

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6131022号
(P6131022)

(45) 発行日 平成29年5月17日 (2017.5.17)

(24) 登録日 平成29年4月21日 (2017.4.21)

(51) Int. Cl.

F I

F O 4 D 29/66 (2006.01)

F O 4 D 29/66 M

F O 4 D 29/28 (2006.01)

F O 4 D 29/28 N

F O 4 D 29/62 (2006.01)

F O 4 D 29/62 F

F O 4 D 29/28 J

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-238740 (P2012-238740)
 (22) 出願日 平成24年10月30日 (2012.10.30)
 (65) 公開番号 特開2014-88803 (P2014-88803A)
 (43) 公開日 平成26年5月15日 (2014.5.15)
 審査請求日 平成27年8月27日 (2015.8.27)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (73) 特許権者 310010564
 三菱重工コンプレッサ株式会社
 東京都港区芝五丁目34番6号
 (74) 代理人 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インペラ及びこれを備えた回転機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸に取り付けられる筒部を備えるとともに、前記筒部の径方向外側に向かって延びる円板状のディスク部と、

該ディスク部の軸方向一方側となる表面に設けられたブレード部とを備え、

前記ディスク部の軸方向他方側となる背面には、重量調整用の錘を取り付けるための取付用穴が形成され、

前記ディスク部は、

前記背面における前記取付用穴の径方向の少なくとも一方側に設けられ、前記取付用穴の角部に遠心力によって生じる応力集中を緩和させる応力緩和手段を有し、

前記取付用穴は、前記ディスクの径方向における前記ディスク部の中間位置で前記ディスク部の周方向に所定間隔で並んで配置され、

前記応力緩和手段は、前記ディスク部の径方向で互いに対向し、子午面における径方向への応力を迂回させる前記軸方向に延びる軸方向壁部を有した円環状の溝状に形成されているインペラ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のインペラを有するロータを備えることを特徴とする回転機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、インペラ及びこのインペラが回転軸に固定されてなる回転機械に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ターボ冷凍機や小型ガスタービン等にあつては、遠心圧縮機などの回転機械が用いられている。この回転機械は、回転軸に固定されたディスク部に複数のブレード部が設けられたインペラを有しており、インペラを回転させることで、ガスに圧力エネルギー及び速度エネルギーを与えている。

【0003】

上記インペラは、ロータ軸に焼き嵌め等によって取り付けられるが、ロータ軸への組み込み位置ずれや、加工時の製作誤差等により、周方向に質量のアンバランスが生じる場合がある。例えば、ロータ軸の回転中心に対して回転体の質量の中心軸が傾斜している場合には、回転により遠心力が生じることで、モーメントのアンバランスないしは、動アンバランスが生じてしまう。そのため、軸振動が大きくなる虞があるため、製造時、試運転時、あるいは現地設置時などの運転前に、事前に調整することが行われる。

【0004】

特に、増速機内蔵型のギアド圧縮機など、インペラが単段で構成され、且つ、オーバーハング軸構造となっている場合には、バランス調整を行うための錘はインペラに取り付ける必要がある。

そこで、回転体のアンバランスに起因する振動を防止するために、ファンやインペラのブレード部を支持し、且つ、ロータ軸に取り付けられるディスク部の筒部の軸方向端面に、深さの異なる複数のバランスホールを設けてバランス調整するものや、複数のバランスホールに適宜錘を装着することでバランス調整を行うものが提案されている（例えば、特許文献1～3参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2012-502213号公報

【特許文献2】特開2000-356107号公報

【特許文献3】特開2008-291657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、上記インペラにあつては、装置を納入する現地にてバランス調整を行ってその妥当性を検証することが要望されている。しかしながら、上述したようにディスク部の筒部の軸方向端面にバランスホールを設けている場合、吸込み配管などインペラの筒部に隣接する部品を取り外さないとバランスホールにアクセスできない。これら筒部に隣接する部品の取り外し作業には、熟練を要し手間が掛かるため、バランス調整に掛かるリードタイムが長くなってしまう。

【0007】

この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、装置が設置される現地でのバランス調整を迅速且つ容易に行うことができるインペラ及びこれを備えた回転機械を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために以下の構成を採用する。

