

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6820161号  
(P6820161)

(45) 発行日 令和3年1月27日 (2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月6日 (2021.1.6)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 B 37/24 (2006.01)

F O 2 B 37/24

F O 2 B 39/00 (2006.01)

F O 2 B 39/00 D

F O 1 D 17/16 (2006.01)

F O 1 D 17/16 A

F O 1 D 9/02 (2006.01)

F O 1 D 9/02 I O I

F O 1 D 11/02 (2006.01)

F O 1 D 11/02

請求項の数 17 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-123223 (P2016-123223)  
 (22) 出願日 平成28年6月22日 (2016.6.22)  
 (65) 公開番号 特開2017-227159 (P2017-227159A)  
 (43) 公開日 平成29年12月28日 (2017.12.28)  
 審査請求日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(73) 特許権者 000006208  
 三菱重工業株式会社  
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号  
 (74) 代理人 110000785  
 誠真 I P 特許業務法人  
 (72) 発明者 星 徹  
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重  
 工業株式会社内  
 (72) 発明者 吉田 豊隆  
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重  
 工業株式会社内  
 審査官 家喜 健太

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変ノズルベーン及び可変容量型ターボチャージャ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可変容量型ターボチャージャの可変ノズルベーンであって、

前記可変容量型ターボチャージャは、タービンロータと、前記タービンロータの外周側にスクロール流路を形成するスクロール流路形成部と、前記スクロール流路から前記タービンロータへ排ガスを導くための排ガス流路を形成する排ガス流路形成部とを備え、

前記排ガス流路形成部は、前記タービンロータの軸方向において前記可変ノズルベーンの一方側に設けられた一方側壁部と、他方側に設けられた他方側壁部とを含み、

前記可変ノズルベーンは、前記排ガス流路に設けられ、前記一方側壁部と対向する一方側端面と、前記他方側壁部と対向する他方側端面とを含み、

前記一方側端面と前記他方側端面の少なくとも一方には、前記一方側壁部と前記一方側端面との間の隙間、または前記他方側壁部と前記他方側端面との間の隙間を流れるクリアランスフローの一部を循環させる凹部が形成され、

キャンバーラインに沿ったキャンバー方向における前記凹部の寸法は、前記キャンバー方向に直交するキャンバー直交方向における前記凹部の寸法よりも大きく、

前記凹部の上部に設けられた開口から前記クリアランスフローは流入及び流出し、前記凹部の前記一方側端面と前記他方側端面とは、前記クリアランスフローの流入及び流出を防ぐように設けられており、

前記可変ノズルベーンは、前記一方側壁部と前記他方側壁部の何れか一方に片持ち支持され、

10

20

前記一方側壁部と前記他方側壁部のうち、前記可変ノズルベーンを片持ち支持する壁部を支持壁部、前記可変ノズルベーンを片持ち支持しない壁部を非支持壁部と称し、

前記一方側端面と前記他方側端面のうち、前記支持壁部に対向する端面を支持壁側端面、前記非支持壁部に対向する端面を非支持壁側端面と称すると、

前記非支持壁側端面は、前記凹部を有し、

前記可変ノズルベーンにおける前記非支持壁部側の端部は、前記非支持壁部側に近づくにつれて翼厚が大きくなるように形成されたテーパ部を含み、

前記テーパ部の負圧面は、前記非支持壁部側に近づくにつれて翼厚が大きくなるように翼高さ方向に対して傾斜したテーパ面を含み、

前記テーパ部の圧力面は、翼高さ方向に平行に形成された、可変ノズルベーン。

10

【請求項 2】

前記凹部は、前縁と後縁の各々に達しないように、前記前縁と前記後縁との間に延在する、請求項 1 に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 3】

前記凹部と前記後縁との間隔は、前記凹部と前記前縁との間隔より大きい、請求項 2 に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 4】

前記凹部は、後縁側に向かうにつれて前記キャンバー直交方向における前記凹部の幅が増大する前縁側部分と、前記前縁側部分に接続するとともに後縁側に向かうにつれて前記キャンバー直交方向における前記凹部の幅が減少する後縁側部分とを含む、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の可変ノズルベーン。

20

【請求項 5】

前記凹部は、底面と、前記キャンバーラインに対して圧力面側に設けられた圧力面側側面と、前記キャンバーラインに対して負圧面側に設けられた負圧面側側面とを含む、請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 6】

前記圧力面側側面は、前記圧力面に沿って湾曲しており、前記負圧面側側面は、前記負圧面に沿って湾曲している、請求項 5 に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 7】

前記底面と前記圧力面側側面とのなす角度は、90度以下である、請求項 5 又は 6 に記載の可変ノズルベーン。

30

【請求項 8】

前記底面と前記負圧面側側面とのなす角度は、90度以下である、請求項 5 乃至 7 の何れか 1 項に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 9】

前記底面と前記圧力面側側面とのなす角度は、90度未満であり、

前記底面と前記負圧面側側面とのなす角度は、90度未満である、請求項 8 に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 10】

前記底面は、前記圧力面側側面から前記負圧面側側面に向かって下り勾配を有する、請求項 5 又は 6 に記載の可変ノズルベーン。

40

【請求項 11】

前記凹部は、前記キャンバー方向に直交する断面として、前記可変ノズルベーンの翼高さ  $H$  に対する前記凹部の深さ  $D$  の比  $D/H$  が  $0.1 < D/H < 0.2$  を満たす断面を含む、請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 12】

前記凹部は、前記キャンバー方向に直交する断面として、前記凹部の幅  $W$  に対する前記凹部の深さ  $D$  の比  $D/W$  が  $0.1 < D/W < 0.35$  を満たす断面を含む、請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の可変ノズルベーン。

