

(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2004-332734

(P2004-332734A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int.C1.⁷

FO2B 37/00

F1

FO2B 37/00

301F

テーマコード(参考)

3GO05

FO4D 17/10

FO4D 17/10

3HO34

FO4D 29/44

FO4D 29/44

P

FO4D 29/66

FO4D 29/44

Y

FO4D 29/66

H

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2004-135795 (P2004-135795)

(22) 出願日

平成16年4月30日 (2004.4.30)

(31) 優先権主張番号

0309892-8

(32) 優先日

平成15年4月30日 (2003.4.30)

(33) 優先権主張国

英国(GB)

(71) 出願人

594197193

ホルセット・エンジニアリング・カンパニ

ー・リミテッド

Holset Engineering
Co. Limitedイギリス、エイチディ1・6アールエイ、
ハッダーズフィールド、セント・アンドリ
ュース・ロード(番地の表示なし)

(74) 代理人

100084146

弁理士 山崎 宏

(74) 代理人

100100170

弁理士 前田 厚司

(74) 代理人

100122286

弁理士 仲倉 幸典

最終頁に続く

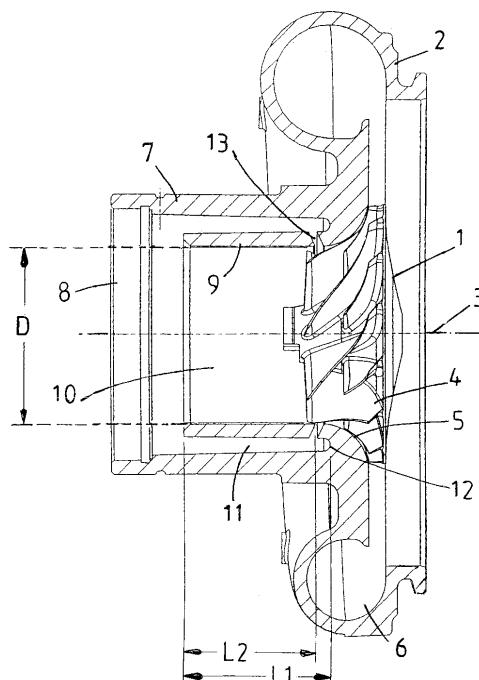
(54) 【発明の名称】圧縮機

(57) 【要約】

【課題】 サージマージンの改善によって、使用可能範囲を拡大した圧縮機を提供する。

【解決手段】 圧縮機は、吸気口と排気口6とを形成するハウジング2内にインペラホイール1を備える。上記吸気口は外側管状壁7と直径Dの内側管状壁9とを備える。外側管状壁7は吸気口のガス吸込部8を形成し、内側管状壁9は、外側管状壁7の内側にあって、吸気口のインデューサ部10を形成する。環状ガス流路11は、同軸の内側管状壁9と外側管状壁7との間に形成され、上流端に少なくとも1つの上流開口部と、下流部に少なくとも1つの下流開口部とを有する。軸に沿って測定された環状ガス流路11の上流端と下流端の間の長さをL1とし、上流端と下流開口部との間の長さをL2とするとき、内側管状壁9の長さは、 $L1/D > 0.65$ および $L2/D > 0.6$ 、或いは、 $L1/D > 0.65$ または $L2/D > 0.6$ である。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスを圧縮するための圧縮機において、

上記圧縮機は、

吸気口と排気口とを形成するハウジングと、

上記ハウジング内に回転可能に取付けられた複数の羽根を含むインペラホイールとを備え、

上記ハウジングは、インペラ羽根の半径方向外側縁に近接配置された表面を形成する内壁を有し、上記インペラホイールが上記インペラホイールの軸の周りを回転するとき、上記半径方向外側縁は上記表面の近傍を通過し、