この発明に係るインペラは、回転軸に取り付けられる筒部を備えるとともに、前記筒部の径方向外側に向かって延びる円板状のディスク部と、該ディスク部の軸方向一方側となる表面に設けられたブレード部とを備え、前記ディスク部の軸方向他方側となる背面には、重量調整用の錘を取り付けるための取付用穴が形成されていることを特徴としている。

なお、上記インペラの構成は、ブレード部を覆うカバー部付きのクローズ型インペラ、および、カバー部無しのオープン型インペラの両方を含んでいる。

このように構成することで、ディスク部の軸方向に隣接する部品を取り外すことなしに、取付用穴に錘を適宜装着することでインペラのバランス調整を行うことができる。

【0009】

さらに、この発明に係るインペラは、上記インペラにおいて、上記ディスク部は、前記背面における前記取付用穴の径方向の少なくとも一方側に設けられ、前記取付用穴の角部に遠心力によって生じる応力集中を緩和させる応力緩和手段を有していても良い。

例えば、吸込み配管などを取り外すことなくバランス調整を可能とするために、ディスク部の背面側の位置に取付用穴を形成した場合、インペラの回転時に遠心力が生じると引張方向の応力がインペラに作用して、取付用穴に応力集中が生じて疲労が問題となるため、インペラの回転数が制限されてしまう場合がある。しかし、上述のように構成することで、回転時の遠心力によって生じる取付用穴への応力集中を応力緩和手段によって緩和させることができるため、応力集中による疲労を抑制できる。

【0010】

さらに、この発明に係るインペラは、上記インペラにおいて、前記取付用穴は、前記ディスクの径方向における前記ディスク部の中間位置で前記ディスク部の周方向に所定間隔で並んで配置されていても良い。さらに、前記応力緩和手段は、子午面における径方向への応力を遮断する軸方向壁部を、前記取付用穴の径方向の少なくとも一方に備えていても良い。

このように構成することで、径方向の応力が、取付用穴の径方向の少なくとも一方で軸方向壁部によって迂回させられるため、とりわけ取付用穴の開口部における応力集中を抑制することができる。

【0011】

また、この発明に係る回転機械は、上記何れかのインペラを有するロータを備えることを特徴としている。

このよう構成することで、例えば、インペラを径方向外側から覆う部材を取り外すだけで、ディスク部の背面に形成された取付用穴にアクセスすることが可能になる。

【発明の効果】

【0012】

この発明に係るインペラ及びこれを備えた回転機械によれば、装置が設置される現地でのバランス調整を迅速且つ容易に行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】この発明の実施形態における遠心圧縮機の部分断面斜視図である。

【図2】この発明の第一実施形態におけるインペラの子午線断面図である。

【図3】上記インペラの背面図である。

【図4】上記インペラのバランスホール周縁の拡大図である。

【図5】上記インペラのディスク部に作用する応力の説明図であって、(a)は応力緩和凹部を設けていない比較例、(b)は応力緩和凹部を設けている場合である。

【図6】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7】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8】この発明の第三実施形態における図3に相当する背面図である。

【図9】この発明の第四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】この発明の第四実施形態における図3に相当する背面図である。

【図11】この発明の第一実施形態の変形例における図3に相当する背面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

次に、この発明の第一実施形態における回転機械およびインペラについて図面を参照して説明する。

図 1 は、この実施形態の回転機械である遠心圧縮機 1 を示す斜視図である。

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カバー 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 が噛合されている。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 の長手方向略中央部に固定されている。

【 0 0 1 5 】

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）から供給されるガス G を圧縮して流す。

10

【 0 0 1 6 】

ケーシング 1 0 には、上流側流路からガス G を流入させる吸込通路 1 2 と、外部へガス G を流出させるための排出通路 1 3 とが形成されている。また、インペラ 8 , 9 の軸方向外側には、吸込通路 1 2 の内部空間の中央部に蓋部 1 1 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 1 1 、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。なお、図 2 中、軸方向を一点鎖線で示す。

【 0 0 1 7 】

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 に流入したガス G がインペラ 8 , 9 によって圧縮され、その後に、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。なお、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。また、以下のインペラ 8 の説明において、ピニオンシャフト 6 の軸線に対して、ガス G が流入する側を前側、その反対側を後側（又は背面側）と称する。