【請求項 13】

50

前記テーパ部は、前記可変ノズルベーンのうち翼高さHの80%の位置より非支持壁側に設けられた、請求項1乃至12の何れか1項に記載の可変ノズルベーン。

【請求項14】

前記支持壁側端面の最大翼厚 $T_1$ に対する前記非支持壁側端面の最大翼厚 $T_2$ の比 $T_2/T_1$ は、 $1.5 < T_2/T_1 < 2.5$ を満たす、請求項1乃至13の何れか1項に記載の可変ノズルベーン。

【請求項15】

前記可変ノズルベーンは、自動車用の可変容量型ターボチャージャの可変ノズルベーンである、請求項1乃至14の何れか1項に記載の可変ノズルベーン。

【請求項16】

可変容量型ターボチャージャの可変ノズルベーンであって、

前記可変容量型ターボチャージャは、タービンロータと、前記タービンロータの外周側にスクロール流路を形成するスクロール流路形成部と、前記スクロール流路から前記タービンロータへ排ガスを導くための排ガス流路を形成する排ガス流路形成部とを備え、

前記排ガス流路形成部は、前記タービンロータの軸方向において前記可変ノズルベーンの一方側に設けられた一方側壁部と、他方側に設けられた他方側壁部とを含み、

前記可変ノズルベーンは、前記排ガス流路に設けられ、前記一方側壁部と対向する一方側端面と、前記他方側壁部と対向する他方側端面とを含み、

前記一方側端面と前記他方側端面の少なくとも一方には、凹部が形成され、

キャンパーラインに沿ったキャンパー方向における前記凹部の寸法は、前記キャンパー方向に直交するキャンパー直交方向における前記凹部の寸法よりも大きく、

前記凹部の底面には、前記凹部の内部と外部とを連通するための通路の開口が形成されておらず、

前記可変ノズルベーンは、前記一方側壁部と前記他方側壁部の何れか一方に片持ち支持され、

前記一方側壁部と前記他方側壁部のうち、前記可変ノズルベーンを片持ち支持する壁部を支持壁部、前記可変ノズルベーンを片持ち支持しない壁部を非支持壁部と称し、

前記一方側端面と前記他方側端面のうち、前記支持壁部に対向する端面を支持壁側端面、前記非支持壁部に対向する端面を非支持壁側端面と称すると、

前記非支持壁側端面は、前記凹部を有し、

前記可変ノズルベーンにおける前記非支持壁部側の端部は、前記非支持壁部側に近づくにつれて翼厚が大きくなるように形成されたテーパ部を含み、

前記テーパ部の負圧面は、前記非支持壁部側に近づくにつれて翼厚が大きくなるように翼高さ方向に対して傾斜したテーパ面を含み、

前記テーパ部の圧力面は、翼高さ方向に平行に形成された、可変ノズルベーン。

【請求項17】

タービンロータと、前記タービンロータの外周側にスクロール流路を形成するスクロール流路形成部と、前記スクロール流路から前記タービンロータへ排ガスを導くための排ガス流路を形成する排ガス流路形成部と、請求項1乃至16の何れか1項に記載の可変ノズルベーンとを備える可変容量型ターボチャージャ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、可変ノズルベーン及び可変容量型ターボチャージャに関する。

【背景技術】

【0002】

可変容量型ターボチャージャは、タービンハウジング内のスクロール流路からタービンロータへの排ガスの流れを可変ノズルベーンによって調整することで、タービンブレードへの排気ガスの流速や圧力を変化させて過給効果を高めるものである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

近年、排ガス規制の強化等によりエンジンの低速域のレスポンス改善が重視され、ターボチャージャの高レスポンス化が望まれている。エンジン加速時には、可変ノズルベーンの開度を小さくして排ガス圧を上昇させることでタービンロータの回転数が上昇する。ノズルベーンの開度が小さい場合には、ノズルベーンの端面と流路壁とのクリアランスからの漏れ流れ（以下、クリアランスフローという。）の損失が大きく効率が低くなるため、回転数の上昇が遅くなってしまう。

## 【 0 0 0 4 】

一方、ノズルベーンの端面と流路壁とのクリアランスを小さくすればターボチャージャの効率を向上することができるが、クリアランスを小さくし過ぎるとノズルベーンと流路壁とが熱変形によって接触する恐れがある。ノズルベーンと流路壁とが熱変形によって接触すると、ノズルベーンの作動にて摩耗が発生する恐れがある。また、ノズルベーンの作動性へ影響を及ぼす恐れもある。このため、ノズルベーンと流路壁とのクリアランスを小さくすることには限界がある。

10

## 【 0 0 0 5 】

特許文献 1 には、クリアランスフローを抑制することを目的とした可変ノズルベーンの構成が開示されている。特許文献 1 に記載の可変ノズルベーンの両端部は中央部より厚肉に形成されており、また、両端部の端面に凹部が設けられている。特許文献 1 には、ノズルベーンの端面に設けた凹部によるラビリンスシール効果でクリアランスフローに対するシール性を向上する旨が記載されている。

20

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 1 2 2 9 8 1 5 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

上記のように、特許文献 1 には、可変ノズルベーンにおけるクリアランスフローを抑制するために、可変ノズルベーンの端面に凹部を設けることが記載されている。しかしながら、凹部の具体的な形状については、翼厚方向に沿った断面形状が開示されているに過ぎず、クリアランスフローを効果的に抑制するための凹部の全体形状については開示されていない。

30

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、上述したような従来の課題に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、クリアランスフローを効果的に抑制可能な可変ノズルベーン及びこれを備える可変容量型ターボチャージャを提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

