

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001 - 336498

(P 2 0 0 1 - 3 3 6 4 9 8 A)

(43)公開日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
F04D 29/30		F04D 29/30	F 3H033
29/28		29/28	G 3H034
29/44		29/44	X

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全6頁)

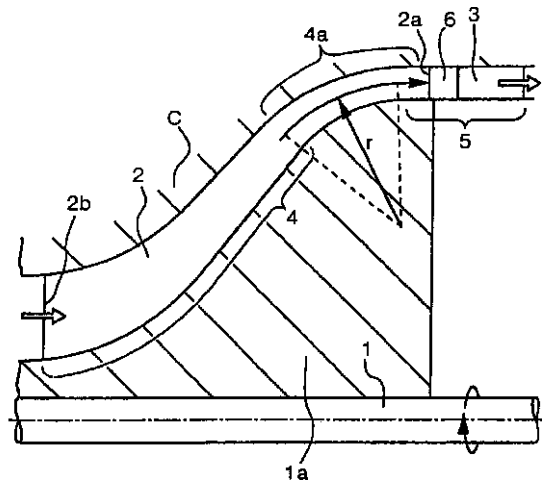
(21)出願番号	特願2000 - 154969(P 2000 - 154969)	(71)出願人	390014306 防衛庁技術研究本部長 東京都新宿区市谷本村町5番1号
(22)出願日	平成12年5月25日(2000.5.25)	(72)発明者	杉山 洋吉 埼玉県日高市武蔵台5 - 26 - 1
		(74)代理人	100067323 弁理士 西村 教光 (外1名)
		Fターム(参考)	3H033 AA02 AA16 BB03 BB06 BB07 CC01 CC03 CC04 DD03 DD06 DD29 DD30 EE08 EE19 3H034 AA02 AA16 BB03 BB06 BB07 CC01 CC03 CC04 DD12 DD20 DD27 DD28 DD30 EE08 EE18

(54)【発明の名称】圧縮機

(57)【要約】

【目的】 静翼への入射角の時間的変動を抑制し、動翼と静翼間の流路における境界層の発達を抑制し、圧縮性能を向上させるとともに、圧縮機の小型化を図る。

【解決手段】 回転駆動軸から半径方向外側に曲げられた曲線流路に位置して回転駆動される動翼と、曲線流路の下流に接続されてほぼ軸方向流路に位置する静翼とを有する圧縮機であって、動翼出口側の後縁部がほぼ軸方向流路内に位置するように動翼出口付近の流路形状が軸方向に湾曲する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転駆動軸から半径方向外側に曲げられた曲線流路を有し、回転する動翼、およびその動翼出口の下流に静翼が位置する圧縮機であって、動翼出口から流出する流体がほぼ軸方向に流出するように、動翼出口付近の流路形状が軸方向に湾曲することを特徴とする圧縮機。

【請求項 2】 上記圧縮機において、静翼、および動翼出口と静翼を接続する流路が、動翼出口の回転駆動軸からの半径に略等しい半径位置で、ほぼ軸方向に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧縮機の構造に係り、特に、圧縮機の高性能化および小型化を図る技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ガスタービン、過給器等に用いる従来の遠心圧縮機および斜流圧縮機は、図 5 (a) および図 5 (b) に示すように、回転駆動軸 D 1 の周りに、複数の動翼 D 2 が配され、その下流には、複数の静翼 D 3 が配される。

【0003】動翼 D 2 は、曲線流路 D 4 に位置されており、その下流側に静翼 D 3 が位置されており、動翼後縁部 D 2 a と静翼前縁部 D 3 a の間を流路 D 6 が接続している。上記動翼 D 2 と静翼 D 3 は、動翼後縁部 D 2 a の回転駆動軸 D 1 からの半径距離よりも、静翼 D 3 の回転駆動軸 D 1 からの半径距離が大きく設定されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような遠心圧縮機および斜流圧縮機において、図 6 ないし図 7 に示すように、動翼 D 2 が矢印 R で示す回転方向に速度 V_R で回転すると、その際の動翼 D 2 から流出する主流 D J の流れは速度 V_J となる。ところが、各動翼 D 2 においては、矢印 R で示す回転方向の後面が負圧面となり、主流 D J の速度 V_J よりも小さい速度 V_W を有するウエーク DW が、図 6 (a) に示すように、動翼 D 2 の曲線流路 D 4 の中間部で形成され、その領域は後流に行くほど大きくなり、動翼出口部においては図 6 (b) に示すようにウエーク DW が拡大した流れ状態になる。

