

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7588975号
(P7588975)

(45)発行日 令和6年11月25日(2024.11.25)

(24)登録日 令和6年11月15日(2024.11.15)

(51)国際特許分類

F I

F 0 4 D 29/28 (2006.01) F 0 4 D 29/28 J

F 0 4 D 29/22 (2006.01) F 0 4 D 29/22 C

請求項の数 17 (全21頁)

(21)出願番号	特願2020-113188(P2020-113188)	(73)特許権者	310010564
(22)出願日	令和2年6月30日(2020.6.30)		三菱重工コンプレッサ株式会社
(65)公開番号	特開2022-11812(P2022-11812A)		広島県広島市西区観音新町四丁目6番2号
(43)公開日	令和4年1月17日(2022.1.17)	(74)代理人	110000785
審査請求日	令和5年5月9日(2023.5.9)		S S I P弁理士法人
		(72)発明者	八木 信頼
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
			三菱重工株式会社内
		(72)発明者	岡田 徳幸
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
			三菱重工株式会社内
		(72)発明者	小田 貴士
			広島県広島市西区観音新町4丁目6番2号
			2号 三菱重工コンプレッサ株式会社内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転機械のインペラ及び回転機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ディスクと、
径方向流路を隔てて前記ディスクと軸方向に対向配置されるカバーと、
前記ディスクと前記カバーとの間に配置されるブレードと、
を備え、
前記ディスクの背面には、前記ブレードが設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部が設けられ、
前記ディスクは、
前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向内側に位置する内側突出部と、
前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向外側に位置する外側突出部と、
を有し、
前記ディスクの前記背面は、前記内側突出部が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有し、
前記内側突出部の径方向位置における前記ディスクの厚さは、前記ブレードの配置位置に対応する周方向位置の方が前記周方向に沿って隣り合う2つの前記ブレード同士の間位置に対応する周方向位置に比べて大きい
回転機械のインペラ。

【請求項2】

ディスクと、

径方向流路を隔てて前記ディスクと軸方向に対向配置されるカバーと、
前記ディスクと前記カバーとの間に配置されるブレードと、
を備え、
前記ディスクの背面には、前記ブレードが設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部が設けられ、
前記ディスクは、
前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向内側に位置する内側突出部と、
前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向外側に位置する外側突出部と、
を有し、
前記外側突出部は、前記外側突出部の頂点から径方向外側に向かうにつれて軸方向位置が前記カバーに接近し、
前記ディスクの前記背面は、前記外側突出部が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有し、
前記外側突出部のうちの径方向内側の領域が存在する径方向位置において、前記ディスクの厚さは、前記ブレードの配置位置に対応する周方向位置を挟んで該ブレードの圧力面側の位置の方が該ブレードの負圧面側の位置に比べて大きい
回転機械のインペラ。

【請求項 3】

ディスクと、
径方向流路を隔てて前記ディスクと軸方向に対向配置されるカバーと、
前記ディスクと前記カバーとの間に配置されるブレードと、
を備え、
前記ディスクの背面には、前記ブレードが設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部が設けられ、
前記ディスクは、
前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向内側に位置する内側突出部と、
前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向外側に位置する外側突出部と、
を有し、
前記外側突出部は、前記外側突出部の頂点から径方向外側に向かうにつれて軸方向位置が前記カバーに接近し、
前記ディスクの前記背面は、前記外側突出部が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有し、
前記外側突出部のうちの径方向外側の領域が存在する径方向位置において、前記ディスクの厚さは、前記周方向に沿って隣り合う 2 つの前記ブレード同士の間位置に対応する周方向位置の方が前記ブレードの配置位置に対応する周方向位置に比べて大きい
回転機械のインペラ。

【請求項 4】

ディスクと、
径方向流路を隔てて前記ディスクと軸方向に対向配置されるカバーと、
前記ディスクと前記カバーとの間に配置されるブレードと、
を備え、
前記ディスクの背面には、前記ブレードが設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部が設けられ、
前記カバーは、径方向内側端部と径方向外側端部との間で厚さの極大値を有し、且つ、前記厚さが前記極大値となる径方向位置よりも外側において、前記厚さの前記極大値に対する比が 0.2 以上 0.6 以下の範囲内の最小厚さを有し、
前記カバーの前記前面は、前記カバーの前記厚さが前記極大値となる前記径方向位置において、周方向に凹凸を有し、
前記ブレードの配置位置に対応する周方向位置を挟んで前記ブレードの圧力面側の位置における前記カバーの厚さは、前記ブレードの負圧面側の位置における前記カバーの厚さ

10

20

30

40

50

よりも厚い

回転機械のインペラ。

【請求項 5】

前記凹部の最深部は、前記ディスクの外径の 40 % 以上 70 % 以下の範囲内に存在する請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 6】

ディスクと、

径方向流路を隔てて前記ディスクと軸方向に対向配置されるカバーと、

前記ディスクと前記カバーとの間に配置されるブレードと、

を備え、

前記カバーは、径方向内側端部と径方向外側端部との間で厚さの極大値を有し、且つ、前記厚さが前記極大値となる径方向位置よりも外側において、前記厚さの前記極大値に対する比が 0.2 以上 0.6 以下の範囲内の最小厚さを有し、

前記カバーの前面は、前記カバーの前記厚さが前記極大値となる前記径方向位置において、周方向に凹凸を有し、

前記ブレードの配置位置に対応する周方向位置を挟んで前記ブレードの圧力面側の位置における前記カバーの厚さは、前記ブレードの負圧面側の位置における前記カバーの厚さよりも厚い

回転機械のインペラ。

【請求項 7】

前記ディスクの背面には、前記ブレードが設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部が設けられ、

前記ディスクは、

前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向内側に位置する内側突出部と、

前記ディスクの背面において、前記凹部よりも径方向外側に位置する外側突出部と、

を有する

請求項 4 又は 6 に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 8】

前記凹部の最深部と前記内側突出部の頂点との軸方向距離を 1 とした場合に、前記最深部と前記外側突出部の頂点との軸方向距離は、0.2 以上 0.6 以下である

請求項 1、2、3、又は 7 の何れか一項に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 9】

前記内側突出部は、前記内側突出部の頂点から径方向内側に向かうにつれて軸方向位置が前記カバーに接近する

請求項 1、2、3、7、又は 8 の何れか一項に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 10】

前記ディスクの前記背面は、前記内側突出部が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有する

請求項 1、2、3、7、8、又は 9 の何れか一項に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 11】

前記外側突出部は、前記外側突出部の頂点から径方向外側に向かうにつれて軸方向位置が前記カバーに接近する

請求項 1、2、3、7、8、9 又は 10 の何れか一項に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 12】

前記ディスクの前記背面は、前記外側突出部が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有する

請求項 11 に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 13】

前記カバーは、径方向内側端部と径方向外側端部との間で厚さの極大値を有し、且つ、前記厚さが前記極大値となる径方向位置よりも外側において、前記厚さの前記極大値に対

10

20

30

40

50

する比が 0.2 以上 0.6 以下の範囲内の最小厚さを有する
請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 14】

前記カバーの前面は、前記カバーの前記厚さが前記極大値となる前記径方向位置において、周方向に凹凸を有する

請求項 13 に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 15】

前記カバーの前記厚さが前記極大値となる前記径方向位置において、前記カバーの前記厚さは、前記ブレードの配置位置に対応する周方向位置を挟んで該ブレードの圧力面側の位置における厚さの方が該ブレードの負圧面側の位置における厚さよりも大きい