（ 1 ）本発明の少なくとも一実施形態に係る可変ノズルベーンは、可変容量型ターボチャージャの可変ノズルベーンであって、前記可変容量型ターボチャージャは、タービンロータと、前記タービンロータの外周側にスクロール流路を形成するスクロール流路形成部と、前記スクロール流路から前記タービンロータへ排ガスを導くための排ガス流路を形成する排ガス流路形成部とを備え、前記排ガス流路形成部は、前記タービンロータの軸方向において前記可変ノズルベーン的一方側に設けられた一方側壁部と、他方側に設けられた他方側壁部とを含み、前記可変ノズルベーンは、前記排ガス流路に回動可能に設けられ、前記一方側壁部と対向する一方側端面と、前記他方側壁部と対向する他方側端面とを含み、前記一方側端面と前記他方側端面の少なくとも一方には、凹部が形成され、キャンパーラインに沿ったキャンパー方向における前記凹部の寸法は、前記キャンパー方向に直交するキャンパー直交方向における前記凹部の寸法よりも大きい。

40

## 【 0 0 1 0 】

50

上記(1)に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンにおける凹部が設けられた端面(一方側端面と他方側端面の少なくとも一方)と、当該端面に対向する壁面との間の隙間を流れるクリアランスフローの一部が、当該隙間内で循環流(渦)となり、当該隙間を通過するクリアランスフローの流量を低減することができる。このため、タービン効率を向上することができる。

【0011】

また、キャンバー方向における凹部の寸法がキャンバー直交方向における凹部の寸法よりも大きい場合、圧力面側から負圧面側へ上記隙間を通過するクリアランスフローを、キャンバーラインに沿った広範囲に亘って効果的に抑制することができる。

【0012】

(2)幾つかの実施形態では、上記(1)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記凹部は、前縁と後縁の各々に達しないように、前記前縁と前記後縁との間に延在する。

【0013】

上記(2)に記載の可変ノズルベーンによれば、凹部が前縁又は後縁に達するように設けられている場合と比較して、上記隙間に上記循環流を形成する作用を強めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。

【0014】

(3)幾つかの実施形態では、上記(2)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記凹部と前記後縁との間隔は、前記凹部と前記前縁との間隔より大きい。

【0015】

上記(3)に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンの後縁側の肉厚を過度に小さくすることなく、上述したクリアランスフローを抑制する効果を得ることができる。すなわち、可変ノズルベーンの後縁側の部分に破損が生じることを抑制しつつ、タービン効率を効果的に向上することができる。

【0016】

(4)幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(3)の何れか1項に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記凹部は、後縁側に向かうにつれて前記キャンバー直交方向における前記凹部の幅が増大する前縁側部分と、前記前縁側部分に接続するとともに後縁側に向かうにつれて前記キャンバー直交方向における前記凹部の幅が減少する後縁側部分とを含む。

【0017】

上記(4)に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンにおける凹部の幅をキャンバー方向に適切に変化させることにより、凹部の周縁部の肉厚を確保しつつ、上述したクリアランスフローを抑制する効果を得ることができる。すなわち、凹部の周縁部に破損が生じることを抑制しつつ、タービン効率を効果的に向上することができる。

【0018】

(5)幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(4)の何れか1項に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記凹部は、底面と、前記キャンバーラインに対して圧力面側に設けられた圧力面側側面と、前記キャンバーラインに対して負圧面側に設けられた負圧面側側面とを含む。

【0019】

上記(5)に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンにおける凹部が設けられた端面と壁面との間の隙間を流れるクリアランスフローの一部が、圧力面側側面及び負圧面側側面の各々の近傍にそれぞれ循環流を形成して、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。

【0020】

(6)幾つかの実施形態では、上記(5)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記圧力面側側面は、前記圧力面に沿って湾曲しており、前記負圧面側側面は、前記負圧面に沿って湾曲している。

【0021】

10

20

30

40

50

上記(6)に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンにおける凹部の周縁部の肉厚を確保しつつ、上述したクリアランスフローを抑制する効果を得ることができる。すなわち、凹部の周縁部に破損が生じることを抑制しつつ、タービン効率を効果的に向上することができる。

【0022】

(7)幾つかの実施形態では、上記(5)又は(6)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記底面と前記圧力面側側面とのなす角度は、90度以下である。

【0023】

上記(7)に記載の可変ノズルベーンによれば、底面と圧力面側側面とのなす角度が90度より大きい場合と比較して、圧力面側側面の近傍の循環流を形成する効果を高めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。なお、上記角度が90度であれば、製造容易性の観点で有利であり、上記角度が90度未満であれば、圧力面側側面の近傍の循環流を形成する観点で有利である。

10

【0024】

(8)幾つかの実施形態では、上記(5)乃至(7)の何れか1項に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記底面と前記負圧面側側面とのなす角度は、90度以下である。

【0025】

上記(8)に記載の可変ノズルベーンによれば、底面と負圧面側側面とのなす角度が90度より大きい場合と比較して、負圧面側側面の近傍の循環流を形成する効果を高めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。なお、上記角度が90度であれば、製造容易性の観点で有利であり、上記角度が90度未満であれば、負圧面側側面の近傍の循環流を形成する観点で有利である。

20

【0026】

(9)幾つかの実施形態では、上記(5)又は(6)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記底面は、前記圧力面側側面から前記負圧面側側面に向かって下り勾配を有する。

【0027】

上記(9)に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンの凹部に流入したクリアランスフローは、下り勾配を有する底面に沿って負圧面側へ流れるが、負圧面側側面の高さが圧力面側側面の高さよりも高くなるため、凹部からスムーズに流出しにくくなる。

