

(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
2017 年 10 月 5 日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/168766 A1

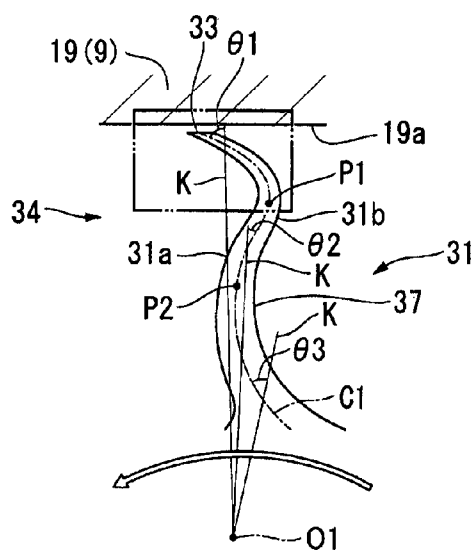
- (51) 国際特許分類:
F02B 39/00 (2006.01) *F01D 5/14* (2006.01)
F01D 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061641
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 31 日(31.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 本田 浩範 (HONDA, Hironori); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 茨木 誠一 (IBARAKI, Seichi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 岩切 健一郎 (IWAKIRI, Kenichiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 神坂 直志 (KANZAKA, Tadashi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: ROTARY MACHINE BLADE, SUPERCHARGER, AND METHOD FOR FORMING FLOW FIELD OF SAME

(54) 発明の名称: 回転機械翼、過給機、および、これらの流れ場の形成方法

[図3]



(57) Abstract: A rotary machine blade (31) equipped with a clearance flow suppression blade section (34), the lean angle of which has one or more inflection points, and which is formed such that when the direction from a positive-pressure surface (31a) to a negative-pressure surface (31b) is taken as the normal direction, an inflection point (P1) of the lean angle positioned farthest toward the blade end (33) changes from the negative to the positive direction in the direction away from the blade end (33).

(57) 要約: 回転機械翼 (31) は、リーン角が変曲点を一つ以上有し、かつ正圧面 (31a) から負圧面 (31b) に向かう方向を正方向としたときに、最も翼端 (33) 側に位置するリーン角の変曲点 (P1) が前記翼端 (33) から離間する方向で負から正に転じるように形成されたクリアランスフロー抑制翼部 (34) を備える。



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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,

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：

回転機械翼、過給機、および、これらの流れ場の形成方法

技術分野

[0001] この発明は、回転機械翼、過給機、および、これらの流れ場の形成方法に関する。

背景技術

[0002] コンプレッサーやタービンなどの回転機械は、動翼とケーシングとの隙間を流れるクリアランスフローによって性能低下することが知られている。クリアランスフローは、例えば、負圧面と正圧面との差圧によって生じる場合が多い。このクリアランスフローは、動翼が回転するための隙間を通じて流れるためゼロにはできない。そのため、クリアランスフローをできるだけ低減することが望まれている。

[0003] 特許文献1には、軸流タービンにおいて、動翼のチップクリアランスによる漏れ渦を低減するために、動翼のチップの、湾曲する腹側の翼面に弦をなすように漏れ流れ渦低減用プレートを設けることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第4 1 7 8 5 4 5号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の動翼に形成される漏れ流れ渦低減用プレートは、動翼のチップにおける翼の周方向形状を変化させてしまう。そのため、スロート面積が減少する等により、動翼の性能が低下したり、損失が増加したりしてしまう可能性がある。

この発明は、性能低下や損失増加することなしにクリアランスフローを効率よく低減することが可能な回転機械翼、過給機、および、これらの流れ場

の形成方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] この発明の第一態様によれば、回転機械翼は、リーン角が変曲点を一つ以上有し、かつ正圧面から負圧面に向かう方向を正方向としたときに、最も翼端側に位置するリーン角の変曲点が前記翼端から離間する方向で負から正に転じるように形成されたクリアランスフロー抑制翼部を備える。

このようなクリアランスフロー抑制翼部を備えることで、翼の周方向形状を変化させることなく、翼端とシュラウドとのクリアランスフローを縮流させる方向に翼面の二次流れを流すことができる。その結果、性能低下や損失増加することなしにクリアランスフローを効率よく低減することができる。

[0007] この発明の第二態様によれば、回転機械翼は、第一態様における最も翼端側に位置するリーン角の変曲点が、スパンハイトが70%以上の領域に少なくとも形成されていてもよい。

このように構成することで、特にクリアランスフローへの影響が増加するスパンハイトが70%以上の領域において、クリアランスフローを低減する方向に二次流れを流すことができる。その結果、効率よくクリアランスフローを低減できる。

[0008] この発明の第三態様によれば、回転機械翼は、第一態様におけるクリアランスフロー抑制翼部が、翼の前縁から後縁の間の少なくとも一部に形成されていてもよい。

このように構成することで、翼の前縁から後縁の間の少なくとも一部におけるクリアランスフローを低減できる。

[0009] この発明の第四態様によれば、回転機械翼は、第三態様におけるクリアランスフロー抑制翼部は、翼の前縁から後縁に向かって0～40%の範囲に形成されていてもよい。

このように構成することで、特にクリアランスフローが増加する翼の前縁から後縁に向かって0～40%の範囲におけるクリアランスフローを低減できる。その結果、効率よくクリアランスフローを低減できる。

[0010] この発明の第五態様によれば、回転機械翼は、第一から第四態様の何れか一つの態様において、少なくとも一部の前記負圧面が凹状に形成される湾曲部を備えていてもよい。

このように湾曲部によって凹状に湾曲させることで翼の性能を向上しつつ、翼端では、クリアランスフローを低減して、性能低下や損失増加を抑制することができる。

[0011] この発明の第六態様によれば、回転機械翼は、第一から第四態様の何れか一つの態様において、前記正圧面又は前記負圧面が直線状に形成されていてもよい。

このように構成することで、正圧面又は負圧面が直線状であってもクリアランスフローを低減できる。

[0012] この発明の第七態様によれば、過給機は、第一から第六態様の何れか一つの態様における回転機械翼を備える。

このように構成することで、クリアランスフローを低減することができるため、過給機の性能を向上することができる。

[0013] この発明の第八態様によれば、回転機械翼は、回転時に、負圧面近傍を流れる二次流れが、前記負圧面に沿って翼端側に向かって流れるような流れ場を形成する。

[0014] この発明の第九態様によれば、回転機械翼の流れ場の形成方法は、回転機械翼の負圧面近傍を流れる二次流れが、前記負圧面に沿って前記回転機械翼の翼端側に向かって流れるように流れ場を形成する。

[0015] この発明の第十態様によれば、過給機の流れ場の形成方法は、円盤状に形成されたディスクと前記ディスクの周方向に間隔をあけて複数形成されたブレードとを有するコンプレッサーホイールと、前記コンプレッサーホイールを収容するコンプレッサーハウジングと、タービンホイールと、前記タービンホイールを収容するタービンハウジングと、を備えた過給機において、前記コンプレッサーホイールの回転時において、前記ブレードの負圧面近傍で誘起された二次流れが前記負圧面に沿って前記ブレードの翼端側に向かって

