

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5613764号
(P5613764)

(45) 発行日 平成26年10月29日 (2014. 10. 29)

(24) 登録日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

(51) Int. Cl. F I
FO4D 29/28 (2006.01) FO4D 29/28 L
FO4D 29/62 (2006.01) FO4D 29/62 C

請求項の数 17 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2012-518018 (P2012-518018)	(73) 特許権者	510153962
(86) (22) 出願日	平成22年1月25日 (2010. 1. 25)		マン・ディーゼル・アンド・ターボ・エス イー
(65) 公表番号	特表2012-531554 (P2012-531554A)		ドイツ・86153・アウグスブルク・シ ュタットパッハシュトラーセ・1
(43) 公表日	平成24年12月10日 (2012. 12. 10)	(74) 代理人	100108453
(86) 国際出願番号	PCT/DE2010/050002		弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開番号	W02011/003409	(74) 代理人	100064908
(87) 国際公開日	平成23年1月13日 (2011. 1. 13)		弁理士 志賀 正武
審査請求日	平成24年2月13日 (2012. 2. 13)	(74) 代理人	100089037
(31) 優先権主張番号	102009031737.6		弁理士 渡邊 隆
(32) 優先日	平成21年7月4日 (2009. 7. 4)	(74) 代理人	100110364
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ機械用羽根車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ターボ機械用の羽根車(2)であって、

前記羽根車(2)が、前記ターボ機械のロータ(1)に締まり嵌めさせるための締まり嵌め接合部(2.3)であって、羽根車ディスク(2.1)及び前記羽根車ディスク(2.1)の羽根車端面(2.2)に隣接している前記締まり嵌め接合部(2.3)を有しており、

前記羽根車(2)と前記ロータ(1)との間の軸方向接触長さが、停止状態と運転状態とにおいて異なり、停止状態では、前記締まり嵌め接合部(2.3)と前記ロータ(1)との間の軸方向接触長さ、前記羽根車ディスク(2.1)と前記ロータ(1)との間の軸方向接触長さが最大になり、運転状態では、前記締まり嵌め接合部(2.3)と前記ロータ(1)との間の軸方向接触長さ、前記羽根車ディスク(2.1)と前記ロータ(1)との間の軸方向接触長さが小さくなる、前記羽根車(2)において、

前記羽根車端面(2.2)と前記羽根車端面(2.2)に結合されている前記締まり嵌め接合部(2.3)との間には、円周溝(3)が設けられており、これにより、運転状態では、前記羽根車ディスク(2.1)と前記締まり嵌め接合部(2.3)とが部分的に分離し、前記締まり嵌め接合部(2.3)と前記ロータ(1)との間の軸方向接触長さの縮小が、前記羽根車ディスク(2.1)と前記ロータ(1)との間の接触長さの縮小より小さいことを特徴とする羽根車(2)。

【請求項 2】

前記締まり嵌め接合部(2.3)が、前記羽根車(2)の下流側の後壁(2.2)に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の羽根車(2)。

【請求項3】

前記締まり嵌め接合部(2.3)が、前記羽根車(2)の前記羽根車ディスク(2.1)と一体で形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の羽根車(2)。

【請求項4】

前記円周溝(3)が前記羽根車端面(2.2)に直接的に隣接して形成されていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の羽根車(2)。

【請求項5】

請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の羽根車であって、前記円周溝(3)の深さが、前記締まり嵌め接合部(2.3)の半径方向高さの少なくとも0.1倍であること、及び/又は、前記円周溝(3)の深さが、前記締まり嵌め接合部(2.3)の半径方向高さの最高でも0.99倍であることを特徴とする羽根車(2)。

【請求項6】

前記円周溝(3)の深さが、前記締まり嵌め接合部(2.3)の半径方向高さの少なくとも0.3倍であること、及び/又は、前記円周溝(3)の深さが、前記締まり嵌め接合部(2.3)の半径方向高さの最高でも0.7倍であることを特徴とする請求項5に記載の羽根車(2)。

【請求項7】

前記円周溝(3)の深さが、前記締まり嵌め接合部(2.3)の半径方向高さの少なくとも0.5倍であること、及び/又は、前記円周溝(3)の深さが、前記締まり嵌め接合部(2.3)の半径方向高さの最高でも0.65倍であることを特徴とする請求項6に記載の羽根車(2)。

【請求項8】

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の羽根車であって、前記円周溝(3)と前記締まり嵌め接合部(2.3)の端面との間に配置された、締まり嵌め接合部ピン(4)を収容するための少なくとも一つのボアを特徴とする羽根車(2)。

【請求項9】

前記円周溝(3)の半径方向内側は丸みがつけられていることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の羽根車(2)。