30

【0028】

(10)幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(9)の何れか1項に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記凹部は、前記キャンパー方向に直交する断面として、前記可変ノズルベーンの翼高さHに対する前記凹部の深さDの比 $D/H$ が $0.1 < D/H < 0.2$ を満たす断面を含む。

【0029】

上記(10)に記載の可変ノズルベーンによれば、上記隙間に循環流を形成する作用を強めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。これにより、タービン効率を効果的に向上することができる。

【0030】

40

(11)幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(10)の何れか1項に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記凹部は、前記キャンパー方向に直交する断面として、前記凹部の幅Wに対する前記凹部の深さDの比 $D/W$ が $0.1 < D/W < 0.35$ を満たす断面を含む。

【0031】

上記(11)に記載の可変ノズルベーンによれば、上記隙間に循環流を形成する作用を強めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。これにより、タービン効率を効果的に向上することができる。

【0032】

(12)幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(11)の何れか1項に記載の可変ノ

50

ズルベーンにおいて、前記可変ノズルベーンは、前記一方側壁部と前記他方側壁部の何れか一方に片持ち支持され、前記一方側壁部と前記他方側壁部のうち、前記可変ノズルベーンを片持ち支持する壁部を支持壁部、前記可変ノズルベーンを片持ち支持しない壁部を非支持壁部と称し、前記一方側端面と前記他方側端面のうち、前記支持壁部に対向する端面を支持壁側端面、前記非支持壁部に対向する端面を非支持壁側端面と称すると、前記非支持壁側端面は、前記凹部を有する。

【 0 0 3 3 】

可変ノズルベーンが支持壁部に片持ち支持されている構成では、非支持壁部の壁面と可変ノズルベーンの非支持壁側端面との隙間のクリアランスフローが問題となりやすい。このため、非支持壁側端面に上述した凹部を設けることで、非支持壁側端面と非支持壁部の壁面との間の隙間を流れるクリアランスフローの一部が当該隙間で循環流となり、当該隙間を通過するクリアランスフローの流量を低減することができる。このため、タービン効率を向上することができる。

10

【 0 0 3 4 】

また、キャンバー方向における凹部の寸法がキャンバー直交方向における凹部の寸法よりも大きいため、圧力面側から負圧面側へ上記隙間を通過するクリアランスフローを、キャンバーラインに沿った広範囲に亘って効果的に抑制することができる。

【 0 0 3 5 】

( 1 3 ) 幾つかの実施形態では、上記 ( 1 2 ) に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記可変ノズルベーンにおける前記非支持壁部側の端部は、前記非支持壁部側に近づくにつれて翼厚が大きくなるように形成されたテーパ部を含む。

20

【 0 0 3 6 】

上記 ( 1 3 ) に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンにテーパ部が設けられていない場合と比較して、テーパ部を設けることによって、非支持壁側端面と非支持壁部の壁面との隙間の流路長を長くすることができる。このため、当該隙間における圧力面側と負圧面側との圧力勾配が小さくなり、クリアランスフローの流量を低減することができる。

【 0 0 3 7 】

( 1 4 ) 幾つかの実施形態では、上記 ( 1 3 ) に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記テーパ部の負圧面は、前記非支持壁部側に近づくにつれて翼厚が大きくなるように翼高さ方向に対して傾斜したテーパ面を含む。

30

【 0 0 3 8 】

上記 ( 1 4 ) に記載の可変ノズルベーンによれば、テーパ部の負圧面が有する上記テーパ面によって、ノズルのスロート部からの流れが非支持壁部の壁面に引き付けられにくくなる。このため、テーパ部が設けられていない場合と比較して、上記スロート部からの流れと上記隙間を流れるクリアランスフローとの混合 ( 衝突 ) に起因する損失を低減することができる。

【 0 0 3 9 】

( 1 5 ) 幾つかの実施形態では、上記 ( 1 4 ) に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記テーパ部の圧力面は、翼高さ方向に平行に形成される。

40

【 0 0 4 0 】

上記 ( 1 5 ) に記載の可変ノズルベーンによれば、可変ノズルベーンの空力性能の低下を抑制しつつ、上記スロート部からの流れと上記クリアランスフローとの混合に起因する損失を低減することができる。

【 0 0 4 1 】

( 1 6 ) 幾つかの実施形態では、上記 ( 1 3 ) 乃至 ( 1 4 ) に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記テーパ部の圧力面は、前記非支持壁部側に近づくにつれて翼厚が大きくなるように翼高さ方向に対して傾斜したテーパ面を含む。

【 0 0 4 2 】

上記 ( 1 6 ) に記載の可変ノズルベーンによれば、テーパ部の圧力面に上記テーパ面が

50

設けられていない場合と比較して、非支持壁側端面と非支持壁部の壁面との隙間の流路長を長くすることができる。このため、当該隙間における圧力面側と負圧面側との圧力勾配が小さくなり、クリアランスフローの流量を低減することができる。

【0043】

(17) 幾つかの実施形態では、上記(13)乃至(16)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記テーパ部は、前記ノズルベーンのうち翼高さHの80%の位置より非支持壁側に設けられる。

【0044】

翼高さ方向における広範囲で翼厚を大きくすると、可変ノズルベーンの空力性能が大きく低下してしまうため、上記(17)に記載の範囲にテーパ部を設けることで、空力性能の低下を抑制しつつ、クリアランスフローの流量を低減することができる。

