



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

過給機は、少なくとも2つスクロール通路を有し、第1のスクロール通路を流れる排ガスが導入されるノズル流路の第1範囲と、第2のスクロール通路を流れる排ガスが導入されるノズル流路の第2範囲とが、ノズル流路の周方向において重複しないように構成されており、第1のスクロール通路は、第1のスクロール通路を、外周側スクロール通路と、外周側スクロール通路よりも内周側に位置する内周側スクロール通路とに区画するとともに、外周側スクロール通路と内周側スクロール通路とを連通する連通孔を有する区画壁と、区画壁よりも上流側に設けられ、外周側スクロール通路および内周側スクロール通路を流れる排ガスの流量を調整するための流量制御バルブと、を備える。

明 細 書

発明の名称：

過給機、2ステージターボシステム、および2ステージターボシステムの制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、過給機、2ステージターボシステム、および2ステージターボシステムの制御方法に関する。

背景技術

[0002] ディーゼルエンジンなどのエンジンに適用可能な過給システムとして、2ステージターボシステムが知られている。2ステージターボシステムは、既存のディーゼルエンジンに対して大幅な改良を加えることなく適用可能であり、低速でのトルクアップと高出力を両立させ、レスポンス（過渡応答性）にも優れる過給システムとして有望視される。より詳細には、2ステージターボシステムは、高圧段過給機と低圧段過給機の2つの過給機（ターボ）を直列に配置することで、排気通路に設置された各種バルブの開度制御による排気通路の流路の切り替えを通して、過給のステージの切り替えが可能な過給システムである。そして、エンジンの作動条件に応じて1ステージ過給と2ステージ過給とを切り替えることによって、エンジンの広範な作動範囲にわたって必要な過給圧を発生させつつ、低速でのレスポンスを向上させることを可能とする。一般的には、エンジンの低速時では排ガスは小流量であり、高圧段過給機、低圧段過給機の順に排ガスを流すことで2ステージ過給が行われるように排気通路の流路が切り替えられる。また、エンジンの中速時でも上記の2ステージ過給が行われるが、排ガスの一部は、高圧段過給機を通過することなく、低圧段過給機に直接流すように排気通路の切り替えが行われる。そして、エンジンの高速時には、大流量となる排ガスの全てを低圧段過給機に直接流すことで1ステージ過給が行われるように排気通路の流路が切り替えられる。

[0003] また、2ステージターボシステムの高圧段側には小型の過給機が取り付けられ、低圧段側には大型の過給機が取り付けられており、これによって、高圧段過給機の小流量側のレンジと低圧段過給機の大流量側のレンジとを活用することで、コンプレッサの作動範囲を拡大する。しかし、大型となる低圧段過給機のタービンは小型の物に比べて重さがあり、エンジンの低速時においてタービンの回転数は上昇しにくい。つまり、低圧段過給機のタービンのレスポンス性能はエンジンの低速時に劣ることから、エンジンの低速時において要求される過給圧は主に高圧段過給機によってまかなわれることになる。そこで、低圧段過給機の流量レンジを維持した上で、エンジンの低速時での低圧段過給機のレスポンスを改善する方法が提案されている（特許文献1～2）。

[0004] 例えば、特許文献1には、低圧段過給機をV Gターボチャージャとすることが提案されている。V Gターボチャージャは、タービン側に可変ノズルベーン機構（流量可変機構）を有しており、エンジンの低速時に可変ノズルのノズル開度を絞ることで、レスポンスの向上が可能となる。また、特許文献2には、低圧段過給機のスクロール部にツインスクロールを適用することが提案されている。ツインスクロールでは、タービンの回転軸の周方向に沿って形成されたスクロール部において、回転軸の軸方向に2つの通路が並ぶような構造を有するが、排ガスの流量を2つの通路に分けてタービンに導くことで、排ガスの圧力がなまされることなくタービンを駆動することが可能となる。

[0005] また、簡易な構造で流量可変機構をもつタービンとして、V F Tタービンがある（特許文献3）。このタービンは、区画壁によってスクロール部を径方向に、内周側スクロール通路と外周側スクロール通路とに分割すると共に、これらスクロール通路間を連通する連通孔（スロート）と、内周側スクロール通路あるいは両方のスクロール通路に排ガスを流入させるかを切り替える切替弁とを備え、排ガスの流量に応じて切替弁により通路を切り替えるものである。上記技術によれば、排ガスの流量が少ない時には、切替弁を作動

させて内周側スクロール通路のみに排ガスを流入させることで、タービンロータに回転トルクを与えて、タービンロータを効率的に回転させることができる。また、排ガスの流量が多い時には、切替弁を作動させて外周側スクロール通路にも排ガスを流入させ、排ガスの流速を下げたタービンロータに与える回転トルクを小さくし、必要以上にタービンロータが回転することを防止することもできる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許第8671682号明細書

特許文献2：米国特許出願公開第2007/0079612号明細書

特許文献3：特開平10-8977号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1のVGターボでは、ノズルベーンを開閉するための複雑なリンク機構が必要であり、構造が複雑となる課題がある。また、特許文献2のツインスクロールを採用した過給機のU/C0特性（後述の図4参照）はシングルスクロールを採用した過給機の特性と同様であり、エンジンの低速時におけるレスポンスの大幅な改善は見込みにくい。U/C0特性とは、タービン作動速度比（U/C0）とタービン効率との関係を表す特性であり、UはタービンTの周速度、C0は、タービンの入口、出口の圧力比と、入口温度から定義される理論速度となる。また、特許文献3のVFTタービンを2ステージターボシステムへ適用することを検討しても、VFTタービンのU/C0特性はタービン作動速度比（U/C0）の小さい領域（低速度比側）でのタービン効率が高くないため、ツインスクロールと同様にレスポンスの大幅な改善は見込めない。

[0008] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、エンジンの広範な作動範囲にわたって必要な過給圧を発生させつつ、過給のレスポンスが向

上された過給機、該過給機を備えた２ステージターボシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る過給機は、

エンジンの排気通路に設置されるタービンのノズル流路に排ガスを導入するためのスクロール部を備えた過給機であって、

前記スクロール部は、第１のスクロール通路および第２のスクロール通路の少なくとも２つスクロール通路を有し、前記第１のスクロール通路を流れる前記排ガスが導入される前記ノズル流路の第１範囲と、前記第２のスクロール通路を流れる前記排ガスが導入される前記ノズル流路の第２範囲とが、前記ノズル流路の周方向において重複しないように構成されており、

前記第１のスクロール通路は、

前記第１のスクロール通路における所定範囲において前記排ガスの流れ方向に沿って設けられる区画壁であって、前記第１のスクロール通路を、外周側スクロール通路と、前記外周側スクロール通路よりも内周側に位置する内周側スクロール通路とに区画するとともに、前記外周側スクロール通路と前記内周側スクロール通路とを連通する連通孔を有する区画壁と、

前記区画壁よりも上流側に設けられ、前記外周側スクロール通路および前記内周側スクロール通路を流れる前記排ガスの流量を調整するための流量制御バルブと、を備える。

[0010] 上記(1)の構成によれば、過給機のタービンのスクロール部は、少なくとも第１のスクロール通路および第２のスクロール通路を備える。また、第１のスクロール通路には外周側スクロール通路および内周側スクロール通路が区画(形成)されると共に、この２つの通路の流量が調整可能に構成される。ここで、第１のスクロール通路および第２のスクロール通路の各々は、タービンホイールの周囲に形成されるノズル流路に対して異なる方向から部分的に排ガスを導入するよう構成される。つまり、過給機のタービンのスクロール部は、複数のスクロール通路のうちの一部(例えば第１のスクロール

通路)に限定してエンジンから排出された排ガスを流すことで、排ガスを導入するノズル流路の範囲をその一部に限定することが可能に構成される。このため、複数のスクロール通路のうちの一部に限定することによりノズル流路の一部の範囲に排ガスを導入する場合には、ノズル流路の全範囲に対して排ガスを導入する場合よりも、タービンホイールを通過する際の排ガスの流速や圧力を高めることができ、タービンをより迅速に駆動することができる。さらに、第1のスクロール通路の内周側スクロール通路にのみ排ガスを流すことにより、排ガスの流速や圧力を高め、タービンをより迅速に駆動することができる。

[0011] また、複数のスクロール通路の各々がノズル流路の周方向において重複しないように構成されることで、ツインスクロールやVFTタービンよりも、U/C0特性におけるタービン効率の最高点を低速度比側にシフトすることができる。つまり、低速度比側でのタービン効率を高めることができる。このため、エンジンの低速時などの排ガスの流量が少ない場合（低速度比側）において、より効率よく過給機を回転駆動させることができる。したがって、このような特徴を備えるスクロール部をタービンに採用することで、タービンをより迅速に効率良く駆動することができ、過給（過給効果）のレスポンスを向上することができる。

[0012] （2）幾つかの実施形態では、上記（1）の構成において、

前記流量制御バルブは、前記流量制御バルブが全閉状態にあるときには、前記第1のスクロール通路に流入する前記排ガスの全量が前記内周側スクロール通路を流れ、且つ、前記流量制御バルブが開弁状態にあるときには、前記第1のスクロール通路に流入する前記排ガスが前記内周側スクロール通路と前記外周側スクロール通路の両方に流れるように構成される。

[0013] 上記（2）の構成によれば、流量制御バルブの状態によって排ガスの流路を、内周側スクロール通路のみか、あるいは、両方のスクロール通路かに切り替えることができる。これによって、タービンの回転トルクを調整することができる。

- [0014] (3) 本発明の少なくとも一実施形態に係る２ステージターボシステムは、エンジンの排気通路に設置される高圧段タービンを有する高圧段過給機と、
- 、
- 上記(1)または(2)に記載の過給機であって、前記排気通路において前記高圧段タービンの下流側に設置される低圧段タービンを有する、前記高圧段過給機より大型の低圧段過給機と、を備える。
- [0015] 上記(3)の構成によれば、上記(1)または(2)の過給機は、２ステージターボシステムの低圧段過給機に用いられる。これによって、２ステージターボシステムの大型の低圧段タービンをより迅速に効率良く駆動することができ、過給のレスポンスを向上することができる。
- [0016] (4) 幾つかの実施形態では、上記(3)の構成において、
- 前記排気通路は、
- 前記エンジンと前記高圧段タービンの入口とを接続する高圧段導入通路と、
- 、
- 前記高圧段タービンの出口側と前記低圧段タービンの前記第１のスクロール通路とを接続する第１低圧段導入通路と、
- 前記高圧段タービンを迂回して、前記エンジンと前記低圧段タービンの前記第２のスクロール通路とを接続する第２低圧段導入通路と、を含む。
- [0017] 上記(4)の構成によれば、２ステージターボシステムは、低圧段タービンの第１のスクロール通路には高圧段タービンを通じた排ガスを導入し、第２のスクロール通路には高圧段タービンを通することなく、低圧段タービンに排ガスを直接導入することが可能に構成される。通常、２ステージターボシステムは、エンジンの回転数が中回転領域以下にある場合には過給のレスポンスの向上のために高圧段過給機を使用して過給を実行する。このような場合など、第１のスクロール通路からノズル流路に排ガスを導入することによって、高圧段タービンを駆動した後の排ガスの流速等をノズル流路に導入する際に高めることができ、２ステージターボシステムの大型の低圧段タービンをより迅速に効率良く回転させることができる。また、エンジンの

回転数が低回転領域の低回転側（極低回転領域）にある場合など排ガスの流量が少ない時には、流量制御バルブにより内周側スクロール通路のみに排ガスを流入させることによって、過給のレスポンスをさらに向上させることができる。

[0018] (5) 幾つかの実施形態では、上記(4)の構成において、

前記排気通路は、

前記高圧段タービンを迂回して、前記エンジンと前記低圧段タービンの前記第1のスクロール通路とを接続する高圧段バイパス通路と、

前記低圧段タービンを迂回して前記低圧段タービンの上流側と下流側とを接続する低圧段バイパス通路と、をさらに含み、

前記高圧段導入通路、前記第1低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路、前記第2低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路、および、前記低圧段バイパス通路の各々を流れる前記排ガスの流量の割合を調整可能なバルブ装置と、をさらに含む。

上記(5)の構成によれば、排気通路を形成する各通路（高圧段導入通路、第1低圧段導入通路、内周側スクロール通路、外周側スクロール通路、第2低圧段導入通路、高圧段バイパス通路、低圧段バイパス流路）を流れる排ガスの流量の割合をバルブ装置によって調整することができる。これによって、高圧段過給機や低圧段過給機の切り替えや、低圧段過給機の低圧段タービンのスクロール部におけるスクロール通路（第1のスクロール通路、第2のスクロール通路、内周側スクロール通路、外周側スクロール通路）の切り替えを行うことができ、エンジンの広範な作動範囲にわたって必要な過給圧を発生させつつ、過給のレスポンスに優れた2ステージターボシステムを提供することができる。

[0019] (6) 幾つかの実施形態では、上記(5)の構成において、

前記バルブ装置は、

前記流量制御バルブと、

前記高圧段導入通路に設置される第1バルブと、

前記第2 低圧段導入通路に設置される第2バルブと、
前記高圧段バイパス通路に設置される第3バルブと、
前記低圧段バイパス通路に設置される第4バルブと、を有する。

上記（6）の構成によれば、排気通路を形成する各通路の各々を流れる排ガスの流量の割合を、各通路に設けられる複数のバルブによって調整することができる。また、第4バルブによって、低圧段過給機の低圧段コンプレッサの出口側の圧力（ブースト圧）を調整することができ、サージングなどの低圧段過給機の異常運転を防止することができる。

[0020] （7）幾つかの実施形態では、上記（5）の構成において、

前記バルブ装置は、
前記流量制御バルブと、

前記高圧段導入通路、前記第2 低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を流れる排ガスの流量を調整可能な第5バルブと、を有する。

上記（7）の構成によれば、排気通路を形成する各通路を流れる排ガスの割合を2つのバルブによって調整できると共に、低圧段過給機の低圧段コンプレッサの出口側の圧力（ブースト圧）を調整することができ、サージングなどの低圧段過給機の異常運転を防止することができる。

[0021] （8）幾つかの実施形態では、上記（5）～（7）の構成において、

前記エンジンの回転数に応じて前記バルブ装置を制御する制御装置をさらに備える。

上記（8）の構成によれば、制御装置がバルブ装置を制御することにより、排気通路を形成する各通路の各々を流れる排ガスの流量の割合を、エンジンの回転数に応じて適切に調整ことができ、2ステージターボシステムの作動モードを実現することができる。

[0022] （9）幾つかの実施形態では、上記（8）の構成において、

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が極低回転領域にある場合には、前記高圧段導入通路、前記第1 低圧段導入通路および内周側スクロー

ル通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記外周側スクロール通路、前記第2低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する。

上記(9)の構成によれば、エンジンの回転数が極低回転数領域にある場合には、第1のスクロール通路の内周側スクロール通路のみに高圧段タービンを経由した排ガスを流し、低圧段タービンの第1のスクロール通路の外周側スクロール通路および第2のスクロール通路には排ガスを流さないように構成することで、低圧段過給機のレスポンスを向上することができる。

[0023] (10) 幾つかの実施形態では、上記(8)～(9)の構成において、

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が低回転領域にある場合においては、前記高圧段導入通路、前記第1低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路および前記外周側スクロール通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記第2低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する。

上記(10)の構成によれば、エンジンの回転数が低回転数領域にある場合には、低圧段タービンの第2のスクロール通路には排ガスを流さず、内周側スクロール通路および外周側スクロール通路を備える第1のスクロール通路の全体に高圧段タービンを経由した排ガスを流すよう構成される。これによって、低圧段過給機において、低回転領域における排ガスの流量に応じた適切な容量を確保しつつ、過給のレスポンスを向上することができる。

[0024] (11) 幾つかの実施形態では、上記(8)～(10)の構成において、

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が中回転領域にある場合においては、前記高圧段導入通路、前記第1低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路および第2低圧段導入通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記高圧段バイパス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バル

ブ装置を制御する。

上記（１１）の構成によれば、エンジンの回転数が中回転数領域にある場合には、低圧段タービンの内周側スクロール通路および外周側スクロール通路を備える第１のスクロール通路の全体に高圧段タービンを經由した排ガスを流すと共に、第１のスクロール通路および第２のスクロール通路の両方に排ガスを流すよう構成される。これによって、中回転領域における排ガスの流量に応じた適切な容量を確保しつつ、高圧段過給機および低圧段過給機による過給のレスポンスを向上することができる。