20

【 0 0 1 8 】

図 2 はインペラ 8 の子午面を示している。図 2 に示すように、上記遠心圧縮機 1 のインペラ 8 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ディスク部 3 0 と、このディスク部 3 0 の前側面（軸方向一方側となる表面）3 1 から突出して設けられた複数のブレード部 4 0 と、ブレード部 4 0 の前端に形成された正面視で円環状をなすカバー部 5 0 とを備えた、いわゆるクローズ型のインペラである。なお、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。

30

【 0 0 1 9 】

ディスク部 3 0 は、ピニオンシャフト 6 に対して外嵌される略円筒状の筒部 3 2 を備えている。更に、ディスク部 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略円板状のディスク本体部 3 5 を備えている。ディスク本体部 3 5 は、径方向内側ほど厚肉に形成され、前側面 3 1 と、筒部 3 2 の外周面 3 2 a とを滑らかに繋ぐ凹状の曲面 3 1 a を備えている。なお、上述した蓋部 1 1 （図 1 参照）は、上記筒部 3 2 の端面 3 2 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うようにして取り付けられており、筒部 3 2 の軸方向外側の端面 3 2 b にアクセスするためには、上述したケーシング 1 0 および蓋部 1 1 を取り外す必要がある。

40

【 0 0 2 0 】

ブレード部 4 0 は、ディスク本体部 3 5 の周方向に等間隔で複数配列されている。これらブレード部 4 0 は、略一定の板厚を有し、側面視で径方向外側に向かってやや先細りに形成されている。つまり、インペラ 8 のガス流路は、前側面 3 1 と、曲面 3 1 a と、外周面 3 2 a と、周方向に互いに対向するブレード部 4 0 の面 4 0 a と、前側面 3 1 および曲面 3 1 a に対向するカバー部 5 0 の壁面 5 0 a とにより画成される。

【 0 0 2 1 】

図 2、図 3 に示すように、ディスク部 3 0 は、後側面（軸方向他方側となる背面）5 1 に複数、より具体的にはブレード部 4 0 と同数以上のバランスホール（取付用穴）3 3 を

50

備えている。バランスホール 33 は、径方向においてブレード部 40 が設けられるディスク部 30 の径方向の中間位置で、周方向に所定間隔で並んで配置されている。これらバランスホール 33 は、軸方向に所定の深さで形成され、重量調整用の雄ネジ形状のウェイト部材（錘）W を螺着可能とするように内周面に雌ネジが形成されている。ここで、上述したバランスホール 33 の所定の深さとは、ディスク本体部 35 の強度低下を考慮して、例えば、バランスホール 33 が形成される径方向位置におけるディスク本体部 35 の軸方向の厚さを「 T 」とすると、 $T/2$ から $T/4$ 程度の深さまでとするのが好ましい。また、バランスホールの内径は、インペラ 8 の外径に応じて設定され、例えば、インペラ 8 の外径を「 D 」とすると、 $0.004D$ から $0.060D$ 程度とされるのが好ましい。ウェイト部材 W は種々の重さのものが予め用意されている。

10

【0022】

図 4 を併せて参照し、ディスク部 30 の後側面 51 には、バランスホール 33 の径方向外側と、バランスホール 33 の径方向内側とにそれぞれ応力緩和凹部（応力緩和手段）36, 37 が形成されている。応力緩和凹部 36, 37 は、略円環状に形成されている。また、応力緩和凹部 36, 37 の対向する内側面（軸方向壁部）36a, 37a と、これら内側面 36a, 37a の軸方向前端部同士を接続する底面 36b, 37b との間には、凹状の曲面 36c, 37c が形成され、内側面 36a, 37a と後側面 51 との間には凸状の曲面 36d, 37d が形成されている。これら応力緩和凹部 36, 37 は、後側面 51 から最深部までの深さが $T/2$ 以下とされ、径方向の溝幅が $0.004D$ 以上とされている。