流れる流れ場を形成する。

発明の効果

- [0016] 上記回転機械翼によれば、性能低下や損失増加することなしにクリアランスフローを効率よく低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]この発明の第一実施形態における過給器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回転機械極の子午線断面図である。
[図3]この発明の実施形態におけるⅠⅠⅠーⅠⅠⅠ線に沿うブレードの断面図である。
[図4]図3の翼端部近傍の部分拡大図である。
[図5]この発明の第一実施形態の変形例における図3に相当する断面図である。
。
[図6]この発明の第一実施形態の変形例における図3に相当する断面図である。
。
[図7]この発明の第一実施形態の変形例における図3に相当する断面図である。
。
[図8]この発明の第一実施形態の変形例における図3に相当する断面図である。
。
[図9]この発明の第二実施形態における図2に相当する子午線断面図である。
[図10]この発明の第三実施形態における図2に相当する子午線断面図である。
。

発明を実施するための形態

- [0018] (第一実施形態)

次に、この発明の第一実施形態における回転機械翼、過給機、および、これらの流れ場の形成の方法を図面に基づき説明する。この実施形態の過給機は、内燃機関としてレシプロエンジン（以下、単にエンジンと称する）を駆動源として有した自動車等の車両に搭載されている。この過給機は、エンジンの排気ガスを利用して吸気を圧縮する、いわゆるターボチャージャーであ

る。

[0019] 図1は、この発明の第一実施形態における過給器の概略構成を示す図である。図2は、この発明の第一実施形態における回転機械極の子午線断面図である。

図1に示すように、過給機1は、コンプレッサー部2と、タービン部3と、軸受部4と、備えている。

コンプレッサー部2は、エアクリーナー（図示せず）から導入された吸気を圧縮して、エンジン6のシリンダー7に送り込む。コンプレッサー部2は、コンプレッサーホイール8と、コンプレッサーハウジング9とを備えている。

[0020] コンプレッサーホイール8は、その軸線O1を中心に回転する。コンプレッサーホイール8は、その遠心力により、軸線O1方向から流入する吸気Aを、軸線を中心とした径方向の内側から外側に向かって圧縮しながら流す。このコンプレッサーホイール8により圧縮された圧縮空気Bは、軸線O1を中心とする径方向において、コンプレッサーホイール8の外側に向かって排出される。

[0021] コンプレッサーハウジング9は、ホイール収容部10と、導入部11と、排出部12と、を備えている。ホイール収容部10は、コンプレッサーホイール8が回転可能な状態で外側から覆っている。導入部11は、ホイール収容部10に対してコンプレッサーホイール8の回転中心の近くで連通している。この導入部11は、ホイール収容部10に対して軸線O1方向に吸気Aを導入する導入流路13を形成している。排出部12は、コンプレッサーホイール8の径方向の外側でホイール収容部10と連通している。この排出部12は、ディフューザーやスクロール流路（図示せず）等を介してインタークマニホールド14に接続されている。この排出部12は、圧縮空気Bを、インタークマニホールド14を介してエンジン6のシリンダー7へ導入する排出通路15を形成している。

[0022] タービン部3は、タービンホイール16と、タービンハウジング17とを

備えている。

タービンホイール 16 は、エンジン 6 から排出される排気ガス C の熱エネルギーの一部を回収して、その軸線 O 2 回りに回転する。

タービンハウジング 17 は、タービンホイール収容部 19 と、排気導入部 20 と、排気排出部 21 と、を備えている。

[0023] タービンホイール収容部 19 は、タービンホイール 16 が回転可能な状態で外側から覆っている。

排気導入部 20 は、エンジン 6 の排気ガスをタービンホイール収容部 19 へ導入する排気導入流路 20 a を形成する。この排気導入部 20 は、スクロール（図示せず）を介して排気ガスをタービンホイール収容部 19 へ導入する。

[0024] タービンホイール収容部 19 は、タービンホイール 16 の径方向外側で排気導入部 20 と連通している。

排気排出部 21 は、コンプレッサホイール 8 の回転中心の近くでタービンホイール収容部 19 に連通する排気排出通路 21 a を形成する。

[0025] 軸受部 4 は、回転軸 18 と、軸受ハウジング（図示せず）と、を備えている。

回転軸 18 は、タービンホイール 16 の回転を、コンプレッサホイール 8 に伝達する。回転軸 18 は、その第一端部 18 a にタービンホイール 16 が固定され、その第二端部 18 b にコンプレッサホイール 8 が固定されている。

ここで、軸受ハウジング（図示せず）は、回転軸 18 を外側から覆う。この軸受ハウジングは、回転軸 18 を回転自在に支持する軸受（図示せず）を有している。軸受ハウジングには、上述したコンプレッサハウジング 9 やタービンハウジング 17 がそれぞれ固定される。

[0026] 次に、上述した過給機 1 の備えるコンプレッサホイール 8、および、タービンホイール 16 の翼形状について説明する。この翼形状は、例えば、上述したコンプレッサホイール 8、および、タービンホイール 16 の両方に

用いることができる。そのため、この実施形態の説明においては、コンプレッサーホイール8の翼形状のみを説明し、タービンホイール16の翼形状については、回転軸18の回転方向に対してブレードの正圧面と負圧面とが反対側になるだけであるため詳細説明を省略する。

[0027] 図2は、この発明の第一実施形態におけるコンプレッサーホイールの軸線に沿う断面図である。

図2に示すように、コンプレッサーホイール8は、ディスク30と、ブレード31と、を備えている。

[0028] ディスク30は、軸線O1を中心とした円盤状に形成されている。より具体的には、ディスク30は、軸線O1方向における回転軸18の一方側（図2中、左側）から他方側（図2中、右側）に向かうにつれて、軸線O1を中心とした径方向で漸次拡径するように形成されている。

[0029] ブレード31は、ディスク30の軸線O1方向一方側を向く面32に形成されるとともに、軸線O1の周方向に間隔をあけて複数形成されている。さらに、これらブレード31は、ディスク30から離間するように延びるとともに、軸線O1を中心に放射状に配置されている。

また、ブレード31は、タービンホイール収容部19の内周面19aと、そのブレード31の延びる方向で僅かな隙間Sを介して配置される翼端部33を有している。この翼端部33は、ディスク30の面32と同様に、軸線O1方向における回転軸18の一方側から他方側に向かうにつれて、軸線O1を中心とした径方向で外側に向かって湾曲するように形成されている。ここでは、簡素化のため翼端部33と、内周面19aとの隙間Sは、翼端部33の延びる方向の全域で、翼端隙間一定の図を示す。

[0030] 図3は、この発明の実施形態におけるII-II線に沿うブレードの断面図である。

図3に示すブレード31の断面は、図2における翼端部33側における翼型中心線の長さ方向におけるa%の位置と、ディスク30の面32側における翼型中心線の長さ方向におけるa%の位置とを結ぶ直線を、軸線O1回り