上記吸気口は、

上記インペラホイールから遠ざかるように上流方向に延在すると共に上記吸気口のガス吸込部を形成する外側管状壁と、

上記外側管状壁内にあって上記インペラホイールから遠ざかるように上流方向に延在すると共に上記吸気口のインデューサ部を形成する直径 D の内側管状壁と、

上記内側管状壁と上記外側管状壁との間に形成されていると共に、自身の軸に沿って測定された長さ L 1 だけ分離された上流端と下流端とを有する環状ガス流路とを備え、

上記環状通路の上流端は、少なくとも 1 つの上流開口部によって上記吸気口の吸込部すなわちインデューサ部に繋がり、

上記環状流路の下流部と上記インペラ翼が近傍通過する上記ハウジングの表面との間を繋ぐ少なくとも 1 つの下流開口部を備え、

上記内側管状壁は、上記少なくとも 1 つの下流開口部から上流に、上記内側管状壁の軸に沿って測定された長さ L 2 だけ延在し、

$L_1/D > 0.65$ かつ $L_2/D > 0.6$ 、或いは、 $L_1/D > 0.65$ または $L_2/D > 0.6$ であることを特徴とする圧縮機。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧縮機において、

$L_1/D > 0.9$ かつ $L_2/D > 0.97$ 、或いは、

$L_1/D > 0.9$ または $L_2/D > 0.97$ であることを特徴とする圧縮機。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧縮機において、

上記少なくとも 1 つの上流開口部が上記内側管状壁と上記外側管状壁との間ににおいて上記内側管状壁の上流端に形成されるように、上記環状流路は自身の上流端において開いていることを特徴とする圧縮機。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の圧縮機において、

上記内側管状壁と上記環状通路壁とは同一軸上に在って、インペラホイール軸の延長である軸を有することを特徴とする圧縮機。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の圧縮機において、

上記長さ L 1 と L 2 とは、全体が真っ直ぐであることを特徴とする圧縮機。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の圧縮機において、

上記長さ L 1 と L 2 とは、少なくとも部分的に、湾曲していることを特徴とする圧縮機。

。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の圧縮機において、

上記直径 D は、実質的に上記内側環状壁の全長 L 2 に沿って、一定であることを特徴とする圧縮機。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の圧縮機において、
上記直径 D は、長さ L 2 に沿った上記内側管状壁の最小直径であることを特徴とする圧縮機。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の圧縮機において、
上記直径 D は、長さ L 2 に沿った上記内側管状壁の最大直径であることを特徴とする圧縮機。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の圧縮機において、
上記直径 D は、長さ L 2 に沿った上記内側管状壁の平均直径であることを特徴とする圧縮機。 10

【請求項 11】

圧縮機を備えたターボチャージャにおいて、
上記圧縮機は、
吸気口と排気口とを形成するハウジングと、
上記ハウジング内に回転可能に取付けられた複数の羽根を含むインペラホイールとを備え、

上記ハウジングは、インペラ羽根の半径方向外側縁に近接配置された表面を形成する内壁を有し、上記インペラホイールが上記インペラホイールの軸の周りを回転するとき、上記半径方向外側縁は上記表面の近傍を通過し、 20

上記吸気口は、
上記インペラホイールから遠ざかるように上流方向に延在すると共に上記吸気口のガス吸込部を形成する外側管状壁と、

上記外側管状壁内にあって上記インペラホイールから遠ざかるように上流方向に延在すると共に上記吸気口のインデューサ部を形成する直径 D の内側管状壁と、

上記内側管状壁と上記外側管状壁との間に形成されていると共に、自身の軸に沿って測定された長さ L 1 だけ分離された上流端と下流端とを有する環状ガス流路とを備え、

上記環状通路の上流端は、少なくとも 1 つの上流開口部によって上記吸気口の吸込部すなわちインデューサ部に繋がり、

上記環状流路の下流部と上記インペラ翼が近傍通過する上記ハウジングの表面との間を繋ぐ少なくとも 1 つの下流開口部を備え、 30

上記内側管状壁は、上記少なくとも 1 つの下流開口部から上流に、上記内側管状壁の軸に沿って測定された長さ L 2 だけ延在し、

$L_1/D > 0.65$ かつ $L_2/D > 0.6$ 、或いは、 $L_1/D > 0.65$ または $L_2/D > 0.6$ であることを特徴とするターボチャージャ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は圧縮機に関する。特に、本発明は、例えばターボチャージャの圧縮機のような遠心圧縮機の吸気口の構造に関する。 40