【0005】ウエーク DW 内の流体が動翼 D 2 から流出する速度 V_W は、図 7 に示すように主流の速度 V_J に比べて、その方向はほぼ同一であるものの、小さな速度となる。このような流れ状態が時間に対して変化する様子は、図 6 (c) に示すように速度が時間的に大きく変動する波形となり、しかも図 6 (b) に示す異なる半径位置 r_1 と r_2 ではその波形も異なっている状態である。

【0006】動翼後縁部 D 2 a において、静翼 D 3 方向に向かう流れの速度は、図 7 に示すように、動翼から流出する速度と回転速度 V_R とで形成される平行四辺形の

対角線で示される速度となり、主流 D J に対しては速度 V_{J1} 、ウエーク DW に対しては速度 V_{W1} となる。回転速度 V_R は同一であるが、主流の速度 V_J とウエークの速度 V_W の大きさが異なることから、静翼 D 3 方向へ向かう流れの速度 V_{J1} と V_{W1} は、その大きさも多少異なるが、その方向が大きく変化し、図 7 に示す角度差 θ を有することとなる。

【0007】このような流れ状態は、流路 D 6 を通過する間に減速するものの、同様な傾向を持って静翼に達し、図 7 に示されるように、主流 D J 部の流れは速度 V_{J1}' 、ウエーク DW 部の流れは速度 V_{W1}' となり、両者は大略角度差 θ' に相当するような大きな角度差 θ' を持って静翼前縁部 D 3 a に流入する。そのため、静翼 D 3 に対する入射角度が、動翼 D 2 の通過ごとに周期的に大きく変化し、その結果、静翼 D 3 の作動効率が低下し、圧縮性能が悪化するのみならず、ひどい場合には静翼 D 3 が失速に至り、圧縮機はサージと呼ばれる流量が停止または逆流するような異常動作に突入してしまうような問題があった。

【0008】また、従来の圧縮機においては、図 5 (a) および図 5 (b) に示すように、動翼後縁部 D 2 a の回転駆動軸 D 1 からの半径に対して、静翼 D 3 の回転駆動軸 D 1 からの半径が大きいため、動翼後縁部 D 2 a 付近における回転駆動軸 D 1 周囲の略円周状の流路断面積に対して、静翼前縁部 D 3 a 付近における回転駆動軸 D 1 周囲の略円周状の流路断面積が大きくなる。つまり、動翼後縁部 D 2 a と静翼前縁部 D 3 a との間の流路 D 6 において、流れ方向に向かって流路断面積が広がり、流れが減速するとともに圧力が上昇するディフューザ効果を有することになる。

【0009】そのため、流路 D 6 の内部においては、図 5 に示すように、径方向内側および外側において境界層 D 6 B L が発達し、圧縮性能の低下を招き、境界層が剥離するような場合には、流路 D 6 を閉塞するように作用し、サージに突入してしまうような問題があった。また、流路 D 6 における静翼 D 3 に向かう流れは、ディフューザ効果により流れ方向に圧力が上昇しているため、下流の高圧側の圧力に打ち勝つように流れなければならない。

【0010】図 8 には、動翼出口における主流 D J とウエーク DW の速度 V_{J1} と V_{W1} を動翼回転方向の周速度成分 V_{J1T} と V_{W1T} およびそれらに直角な静翼 D 3 に向かう流れの方向である縦方向速度成分 V_{J1L} と V_{W1L} に分割した図を示してある。主流 D J の縦方向速度成分 V_{J1L} に比べて、ウエーク DW の縦方向速度成分 V_{W1L} は小さいために、高圧側の圧力に打ち勝つことができない場合には流路 D 6 内において逆流等が発生することにより、有効流路断面積が確保できず、閉塞されるような状態となり、圧縮性能が低下するのみならず、ひどい場合にはサージに至ってしまうような問題があった。

【0011】さらに、図5(a)および図5(b)に示すように従来の圧縮機では、静翼D3の回転駆動軸D1からの半径位置が動翼後縁部D2aの位置よりも遠い半径位置に位置し、更に静翼出口の外周部にスクロール等の集気管を設置する必要があることから、動翼出口直径に比べて非常に大きな圧縮機外径を必要とし、小型化が困難な圧縮機構造となっている。