10

【0045】

(18) 幾つかの実施形態では、上記(13)乃至(17)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記支持壁側端面の最大翼厚 $T_1$ に対する前記非支持壁側端面の最大翼厚 $T_2$ の比 $T_2/T_1$ は、 $1.5 < T_2/T_1 < 2.5$ を満たす。

【0046】

上記(18)に記載の可変ノズルベーンによれば、テーパ部が設けられていない場合と比較して、非支持壁側端面と非支持壁部の壁面との隙間の流路長が大幅に拡大されるため、当該隙間における圧力面側と負圧面側との圧力勾配が小さくなり、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。

20

【0047】

(19) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(18)に記載の可変ノズルベーンにおいて、前記可変ノズルベーンは、自動車用の可変容量型ターボチャージャの可変ノズルベーンである。

【0048】

上記(19)に記載の可変ノズルベーンによれば、自動車用の可変容量型ターボチャージャにおける可変ノズルベーンのクリアランスフローを効果的に抑制することができる。

【0049】

(20) 本発明の少なくとも一実施形態に係る可変容量型ターボチャージャは、タービンロータと、前記タービンロータの外周側にスクロール流路を形成するスクロール流路形成部と、前記スクロール流路から前記タービンロータへ排ガスを導くための排ガス流路を形成する排ガス流路形成部と、上記(1)乃至(19)の何れか1項に記載の可変ノズルベーンとを備える。

30

【0050】

上記(20)に記載の可変容量型ターボチャージャによれば、上記(1)乃至(19)の何れか1項に記載の可変ノズルベーンを備えるため、クリアランスフローを効果的に抑制し、高いタービン効率を実現することができる。

【発明の効果】

【0051】

本発明の少なくとも一つの実施形態によれば、クリアランスフローを効果的に抑制可能な可変ノズルベーン及びこれを備える可変容量型ターボチャージャが提供される。

40

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の一実施形態に係る可変容量型ターボチャージャ100の回転軸線に沿った概略断面図である。

【図2】一実施形態に係る可変ノズルベーン2(2A)の概略構成を示す斜視図である。

【図3】一実施形態に係る可変ノズルベーン2(2A)の概略構成を示す斜視図である。

【図4】可変ノズルベーン2(2A)の概略断面(非支持壁側端面32のキャンバーラインに沿ったキャンバー方向に直交する断面)を示す図である。

【図5】可変ノズルベーン2(2A)の概略断面(非支持壁側端面32のキャンバーライ

50



ンに沿ったキャンバー方向に直交する断面)の部分拡大図である。

【図6】可変ノズルベーン2(2A)の概略断面(非支持壁側端面32のキャンバーラインに沿ったキャンバー方向に直交する断面)の部分拡大図である。

【図7】凹部34の幅Wに対する凹部34の深さDの比D/Wと、タービン効率との関係を示す図である。

【図8】図2における可変ノズルベーン2(2A)を他方向から見た斜視図である。

【図9】テーパ部が設けられていない可変ノズルベーンにおけるスロート部からの流れFDとクリアランスフローFEとの関係を示す図である。

【図10】テーパ部が設けられた可変ノズルベーン2(2A)におけるスロート部からの流れFDとクリアランスフローFEとの関係を示す図である。

【図11】一実施形態に係る可変ノズルベーン2(2B)の概略構成を示す斜視図である。

【図12】可変ノズルベーン2(2B)の概略断面を示す図である。

【図13】他の実施形態に係る可変ノズルベーン2の概略断面を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0053】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

【0054】

図1は、本発明の一実施形態に係る可変容量型ターボチャージャ100の回転軸線に沿った概略断面図である。可変容量型ターボチャージャ100は、例えば自動車用のターボチャージャである。

【0055】

図1に示すように、可変容量型ターボチャージャ100は、タービンロータ4と、タービンロータ4の外周側にスクロール流路6を形成するスクロール流路形成部8と、スクロール流路6からタービンロータ4へ排ガスを導くための排ガス流路10を形成する排ガス流路形成部12と、排ガス流路10に設けられた可変ノズルベーン2とを備える。

【0056】

スクロール流路形成部8は、タービンロータ4を収容するタービンハウジング14によって構成されている。

【0057】

排ガス流路形成部12は、可変ノズルベーン2を片持ち支持する支持壁部16と、支持壁部16に対向して支持壁部16に平行に設けられ、可変ノズルベーン2を片持ち支持しない非支持壁部18とを含む。

【0058】

支持壁部16は、タービンロータ4の軸方向において可変ノズルベーン2に対してスクロール流路6と反対側(軸受ハウジング20側)に設けられ、タービンロータ4の外周側

10

20

30

40

50

に径方向に沿って延在する環状プレート（ノズルマウント）によって構成されている。支持壁部 16 は、厚さ方向に貫通する貫通孔 22 が形成されており、貫通孔 22 に挿通された可変ノズルベーン 2 のシャフト 24 を回動可能に支持している。可変ノズルベーン 2 は、不図示のアクチュエータからの駆動力をシャフト 24 に伝達されて回動するように構成されている。

【0059】

非支持壁部 18 は、タービンロータ 4 の軸方向において可変ノズルベーン 2 に対してスクロール流路 6 側（軸受ハウジング 20 と反対側）に設けられ、タービンロータ 4 の外周側に径方向に沿って延在する環状プレート（ノズルプレート）によって構成されている。

【0060】

次に、図 2、図 3 及び図 4 を用いて可変ノズルベーン 2 の構成を説明する。図 2 及び図 3 は、一実施形態に係る可変ノズルベーン 2（2A）の概略構成を示す斜視図である。図 4 は、可変ノズルベーン 2（2A）の概略断面を示す図である。

