

(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
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/157584 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 29/28 (2006.01) F04D 29/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/080075
- (22) 国際出願日: 2015年10月26日(26.10.2015)
- (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 2015-070236 2015年3月30日(30.03.2015) 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1番5号 Tokyo (JP). 三菱重工業コンプレッサ株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMPRESSOR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目3番4号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ▲柳▼沢 伸 (YANAGISAWA Shin); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 八木 信頼 (YAGI Nobuyori); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 枅谷 穰 (MASUTANI Jo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 千葉 和貴 (CHIBA Kazuki); 〒

7338553 広島県広島市西区観音新町4丁目6番2号 三菱重工業コンプレッサ株式会社内 Hiroshima (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, 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.

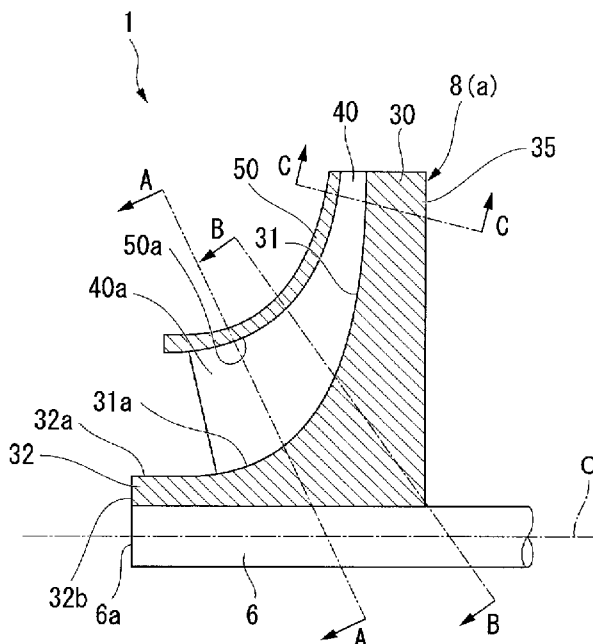
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: IMPELLER AND CENTRIFUGAL COMPRESSOR

(54) 発明の名称: インペラ、及び遠心圧縮機

[図2]



(57) Abstract: An impeller equipped with a disc-shaped disc 30 centered around an axial line O, and multiple blades 40 provided at intervals in the circumferential direction on one side of the disc 30 in the axial line O direction and forming flow paths extending radially outward from one side in the axial line O direction. The blades 40 have a low-rigidity region, which includes the inlet and/or the outlet of the extension region of the flow paths, has a relatively small plate thickness, and has a relatively small tilt angle with respect to the disc 30, and a high-rigidity region, which is adjacent to the low-rigidity region, has a relatively large plate thickness, and has a relatively large tilt angle with respect to the disc 30.

(57) 要約: 軸線Oを中心とした円盤状をなすディスク30と、ディスク30の軸線O方向一方側に、周方向に間隔をあけて複数設けられて軸線O方向一方側から径方向外側に向かって延びる流路を画成するブレード40と、を備え、ブレード40は、前記流路の延在領域の入口及び出口の少なくとも一方を含み、板厚が相対的に小さく、かつディスク30に対する倒れ角度が相対的に小さい低剛性領域と、該低剛性領域に隣接し、板厚が相対的に大きく、かつ、ディスク30に対する倒れ角度が相対的に大きい高剛性領域と、を有するインペラ。

WO 2016/157584 A1



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： インペラ、及び遠心圧縮機

技術分野

[0001] 本発明は、インペラ、及びこれを備える遠心圧縮機に関する。

本願は、2015年3月30日に出願された特願2015-070236に基づいて優先権を主張し、その記載を援用する。

背景技術

[0002] 一般的に遠心圧縮機は、回転軸を中心として放射状に延びる複数のブレードを有するインペラと、このインペラを外側から覆うことでインペラとの間で流路を画成するケーシングと、を備えている。この流路は、インペラの回転によってケーシング内に外部の流体を吸引するとともに、流路中を流通する間に流体に圧力を加えてケーシング出口から高圧状態で吐出する。

[0003] 上記のような遠心圧縮機では、特にインペラの前後で高圧の流体と低圧の流体とが混在している。これら流体の圧力差に起因して、インペラ上のブレードに曲げ応力が付加されることが知られている。

[0004] そこで、上記の曲げ応力に対する剛性を高めることを目的として、これまでに種々の技術が提唱されている。このような技術の一例として、下記特許文献1に記載されたものが知られている。特許文献1に記載された遠心圧縮機では、インペラの入口側、及び出口側の少なくとも一方における肉厚が厚く形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-243394号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、遠心圧縮機では、ブレードの肉厚を増してしまうと、圧縮性能に影響が及ぶことが知られている。特に、インペラの出口側におけるブレード

ドの肉厚を増加した場合には、圧縮性能に顕著な影響が及んでしまう。また、インペラの重量増加に起因して、振動特性にも影響が及ぶ。したがって、上記特許文献1の遠心圧縮機、及びインペラには改善の余地がある。

[0007] 本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、十分な剛性と圧縮性能とを備えるインペラ、及び遠心圧縮機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

[0008] 本発明の第一の態様によれば、インペラは、軸線を中心とした円盤状をなすディスクと、該ディスクの前記軸線方向一方側に、周方向に間隔をあけて複数設けられて軸線方向一方側から径方向外側に向かって延びる流路を画成するブレードと、を備え、前記ブレードは、前記流路の延在領域の入口及び出口の少なくとも一方を含み、板厚が相対的に小さく、かつ前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に小さい低剛性領域と、該低剛性領域に隣接し、板厚が相対的に大きく、かつ、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に大きい高剛性領域と、を有する。

