

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4632076号
(P4632076)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 B 39/00 (2006.01)

F O 2 B 39/00

G

F O 4 D 29/44 (2006.01)

F O 4 D 29/44

P

F O 4 D 29/44

W

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-268297 (P2001-268297)
 (22) 出願日 平成13年9月5日(2001.9.5)
 (65) 公開番号 特開2003-74360 (P2003-74360A)
 (43) 公開日 平成15年3月12日(2003.3.12)
 審査請求日 平成20年7月23日(2008.7.23)

(73) 特許権者 000000099
 株式会社 I H I
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
 (74) 代理人 100104329
 弁理士 原田 卓治
 (74) 代理人 100070747
 弁理士 坂本 徹
 (72) 発明者 武本 正
 東京都江東区豊洲二丁目1番1号 石川島
 播磨重工業株式会社 東京第一工場内

審査官 島倉 理

(56) 参考文献 特開平05-180198 (JP, A)
 特開平06-147195 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気タービン過給機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンプレッサインペラの外周部と対向するコンプレッサハウジングに第1の空気口を形成するとともに、前記コンプレッサインペラの吸入側前方のコンプレッサハウジングに第2の空気口を形成し、これらを前記コンプレッサハウジングに形成した略円筒状の空気通路を介して連通させた排気タービン過給機であって、

前記コンプレッサハウジングをスクロール部とシュラウド部との分割構造とする一方、前記スクロール部と前記シュラウド部との分割部に前記第1および第2の空気口および前記空気通路を形成するとともに、前記略円筒状の空気通路の前記第2の空気口側を外周側に膨らませて流路断面積を増大させ通過空気に接線方向の流れを生じさせる通路拡大部を形成し、さらに前記分割部に前記略円筒状の前記空気通路を形成するためのリブを内外周面間に設け、このリブの少なくとも一方面を前記第1空気口から流入し第2空気口から排出する間に空気の流れを軸方向成分の流れに変える湾曲面に形成し、前記スクロール部にコンプレッサへの空気の流入を案内するインサートリング部を一体に形成したことを特徴とする排気タービン過給機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は排気タービン過給機に関し、コンプレッサ特性を改善するため空気を循環させるコンプレッサトリートメントの効率向上を図るようにしたものである。

10

20

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技術 】

自動車の排気ガスと環境の問題が世界的にクローズアップされているなか、乗用車クラスの小型ディーゼルエンジン市場ではエミッション規制への対応と低燃費化、性能向上のため過給機の使用が必須となりつつあり、低速から高速域まで広い領域での性能向上を図るため、種々の改良がなされている。

【 0 0 0 3 】

例えば、排気タービン過給機では、コンプレッサの特性を改善する 1 つの方法として、コンプレッサトリートメントをコンプレッサハウジングに設けることが行われ、サージング特性を改善することが行われている。

10

【 0 0 0 4 】

このコンプレッサトリートメントは、図 5 に示すように、コンプレッサハウジング a のコンプレッサインペラ b の外周部と対向する部分に空気流入口 c を形成し、コンプレッサインペラ b の吸入側前方のコンプレッサハウジング a に空気排出口 d を形成し、これら空気流入口 c と空気排出口 d とを連通する略円筒状の循環通路 e をコンプレッサハウジング a に形成する。そして、コンプレッサハウジング a の吸入側内周にインサートリング f を取り付け、吸入する空気をコンプレッサインペラ b に案内するようになっている。

【 0 0 0 5 】

このようなコンプレッサトリートメントをコンプレッサに設けることによって、通過空気量が少ない場合（サージ側）にコンプレッサインペラ b で生じる、逆流する空気の一部を空気流入口 c から循環通路 e を介して空気排出口 d に戻し、これを再びコンプレッサインペラ b に戻すようにして循環させることでサージングを防止して低流量側での運転領域を拡大できるようにしている。

20

【 0 0 0 6 】

また、通過空気量が多い場合（チョーク側）には、コンプレッサインペラ b の吸入側前方の空気排出口 d から吸入した空気を循環通路 e を介して空気流入口 c からコンプレッサインペラ b に送ることで効率低下を防止するようにしている。

【 0 0 0 7 】

このようなコンプレッサの性能特性を改善するコンプレッサトリートメントの形状などは、循環通路内の流れの解析が不十分なためもあり、理論的に設計することが難しく、実験結果に基づく経験によって設計されることが多く、相似則等により具体的な形状などを決定している。