【0012】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、以下の目的を達成しようとするものである。

(1) 静翼に対する入射角の時間的変動を抑制すること。

(2) 動翼と静翼の間の流路において境界層の発達または剥離を抑制すること。

(3) 上記により圧縮機の高性能化を図ること。

(4) 圧縮構造の小型化を図ること。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、回転駆動軸から半径方向外側に曲げられた曲線流路を有する動翼を回転駆動し、動翼下流において半径方向に位置する静翼から半径方向に吐出させる従来の遠心圧縮機および半径方向と回転駆動軸方向との中間の斜め方向に位置する静翼から斜め方向に吐出させる従来の斜流圧縮機において、動翼の出口付近の流路を軸方向に湾曲させ、動翼出口から軸方向に流出させ、動翼出口とほぼ同一の半径位置に位置する静翼からほぼ軸方向に吐出させることにより、上記問題を解決するものである。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明に係わる圧縮機は、斜流圧縮機、遠心圧縮機、送風機およびポンプ等に適用されるが、以下、斜流圧縮機を例に取り、図面に基づいて説明する。図1は、本発明に係わる圧縮機をターボジェットエンジンに適用した一例を示す構成図である。図1のターボジェットエンジンは、矢印方向から導入した空気を、回転軸(ハ)の流線形状をなす外周に沿って、軸流圧縮機(イ)において圧縮した後、後述する本発明に係る圧縮機(ロ)によって圧縮し、燃焼室(ハ)に導いて燃焼させ、タービン(ニ)を駆動させて排気ノズル(ホ)から矢印方向に排気させる。図2ないし図4は、本発明に係る圧縮機を示し、符号1は回転駆動軸、2は動翼、3は静翼、4は曲線流路、5は軸方向流路、6は動翼と静翼間の流路、Cはケーシングである。

【0015】本実施例の斜流圧縮機は、図2に示すように、回転駆動軸1の周りに該回転駆動軸1の回転を伝達する回転伝達部材1aが配されるとともに、該回転伝達部材1aには、複数の動翼2が配され、その下流には複数の静翼3が回転駆動軸1にほぼ平行に配される。

【0016】曲線流路4は、回転伝達部材1aと動翼2とケーシングCとによって囲まれることで形成され、かつ、回転駆動軸1の軸方向から半径方向外側に傾斜した状態とされる。この曲線流路4の下流側には、湾曲部4

aが配され、該湾曲部4aを介して軸方向流路5に接続される。湾曲部4aは、曲線流路4と軸方向流路5との間に位置し、軸方向に滑らかに湾曲し、その上流部側が曲線流路4に接続され、その下流部側が軸方向流路5に接続される。この軸方向流路5には、静翼3と動翼を接続する流路6および静翼3が位置している。

【0017】動翼2の出口部は、動翼後縁部2aが軸方向流路5の入口あるいは内部に位置するように、軸方向流路5の入口あるいは内部まで延長されており、動翼後縁部2aの回転駆動軸1からの半径 H_1 が、静翼3の回転駆動軸1からの半径 H_3 と略等しく設定される。

【0018】このような圧縮機においては、図2に示すように、回転駆動軸1の回転により動翼2を回転することにより空気を吸い込み、その流入空気を曲線流路4および湾曲部4aを通過させることで圧縮する。この際、動翼入口部2bから動翼後縁部2aに至る曲線流路4および湾曲部4aにおいて、流れは、回転駆動軸1から半径距離が近い動翼入口部2bから、半径距離の遠い動翼後縁部2aに移動するとともに、回転により周方向に加速され、回転駆動力によって流入空気にエネルギーを与え、流入空気が圧縮されるものである。

【0019】動翼からの比較的高速の吐出空気を軸方向流路5に導入し、静翼3で速度を減速させ、動圧を静圧に変換することにより更に圧力を上昇させ、高圧空気を吐出するものである。

【0020】ここで、前述のように回転駆動軸1に対する動翼後縁部2aの半径 H_1 が、回転駆動軸1に対する静翼3の半径 H_3 と略等しく設定されているため、動翼後縁部2aと静翼3との間付近において、動翼2から静翼3に流れる流体は、回転駆動軸1からの半径距離に略等しい位置で軸方向に移動する。このため、動翼後縁部2aと静翼3との間における流路6において、回転駆動軸1から半径方向に流路断面積が広がることなく、所謂ディフューザ効果を被ることがないため、図5に示したような境界層D6BLの発達を抑制し、圧縮機の性能向上を図ることができるのみならず、この境界層の剥離の発生も抑制できるので、圧縮機がサージに突入しにくくでき、圧縮機の性能向上を行うことができる。