[0025] （１２）幾つかの実施形態では、上記（８）～（１１）の構成において、

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が高回転領域にある場合においては、前記高圧段バイパス通路、前記第１低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路および第２低圧段導入通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記高圧段導入通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する。

上記（１２）の構成によれば、エンジンの回転数が高回転数領域にある場合には、高圧段タービンに排ガスを流すことなく、低圧段タービンの内周側スクロール通路および外周側スクロール通路を備える第１のスクロール通路の全体および第２のスクロール通路の両方に排ガスを流すよう構成される。つまり、高回転領域における排ガスの流量に対して効率の優れた低圧段過給機のみを利用して過給を行う。これによって、低圧段過給機によって大流量の排ガスに応じた適切な過給を行うことができる。

[0026] （１３）幾つかの実施形態では、上記（１２）の構成において、

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が前記高回転領域における所定の回転数以上にある場合には、前記高圧段バイパス通路、前記第１低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路、前記第２低圧段導入通路、および、前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記高圧段導入通路を前記排ガスが通過するのを不可と

するように、前記バルブ装置を制御する。

上記（１３）の構成によれば、高回転数領域の高回転側にエンジンの回転数がある場合においてブースト圧を適切に調整することができる。

[0027] （１４）本発明の少なくとも一実施形態に係る２ステージターボシステムの制御方法は、

エンジンの排気通路に設置される高圧段タービンを有する高圧段過給機と、前記排気通路において前記高圧段タービンの下流側に設置される低圧段タービンを有する、前記高圧段過給機より大型の低圧段過給機と、を備える上記（８）に記載の２ステージターボシステムの制御方法であって、

前記エンジンの回転数を取得する回転数取得ステップと、

前記エンジンの回転数の回転数領域を判定する領域判定ステップと、

前記エンジンの回転数が極低回転領域あるいは低回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の第１のスクロール通路を前記高圧段タービンを経由した排ガスが通過するのを可能とし、前記低圧段過給機の第２のスクロール通路を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する低回転域制御ステップと、を備える。

[0028] 上記（１４）の構成によれば、上記（８）と同様に、２ステージターボシステムの過給のレスポンスを向上しつつ、エンジンの回転数に適した２ステージターボシステムの作動モードを実現することができる。

[0029] （１５）幾つかの実施形態では、上記（１４）の構成において、

前記エンジンの回転数が前記極低回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の前記第１のスクロール通路の内周側スクロール通路を前記高圧段タービンを経由した排ガスが通過するのを可能とし、前記低圧段過給機の前記第１のスクロール通路の外周側スクロール通路を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する極低回転時制御ステップを、さらに備える。

上記（１５）の構成によれば、上記（９）と同様に、極低回転領域における低圧段過給機のレスポンスを向上することができる。

[0030] (16) 幾つかの実施形態では、上記(14)～(15)の構成において、前記エンジンの回転数が前記低回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の第1のスクロール通路の前記内周側スクロール通路および前記外周側スクロール通路の両方を前記高圧段タービンを經由した排ガスが通過するのを可能とし、前記第2のスクロール通路を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する低回転時制御ステップを、さらに備える。

上記(16)の構成によれば、上記(10)と同様に、低圧段過給機において、エンジンの回転数が低回転領域にある場合における排ガスの流量に応じた適切な容量を確保しつつ、過給のレスポンスを向上することができる。

[0031] (17) 幾つかの実施形態では、上記(14)～(16)の構成において、前記エンジンの回転数が前記中回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の前記第1のスクロール通路の内周側スクロール通路と外周側スクロール通路を前記高圧段タービンを經由した排ガスが通過するのを可能とすると共に、前記第2のスクロール通路を排ガスが通過するのを可能とするように、前記バルブ装置を制御する中回転時制御ステップを、さらに備える。

上記(17)の構成によれば、上記(11)と同様に、エンジンの回転数が中回転領域にある場合における排ガスの流量に応じた適切な容量を確保しつつ、高圧段過給機および低圧段過給機による過給のレスポンスを向上することができる。

発明の効果

[0032] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、エンジンの広範な作動範囲にわたって必要な過給圧を発生させつつ、過給のレスポンスが向上された過給機、該過給機を備えた2ステージターボシステムが提供される。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明の一実施形態に係るエンジンに適用された2ステージターボシステムを示す模式図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る低圧段過給機の低圧段タービンのスクロール

部の模式図であり、スクロール部は2つのスクロール通路を備えるダブルスクロール構造を有する。

[図3]本発明の一実施形態に係る低圧段過給機の低圧段タービンのスクロール部を周方向に沿って切断した断面図であり、図2のスクロール部の一部をA方向から見た図である。

[図4]本発明の一実施形態に係るダブルスクロール構造を有するスクロール部を備える低圧段過給機のU/C₀特性を説明するための図である。

[図5A]本発明の一実施形態に係る2ステージターボシステムの排気通路側を簡略化して示した模式図であり、バルブ装置は5つのバルブで構成される。

[図5B]本発明の一実施形態に係る2ステージターボシステムの排気通路側を簡略化して示した模式図であり、バルブ装置は2つのバルブで構成される。

[図6A]図5Aに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が極低回転領域にある場合の作動モードを示す図である。

[図6B]図5Aに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が低回転領域にある場合の作動モードを示す図である。

[図6C]図5Aに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が中回転領域にある場合の作動モードを示す図である。

[図6D]図5Aに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が高回転領域にある場合の作動モードを示す図である。

[図6E]図5Aに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が高回転領域における高回転側にある場合の作動モードを示す図である。

[図7A]図5Bに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が極低回転領域にある場合の作動モ

ードを示す図である。

[図7B]図5 Bに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が低回転領域にある場合の作動モードを示す図である。

[図7C]図5 Bに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が中回転領域にある場合の作動モードを示す図である。

[図7D]図5 Bに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が高回転領域にある場合の作動モードを示す図である。

[図7E]図5 Bに対応した2ステージターボシステムの作動モードを説明するための模式図であり、エンジンの回転数が高回転領域における高回転側にある場合の作動モードを示す図である。

[図8]本発明の一実施形態に係る2ステージターボシステムの制御方法を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0034] 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。

[0035] 図1は、本発明の一実施形態に係るエンジン7に適用された2ステージターボシステム1を示す模式図である。図2は、本発明の一実施形態に係る低圧段過給機3の低圧段タービン3Tのスクロール部3Sの模式図であり、スクロール部3Sは2つのスクロール通路Pを備えるダブルスクロール構造を有する。図3は、本発明の一実施形態に係る低圧段過給機3の低圧段タービン3Tのスクロール部3Sを周方向に沿って切断した断面図であり、図2のスクロール部3Sの一部をA方向から見た図である。図4は、本発明の一実施形態に係るダブルスクロール構造を有するスクロール部3Sを有する低圧段過給機のU/C0特性を説明するための図である。図5A～図5Bは、本発明の一実施形態に係る2ステージターボシステム1の排気通路9側を簡略化して示した模式図である。図6B～図6Eは、図5Aに対応した2ステージターボシステム1の作動モードを説明するための模式図である。また、図7B～図7Eは、図5Bに対応した2ステージターボシステム1の作動モードを説明するための模式図である。

[0036] 図1～図7Eに示されるように、2ステージターボシステム1はエンジン7に適用される過給システムである。エンジン7は1以上の気筒（図1では4気筒）を備えたディーゼルエンジンやガソリンエンジンなどである。また、2ステージターボシステム1は、自動車、トラック、バス、船舶、産業用エンジン等の様々な分野のエンジン7に適用可能である。

[0037] 以下の実施形態では、本発明の一実施形態にかかる過給機を2ステージターボシステム1における低圧段過給機3に適用した場合を例にして説明する。

[0038] 図1～図7Eに示されるように、2ステージターボシステム1は、高圧段過給機2と低圧段過給機3の2つの過給機（ターボ）を備える。これらの過給機（高圧段過給機2や低圧段過給機3）は、いずれも、エンジン7の吸気通路8に設置されるコンプレッサC（2C、3C）と、エンジン7の排気通路9に設置されるタービンT（2T、3T）とを備える。タービンTはタービンハウジングとタービンホイール（図3の符号31）とで構成され、コンプレッサCはコンプレッサハウジングとコンプレッサホイールとで構成される。また、コンプレッサCのコンプレッサホイールとタービンTのタービンホイール31とがシャフトm（2m、3m）で結合される。そして、エンジン7の燃焼室（不図示）から排出される排ガスは、排気通路9を通過して外部に向けて流れる際にタービンホイールを回転駆動する。これにより、タービンホイール31にシャフトmに同軸で結合されたコンプレッサホイールが回転駆動され、吸気通路8を流れる吸気が圧縮される。より詳細には、タービンTの回転駆動は、過給機のスクロール部Sを通過した排ガスがノズル流路Eからタービンホイールに吹き付けられること行われる（図3参照）。

[0039] これらの高圧段過給機2と低圧段過給機3とは、2ステージターボシステム1において直列に接続される。具体的には、図1、図5A～図7Eに示されるように、排気通路9においては、高圧段過給機2のタービンT（高圧段タービン2T）は、排ガスの流れ方向において相対的にエンジン7に近い側となる排気通路9の上流側に設置され、低圧段過給機3のタービンT（低圧段タービン3T）は、この高圧段タービン2Tよりも排ガスの流れ方向において相対的にエンジン7から遠い側となる排気通路9の下流側に設置される。他方、吸気通路8においては、低圧段過給機3のコンプレッサC（低圧段コンプレッサ3C）は吸気通路8の上流側に設置され、高圧段過給機2のコンプレッサC（高圧段コンプレッサ2C）は、この低圧段コンプレッサ3Cの下流側の吸気通路8に設置される（図1参照）。このように、上記の2つの過給機は吸気通路8および排気通路9において直列に設置される。

[0040] また、低圧段過給機3は高圧段過給機2よりも大型である。通常、過給機

は大型になるほど重量が増し、重量の増加に伴って慣性力が大きくなる。このため、過給機が大型になるほど、エンジン7の低速時におけるタービンTの回転数は上昇しにくく、レスポンス性能が劣る。その一方で、大型の過給機は、小型の過給機よりも排ガスの流量が大きい領域でのタービン効率に優れる。逆に、小型の過給機は、大型の過給機に比べて、排ガスの流量が少ない領域におけるタービン効率が優れており、少ない排ガスの流量でタービンTが効率よく回転駆動される。このような過給機の特性を利用して、2ステージターボシステム1は、相対的に小型の高圧段過給機2で小流量側の流量レンジをカバーし、相対的に大型の低圧段過給機3で大流量側の流量レンジをカバーするよう構成される。

[0041] そして、2ステージターボシステム1は、後述するように、例えば制御装置6により排気通路9に設置されるバルブ装置5を制御することにより、エンジン7の作動条件に応じて排気通路9の流路（後述する排ガス流路I~V）を切り替えることで、1ステージ過給と2ステージ過給とで作動モード（使用する過給機）を切り替えるよう構成される。これによって、エンジン7の広範な作動範囲にわたって必要な過給圧を発生させつつ、エンジン7の低速時のレスポンスの向上を図っている。なお、上記の1ステージ過給は、低圧段過給機3のみを用いてエンジン7への過給を行う作動モードを意味し、2ステージ過給は、高圧段過給機2および低圧段過給機3の両方を用いて過給を行う作動モードを意味する。

[0042] ここで、本発明の一実施形態にかかる過給機（低圧段過給機3）の低圧段タービン3Tのスクロール部3Sについて、図2~図3を用いて説明する。なお、スクロール部3Sはタービンハウジングの一部を構成する。図2~図3に示されるように、本実施形態の低圧段タービン3Tのスクロール部3Sは、第1のスクロール通路Paおよび第2のスクロール通路Pbの少なくとも2つスクロール通路Pを有する。そして、図3に示されるように、第1のスクロール通路Paを流れる排ガスが導入されるノズル流路Eの第1範囲Raと、第2のスクロール通路Pbを流れる排ガスが導入されるノズル流路E

の第2範囲R bとが、ノズル流路Eの周方向において重複しないように構成される。上記のノズル流路Eは、タービンホイール3 1が収容されるホイール収容室3 1 rと、スクロール部3 Sとが接続される境界に位置し、タービンハウジングの内壁によって、低圧段タービン3 Tのタービンホイール3 1の周囲に形成された空間（流路）である（図3参照）。図1～図7 Eに示される実施形態では、図3に示されるように、スクロール部S（低圧段タービン3 T）の入口3 2（図2参照）から流入し、第1のスクロール通路P aを通過した排ガスはノズル流路Eの第1範囲R aを経てタービンホイール3 1に吹きつけられ、第2のスクロール通路P aを通過した排ガスはノズル流路Eの第2範囲R bを経てタービンホイール3 1に吹きつけられよう構成されている。また、排ガスは、ノズル流路Eからタービンホイール3 1に吹きつけられ後、シャフトmの回転軸線Lの軸方向に沿って設けられた低圧段タービン3 Tの出口3 3から低圧段下流通路9 7を流れる。

[0043] また、図1～図7 Eに示される実施形態では、図2～図3に示されるように、低圧段タービン3 Tのスクロール部3 Sは、上記の第1のスクロール通路P aおよび上記の第2のスクロール通路P bの2つスクロール通路Pから構成されたダブルスクロール構造となっている。より詳細には、ダブルスクロール構造においては、第1のスクロール通路P aおよび第2のスクロール通路P bは周方向に並んで配置されている。

[0044] また、図1～図7 Eに示される実施形態では、図3に示されるように、ノズル流路Eは、円形状で示されるタービンホイール3 1の外周の全周に環状に形成されている。ここで、タービンハウジングには、第1のスクロール通路P aの径方向の内側の路壁が接続される側の舌部（第1舌部3 4 a）と、第1のスクロール通路P aの径方向の外側の路壁が接続される側の舌部（第2舌部3 4 b）の2つの舌部3 4が形成されている。換言すれば、第2のスクロール通路P aの周方向の外側の路壁が接続される側の舌部が第1舌部3 4 aであり、第2のスクロール通路P aの内側の路壁が接続される側の舌部が第2舌部3 4 bとなる。そして、タービンホイール3 1の回転軸線Lの周

方向に沿って切断した示される断面（図3）において、第1舌部34aと、第2舌部34bと、タービンホイール31の回転軸線Lを通る線を境界線RLとした場合、ノズル流路Eの第1範囲Raは境界線RLを挟んだ一方の側（半周部分）に形成されており、ノズル流路Eの第2範囲Rbは境界線RLを挟んだ他方の側（半周部分）に形成されている。このように、第1範囲Raと第2範囲Rbとは互いに重なる範囲（部分）を有しないようにスクロール部3Sは形成されている。換言すれば、第1のスクロール通路Paの路壁および第2のスクロール通路Pbの路壁は、ノズル流路Eを形成するタービンハウジングの異なる部分に接続される（図2参照）。

[0045] そして、後述するように、第1のスクロール通路Paおよび第2のスクロール通路Pbの2のスクロール通路Pの一方にのみエンジン7から排出された排ガスの全流量を流すように構成した場合には、この排ガスの全流量が導入される際のノズル流路Eのサイズは、2のスクロール通路P（Pa、Pb）の両方に分けて導入するよりも小さくなる。図1～図7Eに示される実施形態では、第1範囲Raと第2範囲Rbとは同じ角度範囲（同じ大きさ）を有しており、一方のスクロール通路から排ガスを導入可能なノズル流路Eの範囲はノズル流路Eの全周の半分程度になる。このため、ノズル流路Eに導入される際の排ガスの圧力がノズル流路Eの全範囲に分散されることなく（なまされることなく）、低圧段タービン3Tに排ガスを導入することが可能となり、エンジン7の低速時において低圧段タービン3Tをより迅速に駆動することができる。

[0046] これに対して、例えば、低圧段タービン3Tのスクロール部3Sにツインスクロールを採用した場合にも、ツインスクロールによる2つの通路がスクロール部3Sに形成されるが、ツインスクロールの2つの通路の各々は、タービンホイール31の全周に亘って均一に排ガスを導入するように構成される。つまり、ツインスクロールの2つの通路の各々を流れる排ガスがそれぞれ導入されるノズル流路Eの範囲は互いに一致しており、2つのスクロール通路の各々が連通するノズル流路Eの範囲はノズル流路Eの周方向において

