

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5753199号

(P5753199)

(45) 発行日 平成27年7月22日(2015. 7. 22)

(24) 登録日 平成27年5月29日(2015. 5. 29)

(51) Int.Cl.

F I

F O 4 D 29/44 (2006.01)

F O 4 D 29/44

S

請求項の数 11 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-551966 (P2012-551966)	(73) 特許権者	512202967
(86) (22) 出願日	平成22年11月30日(2010. 11. 30)		キャメロン インターナショナル コーポ
(65) 公表番号	特表2013-519036 (P2013-519036A)		レイション
(43) 公表日	平成25年5月23日(2013. 5. 23)		アメリカ合衆国, テキサス 77027,
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/058439		ヒューストン, ウェスト ループ サウス
(87) 国際公開番号	W02011/096981		1333, スイート 1700
(87) 国際公開日	平成23年8月11日(2011. 8. 11)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成25年10月30日(2013. 10. 30)		弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	61/301, 580	(74) 代理人	100102819
(32) 優先日	平成22年2月4日(2010. 2. 4)		弁理士 島田 哲郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非周期的な遠心圧縮機ディフューザ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

羽根車と、

前記羽根車からの流体の流れの速度を圧力に変換するように構成されたディフューザと

、

前記ディフューザからの前記流体の流れを遠心ガス圧縮機から外部に導くように構成されたスクロールと、を有する遠心ガス圧縮機を備え、

前記ディフューザは、該ディフューザの取付表面の周囲に亘って非対称なパターンとして配列された複数のディフューザ翼を備え、

前記羽根車から前記ディフューザを横断し、前記スクロールを通して流れる流体の3次元流れ場特性に基づいて、前記遠心ガス圧縮機の全体的等エントロピー効率の向上をもたらすために、前記ディフューザ翼の各々の形状、向き、及び位置を最適化し、

前記ディフューザ翼の表面は、360°を前記ディフューザ翼の数によって除算したものに等しい角度で規定された周方向に等間隔で離隔した半径方向ラインに沿って、空間的に対称ではないシステム。

【請求項 2】

前記非対称なパターンは、非対称な形状を有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記非対称な形状は、第1ディフューザ翼と第2ディフューザ翼との間に圧力表面の変化を有する、請求項 2 に記載のシステム。

10

20

【請求項 4】

前記非対称な形状は、第 1 ディフューザ翼と第 2 ディフューザ翼との間に吸引表面の変化を有する、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記非対称なパターンは、非対称な向きを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記非対称な向きは、第 1 ディフューザ翼と第 2 ディフューザ翼との間に半径方向の位置の変化を有する、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記非対称な向きは、第 1 ディフューザ翼と第 2 ディフューザ翼との間に、等間隔で離隔した基準点に対する周方向の位置の変化を有する、請求項 5 に記載のシステム。

10

【請求項 8】

前記非対称な向きは、第 1 ディフューザ翼と第 2 ディフューザ翼との間に角度方位の変化を有する、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 9】

遠心圧縮機羽根車から遠心圧縮機ディフューザを横断し、遠心圧縮機スクロールを通して流れる流体の 3 次元流れ場特性を決定するステップと、

前記 3 次元流れ場特性に基づいて、前記遠心ガス圧縮機の全体的等エントロピー効率の向上をもたらすために、前記遠心圧縮機ディフューザの複数のディフューザ翼の各々の形状、向き、及び位置を最適化するステップと、を備え、

20

前記ディフューザ翼の表面は、360°を前記ディフューザ翼の数によって除算したものに等しい角度で規定された周方向に等間隔で離隔した半径方向ラインに沿って、空間的に対称ではないようにした方法。

【請求項 10】

前記複数のディフューザ翼の各々の形状、向き、及び位置を最適化するステップは、前記複数のディフューザ翼の各々の近傍において、損失を生じさせる流体構造の形成を最小化するステップを有する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記複数のディフューザ翼の各々の形状、向き、及び位置を最適化するステップは、前記複数のディフューザ翼の各々の圧力表面又は吸引表面を最適化するステップを有する、請求項 10 に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2010年2月4日付けで出願された「Non-Periodic Centrifugal Compressor Diffuser」という名称の米国仮特許出願第61/301,580号に対する優先権を主張するものであり、この特許出願の内容は、本引用により、そのすべてが本明細書に包含される。

【背景技術】

【0002】

40

本節は、以下に記述及び/又は特許請求する本発明の様々な態様に関する技術の様々な側面を読者に紹介することを目的としている。この記述内容は、本発明の様々な態様を十分に理解できるようにするための背景情報を読者に提供するのにも有用であると思われる。従って、これらの内容は、この観点において理解することを要し、且つ、従来技術の是認として理解してはならないことを理解されたい。