に回転させて形成される円錐断面でコンプレッサーホイール8を切ったときのブレード31の断面である。ここで、「a」は、0から100の間の任意の値である。

[0031] ブレード31は、上述した隙間Sを通じてブレード31の正圧面31aから負圧面31bに向かって流れるクリアランスフローを抑制するクリアランスフロー抑制翼部34を備えている。この実施形態におけるクリアランスフロー抑制翼部34は、ブレード31の前縁35から後縁36に向かう流体の流れ方向の全域に形成されている。図3において、コンプレッサーホイール8の回転方向を白抜き矢印で示している。

[0032] クリアランスフロー抑制翼部34は、リーン角が変曲点を一つ以上有し、かつ、図3の断面において最も翼端部33側に位置する変曲点が、ブレード31の正圧面31aから負圧面31bに向かう方向を正方向としたときにリーン角が負から正に転じるように形成されている。

[0033] ここで、リーン角とは、上述した図3の断面において、軸線O1から径方向に延びる仮想直線Kとのなす角度である。言い換えれば、リーン角は、軸線O1を中心とする放射方向に対するブレード31の倒れ角である。

この実施形態におけるクリアランスフロー抑制翼部34は、図3の断面におけるブレード31の中心線（図3中、一点鎖線で示す）C1のリーン角が、変曲点を一つ以上有し、かつ、最も翼端部33側に位置する変曲点が、ブレード31の正圧面31aから負圧面31bに向かう方向を正方向としたときにリーン角が負から正に転じるように形成されている。

[0034] この実施形態におけるブレード31は、リーン角の変曲点を2つ有している場合を例示している。図3においては、3箇所のリーン角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 を例示している。また、ブレード31のリーン角の2つの変曲点P1、P2を例示している。ここで、これらリーン角は、例えば、軸線O1を中心とした径方向に延びている場合にリーン角が0度となる。すなわち、この実施形態におけるリーン角は、中心線C1と仮想直線Kとのなす角のうち、中心線C1と仮想直線Kとの交点に対して軸線O1を中心とする径方向の外側に

おける鋭角の角度を指す。

[0035] この図3に示すようにリーン角 $\theta 1$ は、正圧面31aから負圧面31bに向かう方向を正方向とした場合、正の角度となる。一方で、リーン角 $\theta 2$ は、負の角度となる。そして、これらリーン角 $\theta 1$ の位置とリーン角 $\theta 2$ の位置との間の変曲点P1で、リーン角の正負が逆転する。すなわち、翼端部33から離間するにつれてリーン角が正の角度から負の角度に転じる。

[0036] この実施形態においては、軸線O1を中心とする径方向において外側の翼端部33から変曲点P1に向かって、徐々に正のリーン角の絶対値が小さくなり変曲点P1でゼロとなる。一方で、変曲点P1から径方向内側に向かうにつれて、負のリーン角の絶対値が徐々に大きくなる。そして、変曲点P1と変曲点P2との間で負のリーン角の絶対値が最大となる。上述したリーン角 $\theta 2$ は、このリーン角が最大となる位置の近傍のリーン角である。

[0037] その後、上述した変曲点P1とは反対に、変曲点P2に近づくにつれて、負のリーン角の絶対値が小さくなり、変曲点P2でゼロとなり、その後、変曲点P2から径方向内側に向かうにつれて徐々に正のリーン角の絶対値が大きくなる。上述したリーン角 $\theta 3$ は、この変曲点P2よりも径方向内側におけるリーン角である。

[0038] ブレード31は、負圧面31bが凹状に形成される湾曲部37を備えている。この実施形態における湾曲部37は、図3の断面において、中心線C1が負圧面31b側に向かって凹状に湾曲しており、ブレード31自体が湾曲している。この実施形態における湾曲部37は、最も翼端部33側の変曲点である変曲点P1よりも軸線O1を中心とした径方向の内側に形成されている。

[0039] 次に、上述したクリアランスフロー抑制翼部34の作用を説明する。

図4は、図3の翼端部近傍の部分拡大図である。

図4に示すように、ブレード31は、その翼端部33付近の領域が、正圧面31a側に倒れるように形成されている。そのため、コンプレッサホイール8の回転時、ブレード31の負圧面31b側では、負圧面31b付近を

流れる二次流れF 2が、負圧面3 1 bに沿って翼端部3 3側に向かって流れやすくなる。この際、ブレード3 1の揚力の方向が斜め上方を向く状態では、揚力が半径方向成分を持つこととなる。この状態において、二次流れF 2が径方向外側に向かって流れ易くなる。つまり、ブレード3 1は、負圧面3 1 b近傍を流れる（言い換えれば、負圧面3 1 b近傍で誘起される）二次流れF 2が、負圧面3 1 bに沿って翼端部3 3側に向かって流れるような流れ場を形成する。

[0040] このように二次流れF 2が負圧面3 1 bに沿って翼端部3 3に向かって流れることで、二次流れF 2がクリアランスフローF cの流れに抗する成分および、径方向外側に押し込む成分を含むこととなり、クリアランスフローF cが縮流される。

[0041] 一方で、正圧面3 1 a側においては、正圧面3 1 aが斜め下方すなわち、軸線O 1を中心とする径方向内側を向くこととなる。そのため、正圧面3 1 aに衝突する流体は、この径方向内側に向かいやすくなり、これにより遠心力によって正圧面3 1 aを翼端部3 3に向かって、駆け上がるように流れようとする二次流れF 2を抑制できる。そのため、隙間Sへ流入する流体を減少させることができる。なお、図4においても、コンプレッサーホイール8の回転する方向を白抜き矢印で示している。

[0042] したがって、上述した第一実施形態によれば、クリアランスフロー抑制翼部3 4を備えることで、ブレード3 1の周方向形状を変化させることなく、翼端部3 3と内周面1 9 aとのクリアランスフローF cを縮流させる方向に二次流れF 2を流すことができる。その結果、ブレード3 1の性能低下や損失増加することなしにクリアランスフローF cを効率よく低減することができる。

[0043] さらに、湾曲部3 7によって負圧面3 1 b側が凹状となるように湾曲させることでブレード3 1の性能を向上しつつ、翼端部3 3では、クリアランスフローF cを低減して、性能低下や損失増加を抑制することができる。

[0044] （第一実施形態の変形例）

クリアランスフロー抑制翼部 34 の形状は、上述した第一実施形態の形状に限られない。次に、上述した第一実施形態の各変形例を図面に基づき説明する。これら各変形例の説明においては、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、重複説明を省略する。

[0045] (第一変形例)