【背景技術】

【0002】

圧縮機はインペラホイールを備える。上記インペラホイールは、圧縮機ハウジング内で回転するために、シャフト上に取付けられた複数のブレード（すなわち羽根）を保持する。インペラホイールの回転によって、ガス（例えば空気）はインペラホイール内に吸引され、排気口チャンバすなわち排気通路に送られる。遠心圧縮機の場合、排気通路は、インペラホイールの周りの圧縮機ハウジングによって、渦巻き形に形成されている。軸方向コンデンサの場合、ガスは軸方向に排出される。

【0003】

従来のターボチャージャでは、インペラホイールはターボチャージャシャフトの一端に 50

取付けられている。上記インペラホイールは、タービンハウジング内でターボチャージャシャフトの他端に取付けられた排ガス駆動タービンホイールによって、回転される。上記シャフトは軸受けアセンブリ上で回転するように取付けられている。上記軸受けアセンブリは、圧縮機ハウジングとタービンハウジングの間に配置されたベアリングハウジング内に収容されている。

【0004】

或る種のターボチャージャでは、圧縮機吸気口は、マップ幅強化（MWE）構造として知られた構造を有している。MWE構造は、例えば、米国特許番号第4,743,161号に記載されている。このようなMWE圧縮機の吸気口は、2つの同軸の管状吸気口部を備え、外側吸気口部すなわち外側吸気口壁は圧縮機吸込口を形成し、内側吸気口部すなわち内側吸気口壁は圧縮機インデューサすなわち主要な吸気口を形成している。内側吸気口部は、外側吸気口部よりも短く、圧縮機ハウジングの内側壁表面の延長である内表面を有していて、インペラホイールブレードの縁が、上記内側壁表面の近傍を通過する。この構造は、環状の流路が2つの管状吸気口部の間に形成されたものであって、上記環状流路はその上流端で開いていると共に、その下流端には開口が設けられている。上記開口は、インペラホイールに対面する圧縮機ハウジング内表面に繋がっている。

【0005】

作動の際、圧縮機インデューサを包囲する環状流路の中の圧力は、通常、大気圧よりも低い。高速ガス流およびインペラホイールの高速運転の際には、インペラホイールが近傍通過する領域の圧力は、環状通路の圧力よりも低い。したがって、このような条件下では、空気は環状流路からインペラホイールへ内向きに流れ、これによって、インペラホイールに到達する空気量が増大して、圧縮機の最大流容量が増大する。しかし、インペラホイールを通る空気が減少すると、すなわち、インペラホイールの速度が低下すると、環状通路を通ってインペラホイールに引き込まれる空気の量は、平衡状態に到達するまで減少する。インペラホイール流すなわちインペラホイールの速度が更に低下すると、インペラホイールが通過する領域の圧力が、環状通路内の圧力以上に増加し、したがって、環状通路を通る空気流の方向が逆転する。すなわち、このような条件の下では、空気は、インペラホイールから環状通路の上流端に外向きに流れ、圧縮機の吸込口に戻って、再循環する。圧縮機ガス流の増加すなわちインペラホイール速度の増加は、逆転を引き起こす。すなわち、環状通路を通って吸込口に戻る空気量の減少を引き起こし、続いて平衡状態になり、次に、空気が環状通路とインペラとの間を繋ぐ開口を経てインペラホイールへ引き込まれるように、環状通路を通って流れる空気が反転する。

【0006】

この構造は、圧縮機の性能を安定させると共に最大流容量を増大させ、サージマージンを改善する。すなわち、圧縮機がサージを起こす流れを減少させる。これは、圧縮機特性のプロットである圧縮機「マップ」の幅の増大として知られている。当業者には、このことは全て周知となっている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

圧縮機内の大きな圧力変動や流量変動によるサージ状態の下では、圧縮機の運転は非常に不安定となる。多くの適用例、例えば、圧縮機が空気をレシプロエンジン（往復動エンジン）に供給するターボチャージャでは、空気流量の変動は許容されない。その結果、サージマージンを改善することによって、圧縮機の使用可能範囲を拡大することが常に要求されている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

したがって、本発明の目的は、従来のMWE圧縮機のサージマージンを改善する圧縮機吸気口構造を提供することである。

【0009】

10

20

30

40

50

本発明によると、ガスを圧縮するための圧縮機において、
上記圧縮機は、
吸気口と排気口とを形成するハウジングと、
上記ハウジング内に回転可能に取付けられた複数の羽根を含むインペラホイールとを備え、