【0003】

遠心圧縮機は、加圧された流体の流れを様々な用途に提供するために利用してもよい。このような圧縮機は、通常、電動機、内燃機関、又は回転出力を供給するように構成された別の駆動装置によって回転駆動される羽根車を含む。羽根車が回転するのに伴って、軸方向に進入する流体は、周方向及び半径方向に加速されると共に押し出される。次いで、

50

この高速の流体は、ディフューザを横断し、このディフューザにより、流体の速度ヘッドが圧力ヘッドに変換される（即ち、流れの速度が低下し、且つ、流れの圧力が上昇する）。次いで、ポリユート又はスクロールが、半径方向外向きの流れを収集し、且つ、この流れを導管内に導く。この結果、遠心圧縮機は、高圧の流体出力を生成する。段の全体的な効率は、これら３つの構成要素（例えば、羽根車、ディフューザ、並びに、ポリユート又はスクロール）の個々の稼働効率とこれらの間における協働効率の積となる。

【図面の簡単な説明】

【０００４】

【図１】羽根車と、非周期的ディフューザと、スクロールと、を有する遠心圧縮機段の例示用の実施形態の軸方向の図である。

10

【図２】羽根車と、非周期的ディフューザと、スクロールと、を有する遠心圧縮機段の例示用の実施形態の斜視図である。

【図３】図１及び図２の遠心圧縮機段の羽根車及び非周期的ディフューザの斜視図である。

【図４】図１～図３の羽根車の斜視図である。

【図５】図１～図３の羽根車の側面図である。

【図６】図１～図３の非周期的ディフューザの斜視図である。

【図７】周期的ディフューザの斜視図である。

【図８】図７のライン８－８に沿って取得した周期的ディフューザの部分斜視図である。

【図９】図１～図６の非周期的ディフューザの軸方向の図である。

20

【図１０】非周期的ディフューザの取付表面にわたる非対称な（例えば、非周期的な）パターンとして配列された複数のディフューザ翼の形状及び向きを導出するための方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【０００５】

本発明の様々な特徴、態様、及び利点については、添付図面との関連において以下の詳細な説明を参照することにより、十分に理解することができよう。添付の図面においては、同一の符号によって同一の部分を表している。

【０００６】

以下、本発明の１つ又は複数の特定の実施形態について説明する。これらの説明対象の実施形態は、本発明を例示するものに過ぎない。又、例示用の実施形態の説明を簡潔にするために、本明細書においては、実際の実装の特徴のすべてを説明しない場合がある。そのような実際の実装を開発する際には、あらゆる工学又は設計プロジェクトと同様に、実装ごとに異なりうるシステムに関係した且つビジネスに関係した制約の順守などの開発者の特定の目標を実現するために多数の実装固有の決定を下さなければならないことを理解されたい。更には、このような開発作業は、複雑且つ時間を所要する作業となるが、それにも拘わらず、本開示の利益を享受する当業者にとっては、この開発作業は、通常の設計、組立、及び製造の作業となるであろうことを理解されたい。

30

【０００７】

本開示の実施形態は、半径流ディフューザ（例えば、遠心圧縮機システムに使用されるディフューザ）の設計の改善を含む。具体的には、開示される実施形態は、関連する羽根車及びスクロール又はポリユートを有するディフューザに適合している。遠心圧縮機システム内のディフューザは、多数の目的を有している。ディフューザの主な機能のうちの１つは、圧縮ガスが羽根車の排出口からスクロール又はポリユートに通過するのに伴って、圧縮ガスを拡散（例えば、減速）させるというものである。これが厳密にどのように実行されるかは、圧縮機段の全体的な等エントロピー効率の損失に対して大きな影響を及ぼすことになる。

40

【０００８】

従来のディフューザ設計は、羽根車から排出される平均的流動状態の予測に基づいている。更には、スクロールによって生成される周方向の圧力歪が存在しておらず、且つ、ボ

50

リュートの舌部によって生成される局所的な圧力歪も存在しないものと仮定している。これらの仮定は、ディフューザを離脱した流れが古典的なインライン圧縮機のダンプコレクタ又は翼なし戻り流路に進入すると仮定することに等しい。換言すれば、ディフューザの排出口における均一な周方向の圧力分布を仮定しているのである。この仮定によれば、結果的に、周期的な（例えば、周方向において対称的な）ディフューザ設計が得られる。

