(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2019-19765
(P2019-19765A)
(43)公開日　平成31年2月7日(2019.2.7)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F04D 29/44	(2006.01)	F04D	29/44	P	3G005
F04D 29/66	(2006.01)	F04D	29/44	Y	3H130
F02B 39/00	(2006.01)	F04D	29/66	H	
		F04D	29/66	N	
		F02B	39/00	G	

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 20 頁）

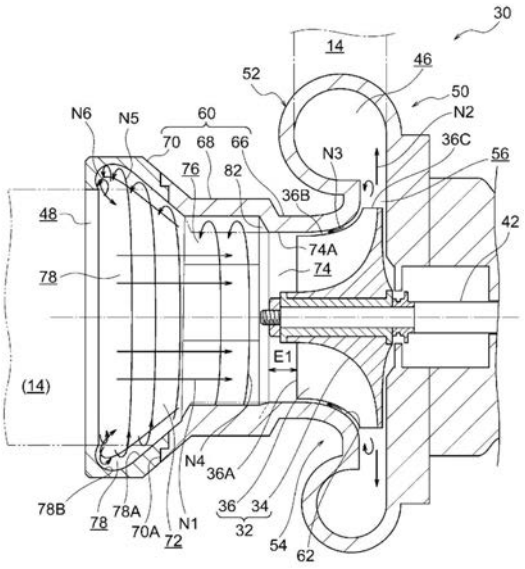
(21)出願番号　特願2017-139528 (P2017-139528)
(22)出願日　平成29年7月18日 (2017.7.18)

(71)出願人　000003609
株式会社豊田中央研究所
愛知県長久手市横道４１番地の１
(74)代理人　100079049
弁理士　中島　淳
(74)代理人　100084995
弁理士　加藤　和詳
(72)発明者　大塚　正義
愛知県長久手市横道４１番地の１　株式会社豊田中央研究所内

Ｆターム(参考)　3G005 EA04 EA16 FA12 GB85
3H130 AA13 AB07 AB27 AB47 AC14
BA03A CA03 DD09Z EA07A EB00A
EB01A

(54)【発明の名称】遠心圧縮機、ターボチャージャ

(57)【要約】
【課題】遠心圧縮機のサージングの発生を抑制することができる遠心圧縮機、ターボチャージャを得る。
【解決手段】回転翼へ空気を導く流入流路に、軸方向から見て流入流路の周方向に並んでいる複数の第一凹部と、空気を導く導入方向において第一凹部の上流側で、流入流路の全周に亘って形成され、回転翼の軸線に沿って切断した断面形状が、第一凹部の径寸法より大きくされ、前記導入方向の上流側の部分で湾曲する釣り針形状とされている第二凹部とが形成されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
軸周りに回転し、軸方向から流入する空気を圧縮して径方向へ流す回転翼と、
前記回転翼へ空気を導く流入流路が前記軸方向に延びて形成されている導入部であって、前記流入流路に、前記軸方向から見て前記流入流路の周方向に並んでいる複数の第一凹部と、空気を導く導入方向において前記第一凹部の上流側で、前記流入流路の全周に亘って形成され、前記回転翼の軸線に沿って切断した断面形状が、前記第一凹部の径寸法より大きくされ、前記導入方向の上流側の部分で湾曲する釣り針形状とされている第二凹部とが形成されている前記導入部と、
を備えた遠心圧縮機。
【請求項２】
前記流入流路において前記第一凹部に対して前記導入方向の下流側の部分には、前記回転翼へ空気を導くと共に、前記軸方向に対して直交した方向に切断した断面形状が円状で前記軸方向に延びる円状部が形成されている請求項１に記載の遠心圧縮機。
【請求項３】
前記第一凹部は、前記軸方向から見て、前記第一凹部の端部を通る円に接する接線であって、前記回転翼の回転方向の下流側に延びる直線部と、一端が前記直線部と接し他端が前記円に達している湾曲状の湾曲部とを含んで形成されている請求項１又は２に記載の遠心圧縮機。
【請求項４】
前記第一凹部は、前記流入流路の周方向に同様の間隔で並んでいる請求項１～３の何れか１項に記載の遠心圧縮機。
【請求項５】
前記回転翼の軸線に沿って切断した前記第二凹部の断面形状は、前記回転翼の軸線に対して傾斜した傾斜直線部と、前記傾斜直線部の前記導入方向の上流側の端部と接する上流湾曲部とを含んで形成されている請求項１～４の何れか１項に記載の遠心圧縮機。
【請求項６】
エンジンから排出される排気ガスが流れる力によって回転するタービンロータを有するタービンユニットと、
前記タービンロータから回転力が回転翼に伝達され、前記エンジンに供給する空気を圧縮する請求項１～５の何れか１項に記載の遠心圧縮機と、
を備えたターボチャージャ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、遠心圧縮機、及びターボチャージャに関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１に記載の遠心圧縮機では、遠心圧縮機から排出される圧縮空気の流量が少なくなると、遠心圧縮機の空気入口に設けられた案内羽根の傾斜角度を大きくすることで、空気の流れ方向が変えられるようになっている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】国際公開第２０１４／０３３８７８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ターボチャージャ用の遠心圧縮機では、同一回転数で圧縮機出口の流路を絞ると、出口圧力が高くなり圧縮空気の流量が少なくなる。これにより、回転翼の回転数が低い場合に

は、一部の空気が、インペラ（回転翼）出口からシュラウド側の隙間を通って、インペラ入口に逆流する。この逆流は、インペラの回転方向に旋回する螺旋状の流れとなって、遠心圧縮機の流入流路の壁面に沿って流れる。具体的には、一部の空気が、インペラ出口からシュラウド側の隙間を通って、インペラ入口に逆流し、他の空気が、インペラ出口からインペラの径方向の外側へ流れる。このように空気が分かれる（剥離する）ことで、サージジングが発生しやすくなる。換言すると、このように空気が逆流することで、サージジングが発生しやすくなる。

【０００５】

本願発明の課題は、遠心圧縮機のサージングの発生を抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の請求項１に係る遠心圧縮機は、軸周りに回転し、軸方向から流入する空気を圧縮して径方向へ流す回転翼と、前記回転翼へ空気を導く流入流路が前記軸方向に延びて形成されている導入部であって、前記流入流路に、前記軸方向から見て前記流入流路の周方向に並んでいる複数の第一凹部と、空気を導く導入方向において前記第一凹部の上流側で、前記流入流路の全周に亘って形成され、前記回転翼の軸線に沿って切断した断面形状が、前記第一凹部の径寸法より大きくされ、前記導入方向の上流側の部分で湾曲する釣り針形状とされている第二凹部とが形成されている前記導入部と、を備えたことを特徴とする。

【０００７】

上記構成によれば、回転する回転翼は、導入部に形成された軸方向に延びる流入流路から流入する空気を圧縮して回転翼の径方向へ流す。ここで、回転翼の回転数が低く、圧縮機出口圧力が高い場合には、回転する回転翼によって圧縮されて径方向へ流された空気の一部は、逆方向に折り返して流入流路側へ流れる（逆流する）。

【０００８】

そして、流入流路側へ逆流した空気は、流入流路を螺旋状に流れる。流入流路を螺旋状に流れる空気において径方向の外側の部分の空気は、第一凹部の壁面に沿って流れる。第一凹部の壁面に沿って流れる空気は、流れ方向が変えられ、軸方向から見て、回転翼の回転中心側に流れる。これによって、回転翼側に流れる空気は、軸方向から見て、回転翼の回転中心側に押され、回転翼側へ流れる空気の圧力が高くなる。

【０００９】

さらに、流入流路側へ逆流した空気は、第二凹部の壁面に沿って流れる。ここで、第二凹部は、流入流路の全周に亘って形成され、回転翼の軸線に沿って切断した断面形状は、流入流路が空気を導く導入方向の上流側に湾曲部を有する釣り針形状とされている。このため、第二凹部の壁面に沿って螺旋状に流れる空気は、湾曲部によって進行方向が変えられ、回転翼の回転中心側に進行する。

【００１０】

この回転翼の回転中心側に進行する空気によって、回転翼側へ流れる空気は、軸方向から見て、回転翼の回転中心側に押される。これにより、回転翼側へ流れる空気の圧力は高くなる。

【００１１】

このように、流入流路に第一凹部、及び第二凹部が形成されていることで、回転翼側へ流れる空気の圧力は高くなる。このため、回転する回転翼によって圧縮されて径方向へ流れる空気の逆流が抑制される。

【００１２】

このように空気の逆流が抑制されることで、サージングの発生を抑制することができる。

【００１３】

本発明の請求項２に係る遠心圧縮機は、請求項１に記載の遠心圧縮機において、前記流入流路において前記第一凹部に対して前記導入方向の下流側の部分には、前記回転翼へ空

気を導くと共に、前記軸方向に対して直交した方向に切断した断面形状が円状で前記軸方向に延びる円状部が形成されていることを特徴とする。

【００１４】

上記構成によれば、円状部は、断面形状が円状で軸方向に延びている。このため、回転翼の回転数が低い場合には、円状部の壁面に沿って回転翼側に流れるが、回転翼の回転数が高い場合には、第一凹部の傾斜面からの流れが円状部入口で剥離を生じ、生じた剥離領域は圧力が低下しているので、インペラ出口からの流れが逆流してくる。したがって、円状部の壁面に沿って回転翼側に流れる空気は、円状部が形成されていない場合と比して、径方向の内側から回転翼へ流入する。このため、インペラ入口外周部の回転翼の背面で空気が剥離することに起因する渦の発生が抑制される。