10

請求項 14 に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 16】

前記ブレードと前記カバーとのなす角度は、前記ブレードの圧力面側において鋭角である
請求項 15 に記載の回転機械のインペラ。

【請求項 17】

請求項 1 乃至 16 の何れか一項に記載のインペラ
を備える回転機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本開示は、回転機械のインペラ及び回転機械に関する。

【背景技術】

【0002】

回転機械の一例として、特許文献 1 には、軸方向に配列された複数段のインペラを含む遠心圧縮機が開示されている（例えば特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016 - 180400 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、圧縮機のような回転機械では小型化や低コスト化が要請されている。このような要請に応えるための手法として、例えばインペラの高周速化が挙げられる。

しかし、インペラの回転数を単に大きくするだけでは、インペラに作用する遠心力が増加するため、インペラが変形する等によって不所望の現象が生じてしまう。そのため、インペラの高周速化は容易ではない。

【0005】

本開示の少なくとも一実施形態は、上述の事情に鑑みて、回転機械のインペラの高周速化を図ることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械のインペラは、

ディスクと、

径方向流路を隔てて前記ディスクと軸方向に対向配置されるカバーと、

前記ディスクと前記カバーとの間に配置されるブレードと、

を備え、

前記ディスクの背面には、前記ブレードが設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部が設けられている。

【0007】

50

(2) 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械のインペラは、
ディスクと、
径方向流路を隔てて前記ディスクと軸方向に対向配置されるカバーと、
前記ディスクと前記カバーとの間に配置されるブレードと、
を備え、

前記カバーは、径方向内側端部と径方向外側端部との間で厚さの極大値を有し、

前記カバーは、前記厚さが前記極大値となる径方向位置よりも外側において、前記厚さの前記極大値に対する比が0.2以上0.6以下の範囲内の最小厚さを有する。

【0008】

(3) 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械は、上記構成(1)又は(2)の構成のインペラを備える。

【発明の効果】

【0009】

本開示の少なくとも一実施形態によれば、回転機械のインペラの高周速化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】幾つかの実施形態に係る遠心圧縮機の回転軸の軸方向に沿った断面図である。

【図2】幾つかの実施形態に係るインペラの軸方向に沿った断面を模式的に示した図である。

【図3】幾つかの実施形態に係るインペラの変形について説明するための図である。

【図4A】図2におけるIV(A)矢視断面を模式的に示した図である。

【図4B】図2におけるIV(B)矢視断面を模式的に示した図である。

【図4C】図2におけるIV(C)矢視断面を模式的に示した図である。

【図5A】図2におけるV(A)矢視断面を模式的に示した図である。

【図5B】図2におけるV(B)矢視断面を模式的に示した図である。

【図5C】図2におけるV(C)矢視断面を模式的に示した図である。

【図6】従来のインペラの軸方向に沿った断面を模式的に示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して本開示の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本開示の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

【0012】

(遠心圧縮機1の全体構成)

以下においては、回転機械の一例として、軸方向に配列された複数段のインペラを備えた多段式の遠心圧縮機を例に挙げて説明する。

図1は、幾つかの実施形態に係る遠心圧縮機の回転軸の軸方向に沿った断面図である。

図1に示すように、遠心圧縮機1は、ケーシング2と、ケーシング2内で回転自在に支

10

20

30

40

50

持されるロータ7を備えている。ロータ7は、回転軸（シャフト）4と、シャフト4の外面に固定されている複数段のインペラ8と、を有する。

【0013】

ケーシング2の内部には、軸方向に配列される複数のダイアフラム10が収容されている。複数のダイアフラム10は、インペラ8を外周側から囲うように設けられている。また、ケーシング2の内周側において、複数のダイアフラム10の軸方向における両側には、ケーシングヘッド5、6が設けられている。

ロータ7は、ラジアル軸受20、22及びスラスト軸受24により回転可能に支持されており、中心Oの周りを回転するようになっている。

【0014】

ケーシング2の一端部には、外部からの流体が流入する吸込口16が設けられているとともに、ケーシング2の他端部には、遠心圧縮機1で圧縮された流体を外部に排出するための吐出口18が設けられている。ケーシング2の内部には、複数段のインペラ8間を繋ぐように形成された流路9が形成されており、吸込口16と吐出口18とは、複数のインペラ8及び流路9を介して連通している。吐出口18には、吐出配管50が接続されている。

【0015】

吸込口16を介して遠心圧縮機1に流入した流体は、複数段のインペラ8及び流路9を通過して上流から下流へと流れ、複数段のインペラ8を通過する際に、インペラ8の遠心力が付与されることにより段階的に圧縮される。複数段のインペラ8のうち最下流側に設けられるインペラ8を通過した圧縮流体は、スクロール流路30及び吐出口18を介してケーシング2の外部に導かれ、吐出配管50を介して吐出流路51の出口部52から排出される。

以下の説明では、遠心圧縮機1の軸方向に沿って吸込口16側を上流側と称し、吐出口18を下流側と称する。

【0016】

（インペラ8）

図2は、幾つかの実施形態に係るインペラの軸方向に沿った断面を模式的に示した図である。

図3は、幾つかの実施形態に係るインペラの変形について説明するための図であり、軸方向に沿った断面を模式的に示した図である。

図6は、従来のインペラの軸方向に沿った断面を模式的に示した図である。

図2及び図3に示すように、幾つかの実施形態に係るインペラ8は、ハブ81の背面側でハブ81と一体的に設けられたディスク100と、径方向流路83を隔ててディスク100と軸方向に対向配置されるカバー200と、ディスク100とカバー200との間に配置されるブレード85と、を備えている。すなわち、幾つかの実施形態に係るインペラ8は、いわゆるクローズドインペラである。

説明の便宜上、インペラ8に関して遠心圧縮機1の軸方向上流側をカバー側と称し、軸方向下流側をディスク側と称する。

【0017】

幾つかの実施形態に係るインペラ8では、ハブ81には、シャフト4が挿通される貫通孔87が形成されている。幾つかの実施形態では、貫通孔87のカバー側の領域には、シャフト4と焼き嵌めによって締結される部位である締結部89が設けられている。すなわち、幾つかの実施形態に係るインペラ8は、締結部89においてシャフト4と焼き嵌めによって締結されている。

【0018】

幾つかの実施形態に係るインペラ8では、ディスク100の背面101には、ブレード85が設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部110が設けられている。幾つかの実施形態に係るインペラ8では、凹部110は、ディスク100の背面101において、カバー側に凹んだ部位であり、例えばディスク100の全周にわたって形成さ

10

20

30

40

50

れている。

また、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、ディスク 1 0 0 は、ディスク 1 0 0 の背面 1 0 1 において、上記凹部 1 1 0 よりも径方向内側に位置する内側突出部 1 3 0 と、ディスク 1 0 0 の背面 1 0 1 において、上記凹部 1 1 0 よりも径方向外側に位置する外側突出部 1 5 0 と、を有する。

なお、図 2 では、ディスク 1 0 0 の軸方向への凹凸を誇張している。

また、図 2 では、凹部 1 1 0、内側突出部 1 3 0、及び外側突出部 1 5 0 を有していない従来のインペラ 8 X (図 6 参照) におけるディスク 1 0 0 X の背面 1 0 1 X の形状を 2 点鎖線で表している。