図 5 は、この発明の第一実施形態の変形例における図 3 に相当する断面図である。

上述した第一実施形態においては、変曲点 P 1, P 2 を有する曲線状に中心線 C 1 が形成されているクリアランスフロー抑制翼部 34 を例示した。しかし、図 5 に示すように、第一実施形態のクリアランスフロー抑制翼部 34 の曲線状の中心線 C 1 を、直線の組合せからなる中心線 C 1 B に置き換えても良い。このクリアランスフロー抑制翼部 34 B においても、最も翼端部 33 側に位置する変曲点 P 1 でリーン角が負から正に転じるように形成されている。

[0046] (第二変形例)

図 6 は、この発明の第一実施形態の変形例における図 3 に相当する断面図である。

第一変形例においては、直線の組合せによりクリアランスフロー抑制翼部 34 B の中心線 C 1 B を構成する場合について説明した。しかし、図 6 に示す第二変形例のクリアランスフロー抑制翼部 34 C のように、直線と曲線とを組み合わせても良い。この第二変形例におけるクリアランスフロー抑制翼部 34 C は、翼端部 33 に近い側の中心線 C 1 C が直線で形成される場合を例示している。図 6 中、中心線 C 1 C が直線の区間を「S t」、曲線の区間を「C r」で示している。

[0047] (第三、第四変形例)

図 7 は、この発明の第一実施形態の変形例における図 3 に相当する断面図である。図 8 は、この発明の第一実施形態の変形例における図 3 に相当する断面図である。

上述した第一実施形態では、正圧面 3 1 a と負圧面 3 1 b との両方が曲線によって形成される場合について説明した。しかし、図 7 に示す第三変形例のクリアランスフロー抑制翼部 3 4 D のように、正圧面 3 1 a を一直線状に形成し、負圧面 3 1 b のみを曲線により形成しても良い。この図 7 に示すクリアランスフロー抑制翼部 3 4 D も、中心線 C 1 D のリーン角の変曲点を 2 つ（図 7 中、P 1, P 2）有している。この図 7 に示す第三変形例のブレード 3 1 は、翼端部 3 3 ほど回転方向（図 7 中、白抜き矢印で示す）の前方に位置するように、全体が傾斜して形成されている。これにより、正圧面 3 1 a が回転方向前方に向かって傾斜している。

[0048] さらに、第三変形例とは反対に、図 8 に示す第四変形例のクリアランスフロー抑制翼部 3 4 E のように、負圧面 3 1 b を一直線状に形成し、正圧面 3 1 a のみを曲線により形成しても良い。図 8 に示すクリアランスフロー抑制翼部 3 4 E は、中心線 C 1 E のリーン角の変曲点を 3 つ（図 8 中、P 1 ~ P 3）有している。

[0049] （第二実施形態）

次に、この発明の第二実施形態のクリアランスフロー抑制翼部を図面に基づき説明する。この第二実施形態のクリアランスフロー抑制翼部は、ブレードの一部にクリアランスフロー抑制翼部が形成されている点でのみ第一実施形態と異なる。そのため、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、重複説明を省略する。

[0050] 図 9 は、この発明の第二実施形態における図 2 に相当する子午線断面図である。

図 9 に示すように、この第二実施形態におけるブレード 2 3 1 は、第一実施形態のブレード 3 1 と同様に、ディスク 3 0 の軸線 O 1 方向一方側を向く面 3 2 に形成されるとともに、軸線 O 1 の周方向に間隔をあけて複数形成されている。さらに、これらブレード 2 3 1 は、ディスク 3 0 から離間するように延びるとともに、軸線 O 1 を中心に放射状に配置されている。

[0051] ブレード 2 3 1 は、タービンホイール収容部 1 9 の内周面 1 9 a と、その

ブレード231の延びる方向で僅かな隙間Sを介して配置される翼端部33を有している。この翼端部33は、軸線O1方向における回転軸18の一方側から他方側に向かうにつれて、軸線O1を中心とした径方向で外側に向かって湾曲するように形成されている。翼端部33と、内周面19aとの隙間Sは、翼端部33の延びる方向の全域で、一定の大きさとされている。

[0052] ブレード231は、隙間Sを通じてブレード231の正圧面31aから負圧面31bに向かって流れるクリアランスフローを抑制するクリアランスフロー抑制翼部34を備えている。この第二実施形態におけるブレード231は、スパンハイト70%以上の領域（図9中、網掛けで示す領域）に、上述したリーン角が負となる領域を有している。この実施形態におけるブレード231のクリアランスフロー抑制翼部234のリーン角の変曲点P1は、スパンハイト70%以上の領域に配置されている。変曲点P1においては、第一実施形態と同様に、翼端部33から離間する方向でリーン角が負から正に転じる。

[0053] ここで、スパンハイトとは、スパン（翼幅）すなわち、翼端部33側における翼型中心線の長さ方向におけるa%の位置と、ディスクの面32側における翼型中心線の長さ方向におけるa%の位置とを結ぶ方向における高さ位置である。スパンハイトは、ディスクの面32の位置が0%であり、翼端部33の位置が100%である。

[0054] したがって、上述した第二実施形態によれば、特にクリアランスフローへの影響が大きいスパンハイトが70%以上の領域において、クリアランスフローを低減する方向に二次流れを流すことができる。その結果、効率よくクリアランスフローを低減することができる。

[0055] （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。上述した第一実施形態では、クリアランスフロー抑制翼部34が、ブレード31の全域に形成される場合について説明した。この第三実施形態は、クリアランスフロー抑制翼部34が、ブレード31の一部の領域に形成される点でのみ第一実施

形態と異なる。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。

[0056] 図10は、この発明の第三実施形態における図2に相当する子午線断面図である。

図10に示すように、この第三実施形態のブレード331は、第一実施形態のブレード31と同様に、ディスク30の軸線O1方向一方側を向く面32に形成されるとともに、軸線O1の周方向に間隔をあけて複数形成されている。さらに、これらブレード331は、ディスク30から離間するように延びるとともに、軸線O1を中心に放射状に配置されている。

[0057] ブレード331は、タービンホイール収容部19の内周面19aと、そのブレード231の延びる方向で僅かな隙間Sを介して配置される翼端部33を有している。この翼端部33は、軸線O1方向における回転軸18の一方側から他方側に向かうにつれて、軸線O1を中心とした径方向で外側に向かって湾曲するように形成されている。翼端部33と、内周面19aとの隙間Sは、翼端部33の延びる方向の全域で、一定の大きさとされている。

[0058] ブレード331は、隙間Sを通じてブレード331の正圧面31aから負圧面31bに向かって流れるクリアランスフローを抑制するクリアランスフロー抑制翼部334を備えている。この第三実施形態におけるブレード331は、ブレード331の前縁35から後縁36までの流体が流れる方向において、一部に形成されている。

[0059] より具体的には、この第三実施形態においては、ブレード331の前縁35を0%とすると、上述した流体が流れる方向で、後縁36に向かって0%から40%の範囲（図10中、網掛けで示す）に形成されている。クリアランスフロー抑制翼部334は、上述した第一実施形態のクリアランスフロー抑制翼部34と同様の構成であり、最も翼端部33側に位置するリーン角の変曲点P1が、翼端部33から離間する方向で負から正に転じるように形成されている。