【請求項10】

前記円周溝(3)が、変形、及び/又は、切削加工により作成されることを特徴とする請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の羽根車(2)。

【請求項11】

前記切削加工が、旋盤を用いて彫ることであることを特徴とする請求項10に記載の羽根車(2)。

【請求項12】

前記円周溝(3)が半径方向において1つ以上の段付部を有していることを特徴とする請求項1から請求項11のいずれか一項に記載の羽根車(2)。

【請求項13】

前記円周溝(3)が湾曲した、及び/又は前記ロータ(1)の回転軸に対して傾斜した外面を有することを特徴とする請求項1から請求項12のいずれか一項に記載の羽根車(2)。

【請求項14】

請求項1から請求項13のいずれか一項に記載の羽根車(2)を有することを特徴とするターボ機械。

【請求項15】

前記ターボ機械が、ラジアルターボ機械であることを特徴とする請求項14に記載のターボ機械。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

請求項 1 から請求項 13 のいずれか一項に記載の羽根車(2)を製造する方法であって、円周溝(3)が切削により形成されることを特徴とする方法。

【請求項 17】

前記切削が、旋盤を用いて彫ることであることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ターボ機械、特にラジアルターボ機械用の羽根車であって、羽根車端面、及び、ターボ機械のロータに締まり嵌めするための、該羽根車端面に隣接する締まり嵌め接
10
合部を有する羽根車、及び、ロータ及び該ロータ上に締まり嵌めされた羽根車を有するターボ機械、及び、そのような羽根車を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ターボ機械内において羽根車により、ターボ機械を通して流れる流体のエネルギーと羽根車を有するロータの機械的エネルギーとが互いに変換される。そのためにラジアルターボ機械内において一つの又は複数の羽根車は、ロータの回転軸に対して横方向に貫流される。

【0003】

このとき羽根車はしばしば締まり嵌めにより、つまり、羽根車内径に対してロータ外径
20
の方が大きいことにより、軸方向において摩擦嵌めでロータに固定されている。このとき締まり嵌めの接触面を大きくするために、既知の羽根車は一方又は両方の端面に締まり嵌め接合部、つまり、実際の羽根車ディスクの軸方向の延長部を有しており、その直径はより小さなものとなっている。安全にとって重要な羽根車の軸方向の固定を確実にするために、締まり嵌め接合部はさらに、接合部及びロータの、位置合わせされたボアに、締まり嵌め接合部ピンを差し込んで固定することができる。

【0004】

気体又は蒸気を通させるコンプレッサ、圧縮機、又はタービンなどにおいて羽根車には、部分的には非常な高回転により遠心力が作用し、この遠心力により特に羽根車内径が
30
拡大する可能性があり、またそれにより締まり嵌めによりかけられている通常応力及びこの通常応力で軸方向の固定を行う摩擦嵌めが低下する可能性がある。このとき締まり嵌め接合部ピンには、曲げ又はせん断にとって不利に負荷が働く可能性があり、また、半径方向の微小運動により負荷がかかる可能性がある。この両方ともターボ機械の運転の悪化、摩耗、又は故障につながる可能性がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の課題は、より良いターボ機械を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この課題を解決するために、請求項 1 のおいて書きに記載の羽根車を、その特徴により
40
発展させる。請求項 12 には、そのような羽根車を持つターボ機械が記載されている。請求項 13 には、そのような羽根車の製造方法が記載されている。従属請求項には好適な発展形が記載されている。

【0007】

本発明の羽根車は、ターボ機械、特にラジアルコンプレッサ又は遠心圧縮機などのラジアルターボ機械のロータに固定するためのものである。そのために少なくとも一つの羽根車端面に、望ましくは、ブレードが設けられている羽根車ディスクの下流側の背面又は後壁に、締まり嵌め接合部が設けられており、好適な実施形態においては該締まり嵌め接合部は羽根車ディスクと一体に形成されている。締まり嵌め接合部の中央ボアの径が特に
50

熱により拡大すること、及び/又は、割り当てられたロータ外径が圧縮されることにより、締めり嵌め接合部はロータに締めり嵌めされる。

【0008】

本発明においては羽根車端面と、該羽根車端面に結合されている締めり嵌め接合部との間において、半径方向外側に円周溝が構成されている。円周溝と呼ぶのは特に、局所的に断面積が縮小しているところであり、この断面積縮小はたとえば、回転する締めり嵌め接合部に旋盤を用いて彫ることにより行える。