【 0 0 1 9 】

上述したように図 2 では、ディスク 1 0 0 の軸方向への凹凸を誇張しているので、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 におけるディスク 1 0 0 の背面 1 0 1 の軸方向位置は、必ずしも全ての領域で従来のインペラ 8 X におけるディスク 1 0 0 X の背面 1 0 1 X の軸方向位置よりもディスク側 (下流側) に存在するとは限らない。幾つかの実施形態に係るインペラ 8 におけるディスク 1 0 0 の背面 1 0 1 の軸方向位置は、例えば凹部 1 1 0 の少なくとも一部の領域において、従来のインペラ 8 X におけるディスク 1 0 0 X の背面 1 0 1 X の軸方向位置よりもカバー側 (上流側) に存在してもよい。すなわち、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 におけるディスク 1 0 0 の厚さは、例えば凹部 1 1 0 の少なくとも一部の領域において、従来のインペラ 8 X のディスク 1 0 0 X において該領域に径方向位置が対応する領域の厚さよりも小さくてもよい。また、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 におけるディスク 1 0 0 の背面 1 0 1 の軸方向位置は、例えば外側突出部 1 5 0 の少なくとも一部の領域において、従来のインペラ 8 X におけるディスク 1 0 0 X の背面 1 0 1 X の軸方向位置よりもカバー側 (上流側) に存在してもよい。

【 0 0 2 0 】

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、カバー 2 0 0 は、径方向内側端部 2 0 3 と径方向外側端部 2 0 5 との間で厚さの極大値 D を有するように突出したカバー突出部 2 1 0 を有する。

すなわち、幾つかの実施形態に係るカバー 2 0 0 は、カバー 2 0 0 の外側表面 2 0 1 が部分的に盛り上がり、部分的に厚さが厚くなるような形状を有している。

なお、図 2 では、カバー 2 0 0 の厚さ方向への凹凸を誇張している。

また、図 2 では、カバー突出部 2 1 0 を有していない従来のインペラ 8 X におけるカバー 2 0 0 X の外側表面 2 0 1 X の形状を 2 点鎖線で表している。

カバー突出部 2 1 0 のうち厚さが極大値 D となる箇所を頂部 2 1 1 と称する。

【 0 0 2 1 】

上述したように図 2 では、カバー 2 0 0 の厚さ方向への凹凸を誇張しているので、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 におけるカバー 2 0 0 の厚さは、必ずしも全ての領域で従来のインペラ 8 X におけるカバー 2 0 0 X の厚さよりも大きいとは限らない。すなわち、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 におけるカバー 2 0 0 の厚さは、一部の領域で従来のインペラ 8 X におけるカバー 2 0 0 X の厚さよりも小さくてもよい。

【 0 0 2 2 】

(凹部 1 1 0 を設けた理由について)

ところで、圧縮機のような回転機械では小型化や低コスト化が要請されている。このような要請に応えるための手法として、例えばインペラの高周速化が挙げられる。

インペラの高周速化の要請に応えるべく、インペラの回転数を大きくすると、インペラに作用する遠心力が増加するため、従来のインペラ 8 X では、インペラ 8 X が変形する等によって不所望の現象が生じるおそれがある。

【 0 0 2 3 】

一般的に、従来のインペラ 8 X では、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 と同様に、シャフト 4 が挿通される貫通孔 8 7 の軸方向位置のうちカバー側の位置に締結部 8 9 が設けられ、シャフト 4 と焼き嵌めによって締結される。そのため、貫通孔 8 7 の周囲の部位に

10

20

30

40

50

遠心力が作用するので締結力が減少する傾向があり、高周速化によって締結力が不十分になるおそれがある。また、貫通孔 87 の軸方向位置のうちカバー側に位置する締結部 89 でインペラ 8X がシャフト 4 と締結される場合、図 6 において破線及び矢印 91 で示したように、遠心力によってインペラ 8X がディスク側において径方向外側に浮き上がるように変形する傾向がある。このような変形は、インペラ 8X の周囲のダイアフラム 10 とインペラ 8X との接触等の不具合をもたらすおそれがある。

【0024】

発明者らが鋭意検討した結果、ディスク 100 の背面 101 においてブレード 85 が設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部 110 が設けると、以下のような原理によって、シャフト 4 との締結力の減少を抑制できることが判明した。すなわち、図 3 に示すように、ディスク 100 に対して遠心力が作用すると、上述したようにディスク 100 がカバー側に向かって倒れるように変形して、ブレード 85 を介してカバー 200 を押圧する。この時、ディスク 100 に凹部 110 が設けられていると、凹部 110 を折り曲げ点として、ディスク 100 のうち該凹部 110 よりも径方向外側の領域 100b は、凹部 110 よりも径方向内側の領域 100a に対して矢印 93 で示すようにディスク側からカバー側に向かってさらに倒れるように変形する。すなわち、ディスク 100 に凹部 110 が設けられていると、ディスク 100 に凹部 110 が設けられていない場合と比べて、ディスク 100 のうち比較的径方向外側の領域が、一層ディスク側からカバー側に向かって倒れるように変形する。これにより、カバー 200 のうち比較的径方向外側の領域 200b が矢印 95 で示すようにディスク側からカバー側へ向かう方向に押圧されるため、カバーのうち比較的径方向内側に近い領域 200a には、矢印 97 で示すように径方向内側に向かう成分を有する押圧力 F が作用する。

そのため、締結部 89 の近傍が径方向外側に向かって膨らむことが抑制されるため、上記締結力の減少が抑制される。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、上記締結力の減少を抑制でき、インペラ 8 の高周速化に寄与できる。

【0025】

(凹部 110 の径方向位置について)

発明者らが鋭意検討した結果、上述したようにシャフト 4 との締結力の減少を効果的に抑制するためには、凹部 110 の最深部 111 がディスク 100 の外径の 40% 以上 70% 以下の範囲内に存在するとよいことが判明した。

そこで、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、凹部 110 の最深部 111 がディスク 100 の外径の 40% 以上 70% 以下の範囲内に存在するように凹部 110 の径方向位置を設定している。これにより、シャフト 4 との締結力の減少を効果的に抑制できる。

【0026】

(内側突出部 130 及び外側突出部 150 について)

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、ディスク 100 は、ディスク 100 の背面 101 において、内側突出部 130 と外側突出部 150 とを有するとよい。

上述したように、遠心力によってインペラ 8 がディスク側において径方向外側に浮き上がるように変形する傾向がある。

そこで、このような変形を抑制するために周方向応力を抑制すべく、例えばディスク 100 の厚さを厚くすることが考えられる。しかし、ディスク 100 の厚さを単に厚くするだけでは、インペラ 8 の重量が増加するため遠心力も増加し、周方向応力を効果的に抑制できないおそれがある。また、ディスク 100 には複数のブレード 85 が取り付けられているため、ブレード 85 から受ける力等によってディスク 100 に局所的に高い応力が生じるおそれがある。そのため、遠心力の抑制のために、例えばディスク 100 の厚さを薄くすると、ディスク 100 に生じる局所的な応力の影響がより大きくなるおそれがある。

【0027】

ディスク 100 において周方向応力を効果的に抑制するためには、径方向において比較的内側の領域の厚さを厚くするとよい。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、上述した内側突出部 130 を設けることで、ディスク 100 (ハブ 81) において周方向応力を効果的に抑制できる。

【0028】

また、発明者らが鋭意検討した結果、上述した外側突出部 150 を設けることで、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力の影響を抑制できることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力の影響を抑制できる。

【0029】

なお、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 において、内側突出部 130 は、周方向に沿って一様に、すなわち、周方向の位置によらず軸方向への突出量が不変となるように形成されていてもよい。また、後述するように、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 において、内側突出部 130 は、周方向の位置によって突出量が変化してもよい。

10

また、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 において、外側突出部 150 は、周方向に沿って一様に形成されていてもよい。また、後述するように、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 において、外側突出部 150 は、周方向の位置によって突出量が変化してもよい。

【0030】

(凹部 110、内側突出部 130 及び外側突出部 150 の軸方向位置の関係について)