【００１５】

このように渦の発生が抑制されることで、サージングの発生を抑制することができる。

【００１６】

本発明の請求項３に係る遠心圧縮機は、請求項１又は２に記載の遠心圧縮機において、前記第一凹部は、前記軸方向から見て、前記第一凹部の端部を通る円に接する接線であって、前記回転翼の回転方向の下流側に延びる直線部と、一端が前記直線部と接し他端が前記円に達している湾曲状の湾曲部とを含んで形成されていることを特徴とする。

【００１７】

上記構成によれば、第一凹部は、第一凹部の端部を通る円に接する接線である直線部と、一端が直線部と接する湾曲部とを含んで形成されている。このため、流入流路側へ逆流して直線部に沿って流れる空気は、壁面と剥離することなく流れ、湾曲部に達する。そして、湾曲部に達した空気は、湾曲部によって流れ方向が変えられ、軸方向から見て、回転翼の回転中心側に流れる。このように第一凹部が直線部と湾曲部とを含んで形成されることで、第一凹部が直線部と湾曲部とを含んで形成されていない場合と比して、第一凹部の壁面に沿って流れる空気を、回転翼の回転中心側に流すことができる。

【００１８】

本発明の請求項４に係る遠心圧縮機は、請求項１～３の何れか１項に記載の遠心圧縮機において、前記第一凹部は、前記流入流路の周方向に同様の間隔で並んでいることを特徴とする。

【００１９】

上記構成によれば、複数の第一凹部は流入流路の周方向に同様の間隔（ピッチ）で並んでいる。これにより、第一凹部が流入流路の周方向に同様の間隔で並んでいない場合と比して、第一凹部の壁面に沿って流れる空気を、回転翼の回転中心側に流すことができる。

【００２０】

本発明の請求項５に係る遠心圧縮機は、請求項１～４の何れか１項に記載の遠心圧縮機において、前記回転翼の軸線に沿って切断した前記第二凹部の断面形状は、前記回転翼の軸線に対して傾斜した傾斜直線部と、前記傾斜直線部の前記導入方向の上流側の端部と接する上流湾曲部とを含んで形成されていることを特徴とする。

【００２１】

上記構成によれば、第二凹部の断面は、回転翼の軸線に対して傾斜した傾斜直線部と、直線部と接した上流湾曲部とを含んで形成されている。これにより、傾斜直線部に沿って螺旋状に流れる空気は、傾斜直線部の壁面と剥離することなく進行して上流湾曲部に達する。そして、上流湾曲部に達した空気は、上流湾曲部によって進行方向が変えられ、軸方向から見て、回転翼の回転中心側に進行する。

【００２２】

このように、傾斜直線部に沿って螺旋状に流れる空気は、壁面と剥離することなく進行するため、傾斜直線部が形成されていない場合と比して、上流湾曲部によって流れ方向が変えられ、回転翼の回転中心側に進行する空気の流量を多くすることができる。

【００２３】

本発明の請求項６に係るターボチャージャは、エンジンから排出される排気ガスが流れ

る力によって回転するタービンロータを有するタービンユニットと、前記タービンロータから回転力が回転翼に伝達され、前記エンジンに供給する空気を圧縮する請求項１～５の何れか１項に記載の遠心圧縮機と、を備えたことを特徴とする。

【００２４】

上記構成によれば、遠心圧縮機におけるサージングの発生が抑制されることで、圧縮空気をエンジンに効率よく供給することができる。

【発明の効果】

【００２５】

本発明によれば、遠心圧縮機のサージングの発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２６】

【図１】本発明の実施形態に係る遠心圧縮機を示した断面図である。
【図２】本発明の実施形態に係る遠心圧縮機の第一凹部を示した断面図である。
【図３】本発明の実施形態に係る遠心圧縮機の第一凹部を示した拡大断面図である。
【図４】本発明の実施形態に係る遠心圧縮機の第二凹部を示した拡大断面図である。
【図５】本発明の実施形態に係る遠心圧縮機の第二凹部を示した断面斜視図である。
【図６】本発明の実施形態に係るターボチャージャを示した構成図である。
【図７】本発明の実施形態に係る遠心圧縮機、及び比較形態に係る遠心圧縮機のサージング限界をグラフで示した図面である。
【図８】（Ａ）（Ｂ）本発明の実施形態に係る遠心圧縮機のＣＦＤ解析の解析結果、及び比較形態に係る遠心圧縮機のＣＦＤ解析の解析結果を示した図面である。
【図９】（Ａ）（Ｂ）本発明の実施形態に係る遠心圧縮機のＣＦＤ解析の解析結果、及び比較形態に係る遠心圧縮機のＣＦＤ解析の解析結果を示した図面である。
【図１０】本発明の実施形態に係る遠心圧縮機のインペラを示した斜視図である。
【図１１】（Ａ）（Ｂ）本発明の実施形態に係る遠心圧縮機の空気の流れ、及び比較形態に係る遠心圧縮機の空気の流れを示した図面である。
【図１２】（Ａ）（Ｂ）（Ｃ）（Ｄ）本発明の実施形態に係る遠心圧縮機の空気の流れ、及び比較形態に係る遠心圧縮機の空気の流れを示した図面である。
【図１３】（Ａ）（Ｂ）本発明の実施形態に係る遠心圧縮機のＣＦＤ解析の解析結果、及び比較形態に係る遠心圧縮機のＣＦＤ解析の解析結果を示した図面である。
【図１４】本発明の比較形態に係る遠心圧縮機を示した断面図である。
【図１５】本発明の比較形態に係る遠心圧縮機を示した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２７】

本発明の実施形態に係る遠心圧縮機、及びターボチャージャの一例について図１～図１５を用いて説明する。

【００２８】

（全体構成）

本実施形態に係るターボチャージャ１０は、図６に示されるように、タービンユニット２０、遠心圧縮機３０、及びタービンユニット２０と遠心圧縮機３０とを連結する連結ユニット４０を備えている。そして、タービンユニット２０は、自動車のエンジン（図示省略）の排気通路１２の途中に配置され、遠心圧縮機３０は、このエンジンの吸気通路１４の途中に配置されている。

【００２９】

タービンユニット２０は、ハウジング２４を備え、遠心圧縮機３０は、ハウジング５０を備え、連結ユニット４０は、ハウジング２４とハウジング５０とを連結するハウジング４４を備えている。

【００３０】

さらに、ターボチャージャ１０は、ハウジング２４、ハウジング４４、及び ハウジング５０の内部を通る回転軸４２を備えている、そして、この回転軸４２の軸方向（図中矢

印Ｅ方向：以下単に「軸方向」）の一端側（図中右側）から他端側（図中左側）へ、ハウジング２４、ハウジング４４、及び ハウジング５０は、この順番で並んでおり、図示せぬ固定具で互いに固定されている。

【００３１】

〔タービンユニット〕

タービンユニット２０は、図６に示されるように、ハウジング２４と、タービンロータ２２とを備えている。ハウジング２４は、内部が空洞とされ、このハウジング２４の内部に、タービンロータ２２が配置されている。そして、タービンロータ２２は、回転軸４２の軸方向の一端側の部分に固定されているロータ軸部２８と、ロータ軸部２８から延出する複数のタービン翼２６とを有している。

【００３２】

また、ハウジング２４においてタービンロータ２２に対して回転軸４２の径方向（図中矢印Ｋ方向：以下単に「径方向」）の外側の部分には、排気通路１２を流れる排気ガスをハウジング２４の内部へ流入させる渦巻き状の渦巻き流路２４Ａが形成されている。さらに、ハウジング２４においてタービンロータ２２に対して軸方向の外側（図中右側）の部分には、排気ガスをハウジング２４の外部に排出させて排気通路１２に流出させる排出流路２４Ｂが形成されている。

【００３３】

この構成において、渦巻き流路２４Ａからハウジング２４の内部へ流入した排気ガス（流体の一例）は、隣り合うタービン翼２６の間に流れ込むようになっている。そして、排気ガスは、複数のタービン翼２６を押すことで、タービンロータ２２を回転させるようになっている。さらに、タービンロータ２２を回転させた排気ガスは、排出流路２４Ｂから排出されるようになっている。つまり、タービンロータ２２は、所謂ラジアルタービンロータとされている。

【００３４】

〔連結ユニット〕

連結ユニット４０は、図６に示されるように、ハウジング４４を備えている。そして、このハウジング４４は、回転軸４２を回転可能に支持する支持部４４Ａを有している。

【００３５】

さらに、ハウジング４４は、循環しながら支持部４４Ａへ供給されるエンジンオイルをハウジング４４の内部へ流入させる流入口（図示省略）と、エンジンオイルをハウジング４４の内部から排出させる排出口（図示省略）とを有している。