【0061】

図 2、図 3 及び図 4 の少なくとも一図に示すように、可変ノズルベーン 2 は、圧力面 26（背面）と、負圧面 28（腹面）と、支持壁部 16 の壁面 17（排ガス流路 10 に面した壁面）と対向する支持壁側端面 30 と、非支持壁部 18 の壁面 19（排ガス流路 10 に面した壁面）と対向する非支持壁側端面 32 とを含む。また、非支持壁側端面 32 には、凹部 34 が形成されている。

【0062】

かかる構成では、図 5 に示すように、可変ノズルベーン 2 の非支持壁側端面 32 と非支持壁部 18 の壁面 19 との間の隙間 C を流れるクリアランスフローの一部が当該隙間 C 内で循環流（渦 FA ~ FC）となり、隙間 C を通過するクリアランスフローの流量を低減することができる。このため、タービン効率を向上することができる。

【0063】

また、図 3 に示すように、非支持壁側端面 32 のキャンパーライン CL に沿ったキャンパー方向における凹部 34 の寸法 A1 は、キャンパー方向に直交するキャンパー直交方向における凹部 34 の寸法 A2 よりも大きい。このため、圧力面 26 側から負圧面 28 側へ隙間 C を通過するクリアランスフローを、キャンパーライン CL に沿った広範囲に亘って効果的に抑制することができる。

【0064】

一実施形態では、図 2 及び図 3 に示すように、凹部 34 は、前縁 LE と後縁 TE の各々に達しないように、前縁 LE と後縁 TE との間に延在する。

【0065】

かかる構成によれば、凹部 34 が前縁 LE 又は後縁 TE に達するように設けられている場合と比較して、上記隙間 C に上記循環流を形成する作用を強めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。

【0066】

一実施形態では、図 3 に示すように、凹部 34 と後縁 TE との間隔 d1 は、凹部 34 と前縁 LE との間隔 d2 より大きい。

【0067】

かかる構成によれば、可変ノズルベーン 2 の後縁 TE 側の肉厚 t を過度に小さくすることなく、上述したクリアランスフローを抑制する効果を得ることができる。すなわち、可変ノズルベーン 2 の後縁 TE 側の部分に破損が生じることを抑制しつつ、タービン効率を効果的に向上することができる。

【0068】

一実施形態では、図 3 に示すように、凹部 34 は、後縁 TE 側に向かうにつれてキャンパー直交方向における凹部 34 の幅 W が増大する前縁側部分 36 と、前縁側部分 36 に接続するとともに後縁側に向かうにつれてキャンパー直交方向における凹部 34 の幅 W が減少する後縁側部分 38 とを含む。

10

20

30

40

50

## 【0069】

かかる構成によれば、凹部34の幅Wをキャンバー方向に適切に変化させることにより、凹部34の周縁部40の肉厚dを確保しつつ、上述したクリアランスフローを抑制する効果を得ることができる。すなわち、凹部34の周縁部40に破損が生じることを抑制しつつ、タービン効率を効果的に向上することができる。

## 【0070】

一実施形態では、例えば図2及び図4に示すように、凹部34は、底面42と、キャンバーラインCLに対して圧力面26側に設けられた圧力面側側面44と、キャンバーラインCLに対して負圧面28側に設けられた負圧面側側面46とを含む。

## 【0071】

かかる構成によれば、図5に示すように、非支持壁側端面32と非支持壁部18の壁面19との間の隙間Cを流れるクリアランスフローの一部が、圧力面側側面44及び負圧面側側面46の各々の近傍にそれぞれ循環流FA、FCを形成して、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。

## 【0072】

一実施形態では、例えば図2に示すように、圧力面側側面44は、圧力面26に沿って湾曲しており、負圧面側側面46は、負圧面28に沿って湾曲している。

## 【0073】

かかる構成によれば、凹部34の周縁部40の肉厚d(図3参照)を確保しつつ、上述したクリアランスフローを抑制する効果を得ることができる。すなわち、凹部34の周縁部40に破損が生じることを抑制しつつ、タービン効率を効果的に向上することができる。

## 【0074】

一実施形態では、例えば図6に示すように、底面42と圧力面側側面44とのなす角度pは、90度以下である。

## 【0075】

かかる構成によれば、角度pが90度より大きい場合と比較して、図5における圧力面側側面44の近傍の循環流FAを形成する効果を高めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。なお、角度pが90度であれば、製造容易性の観点で有利であり、角度pが90度未満であれば、圧力面側側面44の近傍の循環流FAを形成する観点で有利である。

## 【0076】

一実施形態では、例えば図6に示すように、底面42と負圧面側側面46とのなす角度sは、90度以下である。

## 【0077】

かかる構成によれば、角度sが90度より大きい場合と比較して、図5における負圧面側側面46の近傍の循環流FCを形成する効果を高めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。なお、角度sが90度であれば、製造容易性の観点で有利であり、角度sが90度未満であれば、負圧面側側面46の近傍の循環流FCを形成する観点で有利である。

## 【0078】

一実施形態では、例えば図4に示すように、凹部34は、キャンバー方向に直交する断面として、凹部34の幅Wに対する凹部34の深さDの比D/Wが $0.1 < D/W < 0.35$ を満たす断面を含む。

## 【0079】

かかる構成によれば、上記隙間Cに循環流を形成する作用を強めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。これにより、図7に示すように、タービン効率を効果的に向上することができる。

## 【0080】

一実施形態では、例えば図3に示すように、凹部34は、キャンバー方向に直交する断

10

20

30

40

50

面として、可変ノズルベーン２の翼高さＨに対する凹部３４の深さＤの比 $D/H$ が $0.1 < D/H < 0.2$ を満たす断面を含む。

【００８１】

かかる構成によれば、上記隙間Ｃに循環流を形成する作用を強めて、クリアランスフローの流量を効果的に低減することができる。これにより、タービン効率を効果的に向上することができる。