【0021】また、各動翼2においては、図3(a)に示すように、動翼2が矢印Rで示す方向に回転すると、各動翼2の矢印Rで示す回転方向の後面が負圧面となり、曲線流路4の中間部または出口部(湾曲部4aの入口部)では、主流DJの速度よりも小さい速度を有するウェークDWが形成され、図6(a)に示す従来の圧縮機と同様な流れ状態となる。

【0022】主流DJとウェークDWが湾曲部4aを通過する際に、湾曲部4aが軸方向に向かうように湾曲しているため、主流DJとウェークDWとに対して、図2に示す矢印rで示す半径方向外側に遠心力が働く。ここで、主流DJの速度を V_J 、主流DJの密度を ρ_J 、ウ

ュークDWの密度を w 、ュークDWの速度を V_w 、湾曲部 4 a の半径を r とすると、この湾曲部 4 a において、矢印 r で示す半径方向に生じる主流DJの遠心力 F_J は、

$$F_J = \rho V_J^2 / r \quad (\text{式 1})$$

となり、同様にュークDWの遠心力 F_w は、

$$F_w = w V_w^2 / r \quad (\text{式 2})$$

となる。

【0023】ここで、主流DJの流速 V_J が、ュークDWの流速 V_w より大きく、非圧縮性の流体においては主流DJの密度 ρ とュークDWの密度 w は等しく、また圧縮性の流体においてもそれらはほぼ等しいため、上述の式1および式2から明らかなように、主流DJの遠心力 F_J が、ュークDWの遠心力 F_w よりも大きくなる。従って、これら遠心力 F_J と F_w との差により、図3(a)に矢印Sで示すように、湾曲部4aにおいて主流DJが半径方向外側に移動し、ュークDWは半径方向内側へ広がるように押し出され、図3(b)に示すように、動翼出口部付近において、主流DJは回転駆動軸1からの半径方向外側に位置し、ュークDWは半径方向内側に位置するようになって吐出される。

【0024】そのため、動翼出口部において、主流DJとュークDWとが半径方向に分かれて、図3(b)に示すように、周方向に略均一な状態で分布するようになる。その結果、主流DJの流速 V_J 及びュークDWの流速 V_w は、図3(c)のように時間的変動の少ない略均一な分布となる。ここで、主流DJとュークDWとのそれぞれの部分において、動翼2の翼表面に発達した境界層による小さなュークは、図3(c)と図6

(c)とのいずれの場合にも周期的に存在しているが、ュークDWに比べて小さいものである。

【0025】流路6は、流路断面積がほぼ等しい軸方向流路を形成しているので、通過する流れの状態は余り変化せず、ほぼ動翼出口の流れ状態を維持したままで静翼3に流入し、主流DJとュークDWとのそれぞれの部分において静翼3に対する入射角が各半径位置で略均一となり、静翼3に流入する流体の入射角の時間変動を抑えることができる。

【0026】静翼3の入口形状が、回転駆動軸1からの半径方向内側位置において、ュークDWの流入速度 V_{w1} の入射角に対応した形状に設定され、回転駆動軸1からの半径方向外側位置において、主流DJの流入速度 V_{J1} の入射角に対応した形状に設定されることにより、静翼3における入射角度の最適化を図ることができ、静翼の性能向上が可能となり、圧縮機全体の性能向上を図ることが可能となる。

【0027】また、圧縮機の圧力比は、図2に示すように動翼前縁部2bと動翼後縁部2aとの回転駆動軸1からの半径方向位置の差に依存する。図4には比較のために本実施例と同等な圧力比を出すことのできる従来形態

の圧縮機形状を破線で示してある。図4に示すように、本実施例においては、静翼3の半径 H_3 が動翼後縁部2aの半径 H_1 と略等しく設定されており、その軸方向下流にスクロール等の集気管を配置することができ、圧縮機外径を動翼出口直径にほぼ等しい寸法にすることができる。しかしながら、従来形式では、動翼2'出口部に接続された流路6'及びそれに続く静翼3'が回転駆動軸1に対する半径が拡大する方向に接続され、静翼出口部の半径 H_2 は本実施形態の静翼出口部半径 H_3 に比べて大きくなっており、更にその下流に半径方向に拡大するようにスクロール等の集気管を配置する必要があり、動翼出口直径に比べて非常に大きな圧縮機外径となる。即ち、本実施例においては、同等の圧力比を出す従来形式に対して、圧縮構造全体の外径寸法を小さくすることができ、小型化を図ることができる。

