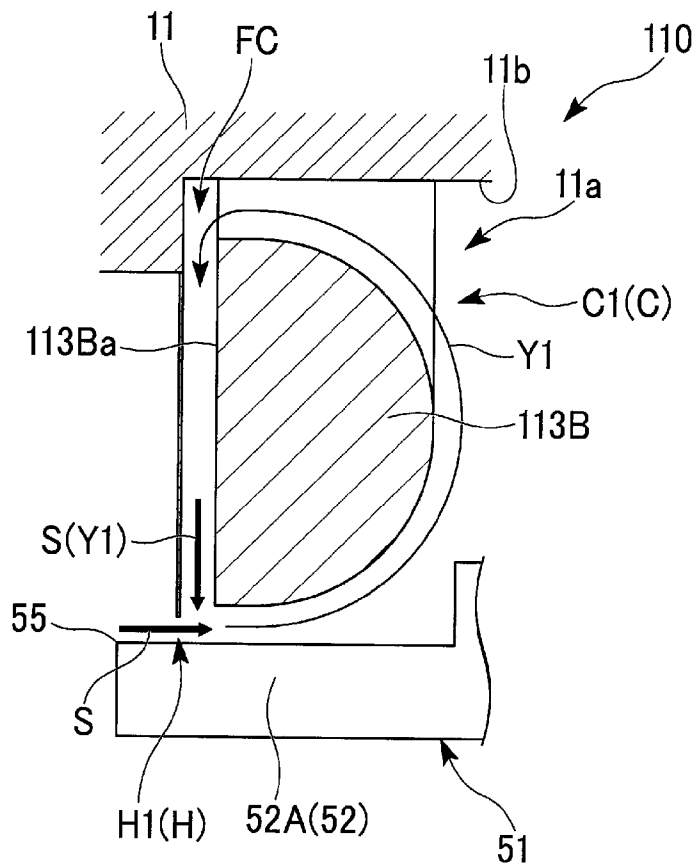
[図5]



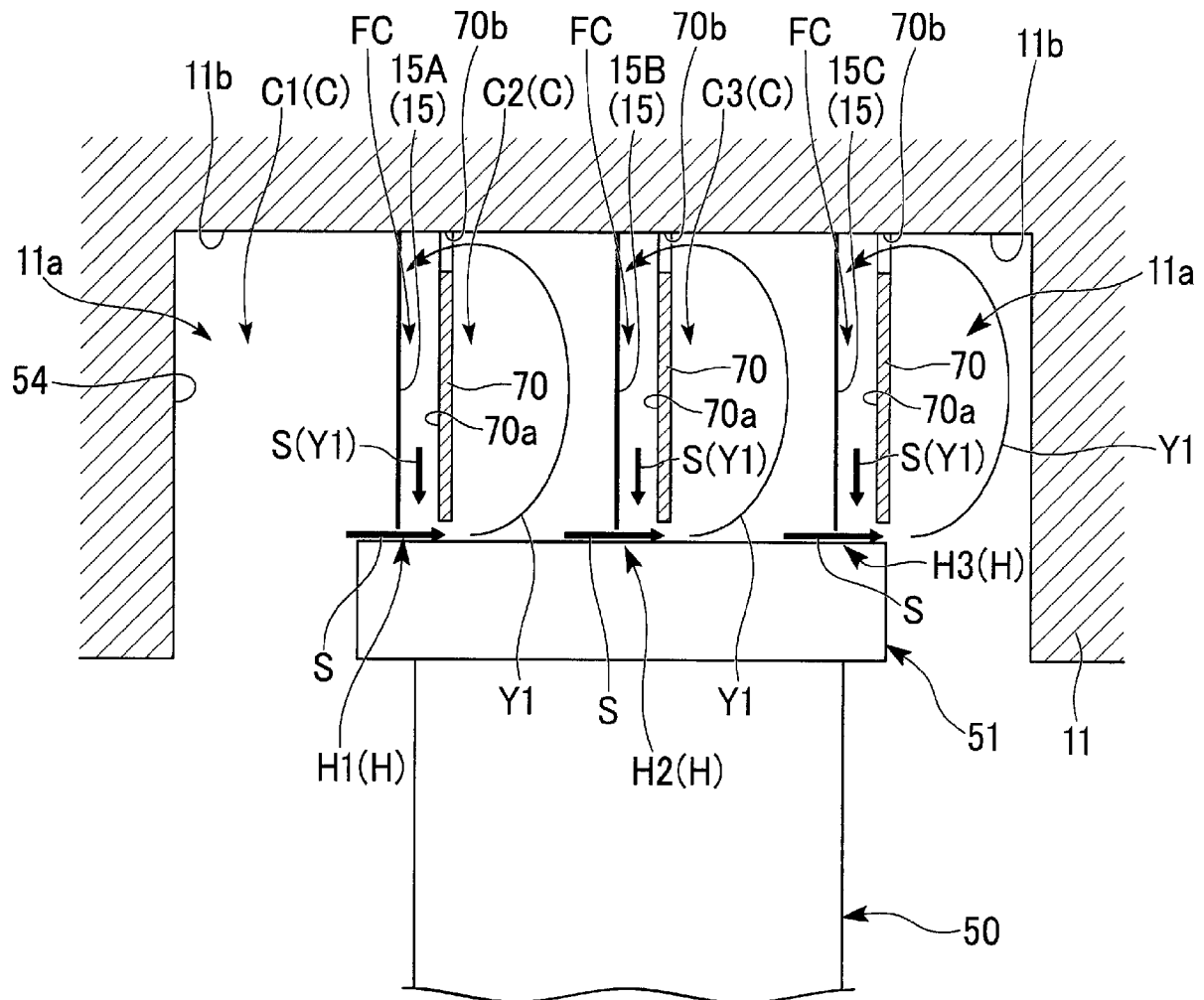
[図6A]