[0009] 上述のような構成によれば、ブレードの高剛性領域では、板厚が相対的に大きく、かつ、ディスクに対する倒れ角度が相対的に大きく設定されている。すなわち、板厚と倒れ角度とが、流路の延在領域全体にわたって変化している。これにより、例えば板厚のみを増加させる構成に比べて、板厚を比較的に薄くした状態で、剛性をさらに高めることができる。さらに、上記のような構成によれば、高剛性領域と、低剛性領域との間に剛性差が生じる。この剛性差により、ブレードに対して曲げ応力が付加された場合であっても、曲げ応力の大部分を高剛性領域で受け止めることができる。

[0010] 本発明の第二の態様によれば、上記第一の態様に係るインペラでは、前記高剛性領域は、前記流路の延在領域における前記入口及び前記出口の間の中央部であってもよい。

[0011] 上述のような構成によれば、流路の延在領域における中央部の剛性を高めることができる。これにより、ブレードに付加される曲げ応力の大部分を該中央部で受け止めることができる。

- [0012] 本発明の第三の態様によれば、上記第一又は第二の態様に係るインペラでは、前記低剛性領域では、前記軸線の径方向における曲率が相対的に小さく、前記高剛性領域では、前記軸線の径方向における曲率が相対的に大きく構成されていてもよい。
- [0013] ここで、ブレードの曲げ応力に対する剛性は、曲率が小さいほど低下し、曲率が大きいほど増加する。したがって、上記のような構成によれば、曲率の大小に基づいて高剛性領域と低剛性領域とを形成することができる。これにより、ブレードの板厚を増加させることなく、剛性を高めることができる。
- [0014] 本発明の第四の態様によれば、上記第一から第三のいずれか一態様に係るインペラは、複数の前記ブレードを、軸線方向一方側から覆うカバーを有してもよい。
- [0015] 上述のような構成によれば、ブレードがディスクとカバーとによって軸線方向の両側から支持される。これにより、ブレードの剛性をさらに高めることができる。
- [0016] 本発明の第五の態様によれば、遠心圧縮機は、前記軸線回りに回転する回転軸と、前記回転軸に取り付けられた、上記いずれか一態様に係るインペラと、前記インペラを外側から覆うケーシングと、を備える。
- [0017] 上述のような構成によれば、十分な耐久性と圧縮性能とを備える遠心圧縮機を提供することができる。
- [0018] 本発明の第六の態様によれば、インペラは、軸線を中心として円盤状をなすディスクと、該ディスクの前記軸線方向一方側に、周方向に間隔をあけて複数設けられて軸線方向一方側から径方向外側に向かって延びる流路を画成するブレードと、を備え、前記ブレードは、前記流路の延在領域の入口を含み、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に小さい第一低剛性領域と、該第一低剛性領域に隣接するとともに、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に大きい高剛性領域と、該高剛性領域に隣接し、かつ前記流路の延在領域の出口を含み、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に小さい第二低剛性

領域と、を有する。

[0019] 上述のような構成によれば、高剛性領域と、第一低剛性領域、及び第二低剛性領域との間に剛性差が生じる。この剛性差により、ブレードに対して曲げ応力が付加された場合であっても、曲げ応力の大部分を高剛性領域で受け止めることができる。

[0020] 本発明の第七の態様によれば、上記第六の態様に係るインペラは、複数の前記ブレードを、軸線方向一方側から覆うカバーを有してもよい。

[0021] 上述のような構成によれば、ブレードがディスクとカバーとによって軸線方向の両側から支持される。これにより、ブレードの剛性をさらに高めることができる。

[0022] 本発明の第八の態様によれば、上記第六又は第七の態様に係る遠心圧縮機は、前記軸線回りに回転する回転軸と、前記回転軸に取り付けられた上記いずれか1つの態様に係るインペラと、前記インペラを外側から覆うケーシングと、を備える。

[0023] 上述のような構成によれば、十分な耐久性と圧縮性能とを備える遠心圧縮機を提供することができる。

発明の効果

[0024] 上述の構成によれば、十分な剛性と圧縮性能とを備えるインペラ、及び遠心圧縮機を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の実施形態に係る遠心圧縮機（ギアド遠心圧縮機）の構成を示す図である。

[図2]本発明の実施形態に係るインペラを示す要部拡大図である。

[図3A]本発明の第一実施形態に係るインペラの断面図であって、図2のA－A線における断面図である。

[図3B]本発明の第一実施形態に係るインペラの断面図であって、図2のB－B線における断面図である。

[図3C]本発明の第一実施形態に係るインペラの断面図であって、図2のC－

C線における断面図である。

[図4]本発明の第一実施形態の変形例に係るブレードを軸線方向から見た図である。

[図5A]本発明の第二実施形態に係るインペラの断面図であって、図2のA-A線における断面図である。

[図5B]本発明の第二実施形態に係るインペラの断面図であって、図2のB-B線における断面図である。

[図5C]本発明の第二実施形態に係るインペラの断面図であって、図2のC-C線における断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] [第一実施形態]

以下、本発明の第一実施形態について図面を参照して説明する。

図1に示すように、遠心圧縮機1は、増速機構2を内蔵したいわゆるギアド圧縮機である。増速機構2は、駆動源（図示せず）により回転駆動され外装部3によって覆われた歯車4を備えている。歯車4には、歯車4よりも十分に小さい歯車であるピニオン5が噛み合わされている。このピニオン5は、軸受7により回転可能に支持されたピニオンシャフト6の長手方向の中央部に固定されている。

[0027] この実施形態におけるピニオンシャフト6は、その両端部に、インペラ8、9がそれぞれ取り付けられている。これらインペラ8、9は、軸受7に対して片持ち構造となっている。インペラ8、9は、それぞれピニオンシャフト6の回転による遠心力を利用して上流側流路（図示せず）から供給される流体を圧縮して流す。

[0028] ケーシング10には、上流側流路から流体を流入させる吸込通路12と、外部へ流体を流出させるための排出通路13とが形成されている。また、インペラ8、9の軸線O方向外側には、吸込通路12の内部空間の中央部に蓋部11が配置されている。ここで、インペラ8、9、ピニオンシャフト6、蓋部11、および、ピニオン5によりこの実施形態のロータRが構成されて