【0028】

【発明の効果】本発明の圧縮機によれば、以下の効果を奏する。

(1) 動翼出口部が軸方向に湾曲しているため、その湾曲部において発生する遠心力により主流が半径方向外側に、ュークは半径方向内側に分布するようになり、動翼出口における周方向速度分布を周方向に略均一な状態として設定することができ、その結果、静翼に対する入射角の時間変動を抑えることができる。

(2) 動翼出口側の後縁部が軸方向流路の入口あるいは内部に位置されて、動翼出口部、それに続く流路及び静翼は、ほぼ同一半径上に位置させることができ、従来の径方向に拡大し、流れの方向に面積が拡大するような流路及び静翼の設定にならず、所謂ディフューザ効果を持つことが無いので、境界層の発達または剥離を抑制することができる。

(3) 上記により圧縮機の高性能化を図ることができる。

(4) 静翼の半径が、動翼出口の半径と略等しく取ることができるため、圧縮機の圧縮能力を低下することなく圧縮機外径の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る圧縮機をターボジェットエンジンに適応した構成図を示すものである。

【図2】本発明に係る圧縮機の一実施例における一部の記載を省略して断面視した図を示すものである。

【図3】本発明に係る圧縮機の一実施例を示すもので

(a) 動翼曲線流路中間部の周方向の展開断面図、

(b) 動翼出口部の周方向の展開断面図、(c) 動翼出口での流体の速度の時間的変化を示すグラフ図である。

【図4】図2の圧縮機及びそれと同等な圧力比を出すことのできる従来形式の圧縮機を比較して、一部の記載を省略して断面視した図を示すものである。

【図5】従来の圧縮機における一部の記載を省略して断面視した図を示すものである。

【図6】従来の圧縮機を示すもので (a) 動翼曲線流路中間部の周方向の展開断面図、 (b) 動翼出口部の周方向の展開断面図、 (c) 動翼出口での流体の速度の時間的变化を示すグラフ図である。

【図7】圧縮機の動翼出口および静翼入り口における主流とウェークの流体の速度、速度成分およびそれらの角度差を示す模式図である。

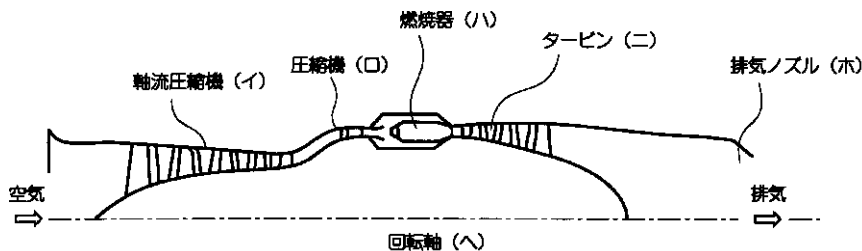
【図8】圧縮機の動翼出口における主流とウェークの流体の速度を動翼回転方向 (周方向) とそれに直角な静翼に向かう流れ方向 (縦方向) の速度成分に分割した模式図である。

【符号の説明】

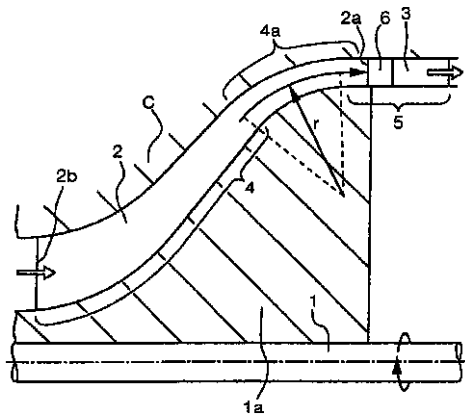
- 1 回転駆動軸
- 1 a 回転伝達部材
- 2 動翼

- 2 a 動翼後縁部
- 2 b 動翼前縁部
- 3 静翼
- 4 曲線流路
- 4 a 湾曲部
- 5 軸方向流路
- 6 動翼と静翼の間の流路
- C ケーシング
- D J 主流
- D W ウェーク
- 10 H 回転駆動軸からの半径距離
- R 動翼回転方向
- r 動翼出口湾曲部半径
- V_J 主流速度
- V_w ウェーク速度