【００３６】

この構成において、ハウジング４４の内部へ流入したエンジンオイルは、支持部４４Ａに供給され、回転軸４２が滑らかに回転軸４２の周方向に回転するようになっている。

【００３７】

〔遠心圧縮機〕

遠心圧縮機３０は、図６に示されるように、ハウジング５０と、回転翼の一例としてのインペラ３２とを備えている。ハウジング５０は、内部が空洞とされ、このハウジング５０の内部に、インペラ３２が配置されている。そして、インペラ３２は、回転軸４２の軸方向の他端側の部分に固定されている回転軸部３４と、回転軸部３４から延出する複数のインペラ翼３６とを有している。

【００３８】

また、ハウジング５０においてインペラ３２に対して軸方向の外側（図中左側）の部分には、吸気通路１４を流れる空気をハウジング５０の内部へ流入させる流入流路７２が形成されている。さらに、ハウジング５０においてインペラ３２に対して径方向の外側の部分には、空気をハウジング５０の外部に排出させて吸気通路１４に流出させる渦巻き状の渦巻き流路４６（所謂スクロール流路）が形成されている。なお、遠心圧縮機３０については詳細を後述する。

【００３９】

（全体構成の作用）
次に、ターボチャージャ１０の作用について説明する。
【００４０】
タービン翼２６は、渦巻き流路２４Ａからハウジング２４の内部へ流入した排気ガスによって押される。これにより、タービンロータ２２は、回転する。タービンロータ２２の回転力は、回転軸４２を介してインペラ３２に伝達される。なお、ハウジング２４の内部でタービンロータ２２を回転させた排気ガスは、排出流路２４Ｂから流出する。
【００４１】
インペラ３２は、回転軸４２を介してタービンロータ２２の回転力が伝達されることで回転する。そして、回転するインペラ３２は、流入流路７２からハウジング５０の内部へ流入した空気を圧縮する。さらに、圧縮された圧縮空気は、渦巻き流路４６を流れて吸気通路１４に流出する。渦巻き流路４６から流出した圧縮空気は、燃焼用の圧縮空気としてエンジンに供給される。
【００４２】
（要部構成）
次に、遠心圧縮機３０について説明する。遠心圧縮機３０は、図６に示されるように、ハウジング５０と、ハウジング５０の内部に配置されるインペラ３２とを備えている。
【００４３】
〔インペラ３２〕
インペラ３２は、前述したように、回転軸４２の軸方向の他端側の部分に固定されている回転軸部３４と、回転軸部３４から延出する複数のインペラ翼３６とを有している。
【００４４】
回転軸部３４は、軸方向の外側（ハウジング４４とは反対側：図中左側）に向かうに従って徐々に細くなっている。また、夫々のインペラ翼３６は、図２に示されるように、軸方向から見て、回転軸部３４から湾曲しながら径方向の外側へ延出している。
【００４５】
そして、夫々のインペラ翼３６は、図１に示されるように、軸方向の外側の部分で径方向に延びる先端縁３６Ａと、先端縁３６Ａの径方向の外側の端部に接続されて湾曲しながら軸方向の内側へ延びる湾曲縁３６Ｂとを有している。さらに、夫々のインペラ翼３６は、湾曲縁３６Ｂの端部に接続されて軸方向に延びる基端縁３６Ｃを有している。
【００４６】
この構成において、回転するインペラ３２は、インペラ翼３６の先端縁３６Ａから流入する空気を圧縮し、圧縮した空気（圧縮空気）をインペラ翼３６の基端縁３６Ｃから径方向の外側へ流すようになっている。
【００４７】
〔ハウジング５０〕
ハウジング５０は、インペラ翼３６の基端縁３６Ｃに対して径方向の外側に形成されている排出部５２と、インペラ翼３６が収容されている本体部５４と、インペラ翼３６の先端縁３６Ａに対して軸方向の外側に形成されている導入部６０とを有している。
【００４８】
排出部５２には、インペラ３２によって圧縮された圧縮空気が流れる拡散流路５６（所謂ディフューザ流路）と、吸気通路１４に圧縮空気を排出する渦巻き状の渦巻き流路４６とが形成されている。
【００４９】
本体部５４には、回転するインペラ翼３６の湾曲縁３６Ｂに沿った内周面６２が形成されている。
【００５０】
導入部６０には、インペラ翼３６へ空気を導く流入流路７２が軸方向に延びて形成されている。そして、導入部６０は、本体部５４に繋がっている基端部６６と、基端部６６に対して流入流路７２が空気を導く導入方向（以下「導入方向」）の上流側で、基端部６６

と比して大径化された中間部６８とを有している。さらに、導入部６０は、中間部６８に対して導入方向の上流側で、中間部６８と比して大径化された先端部７０を有している。

【００５１】

そして、導入部６０に形成された流入流路７２には、基端部６６に配置されている円状部７４と、中間部６８に配置されている複数の第一凹部７６と、先端部７０に配置されている第二凹部７８及び流入部４８とが形成されている。つまり、導入方向において上流側から、流入部４８、第二凹部７８、第一凹部７６、及び円状部７４がこの順番で、流入流路７２に形成されている。

【００５２】

また、先端部７０は、クランク状とされた分割線７０Ａを境に軸方向に分割されている。

【００５３】

－円状部７４－

円状部７４は、図１に示されるように、導入方向においてインペラ翼３６の先端縁３６Ａの上流側に配置されており、軸方向に対して直交方向に切断した断面形状が、インペラ翼３６の回転軸を中心とした円状とされている。さらに、円状部７４を形成する壁面は、本体部５４の内周面６２と段差無く繋がっている。本実施形態では、一例として、円状部７４の軸方向の長さ（図１のＥ１）は、５〔ｍｍ〕以上とされている。

【００５４】

－第一凹部７６－

第一凹部７６は、図１に示されるように、導入方向において円状部７４の上流側に配置されており、図２、図３に示されるように、周方向に同様の間隔で並んで複数（本実施形態では５個）並んでいる。なお、図３においては、第一凹部７６の形状が容易に分かるように、第一凹部７６の形状を示している。

【００５５】

この第一凹部７６は、図１に示されるように、軸方向に延びており、第一凹部７６において円状部７４側の部分には、軸方向の内側に向かって傾斜して円状部７４に繋がる漏斗面８２が形成されている。この漏斗面８２によって、第一凹部７６の軸方向の内側の部分は、閉止されている。

【００５６】

さらに、夫々の第一凹部７６は、図２、図３に示されるように、軸方向から見て、直線部７６Ａと、湾曲部７６Ｂとで形成されている。具体的には、直線部７６Ａは、第一凹部７６の端部を通と共にインペラ翼３６の回転軸を中心とした円Ｓ１に接する接線であって、円Ｓ１との接点からインペラ３２の回転方向（図中Ｒ１方向）の下流側に延びている。円Ｓ１は、円状部７４Ａの軸方向延長推定延長面Ｓ１０と等しいか大きい。また、湾曲部７６Ｂは、直線部７６Ａに対してインペラ翼３６の回転方向の下流側に配置され、一端が直線部７６Ａの先端と接し、他端が円Ｓ１に達すると共にインペラ３２の回転方向の下流側に配置されている第一凹部７６を形成する直線部７６Ａの基端に当たっている。換言すれば、第一凹部７６は、円Ｓ１に対して凹んでいる。換言すれば、円Ｓ１と直線部７６Ａとの接点における円Ｓ１の接線方向が、直線部７６Ａが延びる方向と同様とされている。本実施形態では、一例として、円Ｓ１の直径（図３のＤ１）は、３７〔ｍｍ〕程度とされ、第一凹部７６の深さ（図３のＬ１）は、５〔ｍｍ〕程度とされている。

【００５７】

－第二凹部７８、流入部４８－

第二凹部７８は、図１、図４に示されるように、導入方向において第一凹部７６の上流側に配置されており、流入流路７２の全周に亘って形成されている（図５参照）。

【００５８】

流入部４８は、導入方向において第二凹部７８の上流側に配置されており、軸方向に対して直交方向に切断した断面形状が、インペラ翼３６の回転軸を中心とした円状とされている。本実施形態では、流入部４８の直径（図４のＤ２）は、円Ｓ１の直径（図３のＤ１