【0009】

このように材料を薄くすることにより、通常は非常に外径が大きいためにより大きな遠心力がかかる羽根車ディスクが、締めり嵌めにより羽根車全体を軸方向に固定している締めり嵌め接合部から部分的に分離される。遠心力の影響で羽根車ディスクが拡張すると、特に、それに対応した、締めり嵌め接合部を拡張させる曲げモーメントが、この点においてはジョイントのように作用する円周溝内にはかからないか、又は、締めり嵌め接合部に少しだけかかる。そのため、締めり嵌め接合部の拡張部分がより短くなるため、締めり嵌め接合部とロータとの間の軸方向の接触長さの運転中の縮小を、好適により小さくすることができる。それにより特に、締めり嵌め接合部ピンを、拡張が起こらない締めり嵌め接合部の領域に、又は、溝なしで羽根車ディスクに移行する従来の締めり嵌め接合部に比較して拡張がより小さい締めり嵌め接合部の領域に、配置できるようにすることが可能になる。その場合、そのような締めり嵌め接合部ピンにかかる負荷は好適に低くなる。

【0010】

つまり、羽根車ディスクと締めり嵌め接合部との間において半径方向に狭窄させるという形で材料を局所的に減らすことにより羽根車が薄くされても、驚くべきことに、運転中の締めり嵌め接合部の締めり嵌めは改善される。羽根車ディスクの締めり嵌め接合部への結合がより弾性的になるため、特にシール領域における羽根車ディスクの半径方向の拡張がより大きくなり、また、伝達可能な出力はより小さくなるが、前記長所の方がこれらのことより重要である。

【0011】

円周溝は、製造技術、取付技術、強度技術、熱力学、及び/又は力学の観点において最適化することができる。そのためたとえば、側壁が羽根車の回転軸にほぼ垂直である円周溝は特に簡単に、たとえば切削加工により製造可能である。溝側壁と溝底及び/又は締めり嵌め接合部の半径方向外側の外面との間の移行又はエッジがなめらかであることにより、取付時の損傷の危険及びノッチ効果が同程度に低下し、強度、特に疲労強度及び振動に対するぜい弱性に相応に影響する。溝幅及び/又は溝深さの相応の寸法は、運転中及び締めり嵌め時の羽根車ディスクと締めり嵌め接合部との間の熱伝達、及び、羽根車ディスクの締めり嵌め接合部への結合の剛性に影響し、それにより、遠心力及び作動流体の軸スラストによる羽根車ディスクの振動挙動及び拡張に影響する。

【0012】

好適な実施形態においては、円周溝は半径方向に一回又は複数回の段階付けをすること、つまり、羽根車の回転軸の方向において領域ごとに異なる外径を有することができる。追加的に、又は、代替的に、円周溝は、回転軸に向かって傾斜した外面及び/又は湾曲した外面を有することも可能である。

【0013】

製造技術、取付技術、強度技術、熱力学、力学における特に好適な特性が得られるのは、半径方向の溝深さが、締めり嵌め接合部の半径方向高さ、つまり、締めり嵌め接合部の内径と外径との間の最大の半径方向距離の0.1倍から0.99倍、特に0.3倍から0.7倍、好適には0.5倍から0.65倍の範囲、望ましくはおよそ0.55倍であるときである。

【0014】

好適には円周溝は羽根車端面又は羽根車ディスクにほぼ直接的に隣接して配置されており、それにより、残りの締めり嵌め接合部が軸方向により大きくまとまって嵌められるよ

10

20

30

40

50

うになる。

【 0 0 1 5 】

さらなる長所と特徴は従属請求項及び実施例からみてとれる。以下、本発明の実施の形態について、図を用いて詳細に説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】本発明の一つの実施例の締まり嵌めされた羽根車を持つロータの一部の、停止中における子午線断面又は縦断面を示した図である。

【 図 2 】図 1 に図示した羽根車の運転中の図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

図 1 には、ラジアルコンプレッサのロータ 1 の子午線断面図が図示されており、このロータには羽根車 2 が取り付けられている。該羽根車 2 は羽根車ディスク 2.1 及びそこに組み込まれて形成されている締まり嵌め接合部 2.3 を有しており、締まり嵌め接合部 2.3 は、羽根車ディスク 2.1 の、ブレードとは反対側の、下流側の背面 2.2 に配置されている。

【 0 0 1 8 】

羽根車 2 を貫通する円筒状の中央ボアは、運転温度においても羽根車 2 を軸方向 X において摩擦嵌めによりロータ 1 に固定する十分な締まり嵌めが得られるように、その領域におけるロータ外径の公称寸法及び許容寸法より小さくなるよう内径の公称寸法及び許容寸法が選択されている。追加的に、複数の、たとえば 3 ~ 5 本の締まり嵌め接合部ピン 4 が、円周上にほぼ均等に配分された締まり嵌め接合部 2.3 の貫通ボア内に、及び、それによりこれらボアに位置を合わせたロータ 1 の止まり穴内に差し込まれており、それによりロータ 1 上で羽根車 2 の軸方向の位置が保持されている。