20

【0023】

図 5 (a) は、応力緩和凹部 36, 37 を設けていない場合のインペラ 8 に作用する応力を説明するための図である。また、図 5 (b) は、応力緩和凹部 36, 37 を設けた場合に、インペラ 8 に作用する応力を説明するための図である。

図 5 (a) に示すように、応力緩和凹部 36, 37 を設けていない場合は、インペラ 8 が回転することによって径方向外側（矢印で示す）に向かってディスク部 30 に遠心力が作用する。この遠心力によってディスク本体部 35 に引張応力が生じることとなる。この引張応力は、インペラ 8 における後側面 51 の径方向内側の角部で最も高くなるとともに、応力集中によりバランスホール 33 の角部 33a で局部的に高くなっている。

30

【0024】

これに対して、図 5 (b) に示すように、応力緩和凹部 36, 37 を設けている場合には、遠心力によってディスク本体部 35 に引張応力が作用したとしても、応力緩和凹部 36, 37 の子午面における径方向への引張応力が応力緩和凹部 36, 37 の対向する内側面 36a, 37a、および、バランスホール 33 を迂回するように作用するため、バランスホール 33 の角部 33a における引張応力の応力集中が抑制されている。

【0025】

したがって、上述した第一実施形態のインペラ 8、および、遠心圧縮機 1 によれば、ディスク部 30 の軸方向に隣接する蓋部 11 や吸込通路 12 などの構成部品を取り外すことなしに、インペラ 8 を径方向外側から覆っているケーシング 10 を取り外して、バランスホール 33 にウェイト部材を適宜装着することでインペラ 8 のバランス調整を行うことができるため、遠心圧縮機 1 を設置する現地でのバランス調整を迅速且つ容易に行うことが可能になる。

40

【0026】

また、回転時の遠心力によって生じるバランスホール 33 への応力集中を応力緩和凹部 36, 37 によって緩和させることができるため、応力集中による疲労を抑制でき、その結果、応力集中が緩和された分だけインペラ 8 が高速回転に対応可能となる。

さらに、応力緩和凹部 36, 37 に、それぞれ曲面 36c, 37c, 36d, 37d が形成されることで、更なる応力集中の軽減を図ることが可能となっている。

【0027】

次に、この発明の第二実施形態におけるインペラ 108 について図面を参照して説明す

50

る。なお、この第二実施形態のインペラ 108 は、上述した第一実施形態のインペラ 8 に対して、応力緩和手段の形状が異なるだけであるため、図 1 を援用すると共に、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（以下、第二から第四実施形態も同様）。

【0028】

図 6 に示すように、この第二実施形態のインペラ 108 は、第一実施形態と同様に、ディスク部 130 の後側面 51 にバランスホール 33 が形成されている。さらに、インペラ 108 のバランスホール 33 の径方向内側および径方向外側には、それぞれ応力緩和肉抜き部（応力緩和手段）136, 137 が形成されている。より具体的には、バランスホール 33 から径方向に所定距離離間した径方向内側および径方向外側には、軸方向の前側に 10 延びる壁部（軸方向壁部）136a, 137a が形成されている。さらに、これら壁部 136a, 137a よりも径方向内側および径方向外側には、何らディスク部 130 の後側面 51 が配置されず空間となっている。

【0029】

ここで、応力緩和肉抜き部 136, 137 は、切削により形成しても良く、また鍛造により形成するようにしてもよい。切削の場合には切削量が多くなってしまうため、鍛造により形成する方が歩留まりの点で有利となる。

【0030】

したがって、上述した第二実施形態のインペラ 108 によれば、バランスホール 33 の径方向内側および径方向外側に空間が形成されていることで、第一実施形態のインペラ 8 20 と同様に、回転時の遠心力による引張応力がバランスホール 33 へ作用することを防止することができる。その結果、インペラ 108 をより高速で回転させることが可能となる。

【0031】

次に、この発明の第三実施形態のインペラ 208 について図面を参照して説明する。

図 7 に示すように、この実施形態におけるインペラ 208 は、上述した第一実施形態のインペラ 8 と同様に、ディスク部 30 にバランスホール 33 を備えている。さらに、ディスク部 30 には、バランスホール 33 の径方向内側および径方向外側に、応力緩和穴（応力緩和手段）236, 237 が形成されている。