30

【 0 0 0 8 】

【 発明 が 解決 し よ う と す る 課 題 】

ところが、実際のコンプレッサに適用した場合に、個々の都合による形状の違いにより、実験結果が十分に反映されずコンプレッサトリートメントの効果が大きく変化してしまうという問題がある。

【 0 0 0 9 】

この発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みてなされたもので、循環通路内の流れをスムーズにすることでコンプレッサの特性を改善することができる排気タービン過給機を提供しようとするものである。

40

【 0 0 1 0 】

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

これまでのコンプレッサトリートメントについて検討を重ねたところ、個々の形状の違いがあっても、上流と下流の圧力差により生じる循環流れの程度には大きな差がないが、コンプレッサインペラからコンプレッサトリートメントの空気流入口に入った流れが持つスワール成分（円周方向の流れ成分）を循環流れにいかうまく転用して空気排出口からコンプレッサインペラの吸入側前方に戻すことができるかどうかの程度によってコンプレッサトリートメントの効果が異なることを見出だし、この発明を完成したものである。

【 0 0 1 1 】

50

すなわち、上記従来技術が有する課題を解決するため、この発明の請求項 1 記載の排気タービン過給機の具体的構成は、コンプレッサインペラの外周部と対向するコンプレッサハウジングに第 1 の空気口を形成するとともに、前記コンプレッサインペラの吸入側前方のコンプレッサハウジングに第 2 の空気口を形成し、これらを前記コンプレッサハウジングに形成した略円筒状の空気通路を介して連通させた排気タービン過給機であって、前記コンプレッサハウジングをスクロール部とシュラウド部との分割構造とする一方、前記スクロール部と前記シュラウド部との分割部に前記第 1 および第 2 の空気口および前記空気通路を形成するとともに、前記略円筒状の空気通路の前記第 2 の空気口側を外周側に膨らませて流路断面積を増大させ通過空気に接線方向の流れを生じさせる通路拡大部を形成し、さらに前記分割部に前記略円筒状の前記空気通路を形成するためのリブを内外周面間に設け、このリブの少なくとも一方面を前記第 1 空気口から流入し第 2 空気口から排出する間に空気の流れを軸方向成分の流れに変える湾曲面に形成し、前記スクロール部にコンプレッサへの空気の流入を案内するインサートリング部を一体に形成したことを特徴とするものである。

10

【0012】

この排気タービン過給機によれば、コンプレッサインペラの外周部と対向するコンプレッサハウジングに第 1 の空気口を形成するとともに、前記コンプレッサインペラの吸入側前方のコンプレッサハウジングに第 2 の空気口を形成し、これらを前記コンプレッサハウジングに形成した略円筒状の空気通路を介して連通させた排気タービン過給機で、前記コンプレッサハウジングをスクロール部とシュラウド部との分割構造とする一方、前記スクロール部と前記シュラウド部との分割部に前記第 1 および第 2 の空気口および前記空気通路を形成するとともに、前記略円筒状の空気通路の前記第 2 の空気口側を外周側に膨らませて流路断面積を増大させ通過空気に接線方向の流れを生じさせる通路拡大部を形成し、さらに前記分割部に前記略円筒状の前記空気通路を形成するためのリブを内外周面間に設け、このリブの少なくとも一方面を前記第 1 空気口から流入し第 2 空気口から排出する間に空気の流れを軸方向成分の流れに変える湾曲面に形成し、前記スクロール部にコンプレッサへの空気の流入を案内するインサートリング部を一体に形成しており、通路拡大部により流路断面積が大巾に拡大されることでこの部分を通過する流れが外周側に押し付けられ、その後の循環流れを強く生じさせる力を得てスワール成分を循環流れに転用できるようにしている。

20

30

【0014】

また、空気通路を形成するために内外周面の間に設けられるリブの一方面あるいは両方面を湾曲面として空気の流れ方向を変えることで、一層効率良くスワール成分を循環流れに転用できるようにしている。

【0016】

さらに、コンプレッサトリートメントの第 1 および第 2 の空気口、前記空気通路、前記通路拡大部をスクロール部と前記シュラウド部との分割部に形成し、しかもスクロール部にインサートリング部を一体に形成することで、部品点数を増やさずにスワール成分を循環流れに転用できるようにしている。