上記ハウジングは、インペラ羽根の半径方向外側縁に近接配置された表面を形成する内壁を有し、上記インペラホイールが上記インペラホイールの軸の周りを回転するとき、上記半径方向外側縁は上記表面の近傍を通過し、

上記吸気口は、

上記インペラホイールから遠ざかるように上流方向に延在すると共に上記吸気口のガス吸込部を形成する外側管状壁と、 10

上記外側管状壁内にあって上記インペラホイールから遠ざかるように上流方向に延在すると共に上記吸気口のインデューサ部を形成する直径Dの内側管状壁と、

上記内側管状壁と上記外側管状壁との間に形成されていると共に、自身の軸に沿って測定された長さL1だけ分離された上流端と下流端とを有する環状ガス流路とを備え、

上記環状通路の上流端は、少なくとも1つの上流開口部によって上記吸気口の吸込部すなわちインデューサ部に繋がり、

上記環状流路の下流部と上記インペラ翼が近傍通過する上記ハウジングの表面との間を繋ぐ少なくとも1つの下流開口部を備え、

上記内側管状壁は、上記少なくとも1つの下流開口部から上流に、上記内側管状壁の軸に沿って測定された長さL2だけ延在し、 20

$L1/D > 0.65$ かつ $L2/D > 0.6$ 、或いは、 $L1/D > 0.65$ または $L2/D > 0.6$ である圧縮機が提供される。

【0010】

本発明は、内側管状壁/環状流路の長さを伸ばすことによって、サージマージンの改善する（従来型MWE圧縮機の長さ $L1/D$ と $L2/D$ とは、それぞれ0.6と0.5とを超えることはない）。 $L2/D$ が、サージ時に空気が流れる環状通路の有効な長さがあるので、最も重要な寸法は $L2/D$ であると考えられる。

【0011】

以前には、環状流路とインペラホイールとの間を繋ぐ開口部の位置を最適化するために、多く努力がなされたが、吸気口の流路/インデューサ部の長さの重要性については認識されなかった。実際、圧縮機はしばしば小型にして占有スペースを出来る限り小さくなるように設計され、吸気口の長さは最小化される傾向にあった。さらに、圧縮機ハウジングを製造するために使用される従来型鋳造技術は、短寸法の吸気口を好む。すなわち、従来技術は、概して短寸法吸気口を指向するものであった。 30

【0012】

試験の結果は、 $L1/D$ が0.9よりも大きく、且つ、 $L2/D$ が0.97よりも大きいとき、或いは、 $L1/D$ が0.9よりも大きいか、または、 $L2/D$ が0.97よりも大きいとき、特に著しい改善が行なわれることを示した。

【0013】

本発明の圧縮機は、ターボチャージャに装備されることが好ましい。 40

【0014】

本発明の他の好ましい有利な特徴は、次の説明から明らかである。

【0015】

本発明の具体的な実施形態は、添付の図面を参照しながら説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1を参照すると、図示されたMWE圧縮機は遠心式圧縮機であって、圧縮機ハウジング2内に、圧縮機の軸3に沿って延在する回転シャフト（図示せず）の一端に取付けられたインペラホイール1を備えている。上記インペラホイール1は複数の羽根を有し、各羽 50

根は外縁 4 a を有している。上記外縁 4 a は、インペラホイール 1 が軸 3 の周りを回転する時、ハウジング表面 5 の近傍を通過する。圧縮機ハウジング 2 は、インペラホイール 1 の周りの排気渦巻き室 6 と、M W E 吸気口構造とを形成している。上記M W E 吸気口構造は外側管状壁 7 と内側管状壁 9 とを備える。上記外側管状壁 7 は、上記インペラホイール 1 の上流に延在すると共に空気などのガスに対して吸込口 8 を形成している。上記内側管状壁 9 は、上記吸込口 8 に部分的に延在し、圧縮機インデューサ（誘導物体）10 を形成している。上記内側壁 9 の内表面は、上記インペラブレード 4 の外縁 4 a が近傍を通過するハウジング壁表面 5 の上流延長部である。