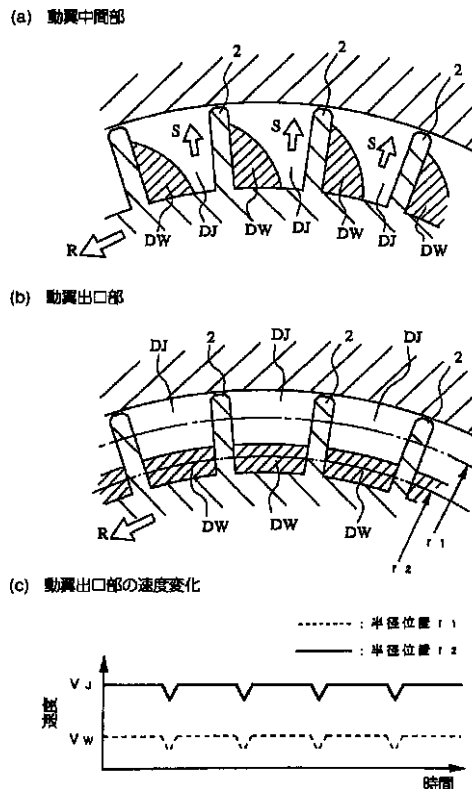
【図1】



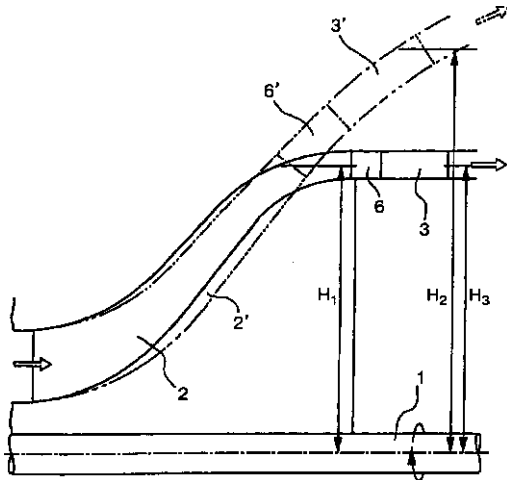
【図2】



【図3】

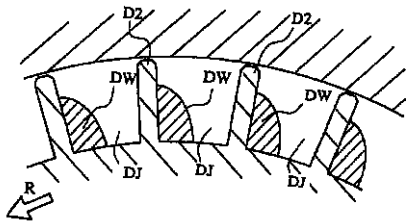


【 図 4 】

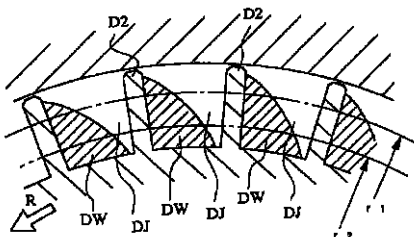


【 図 6 】

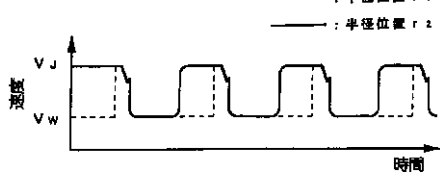
(a) 動翼中間部



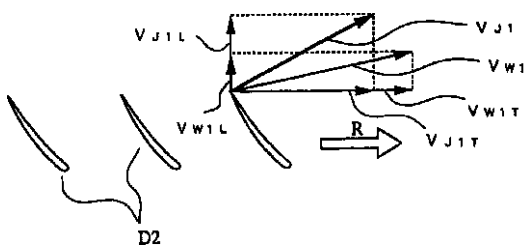
(b) 動翼出口部



(c) 動翼出口部の速度変動

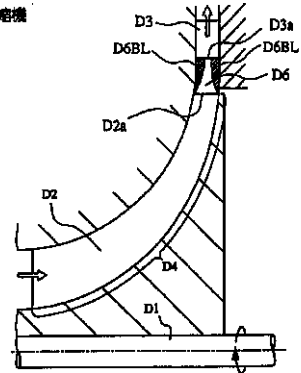


【 図 8 】

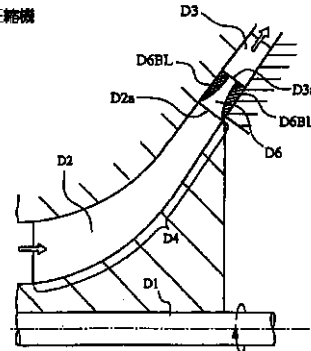


【 図 5 】

(a) 従来の遠心圧縮機



(b) 従来の斜流圧縮機



【 図 7 】