【００８２】

図８は、図２における可変ノズルベーン２（２Ａ）を他方向から見た斜視図である。

一実施形態では、例えば図４及び図８に示すように、可変ノズルベーン２（２Ａ）は、翼高さ方向（可変ノズルベーン２の回転軸線方向）に沿って設けられた翼厚一定部４８と、翼厚一定部に対して非支持壁部１８側に設けられたテーパ部５０とを含む。テーパ部５０は、可変ノズルベーン２（２Ａ）における非支持壁部１８側の端部５２に設けられており、非支持壁部１８側に近づくにつれて翼厚Ｔが大きくなるように形成されている。

【００８３】

かかる構成によれば、可変ノズルベーンにテーパ部５０が設けられていない場合（図９参照）と比較して、上記テーパ部５０を設けることによって、図１０に示すように、非支持壁側端面３２と非支持壁部１８との隙間Ｃの流路長 $L_p$ を長くすることができる。このため、隙間Ｃにおける圧力面２６側と負圧面２８側との圧力勾配が小さくなり、クリアランスフローの流量を低減することができる。

【００８４】

一実施形態では、図４に示すように、テーパ部５０は、可変ノズルベーン２（２Ａ）のうち翼高さＨの８０％の位置Ｐ１より非支持壁部１８側に設けられている。翼高さ方向における広範囲で翼厚を大きくすると、可変ノズルベーンの空力性能が大きく低下してしまうため、上記の範囲にテーパ部５０を設けることで、空力性能の低下を抑制しつつ、クリアランスフローの流量を低減することができる。

【００８５】

一実施形態では、図４及び図８に示すように、テーパ部５０の負圧面２８は、非支持壁部１８側に近づくにつれて翼厚Ｔが大きくなるように翼高さ方向に対して傾斜したテーパ面５４を含む。

【００８６】

かかる構成によれば、図１０に示すように、テーパ部５０の負圧面２８が有する上記テーパ面５４によって、ノズルのスロート部（不図示）からの流れＦＤが非支持壁部１８の壁面１９に引き付けられにくくなる。このため、テーパ部５０が設けられていない場合（図９参照）と比較して、上記流れＦＤと上記隙間Ｃを流れるクリアランスフローＦＥとの混合（衝突）に起因する損失を低減することができる。

【００８７】

一実施形態では、図４及び図８に示すように、テーパ部５０の圧力面２６は、支持壁側端面３０から非支持壁側端面３２に亘って翼高さ方向に平行に形成されている。

【００８８】

かかる構成によれば、可変ノズルベーン２（２Ａ）の空力性能の低下を抑制しつつ、上記流れＦＤとクリアランスフローＦＥとの混合（衝突）に起因する損失を低減することができる。

【００８９】

図１１は、一実施形態に係る可変ノズルベーン２（２Ｂ）の概略構成を示す斜視図である。図１２は、図４は、可変ノズルベーン２（２Ｂ）の概略断面を示す図である。以下では、可変ノズルベーン２（２Ｂ）の構成のうち、可変ノズルベーン２（２Ａ）の構成と異なる点について説明する。

一実施形態では、図１１及び図１２に示すように、テーパ部５０の圧力面２６は、非支持壁部１８側に近づくにつれて翼厚Ｔが大きくなるように翼高さ方向に対して傾斜したテーパ面５６を含む。

## 【 0 0 9 0 】

本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

## 【 0 0 9 1 】

例えば、一実施形態では、図 1 3 に示すように、凹部 3 4 の底面 4 2 は、圧力面側側面 4 4 から負圧面側側面 4 6 に向かって下り勾配を有していてもよい。すなわち、凹部 3 4 の底面 4 2 は、圧力面側側面 4 4 から負圧面側側面 4 6 に向かうにつれて、非支持壁部 1 8 の壁面 1 9 との距離  $d_3$  が大きくなるように傾斜していてもよい。

## 【 0 0 9 2 】

また、例えば、上述した幾つかの形態では、非支持壁側端面 3 2 に凹部 3 4 が設けられた形態を例示したが、支持壁側端面 3 0 と非支持壁側端面 3 2 の少なくとも一方に凹部が設けられていればよい。ただし、可変ノズルベーン 2 が支持壁部 1 6 に片持ち支持されている形態では、非支持壁部 1 8 の壁面 1 9 と可変ノズルベーン 2 の非支持壁側端面 3 2 との隙間 C のクリアランスフローが問題となりやすいため、非支持壁側端面 3 2 に上述した凹部 3 4 を設けることが望ましい。

10

## 【 0 0 9 3 】

また、上述した幾つかの実施形態では、可変ノズルベーン 2 が排ガス流路形成部 1 2 の支持壁部 1 6 に片持ち支持された形態を例示したが、可変ノズルベーンは、排ガス流路形成部に両持ち支持されていてもよい。この場合においても、可変ノズルベーンの少なくとも一方の端面に凹部が形成され、キャンパーラインに沿ったキャンパー方向における凹部の寸法を、キャンパー方向に直交するキャンパー直交方向における凹部の寸法よりも大きくすることにより、クリアランスフローを効果的に抑制することができる。