互いに重複する部分を有する。そして、2つのスクロール通路の一方にのみ排ガスの全流量を導入すると、タービンホイール31の全周にわたって排ガスは導入されることになる。このため、例えば、排ガスの流量に対してタービンTのサイズ（重量）が大きい場合には、排ガスの圧力がノズル流路Eの全範囲に対して分散される結果、特にエンジン7の低速時などの排ガスの流量が少ない作動点では十分な圧力比（各々のブレードおける圧力面と負圧面の圧力差）を得ることができず、大型の低圧段タービン3Tを迅速に回転駆動するのが困難になってしまう。

[0047] また、低圧段タービン3Tのスクロール部3Sを上述したダブルスクロール構造とすることにより、図4に示されるように、タービンTの周速度と理論速度との速度比（ U/C_0 ）に対するタービン効率である U/C_0 特性において、低圧段タービン3Tのタービン効率の最高点を、ツインスクロールを備える場合のタービン効率の最高点よりも、低速度比側にシフトすることができる。 U/C_0 特性は、タービンTの周速度（ U ）と理論速度（ C_0 ）との速度比となるタービン作動速度比（ U/C_0 ）とタービン効率の関係を示すものであり、タービン作動速度比（ U/C_0 ）を横軸に、タービン効率を縦軸として表される。ここで、タービンTの周速度（ U ）はタービンTの回転数から得られる回転速度であり、タービンTの理論速度（ C_0 ）は、タービンTの入口と出口との圧力比および入口温度から定義される速度である。そして、 U/C_0 特性におけるタービン効率の最高点が低速度比側にシフトすることは、理論速度（ C_0 ）に対してタービンTの周速度（ U ）が小さい状況となるタービンTの回転し始めなどのエンジンの低速時における効率が良いことを意味する。このため、エンジン7の低速時などの排ガスの流量が少ない場合において、効率よく低圧段タービン3Tを回転させることが可能となる。

[0048] 図4の例示では、ツインスクロールあるいはダブルスクロール構造といったスクロール部の構造のみが異なる2つの過給機の U/C_0 特性が示されている。具体的には、ツインスクロールを備える過給機のタービン効率の最高

点 (η_t) のタービン作動速度比は V_t であり、ダブルスクロール構造を備える過給機のタービン効率の最高点 (η_d) のタービン作動速度比は V_d となっている。また、両者の U/C_0 特性は、それぞれの最高点 (η_t 、 η_d) に対応する速度比を境に横軸に対して山なりの形状となっている。そして、 η_d は η_t よりも小さく、タービン効率は小さくなるものの、 V_d は V_t よりも小さくなっており、ツインスクロールを備える過給機の山なり形状の U/C_0 特性に対して、ダブルスクロール構造を備える過給機の山なり形状の U/C_0 特性は、全体的に、低速度比側にシフトしたようになっている。このため、両者の U/C_0 特性を低速度比側における同一の速度比で比べると、例えば速度比が V_d では、タービン効率はダブルスクロール構造を備える過給機の方がツインスクロールを備える過給機よりも大きく、エンジン 7 の低速側での効率が良いことが分かる。

[0049] また、図 3 に示されるように、本発明の一実施形態にかかる過給機（低圧段過給機 3）において、第 1 低圧段導入通路 93 に接続される第 1 のスクロール通路 P_a は、第 1 のスクロール通路 P_a における所定範囲において排ガスの流れ方向に沿って設けられ区画壁 35 と、区画壁 35 よりも上流側に設けられる流量制御バルブ 37 とを備える。区画壁 35 は、第 1 のスクロール通路 P_a を、外周側スクロール通路 P_o と、外周側スクロール通路 P_o よりも内周側に位置する内周側スクロール通路 P_i とに区画するとともに、外周側スクロール通路 P_o と内周側スクロール通路 P_i とを連通する連通孔 36 を有する。流量制御バルブ 37 は、区画壁 35 よりも上流側に設けられ、外周側スクロール通路 P_o および内周側スクロール通路 P_i を流れる排ガスの流量を調整するためバルブである。

[0050] 便宜的に、内周側スクロール通路 P_i を、シャフト m の中心と上述した第 1 舌部 34a の先端とを結ぶ線（つまり、図 3 の境界線 RL ）よりも第 1 のスクロール通路 P_a のノズル流路 E 側となる部分であって、ノズル流路 E の第 1 範囲 R_a に面する部分（下流部分 P_{ad} ）と、下流部分 P_{ad} よりも上流側の部分（上流部分 P_{au} ）と呼ぶとする。この場合、流量制御バルブ 3

7は上流部分P a uに位置する。そして、図1～図7Eに示される実施形態では、図3に示されるように、区画壁35は、下流部分P a dおよび上流部分P a uに跨って形成されている共に、区画壁35の上流側の端部35sは流量制御バルブ37よりも下流側に位置している。また、上流部分P a uに位置する区画壁35の部分は、上記の連通孔36が複数形成されている。

[0051] また、図1～図7Eに示される実施形態では、図3に示されるように、流量制御バルブ37は、流量制御バルブ37が全閉状態にあるときには、第1のスクロール通路P aに流入する排ガスの全量が内周側スクロール通路P iを流れ、且つ、流量制御バルブ37が開弁状態にあるときには、第1のスクロール通路P aに流入する排ガスが内周側スクロール通路P iと外周側スクロール通路P oの両方に流れるように構成される。より詳細には、流量制御バルブ37は、第1のスクロール通路P aの外周の壁面側に設けられた流量制御バルブ37の回転軸37oから、区画壁35の上流側の端部35sまで届く長さを有している。そして、上記の区画壁35の上流側の端部35sを弁シートとして、流量制御バルブ37が回転軸37oを中心に回転することで、流量制御バルブ37の先端部分が弁シートに着座している状態となる全閉状態に流量制御バルブ37があるときには、第1のスクロール通路P aに流入する排ガスの全量が内周側スクロール通路P iを流れる。この全閉状態においては、排ガスが流れる第1のスクロール通路P aの流路面積は、外周側スクロール通路P oの流路面積の分だけ小さくなることになり、内周側スクロール通路P iを通過することにより排ガスの流速を高められ、タービンTの回転トルクを増大することができる。また、全閉状態でない状態となる開弁状態に流量制御バルブ37があるときには、第1のスクロール通路P aに流入する排ガスが内周側スクロール通路P iと外周側スクロール通路P oの両方に流れるように構成されている。この開弁状態では、外周側スクロール通路P oを流れた排ガスは、第1のスクロール通路P aの上流部分P a uを区画壁35に沿って流れた後、下流部分P a dに形成された連通孔36から、内周側スクロール通路P iを経て、ノズル流路Eの第1範囲に導入され

る。また、流量制御バルブ37が閉弁状態にある場合よりも、ガスの流速が下げられることにより、タービンTの回転トルクを必要以上に増大するのを回避することができる。

[0052] 上述した実施形態では、第1のスクロール通路Paに区画壁35と流量制御バルブ37が設けられているが、第2のスクロール通路Pbにも同様に設けられても良い。また、上述した実施形態では、ダブルスクロール構造を備えると共に、区画壁35と流量制御バルブ37とを備えるスクロール部3Sは低圧段タービン3Tに適用されているが、この実施形態には限定されず、他の幾つかの実施形態では、実施形態のスクロール部3Sは高圧段タービン2Tに適用されても良いし、2ステージターボシステム1を構成するか否かにかかわらず、過給機のスクロール部に適用されても良い。

[0053] 上記の構成によれば、低圧段過給機3（過給機）の低圧段タービン3Tのスクロール部3Sは、少なくとも第1のスクロール通路Paおよび第2のスクロール通路Pbを備える。また、第1のスクロール通路Paには外周側スクロール通路Poおよび内周側スクロール通路Piが区画（形成）されると共に、この2つの通路の流量が調整可能に構成される。ここで、第1のスクロール通路Paおよび第2のスクロール通路Pbの各々は、タービンホイール31の周囲に形成されるノズル流路Eに対して異なる方向から部分的に排ガスを導入するよう構成される。つまり、低圧段タービン3Tのスクロール部3Sは、複数のスクロール通路Pのうちの一部（図1～図4では、第1のスクロール通路Pa）に限定してエンジン7から排出された排ガスを流すことで、排ガスを導入するノズル流路Eの範囲をその一部に限定することが可能に構成される。このため、複数のスクロール通路Pのうちの一部に限定することによりノズル流路Eの一部の範囲に排ガスを導入する場合には、ノズル流路Eの全範囲に対して排ガスを導入する場合よりも、タービンホイール31を通過する際の排ガスの流速や圧力を高めることができ、低圧段タービン3Tをより迅速に駆動することができる。また、低圧段タービン3Tは、第1のスクロール通路Paに流入した排ガスを内周側スクロール通路Piに

のみ流すことが可能に構成されており、内周側スクロール通路 P_i にのみ排ガスを流すことにより、排ガスの流速や圧力を高めることで低圧段タービン 3 T をより迅速に駆動することができる。

[0054] また、複数のスクロール通路 P の各々がノズル流路 E の周方向において重複しないように構成されることで、ツインスクロールといった各々のスクロール通路 P に対応するノズル流路 E の範囲がその周方向において重複するよう構成される場合よりも、U/C O 特性におけるタービン効率の最高点を低速度比側にシフトすることができる。つまり、低速度比側でのタービン効率を高めることができる。このため、エンジン 7 の低速時などの排ガスの流量が少ない場合（低速度比側）において、より効率よく低圧段タービン 3 T を回転駆動させることができる。したがって、このような特徴を備えるスクロール部 3 S を低圧段タービン 3 T に採用することで、2 ステージターボシステム 1 の大型の低圧段タービン 3 T をより迅速に効率良く駆動することができ、過給のレスポンスを向上することができる。この点、従来の低圧段過給機のレスポンス性能は上述したようにエンジンの低速時に劣ることから、エンジン 7 の低速時に要求される過給圧は主に高圧段過給機によってまかなわれていたが、本実施形態では低圧段過給機 3 による寄与分を増大することができ、レスポンスが向上される。

[0055] なお、図 1 ~ 図 7 E に示される実施形態では、境界線 R L を挟んで互いに重複していない第 1 範囲 R a と第 2 範囲 R b とでノズル流路 E の全周を二分しているが、この実施形態には限定されず、上記の第 1 範囲 R a および第 2 範囲 R b からなる全範囲は、ノズル流路 E の全周にならなくても良い。換言すれば、環状のノズル流路 E の一部の範囲には、スクロール通路 P を通過した排ガスが直接導入されないようになっていても良い。また、図 1 ~ 図 7 E に示される実施形態では、第 1 範囲 R a の角度範囲と第 2 範囲 R b の角度範囲は同じとなっているが、他の幾つかの実施形態では、第 1 範囲 R a の角度範囲と第 2 範囲 R b の角度範囲が異なっても良い。第 1 低圧段導入通路 9 3 が接続される第 1 範囲 R a の角度範囲に応じた排ガスによるタービンホ

イールの回転トルクの向上が図れる。また、図 1～図 7 E に示される実施形態では、低圧段タービン 3 T のスクロール部 3 S は上述したようにダブルスクロール構造となっているが、他の実施形態では、低圧段タービン 3 T のスクロール部 3 S は 2 以上のスクロール通路 P を備えても良い。この場合、少なくとも 2 つスクロール通路 P（第 1 のスクロール通路 P a および第 2 のスクロール通路 P b）の各々に対応するノズル流路 E の範囲は重複しないようにスクロール部 3 S が形成される。

[0056] 次に、2 ステージターボシステム 1 が適用されたエンジン 7 の全体構成を、図 1、図 5 A～図 7 E を用いて説明する。なお、図 5 A～図 7 E ではエンジン 7 の吸気通路 8 が省略されているが、図 1 に示される吸気通路 8 がエンジン 7 に接続されているものとする。

[0057] 図 1～図 7 E に示される実施形態では、図 1 に示されるように、エンジン 7 の吸気通路 8 には 2 通りの流路が設けられる。詳述すると、エンジン 7 の吸気通路 8 は、不図示の吸気ダクトから取り入れた吸気（空気）をエンジン 7 に向けて供給するための主吸気通路 8 1 と、主吸気通路 8 1 を通過して流れてきた吸気をエンジン 7 の複数気筒の各々に分配する吸気マニホールド 8 2 と、高圧段コンプレッサ迂回通路 8 3 とを有する。また、高圧段コンプレッサ迂回通路 8 3 にはコンプレッサバイパスバルブ 8 5 が設置されている。そして、コンプレッサバイパスバルブ 8 5 の開度を制御装置 6（後述）などが制御することにより、吸気が通過する吸気通路 8 上の流路が決定されるように構成される。

[0058] 上述した構成を備える吸気通路 8 において、1 つ目の流路は主吸気通路 8 1 と吸気マニホールド 8 2 とで構成される流路である。主吸気通路 8 1 には、上流側から順に、低圧段過給機 3 の低圧段コンプレッサ 3 C と、高圧段過給機 2 の高圧段コンプレッサ 2 C と、冷却により吸気密度を高めるためのインタークーラ 8 4 とが設置されている。そして、吸気は、この順番で主吸気通路 8 1 を順次通過した後に吸気マニホールド 8 2 を通過することで、高圧段コンプレッサ迂回通路 8 3 を経由することなく、吸気ダクトからエンジン

7に供給される。

[0059] 2つ目の流路は、主吸気通路81と、高圧段コンプレッサ迂回通路83と、吸気マニホールド82とで構成され、コンプレッサバイパスバルブ85の開弁時にのみ吸気が通過可能な流路である。高圧段コンプレッサ迂回通路83の両端は、主吸気通路81における低圧段コンプレッサ3Cの出口付近（下流側）とインタークーラ84の入口付近（上流側）とにそれぞれ接続されている。そして、吸気は、低圧段過給機3の低圧段コンプレッサ3C、高圧段コンプレッサ迂回通路83、インタークーラ84、吸気マニホールド82を順番に通過することで、吸気ダクトからエンジン7に供給される。後述するように、2ステージターボシステム1は、エンジン7の高速時には、低圧段過給機3のみの1ステージ過給を行うように構成されており、コンプレッサバイパスバルブ85を開くことで、高圧段過給機3の高圧段コンプレッサ2Cの通過による圧力損失の低下の防止が可能となっている。

[0060] 他方、エンジン7の排気通路9には、図1、図5A～図7Eに示されるように、排気通路9に設置された高圧段タービン2Tや低圧段タービン3Tを通るか否かや、低圧段タービン3Tの通過態様が互いに異なる5通りの流路が設けられている。なお、エンジン7の排気通路9は、エンジン7の複数気筒の各々から排出される排ガス（燃焼ガス）をまとめる排気マニホールド91を有しており、上記の5通りの流路の各々は、上記の排気マニホールド91を介してエンジン7に接続される点で共通する。上記の5通りの流路について、それぞれ説明する（図5A～図7E参照）。

[0061] 1つ目の流路（排ガス流路I）は、エンジン7から排出された排ガスを、高圧段タービン2Tを経由して低圧段タービン3Tの第1のスクロール通路Paの内周側スクロール通路Pi（以下、適宜、低圧段タービン3Tの内周側スクロール通路Pi）に供給する流路である。図1～図7Eに示される実施形態では、排気通路9は、エンジン7と高圧段タービン2Tの入口（スクロール部2S）とを接続する高圧段導入通路92と、高圧段タービン2Tの出口側と低圧段タービン3Tの第1のスクロール通路Paとを接続する第1低

圧段導入通路 9 3 とを有している。そして、上記の排ガス流路 I は、エンジン 7 から排出された排ガスが、高圧段導入通路 9 2 および第 1 低圧段導入通路 9 3 を順に通過した後、第 1 のスクロール通路 P a の内周側スクロール通路 P i に供給されるように形成されている。

[0062] 2 つ目の流路（排ガス流路 II）はエンジン 7 から排出された排ガスを、高圧段タービン 2 T を経由して低圧段タービン 3 T の第 1 のスクロール通路 P a の外周側スクロール通路 P o（以下、適宜、低圧段タービン 3 T の外周側スクロール通路 P o）に供給する流路である。図 1～図 7 E に示される実施形態では、排気通路 9 は、上述したように、高圧段導入通路 9 2 と第 1 低圧段導入通路 9 3 とを有している。そして、上記の排ガス流路 II は、エンジン 7 から排出された排ガスが、高圧段導入通路 9 2 および第 1 低圧段導入通路 9 3 を順に通過した後、第 2 のスクロール通路 P b の外周側スクロール通路 P o に供給されるように形成されている。