いる。図 2 中、一点鎖線は軸線 O を示す。

[0029] 上記遠心圧縮機 1 の構成により、増速機構 2 を介してピニオンシャフト 6 が回転すると、吸込通路 1 2 に流入した流体がインペラ 8, 9 によって圧縮される。その後、圧縮された流体が、インペラ 8, 9 の径方向外側の排出通路 1 3 を介してケーシング 1 0 の外部に排出される。インペラ 8, 9 は同様な形状であるため、以下の説明では、インペラ 8 についてのみ詳述する。以下のインペラ 8 の説明において、ピニオンシャフト 6 の軸線 O に対して、流体が流入する側を入口 4 1（入口側）、その反対側を出口 4 2（出口側）と称する。さらに、以下の説明において特に記載が無い場合、「径方向」とはインペラ 8, 9 の径方向を指し、「軸線 O 方向」とはロータ R の軸線 O 方向を指している。

[0030] 図 2 はインペラ 8 の子午面を示している。インペラ 8 の子午面とは、正面視円形のインペラ 8 の子午線およびピニオンシャフト 6 の軸線を通る縦断面を意味する。同図に示すように、上記遠心圧縮機 1 のインペラ 8 は、軸線 O を中心として円盤状に形成されたディスク 3 0 と、複数のブレード 4 0 と、カバー 5 0 とを備えている。この遠心圧縮機 1 は、いわゆるクローズドタイプのインペラである。ディスク 3 0 は、ピニオンシャフト 6 に対して焼き嵌め等により固定される。

[0031] 複数のブレード 4 0 は、ディスク 3 0 の前側面（軸線 O 方向一方側となる表面）3 1 から突出して設けられている。さらに、これらブレード 4 0 は、軸線 O 方向から見て、周方向の一方側から他方側に向かって次第に湾曲している。

[0032] カバー 5 0 は、ブレード 4 0 の前端に形成された正面視で円環状をなしている。これにより、カバー 5 0 は、複数のブレード 4 0 を軸線 O 方向の一方側から覆っている。

[0033] ディスク 3 0 は、ピニオンシャフト 6 に対してはめ込まれた略円筒状の筒部 3 2 を備えている。ディスク 3 0 は、その軸線方向後側で、筒部 3 2 から径方向外側に向かって延びる円板状のディスク本体部 3 5 を備えている。デ

ディスク本体部 35 は、径方向内側ほど厚くなるように形成されている。ディスク本体部 35 は、前側面 31 と、筒部 32 の外周面 32 a とを滑らかに繋ぐ凹状の曲面 31 a を備えている。上述した蓋部 11（図 1 参照）は、上記筒部 32 の端面 32 b とピニオンシャフト 6 の端面 6 a とを軸方向外側から覆っている。

[0034] ブレード 40 は、ディスク本体部 35 の周方向に等間隔で複数配列されている。ブレード 40 は、側面視で径方向内側から径方向外側に向かうに従って、次第に先細りに形成されている。言い換えると、前側面 31 および曲面 31 a を基準とするブレード 40 の延在寸法（ブレード高さ）は、軸線 O の径方向内側から径方向外側に向かうに従って次第に減少している。

[0035] インペラ 8 の流路は、前側面 31 と、曲面 31 a と、外周面 32 a と、周方向に互いに対向するブレード 40 の面 40 a と、前側面 31 および曲面 31 a に対向するカバー 50 の壁面 50 a とにより画成される。

[0036] 続いて、本実施形態におけるブレード 40 の詳細な形状について、図 3 A から図 3 C を参照して説明する。これら図は、ブレード 40 を、その延在方向（流体の流れ方向）から見た断面を示している。このうち、図 3 A は、図 2 中の A-A 線におけるブレード 40 の断面を示し、図 3 B は、図 2 中の B-B 線におけるブレード 40 の断面を示している。さらに、図 3 C は、図 2 中の C-C 線におけるブレード 40 の断面を示している。

[0037] まず、図 3 A と図 3 C とに示すように、インペラ 8 の入口 41、および出口 42 を含む領域では、ブレード 40 は前側面 31 および曲面 31 a に対して、周方向の一方側に向かって傾斜している。一方で、図 3 B に示すように、インペラ 8 の中央部では、ブレード 40 は前側面 31 および曲面 31 a に対しておおむね直角をなしている。なお、ブレード 40 が前側面 31 および曲面 31 a に対してなす角度のうち、劣角（小さい方の角度）を、ブレード 40 の倒れ角度 θ と呼ぶ。

[0038] すなわち、本実施形態に係るブレード 40 では、入口 41、および出口 42 を含む領域における倒れ角度 θ が、他の領域におけるブレード 40 の倒れ

角度 θ に比べて相対的に小さくなるように設定されている。さらに、上記の領域では、倒れ角度 θ が相対的に小さく設定されていることに加えて、板厚 t も、他の領域における板厚 t に比べて相対的に小さい。

[0039] このように、倒れ角度 θ 、および板厚 t が相対的に小さく設定された領域（低剛性領域 $S1$ ）は、ブレード40に対して、その高さ方向から付加される曲げ応力に対する剛性が相対的に小さくなっている。より詳細には、ブレード40の入口41側における領域は、第一低剛性領域 $S11$ とされ、出口42側における領域は、第二低剛性領域 $S12$ とされている。

[0040] 一方で、上記の低剛性領域 $S1$ を除く領域では、倒れ角度 θ 、および板厚 t が、低剛性領域 $S1$ における各値に比べて相対的に大きく設定されていることから、上記の曲げ応力に対する剛性が相対的に大きくなっている。この領域を高剛性領域 $S2$ と呼ぶ。

[0041] より具体的には、本実施形態では、低剛性領域 $S1$ は、インペラ8の流路の延在領域中において、入口41又は出口42から流体の流れ方向における、おおむね5～45%の領域を含む。言い換えると、高剛性領域 $S2$ は、入口41又は出口42から見て最大で5～100%にかけての領域とされ、最小で45～55%にかけての領域とされる。すなわち、本実施形態では、ブレード40の延在方向（流体の流れ方向）における、中央部の領域が高剛性領域 $S2$ とされている。