40

【0017】

そして、この発明により、スワール成分を循環流れに転用できることからコンプレッサトリートメントによるコンプレッサの特性改善を図ることができるようになる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の一実施の形態について図面に基づき詳細に説明する。

図 1 および図 2 はこの発明の排気タービン過給機の参考例にかかり、図 1 はコンプレッサハウジングの部分拡大断面図、A 方向から見た流れの説明図および B 方向から見た流れの説明図、図 2 は排気タービン過給機の一例にかかるコンプレッサトリートメントを省略した可変容量型過給機の全体断面図および A - A 断面図である。

【0019】

50

まず、この発明が適用される排気タービン過給機の全体構造を図2に示す可変容量型過給機1で説明する。

この可変容量型過給機1は、タービンハウジング2とコンプレッサハウジング3との間にベアリングハウジング4が配置されて一体に連結されており、タービンハウジング2内のタービンインペラ5とコンプレッサハウジング3内のコンプレッサインペラ6とがベアリングハウジング4内で回転可能に支持されたタービン軸7を介して一体に連結されている。このタービンハウジング2には、一端にガス入口8を備えたスクロール通路9が設けられ、このスクロール通路9の内周部に環状ガス流路10が設けられてガスをタービンインペラ5に導入する一方、タービンインペラ5を駆動した後のガスを中心部に形成したガス出口11から排出するようになっている。

10

【0020】

そして、タービンハウジング2の環状ガス流路10には、ベーンノズルを構成する複数のノズルベーン12が回動可能に設けられ、スライドジョイント方式などのノズル駆動機構13によって外部からノズルベーン12の角度を調整制御することで開閉され、タービンインペラ5に導入されるガスの流量を変えることができるようになっている（なお、図2では紙面上部のノズルベーン12を全開状態とし、紙面下部のノズルベーン12を全閉状態として示してある）。

【0021】

このような可変容量型過給機1では、ノズルサイドクリアランスCが性能に大きな影響を及ぼすため、ノズルの作動と性能面と信頼性とから最適な隙間を決定し、ベーンノズルのノズルベーン12の側面に位置させてクリアランスコントロールプレート14をタービンハウジング2に取り付けるようにし、熱間時のクリアランスCの確保や排気ガスがノズルを通過せずに流出することによる性能低下を抑えるようにしている。

20

【0022】

したがって、このような可変容量型過給機1によれば、エンジンの低速時のガス流量が少ない場合には、ノズルベーン12を回動してベーンノズルを絞るようにし、エンジンの高速時のガス流量が多い場合には、ノズルベーン12を回動して開くようにし、最大限の位置としてベーンノズルがストッパピン15に当たるまで開くようにすることで、低速回転から高速回転領域までの広範囲の過給によりエンジンの性能向上を図ることができるようにしている。

30

【0023】

このような可変容量型過給機1では、いわゆるコンプレッサトリートメント20として、図1に示すように、コンプレッサハウジング3のコンプレッサインペラ6の外周部と対向する部分に第1の空気口としての空気流入口21を形成し、コンプレッサインペラ6の吸入側前方のコンプレッサハウジング3に第2の空気口としての空気排出口22を形成し、これら空気流入口21と空気排出口22とを連通する空気通路としての略円筒状の循環通路23をコンプレッサハウジング3に形成してある。そして、コンプレッサハウジング3の吸入側内周にインサートリング部24aを一体に形成し、吸入する空気をコンプレッサインペラ6に案内するようになっている。

【0024】

また、このコンプレッサトリートメント20では、空気流入口21がコンプレッサでの吸気の流れの上流側から下流側に傾いた（図1(a)では、右に傾いた）スリット状に形成される一方、空気排出口22も、同様に、コンプレッサでの吸気の流れの上流側から下流側に傾いた（図1(a)では、右に傾いた）スリット状に形成してある。

40

【0025】

そして、これら空気流入口21と空気排出口22を連通させる循環通路23は、円筒状の隙間を確保するため、円周方向3か所程度にリブ23aが設けられており、これらリブ23aによって略円筒状の通路となっている。

【0026】

さらに、これら空気流入口21と空気排出口22を連通させる略円筒状の循環通路23に

50

は、中間部から空気排出口 2 2 側に外周に膨らませて流路断面積を拡大した通路拡大部 2 3 b が形成しており、この通路拡大部 2 3 b の空気排出口 2 2 側は空気排出口 2 2 と同一の傾斜面とされ、空気流入口 2 1 側も空気排出口 2 2 と同一の傾斜面とされ、略平行四辺形状の横断面形状になっている。