【 0 0 0 9 】

開示対象の実施形態においては、ディフューザ翼は、ディフューザの取付表面（例えば、この特定のケースにおいては、ハブ）の周りの周方向における非対称な（例えば、非周期的な）パターンとして配列されている。スクロール又はポリュートの存在に少なくとも部分的に起因し、加圧されている流体の圧力分布は、取付表面の周りの異なる周方向の位置において変化している。この変化する圧力分布を考慮し、ディフューザ翼の形状、向き、及び／又は位置を変化させることにより、ディフューザの効率を向上させてもよい。換言すれば、ディフューザ翼近傍の特定の圧力及び流動特性に基づいて、それぞれの個々のディフューザ翼を特別に設計してもよい。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、羽根車 1 2 と、非周期的ディフューザ 1 4 と、スクロール 1 6 と、を有する遠心圧縮機段 1 0 の例示用の実施形態の軸方向の図であり、且つ、図 2 は、その斜視図である。遠心圧縮機段 1 0 は、流体の加圧された流れを様々な用途に供給するために利用してもよい。羽根車 1 2 は、電動機、内燃機関、又は回転出力を供給するように構成された別の駆動装置によって回転駆動してもよい。羽根車 1 2 が回転するのに伴って、軸方向に進入する流体は、周方向及び半径方向に加速されると共に押し出される。次いで、この高速の流体は、ディフューザ 1 4 を横断し、このディフューザにより、流体の速度ヘッドが圧力ヘッドに変換される（即ち、流れの速度が低下し、且つ、流れの圧力が上昇する）。次いで、スクロール（又は、ポリュート）1 6 が、半径方向外向きの流れを収集し、且つ、この流れを、例えば、導管内に導く。この結果、遠心圧縮機段 1 0 は、高圧の流体出力を生成する。段の全体的な効率は、これら 3 つの構成要素（例えば、羽根車 1 2、ディフューザ 1 4、及びスクロール 1 6）の個々の稼働効率とこれらの間における協働効率の積である。この分析においては、ポリュート及びスクロールは、同一装置の相互交換可能な名称であり、この装置は、半径方向の流れを受け入れ、この流れを更に拡散させてもよく又は拡散させなくてもよく、且つ、次いで、この流れを排出導管に導いている。

【 0 0 1 1 】

スクロール 1 6 は、ディフューザ 1 4 内の流れ場を歪ませることがあり、ある事例においては、スクロール 1 6 によって生成される周方向の歪が、羽根車 1 2 の排出口において計測され得る。スクロール 1 6 によって生成される圧力歪は、一般に可変である。具体的には、スクロール 1 6 は、通常、3 つの流れ領域（例えば、ニュートラル、加速流、及び減速流）のうちのいずれかにおいて稼働してもよい。スクロール 1 6 が稼働する領域は、遠心圧縮機段 1 0 の具体的な用途によって決定される。比較的に大きな流量を伴う用途においては、スクロール 1 6 内の平均的流動は、スクロール 1 6 の舌部に接近するのに伴って加速することになる。この結果、ディフューザ 1 4 上に周方向の圧力歪が生成される。逆に、比較的に小さな流量の用途においては、スクロール 1 6 内の流動は、減速し、且つ、加速流の反対方向において周方向の圧力勾配を生成する。この歪の程度は、その適用点が中立点から離隔している距離と略相関している。すべてのスクロール又はポリュート内に、そのスクロール又はポリュート内の流れが加速も減速もしていない（例えば、拡散していない）適用点が存在している。この中立点においても、スクロール 1 6 の舌部が圧力及び流れ場歪を生成する場合があります、これらの歪は、ディフューザ 1 4 の領域に影響を及ぼすが、ディフューザ 1 4 の周りを周方向に完全に 360°にわたって延在してはいない。この局所的な流れ歪の領域は、舌部領域から羽根車 1 2 の排出口まで延在する場合がある。

【 0 0 1 2 】

図 3 は、図 1 及び図 2 の遠心圧縮機段 1 0 の羽根車 1 2 及び非周期的ディフューザ 1 4

10

20

30

40

50

の斜視図である。図示のように、羽根車 12 は、複数のブレード 18 を有する。羽根車 12 が外部源（例えば、電動機や内燃機関など）によって回転駆動されるのに伴って、ブレード 18 を横断する圧縮可能な流体は、羽根車 12 の周りに半径方向に配設されたディフューザ 14 に向かって加速される。図 1 及び図 2 に示されているように、スクロール 16 は、ディフューザ 14 に直接隣接して配置されており、且つ、ディフューザ 14 を離脱した流体の流れを収集するように機能する。ディフューザ 14 は、羽根車 12 からの流体の高速の流れを高圧の流れに変換するように（例えば、動的ヘッドを圧力ヘッドに変換するように）構成されている。

【0013】

本実施形態においては、ディフューザ 14 は、取付表面 22 の周りの周方向 31 における非対称な（例えば、非周期的な）環状構造で、ディフューザ 14 の取付表面 22（例えば、この特定のケースにおいては、ハブ）に結合されたディフューザ翼 20 を含む。これらのディフューザ翼 20 は、ディフューザ効率を増大させるように構成されている。後述するように、それぞれのディフューザ翼 20 は、リーディングエッジ部 42 と、トレーリングエッジ部 46 と、を含む。更には、それぞれのディフューザ翼 20 は、ディフューザ翼 20 の反対面に、リーディングエッジ部 42 からトレーリングエッジ部 46 まで延在する圧力表面 50 及び吸引表面 52 を含む。ディフューザ翼 20 近傍の特定の圧力及び流動特性に基づいてそれぞれの個々のディフューザ翼 20 を設計することにより、従来の周期的な（例えば、対称的な）ディフューザと比べて、ディフューザ 14 の効率を向上させることができる。