）と比して大きくされている。
【００５９】
さらに、インペラ３２の軸線に沿って切断した第二凹部７８の断面形状は、導入方向の上流側の部分で湾曲する釣り針形状とされており、直線部７８Ａと、湾曲部７８Ｂとから形成されている。直線部７８Ａは、傾斜直線部の一例であって、湾曲部７８Ｂは、上流湾曲部の一例である。
【００６０】
具体的には、直線部７８Ａは、第一凹部７６の導入方向の上流端からインペラ３２の軸線に対して傾斜して延びている。また、湾曲部７８Ｂは、一端が直線部７８Ａと接しており、他端が流入部４８を構成する周面４８Ａに達している。換言すれば、湾曲部７８Ｂと直線部７８Ａとの接点における湾曲部７８Ｂの接線方向が、直線部７８Ａが延びる方向と同様とされている。
【００６１】
そして、湾曲部７８Ｂと周面４８Ａとの成す角度（図４の角度Ｍ）は、９０度より小さくされている。換言すれば、湾曲部７８Ｂの他端側（先端側）の部分は、インペラ翼３６側に向かっている。本実施形態では、第二凹部７８の深さ（図４のＬ２）は、７．５〔ｍｍ〕程度とされている。
【００６２】
（作用）
次に、本実施形態に係る遠心圧縮機３０の作用について、比較形態に係る遠心圧縮機２３０と比較しつつ説明する。先ず、比較形態に係る遠心圧縮機２３０について、本実施形態に係る遠心圧縮機３０と異なる部分を主に説明する。
【００６３】
比較形態に係る遠心圧縮機２３０のハウジング２５０は、図１４に示されるように、排出部５２と、本体部５４と、導入部２６０とを有している。この導入部２６０には、吸気通路１４の空気をインペラ３２へ導く流入流路２７２が形成されている。また、流入流路２７２には、軸方向の内側に向かって縮径して本体部５４の内周面６２に繋がる漏斗部２７４と、導入方向において漏斗部２７４の上流側に配置されており、円柱状の円柱部２７６とが形成されている。
【００６４】
－遠心圧縮機２３０の作用について－
先ず、遠心圧縮機２３０において、回転するインペラ３２の回転数が低い場合について説明する。回転するインペラ３２は、流入流路２７２を軸方向に沿ってインペラ３２側へ流れインペラ翼３６の先端縁３６Ａから流入する空気（矢印Ｋ１）を圧縮し、インペラ翼３６の基端縁３６Ｃから径方向の外側の拡散流路５６へ流す。ここで、遠心圧縮機２３０の圧力比は、インペラ翼３６が同様の回転数であれば、圧縮空気の流量が少なくなる程、大きくなる。なお、圧力比とは、遠心圧縮機２３０の出口における圧力Ｐ２と入口における圧力Ｐ１との比（Ｐ２/Ｐ１）である。
【００６５】
このため、圧縮空気の流量が少ない場合には、インペラ翼３６の基端縁３６Ｃから径方向の外側の拡散流路５６へ流れた空気は、渦巻き流路４６側へ流れる空気（矢印Ｋ２）と、逆方向に折り返してインペラ翼３６と本体部５４の内周面６２との隙間を通って流入流路２７２側へ流れる空気（矢印Ｋ３）とに分かれる（剥離する）。
【００６６】
さらに、流入流路２７２側へ逆流した空気は、図１４、図１５に示されるように、流入流路２７２の漏斗部２７４の壁面、及び円柱部２７６の壁面に沿ってインペラ３２の回転方向に回って螺旋状に流れる（矢印Ｋ４）。
【００６７】
－遠心圧縮機３０の作用について－
次に、遠心圧縮機３０において、回転するインペラ３２の回転数が低い場合について説

明する。回転するインペラ３２は、図１に示されるように、インペラ３２側へ流れインペラ翼３６の先端縁３６Ａから流入する空気（矢印Ｎ１）を圧縮し、インペラ翼３６の基端縁３６Ｃから径方向の外側の拡散流路５６へ流す。ここで、遠心圧縮機３０の圧力比は、インペラ翼３６が同様の回転数であれば、遠心圧縮機３０から排出される圧縮空気の流量が多い場合と比して、大きくなる。

【００６８】

このため、圧縮空気の流量が少ない場合には、インペラ翼３６の基端縁３６Ｃから径方向の外側の拡散流路５６へ流れた空気は、渦巻き流路４６側へ流れる空気（矢印Ｎ２）と、逆方向に折り返してインペラ翼３６と本体部５４の内周面６２との隙間を通って流入流路７２側へ流れる空気（矢印Ｎ３）とに分かれる（剥離する）。

【００６９】

さらに、流入流路７２側へ逆流した空気は、図１、図２に示されるように、流入流路７２の円状部７４の壁面、及び第一凹部７６の壁面に沿ってインペラ３２の回転方向に回りながら螺旋状に流れる（矢印Ｎ４）。ここで、第一凹部７６は、軸方向から見て、直線部７６Ａと、湾曲部７６Ｂとで形成されている。

【００７０】

このため、直線部７６Ａに沿って流れる空気は、壁面と剥離することなく流れ、湾曲部７６Ｂに達する。さらに、湾曲部７６Ｂに達した空気の一部は、湾曲部７６Ｂによって流れ方向が変えられ、軸方向から見て、インペラ３２の回転中心側に流れる。これにより、インペラ３２側に流れる空気（矢印Ｎ１）は、軸方向から見て、インペラ３２の回転中心側に押される。このため、インペラ３２側へ流れる空気の圧力は、第一凹部７６が形成されていない遠心圧縮機２３０を用いる場合と比して、高くなる。

【００７１】

さらに、流入流路７２側へ逆流して第一凹部７６の壁面に沿って螺旋状に流れた空気の他の一部は、図１に示されるように、流入流路７２の第二凹部７８の壁面に沿ってインペラ３２の回転方向に回りながら螺旋状に流れる（矢印Ｎ５）。ここで、インペラ３２の軸線に沿って切断した第二凹部７８の断面形状は、インペラ３２の軸線に対して傾斜した直線部７８Ａと、一端が直線部７８Ａと接し他端が流入部４８の周面４８Ａに達している湾曲部７８Ｂとで形成されている釣り針形状とされている。

【００７２】

そこで、螺旋状に流れる空気は、直線部７８Ａの壁面に沿って剥離することなく軸方向の外側に進行して湾曲部７８Ｂに達する。そして、湾曲部７８Ｂに達した空気は、湾曲部７８Ｂによって流れ方向が変えられ、軸方向から見て、インペラ３２の回転中心側で、かつ、径方向から見て、軸方向の内側に進行する（図１の矢印Ｎ６）。

【００７３】

これにより、インペラ３２側へ流れる空気（矢印Ｎ１）は、軸方向から見て、インペラ３２の回転中心側に押される。このため、インペラ３２側へ流れる空気の圧力は、第二凹部７８が形成されていない遠心圧縮機２３０を用いる場合と比して、高くなる。

【００７４】

－サージング限界について－

ここで、遠心圧縮機３０、２３０サージング限界について説明する。

【００７５】

図７に示されるグラフの縦軸は遠心圧縮機３０、２３０を用いた場合の圧力比を示し、横軸は遠心圧縮機３０、２３０から排出される圧縮空気の流量〔ｇ／ｓｅｃ〕を示している。

【００７６】

図７に示すグラフ中の実線Ｇ１は、インペラ３２の回転数を一定にし、遠心圧縮機３０から排出される圧縮空気の流量を変えた場合の圧縮空気の流量と圧力比との関係を示している。これに対して、破線Ｊ１は、インペラ３２の回転数を実線Ｇ１と同様の回転数にし

、遠心圧縮機２３０から排出される圧縮空気の流量を変えた場合の圧縮空気の流量と圧力比との関係を示している。

【００７７】

そして、圧縮空気の流量を徐々に少なくし、サージング（遠心圧縮機が正常に機能しなくなる現象）が発生する圧縮空気の流量と圧力比とを検出した。遠心圧縮機３０については、点ｇ１でサージングが発生し、遠心圧縮機２３０については、点ｊ１でサージングが発生した。なお、サージングについては、ハウジング５０に振動計を取り付けて、振幅が予め定められた閾値に達した場合に、サージングの発生と判断した。

【００７８】

実線Ｇ２は、遠心圧縮機３０を用い、実線Ｇ１と比して回転数を高くした場合を示している。実線Ｇ２においては、最も圧縮空気の流量が少ない点ｇ２でサージングが発生した。これに対して、破線Ｊ２は、遠心圧縮機２３０を用い、遠心圧縮機３０の実線Ｇ２と同様の回転数とした場合を示している。破線Ｊ２においては、最も圧縮空気の流量が少ない点ｊ２でサージングが発生した。

【００７９】

実線Ｇ３は、遠心圧縮機３０を用い、実線Ｇ２と比して回転数を高くした場合を示している。実線Ｇ３においては、最も圧縮空気の流量が少ない点ｇ３でサージングが発生した。これに対して、破線Ｊ３は、遠心圧縮機２３０を用い、遠心圧縮機３０の実線Ｇ３と同様の回転数とした場合を示している。破線Ｊ３においては、最も圧縮空気の流量が少ない点ｊ３でサージングが発生した。

【００８０】

実線Ｇ４は、遠心圧縮機３０を用い、実線Ｇ３と比して回転数を高くした場合を示している。実線Ｇ４においては、最も圧縮空気の流量が少ない点ｇ４でサージングが発生した。これに対して、破線Ｊ４は、遠心圧縮機２３０を用い、遠心圧縮機３０の実線Ｇ４と同様の回転数とした場合を示している。破線Ｊ４においては、最も圧縮空気の流量が少ない点ｊ４でサージングが発生した。

【００８１】

また、他の回転数においても実線Ｇ１、Ｇ２、Ｇ３、Ｇ４及び破線Ｊ１、Ｊ２、Ｊ３、Ｊ４と同様の作業を行い、遠心圧縮機３０、２３０においてサージングが発生する圧縮空気の流量と圧力比とを検出した。