【0017】

環状流路 11 は、インデューサ 10 の周りに、内側壁 9 と外側壁 7 の間に形成されている。上記環状流路 11 は、その上流端部で、上記吸気口の吸込部 8 に開き、その下流端部では、ハウジング 2 の環状壁 12 によって閉じている。しかし、上記環状流路 11 は、ハウジングを貫いて形成された開口 13 を経て、インペラホイール 1 に繋がっている。上記開口部 13 は、環状流路 11 の下流部と、インペラホイールブレード 4 の外縁 4 a によって近傍通過されるハウジング 2 の内表面 5 との間を連通させている。開口部 13 は、典型的には、環状スロット（細長穴）によって形成され、上記環状スロットは円周方向に間隔の開いたウェブ部によって架橋されている。例えば、このようなウェブ部が 4 つ存在して、各開口部 13 がインペラホイール 1 の周りに約 90 度間隔で延在させてもよい。しかし、上記開口部は、他の形態を取り得ることができる。例えば、環状に配列された比較的小さな直径のボア（穴）でもよい。

【0018】

上記環状流路 11 は、その上流端（上記流路 11 が吸気口に対して開口している箇所と定義される）と下流端（上記流路 11 の軸方向最深点）との間に形成される軸方向の全長 L 1 を有している。上記環状通路は、上記上流端と上記開口部 13 の軸方向位置との間で形成される軸方向長さ L 2 を有している。この軸方向長さ L 2 は、開口部 13 から上流に延在する内側管状壁の軸方向長さに対応する。

【0019】

図 1 に示された従来型 M W E 圧縮機は、本明細書の冒頭部分で述べたように作動する。簡単に言えば、圧縮機を通る空気の流量が大きい場合、空気は、環状流路 11 に沿って軸方向にインペラホイール 1 の方に向かって進み、開口 13 を通ってインペラホイール 1 に流れ込む。圧縮機を通る空気の流量が小さい場合、環状流路 11 を通る空気流の方向が逆転して、空気は、インペラホイールから開口 13 を通り、上流方向の環状流路 11 を通って、空気吸込口 8 に再導入されて、圧縮機を再循環する。これは、圧縮機の性能を安定化させ、圧縮機サージマージンとチョーク流とを共に向上させる。

【0020】

図 2 は、本発明の第 1 実施形態による従来型 M W E 型圧縮機の変形例を示している。図 1 の圧縮機の構成部品に対応しているものは、図 1 で用いた参照番号と同一参照番号によって識別されている。したがって、図示された本発明による圧縮機は、吸気口の軸方向の長さが延長されていることを除いて、図 1 の従来型 M W E 圧縮機と同じである。

【0021】

図 2 をより詳細に参照すると、内側管状壁 9 は従来よりもずっと圧縮機の上流に延び、同様に、外側管状壁 7 の長さも、長くなつた内側壁 9 を収容するように延びている。このように、上記環状流路 11 の軸方向の全長 L 1 は延長され、長さ L 2 も同様に延長されている。具体的には、内側管状壁の内径を D としたとき、環状通路長さの延長を伸ばして、 $L_1/D > 0.65$ かつ $L_2/D > 0.6$ 、或いは、 $L_1/D > 0.65$ または $L_2/D > 0.6$ にすると、圧縮機のサージマージンを非常に増大させることを本発明者は見出した。

【0022】

本発明によって与えられる性能の向上は、図 3 に示されている。図 3 は、 $L_1/D = 0.35$ を有する従来型 M W E 圧縮機の性能（実線表示）と、本発明による $L_1/D = 1.41$ および $L_2/D = 1.33$ の圧縮機の性能（破線表示）とを比較した重複プロットで

10

20

30

40

50

ある。下方のプロットは性能マップであり、周知のように、様々なインペラ回転速度について、圧縮機の吸気口から排気口までの圧力比に対する圧縮機の空気流量をプロットしたものである。マップの左手の線は、様々なターボチャージャ速度について圧縮機がサージを起こす流量を示し、サージラインとして知られている。本発明による圧縮機は、従来型 M W E 圧縮機のサージマージンの 25% 向上という非常に改善されたサージマージンを有していることがわかる。最大流（チョーク流）は、殆ど影響を受けていない（マップの右手線によって示されている）、圧縮機の効率も同様に、殆ど影響を受けていない（空気流の関数として圧縮機の効率をプロットした図 3 の上方のプロットによって示されている）。