【0032】

図 8 に示すように、軸方向の後側から見て、応力緩和穴 236, 237 は、バランスホール 33 に対して擬似的な楕円（図中破線で示す）D を形成するような位置および形状で形成されている。より具体的には、この擬似的な楕円 D は、その長軸 a1 がインペラ 8 の径方向を向き、短軸 a2 がバランスホール 33 の直径とされている。また、応力緩和穴 236, 237 は、それぞれ楕円 D の 2 つの焦点 s1, s2 を中心として、長軸 a1 側の端部と、各直近の焦点 s1, s2 との間の距離を半径とした円形とされている。 30

【0033】

また、バランスホール 33 と応力緩和穴 236, 237 とは、インペラ 8 の径方向で重ならないように配置されている。さらに、バランスホール 33 と応力緩和穴 236, 237 とは、互いに平行となるように軸方向に延びて形成されている。ここで、バランスホール 33 と応力緩和穴 236, 237 とは、可能な限り接近させて配置されることが好ましい。このようにすることで、バランスホール 33 への径方向の引張応力をより少なくすることが可能となる。 40

【0034】

したがって、上述した第三実施形態のインペラ 208 によれば、楕円形状の穴を形成することなしに、応力緩和穴 236, 237 によって軸方向から見た径方向の引張応力を、図 8 中の矢印で示すように楕円形状の穴を形成する場合と同様に迂回させることができるので、バランスホール 33 に作用する応力を効率よく低下させることができるため、その分、インペラ 310 をより高速回転に対応させることが可能になる。

【0035】

次に、この発明の第四実施形態におけるインペラ 308 について図面を参照しながら説 50

明する。

図 9、図 10 に示すように、この第四実施形態のインペラ 308 は、ディスク部 30 の後側面 51 にピニオンシャフト 6 を中心とした円環状の溝 60 が形成されている。この溝 60 は、軸方向後側ほど離間する一対の内側面 61 とこれら内側面 61 を軸方向前側で接続する底面 62 とを備えており、内側面 61 とディスク部 30 の後側面 51 とは、緩やかな凸状の曲面 63 で接続されている。この溝 60 の底面 62 には、複数のビス穴 64 が、周方向に所定間隔で配置されると共に軸方向に延びるように形成されている。

【0036】

上記溝 60 には、この底面 62 の径方向の幅寸法よりも僅かに小さい幅寸法を有したウェイト部（錘）W2 が着脱可能となっている。ウェイト部 W2 は、略直方体状をなしており、その略中央部には、ビス 65 を貫通するための貫通孔（取付用穴）66 が形成されている。この貫通孔 66 の軸線を、上記ビス穴 64 の軸線の延長線上に配置させてビス 65 をビス穴 64 に螺入することで、ウェイト部 W2 がディスク本体部 35 に固定可能となっている。

【0037】

また、ウェイト部 W2 は、ディスク本体部 35 に取り付けられた状態で、ディスク部 30 の後側面 51 よりも軸方向後側に突出する。この突出している部分と曲面 63 が形成されている部分の径方向内側および径方向外側には、空間が形成されている。換言すれば、ウェイト部 W2 の径方向内側面 68 と径方向外側面 69 との径方向内側および径方向外側には、ディスク本体部 35 の後側面 51 が配置されない応力緩和部 336, 337 が形成されている。応力緩和部 336, 337 を構成する溝 60 の内側面 61 が、それぞれ子午面における径方向への応力を迂回させる軸方向壁部として機能している。

【0038】

したがって、上述した第四実施形態のインペラ 308 によれば、ウェイト部 W2 をディスク部 30 に対して簡単に着脱することができる。また、径方向内側面 68 と径方向外側面 69 とが形成されることで、子午面における径方向への引張応力が貫通孔 66 を迂回するため、貫通孔 66 への応力集中を抑制できる。また、ウェイト部 W2 を略直方体状とすることでウェイト部 W2 の大型化が容易となるため、ウェイト部が雄ネジ形状の場合よりもウェイト部 W2 の質量を増加したい場合に有利となる。

【0039】

なお、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においては、バランスホール 33 の個数とブレード部 40 の個数とを同数以上にする場合について説明したが、バランスホール 33 の個数はブレード部 40 と同数以下であってもよい。