【 0 0 2 7 】

これにより、循環通路 2 3 は、略円筒状とされ、その流路断面積の小さい部分の途中から外周側に膨らんで流路断面積の大きい通路拡大部 2 3 b を経て空気排出口 2 2 に連通することになる。

【 0 0 2 8 】

このようなコンプレッサトリートメント 2 0 をコンプレッサに設けた可変容量型過給機 1 では、通過空気量が少ない場合（サージ側）にコンプレッサインペラ 6 で生じる吸入空気に対して逆流する空気を空気流入口 2 1 から循環通路 2 3 および通路拡大部 2 3 b を介して空気排出口 2 2 から吸入空気中に戻すようにし、これを再びコンプレッサインペラ 6 に吸引させて循環させることでサージングを防止して低流量側での運転領域を拡大することができる。

【 0 0 2 9 】

このようなコンプレッサインペラ 6 で生じる、逆流する空気を循環させる流れにする場合に、このコンプレッサトリートメント 2 0 では、図 1（b）、（c）に示すように、空気流入口 2 1 から入った空気 X には、強いスワール成分 X a の流れ（円周方向の流れ）が残っているが、循環通路 2 3 に円筒状の隙間を形成するためのリブ 2 3 a が形成してあることからこれらリブ 2 3 a によって空気排出口 2 2 方向へのベクトル成分（循環流れ成分）X b で加速され、さらに通路拡大部 2 3 b によって流路断面積が大きくなることで、空気 X に接線方向の流れ X c が発生し、これらの成分のベクトル和として空気 X が外周側に押し付けられる。

【 0 0 3 0 】

すると、外周側に押し付けられた空気 X の直前に通路拡大部 2 3 b の壁（空気排出口 2 2 の延長部分の壁）があるため、空気 X の流れが外周側から壁に沿う中心方向および循環流れに沿う方向に変換され、スムーズに吸入空気に戻すことができ、これによって大きなトリートメント効果を得ることができる。

【 0 0 3 1 】

すなわち、コンプレッサインペラで生じるスワール成分を持つ空気流れを空気流入口 2 1 から流入させ、空気排出口 2 2 から排出する間にコンプレッサインペラに吸入させる空気と同様の軸方向成分の流れに転用して循環流れとするようにしている。

【 0 0 3 2 】

このようなコンプレッサトリートメント 2 0 を設けた可変容量型過給機 1 では、サージングの発生を抑えて通過空気量の少ない場合の運転領域を拡大することができる。

【 0 0 3 3 】

また、この可変容量型過給機 1 では、コンプレッサハウジング 3 が外周側のスクロール部 3 a と内周側のシュラウド部 3 b との分割構造とされ、それぞれをダイキャストで製造した後、焼き嵌め（暖め嵌め）によって一体にされるとともに、スクロール部 3 a に吸気入口部 3 c およびその内周に嵌合されるインサートリング部 2 4 a が一体成形しており、スクロール部 3 a とシュラウド部 3 b との分割部に既に説明したコンプレッサトリートメント 2 0 が形成してある。

【 0 0 3 4 】

したがって、コンプレッサトリートメント 2 0 を設ける場合、後でコンプレッサハウジング 3 の吸気入口部 3 c に別に製造したインサートリング 2 4 を取り付ける必要があり、部品点数の増大や製造工数の増大となるが、この可変容量型過給機 1 では、スクロール部 3 a に一体に吸気入口部 3 c およびインサートリング部 2 4 a を製造し、シュラウド部 3 b を焼き嵌めすることで、分割部にコンプレッサトリートメント 2 0 も形成でき、部品点数の増大や製造工数の増大とならずに製造することができる。