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、図 3 に示すように、凹部 110 の最深部 111 と内側突出部 130 の頂点 131 との軸方向距離 B を 1 とした場合に、最深部 111 と外側突出部 150 の頂点 151 との軸方向距離 A は、0.2 以上 0.6 以下であるとよい。

20

発明者らが鋭意検討した結果、凹部 110 の最深部 111 と内側突出部 130 の頂点 131 との軸方向距離 B を 1 とした場合に、最深部 111 と外側突出部 150 の頂点 151 との軸方向距離 A が 0.2 未満であると、上述したような外側突出部 150 を設けることによる作用効果が不十分になってしまうおそれがあることが判明した。また、凹部 110 の最深部 111 と内側突出部 130 の頂点 131 との軸方向距離 B を 1 とした場合に、最深部 111 と外側突出部 150 の頂点 151 との軸方向距離 A が 0.6 を超えると、凹部 110 よりも径方向外側の領域 110b でディスク 100 の重量が増加することによるデメリットが大きくなるおそれがあることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、上記軸方向距離 B を 1 とした場合に、上記軸方向距離 A を 0.2 以上 0.6 以下に設定することで、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力の影響を効果的に抑制できる。

30

【0031】

(内側突出部 130 の形状について)

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、図 2 及び図 3 に示すように、内側突出部 130 は、内側突出部 130 の頂点 131 から径方向内側に向かうにつれて軸方向位置がカバー 200 に接近するように形成されているとよい。すなわち、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、図 2 及び図 3 に示すように、内側突出部 130 は、内側突出部 130 の頂点 131 から径方向内側に向かうにつれてディスク 100 の厚さが薄くなるように形成されているとよい。

発明者らが鋭意検討した結果、図 2 及び図 3 に示す頂点 131 よりも径方向内側の領域において、ディスク 100 の厚さを厚くしても、ディスク 100 の重量が増加する割には周方向応力を抑制する効果が比較的少ないことが判明した。したがって、図 2 及び図 3 に示すように、内側突出部 130 の形状を、内側突出部 130 の頂点 131 から径方向内側に向かうにつれて軸方向位置がカバー 200 に接近するように形成することで、ディスク 100 において周方向応力を抑制しつつ、ディスク 100 の重量増を抑制できる。

40

【0032】

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、ディスク 100 の背面 101 は、内側突出部 130 が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有するとよい。

すなわち、ディスク 100 には周方向に間隔を空けて複数のブレード 85 が取り付けられているため、ディスク 100 に生じる応力が周方向の位置によって変化する。この点に

50

注目して発明者らが鋭意検討した結果、周方向の位置によって内側突出部 130 の突出量を変えることで、ディスク 100 において周方向応力を抑制しつつ、内側突出部 130 を設けることによる重量増を抑制できることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、内側突出部 130 が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有するようにディスク 100 の背面 101 を形成することで、ディスク 100 において周方向応力を抑制しつつ、内側突出部 130 を設けることによる重量増を抑制できる。

具体的には、以下のようにディスク 100 の背面 101 を形成するとよい。

【0033】

図 4A は、図 2 における IV (A) 矢視断面、すなわち、内側突出部 130 が存在する径方向位置における矢視断面を模式的に示した図である。

10

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、例えば図 4A に示したように、内側突出部 130 の径方向位置におけるディスク 100 の厚さは、ブレード 85 の配置位置に対応するディスク 100 の周方向位置 P1 の方が周方向に沿って隣り合う 2 つのブレード 85 同士の間位置に対応するディスク 100 の周方向位置 P2 に比べて大きいとよい。

すなわち、例えば、幾つかの実施形態に係る内側突出部 130 は、ブレード 85 の配置位置に対応する周方向位置 P1 において軸方向への突出量が比較的多い第 1 突出部 133 と、周方向に沿って隣り合う 2 つのブレード 85 同士の間位置に対応する周方向位置 P2 において軸方向への突出量が比較的少ない第 2 突出部 134 とが周方向に交互に現れるように形成されていてもよい。

20

【0034】

発明者らが鋭意検討した結果、隣り合う 2 つのブレード同士の間位置に対応する周方向位置 P2 では、ディスク 100 の厚さを厚くする必要性が低いことが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、第 1 突出部 133 と第 2 突出部 134 とが周方向に交互に現れるように内側突出部 130 を形成することで、内側突出部 130 を設けることによる重量増を抑制しつつ、ディスク 100 における周方向応力を効率的に抑制できる。

【0035】

(外側突出部 150 の形状について)

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、図 2 及び図 3 に示すように、外側突出部 150 は、外側突出部 150 の頂点 151 から径方向外側に向かうにつれて軸方向位置がカバー 200 に接近するように形成されているとよい。すなわち、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、図 2 及び図 3 に示すように、外側突出部 150 は、外側突出部 150 の頂点 151 から径方向外側に向かうにつれてディスク 100 の厚さが薄くなるように形成されているとよい。

30

遠心力の大きさは、中心 O からの距離及び質量に比例する。そのため、ディスク 100 に作用する遠心力を低減する観点から、ディスク 100 において中心 O からの距離が遠いほど、ディスク 100 の厚さは薄い方が望ましい。したがって、図 2 及び図 3 に示すように、外側突出部 150 の形状を、外側突出部 150 の頂点 151 から径方向外側に向かうにつれて軸方向位置がカバー 200 に接近するように形成することで、ディスク 100 に作用する遠心力を抑制できる。

40

【0036】

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、ディスク 100 の背面 101 は、外側突出部 150 が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有するとよい。

発明者らが鋭意検討した結果、上記凹部 110 よりも径方向外側の領域 100b において、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力は、周方向に間隔を空けて取り付けられている複数のブレード 85 の影響を受けるため、周方向に沿って周期的に増減することが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、外側突出部 150 が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有するようにディスク 100 の背面 101 を形成

50

することで、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力を抑制しつつ、外側突出部 150 を設けることによる重量増を抑制できる。

具体的には、以下のようにディスク 100 の背面 101 を形成するとよい。

【0037】

図 4 B は、図 2 における I V (B) 矢視断面、すなわち、外側突出部 150 のうちの径方向内側の領域 150 a が存在する径方向位置における矢視断面を模式的に示した図である。

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、例えば図 4 B に示したように、外側突出部 150 のうちの径方向内側の領域 150 a が存在する径方向位置において、ディスク 100 の厚さは、ブレード 85 の配置位置に対応するディスク 100 の周方向位置 P 1 を挟んで該ブレードの圧力面 85 P 側に位置するディスク 100 の位置 P 3 の方が該ブレード 85 の負圧面 85 S 側に位置するディスク 100 の位置 P 4 に比べて大きいとよい。

すなわち、例えば、幾つかの実施形態に係る外側突出部 150 は、ブレード 85 の配置位置に対応する周方向位置 P 1 を挟んで該ブレード 85 の圧力面 85 P 側の位置 P 3 において軸方向への突出量が比較的多い第 3 突出部 153 が形成されているとよい。また、幾つかの実施形態に係るディスク 100 では、ブレード 85 の配置位置に対応する周方向位置 P 1 を挟んで該ブレード 85 の負圧面 85 S 側の位置 P 4 において、少なくとも第 3 突出部 153 を含むディスク 100 の厚さよりもディスク 100 の厚さが薄くなる凹部 171 が形成されているとよい。なお、幾つかの実施形態に係る凹部 171 の少なくとも一部の領域における軸方向位置は、従来のインペラ 8 X におけるディスク 100 X の背面 101 X の軸方向位置よりもカバー側（上流側）に存在してもよい。