【００８２】

そして、グラフ中の破線Ｈ１が、遠心圧縮機３０を用いた場合のサージング限界線Ｈ１（以下「限界線Ｈ１」）であり、グラフ中の一点鎖線Ｈ２が、遠心圧縮機２３０を用いた場合のサージング限界線Ｈ２（以下「限界線Ｈ２」）である。

【００８３】

遠心圧縮機３０では、グラフ中の限界線Ｈ１よりも右側（流量が多い側）のエリアでサージングの発生はない。また、遠心圧縮機２３０では、グラフ中の限界線Ｈ２よりも右側（流量が多い側）のエリアでサージングの発生はない。

【００８４】

ここで、限界線Ｈ１と限界線Ｈ２とを比較すると、限界線Ｈ１が限界線Ｈ２と比して全体的に図中左側に位置している。これにより、インペラ３２の回転数が低い場合（実線Ｇ１、Ｇ２及び破線Ｊ１、Ｊ２）、及びインペラ３２の回転数が高い場合（実線Ｇ３、Ｇ４、破線Ｊ３、Ｊ４）共に、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、サージングの発生が抑制されている。

【００８５】

－インペラ３２の回転数が低い場合について－

次に、インペラ３２の回転数が低い場合のサージングの発生について説明する。

【００８６】

インペラ３２の回転数を同様にして、圧縮機出口配管を絞り、圧縮空気の流量を少なくすると、インペラ翼３６の基端縁３６Ｃから径方向の外側へ流れた空気は、渦巻き流路４

６側へ流れる空気と、逆方向に折り返す空気とに分かれる（図１、図１４参照）。逆方向に折り返す空気は、インペラ翼３６の湾曲縁３６Ｂに沿って流入流路７２側へ流れる。換言すれば、一方向に流れる空気が剥離しながら渦巻き流路４６側へ流れる空気と、流入流路７２、２７２側へ流れる空気とに分かれる。インペラ３２の回転数が低い場合には、この空気の剥離に起因して、サージングが発生してしまう。

【００８７】

ここで、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、サージングの発生が抑制されている理由について考察する。

【００８８】

前述したように、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、インペラ３２側へ流れる空気の圧力は高くなる。このように、インペラ３２側へ流れる空気の圧力が高くなることで、拡散流路５６で逆方向に折り返す空気の流量は少なくなる。このため、インペラ３２の回転数が低い場合に、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、サージングの発生が抑制されている。

【００８９】

ここで、遠心圧縮機３０を用いた場合と、遠心圧縮機２３０を用いた場合とでＣＦＤ（Ｃｏｍｐｕｔａｔｉｏｎａｌ　Ｆｌｕｉｄ　Ｄｙｎａｍｉｃｓ）解析を行った。具体的には、流入流路７２、２７２を流れる空気の圧力についてＣＦＤ解析を行った。

【００９０】

図８（Ａ）（Ｂ）には、インペラ３２の回転数が低い場合の遠心圧縮機３０、２３０の流入流路７２、２７２における解析結果を示している。

【００９１】

図８（Ａ）が遠心圧縮機３０の流入流路７２において導入方向の下流側の部分（第一凹部７６が形成されている部分）の解析結果を示しており、図８（Ｂ）が遠心圧縮機２３０の流入流路２７２において導入方向の下流側の部分の解析結果を示している。模様を分けることで、流れる空気の圧力の高低を示している。ドットの密度が高い程、空気の圧力が高くなっている。

【００９２】

図８（Ａ）（Ｂ）に示される径方向の外側の二層については、流入流路７２、２７２側へ逆流した空気の圧力を示している。

【００９３】

遠心圧縮機２３０では、図８（Ｂ）に示されるように、インペラ３２側へ流れる空気の圧力が高い高圧力部１０２は、流入流路７２の中央側で複数に分かれ、高圧力部１０２の総面積は小さくなっている。

【００９４】

これに対して、遠心圧縮機３０では、インペラ３２側へ流れる空気は、インペラ３２の回転中心側に押されている。このため、図８（Ａ）に示されるように、インペラ３２側へ流れる空気の圧力が高い高圧力部１０２は、インペラ３２の回転軸を中心に大きく存在しており、高圧力部１０２の総面積は大きくなっている。

【００９５】

このＣＦＤ解析結果から、遠心圧縮機３０の流入流路７２において導入方向の下流側の部分の高圧力部１０２の総面積は、遠心圧縮機２３０の流入流路１７２において導入方向の下流側の部分の高圧力部１０２の総面積と比して大きいことが分かる。このように、遠心圧縮機３０の流入流路７２において導入方向の下流側の部分でインペラ３２側へ流れる空気の圧力は、遠心圧縮機２３０の流入流路２７２において導入方向の下流側の部分でインペラ３２側へ流れる空気の圧力と比して高いことが分かる。

【００９６】

次に、図９（Ａ）が遠心圧縮機３０の流入流路７２において導入方向の上流側（第二凹部７８が形成されている部分）の部分の解析結果を示し、図９（Ｂ）が遠心圧縮機２３０の流入流路２７２において導入方向の上流側の部分の解析結果を示している。模様を分け

ることで、流れる空気の圧力の高低を示している。ドットの密度が高い程、空気の圧力が高くなっている。

【００９７】

図９（Ａ）（Ｂ）に示される径方向の外側の二層については、流入流路７２、２７２側へ逆流した空気の圧力を示している。また、インペラ３２側へ流れる空気（逆流した空気に囲まれている空気）の圧力の高い部分は、高圧力部１０２として示されている。

【００９８】

このＣＦＤ解析結果から、遠心圧縮機３０の流入流路７２において導入方向の上流側の部分の高圧力部１０２の総面積は、遠心圧縮機２３０の流入流路１７２において導入方向の上流側の部分の高圧力部１０２の総面積と比して大きいことが分かる。このように、遠心圧縮機３０の流入流路７２において導入方向の上流側の部分でインペラ３２側へ流れる空気の圧力は、遠心圧縮機２３０の流入流路２７２において導入方向の上流側の部分でインペラ３２側へ流れる空気の圧力と比して高いことが分かる。

【００９９】

これらの解析結果からも分かるように、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、インペラ３２側へ流れる空気の圧力が高くなり、拡散流路５６で逆方向に折り返す空気の流量は少なくなる。このため、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、サージングの発生が抑制されている。

【０１００】

－インペラ３２の回転数が高い場合について－

次に、インペラ３２の回転数が高い場合のサージングの発生について説明する。回転数が高い場合には、流量が多いインペラ入口で逆流が生じない条件で発生する。

【０１０１】

円状部７４の壁面は、図１２（Ａ）に示されるように、軸方向に沿って直線状に延びているため、インペラ３２の回転数が高く、流量が多い場合に、流入する空気の速度が速いために、流入流路７６の壁面に沿った流れは傾斜面８２により円状部７４の壁面から剥離を生じて剥離を生じてインペラ３２の内側に流れるようになる。そして、その剥離領域にインペラ３２の隙間から逆流が流れ込む（図１２（Ｃ）（Ｄ）参照）。これにより、遠心圧縮機３０において円状部７４の壁面に沿ってインペラ３２側に流れる空気は、遠心圧縮機２３０において漏斗部２７４の壁面に沿ってインペラ３２側に流れる空気と比して、径方向の内側からインペラ翼３６の先端縁３６Ａに流入する。

【０１０２】

図１１（Ａ）（Ｂ）には、図１０に示す矢印Ｕ１方向（径方向）からインペラ翼３６を見た場合の、インペラ翼３６の湾曲縁３６Ｂが示されている。

【０１０３】

図１１（Ｂ）には、遠心圧縮機２３０のインペラ翼３６の湾曲縁３６Ｂが示されており、ベクトルＸ１は、インペラ３２側に流れる空気の流れ方向と速度とを示したベクトルである。さらに、ベクトルＴ１は、インペラ３２（インペラ翼）が、回転することで受ける空気の流れ方向と速度とを示したベクトルである。

【０１０４】

インペラ翼３６の先端縁３６Ａに流入する空気は、ベクトルＴ１と、ベクトルＸ１とを考慮し、ベクトルＷ１となる。また、径方向から見たインペラ翼３６の先端部の傾斜方向をＶ１とする。そうすると、遠心圧縮機２３０では、ベクトルＷ１と、傾斜方向Ｖ１との成す角度α１が大きくなるため、インペラ翼３６の背面で空気が剥離して、渦が発生し易くなる。インペラ３２の回転数が高い場合に、この渦の発生に起因してサージングが発生してしまう。

【０１０５】

図１１（Ａ）には、遠心圧縮機３０のインペラ翼３６の湾曲縁３６Ｂが示されており、ベクトルＸ１は、インペラ３２側に流れる空気の流れ方向と速度とを示したベクトルである。さらに、ベクトルＴ２は、インペラ３２（インペラ翼）が、回転することで受ける空

気の流れ方向と速度とを示したベクトルである。前述したように、遠心圧縮機３０においてインペラ３２側に流れる空気が、遠心圧縮機２３０においてインペラ３２側に流れる空気と比して、径方向の内側からインペラ翼３６に流入する。このため、インペラ３２において周速度が遅くなっている部分から空気が流入するため、ベクトルＴ２の長さがベクトルＴ１の長さと比して短くなる。