【 0 0 3 5 】

このような可変容量型過給機 1 のコンプレッサトリートメント 2 0 の形状としては、例えば図 3 に示すような種々の形状とすることもでき、同図 (a) のように、空気流入口 2 1 から循環通路 2 3 の端部に直接連通させ、しかも通路拡大部 2 3 b が空気排出口 2 2 より先まで大きく形成したものでも良い。また、同図 (b) のように、空気流入口 2 1 から循環通路 2 3 の端部に直接連通させ、通路拡大部 2 3 b を小さめに形成するとともに、空気排出口 2 2 の内周面 2 2 a をテーパ状の傾斜面したものでも良い。さらに、また、同図 (c) のように、空気流入口 2 1 を傾けることなく真っ直ぐのスリット状とし、この空気流入口 2 1 から循環通路 2 3 の端部に直接連通させ、通路拡大部 2 3 b を空気排出口 2 2 より先まで大きく形成したものでも良い。なお、図中、2 4 はべったいとして取付けられるインサートリングであるが、この場合もスクロール部 3 a に一体に形成するようにしても良い。

10

【 0 0 3 6 】

これらのいずれのコンプレッサトリートメント 2 0 の形状によってもコンプレッサインペラで生じるスワール成分を持つ空気流れを空気流入口 2 1 から流入させ、空気排出口 2 2 から排出する間に軸方向成分の流れに転用して循環流れとすることができ、サージングの発生を抑えて通過空気量の少ない場合の運転領域を拡大することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、コンプレッサトリートメント 2 0 の形状は、これら図示した具体的な形状に限らず、外周に膨らんだ通路拡大部を備え、スワール成分を持つ空気流れを軸方向成分の流れに転用できる他の形状であっても良い。

20

【 0 0 3 8 】

次に、この発明の排気タービン過給機の一実施の形態について図 4 により説明するが、既に説明した実施の形態と同一部分には同一記号を記し、説明は省略する。

【 0 0 3 9 】

この排気タービン過給機では、基本構造は既に説明した可変容量型過給機 1 と同一であり、コンプレッサトリートメント 2 0 の形状の一部の構成が異なるものである。

【 0 0 4 0 】

ここでは、コンプレッサトリートメント 2 0 の空気通路を構成する循環通路 2 3 の内外周間の隙間を形成する リブ 2 3 a の空気流入口 2 1 側の両面が湾曲面 2 3 c としてある。

30

【 0 0 4 1 】

これにより、通過空気量が少ないサージ側では、図 4 (b) に示すように、空気流入口 2 1 から流入する空気 X を湾曲面 2 3 c でガイドすることで周方向から軸方向にスムーズに変換することができ、一層効率的にコンプレッサインペラで生じるスワール成分を持つ空気流れを空気流入口 2 1 から流入させ、空気排出口 2 2 から排出する間に軸方向成分の流れに転用して循環流れとすることができ、サージングの発生を抑えて通過空気量の少ない場合の運転領域を拡大することができる。

【 0 0 4 2 】

なお、この実施の形態では、リブ 2 3 a の両方の面を湾曲面 2 3 c としたが、図中破線で示すように、一方面を平坦面としても良く、こうすることで製作が容易となる。

40

【 0 0 4 3 】

なお、上記実施の形態では、排気タービン過給機として可変容量型過給機を例に説明したが、他の形式の排気タービン過給機であっても同様に適用することができる。

【 0 0 4 4 】

【 発明の効果 】

以上、一実施の形態とともに具体的に説明したようにこの発明の請求項 1 記載の排気タービン過給機によれば、コンプレッサインペラの外周部と対向するコンプレッサハウジングに第 1 の空気口を形成するとともに、前記コンプレッサインペラの吸入側前方のコンプレッサハウジングに第 2 の空気口を形成し、これらを前記コンプレッサハウジングに形成した略円筒状の空気通路を介して連通させた排気タービン過給機で、前記コンプレッサハウ

50

ジングをスクロール部とシュラウド部との分割構造とする一方、前記スクロール部と前記シュラウド部との分割部に前記第 1 および第 2 の空気口および前記空気通路を形成するとともに、前記略円筒状の空気通路の前記第 2 の空気口側を外周側に膨らませて流路断面積を増大させ通過空気に接線方向の流れを生じさせる通路拡大部を形成し、さらに前記分割部に前記略円筒状の前記空気通路を形成するためのリブを内外周面間に設け、このリブの少なくとも一方面を前記第 1 空気口から流入し第 2 空気口から排出する間に空気の流れを軸方向成分の流れに変える湾曲面に形成し、前記スクロール部にコンプレッサへの空気の流入を案内するインサートリング部を一体に形成したので、通路拡大部により流路断面積が大巾に拡大されることでこの部分を通過する流れが外周側に押し付けられ、その後の循環流れを強く生じさせる力を得てスワール成分を循環流れに転用することができる。