[0042] 上述の構成によれば、ブレード40の高剛性領域 $S2$ では、板厚 t が相対的に大きく、かつ、ディスク30に対する倒れ角度 θ が相対的に大きく設定されている。すなわち、板厚 t と倒れ角度 θ とが、インペラ8の流路の延在領域全体にわたって変化している。これにより、例えば板厚 t のみを増加させた場合に比べて、板厚 t を比較的に薄くした状態で、剛性をさらに高めることができる。言い換えると、ブレード40の剛性を高めるに当たって、板厚 t を過剰に大きくすることによる、圧縮性能の低下等を抑制することができる。

[0043] さらに、上記のような構成によれば、高剛性領域 $S2$ と、低剛性領域 $S1$

との間に剛性差が生じる。この剛性差により、ブレード40に対して曲げ応力が付加された場合であっても、曲げ応力の大部分を高剛性領域S2に集中させることができる。

[0044] ここで、遠心圧縮機1の運転中、インペラ8の流路内には、圧縮される前の比較的到低圧状態の流体が流通する。一方で、カバー50とディスク30の外側では、すでに圧縮された高圧状態の流体が流通する。これら高圧流体と低圧流体との圧力差によって、インペラ8に対して軸線O方向の両側から圧縮力が生じる場合がある。この圧縮力は、カバー50とディスク30とを介して、ブレード40に対する曲げ応力として付加される。

[0045] しかしながら、上述のような構成によれば、上記の曲げ応力の大部分を高剛性領域S2で選択的に受け止めることができるため、曲げ応力がブレード40の耐久性に及ぼす影響を低減することができる。加えて、インペラ8の入口41、および出口42に相当する低剛性領域S1では、板厚 t を相対的に薄くできることから、遠心圧縮機1としての圧縮性能をも高めることができる。

[0046] 以上、本発明の第一実施形態について図面を参照して説明した。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記で説明した構成に対して種々の変更を施すことが可能である。

[0047] [第一変形例]

例えば、上記の実施形態では、ブレード40の倒れ角度 θ 、および板厚 t を、ブレード40の各部で変化させることによって、高剛性領域S2と、低剛性領域S1とを形成した。しかしながら、これら高剛性領域S2、低剛性領域S1の態様はこれに限定されない。一例として、図4に示すように、ブレード40の延在方向における曲率を各部で変えることによって、高剛性領域S2と、低剛性領域S1とを形成してもよい。

[0048] より具体的には、図4に示すように、ブレード40の入口41、および出口42を含む領域では、軸線O方向から見た場合のブレード40の曲率が、他の領域に比べて相対的に小さく設定されることで、低剛性領域S1とされ

ている。一方で、ブレード４０の入口４１、および出口４２を含まない領域は、ブレード４０の曲率が、相対的に大きく設定されることで、高剛性領域Ｓ２とされている。

[0049] ブレード４０の剛性は、軸線Ｏ方向から見た場合の曲率が小さいほど低下し、曲率が大きいほど増加することが知られている。したがって、上記のような構成によれば、曲率の大小に基づいて高剛性領域Ｓ２と低剛性領域Ｓ１とを形成することができる。これにより、ブレードの板厚 t を増加させることなく、剛性を高めることができる。加えて、インペラ８の入口４１、および出口４２に相当する低剛性領域Ｓ１では、板厚 t を相対的に薄くできることから、遠心圧縮機１としての圧縮性能をも高めることができる。

[0050] さらに、上記の実施形態では、インペラ８は、カバー５０を有するものとして説明した。すなわち、インペラ８は、いわゆるクローズドタイプとされている。しかしながら、インペラ８は、必ずしもカバー５０を備えている必要はなく、いわゆるオープンタイプとして構成されていてもよい。

[0051] オープンタイプのインペラ８では、ブレード４０がディスク３０に対して片持ちはりの状態で支持されることから、流体の圧力差に基づく曲げ応力に対してはさらに積極的な対策が必要となる。したがって、ブレード４０上に、上記のような高剛性領域Ｓ２、及び低剛性領域Ｓ１を設けることで、耐久性の向上に対する大きな寄与を得ることができる。

[0052] また、上記の実施形態では、ブレード４０の延在方向において、入口４１側から出口４２側にかけて、第一低剛性領域Ｓ１１と、高剛性領域Ｓ２と、第二低剛性領域Ｓ１２と、が設けられる構成について説明した。しかしながら、入口４１側、又は出口４２側のいずれか一方のみを低剛性領域Ｓ１として、残余の領域を全て高剛性領域Ｓ２とすることも可能である。

[0053] [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態について、図５Ａから図５Ｃを参照して説明する。これら図は、ブレード４０を、その延在方向（流体の流れ方向）から見た断面を示している。このうち、図５Ａは、図２中のＡ－Ａ線におけるブ

レード４０の断面を示し、図５Ｂは、図２中のＢ－Ｂ線におけるブレード４０の断面を示している。さらに、図５Ｃは、図２中のＣ－Ｃ線におけるブレード４０の断面を示している。なお、上述の第一実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0054] 図５Ａ、及び図５Ｃに示すように、本実施形態におけるブレード４０の低剛性領域Ｓ１では、高さ方向における両端縁のうち、ディスク３０側の端縁４３が前側面３１および曲面３１ａに対して、倒れ角度 θ を伴って傾斜している。

[0055] さらに、本実施形態では、カバー５０と接する側の端縁４４も、カバー５０に対して傾斜している。加えて、これらディスク３０側からカバー５０側に向かうにしたがって、ブレード４０は滑らかに湾曲している。より詳細には、低剛性領域Ｓ１では、ブレード４０はピニオンシャフト６の回転方向の前方側から後方側に向かって曲面状に突出している。なお、ブレード４０の突出方向は上記に限定されず、上記とは反対の方向、すなわち、回転方向の後方側から前方側に向かって曲面状に突出していてもよい。