【0014】

図 4 は、図 1 ~ 図 3 の羽根車 12 の斜視図であり、且つ、図 5 は、その側面図である。図 5 に示されているように、圧縮可能な流体の流れ 24 は、軸方向 26 とは反対方向において羽根車 12 に向かって導かれ得る。換言すれば、圧縮可能な流体の流れ 24 は、羽根車 12、ディフューザ 14、及びスクロール 16 の共通の中心軸に沿って羽根車 12 に向かって導かれ得る。前述のように、羽根車 12 が回転するのに伴って、軸方向 26 に進入する流体は、周方向及び半径方向に加速されると共に押し出される。更に詳しくは、図 5 に示されているように、加速された流体の流れ 28 は、少なくとも部分的に半径方向 30 に導かれることになる。羽根車 12 の半径方向 30 は、羽根車 12、ディフューザ 14、及びスクロール 16 の共通中心軸と（位置及び方向の両方において）一致する軸方向 26 に対して垂直となる、いずれの方向となり得る。更には、加速された流体は、羽根車 12、ディフューザ 14、及びスクロール 16 の共通中心軸を中心とした回転方向のいずれかとなる周方向 31 に、少なくとも部分的に導かれることになる。

【0015】

図 6 は、図 1 ~ 図 3 の非周期的ディフューザ 14 の斜視図である。図示のように、ディフューザ 14 は、図 4 及び図 5 の羽根車 12 と、軸方向 26 の共通中心軸を共有している。更には、ディフューザ 14 に対する半径方向 30 は、羽根車 12 と同じである。換言すれば、ディフューザ 14 の半径方向 30 は、羽根車 12、ディフューザ 14、及びスクロール 16 の共通中心軸と（位置及び方向の両方において）一致する軸方向 26 に対して垂直ないずれかの方向となり得る。更には、前述のように、ディフューザ 14 は、ディフューザ 14 の取付表面 22 の周りの周方向 31 に非対称なパターンとして配列されたディフューザ翼 20 を含む。換言すれば、これらのディフューザ翼 20 の形状、向き、及び/又は位置は、1つのディフューザ翼 20 から、その隣のディフューザ翼 20 に向けて、非周期的（例えば、非対称）となる。ディフューザ 14 の周方向 31 は、羽根車 12、ディフューザ 14、及びスクロール 16 の共通中心軸を中心とした回転方向のいずれかとなり得る。

【0016】

非周期的ディフューザ 14 のディフューザ翼 20 の非周期的な構成を示すために、この非周期的ディフューザ 14 を、ディフューザの取付表面の周りの周方向 31 において対称な（例えば、周期的な）パターンを有する、実質的に同一のディフューザ翼を備えるディ

10

20

30

40

50

フューザと比較する。例えば、図 7 は、周期的ディフューザ 3 2 の斜視図である。更には、図 8 は、図 7 のライン 8 - 8 に沿って取得した周期的ディフューザ 3 2 の部分斜視図である。図 7 に示されているように、周期的ディフューザ 3 2 は、周期的ディフューザ 3 2 の取付表面 3 6（例えば、この特定のケースにおいては、ハブ）の周りの周方向 3 1 において対称的な（例えば、周期的な）パターンとして配設された、実質的に同一な複数のディフューザ翼 3 4 を含む。

【 0 0 1 7 】

図 8 は、周期的ディフューザ 3 2 の 1 つのディフューザ翼 3 4 を示しており、これを基準翼として使用することとする。それぞれのディフューザ翼 3 4 の任意の所与の軸方向の高さ z において、その垂線が軸方向 2 6 と一致する基準平面に沿って基準表面 3 8 を規定してもよい。図 8 の基準ディフューザ翼 3 4 においては、この基準表面 3 8 は、ディフューザ翼 3 4 の外側表面によって規定されている。但し、本明細書に記述されている分析は、ディフューザ翼 3 4 の任意の軸方向の高さについて利用してもよい。換言すれば、基準平面は、ディフューザ翼 3 4 の任意の軸方向の高さにおいて規定してもよい。図示の例においては、基準平面は、羽根車 1 2、ディフューザ 1 4、及びスクロール 1 6 の共通中心軸を通過する基準中心点 z_{ref} を含む。