[0063] 3 つ目の流路（排ガス流路 III）は、高圧段タービン 2 T を迂回しつつ、エンジン 7 から排出された排ガスを低圧段タービン 3 T の第 2 のスクロール通路 P b に供給する流路である。図 1～図 7 E に示される実施形態では、排気通路 9 は、高圧段タービン 2 T を迂回しつつ、エンジン 7 と低圧段タービン 3 T の第 2 のスクロール通路 P b とを接続する第 2 低圧段導入通路 9 4 を有している。そして、上記の排ガス流路 III は、エンジン 7 から排出された排ガスが第 2 低圧段導入通路 9 4 を通過することで、高圧段タービン 2 T を迂回しつつ、低圧段タービン 3 T の第 2 のスクロール通路 P b に直接供給されるように形成されている。

[0064] 上記の構成によれば、2 ステージターボシステム 1 は、低圧段タービン 3 T の第 1 のスクロール通路 P a には高圧段タービン 2 T を通過した排ガスを導入し、第 2 のスクロール通路 P b には高圧段タービン 2 T を通過することなく、低圧段タービン 3 T に排ガスを直接導入することが可能に構成される。後述するように、2 ステージターボシステム 1 は、後述するように、エンジン 7 の回転数が中回転領域以下にある場合には過給のレスポンスの向上の

ために高圧段過給機 3 を使用して過給を実行する。このような場合など、第 1 のスクロール通路 P a からノズル流路 E に排ガスを導入することによって、高圧段タービン 2 T を駆動した後の排ガスの流速等をノズル流路 E に導入する際に高めることができ、2 ステージターボシステム 1 の大型の低圧段タービン 3 T をより迅速に効率良く回転させることができる。また、エンジン 7 の回転数が低回転領域の低回転側（極低回転領域）にある場合などの排ガスの流量が少ない時には、流量制御バルブ 37 を作動させて内周側スクロール通路 P i のみに排ガスを流入させることによって、過給のレスポンスをさらに向上させることができる。

[0065] また、4 つ目の流路（排ガス流路 IV）は、高圧段タービン 2 T を経由することなく、エンジン 7 から排出された排ガスを低圧段タービン 3 T の内周側スクロール通路 P i および外周側スクロール通路 P o の少なくとも一方（図 1 ～図 7 E では両方）に供給する流路である。図 1 ～図 7 E 示される実施形態では、排気通路 9 は、高圧段タービン 2 T を迂回して、エンジン 7 と低圧段タービン 3 T の第 1 のスクロール通路 P a とを接続する高圧段バイパス通路 95 を有している。この高圧段バイパス通路 95 は、上述した高圧段導入通路 92 と第 1 低圧段導入通路 93 とを接続することで、高圧段タービン 2 T を迂回しつつ、エンジン 7 と低圧段タービン 3 T の第 1 のスクロール通路 P a とを接続している。なお、他の幾つかの実施形態では、高圧段バイパス通路 95 は、排気マニホールド 91 と第 1 低圧段導入通路 93 とを接続しても良い。そして、上記の排ガス流路 IV は、エンジン 7 から排出された排ガスが高圧段バイパス通路 95 を通過することで、高圧段タービン 2 T を迂回しつつ、低圧段タービン 3 T の第 1 のスクロール通路 P a に直接供給されるように形成されている。

[0066] 5 つ目の流路（排ガス流路 V）は、高圧段タービン 2 T および低圧段タービン 3 T の両方を經由することなく、エンジン 7 から排出された排ガスを低圧段タービン 3 T の下流の排気通路 9 に供給する流路である。図 1 ～図 7 E に示される実施形態では、排気通路 9 は、低圧段タービン 3 T を迂回して低圧

段タービン3 Tの上流側と下流側とを接続する低圧段バイパス通路9 6を有する。この低圧段バイパス通路9 6は、排気マニホールド9 1と、低圧段タービン3 Tの出口に接続される低圧段下流通路9 7とを接続している。これによって、低圧段タービン3 Tの第1のスクロール通路P aと第2のスクロール通路P bを流れる排ガスの流量を同時に減じることができる。なお、他の幾つかの実施形態では、第2低圧段導入通路9 4と低圧段下流通路9 7とを接続しても良い。

[0067] また、エンジン7の排気通路9には、図1、図5 A～図7 Eに示されるように、上述した5通りの流路を流れる排ガスの流量を調整可能なバルブ装置5が設置される。図1～図7 Eに示される実施形態では、バルブ装置5は、上述した高圧段導入通路9 2、第1低圧段導入通路9 3、内周側スクロール通路P i、外周側スクロール通路P o、第2低圧段導入通路9 4、高圧段バイパス通路9 5、および、低圧段バイパス通路9 6の各々を流れる排ガスの流量の割合を調整可能に構成される。これによって、高圧段過給機2や低圧段過給機3の切り替えや、低圧段過給機3の低圧段タービン3 Tのスクロール部3 Sにおけるスクロール通路Pの切り替えを行うことができ、エンジン7の広範な作動範囲にわたって必要な過給圧を発生させつつ、過給のレスポンスに優れた2ステージターボシステム1を提供することができる。

[0068] また、上記のバルブ装置5の構成を説明すると、図5 A、図6 B～図6 Eに示される実施形態では、バルブ装置5は、上記の流量制御バルブ3 7と、高圧段導入通路9 2に設置される第1バルブ5 1と、第1のスクロール通路P aに設置される流量制御バルブ3 7と、第2低圧段導入通路9 4に設置される第2バルブ5 2と、高圧段バイパス通路9 5に設置される第3バルブ5 3と、低圧段バイパス通路9 6に設置される第4バルブ5 4と、を有する。上記の各バルブ(3 7、5 1～5 4)の少なくとも1つは、全開位置と全閉位置との間で開度が調整可能(リニア制御可能)なバルブであっても良く、残のバルブは、全開か全閉かを択一的に切り替えることが可能であっても良い。例えば、少なくとも第1バルブ5 1あるいは第2バルブ5 2をリニア制

御可能なバルブとすることで、低圧段タービン3 Tの第1のスクロール通路 P aと第2のスクロール通路 P bを流れる排ガスの流量比を調整することが可能となる。これによって、後述するように、高圧段導入通路9 2、第1低圧段導入通路9 3、内周側スクロール通路 P i、外周側スクロール通路 P o、第2低圧段導入通路9 4、高圧段バイパス通路9 5、および、低圧段バイパス通路9 6の各々を流れる排ガスの流量の割合を、それぞれの通路に設けられる複数のバルブ（3 7、5 1～5 4）によって調整することができる。また、第4バルブ5 4によって、低圧段過給機3の低圧段コンプレッサ3 Cの出口側の圧力（ブースト圧）を調整することができ、サージングなどの低圧段過給機3の異常運転を防止することができる。

[0069] 他の幾つかの実施形態では、図5 B、図7 B～図7 Eに示されるように、バルブ装置5は、流量制御バルブ3 7と、高圧段導入通路9 2、第2低圧段導入通路9 4、高圧段バイパス通路9 5および低圧段バイパス通路9 6の各々を流れる排ガスの流量を調整可能な第5バルブ5 5と、を有する。これによって、排気通路9を形成する各通路を流れる排ガスの割合を2つのバルブによって調整できると共に、低圧段過給機3の低圧段コンプレッサ3 Cの出口側の圧力（ブースト圧）を調整することができ、サージングなどの低圧段過給機3の異常運転を防止することができる。

[0070] また、幾つかの実施形態では、図1、図5 A～図7 Eに示されるように、2ステージターボシステム1は、エンジン7の回転数（以下、適宜、エンジン回転数N）に応じて上述したバルブ装置5を制御する制御装置6をさらに備える。制御装置6は、ECU（電子制御装置）などのコンピュータで構成されており、図示しないCPU（プロセッサ）や、ROMやRAMといったメモリ（記憶装置）を備えている。そして、主記憶装置にロードされたプログラムの命令に従ってCPUが動作（データの演算など）することで、バルブ装置5の制御に必要な機能部を実現する。これによって、第1低圧段導入通路9 3、内周側スクロール通路 P i、外周側スクロール通路 P o、第2低圧段導入通路9 4、高圧段バイパス通路9 5、および、低圧段バイパス通路

96の各々を流れる排ガスの流量の割合を、エンジン7の回転数に応じて適切に調整することができ、下記に説明するような2ステージターボシステム1の作動モードを実現することができる。

[0071] 以下、2ステージターボシステム1の作動モードについて、図6B～図7Eを用いて説明する。2ステージターボシステム1では、エンジン7の回転数が、エンジン回転数Nの小さい方から大きい方に順に並ぶ極低回転領域、低回転領域、中回転領域、高回転領域のいずれの回転数領域にあるかで作動モードを切り替える。ここで、エンジン回転数Nが第1閾値以下となる領域が極低回転領域 ($N \leq$ 第1閾値) であり、第1閾値から第1閾値よりも大きい第2閾値以下の領域が低回転領域 ($\text{第1閾値} < N \leq$ 第2閾値) であり、第2閾値から第2閾値よりも大きい第3閾値以下の領域が中回転領域 ($\text{第2閾値} < N \leq$ 第3閾値) であり、第3閾値以上の領域が高回転領域 ($\text{第3閾値} < N$) である。そして、2ステージターボシステム1では、極低回転領域および低回転領域にある場合には、高圧段過給機2と低圧段過給機3の2つで過給を行う(2ステージ過給)。エンジン7の回転数が中回転領域にある場合には、エンジン7の回転数の上昇に応じて、バルブ装置5の制御を通して排ガスの流路切替や流量調整を行い、高圧段過給機2による過給の割合を減らしていく。そして、エンジン7の回転数が高回転領域にある場合には、低圧段過給機3のみで過給する(1ステージ過給)。このように、2ステージターボシステム1は、エンジン7の回転数に応じて2ステージ過給と1ステージ過給を切り替えて過給を行うような作動原理を有する。

[0072] このような作動原理は、制御装置6が、エンジン7の回転数領域に応じてバルブ装置5を制御することにより実現される。このため、図1～図7Eに示される実施形態では、エンジン7の回転数を検出可能な回転数センサ(不図示)の出力が制御装置6に入力されるよう構成されており、エンジン7の回転数(以下、適宜、エンジン回転数N)が入力される。他の幾つかの実施形態では、エンジン7から排出される排ガスの流量を検出可能な流量センサ(不図示)の出力が制御装置6に入力されるよう構成されていても良く、流

量センサ（不図示）の検出値とエンジン回転数 N との対応関係からエンジン7の回転数（以下、適宜、エンジン回転数）を得ても良い。そして、図1～図7Eに示される実施形態における2ステージターボシステム1における作動モードは下記の通りとなる。

[0073] 図6A、図7Aは、エンジン回転数 N が極低回転領域にある場合の第1作動モード $M1$ を示す図である。この場合には、図6A、図7Aに示されるように、制御装置6は、高圧段タービン2Tを経由して、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの第1のスクロール通路 P_a の内周側スクロール通路 P_i に供給する流路（上述した排ガス流路I）にのみ排ガスを流すように、バルブ装置5を制御する。すなわち、図1～図7Eに示される実施形態では、図6A、図7Aに示されるように、制御装置6は、エンジン7の回転数が極低回転領域にある場合においては、高圧段導入通路92、第1低圧段導入通路93および内周側スクロール通路 P_i の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、外周側スクロール通路 P_o 、第2低圧段導入通路94、高圧段バイパス通路95および低圧段バイパス通路96の各々を排ガスが通過するのを不可とするように、バルブ装置5を制御する。このため、排ガスは、第1のスクロール通路 P_a の内周側スクロール通路 P_i にのみ供給され、低圧段過給機3の第1のスクロール通路 P_a の外周側スクロール通路 P_o および第2のスクロール通路 P_b に供給されない。これによって、エンジン7の回転数が極低回転領域にある場合における排ガスの流量に応じた適切な容量を確保しつつ、過給のレスポンスを向上することができる。

[0074] 図6B、図7Bは、エンジン回転数 N が低回転領域にある場合の第2作動モード $M2$ を示す図である。この場合には、図6B、図7Bに示されるように、制御装置6は、高圧段タービン2Tを経由して、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの第1のスクロール通路 P_a の内周側スクロール通路 P_i に供給する流路（上述した排ガス流路I）と、高圧段タービン2Tを経由して、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの外周側スクロール通路 P_o に供給する流路（上述した排ガス流路II）との2

つの流路に排ガスを流すように、バルブ装置5を制御する。すなわち、図1～図7Eに示される実施形態では、図6B、図7Bに示されるように、制御装置6は、エンジン7の回転数が低回転領域にある場合においては、高圧段導入通路92、第1低圧段導入通路93、内周側スクロール通路P_iおよび外周側スクロール通路P_oの各々を排ガスが通過するのを可能とし、第2低圧段導入通路94、高圧段バイパス通路95および低圧段バイパス通路96の各々を排ガスが通過するのを不可とするように、バルブ装置5を制御する。このため、排ガスは、第1のスクロール通路P_a（内周側スクロール通路P_iおよび外周側スクロール通路P_oの両方）にのみ供給され、低圧段過給機3の第2のスクロール通路P_bに供給されない。これによって、低圧段過給機3において、エンジン7の回転数が低回転領域にある場合における排ガスの流量に応じた適切な容量を確保しつつ、エンジン7の回転数が低回転領域にある場合の過給のレスポンスを向上することができる。

[0075] 図6C、図7Cは、エンジン回転数Nが中回転領域にある場合の第3作動モードM3を示す図である。この場合には、図6C、図7Cに示されるように、制御装置6は、高圧段タービン2Tを経由して、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの第1のスクロール通路P_aの内周側スクロール通路P_iに供給する流路（上述した排ガス流路I）と、高圧段タービン2Tを経由して、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの外周側スクロール通路P_oに供給する流路（上述した排ガス流路II）と、高圧段タービン2Tを迂回しつつ、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの第2のスクロール通路P_bに供給する流路（上述した排ガス流路III）との3つの流路に排ガスを流すように、バルブ装置5を制御する。すなわち、図1～図7Eに示される実施形態では、図6C、図7Cに示されるように、制御装置6は、エンジン7の回転数が中回転領域にある場合においては、高圧段導入通路92、第1低圧段導入通路93、内周側スクロール通路P_i、外周側スクロール通路P_oおよび第2低圧段導入通路94の各々を排ガスが通過するのを可能とし、高圧段バイパス通路95および低圧段バ

イパス通路96の各々を排ガスが通過するのを不可とするように、バルブ装置5を制御する。このため、排ガスは、低圧段過給機3においては、高圧段タービン2Tを慶友した排ガスが第1のスクロール通路Paに供給されると共に、第1のスクロール通路Paおよび第2のスクロール通路Pbの両方に供給される。これによって、エンジン7の回転数が中回転領域にある場合における排ガスの流量に応じた適切な容量を確保しつつ、高圧段過給機2および低圧段過給機3による過給のレスポンスを向上することができる。

[0076] 図6D、図7Dは、エンジン回転数Nが高回転領域にある場合の第4作動モードM4を示す図である。この場合には、図6D、図7Dに示されるように、制御装置6は、高圧段タービン2Tを迂回しつつ、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの第2のスクロール通路Pbに供給する流路（上述した排ガス流路III）と、高圧段タービン2Tを経由することなく、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの内周側スクロール通路Piおよび外周側スクロール通路Poの少なくとも一方（図1～図7Eでは両方）に供給する流路（上述した排ガス流路IV）との2つの流路に排ガスを流すように、バルブ装置5を制御する。すなわち、図1～図7Eに示される実施形態では、図6D、図7Dに示されるように、制御装置6は、エンジン7の回転数が高回転領域にある場合においては、高圧段バイパス通路95、第1低圧段導入通路93、内周側スクロール通路Pi、外周側スクロール通路Poおよび第2低圧段導入通路94の各々を排ガスが通過するのを可能とし、高圧段導入通路92および低圧段バイパス通路96の各々を排ガスが通過するのを不可とするように、バルブ装置5を制御する。このため、小型の高圧段タービン2Tは、排ガスが供給されないためアイドル状態等となっており、大型の低圧段過給機3による1ステージ過給が実行される。これによって、エンジン7の回転数が高回転領域にある場合において、低圧段過給機3によって大流量の排ガスに応じた適切な過給を行うことができる。