【0040】

さらに、上記各実施形態においては、バランスホール 33 が軸線方向に向かって延びる場合を一例にして説明したが、軸線に対して斜めに形成されていても良い。とりわけ、バランスホール 33 の開口部が径方向内側を向くように斜めに形成した場合には、インペラ 8 の回転時に生じる遠心力によってウェイト部材 W が離脱することを防止可能となる。

また、ウェイト部材 W をバランスホール 33 に対して固定する方法として、ネジ止めする場合について説明したが、ウェイト部材 W がバランスホール 33 内部に固定可能な方式であれば、ネジ止めに限られるものではなく、例えば、締め込み等を用いてもよい。

【0041】

また、上述した各実施形態においては、遠心圧縮機 1 がギアド圧縮機の場合について説明したが、ギアド圧縮機に限られるものではなく、他の形式の圧縮機のインペラに対しても適用可能である。さらに、圧縮機に限られず、インペラを用いる回転機械であればよい。更に、カバー部 50 を備えるクローズ型のインペラ 8, 9 を一例にして説明したが、カバー部 50 を備えないオープン型のインペラにも適用可能である。

【0042】

また、上述した第一実施形態においては、バランスホール 33 の径方向内側と、径方向外側とにそれぞれ応力緩和凹部 36, 37 を設ける場合について説明したが、径方向外側の応力緩和凹部 36 だけを設けるようにしても良い。このように応力緩和凹部 36 をバランスホール 33 の径方向外側に設けた場合、インペラ 8 の径方向外側の質量が減少するため、遠心力に伴う引張応力を抑制できる。また、引張応力が高くなる位置をバランスホール 33 の前側に移動させることができる。したがって、応力緩和凹部 36 だけを設けた場合も十分にバランスホール 33 への応力集中を軽減することが可能となる。

【0043】

さらに、上述した第一実施形態においては、応力緩和凹部 36, 37 を円環状に形成する場合について説明したが、バランスホール 33 への径方向の引張応力を迂回可能であれば良く、この限られるものではない。例えば、図 11 に示す変形例のように、応力緩和凹部 36, 37 をバランスホール 33 の配置箇所の径方向にだけ設けて、周方向に断続的となるように形成しても良い。また、内側面 36a, 37a が軸方向に向かって延びる場合について説明したが、応力緩和凹部 36, 37 が形成できればよく、軸方向に対して傾斜してもよい。

10

【0044】

さらに、上述した第二実施形態では、バランスホール 33 の径方向内側および径方向外側に切削や鍛造により空間を形成する場合について説明したが、バランスホール 33 およびその周囲を後側面 51 から後側に突出させるように形成しても良い。

【0045】

20

また、上述した第四実施形態においては、ウェイト部 W2 を締結部材としてビス 65 を用いてディスク本体部 35 に取り付ける場合について説明したが、この構成に限られず、例えば、ウェイト部 W2 を締め込みにより溝 60 に固定するようにしても良い。この場合、溝 60 に沿ってウェイト部 W2 を切削してスリット状の切り込みを形成することでウェイト部 W2 を取り外すことが可能となる。

【符号の説明】

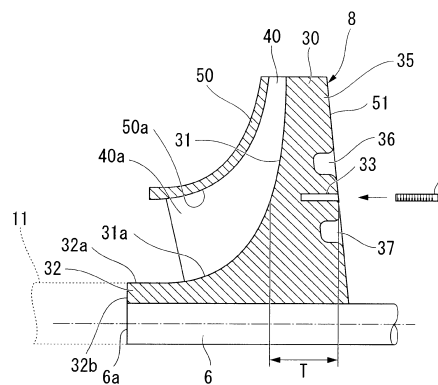
【0046】

- 8, 9 インペラ
- 30 ディスク部
- 33 バランスホール（取付用穴）
- 36, 37 応力緩和凹部（応力緩和手段）
- 40 ブレード部
- 36a, 37a, 61 内側面（軸方向壁部）
- 66 貫通孔（取付用穴）
- 68 径方向内側面（軸方向壁部）
- 69 径方向外側面（軸方向壁部）
- 136, 137 応力緩和肉抜き部（応力緩和手段）
- 136a 壁部（軸方向壁部）
- 137a 壁部（軸方向壁部）
- 236, 237 応力緩和穴（応力緩和手段）
- 336, 337 応力緩和部（応力緩和手段）
- W, W2 ウェイト部（錘）
- R ロータ