【 0 0 1 8 】

基準表面 3 8 は、基準中心点 z_{ref} からの半径距離 r 、角度位置 θ 、及び軸方向の高さ z によって規定された固有点の集合によって特徴付けられ得る。任意の所与の基準平面について、固有点の集合の軸方向の高さ z は、同一となる。但し、半径方向の距離 r 及び角度位置 θ は、異なり、且つ、基準平面内の基準表面 3 8 のそれぞれの固有点を規定することになる。例えば、ディフューザ翼 3 4 のリーディングエッジ部 4 2 に対応するリーディングエッジ点 4 0 を、基準表面 3 8 のベースライン点として規定してもよく、且つ、従って、半径方向の距離 r_0 及び 0° に等しい角度位置 θ_0 によって規定してもよい。同様に、ディフューザ翼 3 4 のトレーリングエッジ部 4 6 に対応するトレーリングエッジ点 4 4 を半径方向の距離 r_1 及び角度位置 θ_1 によって規定してもよい。更には、圧力表面点 4 8 を半径方向の距離 r_2 及び角度位置 θ_2 によって規定してもよい。従って、ディフューザ翼 3 4 の圧力表面 5 0 をディフューザ翼 3 4 の圧力表面 5 0 に沿った複数の点によって規定してもよい。但し、ディフューザ翼 3 4 の吸引表面 5 2 も同様に規定してもよい。実際に、図 8 に示されている基準ディフューザ翼 3 4 の基準表面 3 8 内には無数の固有点が存在し得る。但し、ディフューザ翼 3 4 の形状、向き、及び / 又は位置の演算を容易にするために、個々のディフューザ翼 3 4 の設計を規定するために使用される固有点の数を制限してもよい。

【 0 0 1 9 】

更には、図 7 のディフューザ 3 2 のディフューザ翼 3 4 のそれぞれも、同様に、基準平面に沿って固有点の集合を含む。換言すれば、ディフューザ翼 3 4 のそれぞれは、図 8 に示されている基準ディフューザ翼 3 4 の基準表面 3 8 などの基準平面に沿った固有点の集合によって規定される 2 次元領域を含んでもよい。図 7 及び図 8 の周期的ディフューザ 3 2 の場合には、基準ディフューザ翼 3 4 の基準平面（例えば、基準表面 3 8）の 2 次元領域内に存在する全ての点について、 360.0 を N によって除算したものの整数倍だけ、これらの点の各々を回転させることにより、別のディフューザ翼 3 4 の基準平面の 2 次元領域内に存在する点が与えられることになる。ここで、 N は、ディフューザ 3 2 のディフューザ翼 3 4 の数である。例えば、図 7 に示されているディフューザ 3 2 は、9 つのディフューザ翼 3 4 を含む。従って、基準ディフューザ翼 3 4 の基準平面（例えば、基準表面 3 8）の 2 次元領域内に存在する全ての点について、 40° 、 80° 、 120° 、 160° 、 200° 、 240° 、 280° 、及び 320° （例えば、 360.0° を 9 によって除算したものの、即ち、 40.0° の整数倍）だけ、その点を回転させることにより、別のディフューザ翼 3 4 の基準平面の 2 次元領域内に存在する点が得られる。

【 0 0 2 0 】

これとは対照的に、この要件を満足しない如何なるディフューザも、非周期的であると

10

20

30

40

50

考えられる。例えば、図 9 は、取付表面 2 2 の周方向 3 1 の非周期的な（例えば、非対称的な）パターンとして配列された複数のディフューザ翼 5 4、5 6、5 8、6 0、6 2、6 4、6 6、6 8、及び 7 0 を有する、図 1 ~ 図 3、及び図 6 の非周期的ディフューザ 1 4 の軸方向の図である。図 9 に示されている非周期的な（例えば、非対称な）パターンの特性を示すために、基準点 A、B、C、D、E、F、G、H、及び I が、取付表面 2 2 の周囲に亘って、周方向位置に等間隔に配置されている。図示されているように、図 9 のディフューザ 1 4 は、9 つのディフューザ翼 2 0 を含む。従って、基準点 A、B、C、D、E、F、G、H、及び I は、 40° の円弧角 ϕ （例えば、 360.0° を 9 によって除算したもの）だけ、等間隔で離隔している。

【0021】

図示のディフューザ翼 5 4、5 6、5 8、6 0、6 2、6 4、6 6、6 8、及び 7 0 のそれぞれは、概して、基準点 A、B、C、D、E、F、G、H、及び I のうちの 1 つと関連付けられている（例えば、ディフューザ翼 5 4 は、基準点 A と関連付けられており、ディフューザ翼 5 6 は、基準点 B と関連付けられており、ディフューザ翼 5 8 は、基準点 C と関連付けられており、ディフューザ翼 6 0 は、基準点 D と関連付けられており、ディフューザ翼 6 2 は、基準点 E と関連付けられており、ディフューザ翼 6 4 は、基準点 F と関連付けられており、ディフューザ翼 6 6 は、基準点 G と関連付けられており、ディフューザ翼 6 8 は、基準点 H と関連付けられており、且つ、ディフューザ翼 7 0 は、基準点 I と関連付けられている）。基準点 A、B、C、D、E、F、G、H、及び I は、ディフューザ翼 5 4、5 6、5 8、6 0、6 2、6 4、6 6、6 8、及び 7 0 の形状、向き、及び / 又は位置が取付表面 2 2 の周方向 3 1 に沿ってディフューザ翼の間においてどのように変化しているのかを示すために使用されている。