[0077] また、図6E、図7Eは、エンジン回転数Nが高回転領域における高回転

側にある場合の第5作動モードM5を示す図である。この場合には、図6E、図7Eに示されるように、制御装置6は、高圧段タービン2Tを迂回しつつ、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの第2のスクロール通路Pbに供給する流路（上述した排ガス流路III）と、高圧段タービン2Tを経由することなく、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの内周側スクロール通路Piおよび外周側スクロール通路Poの少なくとも一方（図1～図7Eでは両方）に供給する流路（上述した排ガス流路IV）と、高圧段タービン2Tおよび低圧段タービン3Tの両方を経由することなく、エンジン7から排出された排ガスを低圧段下流通路97に供給する流路（上述した排ガス流路V）との3つの流路に排ガスを流すように、バルブ装置5を制御する。すなわち、図1～図7Eに示される実施形態では、図6E、図7Eに示されるように、制御装置6は、エンジン7の回転数が高回転領域における所定の回転数以上の高回転側にある場合には、第1低圧段導入通路93、内周側スクロール通路Pi、外周側スクロール通路Po、第2低圧段導入通路94、高圧段バイパス通路95、および、低圧段バイパス通路96の各々を排ガスが通過するのを可能とし、高圧段導入通路92を排ガスが通過するのを不可とするように、バルブ装置5を制御する。エンジン回転数Nが高回転領域にある場合には、高圧段過給機2による過給は行われておらず、この第5作動モードM5では低圧段過給機3によるブースト圧の調整ができない場合に移行するモードとなる。これによって、高回転数領域の高回転側にエンジンの回転数がある場合においてブースト圧（低圧段コンプレッサ3Cの下流の圧力）を適切に調整することができる。

[0078] 上述したように、2ステージターボシステム1の作動モードはエンジン回転数Nに応じて遷移する。この2ステージターボシステム1の制御方法を、図8を用いて説明する。図8は、本発明の一実施形態に係る2ステージターボシステム1の制御方法を示すフロー図である。2ステージターボシステム1の制御方法は、図8に示されるように、エンジン7の回転数を取得する回転数取得ステップ（S1）と、エンジン7の回転数の回転数領域を判定する

領域判定ステップ（S 2、S 4、S 6、S 8、S 9）と、エンジン 7 の回転数が極低回転領域にある場合に実行される極低回転時制御ステップ（S 3）と、を備える。また、本制御方法は、低回転時制御ステップ（S 5）や、中回転時制御ステップ（S 7）、第 1 高回転時制御ステップ（S 10）、第 2 高回転時制御ステップ（S 11）をさらに備えても良い。

以下、図 1～図 7 E に示される実施形態において制御装置 6 がバルブ装置 5 を制御することにより、図 8 の 2 ステージターボシステム 1 の制御方法が実行される場合を例に説明する。このため、制御装置 6 は、上記の各ステップを実行するための機能部を備える。

[0079] 図 8 のステップ S 1 において、制御装置 6 はエンジン回転数 N を取得する（回転数取得ステップ）。そして、このステップ S 1 以降では、制御装置 6 は、取得したエンジン回転数 N と回転数の閾値（上述した第 1 閾値～第 3 閾値）との比較などを通してエンジン 7 の回転数が位置する回転数領域を判定すると共に、判定結果に基づいて上述した作動モードを実行する。

[0080] ステップ S 2 において、制御装置 6 は、エンジン回転数 N は極低回転領域にあるか否かを判定する（領域判定ステップ）。そして、エンジン回転数 N が極低回転領域にある場合には、ステップ S 3 において、制御装置 6 はバルブ装置 5 を制御することで上記の第 1 作動モード M 1 を実行する（極低回転時制御ステップ）。すなわち、排気通路 9 には、エンジン 7 から排出された排ガスを、高圧段タービン 2 T を経由して低圧段タービン 3 T の第 1 のスクロール通路 P a の内周側スクロール通路 P i に供給可能な 1 つの流路（上述した排ガス流路 I）が形成される（図 6 A、図 7 A 参照）。その後、次のステップ S 4 に移る。また、ステップ S 2 において、エンジン回転数 N が極低回転領域にない場合にもステップ S 4 に移る。

[0081] ステップ S 4 において、制御装置 6 は、エンジン回転数 N は低回転領域にあるか否かを判定する（領域判定ステップ）。そして、エンジン回転数 N が低回転領域にある場合には、ステップ S 5 において、制御装置 6 はバルブ装置 5 を制御することで上記の第 2 作動モード M 2 を実行する（低回転時制御

ステップ)。すなわち、排気通路9には、エンジン7から排出された排ガスを、高圧段タービン2Tを經由して低圧段タービン3Tの第1のスクロール通路Paの内周側スクロール通路Piに供給可能な流路（上述した排ガス流路I）と、エンジン7から排出された排ガスを、高圧段タービン2Tを經由して低圧段タービン3Tの第1のスクロール通路Paの外周側スクロール通路Poに供給可能な流路（上述した排ガス流路II）との2つの流路が形成される（図6B、図7B参照）。その後、次のステップS6に移る。また、ステップS4において、エンジン回転数Nが低回転領域にない場合にもステップS6に移る。

[0082] ステップS6において、制御装置6は、エンジン回転数Nは中回転領域にあるか否かを判定する（領域判定ステップ）。そして、エンジン回転数Nが中回転領域にある場合には、ステップS7において、制御装置6はバルブ装置5を制御することで上記の第3作動モードM3を実行する（中回転時制御ステップ）。すなわち、排気通路9には、上述した排ガス流路Iと、上述した排ガス流路IIと、高圧段タービン2Tを迂回しつつ、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3Tの第2のスクロール通路Pbに供給する流路（上述した排ガス流路III）との3つの流路が形成される（図6C、図7C参照）。その後、次のステップS8に移る。また、ステップS6において、エンジン回転数Nが中回転領域にない場合にもステップS8に移る。

[0083] ステップS8において、制御装置6は、エンジン回転数Nは高回転領域にあるか否かを判定する（領域判定ステップ）。そして、エンジン回転数Nが高回転領域にある場合には、ステップS9において、制御装置6は、エンジン回転数Nは所定の回転数以上であるか否かを判定する（領域判定ステップ）。ステップS9において、エンジン回転数Nが所定の回転数よりも小さい場合には、ステップS10において、制御装置6はバルブ装置5を制御することで上記の第4作動モードM4を実行する（第1高回転時制御ステップ）。すなわち、排気通路9には、上述した排ガス流路IIIと、高圧段タービン2Tを經由することなく、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン

3 Tの内周側スクロール通路P_iおよび外周側スクロール通路P_oの両方に供給する流路（上述した排ガス流路IV）との2つの流路が形成される（図6D、図7D参照）。その後、図8のフローを終了する。

[0084] 逆に、ステップS₉において、エンジン回転数Nは所定の回転数以上であるである場合には、ステップS₁₁において、制御装置6はバルブ装置5を制御することで上記の第5作動モードM₅を実行する（第2高回転時制御ステップ）。すなわち、排気通路9には、高回転領域と判定された際に形成される流路（排ガス流路IIIおよび排ガス流路IV）に、高圧段タービン2 Tおよび低圧段タービン3 Tの両方を經由することなく、エンジン7から排出された排ガスを低圧段タービン3 Tの低圧段下流通路9₇に供給可能な流路（上述した排ガス流路V）が追加されることで、合計で4つの流路が形成される（図6E、図7E参照）。その後、図8のフローを終了する。

[0085] なお、図8に示される実施形態では、ステップS₃、ステップS₅およびステップS₇の実行後にも以降のステップを実行するよう記載されているが、これには限定されず、これらのステップの実行後には図8のフローを終了しても良い。

[0086] 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。

符号の説明

[0087]	1	2ステージターボシステム
	2	高圧段過給機
	2 C	高圧段コンプレッサ
	2 T	高圧段タービン
	2 m	高圧段過給機のシャフト
	2 S	高圧段過給機のスクロール部
	3	低圧段過給機
	3 C	低圧段コンプレッサ
	3 T	低圧段タービン

3 S	低圧段過給機のスクロール部
3 m	低圧段過給機のシャフト
3 1	タービンホイール
3 1 r	ホイール収容室
3 2	低圧段タービンの入口
3 3	低圧段タービンの出口
3 4 a	第 1 舌部
3 4 b	第 2 舌部
P a	第 1 のスクロール通路
P a d	下流部分
P a u	上流部分
P b	第 2 のスクロール通路
5	バルブ装置
5 1	第 1 バルブ
5 2	第 2 バルブ
5 3	第 3 バルブ
5 4	第 4 バルブ
5 5	第 5 バルブ
5 6	第 6 バルブ
6	制御装置
7	エンジン
8	吸気通路
8 1	主吸気通路
8 2	吸気マニホールド
8 3	高圧段コンプレッサ迂回通路
8 4	インタークーラ
8 5	コンプレッサバイパスバルブ
9	排気通路

9 1	排気マニホールド
9 2	高圧段導入通路
9 3	第 1 低圧段導入通路
9 4	第 2 低圧段導入通路
9 5	高圧段バイパス通路
9 6	低圧段バイパス通路
9 7	低圧段下流通路
M 1	第 1 作動モード（エンジンの極低回転領域）
M 2	第 2 作動モード（エンジンの低回転領域）
M 3	第 3 作動モード（エンジンの中回転領域）
M 4	第 4 作動モード（エンジンの高回転領域）
M 5	第 5 作動モード（エンジンの高回転領域）
E	ノズル流路
R a	第 1 範囲
R b	第 2 範囲
R L	境界線
C	過給機のコンプレッサ
T	過給機のタービン
m	過給機のシャフト（回転軸）
L	低圧段タービンの回転軸線
N	エンジン回転数

請求の範囲

[請求項1] エンジンの排気通路に設置されるタービンのノズル流路に排ガスを導入するためのスクロール部を備えた過給機であって、

前記スクロール部は、第1のスクロール通路および第2のスクロール通路の少なくとも2つスクロール通路を有し、前記第1のスクロール通路を流れる前記排ガスが導入される前記ノズル流路の第1範囲と、前記第2のスクロール通路を流れる前記排ガスが導入される前記ノズル流路の第2範囲とが、前記ノズル流路の周方向において重複しないように構成されており、

前記第1のスクロール通路は、

前記第1のスクロール通路における所定範囲において前記排ガスの流れ方向に沿って設けられる区画壁であって、前記第1のスクロール通路を、外周側スクロール通路と、前記外周側スクロール通路よりも内周側に位置する内周側スクロール通路とに区画するとともに、前記外周側スクロール通路と前記内周側スクロール通路とを連通する連通孔を有する区画壁と、

前記区画壁よりも上流側に設けられ、前記外周側スクロール通路および前記内周側スクロール通路を流れる前記排ガスの流量を調整するための流量制御バルブと、を備えることを特徴とする過給機。

[請求項2] 前記流量制御バルブは、前記流量制御バルブが全閉状態にあるときには、前記第1のスクロール通路に流入する前記排ガスの全量が前記内周側スクロール通路を流れ、且つ、前記流量制御バルブが開弁状態にあるときには、前記第1のスクロール通路に流入する前記排ガスが前記内周側スクロール通路と前記外周側スクロール通路の両方に流れるように構成されることを特徴とする請求項1に記載の過給機。

[請求項3] エンジンの排気通路に設置される高圧段タービンを有する高圧段過給機と、

請求項1または2に記載の過給機であって、前記排気通路において

前記高圧段タービンの下流側に設置される低圧段タービンを有する、前記高圧段過給機より大型の低圧段過給機と、を備えることを特徴とする２ステージターボシステム。

[請求項4]

前記排気通路は、

前記エンジンと前記高圧段タービンの入口とを接続する高圧段導入通路と、

前記高圧段タービンの出口側と前記低圧段タービンの前記第１のスクロール通路とを接続する第１低圧段導入通路と、

前記高圧段タービンを迂回して、前記エンジンと前記低圧段タービンの前記第２のスクロール通路とを接続する第２低圧段導入通路と、を含むことを特徴とする請求項３に記載の２ステージターボシステム。

[請求項5]

前記排気通路は、

前記高圧段タービンを迂回して、前記エンジンと前記低圧段タービンの前記第１のスクロール通路とを接続する高圧段バイパス通路と、

前記低圧段タービンを迂回して前記低圧段タービンの上流側と下流側とを接続する低圧段バイパス通路と、をさらに含み、

前記高圧段導入通路、前記第１低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路、前記第２低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路、および、前記低圧段バイパス通路の各々を流れる前記排ガスの流量の割合を調整可能なバルブ装置と、をさらに含むことを特徴とする請求項４に記載の２ステージターボシステム。

[請求項6]

前記バルブ装置は、

前記流量制御バルブと、

前記高圧段導入通路に設置される第１バルブと、

前記第２低圧段導入通路に設置される第２バルブと、

前記高圧段バイパス通路に設置される第３バルブと、

前記低圧段バイパス通路に設置される第４バルブと、を有すること

を特徴とする請求項5に記載の2ステージターボシステム。

[請求項7]

前記バルブ装置は、

前記流量制御バルブと、

前記高圧段導入通路、前記第2低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を流れる排ガスの流量を調整可能な第5バルブと、を有することを特徴とする請求項5に記載の2ステージターボシステム。

[請求項8]

前記エンジンの回転数に応じて前記バルブ装置を制御する制御装置をさらに備えることを特徴とする請求項5～7のいずれか1項に記載の2ステージターボシステム。

[請求項9]

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が極低回転領域にある場合においては、前記高圧段導入通路、前記第1低圧段導入通路および内周側スクロール通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記外周側スクロール通路、前記第2低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御することを特徴とする請求項8に記載の2ステージターボシステム。

[請求項10]

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が低回転領域にある場合においては、前記高圧段導入通路、前記第1低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路および前記外周側スクロール通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記第2低圧段導入通路、前記高圧段バイパス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御することを特徴とする請求項8または9に記載の2ステージターボシステム。

[請求項11]

前記制御装置は、前記エンジンの回転数が中回転領域にある場合においては、前記高圧段導入通路、前記第1低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路および第2低圧段導入通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記高圧段バイパ

ス通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御することを特徴とする請求項 8～10 のいずれか 1 項に記載の 2 ステージターボシステム。

[請求項12] 前記制御装置は、前記エンジンの回転数が高回転領域にある場合においては、前記高圧段バイパス通路、前記第 1 低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路および第 2 低圧段導入通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記高圧段導入通路および前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御することを特徴とする請求項 8～11 のいずれか 1 項に記載の 2 ステージターボシステム。

[請求項13] 前記制御装置は、前記エンジンの回転数が前記高回転領域における所定の回転数以上にある場合には、前記高圧段バイパス通路、前記第 1 低圧段導入通路、前記内周側スクロール通路、前記外周側スクロール通路、前記第 2 低圧段導入通路、および、前記低圧段バイパス通路の各々を前記排ガスが通過するのを可能とし、前記高圧段導入通路を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御することを特徴とする請求項 12 に記載の 2 ステージターボシステム。

[請求項14] エンジンの排気通路に設置される高圧段タービンと有する高圧段過給機と、前記排気通路において前記高圧段タービンの下流側に設置される低圧段タービンと有する、前記高圧段過給機より大型の低圧段過給機と、を備える請求項 8 に記載の 2 ステージターボシステムの制御方法であって、

前記エンジンの回転数を取得する回転数取得ステップと、

前記エンジンの回転数の回転数領域を判定する領域判定ステップと、

前記エンジンの回転数が極低回転領域あるいは低回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の第 1 のスクロール通路を前記高圧