[0060] したがって、上述した第三実施形態によれば、特にクリアランスフローが

増加する翼の前縁から後縁に向かって0～40%の範囲におけるクリアランスフローを低減できる。その結果、効率よくクリアランスフローを低減することが可能となる。

[0061] この発明は、上述した各実施形態や各変形例に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した各実施形態や各変形例に種々の変更を加えたものを含む。すなわち、各実施形態や各変形例で挙げた具体的な形状や構成等は一例にすぎず、適宜変更が可能である。

[0062] 例えば、上述した第三実施形態においては、流体の流れる方向における前縁35側にクリアランスフロー抑制翼部334を設ける場合について説明した。しかし、流体の流れる方向におけるクリアランスフロー抑制翼部334の配置は、第三実施形態の変形例の配置に限られず、前縁と後縁との間の少なくとも一部に形成されていればよい。また、後縁36から前縁35に向かう所定範囲にクリアランスフロー抑制翼部334を設けても良い。

[0063] 上述した各実施形態においては、過給機が自動車用のターボチャージャーである場合について説明した。しかし、過給機は、自動車用に限られず、例えば、船用ターボチャージャーであっても良い。更に、クリアランスフロー抑制翼部を過給機のコンプレッサーホイールに適用する場合について説明した。しかし、クリアランスフロー抑制翼部は、タービンホイールにも適用できる。この場合、上述したブレード31、231、331の後縁36が前縁となり、前縁35が後縁となる。

[0064] また、この発明は、過給機以外の例えば、ガスタービン、蒸気タービン等の回転機械の動翼にも適用可能である。更に、上述した各実施形態においては、クリアランスフロー抑制翼部を遠心圧縮機や半径流タービンのインペラのブレードに設ける場合について例示した。しかし、軸流圧縮機や軸流タービンの動翼にも適用可能である。

さらに、上述した各実施形態および各変形例は、適宜組み合わせて用いても良い。

産業上の利用可能性

[0065] この発明は、回転機械翼、過給機、および、これらの流れ場の形成の方法に適用可能である。この発明によれば、性能低下や損失増加することなしにクリアランスフローを効率よく低減することが可能となる。

符号の説明

[0066] 1…過給機 2…コンプレッサー部 3…タービン部 4…軸受部 6…エンジン 7…シリンダー 8…コンプレッサーホイール 9…コンプレッサーハウジング 10…ホイール収容部 11…導入部 12…排出部 13…導入流路 14…インテークマニホールド 15…排出通路 16…タービンホイール 17…タービンハウジング 18…回転軸 18a…第一端部 18b…第二端部 19…タービンホイール収容部 19a…内周面 20…排気導入部 20a…排気導入流路 21…排気排出部 21a…排気排出通路 30…ディスク 31, 231, 331…ブレード 31a…正圧面 31b…負圧面 32…面 33…翼端部 34, 34B, 34C, 34D, 34E, 234, 334…クリアランスフロー抑制翼部 35…前縁 36…後縁 37…湾曲部 中心線…C1, C1B, C1C, C1D, C1E

請求の範囲

- [請求項1] リーン角が変曲点を一つ以上有し、かつ正圧面から負圧面に向かう方向を正方向としたときに、最も翼端側に位置するリーン角の変曲点が前記翼端から離間する方向で負から正に転じるように形成されたクリアランスフロー抑制翼部を備える回転機械翼。
- [請求項2] 前記最も翼端側に位置するリーン角の変曲点は、
スパンハイトが70%以上の領域に少なくとも形成されている請求項1に記載の回転機械翼。
- [請求項3] 前記クリアランスフロー抑制翼部は、翼の前縁から後縁の間の少なくとも一部に形成されている請求項1に記載の回転機械翼。
- [請求項4] 前記クリアランスフロー抑制翼部は、
翼の前縁から後縁に向かって0～40%の範囲に形成されている請求項3に記載の回転機械翼。
- [請求項5] 少なくとも一部の前記負圧面が凹状に形成される湾曲部を備える請求項1から4の何れか一項に記載の回転機械翼。
- [請求項6] 前記正圧面又は前記負圧面が直線状に形成されている請求項1から4の何れか一項に記載の回転機械翼。
- [請求項7] 請求項1から6の何れか一項に記載の回転機械翼を備える過給機。
- [請求項8] 回転時に、負圧面近傍を流れる二次流れが、前記負圧面に沿って翼端側に向かって流れるような流れ場を形成する回転機械翼。
- [請求項9] 回転機械翼の負圧面近傍を流れる二次流れが、前記負圧面に沿って前記回転機械翼の翼端側に向かって流れるように流れ場を形成する回転機械翼の流れ場の形成方法。
- [請求項10] 円盤状に形成されたディスクと前記ディスクの周方向に間隔をあけて複数形成されたブレードとを有するコンプレッサーホイールと、
前記コンプレッサーホイールを収容するコンプレッサーハウジングと、
タービンホイールと、

前記タービンホイールを収容するタービンハウジングと、
を備えた過給機において、

前記コンプレッサーホイールの回転時において、前記ブレードの負
圧面近傍で誘起された二次流れが前記負圧面に沿って前記ブレードの
翼端側に向かって流れる流れ場を形成する過給機の流れ場の形成方法
。

補正された請求の範囲
[2016年9月30日(30.09.2016) 国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) リーン角が変曲点を一つ以上有し、かつ正圧面から負圧面に向かう方向を正方向としたときに、最も翼端側に位置するリーン角の変曲点でリーン角が前記翼端から離間する方向で正から負に転じるように形成されたクリアランスフロー抑制翼部を備え、

前記クリアランスフロー抑制翼部は、前記翼端から前記最も翼端側に位置するリーン角の変曲点に向かって徐々に正のリーン角が小さくなる回転機械翼。

[請求項 2] (補正後) 前記クリアランスフロー抑制翼部は、前記最も翼端側に位置するリーン角の変曲点から径方向内側に向かうにつれて徐々に負のリーン角が大きくなる請求項 1 に記載の回転機械翼。

[請求項 3] (補正後) 前記最も翼端側に位置するリーン角の変曲点は、スパンハイトが70%以上の領域に少なくとも形成されている請求項 1 又は 2 に記載の回転機械翼。

[請求項 4] (補正後) 前記クリアランスフロー抑制翼部は、翼の前縁から後縁の間の少なくとも一部に形成されている請求項 1 又は 2 に記載の回転機械翼。

[請求項 5] (補正後) 前記クリアランスフロー抑制翼部は、翼の前縁から後縁に向かって0～40%の範囲に形成されている請求項 4 に記載の回転機械翼。

[請求項 6] (補正後) 少なくとも一部の前記負圧面が凹状に形成される湾曲部を備える請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の回転機械翼。

[請求項 7] (補正後) 前記正圧面又は前記負圧面が直線状に形成されている請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の回転機械翼。

[請求項 8] (削除)

[請求項 9] (削除)

[請求項 10] (削除)