[0056] 一方で、この低剛性領域Ｓ１と隣接する高剛性領域Ｓ２では、図５Ｂに示すように、ブレード４０はディスク３０、およびカバー５０に対しておおむね直角をなしている。さらに、高剛性領域Ｓ２では、ブレード４０の板厚 t は、低剛性領域Ｓ１における板厚 t に比べて相対的に厚く設定されている。

[0057] 上述のような構成によれば、上記第一実施形態と同様に、ブレード４０に付加される曲げ応力の大部分を高剛性領域Ｓ２で選択的に受け止めることができるため、曲げ応力がブレード４０の耐久性に及ぼす影響を低減することができる。加えて、インペラ８の入口４１、および出口４２に相当する低剛性領域Ｓ１では、板厚 t を相対的に薄くできることから、遠心圧縮機１としての圧縮性能をも高めることができる。

[0058] 以上、本発明の各実施形態に係るインペラ８（９）を、遠心圧縮機１としてのギアド圧縮機に適用した例について説明した。しかしながら、遠心圧縮機１の態様は、ギアド圧縮機には限定されない。例えば、多段圧縮機を遠心

圧縮機 1 として適用することも勿論可能である。

産業上の利用可能性

[0059] 上述の構成によれば、十分な耐久性と圧縮性能とを備えるインペラ、及び遠心圧縮機を提供することができる。

符号の説明

[0060] 1 …遠心圧縮機
2 …増速機構
3 …外装部
4 …歯車
5 …ピニオン
6 …ピニオンシャフト
7 …軸受
8, 9 …インペラ
10 …ケーシング
11 …蓋部
12 …吸込通路
13 …排出通路
30 …ディスク
31 …前側面
32 …筒部
35 …ディスク本体部
40 …ブレード
41 …入口
42 …出口
43 …ディスク 30 側の端縁
44 …カバー 50 と接する側の端縁
50 …カバー
31 a …曲面

3 2 a …外周面

4 0 a …面

5 0 a …壁面

O …軸線

R …口一夕

S 1 …低剛性領域

S 1 1 …第一低剛性領域

S 1 2 …第二低剛性領域

S 2 …高剛性領域

t …板厚

θ …倒れ角度

請求の範囲

- [請求項1] 軸線を中心とした円盤状をなすディスクと、
該ディスクの前記軸線方向一方側に、周方向に間隔をあけて複数設けられて軸線方向一方側から径方向外側に向かって延びる流路を画成するブレードと、
を備え、
前記ブレードは、
前記流路の延在領域の入口及び出口の少なくとも一方を含み、板厚が相対的に小さく、かつ前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に小さい低剛性領域と、
該低剛性領域に隣接し、板厚が相対的に大きく、かつ、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に大きい高剛性領域と、
を有するインペラ。
- [請求項2] 前記高剛性領域は、前記流路の延在領域における前記入口及び前記出口の間の中央部である請求項1に記載のインペラ。
- [請求項3] 前記低剛性領域では、前記軸線の径方向における曲率が相対的に小さく、
前記高剛性領域では、前記軸線の径方向における曲率が相対的に大きい請求項1又は2に記載のインペラ。
- [請求項4] 複数の前記ブレードを、軸線方向一方側から覆うカバーを有する請求項1から3のいずれか一項に記載のインペラ。
- [請求項5] 前記軸線回りに回転する回転軸と、
前記回転軸に取り付けられた請求項1から4のいずれか一項に記載のインペラと、
前記インペラを外側から覆うケーシングと、
を備える遠心圧縮機。
- [請求項6] 軸線を中心として円盤状をなすディスクと、
該ディスクの前記軸線方向一方側に、周方向に間隔をあけて複数設

けられて軸線方向一方側から径方向外側に向かって延びる流路を画成するブレードと、

を備え、

前記ブレードは、

前記流路の延在領域の入口を含み、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に小さい第一低剛性領域と、

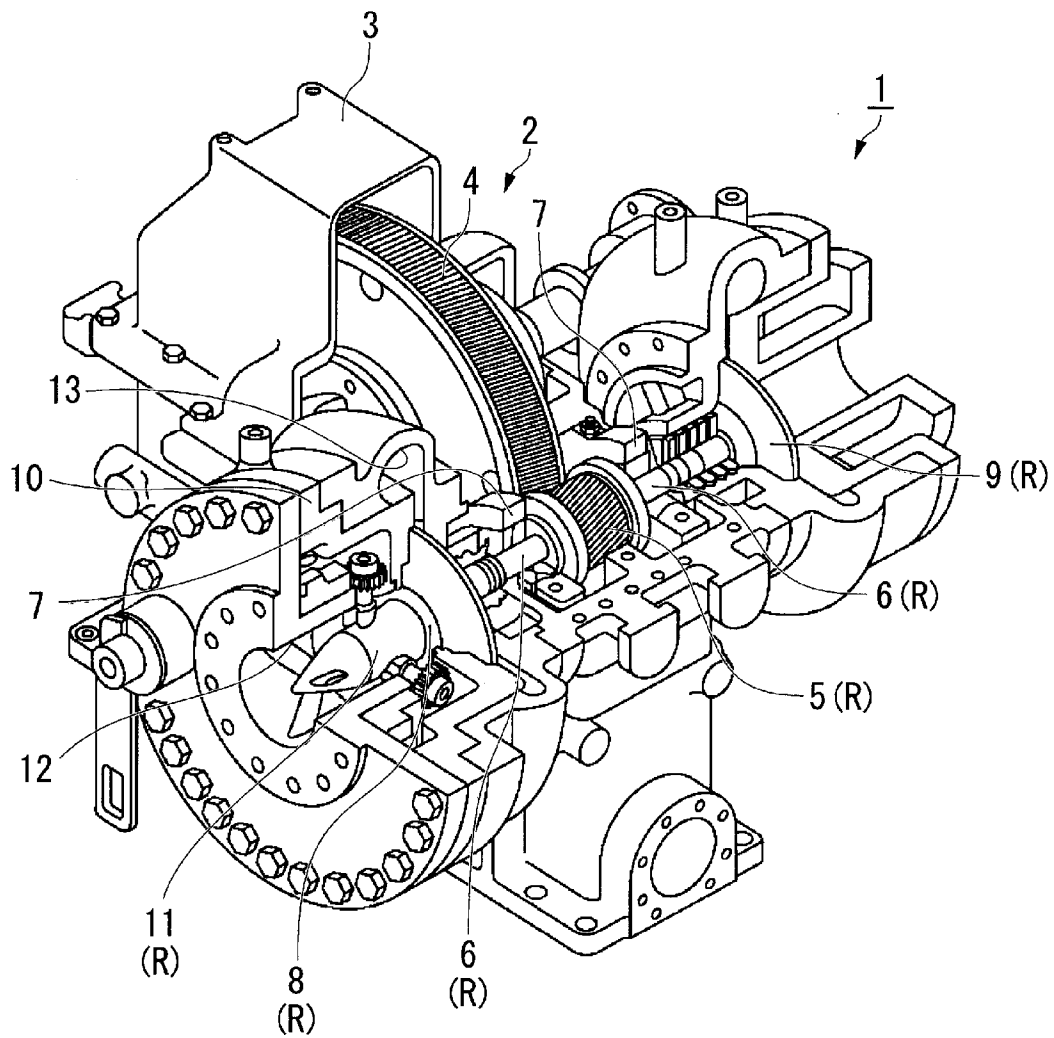
該第一低剛性領域に隣接するとともに、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に大きい高剛性領域と、