10

【 0 0 4 5 】

このスワール成分の循環流れへの転用によってコンプレッサのサージ側およびチョーク側の特性改善を図ることができる。

【 0 0 4 6 】

また、空気通路を形成するために内外周面の間に設けられるリブの一方面あるいは両方面を湾曲面として空気の流れ方向を変えることで、一層効率良くスワール成分を循環流れに転用することができ、コンプレッサのサージ側の特性改善を図ることができる。

【 0 0 4 7 】

さらに、コンプレッサトリートメントの第 1 および第 2 の空気口、前記空気通路、前記通路拡大部をスクロール部と前記シュラウド部との分割部に形成し、しかもスクロール部にインサートリング部を一体に形成することで、部品点数を増やさずにスワール成分を循環流れに転用することができ、コンプレッサトリートメントによるコンプレッサの特性改善を図ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の排気タービン過給機の参考例にかかるコンプレッサハウジングの部分拡大断面図、A 方向から見た流れの説明図および B 方向から見た流れの説明図である。

【図 2】 この発明の排気タービン過給機の参考例にかかるコンプレッサトリートメントを省略した可変容量型過給機の全体断面図および A - A 断面図である。

【図 3】 この発明の排気タービン過給機の参考例にかかるコンプレッサハウジングの部分拡大断面図である。

30

【図 4】 この発明の排気タービン過給機の一実施の形態にかかるコンプレッサハウジングの部分拡大断面図、A 方向から見たサージ側の流れの説明図である。

【図 5】 従来の排気タービン過給機のコンプレッサトリートメントの部分拡大断面図である。

【符号の説明】

- 1 可変容量型過給機（排気タービン過給機）
- 2 タービンハウジング
- 3 コンプレッサハウジング
- 3 a スクロール部
- 3 b シュラウド部
- 3 c 吸気入口部
- 4 ベアリングハウジング
- 5 タービンインペラ
- 6 コンプレッサインペラ
- 7 タービン軸
- 8 ガス入口
- 9 スクロール通路
- 10 環状ガス流路
- 11 ガス出口
- 12 ノズルベーン