20

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 9 4 】

- 2 可変ノズルベーン
- 4 タービンロータ
- 6 スクロール流路
- 8 スクロール流路形成部
- 1 0 排ガス流路
- 1 2 排ガス流路形成部
- 1 4 タービンハウジング
- 1 6 支持壁部
- 1 7 壁面
- 1 8 非支持壁部
- 1 9 壁面
- 2 0 軸受ハウジング
- 2 2 貫通孔
- 2 4 シャフト
- 2 6 圧力面
- 2 8 負圧面
- 3 0 支持壁側端面
- 3 2 非支持壁側端面
- 3 4 凹部
- 3 6 前縁側部分
- 3 8 縁側部分
- 4 0 周縁部
- 4 2 底面
- 4 4 圧力面側側面
- 4 6 負圧面側側面
- 4 8 翼厚一定部

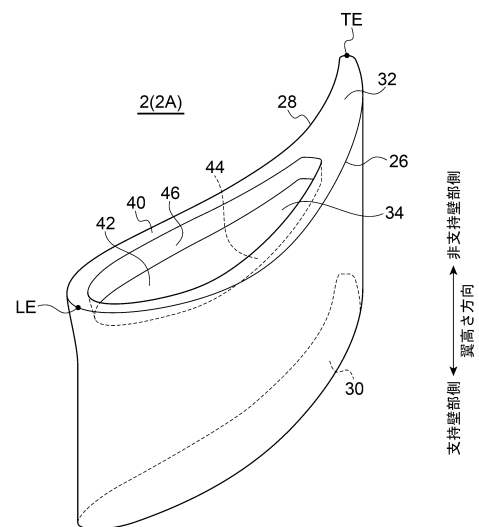
30

40

50

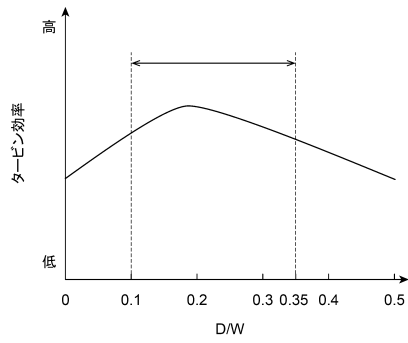
5 0	テーパ部
5 2	端部
5 4	テーパ面
5 6	テーパ面

【 図 2 】

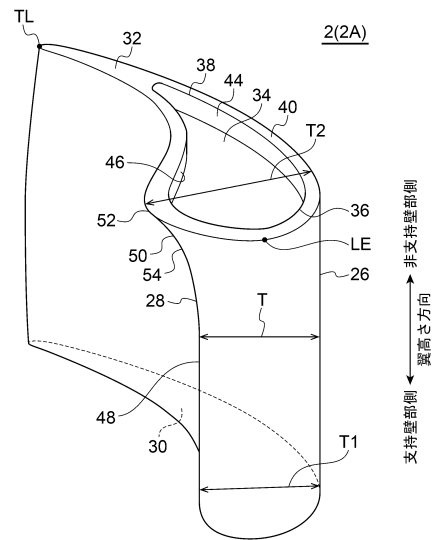




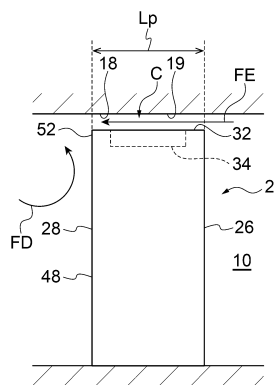
【図 7】



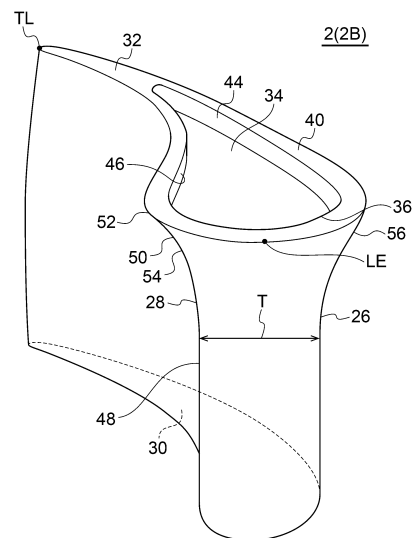
【図 8】



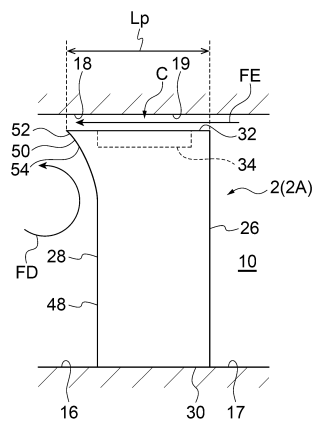
【図 9】



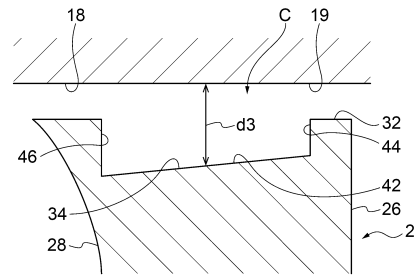
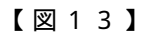
【図 11】



【図 10】







## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 1 D 25/00 (2006.01) F 0 1 D 25/00 M

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 3 / 0 2 6 6 5 3 ( W O , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 2 8 6 7 5 0 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 1 5 2 7 4 1 ( U S , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 4 / 1 0 2 9 6 2 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 7 - 3 2 1 7 2 1 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 2 6 7 1 8 ( U S , A 1 )  
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 2 - 0 0 4 8 4 3 9 ( K R , A )  
特開 2 0 1 0 - 1 1 2 2 2 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
F 0 2 B 3 7 / 2 4  
F 0 1 D 1 1 / 1 0 - 1 1 / 2 4  
F 0 1 D 5 / 0 0 - 5 / 3 4