該高剛性領域に隣接し、かつ前記流路の延在領域の出口を含み、前記ディスクに対する倒れ角度が相対的に小さい第二低剛性領域と、
を有するインペラ。

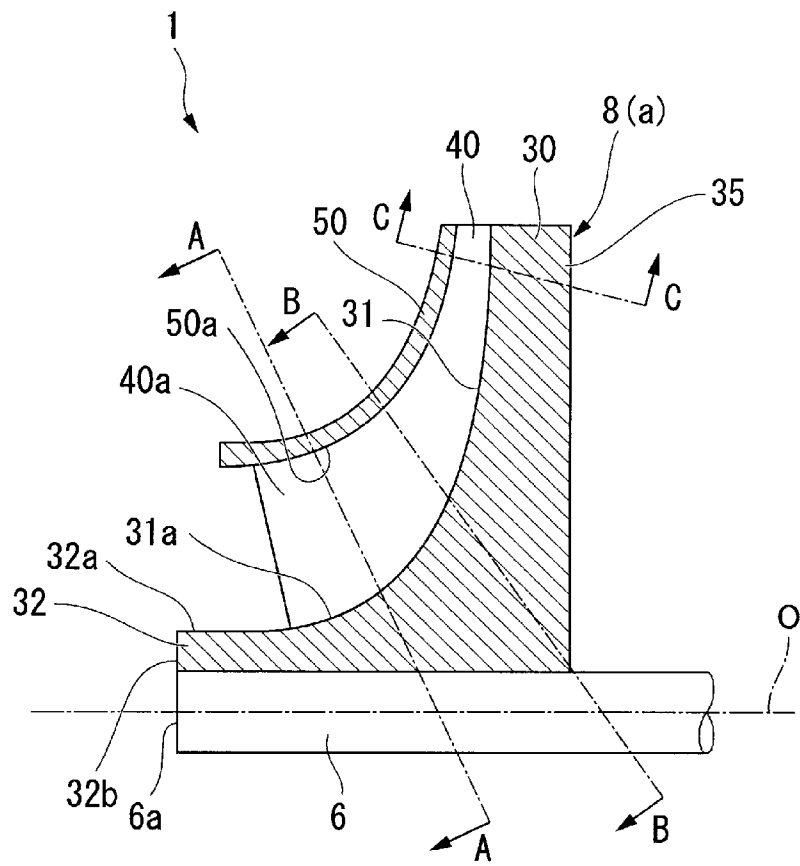
[請求項7] 複数の前記ブレードを、軸線方向一方側から覆うカバーを有する請求項6に記載のインペラ。

[請求項8] 前記軸線回りに回転する回転軸と、
前記回転軸に取り付けられた請求項6又は7に記載のインペラと、
前記インペラを外側から覆うケーシングと、
を備える遠心圧縮機。

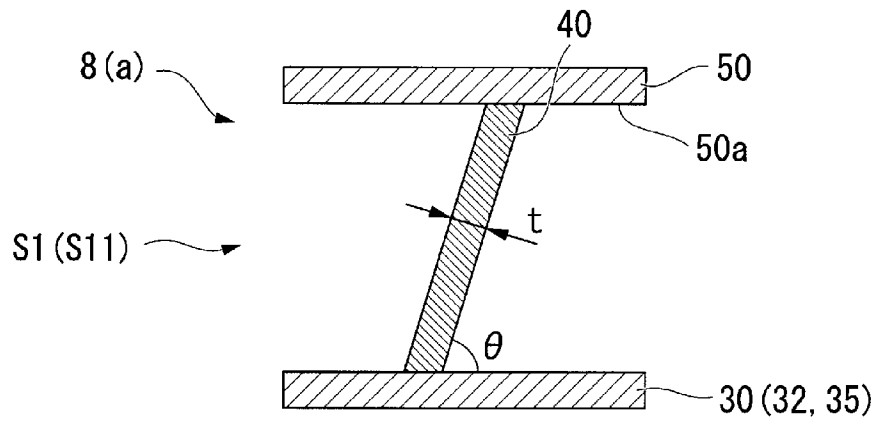
[図1]