【０１０６】

そして、インペラ翼３６の先端縁３６Ａに流入する空気は、ベクトルＴ２と、ベクトルＸ１とを考慮し、ベクトルＷ２となる。また、径方向から見たインペラ翼３６の先端部の傾斜方向をＶ１とする。そうすると、ベクトルＷ２と、傾斜方向Ｖ１との成す角度α２は、角度α１と比して小さくなっている。つまり、ベクトルＷ２の傾斜方向Ｖ１に対する傾きは、ベクトルＷ１の傾斜方向Ｖ１に対する傾きと比して小さくなっている。

【０１０７】

このため、遠心圧縮機３０では、インペラ翼３６の背面で空気が剥離して、渦が発生するのが抑制されている。このようにして、インペラ３２の回転数が高い場合に、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、サージングの発生が抑制されている。

【０１０８】

ここで、遠心圧縮機３０を用いた場合と、遠心圧縮機２３０を用いた場合とでＣＦＤ（Ｃｏｍｐｕｔａｔｉｏｎａｌ　Ｆｌｕｉｄ　Ｄｙｎａｍｉｃｓ）解析を行った。具体的には、流入流路７２、２７２を流れる空気の圧力についてＣＦＤ解析を行った。

【０１０９】

図１３（Ａ）（Ｂ）は、インペラ３２の回転数が高い場合のインペラ３２の入口端における解析結果（マッハ数分布）を示している。

【０１１０】

図１３（Ａ）が遠心圧縮機３０の流入流路７２においてインペラ翼３６の上流側の部分（円状部７４）の解析結果を示しており、　図１３（Ｂ）が遠心圧縮機２３０の流入流路２７２においてインペラ翼３６の上流側の部分（漏斗部２７４）の解析結果を示している。ドットの密度が高い程、空気の速度が高くなっている。

【０１１１】

遠心圧縮機２３０では、図１３（Ｂ）に示されるように、インペラ３２側へ流れる空気の速度が高い領域１０４が、インペラ３２入口翼端の径方向に延びるように形成されている。また、径方向の外側の全周には逆流領域がみられない。

【０１１２】

これに対して、遠心圧縮機３０では、図１３（Ａ）に示されるように、インペラ３２側へ流れる空気の速度が高い領域１０４が、インペラ３２入口翼間に広く分布しており、ピークの位置がインペラ３２の翼間の中央付近にきている。また、径方向の外側の全周には逆流領域が円環状に存在する。

【０１１３】

これらの解析結果からも分かるように、遠心圧縮機３０において円状部７４の壁面に沿ってインペラ３２側に流れる空気は、図１２（Ａ）に示されるように、遠心圧縮機２３０を用いる場合と比して、径方向の内側からインペラ翼３６に流入する。このため、遠心圧縮機３０では、遠心圧縮機２３０と比して、サージングの発生が抑制されている。

【０１１４】

（まとめ）

以上説明したように、インペラ３２の回転数が低い場合には、流入流路７２に第一凹部７６が形成されていることで、第一凹部７６が形成されていない遠心圧縮機２３０を用いる場合と比して、サージングの発生を抑制することができる。

【０１１５】

また、第一凹部７６は、軸方向から見て、直線部７６Ａと、湾曲部７６Ｂとで形成されている。そして、直線部７６Ａは、第一凹部７６の端部を通る円Ｓ１に接する接線であって、湾曲部７６Ｂは、直線部７６Ａに対してインペラ翼３６の回転方向の下流側に配置さ

れ、一端が直線部７６Ａの先端と接し他端が円Ｓ１に達している。
【０１１６】
このため、直線部７６Ａに沿って流れる空気は、壁面と剥離することなく流れ、湾曲部７６Ｂに達する。さらに、湾曲部７６Ｂに達した空気は、湾曲部７６Ｂによって流れ方向が変えられ、軸方向から見て、インペラ３２の回転中心側に流れる。これにより、遠心圧縮機３０では、第一凹部が直線部と湾曲部とで形成されていない場合と比して、第一凹部７６の壁面に沿って流れる空気をインペラ３２の回転中心側に流すことで、インペラ３２側へ流れる空気の圧力を高くすることができる。このため、遠心圧縮機３０では、インペラ３２の回転数が低い場合にサージングの発生を抑制することができる。
【０１１７】
また、第一凹部７６は、流入流路７２の周方向に同様の間隔（ピッチ）で並んでいる。このため、遠心圧縮機３０では、第一凹部７６が流入流路７２の周方向に同様のピッチで形成されていない場合と比して、インペラ３２側に流れる空気を、インペラ３２の回転中心側に押すことでインペラ３２側へ流れる空気の圧力を高くすることができる。このため、遠心圧縮機３０では、インペラ３２の回転数が低い場合にサージングの発生を抑制することができる。
【０１１８】
また、前述したように、インペラ３２の回転数が低く流量がさらに少ない場合には、第一凹部７６を通過した逆流が、流入流路７２に第二凹部７８が形成されていることで、第二凹部７８が形成されていない遠心圧縮機２３０を用いる場合と比して、サージングの発生を抑制することができる。
【０１１９】
また、インペラ３２の軸線に沿って切断した第二凹部７８の断面は、図１、図４に示されるように、インペラ３２の軸線に対して傾斜する直線部７８Ａを有する釣り針形状とされている。このため、直線部７８Ａに沿って螺旋状に流れる空気は、壁面と剥離することなく軸方向の外側に進行して湾曲部７８Ｂに達する。そして、湾曲部７８Ｂに達した空気は、湾曲部７８Ｂによって流れ方向が変えられ、軸方向から見て、インペラ３２の回転中心側に進行する（図１の矢印Ｎ６）。
【０１２０】
このように、直線部７８Ａに沿って螺旋状に流れる空気は、直線部７８Ａの壁面と剥離することなく、軸方向の外側へ進行するため、直線部７８Ａが形成されていない場合と比して、インペラ３２の回転中心側に進行する空気の流量を多くすることができる。これにより、インペラ３２側へ流れる空気の圧力を高くすることができるため、遠心圧縮機３０では、インペラ３２の回転数が低い場合にサージングの発生を抑制することができる。
【０１２１】
また、円状部７４は、断面形状が円状で軸方向に延びている。このため、インペラ３２の回転数が高く、流量が多い場合に、流入する空気の速度が速いために、流入流路７６の壁面に沿った流れは、傾斜面８２により円状部７４の壁面から剥離を生じてインペラ３２の内側に流れるようになる。そして、その剥離領域にインペラ３２の隙間から逆流が流れ込む。このため、遠心圧縮機３０では、円状部７４が形成されていない遠心圧縮機２３０の場合と比して、インペラ翼３６の背面で空気が剥離して渦が発生するのを抑制することができる。そして、遠心圧縮機３０では、インペラ３２の回転数が高い場合にサージングの発生を抑制することができる。
【０１２２】
また、ターボチャージャ１０においては、遠心圧縮機３０におけるサージングの発生が抑制されることで、圧縮空気をエンジンに効率よく供給することができる。
【０１２３】
なお、本発明を特定の実施形態について詳細に説明したが、本発明は係る実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施形態をとることが可能であることは当業者にとって明らかである。例えば、上記実施形態では、第一凹部７６は、直線

部７６Ａと、湾曲部７６Ｂとで形成されたが、特に第一凹部が直線部と湾曲部とで形成されていなくてもよい。例えば、湾曲状の凹部等であってもよい。この場合には、第一凹部７６が直線部７６Ａと湾曲部７６Ｂとで形成されることで奏する作用は奏しない。

【０１２４】

また、上記実施形態では、第一凹部７６は５個形成されたが、第一凹部が５個以外の個数であってもよい。

【０１２５】

また、上記実施形態では、第一凹部７６は、流入流路７２の周方向に同様のピッチで形成されたが、同様のピッチで形成されていなくてもよい。この場合には、第一凹部７６が流入流路７２の周方向に同様のピッチで形成されることで奏する作用は奏しない。

【０１２６】

また、上記実施形態では、第一凹部７６を形成する直線部７６Ａは、第一凹部７６の端部を通る円Ｓ１に接する接線であったが、製造ばらつき等を考慮して、接線に対して±５〔度〕の範囲で、接線と見なすことができる。

【０１２７】

また、上記実施形態では、第二凹部７８の断面は、直線部７８Ａを有する釣り針形状とされたが、直線部が曲線であってもよい。この場合には、直線部７８Ａを有することで奏する作用は奏しない。

【０１２８】

また、上記実施形態では、第二凹部７８は、流入流路７２に１個形成されたが、第二凹部が軸方向に並んで２個以上形成されてもよい。

【０１２９】

また、上記実施形態では、流入流路７２に円状部７４が形成されたが、円状部７４が形成されていなくてもよい。この場合には、円状部７４が形成されることで奏する作用は奏しない。