【 0 0 1 9 】

点線で示されているのは従来の羽根車の外輪郭であり、従来の羽根車では羽根車ディスクの後壁は半径 2.4' で締まり嵌め接合部に移行している。このような羽根車に運転回転数 (図 2 参照) がかけられると、遠心力によりこの羽根車は半径方向に拡大する。外径がより大きいことにより強い遠心力がかかる羽根車ディスクはこのとき、締まり嵌め接合部に対して傾斜又は曲げモーメントを及ぼし、それが、締まり嵌め接合部にかかる遠心力及び、締まり嵌め接合部に固く固定された羽根車ディスクが締まり嵌め接合部に及ぼす半径方向の牽引力に加えて、締まり嵌め接合部の拡大につながり、また、それに応じてロータと締まり嵌め接合部との間の接触面積、又は通常応力、及び通常応力により保証された摩擦嵌めの低下につながる。

【 0 0 2 0 】

本発明の羽根車においては、これとは異なり、羽根車背面 2.2 に直接的に隣接して、半径 2.4' ではなく円周溝 3 が形成されており、該円周溝 3 は羽根車 2 がたとえば鍛造又は鋳造により一次成形された後に、たとえば旋盤を用いて彫るなど切削により加工される。そのため円周溝 3 は、羽根車 2 の回転軸 X に対してほぼ垂直の側壁 (図 1 においては左及び右)、及び、丸みを帯びた溝底 (図 1 において下) を有している。溝 3 から、締まり嵌め接合部 2.3 の半径方向外側の外面への移行部は、ノッチ効果及び損傷の危険を低下させるために半径を有している (図示せず)。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、運転中、つまり回転軸 X を中心に回転 で回転する本発明の羽根車を強調して図示したものである。特に、ブレードがあるためにより大きな外径を持つ羽根車ディスク 2.1 が遠心力により拡大し、それは羽根車の左又は前方領域が上に持ち上がっていることにより図示されている。締まり嵌め接合部 2.3 に作用する遠心力及びそこに羽根車ディスク 2.1 から伝達される半径方向の牽引力も、締まり嵌め接合部 2.3 を拡張させる。しかし、円周溝 3 の溝幅 (図 1 において左から右へ) は、締まり嵌め接合部の右端面から後壁 2.2 までの軸方向の全長のほぼ 0.25 倍であり、また、溝深さ (図 1 においては上か

10

20

30

40

50

ら下へ)は締まり嵌め接合部の内径から外径までの半径方向の高さのほぼ0.65倍であり、円周溝3はジョイントのように機能するため、羽根車ディスク2.1が締まり嵌め接合部2.3に及ぼす傾斜又は曲げモーメントはわずかであり、締まり嵌め接合部を支える締まり嵌め長さの減少は、従来の羽根車に比較して小さくなる。

【0022】

つまり、狭窄部3により運転中の締まり嵌めが改善される。特に後部領域に配置された締まり嵌め接合部ピン4にかかる負荷はより小さくなるため安全性が高まる。これに鑑みると、従来の羽根車に比較して羽根車前領域(図1において左側)の半径方向の拡大がより大きくなることは無視可能であるか、又は、シーリング直径(図示されず)の寸法を適切にすることで補償できる。

10

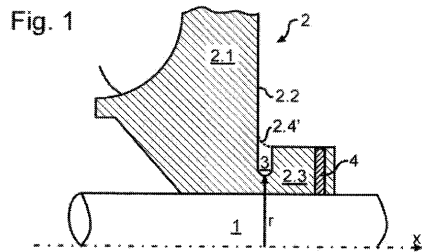
【符号の説明】

【0023】

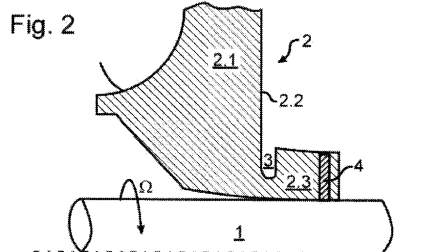
- 1 ロータ
- 2 羽根車
- 2.1 羽根車ディスク
- 2.2 羽根車背面(羽根車端面)
- 2.3 締まり嵌め接合部
- 2.4' 半径(従来技術)
- 3 円周溝
- 4 締まり嵌め接合部ピン

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 クリストフ・ラング
ドイツ・51069・ケルン・リーペラーヴェーク・23

審査官 山本 崇昭

(56)参考文献 特開2004-084816(JP,A)
特開2000-054954(JP,A)
実開昭63-026701(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04D 1/00 - 13/16
F04D 17/00 - 19/02
F04D 21/00 - 25/16
F04D 29/00 - 35/00