【0038】

発明者らが鋭意検討した結果、上記凹部 110 よりも径方向外側の領域 100 b のうち比較的径方向内側の領域となる領域 150 a では、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力は、ブレード 85 の配置位置に対応する周方向位置 P 1 を挟んで該ブレード 85 の圧力面 85 P 側の位置 P 3 において比較的高くなることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、第 3 突出部 153 が周方向に沿って周期的に現れるように外側突出部 150 を形成することで、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力を抑制しつつ、外側突出部 150 を設けることによる重量増を抑制できる。また、上述したように、凹部 171 が周方向に沿って周期的に現れるように、すなわち、周方向に沿って第 3 突出部 153 と凹部 171 とが交互に現れるように外側突出部 150 を形成してもよい。

【0039】

図 4 C は、図 2 における I V (C) 矢視断面、すなわち、外側突出部 150 のうちの径方向外側の領域 150 b が存在する径方向位置における矢視断面を模式的に示した図である。

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、例えば図 4 C に示したように、外側突出部 150 のうちの径方向外側の領域 150 b が存在する径方向位置において、ディスク 100 の厚さは、周方向に沿って隣り合う 2 つのブレード 85 同士の間隔位置に対応する周方向位置 P 2 の方がブレード 85 の配置位置に対応する周方向位置 P 1 に比べて大きいとよい。

すなわち、例えば、幾つかの実施形態に係る外側突出部 150 は、周方向に沿って隣り合う 2 つのブレード 85 同士の間隔位置に対応する周方向位置 P 2 において軸方向に突出する第 4 突出部 154 が形成されているとよい。また、幾つかの実施形態に係るディスク 100 では、ブレード 85 の配置位置に対応する周方向位置 P 1 において、少なくとも第 4 突出部 154 を含むディスク 100 の厚さよりもディスク 100 の厚さが薄くなる凹部 173 が形成されているとよい。なお、幾つかの実施形態に係る凹部 173 の少なくとも一部の領域における軸方向位置は、従来のインペラ 8 X におけるディスク 100 X の背面 101 X の軸方向位置よりもカバー側（上流側）に存在してもよい。

【0040】

発明者らが鋭意検討した結果、上記凹部 110 よりも径方向外側の領域 100 b のうち

比較的径方向外側の領域となる領域 150b では、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力は、周方向に沿って隣り合う 2 つのブレード 85 同士の間位置に対応する周方向位置 P2 において僅かに高くなることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、第 4 突出部 154 が周方向に沿って周期的に現れるように外側突出部 150 を形成することで、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力を抑制しつつ、外側突出部 150 を設けることによる重量増を抑制できる。また、上述したように、凹部 173 が周方向に沿って周期的に現れるように、すなわち、周方向に沿って第 4 突出部 154 と凹部 173 とが交互に現れるように外側突出部 150 を形成してもよい。

なお、図示はしないが、図 2 における IV (C) 矢視断面よりも径方向外側の少なくとも一部の領域における軸方向位置は、周方向の全周にわたって従来のインペラ 8X におけるディスク 100X の背面 101X の軸方向位置よりもカバー側（上流側）に存在してもよい。

【0041】

（カバー 200 の形状について）

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、厚さが極大値 D となる径方向位置よりも径方向外側において、厚さの極大値 D に対する比が 0.2 以上 0.6 以下の範囲内の最小厚さ C を有するとよい。なお、カバー 200 の径方向外側端部 205 がブレード 85 の後縁 85T よりも径方向外側に突出していた場合、上記最小厚さ C は、カバー 200 のうちブレード 85 の後縁 85T よりも径方向外側に突出した部分における最小厚さとする。

【0042】

上述したように、ディスク 100 に対して遠心力が作用すると、ディスク 100 がカバー側に向かって倒れるように変形して、ブレード 85 を介してカバー 200 を押圧する。

なお、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、ディスク 100 には上記凹部 110 が設けられているので、上述したように、上記凹部 110 が設けられていない場合と比べて、ディスク 100 のうち比較的径方向外側の領域が、一層ディスク側からカバー側に向かって倒れるように変形する。

【0043】

ここで、ディスク 100 がカバー側に向かって倒れるように変形すると、カバー 200 のうち、主として比較的径方向外側の領域 200b が押圧されることとなる。そのため、カバー 200 のうち比較的径方向内側に近い領域 200a において径方向内側に向かう成分を有する押圧力 F を効率的に発生させるためには、カバー 200 の曲げ剛性を向上させる、すなわちカバー 200 の厚さを厚くするとよい。

しかし、単にカバー 200 の厚さを厚くするだけでは、カバー 200 に作用する遠心力が増加するため、増加する遠心力の影響を受けて上記押圧力 F が減殺されてしまう。

【0044】

ここで、径方向内側端部 203 と径方向外側端部 205 との間で厚さの極大値 D を有するようにカバー 200 を構成すると、カバー 200 の厚さを厚くしても、上記押圧力 F を減殺するような遠心力の増加を抑制できる。

また、発明者らが鋭意検討した結果、厚さが極大値 D となる径方向位置よりも径方向外側において、厚さの極大値 D に対する比が 0.2 以上 0.6 以下の範囲内の最小厚さ C を有するようにカバー 200 を構成すると、カバー 200 における比較的径方向外側の領域 200b の厚さを抑制でき、インペラ 8 の重量の増加を抑制できることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、インペラ 8 の重量の増加を抑制しつつ、上記締結力の減少を抑制できる。

【0045】

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、カバー 200 の前面（外側表面 201）は、カバー 200 の厚さが極大値 D となる径方向位置において、周方向に凹凸を有するとよい。

【0046】

発明者らが鋭意検討した結果、カバー 200 には周方向に間隔を空けて複数のブレード

10

20

30

40

50

８５が取り付けられているため、カバー２００の厚さが極大値Ｄとなる径方向位置において、周方向の位置によって極大値Ｄの大きさ、すなわちカバー２００の厚さを変えることで、上記押圧力Ｆを効率的に発生させることができるとともに、カバー２００の厚さを厚くすることによる重量増を抑制できることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ８によれば、上記締結力の減少を効果的に抑制しつつ、カバー２００の厚さを厚くすることによる重量増を抑制できる。

具体的には、以下のようにカバー２００の外側表面２０１を形成するとよい。

【００４７】

図５Ａは、図２におけるＶ（Ａ）矢視断面、すなわち、カバー突出部２１０のうち頂部２１１が存在する位置における矢視断面を模式的に示した図である。

10

図５Ｂは、図２におけるＶ（Ｂ）矢視断面、すなわち、カバー突出部２１０のうち頂部２１１よりも径方向外側の位置における矢視断面を模式的に示した図である。

図５Ｃは、図２におけるＶ（Ｃ）矢視断面、すなわち、カバー突出部２１０のうち図２におけるＶ（Ｂ）矢視断面の位置よりも径方向外側の位置における矢視断面を模式的に示した図である。

【００４８】

幾つかの実施形態に係るインペラ８では、例えば図５Ａ乃至図５Ｃに示すように、カバー２００の厚さが極大値Ｄとなる径方向位置において、カバー２００の厚さは、以下のように設定されているとよい。すなわち、ブレード８５の配置位置に対応するカバー２００の周方向位置Ｐ５を挟んで該ブレード８５の圧力面８５Ｐ側に位置するカバー２００の位置を位置Ｐ６とし、周方向位置Ｐ５を挟んで該ブレード８５の負圧面８５Ｓ側に位置するカバー２００の位置を位置Ｐ７とする。カバー２００の厚さは、位置Ｐ６における厚さの方が位置Ｐ７における厚さよりも大きいとよい。