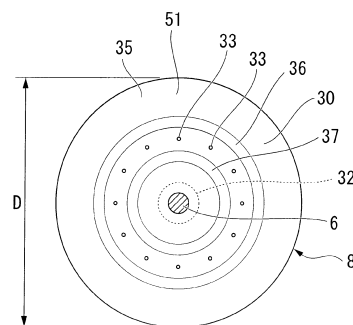
30

40

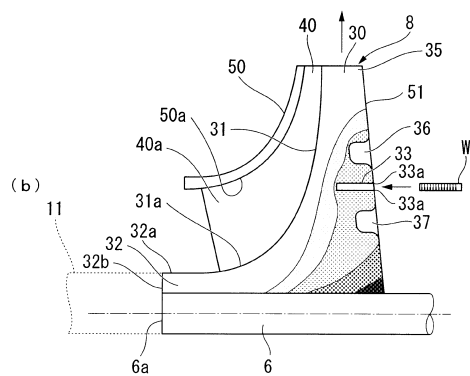
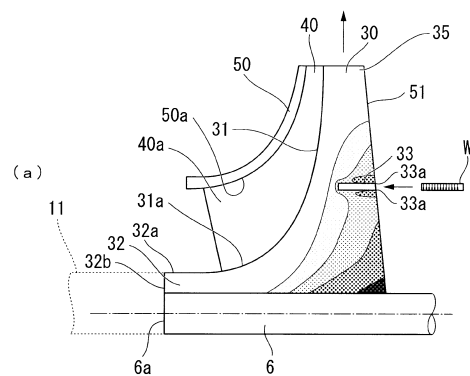
【圖 2】



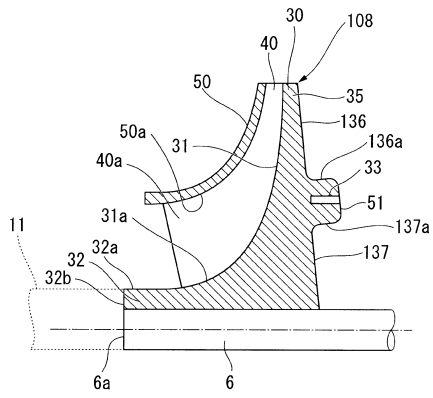
【 図 3 】



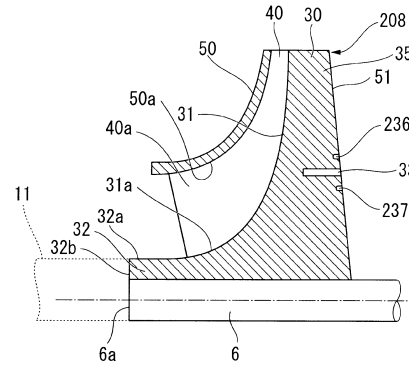
【 図 5 】



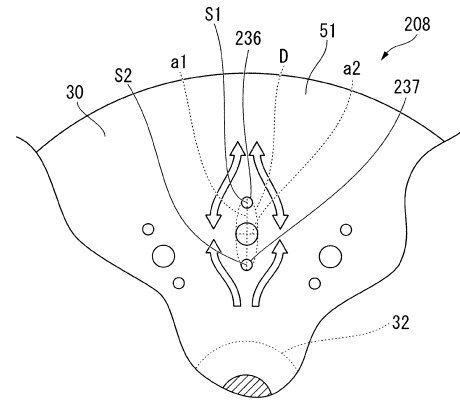
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(74)代理人 100149548

弁理士 松沼 泰史

(72)発明者 八木 信頼

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 宮田 寛之

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工コンプレッサ株式会社内

審査官 北川 大地

(56)参考文献 独国実用新案第08806991(DE, U1)

実開昭54-017905(JP, U)

実開昭55-049019(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 29/66

F04D 29/28

F04D 29/62