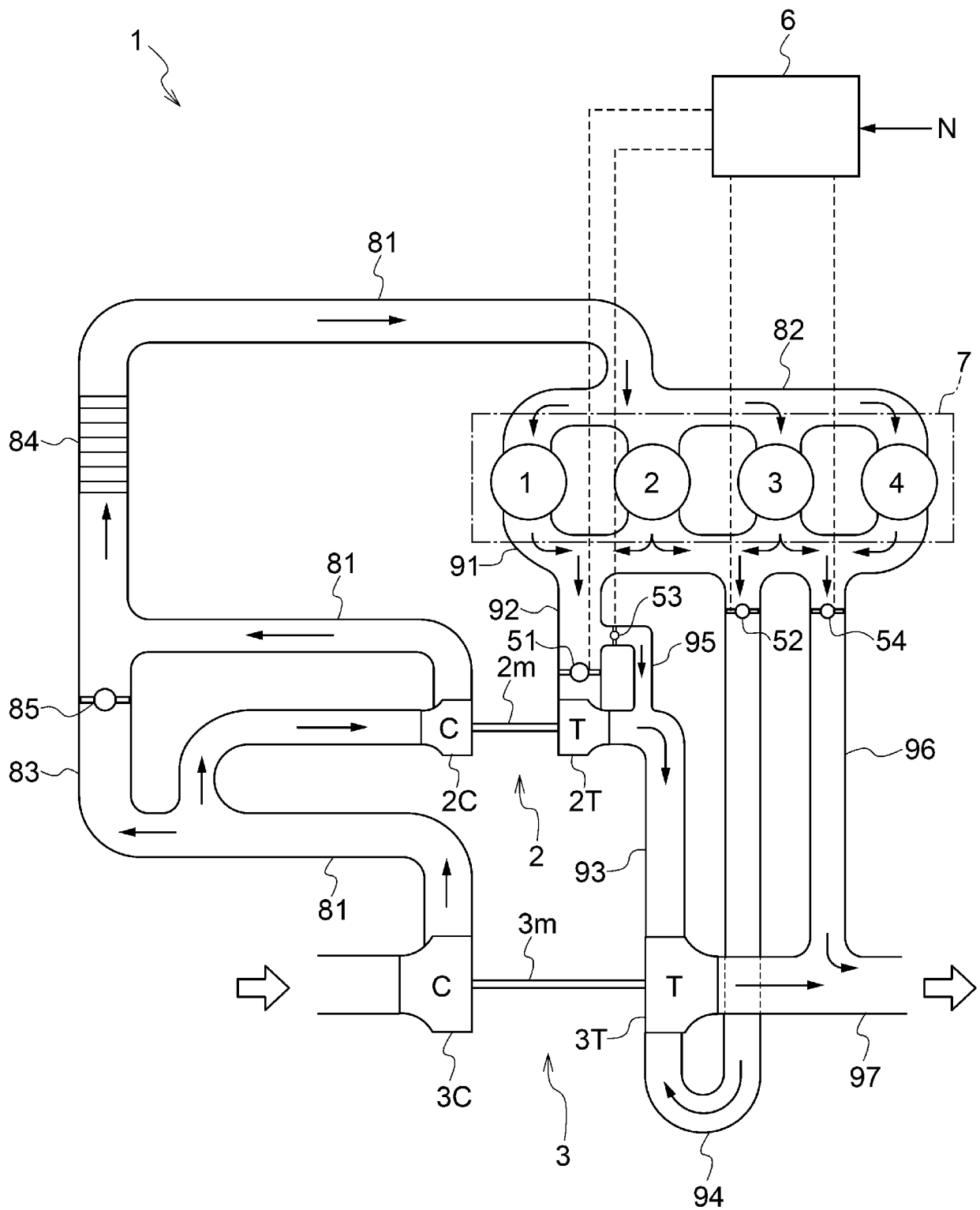
段タービンを経由した排ガスが通過するのを可能とし、前記低圧段過給機の第2のスクロール通路を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する低回転域制御ステップと、を備えることを特徴とする2ステージターボシステムの制御方法。

[請求項15] 前記エンジンの回転数が前記極低回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の前記第1のスクロール通路の内周側スクロール通路を前記高圧段タービンを経由した排ガスが通過するのを可能とし、前記低圧段過給機の前記第1のスクロール通路の外周側スクロール通路を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する極低回転時制御ステップを、さらに備えることを特徴とする請求項14に記載の2ステージターボシステムの制御方法。

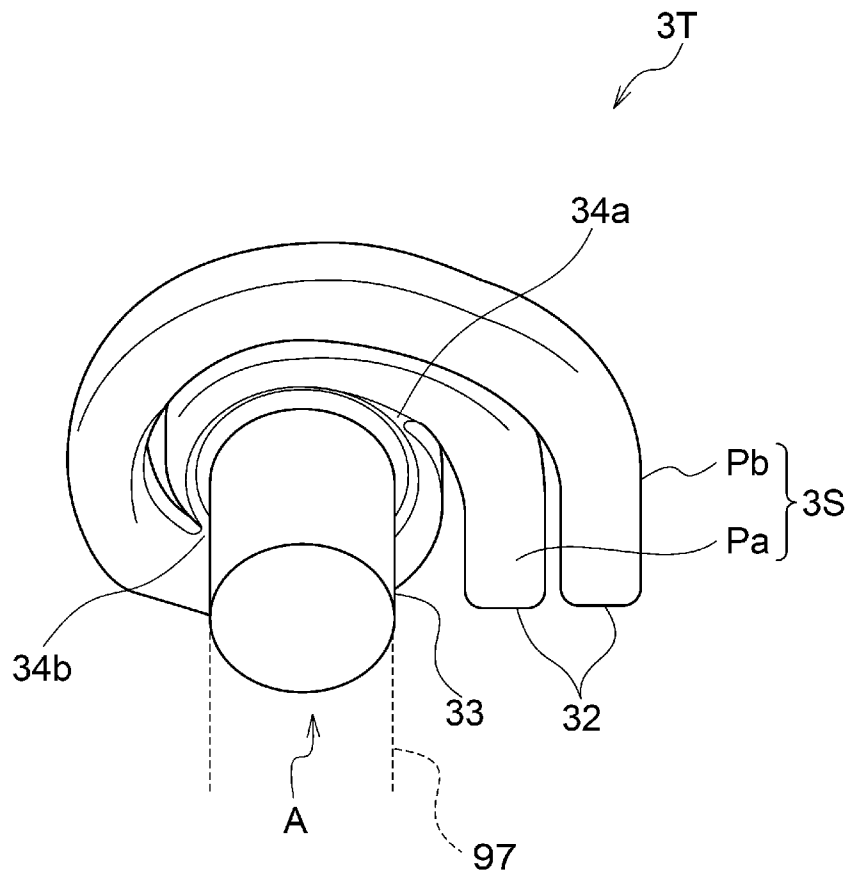
[請求項16] 前記エンジンの回転数が前記低回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の第1のスクロール通路の前記内周側スクロール通路および前記外周側スクロール通路の両方を前記高圧段タービンを経由した排ガスが通過するのを可能とし、前記第2のスクロール通路を前記排ガスが通過するのを不可とするように、前記バルブ装置を制御する低回転時制御ステップを、さらに備えることを特徴とする請求項14または15に記載の2ステージターボシステムの制御方法。

[請求項17] 前記エンジンの回転数が前記中回転領域にある場合においては、前記低圧段過給機の前記第1のスクロール通路の内周側スクロール通路と外周側スクロール通路を前記高圧段タービンを経由した排ガスが通過するのを可能とすると共に、前記第2のスクロール通路を排ガスが通過するのを可能とするように、前記バルブ装置を制御する中回転時制御ステップを、さらに備えることを特徴とする請求項14～16のいずれか1項に記載の2ステージターボシステムの制御方法。

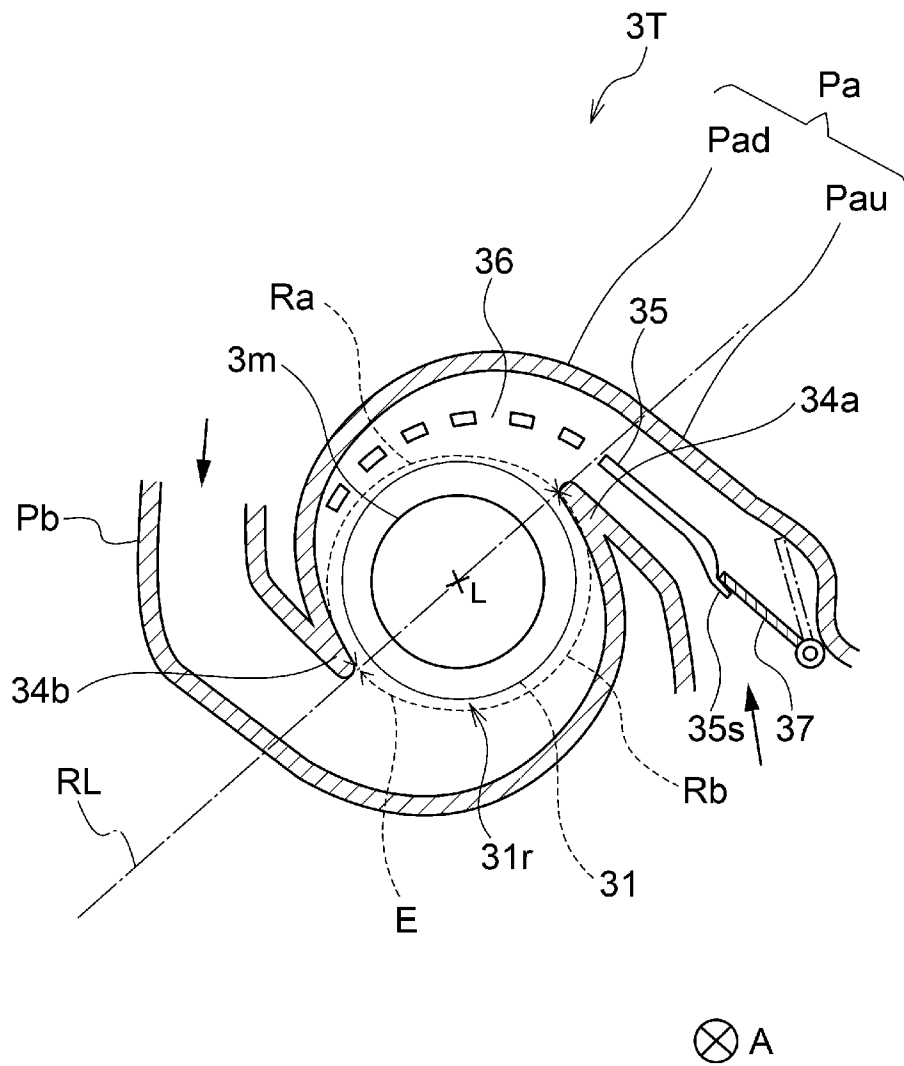
[図1]



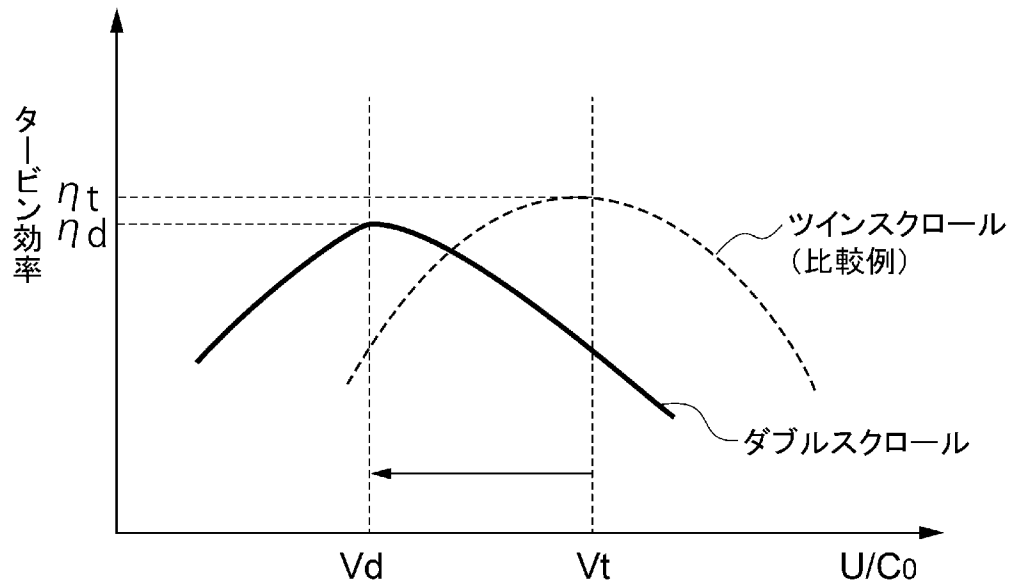
[図2]



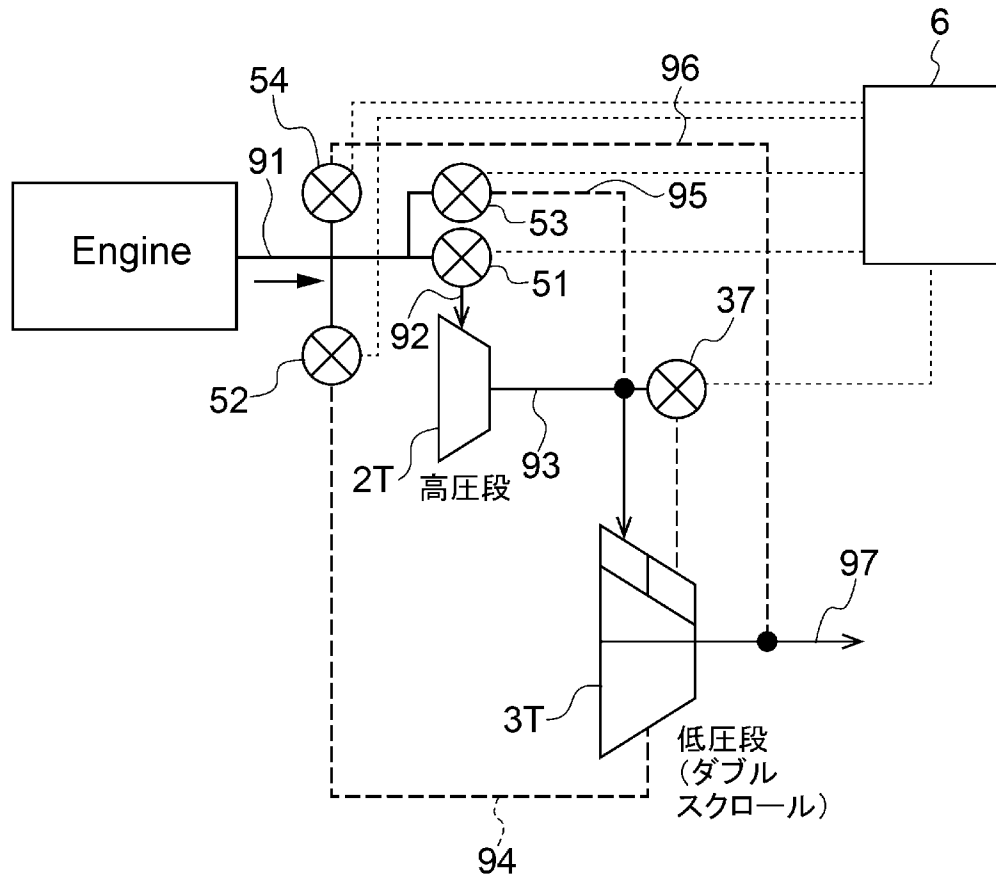
[図3]



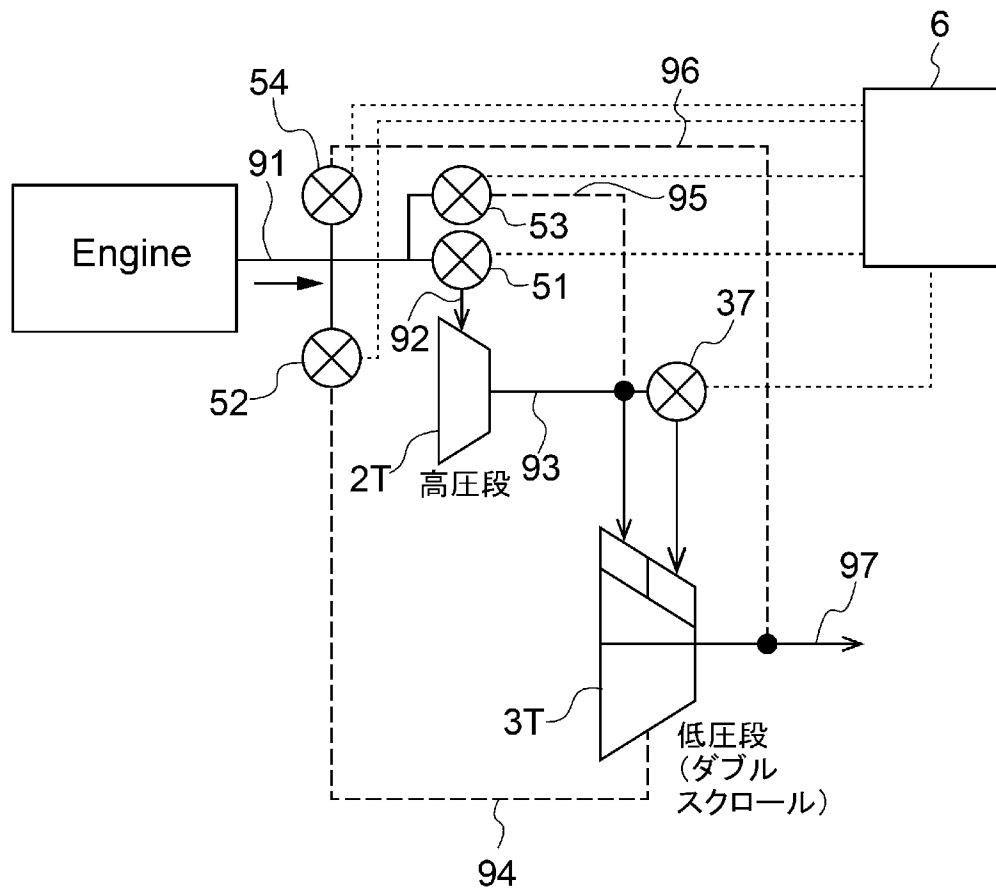
[図4]