20

【００４９】

すなわち、例えば図５Ａに示すように、幾つかの実施形態に係るカバー突出部２１０は、頂部２１１が存在する径方向位置において、周方向の位置Ｐ６において突出量が比較的多い第１突出部２１３と、周方向の位置Ｐ７において突出量が比較的小さい第２突出部２１４とが周方向に交互に現れるように形成されていてもよい。

また、例えば図５Ｂに示すように、幾つかの実施形態に係るカバー突出部２１０は、頂部２１１が存在する径方向位置よりも径方向外側において、位置Ｐ６を含む周方向位置に設けられた第３突出部２１５と、位置Ｐ７を含む周方向位置に設けられた凹部２３１とが周方向に交互に現れるように形成されていてもよい。第３突出部２１５は、突出量が比較的多いものの上記第１突出部２１３よりも突出量が少ない部位である。凹部２３１は、少なくとも第３突出部２１５を含むカバー２００の厚さよりもカバー２００の厚さが小さくなる部位である。

30

なお、凹部２３１の少なくとも一部の領域におけるカバー２００の厚さは、従来のインペラ８×のカバー２００×において該領域に径方向位置が対応する領域の厚さよりも小さくてもよい。

【００５０】

なお、例えば図５Ｃに示すように、幾つかの実施形態に係るカバー２００は、上記第３突出部２１５及び凹部２３１が形成された径方向位置よりも径方向外側において、位置Ｐ６を含み周方向に延在する外周側領域２３３と、位置Ｐ７を含む周方向位置に設けられた凹部２３５とが周方向に交互に現れるように形成されていてもよい。外周側領域２３３は、少なくとも第３突出部２１５を含むカバー２００の厚さよりもカバー２００の厚さが小さくなる領域である。凹部２３５は、外周側領域２３３よりもカバー２００の厚さが小さくなる部位である。

40

なお、外周側領域２３３の少なくとも一部の領域におけるカバー２００の厚さは、従来のインペラ８×のカバー２００×において該領域に径方向位置が対応する領域の厚さよりも小さくてもよい。また、凹部２３５におけるカバー２００の厚さは、従来のインペラ８×のカバー２００×において該領域に径方向位置が対応する領域の厚さよりも小さくても

50

よい。

【 0 0 5 1 】

発明者らが鋭意検討した結果、ブレード 8 5 の配置位置に対応する周方向位置 P 5 を挟んで該ブレード 8 5 の圧力面 8 5 P 側の位置 P 6 においてカバー 2 0 0 の厚さを該ブレード 8 5 の負圧面 8 5 S 側の位置 P 7 よりも厚くすると、上記押圧力 F を効率的に発生させることができることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、上記締結力の減少を効果的に抑制しつつ、カバー 2 0 0 の厚さを厚くすることによる重量増を抑制できる。

【 0 0 5 2 】

幾つかの実施形態に係るインペラ 8 では、例えば図 5 A 乃至図 5 C に示すように、ブレード 8 5 とカバー 2 0 0 とのなす角度 は、ブレード 8 5 の圧力面 8 5 P 側において鋭角であるとよい。

10

【 0 0 5 3 】

発明者らが鋭意検討した結果、ブレード 8 5 とカバー 2 0 0 とのなす角度 がブレード 8 5 の圧力面 8 5 P 側において鋭角であると、ブレード 8 5 の配置位置に対応する周方向位置 P 5 を挟んで該ブレード 8 5 の圧力面 8 5 P 側の位置 P 6 においてカバー 2 0 0 の厚さを該ブレード 8 5 の負圧面 8 5 S 側の位置 P 7 よりも厚くしたときに、上記押圧力 F を一層効率的に発生させることができることが判明した。

したがって、幾つかの実施形態に係るインペラ 8 によれば、上記締結力の減少を一層効果的に抑制しつつ、カバー 2 0 0 の厚さを厚くすることによる重量増を抑制できる。

20

【 0 0 5 4 】

幾つかの実施形態に係る遠心圧縮機 1 によれば、上述した幾つかの実施形態に係るインペラ 8 を備えるので、インペラ 8 の高周速化を図ることができ、遠心圧縮機 1 の小型化や低コスト化に資する。

【 0 0 5 5 】

本開示は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

例えば、上述した幾つかの実施形態では、インペラ 8 には、凹部 1 1 0 と、内側突出部 1 3 0 と、外側突出部 1 5 0 と、カバー突出部 2 1 0 とが設けられている。しかし、インペラ 8 には、例えば凹部 1 1 0、内側突出部 1 3 0、及び外側突出部 1 5 0 が設けられずに、カバー突出部 2 1 0 が設けられていてもよい。また、インペラ 8 には、例えば凹部 1 1 0、内側突出部 1 3 0、及び外側突出部 1 5 0 が設けられていて、カバー突出部 2 1 0 が設けられていなくてもよい。

30

【 0 0 5 6 】

上述した幾つかの実施形態では、インペラ 8 が回転機械の一例として多段式の遠心圧縮機 1 に用いられる場合について説明した。しかし、上述した幾つかの実施形態に係るインペラ 8 は、単段式の圧縮機や、ラジアルタービン、ポンプ等、他の種類の回転機械に用いられるものであってもよい。

【 0 0 5 7 】

上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

40

(1) 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械のインペラ 8 は、ディスク 1 0 0 と、径方向流路 8 3 を隔ててディスク 1 0 0 と軸方向に対向配置されるカバー 2 0 0 と、ディスク 1 0 0 とカバー 2 0 0 との間に配置されるブレード 8 5 と、を備える。ディスク 1 0 0 の背面 1 0 1 には、ブレード 8 5 が設けられている径方向の範囲内に、周方向に延在する凹部 1 1 0 が設けられている。

【 0 0 5 8 】

上述したように、上記 (1) の構成によれば、上記締結力の減少を抑制でき、インペラ 8 の高周速化に寄与できる。

【 0 0 5 9 】

(2) 幾つかの実施形態では、上記 (1) の構成において、凹部 1 1 0 の最深部 1 1 1 は

50

、ディスク 100 の外径の 40% 以上 70% 以下の範囲内に存在するとよい。

【0060】

上記(2)の構成によれば、シャフト 4 との締結力の減少を効果的に抑制できる。

【0061】

(3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)の構成において、ディスク 100 は、ディスク 100 の背面 101 において、上記凹部 110 よりも径方向内側に位置する内側突出部 130 と、ディスク 100 の背面 101 において、上記凹部 110 よりも径方向外側に位置する外側突出部 150 と、を有するとよい。

【0062】

上述したように、上記(3)の構成によれば、上述した内側突出部を設けることで、ディスク 100 (ハブ 81) において周方向応力を効果的に抑制できる。

10

また、上記(3)の構成によれば、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力の影響を抑制できる。

【0063】

(4) 幾つかの実施形態では、上記(3)の構成において、凹部 110 の最深部 111 と内側突出部 130 の頂点 131 との軸方向距離 B を 1 とした場合に、最深部 111 と外側突出部 150 の頂点 151 との軸方向距離 A は、0.2 以上 0.6 以下であるとよい。

【0064】

上記(4)の構成によれば、上述したようなディスク 100 に生じる局所的な応力の影響を効果的に抑制できる。

20

【0065】

(5) 幾つかの実施形態では、上記(3)又は(4)の構成において、内側突出部 130 は、内側突出部 130 の頂点 131 から径方向内側に向かうにつれて軸方向位置がカバー 200 に接近するとよい。

【0066】

上記(5)の構成によれば、ディスク 100 において周方向応力を抑制しつつ、ディスク 100 の重量増を抑制できる。

【0067】

(6) 幾つかの実施形態では、上記(3)乃至(5)の何れかの構成において、ディスク 100 の背面 101 は、内側突出部 130 が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有するとよい。