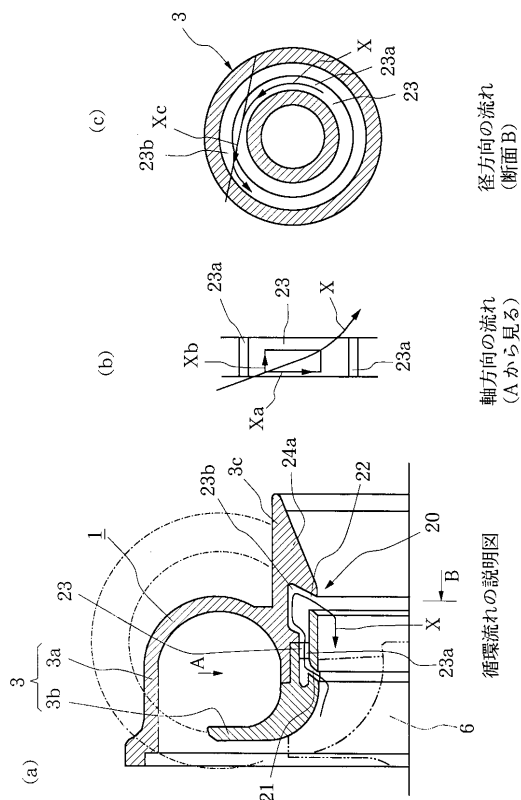
40

50

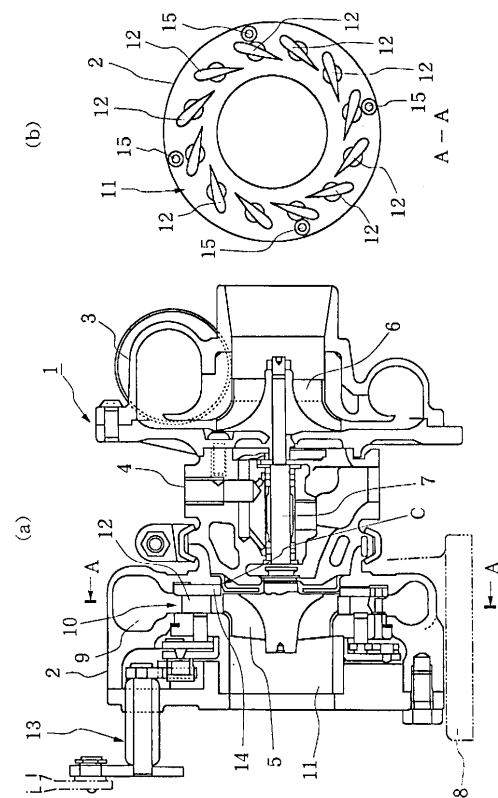
- 1 3 ノズル駆動機構
- 1 4 クリアランスコントロールプレート
- 1 5 ストップピン
- 2 0 コンプレッサトリートメント
- 2 1 空気流入口（第 1 の空気口）
- 2 2 空気排出口（第 2 の空気口）
- 2 2 a 内周面
- 2 3 循環通路（空気通路）
- 2 3 a リブ
- 2 3 b 通路拡大部
- 2 3 c 湾曲面
- 2 4 インサートリング
- 2 4 a インサートリング部
- X 空気流れ
- X a スワール成分
- X b ベクトル成分
- X c 接線方向の流れ
- C ノズルサイドクリアランス

10

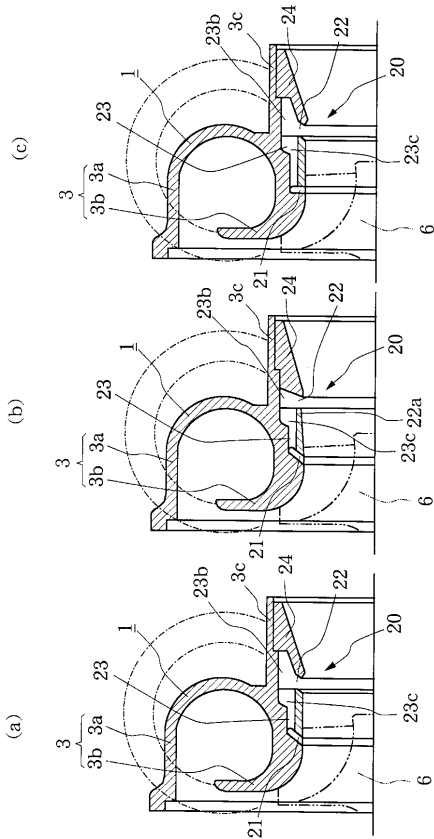
【図 1】



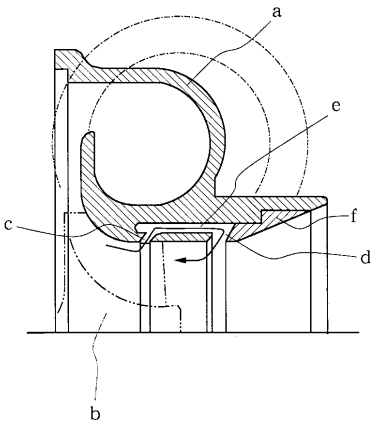
【図 2】



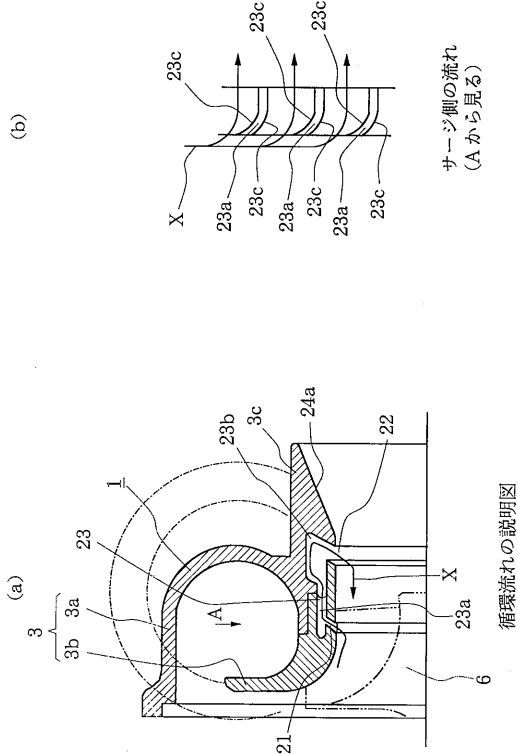
【図 3】



【図 5】



【図 4】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02B 39/00

F04D 29/44