[図6B]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/078181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16J15/447(2006.01)i, F01D11/08(2006.01)i, F01D25/00(2006.01)i, F16J15/22(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)
 F16J15/447, F01D11/08, F01D25/00, F16J15/22

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

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2011-80452 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 April 2011 (21.04.2011), fig. 6 & US 2012/0121393 A1 & EP 2487332 A1 & WO 2011/043286 A1 & KR 10-2012-0010272 A & CN 102449268 A | 1-8 |
| A | JP 2011-208602 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 October 2011 (20.10.2011), fig. 13 & US 2012/0288360 A1 & EP 2554796 A1 & WO 2011/122092 A1 & CN 102695849 A & KR 10-2012-0092161 A | 1-8 |

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "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 |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "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 |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family |
| "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 | |

| | |
|--|---|
| Date of the actual completion of the international search 10 January, 2014 (10.01.14) | Date of mailing of the international search report 21 January, 2014 (21.01.14) |
|--|---|

| | |
|--|--------------------|
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078181

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2002-228014 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 August 2002 (14.08.2002), fig. 4 (Family: none) | 1-8 |
| A | DE 1159227 B1 (BROWN, BOVERI & CIE. AG), 12 December 1963 (12.12.1963), fig. 1 (Family: none) | 1-8 |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F16J15/447(2006.01)i, F01D11/08(2006.01)i, F01D25/00(2006.01)i, F16J15/22(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. F16J15/447, F01D11/08, F01D25/00, F16J15/22

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 1971-2014年
 日本国実用新案登録公報 1996-2014年
 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 |
|-----------------|--|----------------|
| A | JP 2011-80452 A（三菱重工業株式会社）2011.04.21, 図6 & US 2012/0121393 A1 & EP 2487332 A1 & WO 2011/043286 A1 & KR 10-2012-0010272 A & CN 102449268 A | 1-8 |
| A | JP 2011-208602 A（三菱重工業株式会社）2011.10.20, 図13 & US 2012/0288360 A1 & EP 2554796 A1 & WO 2011/122092 A1 & CN 102695849 A & KR 10-2012-0092161 A | 1-8 |

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 | の日の後に公表された文献 |
| 「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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

| | |
|--|--|
| 国際調査を完了した日 10.01.2014 | 国際調査報告の発送日 21.01.2014 |
| 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） 3W 5270 庄司 英史 電話番号 03-3581-1101 内線 3368 |

| 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 |
| A | JP 2002-228014 A (三菱重工業株式会社) 2002. 08. 14, 図 4 (ファミリーなし) | 1-8 |
| A | DE 1159227 B1 (BROWN, BOVERI & CIE. AKTIENGESELLSCHAFT) 1963. 12. 12, Fig. 1 (ファミリーなし) | 1-8 |