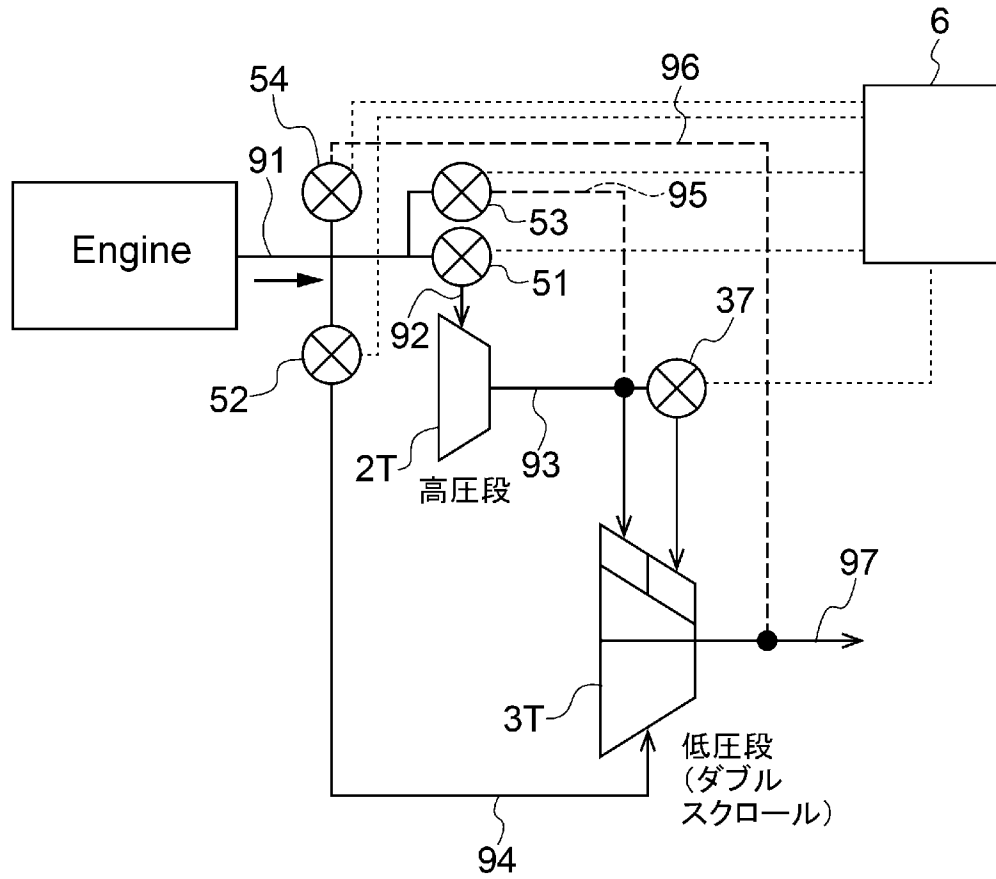
[図6A]



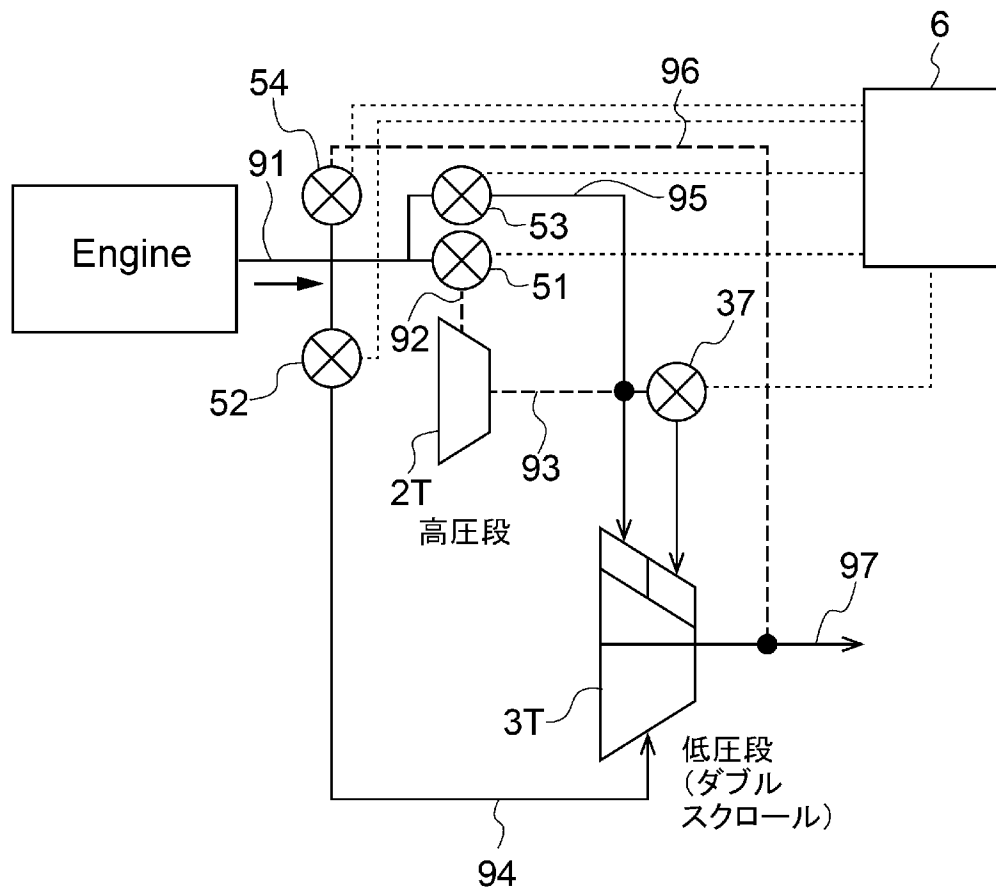
[図6B]



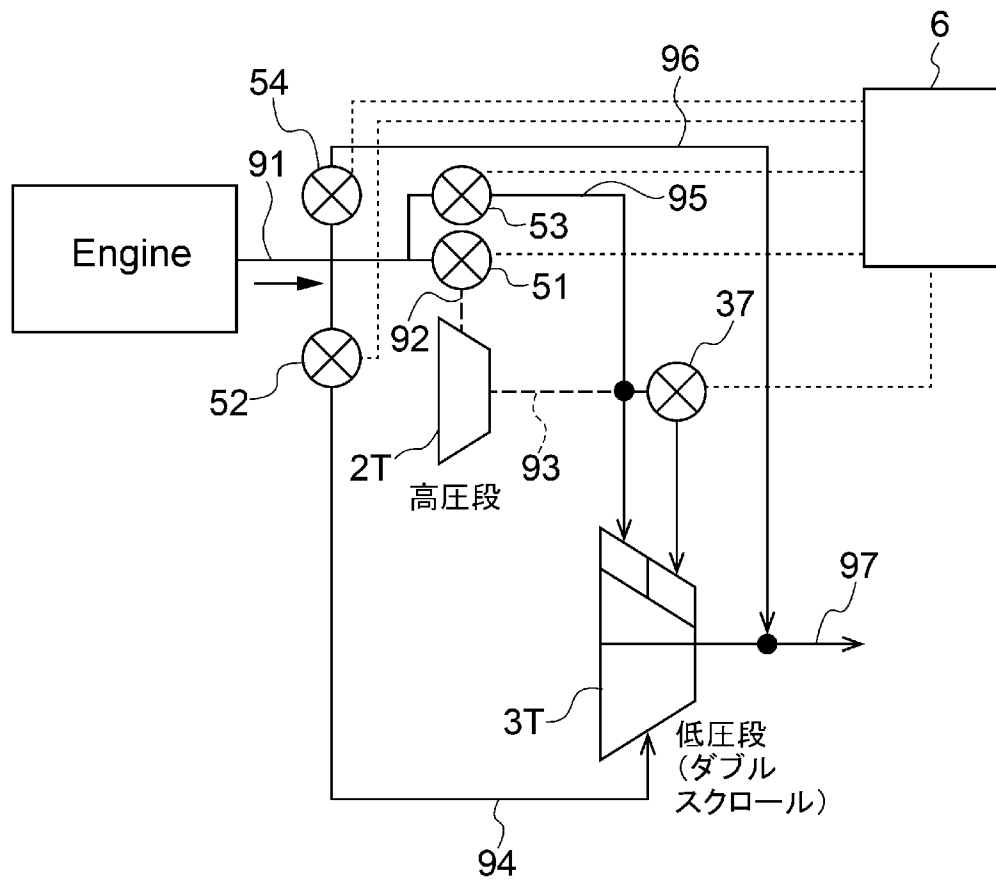
[図6C]



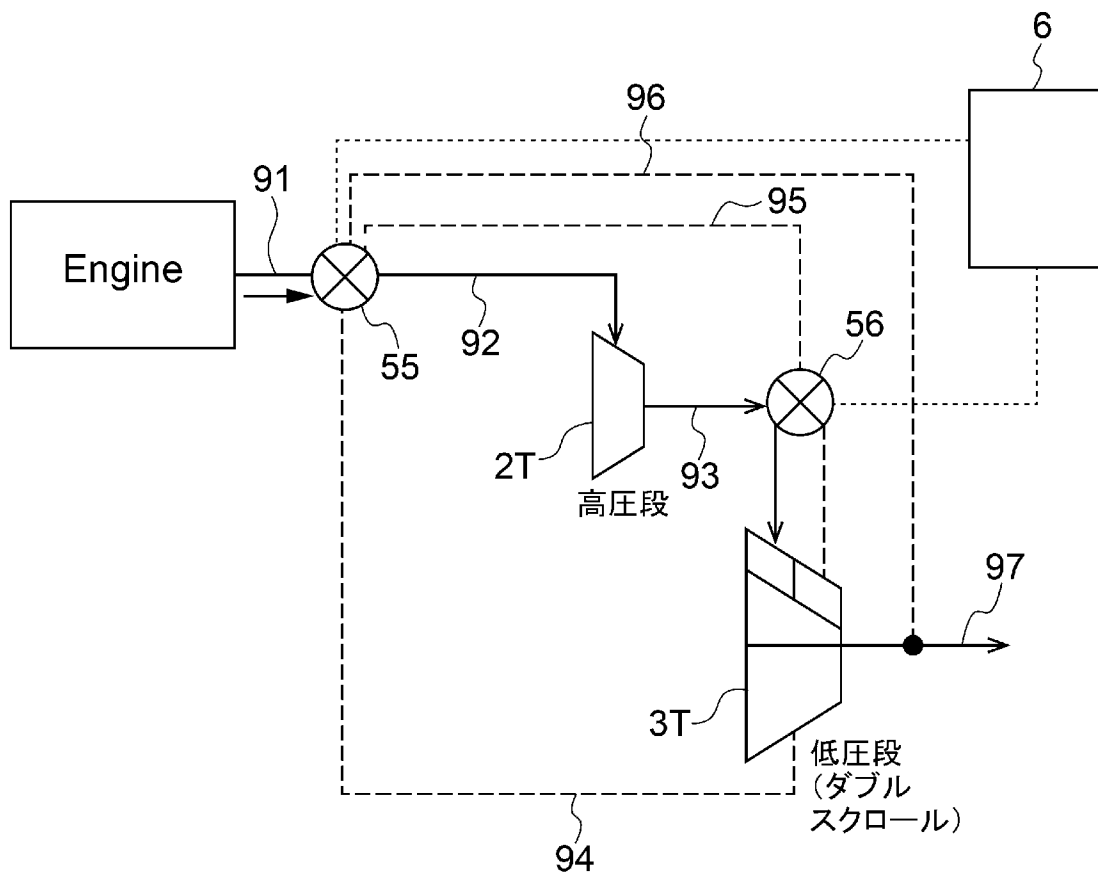
[図6D]



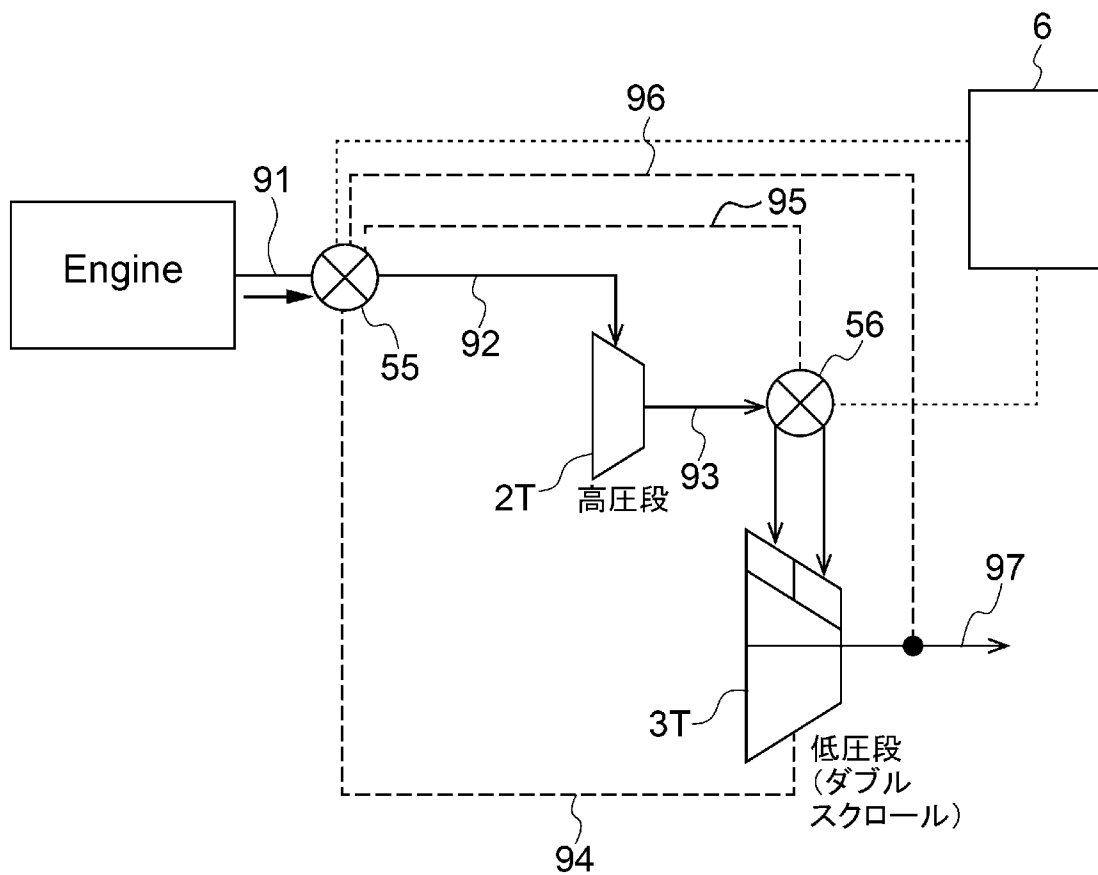
[図6E]