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項において、「でリーン角が」、「前記クリアランスフロー抑制翼部は、前記翼端から前記最も翼端側に位置するリーン角の変曲点に向かって徐々に負のリーン角が小さくな」との記載を追加した。この記載は、出願当初明細書の[0036]段落の記載に基づいている。

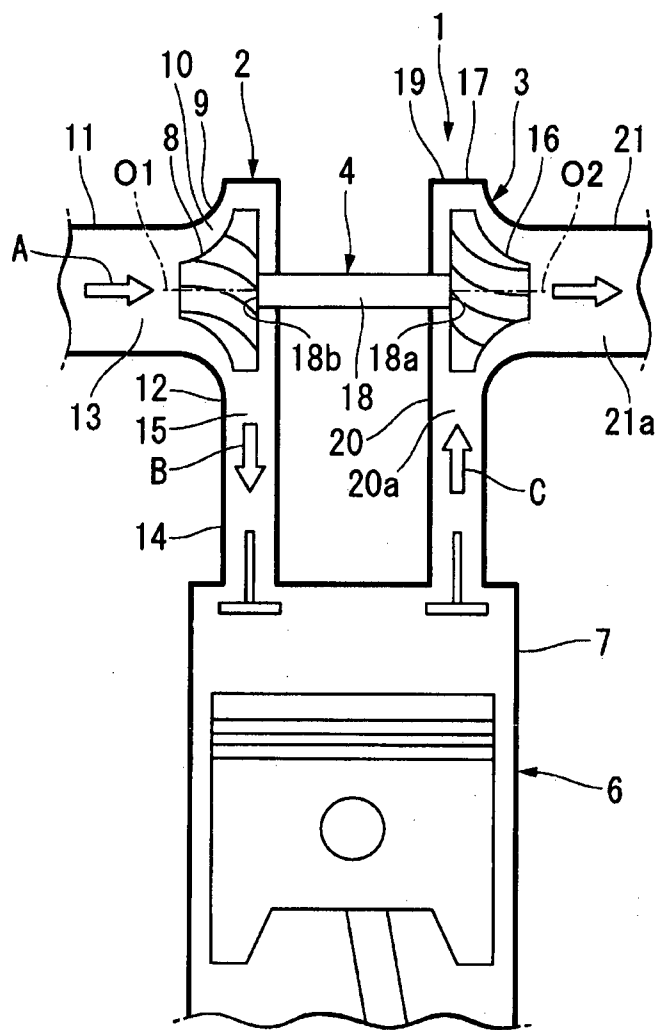
さらに、請求の範囲第2項において、「前記クリアランスフロー抑制翼部は、前記最も翼端側に位置するリーン角の変曲点から径方向内側に向かうにつれて徐々に負のリーン角が大きくなる」との記載を追加した。この記載は、出願当初明細書の[0036]段落の記載に基づいている。

さらに、請求の範囲第3項から第7項は、補正前の請求の範囲第2項から第6項に基づいている。

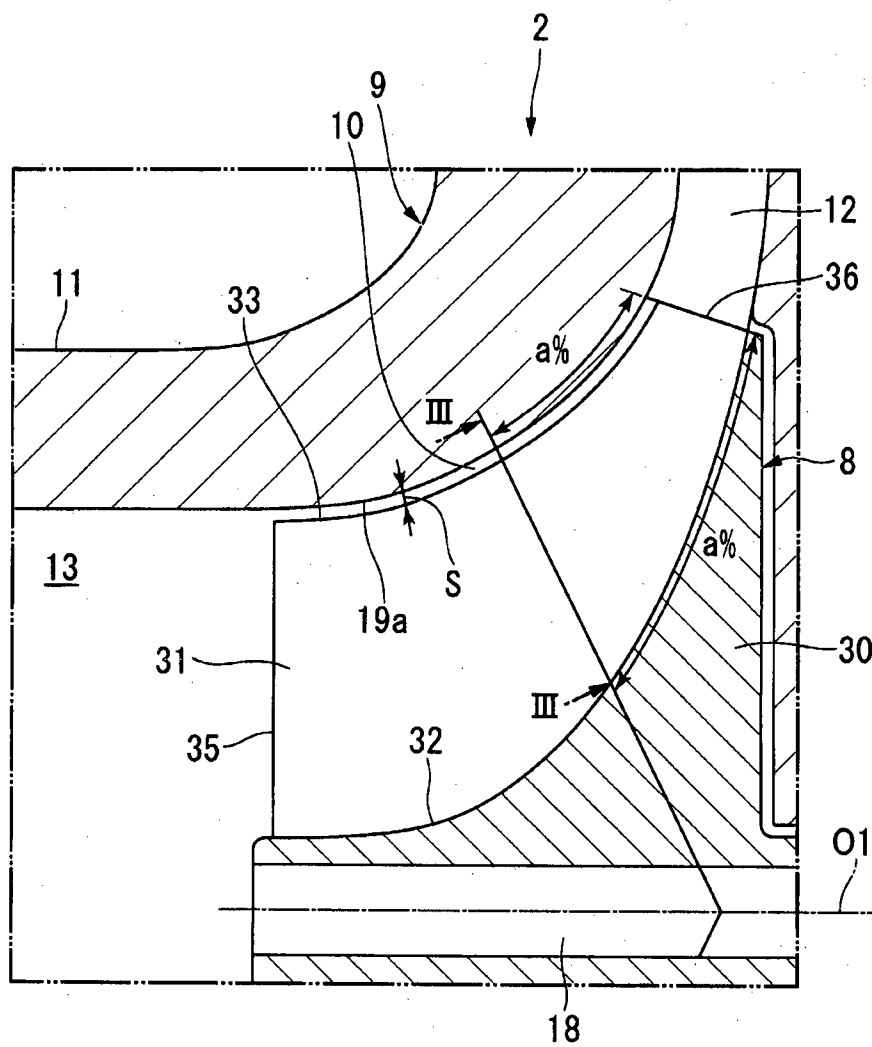
また、請求の範囲第8項から第10項は削除した。

したがって、当該補正は、新規事項の追加ではない。

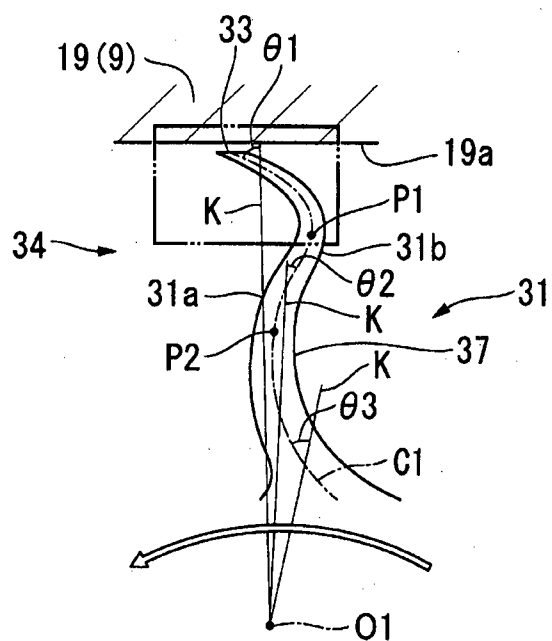
[図1]