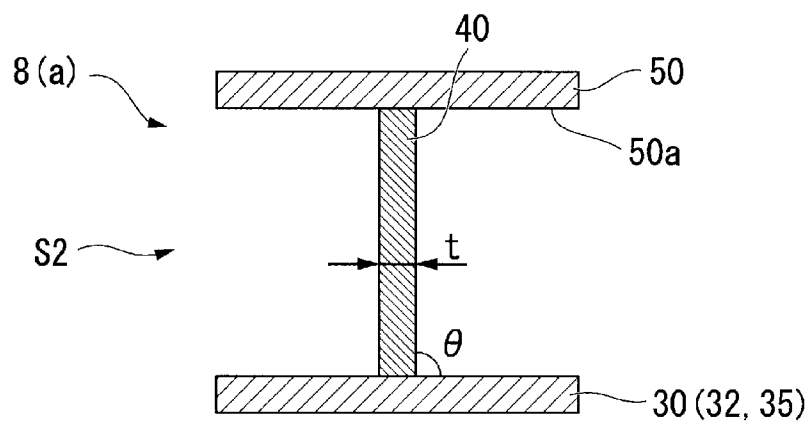
[図2]



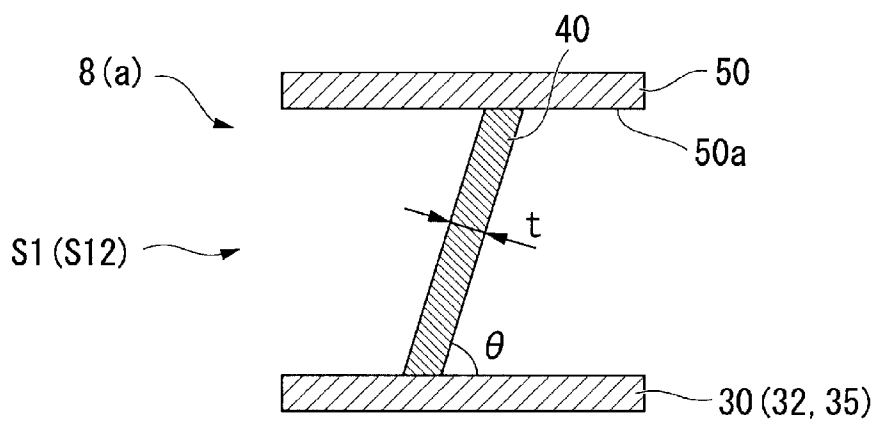
[図3A]



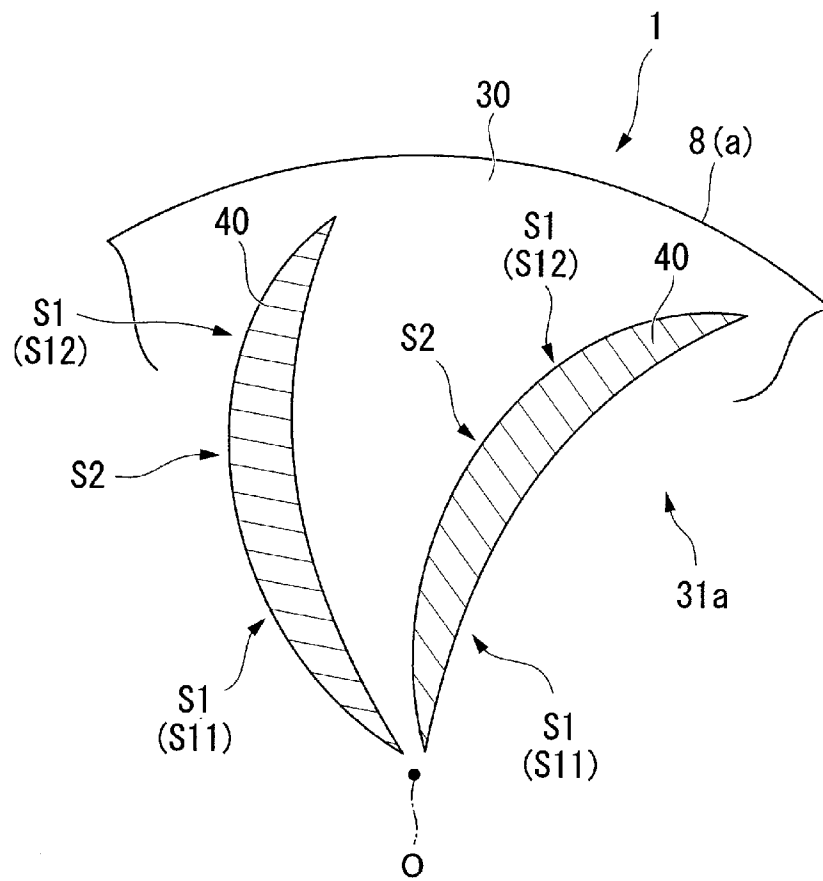
[図3B]



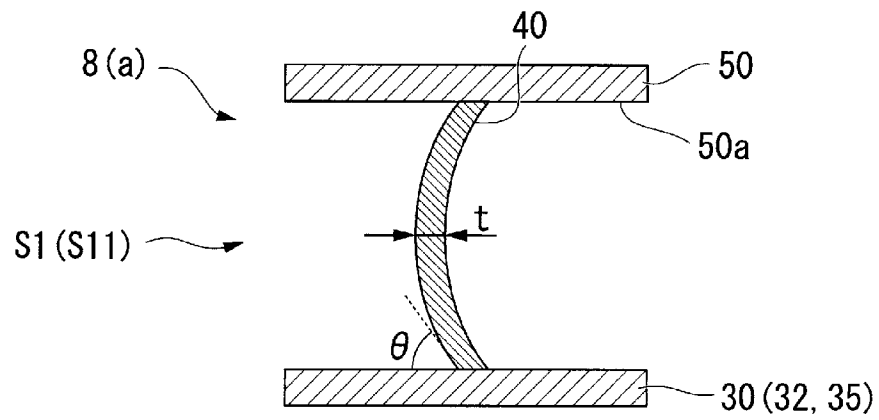
[図3C]