【0023】

10

本発明は吸気口長さに関するものであり、圧縮機および吸気口構造のその他の点については全く従来のものでよい。さらに、吸気口は真っ直ぐである必要はなく、一以上の曲がりが在ってもよい。本発明の湾曲した吸気口構造の実施形態は、（インペラホイールを省略したハウジングが示す）図 4 A と図 4 B に例示されている。各場合において、内側管状壁 9 と外側管状壁 7 とは、それぞれ、延長部 9 a と 7 a とを有している。上記延長部は、インペラ（図示せず）の軸 3 から離れるように曲がる軸を有している。この 2 つの構造体は、湾曲部 7 a と 9 a の湾曲長さと湾曲角が互いに異なっているに過ぎない。このような実施形態では、長さ L 1 と L 2 は、それぞれ、この実施形態では真っ直ぐな部分と湾曲した部分との両方を備えている管状部 7 / 7 a と 9 / 9 a の軸に沿って測定される。その他の実施形態では、長さは全体が湾曲していてもよい。

20

【0024】

或る実施形態では、内側管状壁の直径はその長さに沿って変化し得る。この例では、長さ L 1 と L 2 を決定するために用いられる D の値は、好ましくは、内側管状壁の下流部の直径である。

【0025】

上述の本発明の実施形態に対して他の修正し得ることは、当業者には容易に明らかである。

【産業上の利用可能性】

【0026】

本発明による圧縮機は多くの用途があるが、特に、ターボチャージャに組込むのに適している。

30

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】従来型 M W E 圧縮機の一部断面図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態によって変化した M W E 圧縮機の部分断面図である。

【図 3】図 1 に示された従来型 M W E 圧縮機の性能マップを、図 2 に示された本発明による圧縮機の性能マップと比較した重複プロットである。

【図 4 A】本発明の別の実施形態である。

【図 4 B】本発明のさらに別の実施形態である。

【符号の説明】

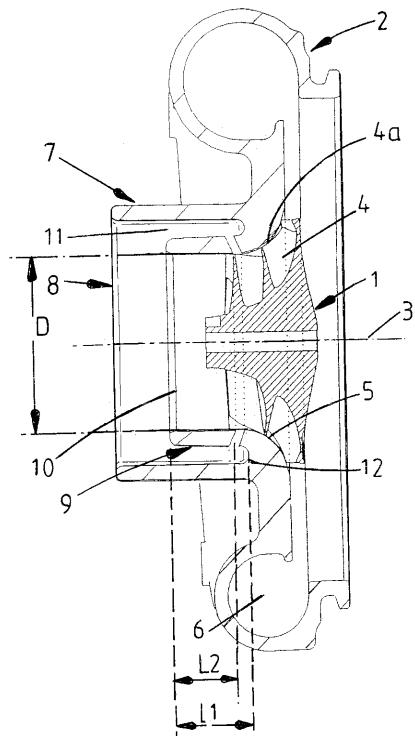
40

【0028】

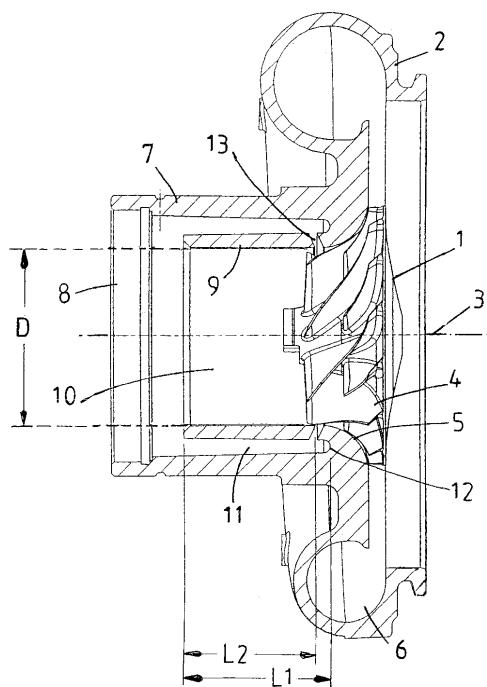
- 1 インペラホイール
- 2 ハウジング
- 4 インペラ羽根
- 7 外側管状壁
- 8 ガス吸込部
- 9 内側管状壁
- 10 インデューサ
- 11 環状流路
- 13 下流開口部