【0022】

更に詳しくは、前述のように、周期的な（例えば、対称な）ディフューザ 1 4 として見なされるためには、ディフューザ翼 5 4 の基準平面のディフューザ翼 5 4（例えば、基準翼）の 2 次元領域内に存在する全ての点について、 40° 、 80° 、 120° 、 160° 、 200° 、 240° 、 280° 、及び 320° （例えば、 360.0° を 9 によって除算したもの、即ち、 40.0° の整数倍）だけ、その点を回転させることにより、その他のディフューザ翼 5 6、5 8、6 0、6 2、6 4、6 6、6 8、及び 7 0 の基準平面の 2 次元領域内に存在する点が与えられることになる。しかしながら、図示のように、 40° 、 80° 、 120° 、 160° 、 200° 、 240° 、 280° 、及び 320° の円弧角だけ回転した基準点 A に対応する基準点 B、C、D、E、F、G、H、及び I は、その他のディフューザ翼 5 6、5 8、6 0、6 2、6 4、6 6、6 8、及び 7 0 の基準平面の 2 次元領域内に全てが存在しているわけではない。例えば、基準点 E、F、G、H、及び I は、ディフューザ翼 6 2、6 4、6 6、6 8、及び 7 0 の基準平面の 2 次元領域内に存在していない。従って、図 9 に示されているディフューザ 1 4 は、非周期的な（例えば、非対称な）ディフューザ 1 4 である。

【0023】

前述のように、取付表面 2 2 の周りの周方向 3 1 におけるディフューザ翼 2 0 の非対称な（例えば、非周期的な）パターンは、羽根車 1 2 からディフューザ 1 4 を横断し、スクロール 1 6 を通って流れる流体の圧力及び流体流動特性を考慮することによって決定してもよい。例えば、図 10 は、非周期的ディフューザ 1 4 の取付表面 2 2 の周りの非対称な（例えば、非周期的な）パターンとして配列された複数のディフューザ翼 2 0 の形状、向き、及び / 又は位置を導出するための方法 7 2 のフローチャートである。ディフューザ 1 4 の個々のディフューザ翼 2 0 の各々の形状、向き、及び / 又は位置を導出する際に、流れ場の摂動が考慮されるように、羽根車 - ディフューザ - スクロールの組の全体に亘って（例えば、羽根車 1 2 からディフューザ 1 4 を横断し、スクロール 1 6 を通過する）、遠心圧縮機段 1 0 によって圧縮された流体の圧力及び流体流動特性を判定してもよい（ブロック 7 4）。更に詳しくは、ディフューザ翼 2 0 の少なくとも 1 つが、 360.0° を N によって除算したものの整数倍に等しい円弧角だけその他のディフューザ翼 2 0 のそれぞ

10

20

30

40

50

れを理論的に単純に回転させることによって導出されないように、羽根車 - ディフューザ - スクロールの組の全体に亘る圧力及び流体流動特性を使用し、ディフューザ 14 のそれぞれの個々のディフューザ翼 20 の形状、向き、及び / 又は位置を導出してよい (ブロック 76)。ここで、N は、ディフューザ 14 のディフューザ翼 20 の数に等しい。更には、ある特定の実施形態においては、羽根車 - ディフューザ - スクロールの組の全体に亘る圧力及び流体流動特性を考慮することにより、ディフューザ 14 用のディフューザ翼 20 の最適な数を決定してもよい。図 10 の方法 72 は、ディフューザ翼 20 の形状、向き、及び / 又は位置を導出するように特にプログラムされたコンピュータ上において実行されてもよい。コンピュータは、メモリと通信すると共に図 10 の方法 72 によって示されているようなコンピュータ命令を実行し得る 1 つ又は複数のプロセッサを含む、任意の適切なコンピュータ (例えば、ラップトップ、デスクトップ、サーバーなど) であってよい。

10

【0024】

羽根車 - ディフューザ - スクロールの組の全体に亘る圧力及び流体流動特性に基づいて、個々のディフューザ翼 20 の各々の形状、向き、及び / 又は位置を導出することにより、ディフューザ翼 20 の調節が可能となり、この結果、例えば、ポリュート又はスクロールの舌部の存在に起因した、流れ場の摂動の悪影響が低減されることになり得る。従って、非周期的ディフューザ 14 は、そのそれぞれの遠心圧縮機段 10 の全体的な効率の向上をもたらすことになり得る。例えば、ある特定の実施形態においては、流体の流れ場の変動を考慮したディフューザ翼 20 の非対称的な (例えば、非周期的な) パターンの導出によって、約 0.5%、1.0%、1.5%、又は、これを上回る程の圧縮機段の効率向上をもたらすことになり得る。