【０１３０】

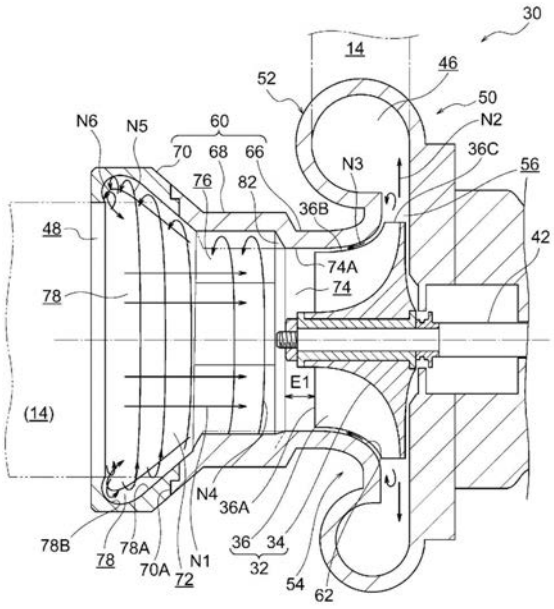
また、上記実施形態では、遠心圧縮機３０をターボチャージャ１０に用いたが、他の用途に用いてもよい。

【符号の説明】

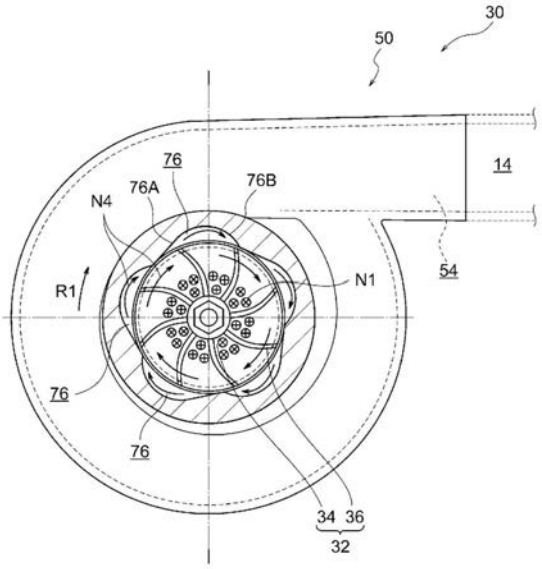
【０１３１】

１０　ターボチャージャ
２０　タービンユニット
２２　タービンロータ
３０　遠心圧縮機
３６　インペラ翼（回転翼の一例）
６０　導入部
７２　流入流路
７４　円状部
７６　第一凹部
７６Ａ　直線部
７６Ｂ　湾曲部
７８　第二凹部
７８Ａ　直線部（傾斜直線部の一例）
７８Ｂ　湾曲部（上流湾曲部の一例）

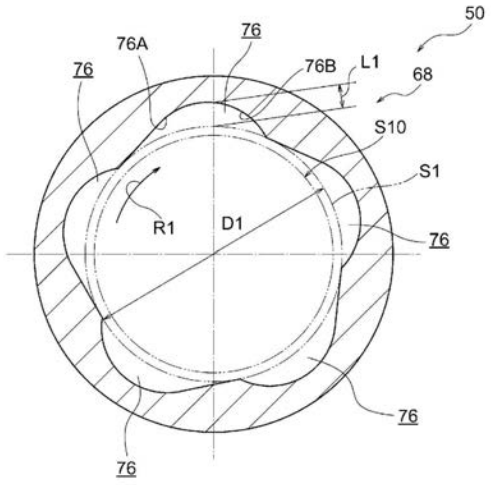
【図１】


30
14
46
52
50
N2
N6
N5
60
70
68
66
36C
56
76
82
N3
36B
48
42
74A
74
78
E1
(14)
N4
36A
78B
78
78A
70A
N1
72
36
34
32
54
62

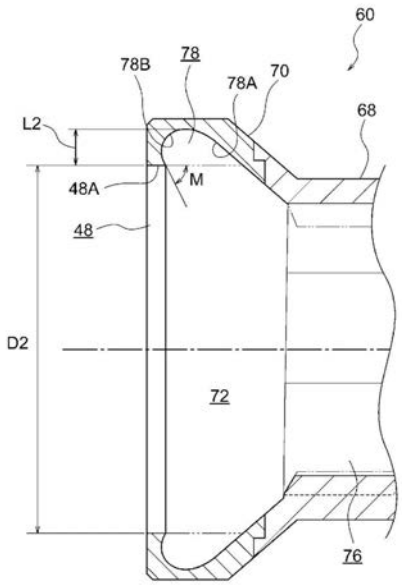
【図２】


30
50
14
76
76A
76B
N4
54
R1
N1
76
76
34
36
32

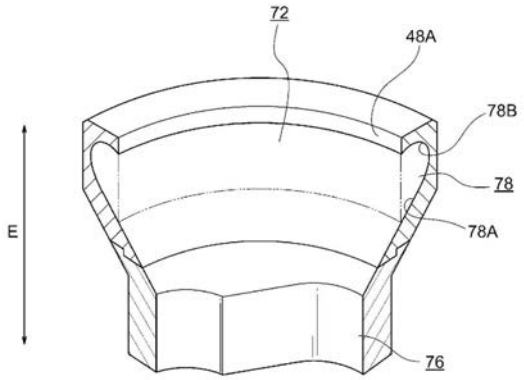
【図３】


50
76A
76
76
76B
L1
68
S10
S1
R1
D1
76
76
76

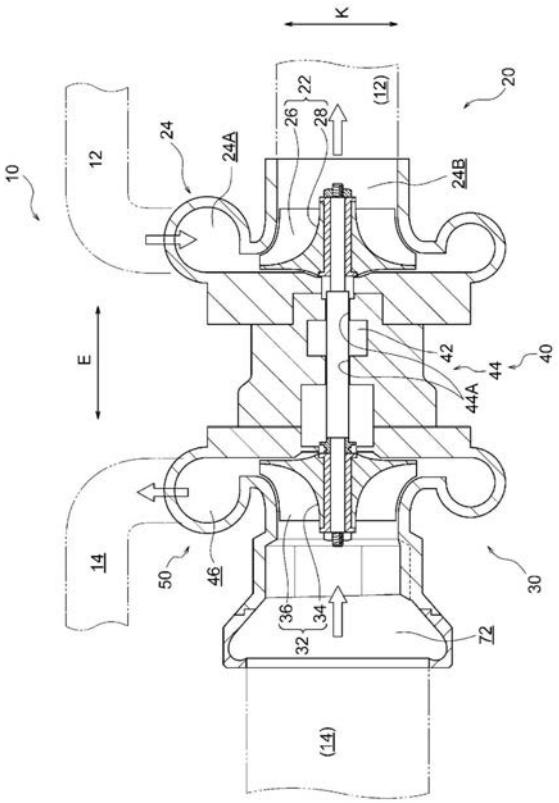
【図４】


60
78B
78
78A
70
68
L2
48A
M
48
D2
72
76

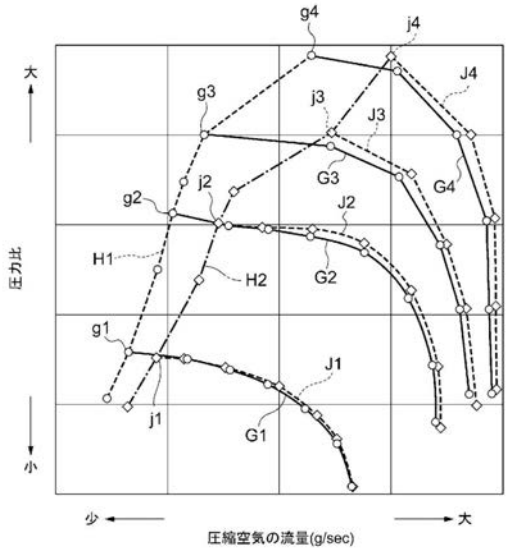
【図５】


72
48A
78B
78
78A
76
m

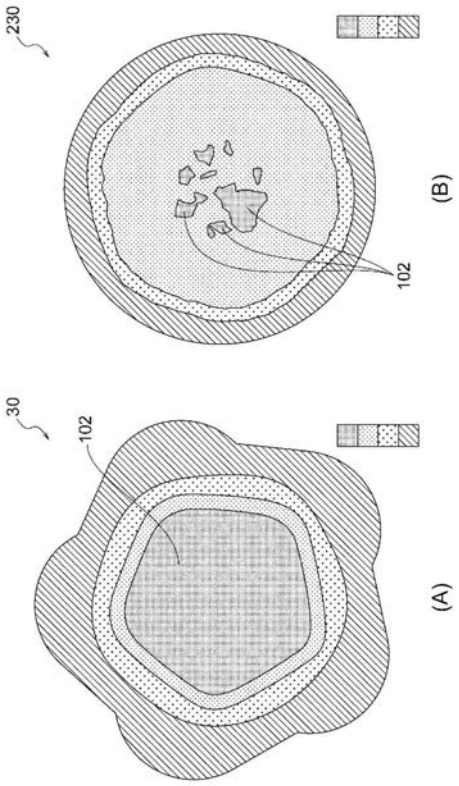
【図６】


K
20
(12)
22
26
28
24
24A
12
10
24B
E
42
44
40
44A
14
50
46
30
36
34
32
72
(14)