50

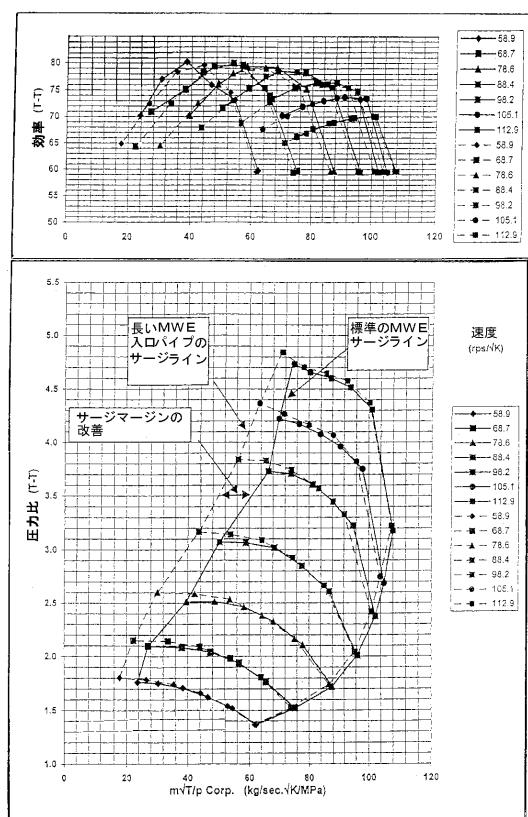
【図1】



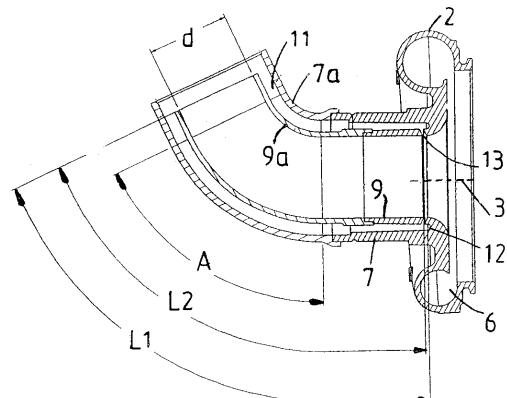
【図2】



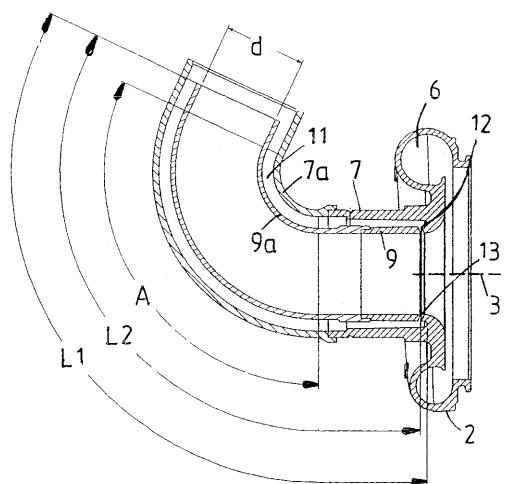
【図3】



【図4A】



【図4B】



フロントページの続き

(72)発明者 バーラム・ニクポーア

イギリス、エイチディ 1・6 アールエイ、ハッダーズフィールド、セント・アンドリュース・ロード、ホルセット・エンジニアリング・カンパニー・リミテッド内

(72)発明者 ロイ・サックストン

イギリス、エイチディ 1・6 アールエイ、ハッダーズフィールド、セント・アンドリュース・ロード、ホルセット・エンジニアリング・カンパニー・リミテッド内

(72)発明者 スティーブン・ホワース

イギリス、エイチディ 1・6 アールエイ、ハッダーズフィールド、セント・アンドリュース・ロード、ホルセット・エンジニアリング・カンパニー・リミテッド内

(72)発明者 ポール・エイ・エイノン

イギリス、エイチディ 1・6 アールエイ、ハッダーズフィールド、セント・アンドリュース・ロード、ホルセット・エンジニアリング・カンパニー・リミテッド内

F ターム(参考) 3G005 EA16 FA06 FA23 GB15 GB85 GD27 GE09 JA23 JA24 JA45
3H034 AA02 AA17 BB03 BB06 CC03 CC04 DD02 DD04 DD25 EE08