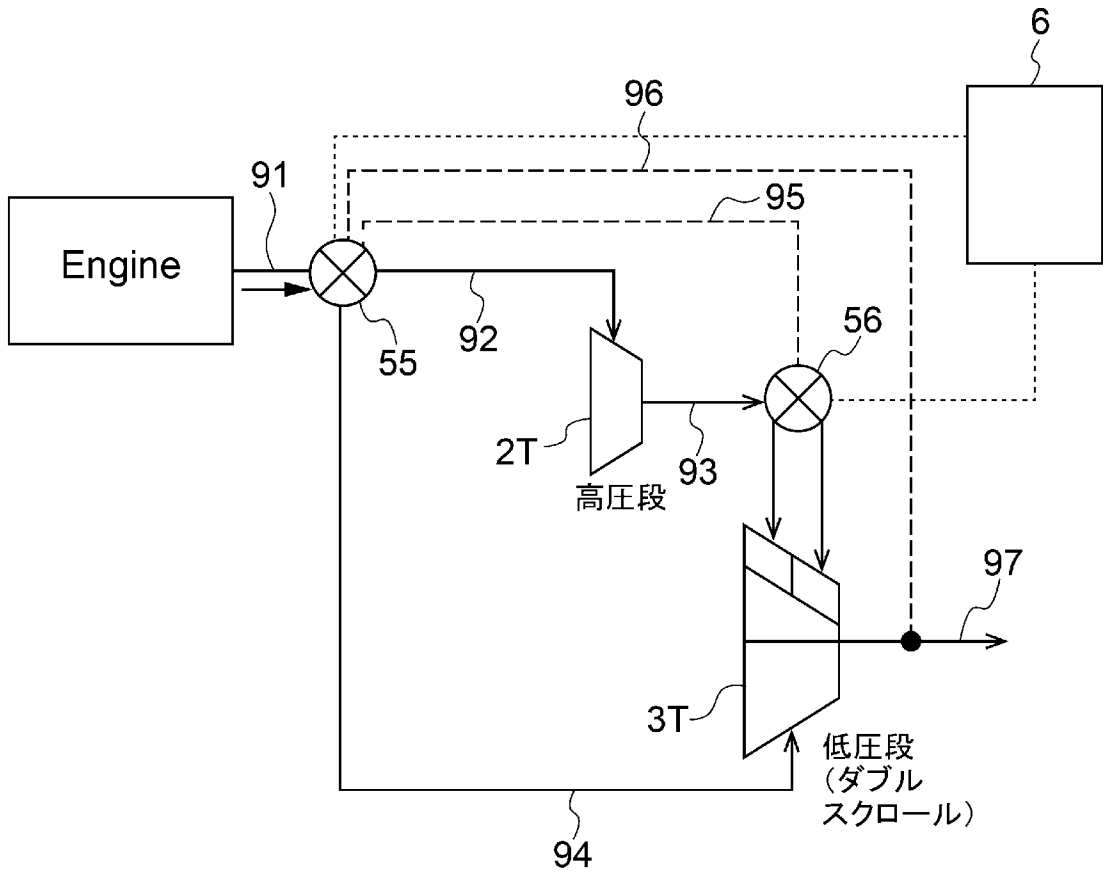
[図7A]



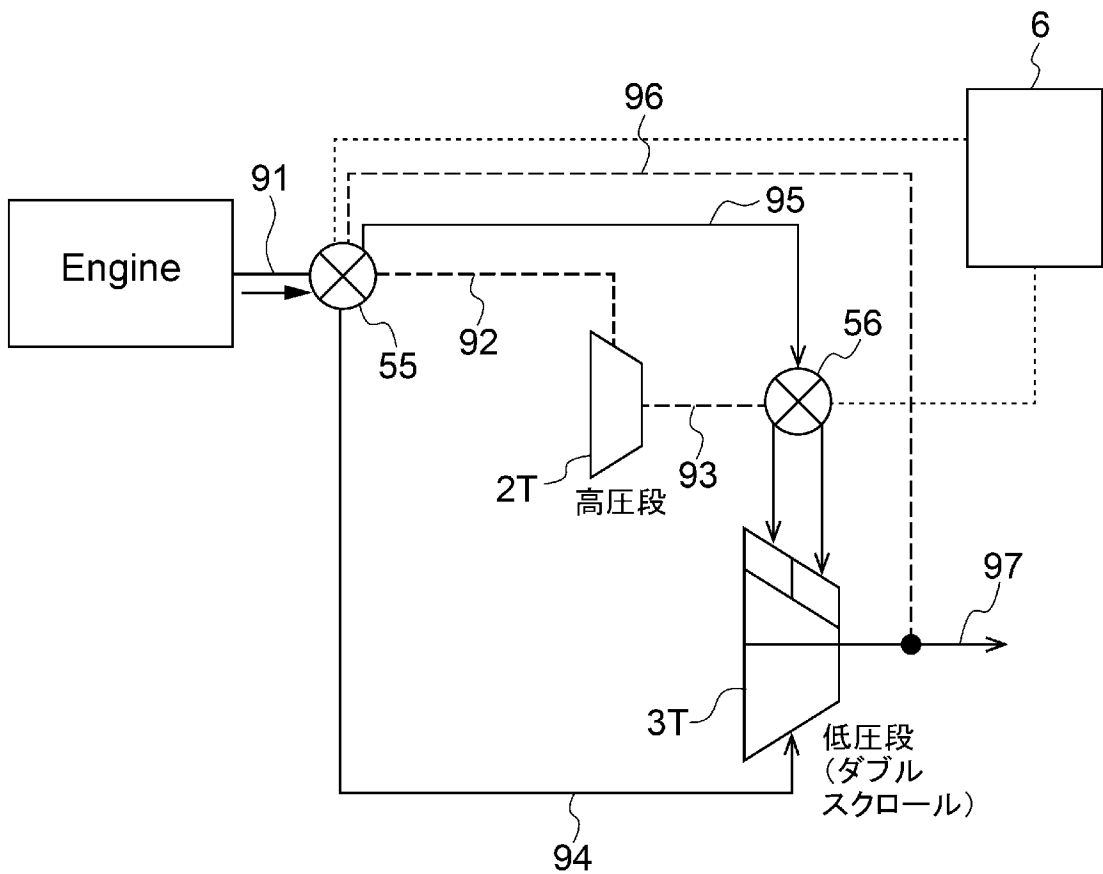
[図7B]



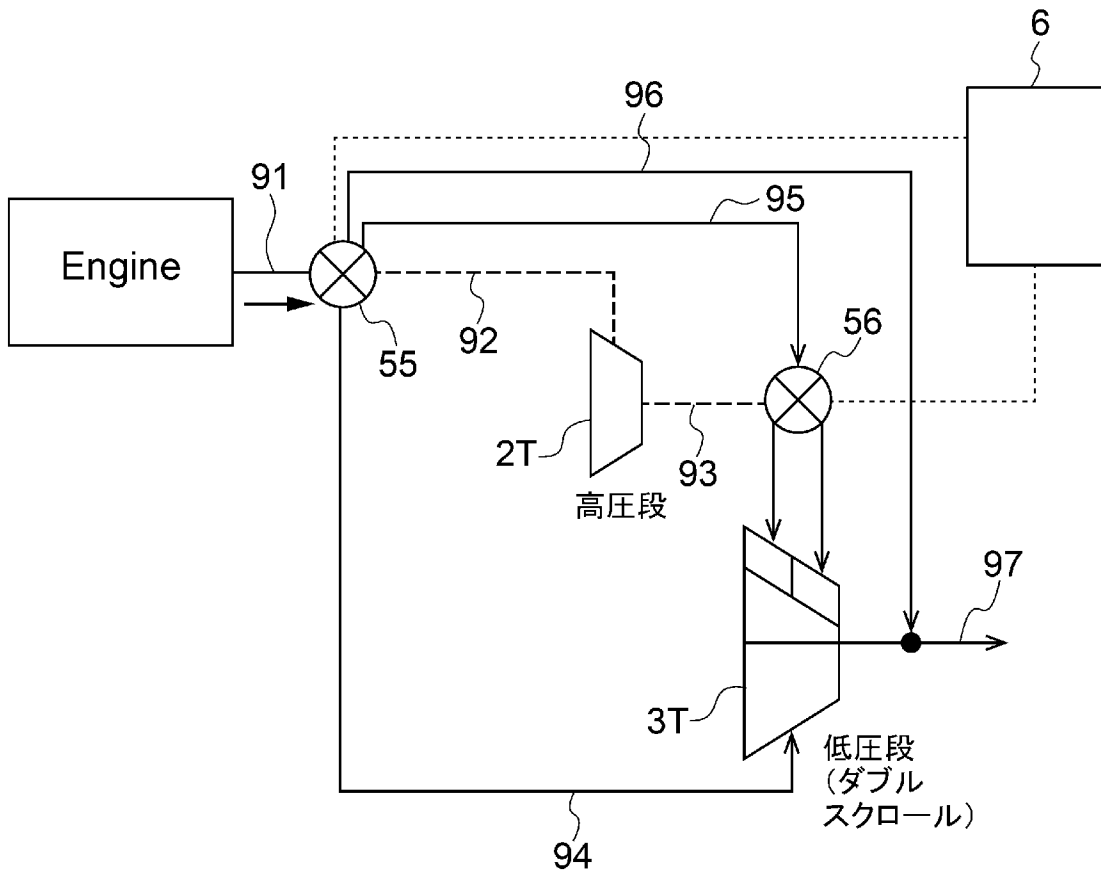
[図7C]



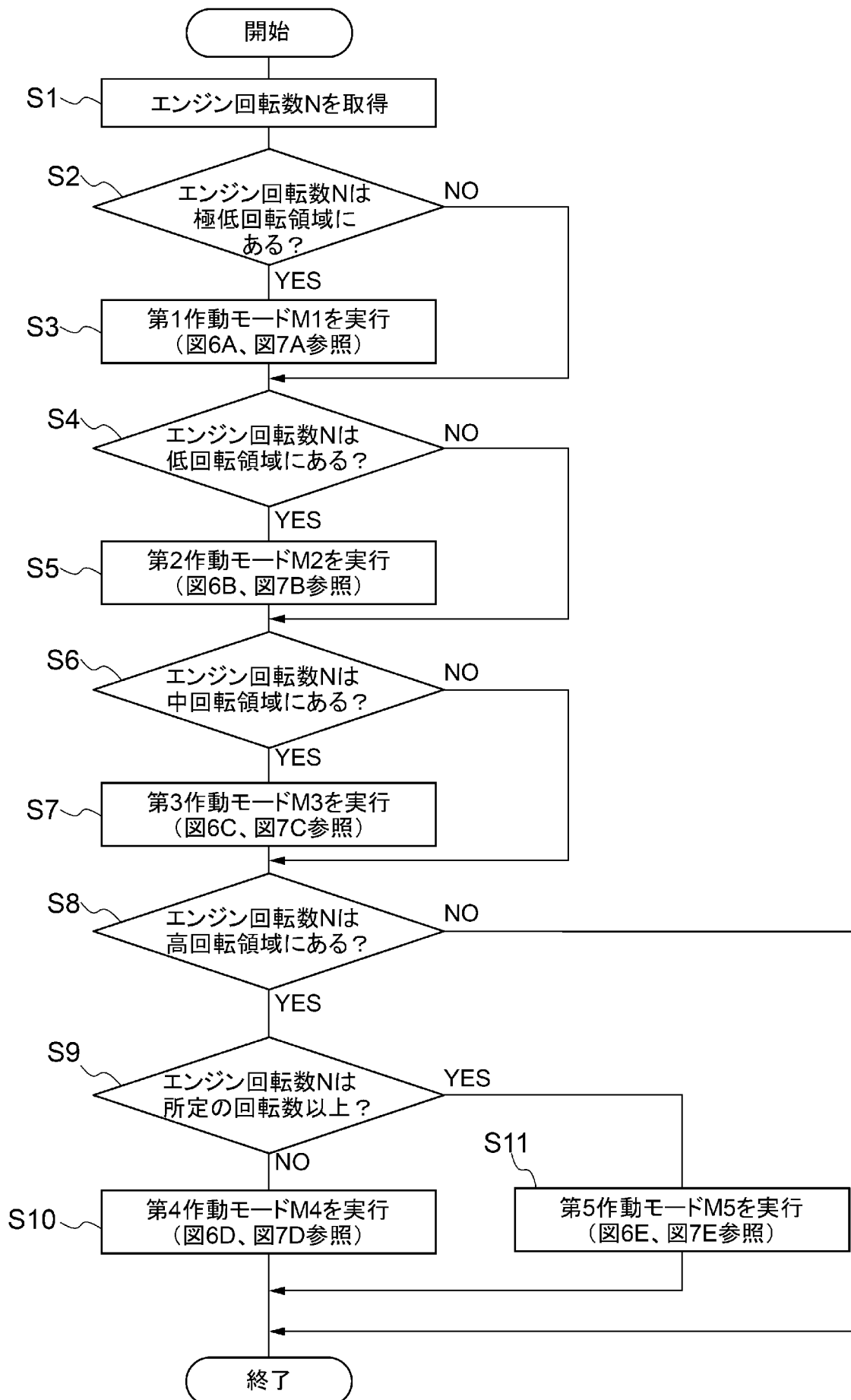
[図7D]



[図7E]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/008573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02B39/00(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B37/02(2006.01)i, F02B37/12(2006.01)i, F02B37/18(2006.01)i, F02B37/22(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02B39/00, F02B37/00, F02B37/02, F02B37/12, F02B37/18, F02B37/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-133665 A (Toyota Motor Corp.), 26 May 2005 (26.05.2005), fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2 3-17
Y	JP 2009-209701 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 17 September 2009 (17.09.2009), paragraphs [0020] to [0021]; fig. 2, 12 to 13 & US 2009/0220335 A1 paragraphs [0043] to [0045]; fig. 2, 12 to 13 & EP 2692994 A1 & CN 101519997 A & KR 10-2009-0093779 A	1-2

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 May 2017 (24.05.17)	Date of mailing of the international search report 06 June 2017 (06.06.17)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008573

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/097979 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 September 2010 (02.09.2010), fig. 3 to 6 & US 2011/0296828 A1 fig. 3 to 6 & EP 2402576 A1 & KR 10-2011-0102946 A & CN 102333941 A	1-17
A	JP 2005-527728 A (DaimlerChrysler AG), 15 September 2005 (15.09.2005), paragraph [0020]; fig. 1 to 2 & US 2005/0056015 A1 paragraph [0024]; fig. 1 to 2 & WO 2003/080999 A1 & EP 1488079 A & DE 10212675 A	1-17
A	DE 4242494 C1 (MERCEDES-BENZ AG), 09 September 1993 (09.09.1993), fig. 1 to 2 & FR 2699223 A1 & IT 93730790 A	3-17
A	WO 2014/140598 A1 (IMPERIAL INNOVATIONS LTD.), 18 September 2014 (18.09.2014), fig. 1 to 2 & US 2016/0025044 A1 & EP 2984300 A	3-17
A	JP 2010-190070 A (Toyota Motor Corp.), 02 September 2010 (02.09.2010), claims; fig. 1 (Family: none)	3-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02B39/00(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B37/02(2006.01)i, F02B37/12(2006.01)i, F02B37/18(2006.01)i, F02B37/22(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02B39/00, F02B37/00, F02B37/02, F02B37/12, F02B37/18, F02B37/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2005-133665 A（トヨタ自動車株式会社）2005.05.26, [図1] - [図2]（ファミリーなし）	1-2 3-17
Y	JP 2009-209701 A（三菱重工業株式会社）2009.09.17, 段落 [0020]-[0021], [図2], [図12]-[図13] & US 2009/0220335 A1, [0043]-[0045], FIG. 2, FIG. 12-13 & EP 2692994 A1 & CN 101519997 A & KR 10-2009-0093779 A	1-2

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

24.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

種子島 貴裕

3S

3939

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2010/097979 A1 (三菱重工業株式会社) 2010.09.02, [図3] - [図6] & US 2011/0296828 A1, FIG. 3-6 & EP 2402576 A1 & KR 10-2011-0102946 A & CN 102333941 A	1 - 17
A	JP 2005-527728 A (ダイムラークライスラー・アクチェンゲゼルシャフト) 2005.09.15, 段落 [0020], [図1] - [図2] & US 2005/0056015 A1, [0024], Fig. 1-2 & WO 2003/080999 A1 & EP 1488079 A & DE 10212675 A	1 - 17
A	DE 4242494 C1 (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 1993.09.09, Fig. 1-2 & FR 2699223 A1 & IT 93730790 A	3 - 17
A	WO 2014/140598 A1 (IMPERIAL INNOVATIONS LIMITED) 2014.09.18, FIG. 1-2 & US 2016/0025044 A1 & EP 2984300 A	3 - 17
A	JP 2010-190070 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.09.02, [特許請求の範囲], [図1] (ファミリーなし)	3 - 17