20

【0025】

ディフューザ翼 20 の非対称な (例えば、非周期的な) パターンは、第 1 ディフューザ翼 20 から第 2 ディフューザ翼 20 への非対称な形状、非対称な向き、又はこれらの両方を含んでもよい。例えば、ある特定の実施形態においては、非対称な形状は、第 1 ディフューザ翼 20 から第 2 ディフューザ翼 20 への圧力表面 50 の変化を含んでもよい。但し、その他の実施形態においては、非対称な形状は、第 1 ディフューザ翼 20 から第 2 ディフューザ翼 20 への吸引表面 52 の変化を含んでもよい。更には、ある特定の実施形態においては、非対称な向きは、第 1 ディフューザ翼 20 から第 2 ディフューザ翼 20 への半径方向の位置の変化を含んでもよい。但し、その他の実施形態においては、非対称な向きは、第 1 ディフューザ翼 20 から第 2 ディフューザ翼 20 への等間隔で離隔した基準点に対する周方向の位置の変化を含んでもよい。更には、その他の実施形態においては、非対称な向きは、第 1 ディフューザ翼 20 から第 2 ディフューザ翼 20 への角度方位の変化を含んでもよい。

30

【0026】

この方法における特異な点は、羽根車 12 の上流からスクロール 16 の下流まで延在する演算場を伴う個々のディフューザ翼 20 の各々における非周期的ディフューザ 14 の性能を最適化するための時間非定常型の数値流体力学 (Computational Flow Dynamics: CFD) の使用である。このレベルの分析の結果により、ディフューザ 14 内の非定常流れ場の総合的な検証と、ディフューザ 14 を有する圧縮機段 10 の性能の全体的な推定とが可能になる。ディフューザ翼 20 の最適な構成により、ディフューザ翼 20 の近傍において損失を生じさせる流体構造の形成を最小化することができる。開示された実施形態においては、個々のディフューザ翼 20 の最適な形状、向き、及び / 又は位置の結果として、360.0°をディフューザ翼 20 の数によって除算したものに等しい円弧角において規定された等間隔の半径方向のラインに沿って空間的に対称ではないディフューザ翼 20 のうちの 1 つ又は複数のディフューザ翼が得られる。

40

【0027】

個々のディフューザ翼 20 は、例えば、変形 2 次元翼列、3 次元で彫刻された平らなプレート設計、3 次元に掘じられたエアフォイル、又は任意の 3 次元表面を含んでもよい。

50

羽根車 12 の排出口流れ場及び正確なポリユート形状は、最適なディフューザ翼の表面形状を決定することになる。羽根車 12 及びスクロール 16 の両方によって生成される特定の局所的圧力及び流体流動特性に基づいて、個々のディフューザ翼 20 の各々を特別に構成してもよい。最終的な構成は、全ての用途に跨る 1 つの共通的な特性を共有することになる。即ち、ディフューザ 14 は、ディフューザ翼 20 が局所的に最適化されているため、非周期的なものとなる（周方向において対称ではなくなる）。多くの場合に、任意の所与のディフューザ翼 20 について、単一の最良の固有のディフューザ翼形状は存在しないものと思われる。従って、最適な選択肢は、製造が最も単純であり、且つ、最適な性能を提供するものとなり得る。この設計法の利点により、約 1 . 5 % の範囲の段全体の効率の改善と、ストールマージンの改善とが可能となる。

10

【 0 0 2 8 】

本発明には、様々な変更及び代替形態が可能であるが、一例として、特定の実施形態を図面に示し、且つ、本明細書において詳細に説明した。但し、本発明が、開示された特定の形態に限定されるものと解釈してはならないことを理解されたい。むしろ、本発明は、添付の請求項によって規定された本発明の精神及び範囲に含まれるすべての変更、均等物、及び代替肢を含んでいる。