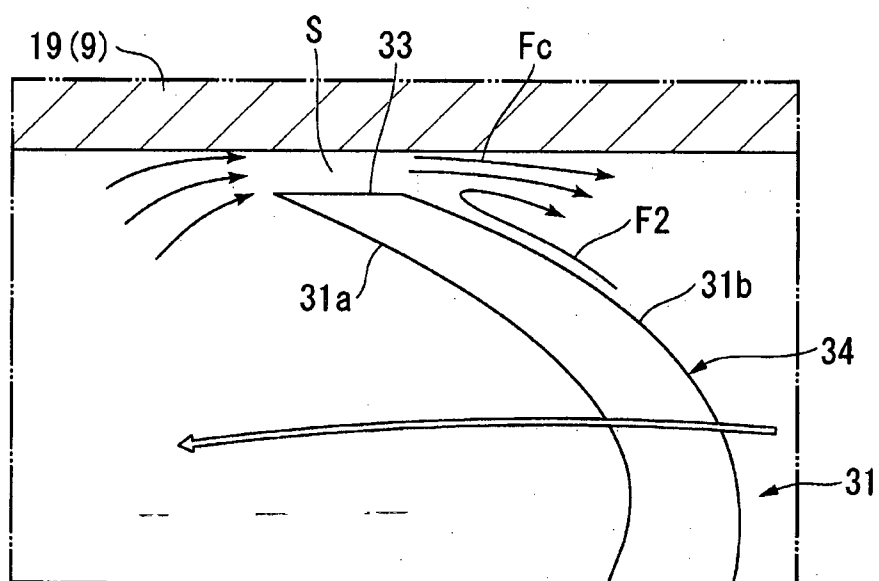
[図2]



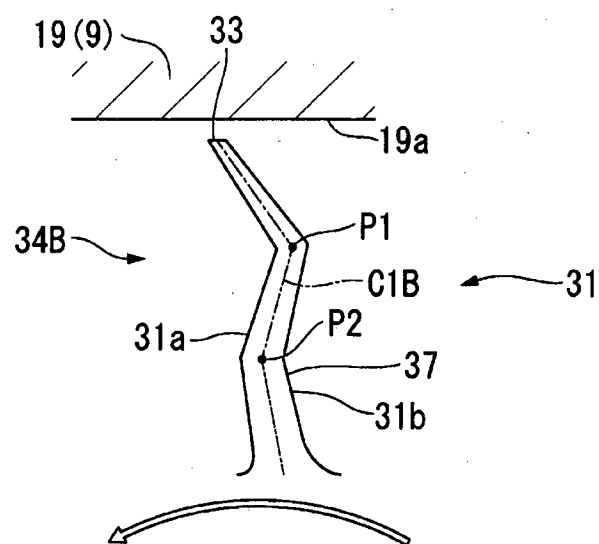
[図3]



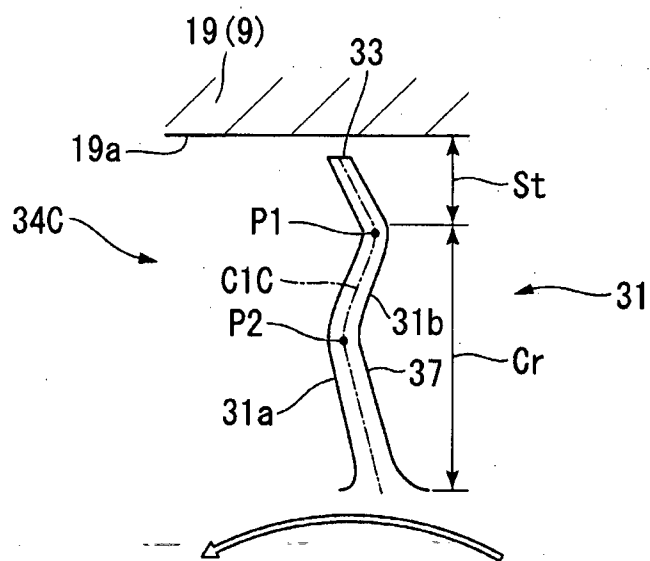
[図4]



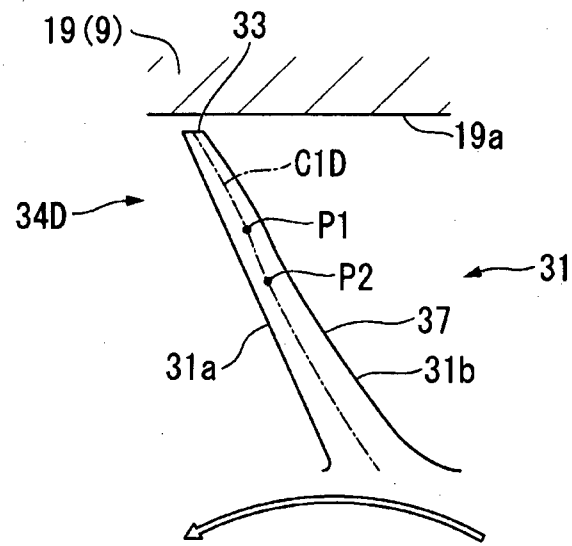
[図5]



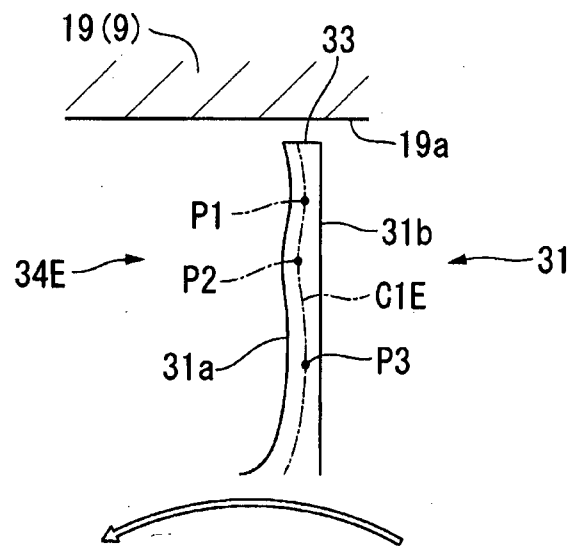
[図6]