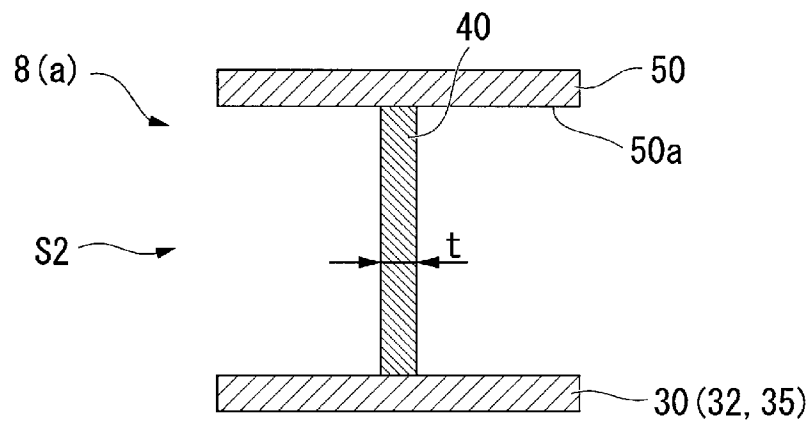
[図4]



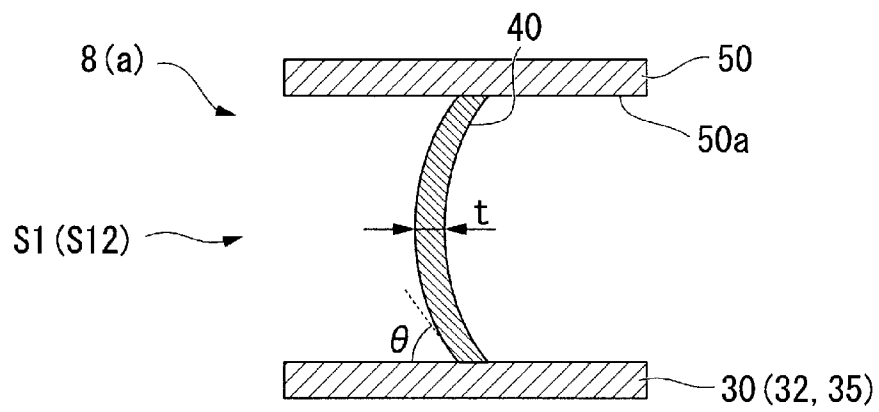
[図5A]



[図5B]



[図5C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/080075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/28(2006.01) i, F04D29/30(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)

F04D29/28, F04D29/30

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-243394 A (IHI Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0003] to [0004]; fig. 6(A), (B) (Family: none)	1-8
Y	JP 2012-520412 A (Turbomeca), 06 September 2012 (06.09.2012), paragraphs [0018] to [0027]; fig. 3 & US 2011/0318188 A1 paragraphs [0018] to [0030]; fig. 3 & WO 2010/103055 A1	1-5

☒ 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
11 December 2015 (11.12.15)

Date of mailing of the international search report
22 December 2015 (22.12.15)

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/JP2015/080075

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-85296 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 April 1988 (15.04.1988), page 2, upper right column, line 19 to lower right column, line 9; fig. 3 (Family: none)	1-5
Y	JP 2014-92138 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 May 2014 (19.05.2014), paragraphs [0027] to [0057]; fig. 1 to 5 & US 2015/0159670 A1 paragraphs [0041] to [0074]; fig. 1 to 5 & WO 2014/073377 A1	4-8
A	US 2011/0173975 A1 (SUN et al.), 21 July 2011 (21.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2013-104417 A (Hitachi Plant Technologies, Ltd.), 30 May 2013 (30.05.2013), entire text; all drawings & US 2014/0314557 A1 & WO 2013/073469 A1	1-8
A	JP 2012-219779 A (Hitachi Plant Technologies, Ltd.), 12 November 2012 (12.11.2012), entire text; all drawings & US 2012/0263599 A1	1-8
A	WO 99/36701 A1 (Ebara Corp.), 22 July 1999 (22.07.1999), entire text; all drawings & EP 1048850 A1	1-8
A	DE 10200951 A1 (DR.KERN GMBH), 14 August 2003 (14.08.2003), fig. 7 to 8 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04D29/28(2006.01)i, F04D29/30(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（I P C））

Int.Cl. F04D29/28, F04D29/30

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-243394 A（株式会社 I H I）2009.10.22, 段落 0003-0004, 図 6(A)(B)（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2012-520412 A（ターボメカ）2012.09.06, 段落 0018-0027, 図 3 & US 2011/0318188 A1, 段落 0018-0030, 図 3 & WO 2010/103055 A1	1-5
Y	JP 63-85296 A（松下電器産業株式会社）1988.04.15, 公報第 2 頁右上欄第 19 行-右下欄第 9 行, 第 3 図（ファミリーなし）	1-5

☒ 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

1 1 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

佐藤 秀之

3 0

3 9 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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
Y	JP 2014-92138 A (三菱重工業株式会社) 2014. 05. 19, 段落 0027-0057, 図 1-5 & US 2015/0159670 A1, 段落 0041-0074, 図 1-5 & WO 2014/073377 A1	4-8
A	US 2011/0173975 A1 (SUN et al.) 2011. 07. 21, 全文, 全図 (ファミ リーなし)	1-8
A	JP 2013-104417 A (株式会社日立プラントテクノロジー) 2013. 05. 30, 全文, 全図 & US 2014/0314557 A1 & WO 2013/073469 A1	1-8
A	JP 2012-219779 A (株式会社日立プラントテクノロジー) 2012. 11. 12, 全文, 全図 & US 2012/0263599 A1	1-8
A	WO 99/36701 A1 (株式会社荏原製作所) 1999. 07. 22, 全文, 全図 & EP 1048850 A1	1-8
A	DE 10200951 A1 (DR. KERN GMBH) 2003. 08. 14, 図 7-8 (ファミリーな し)	1-8