30

【0068】

上記(6)の構成によれば、ディスク 100 において周方向応力を抑制しつつ、内側突出部 130 を設けることによる重量増を抑制できる。

【0069】

(7) 幾つかの実施形態では、上記(6)の構成において、内側突出部 130 の径方向位置におけるディスク 100 の厚さは、ブレード 85 の配置位置に対応する周方向位置 P1の方が周方向に沿って隣り合う 2 つのブレード 85 同士の間位置に対応する周方向位置 P2 に比べて大きいとよい。

【0070】

上記(7)の構成によれば、内側突出部 130 を設けることによる重量増を抑制しつつ、ディスク 100 における周方向応力を効率的に抑制できる。

40

【0071】

(8) 幾つかの実施形態では、上記(3)乃至(7)の何れかの構成において、外側突出部 150 は、外側突出部 150 の頂点 151 から径方向外側に向かうにつれて軸方向位置がカバー 200 に接近するとよい。

【0072】

上記(8)の構成によれば、径方向外側に向かうにつれてディスク 100 の厚さを薄くできるので、ディスク 100 に作用する遠心力を抑制できる。

【0073】

50

(9) 幾つかの実施形態では、上記 (8) の構成において、ディスク 1 0 0 の背面 1 0 1 は、外側突出部 1 5 0 が存在する径方向位置において、周方向に凹凸を有するとよい。

【 0 0 7 4 】

上記 (9) の構成によれば、上述したようなディスク 1 0 0 に生じる局所的な応力を抑制しつつ、外側突出部 1 5 0 を設けることによる重量増を抑制できる。

【 0 0 7 5 】

(1 0) 幾つかの実施形態では、上記 (9) の構成において、外側突出部 1 5 0 のうちの径方向内側の領域 1 5 0 a が存在する径方向位置において、ディスク 1 0 0 の厚さは、ブレード 8 5 の配置位置に対応する周方向位置 P 1 を挟んで該ブレード 8 5 の圧力面 8 5 P 側の位置 P 3 の方が該ブレード 8 5 の負圧面 8 5 S 側の位置 P 4 に比べて大きいとよい。

10

【 0 0 7 6 】

上記 (1 0) の構成によれば、上述したようなディスク 1 0 0 に生じる局所的な応力を抑制しつつ、外側突出部 1 5 0 を設けることによる重量増を抑制できる。

【 0 0 7 7 】

(1 1) 幾つかの実施形態では、上記 (9) 又は (1 0) の構成において、外側突出部 1 5 0 のうちの径方向外側の領域 1 5 0 b が存在する径方向位置において、ディスク 1 0 0 の厚さは、周方向に沿って隣り合う 2 つのブレード 8 5 同士の間位置に対応する周方向位置 P 2 の方がブレード 8 5 の配置位置に対応する周方向位置 P 1 に比べて大きいとよい。

【 0 0 7 8 】

上記 (1 1) の構成によれば、上述したようなディスク 1 0 0 に生じる局所的な応力を抑制しつつ、外側突出部 1 5 0 を設けることによる重量増を抑制できる。

20

【 0 0 7 9 】

(1 2) 幾つかの実施形態では、上記 (1) 乃至 (1 1) の何れかの構成において、カバー 2 0 0 は、径方向内側端部 2 0 3 と径方向外側端部 2 0 5 との間で厚さの極大値 D を有し、且つ、厚さが極大値 D となる径方向位置よりも外側において、厚さの極大値 D に対する比が 0 . 2 以上 0 . 6 以下の範囲内の最小厚さ C を有するとよい。

【 0 0 8 0 】

上記 (1 2) の構成によれば、インペラ 8 の重量の増加を抑制しつつ、上記締結力の減少を抑制できる。

【 0 0 8 1 】

30

(1 3) 幾つかの実施形態では、上記 (1 2) の構成において、カバー 2 0 0 の前面 (外側表面 2 0 1) は、カバー 2 0 0 の厚さが極大値 D となる径方向位置において、周方向に凹凸を有するとよい。

【 0 0 8 2 】

上記 (1 3) の構成によれば、上記締結力の減少を効果的に抑制しつつ、カバー 2 0 0 の厚さを厚くすることによる重量増を抑制できる。

【 0 0 8 3 】

(1 4) 幾つかの実施形態では、上記 (1 3) の構成において、カバー 2 0 0 の厚さが極大値 D となる径方向位置において、カバー 2 0 0 の厚さは、ブレード 8 5 の配置位置に対応する周方向位置 P 5 を挟んで該ブレード 8 5 の圧力面 8 5 P 側の位置 P 6 における厚さの方が該ブレード 8 5 の負圧面 8 5 S 側の位置 P 7 における厚さよりも大きいとよい。

40

【 0 0 8 4 】

上記 (1 4) の構成によれば、上記締結力の減少を効果的に抑制しつつ、カバー 2 0 0 の厚さを厚くすることによる重量増を抑制できる。

【 0 0 8 5 】

(1 5) 幾つかの実施形態では、上記 (1 4) の構成において、ブレード 8 5 とカバー 2 0 0 とのなす角度 は、ブレード 8 5 の圧力面 8 5 P 側において鋭角であるとよい。

【 0 0 8 6 】

上記 (1 5) の構成によれば、上記締結力の減少を一層効果的に抑制しつつ、カバー 2 0 0 の厚さを厚くすることによる重量増を抑制できる。

50

【 0 0 8 7 】

(1 6) 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械のインペラ 8 は、ディスク 1 0 0 と、径方向流路 8 3 を隔ててディスク 1 0 0 と軸方向に対向配置されるカバー 2 0 0 と、ディスク 1 0 0 とカバー 2 0 0 との間に配置されるブレード 8 5 と、を備える。カバー 2 0 0 は、径方向内側端部 2 0 3 と径方向外側端部 2 0 5 との間で厚さの極大値 D を有し、且つ、厚さが極大値 D となる径方向位置よりも外側において、厚さの極大値 D に対する比が 0 . 2 以上 0 . 6 以下の範囲内の最小厚さ C を有する。

【 0 0 8 8 】

上記 (1 6) の構成によれば、インペラ 8 の重量の増加を抑制しつつ、上記締結力の減少を抑制できる。

10

【 0 0 8 9 】

(1 7) 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械としての遠心圧縮機 1 は、上記 (1) 乃至 (1 6) の何れかの構成のインペラ 8 を備える。

【 0 0 9 0 】

上記 (1 7) の構成によれば、インペラ 8 の高周速化を図ることができ、遠心圧縮機 1 の小型化や低コスト化に資する。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

1 遠心圧縮機

4 回転軸 (シャフト)

20

8 インペラ

8 3 径方向流路

8 5 ブレード

1 0 0 ディスク

1 0 1 背面

1 1 0 凹部

1 3 0 内側突出部

1 3 1 頂点

1 5 0 外側突出部

1 5 1 頂点

30

2 0 0 カバー

2 0 1 外側表面 (前面)