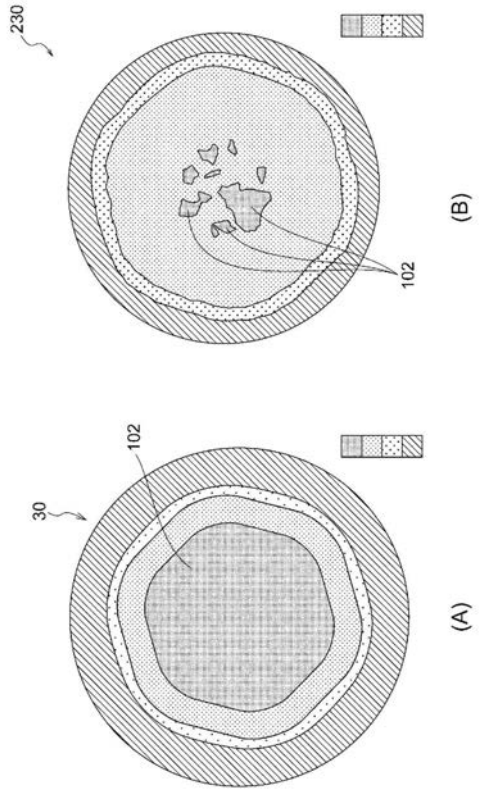
【図７】


g4
j4
J4
g3
j3
J3
G3
G4
j2
J2
g2
H1
H2
G2
g1
J1
j1
G1
大
小
圧力比
少
大
圧縮空気の流量(g/sec)

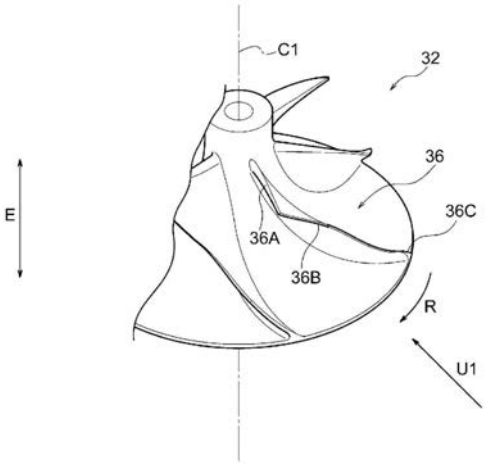
【図８】


230
(B)
102
30
102
(A)

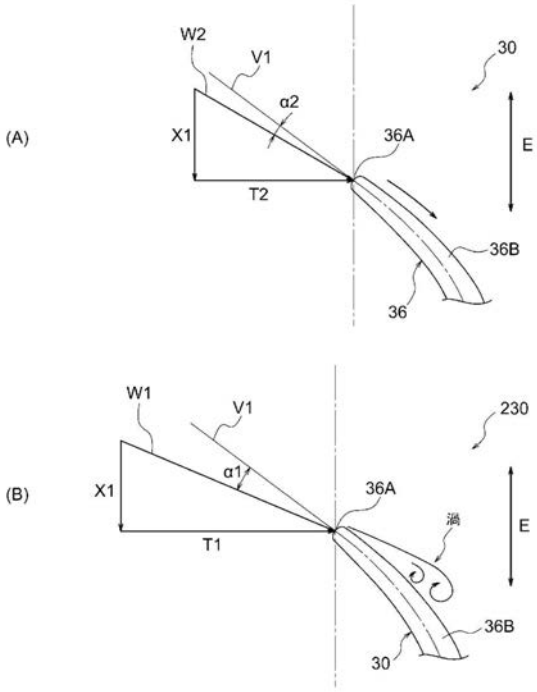
【図９】



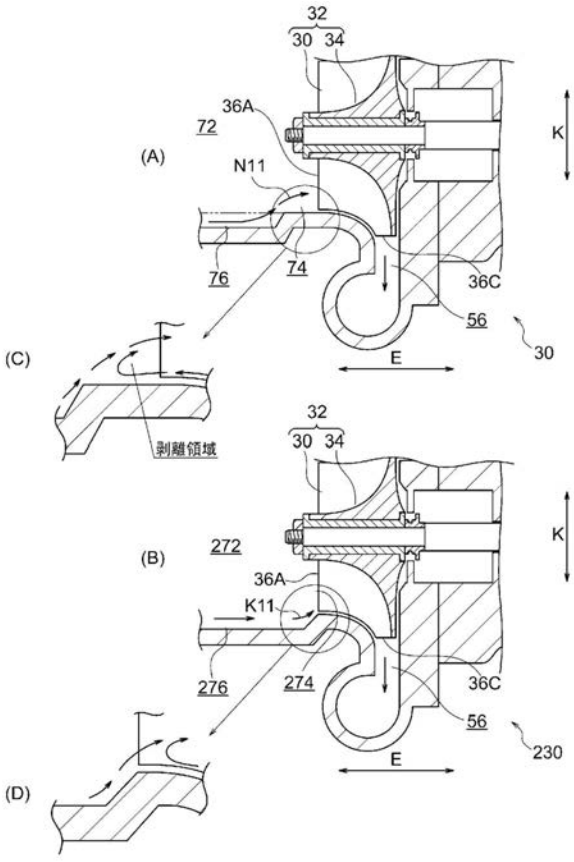
【図１０】



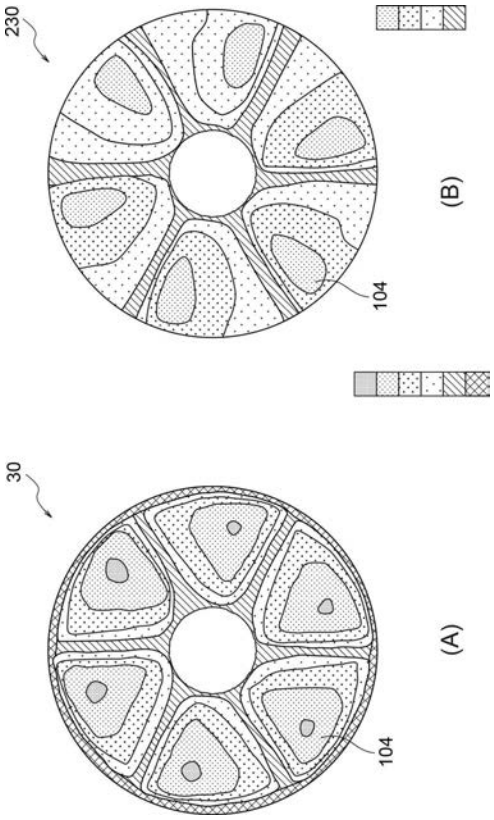
【図１１】



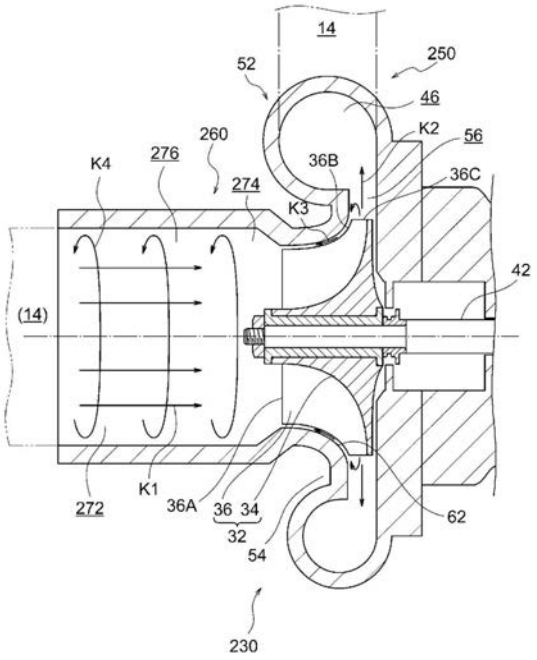
【図１２】



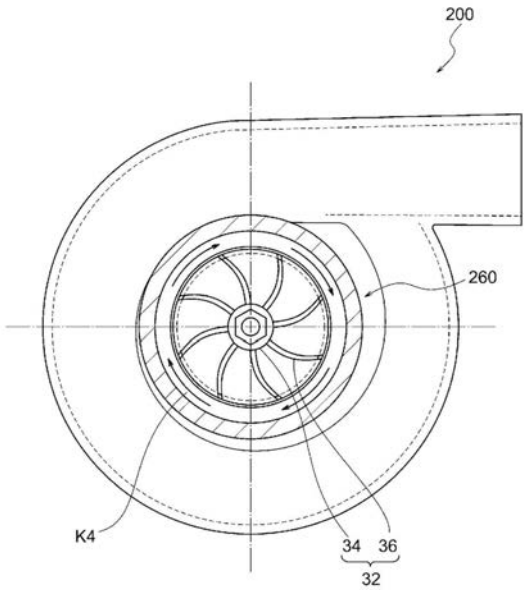
【図１３】


230
(B)
104
30
(A)
104

【図１４】


14
250
52
46
K2
56
260
276
K4
274
36B
36C
K3
42
(14)
272
K1
36A
36 34
32
54
62
230

【図１５】


200
260
K4
34 36
32