【 図 1 】

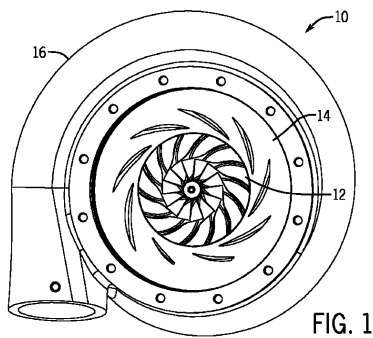


FIG. 1

【 図 2 】

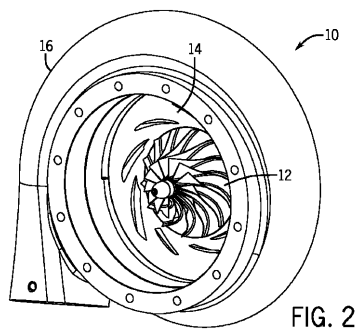


FIG. 2

【 図 3 】

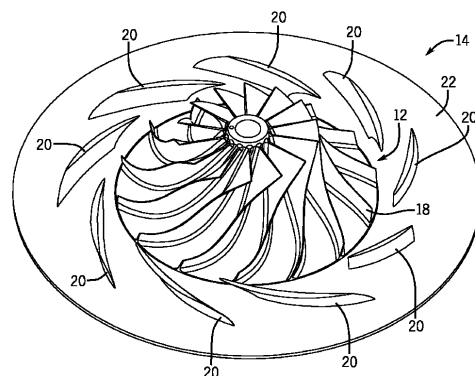


FIG. 3

【 図 4 】

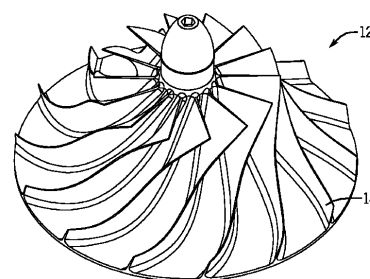
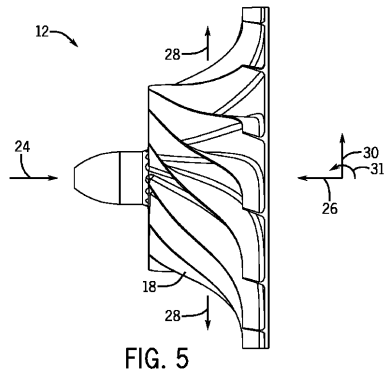
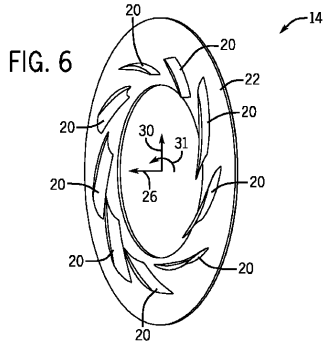


FIG. 4

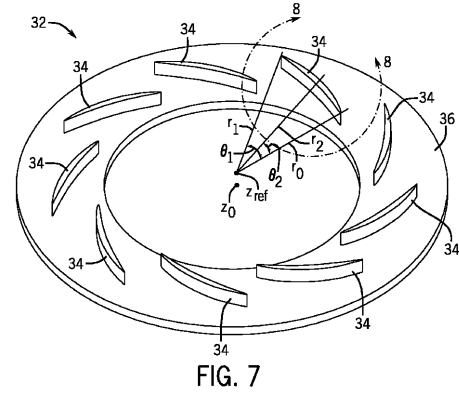
【図 5】



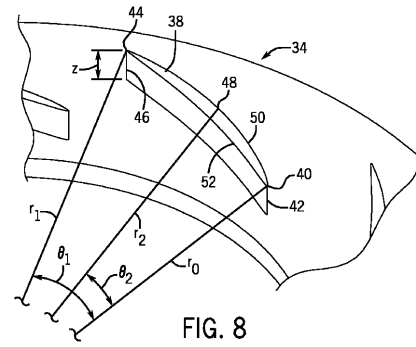
【図 6】



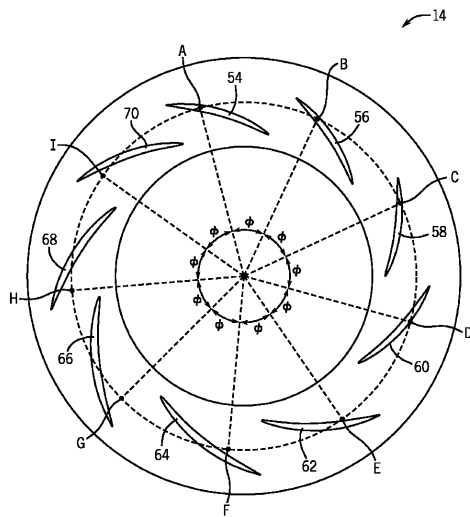
【図 7】



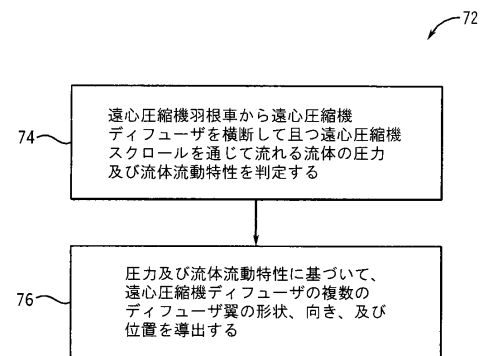
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(74)代理人 100157211

弁理士 前島 一夫

(74)代理人 100159684

弁理士 田原 正宏

(72)発明者 ミカイル グリゴリーフ

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 0 5 1 , イースト アムハースト, テンバー コープ
ート 2 3

(72)発明者 チェスター ブイ・スウィアテック

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 2 2 1 , アムハースト, サンライズ ブールバード 3 3 6

(72)発明者 ジェイムズ ヒット

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 0 8 6 , ランカスター, パーチウッド シーエム 1 7

審査官 松浦 久夫

(56)参考文献 特開平04 - 334798 (JP, A)

特開2009 - 270467 (JP, A)

特表2010 - 533255 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 4 D 2 9 / 4 4