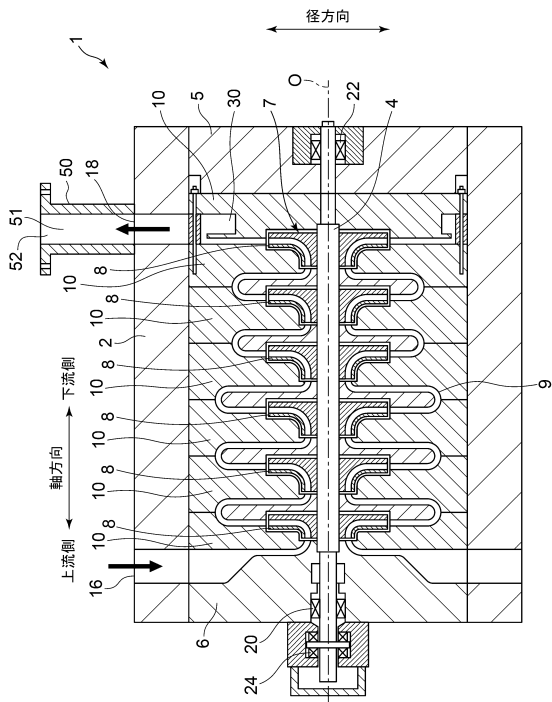
2 1 0 カバー突出部

40

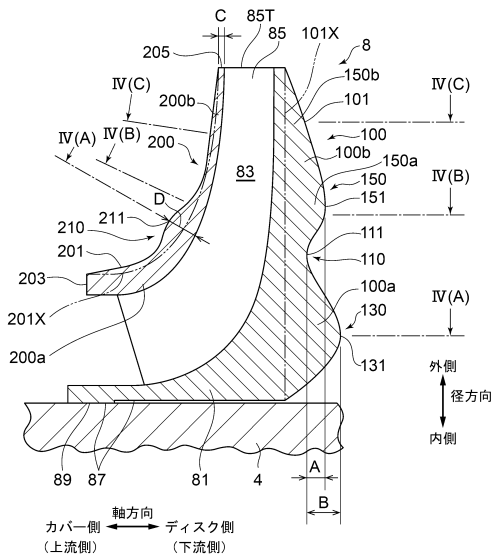
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

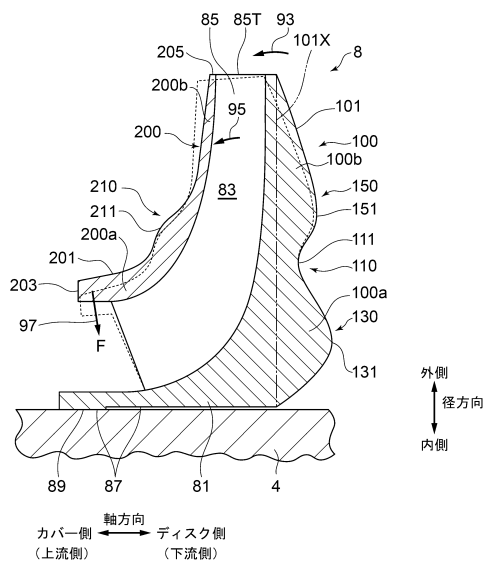
20

30

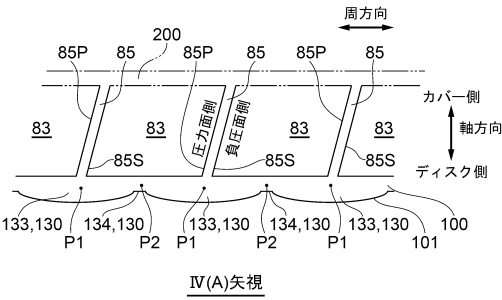
40

50

【図 3】



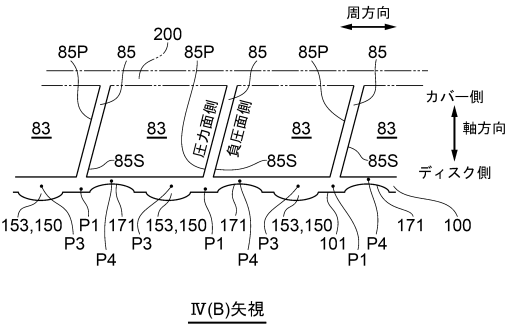
【図 4 A】



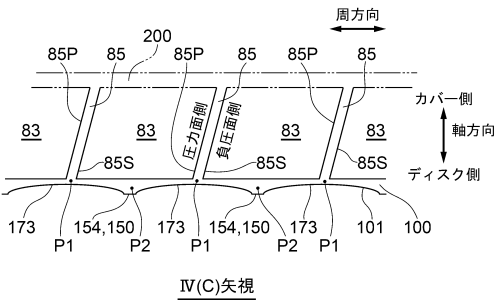
10

20

【図 4 B】



【図 4 C】

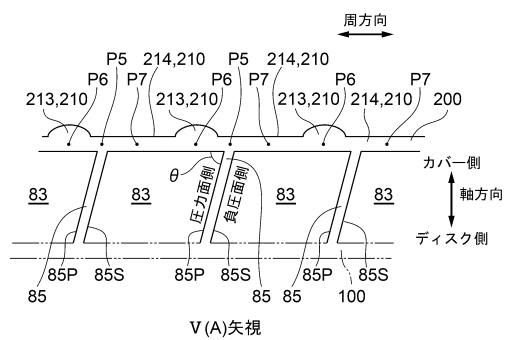


30

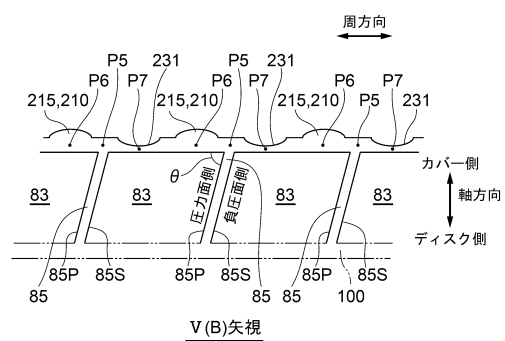
40

50

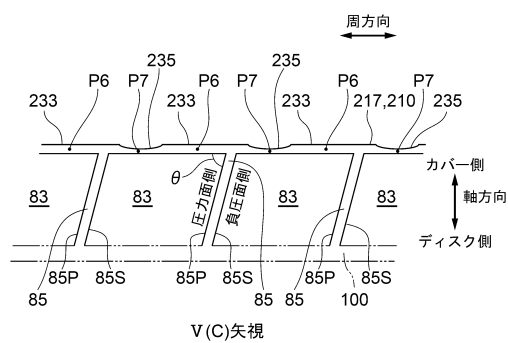
【 図 5 A 】



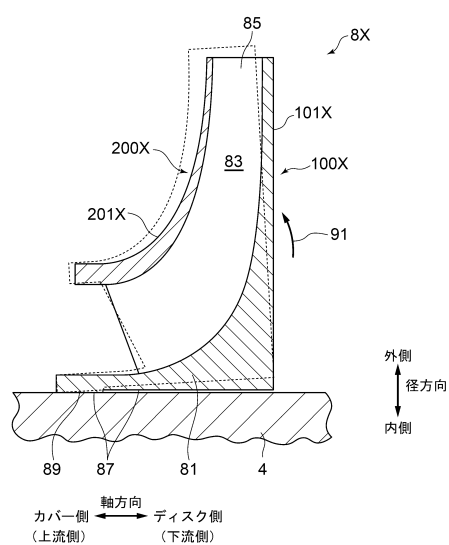
【 図 5 B 】



【 図 5 C 】



【圖 6】



フロントページの続き

審査官 岸 智章

- (56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 3 3 7 3 5 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 8 8 8 0 3 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 2 2 3 9 8 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 4 9 1 9 4 (J P , A)
実開昭 5 5 - 0 2 5 6 4 6 (J P , U)
特表 2 0 0 2 - 5 3 1 7 5 5 (J P , A)
実開昭 5 5 - 1 8 0 0 9 9 (J P , U)
特表 2 0 1 1 - 5 0 9 3 7 3 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 5 4 1 9 8 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 0 4 D 2 9 / 2 8
F 0 4 D 2 9 / 2 2