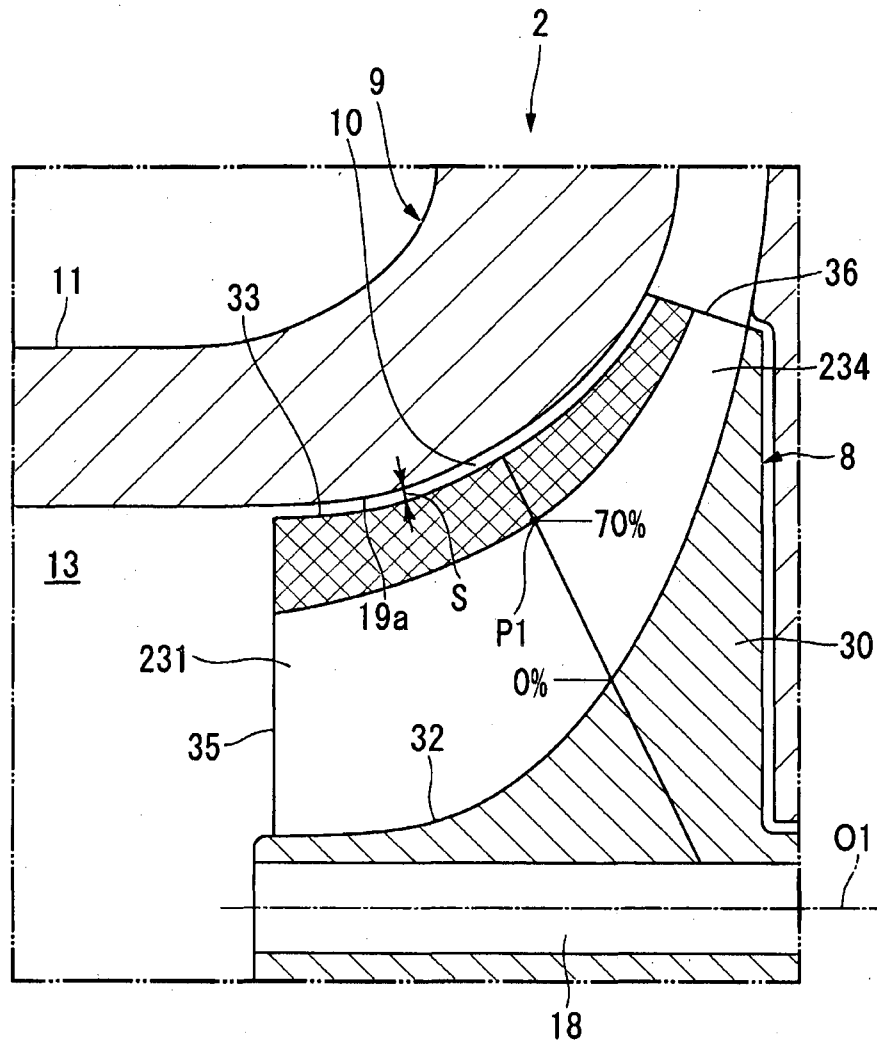
[図7]



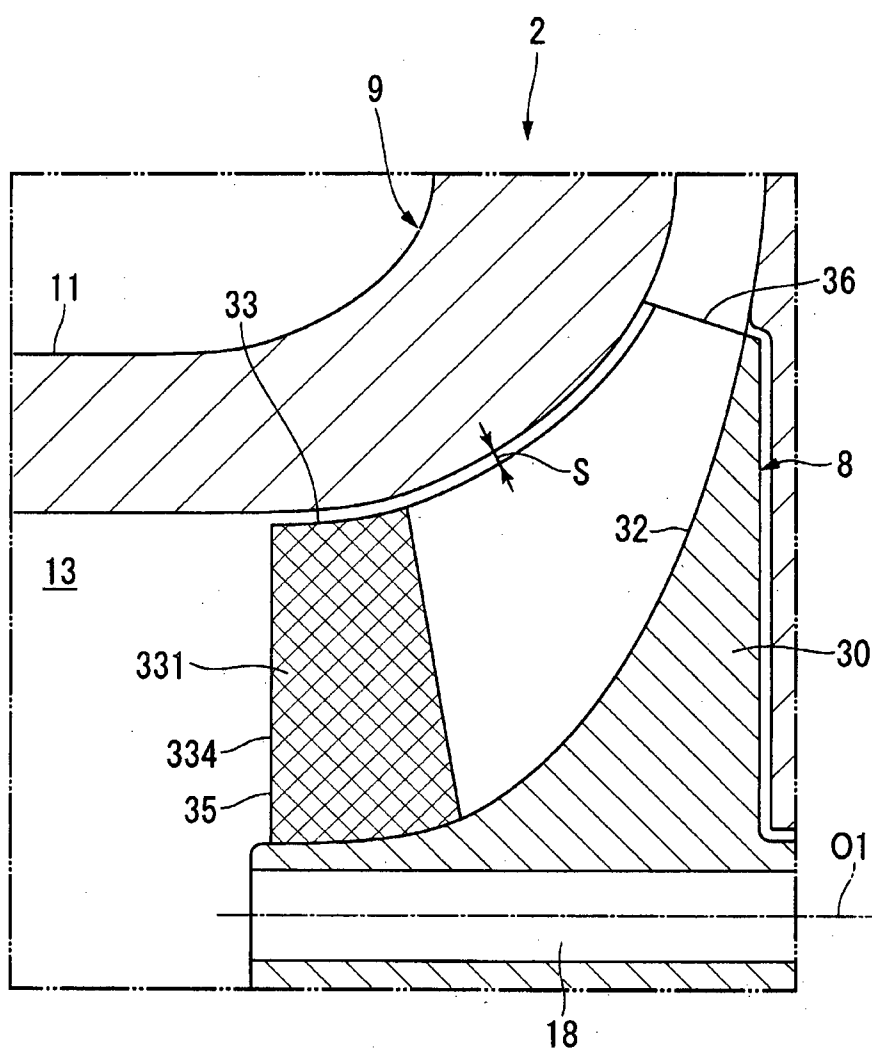
[図8]



[図9]



[图10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02B39/00(2006.01)i, F01D5/04(2006.01)i, F01D5/14(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)

F02B39/00, F01D5/04, F01D5/14

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2015-31219 A (IHI Corp.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0021] to [0039]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-10
X	JP 5762641 B2 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 August 2015 (12.08.2015), paragraphs [0091] to [0095]; fig. 15 & CN 103906895 A	1-10
A	US 2016/0061216 A1 (PRATT & WHITNEY CANADA CORP.), 03 March 2016 (03.03.2016), entire text; all drawings & EP 2990603 A1 & CA 2893243 A1	1-10

☐ 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
13 May 2016 (13.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

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. F02B39/00(2006.01)i, F01D5/04(2006.01)i, F01D5/14(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. F02B39/00, F01D5/04, F01D5/14

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2015-31219 A（株式会社IHI）2015.02.16, 段落 [0021] - [0039], 第1-6図（ファミリーなし）	1-10
X	JP 5762641 B2（三菱重工業株式会社）2015.08.12, 段落 [0091] - [0095], 第15図 & CN 103906895 A	1-10
A	US 2016/0061216 A1（PRATT & WHITNEY CANADA CORP.）2016.03.03, 全文, 全図 & EP 2990603 A1 & CA 2893243 A1	1-10

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

13.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

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）

川口 真一

3S

9822

電話番号 03-3581-1101 内線 3391