(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 1 月 16 日(16.01.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/010361 A1

(51) 国際特許分類:
F02B 37/16 (2006.01) *F02D 13/02* (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01) *F02D 23/00* (2006.01)
F02B 37/12 (2006.01) *F02M 25/07* (2006.01)
F02B 37/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/066136

(22) 国際出願日: 2013 年 6 月 12 日(12.06.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-155917 2012 年 7 月 11 日(11.07.2012) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 鈴木 邦彦(SUZUKI Kunihiko); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目１番１号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 浅野 誠二(ASANO Seiji); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

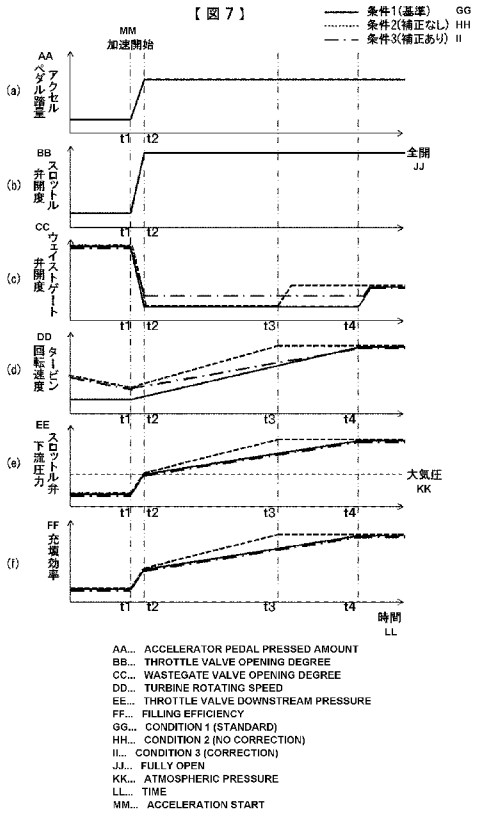
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) **Title**: CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称 : 内燃機関の制御装置

【図７】



(57) **Abstract**: According to the present invention, fluctuation of an acceleration profile after the start of acceleration is suppressed when the rotating state of a turbine at the start of acceleration fluctuates due to various causes. A control device of an internal combustion engine comprising a wastegate valve configured to be capable of controlling the power a turbine receives from exhaust gas by diverting part of the exhaust gas from an upstream part of the turbine to a downstream part, the control device being provided with: an opening degree controller for controlling the opening degree of the wastegate valve in accordance with the required torque in a supercharged range of the internal combustion engine; and an opening degree correction part for correcting, in the opening direction, the opening degree of the wastegate valve controlled by the opening degree controller when the internal combustion engine is accelerating and the rotating speed of the turbine at the start of acceleration is in a reduced state.

(57) 要約: 加速開始時のタービンの回転状態が種々の要因によって変動した場合に、加速開始後の加速プロフィールの変動を抑制する。 タービンの上流部から下流部へ排ガスの一部を迂回させることによって、前記タービンが排ガスから受ける仕事率を制御可能に構成されたウェイストゲート弁を備える内燃機関の制御装置では、内燃機関の過給域において、要求トルクに応じて前記ウェイストゲート弁の開度を制御する開度制御部と、内燃機関の加速時に、加速開始時のタービンの回転速度が減少状態の場合には、開度制御部により制御されるウェイストゲート弁の開度を開き側に補正する開度補正部とを備える。

WO 2014/010361 A1

MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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)）

明　細　書

発明の名称 ： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001]　本発明は、内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002]　従来から、ウェイストゲート弁を一律に開弁するウェイストゲート弁開弁制御形態と、通常の過給圧制御形態とを適宜切り換えて運転する過給機付き内燃機関の制御技術が知られている（たとえば特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００３－３４３２７３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、加速開始時のタービンの回転状態が種々の要因によって変動した場合には、加速開始後の加速プロフィールが著しく変動するという問題がある。

課題を解決するための手段

[0005]　請求項１に記載の内燃機関の制御装置は、タービンの上流部から下流部へ排ガスの一部を迂回させることによって、タービンが排ガスから受ける仕事率を制御可能に構成されたウェイストゲート弁を備える内燃機関の制御装置であって、内燃機関の過給域において、要求トルクに応じてウェイストゲート弁の開度を制御する開度制御部と、内燃機関の加速時に、加速開始時のタービンの回転速度が減少状態の場合には、開度制御部により制御されるウェイストゲート弁の開度を開き側に補正する開度補正部とを備えることを特徴とする。

　請求項７に記載の内燃機関の制御装置は、タービンの上流部から下流部へ排ガスの一部を迂回させることによって、タービンが排ガスから受ける仕事

率を制御可能に構成されたウェイストゲート弁を備える内燃機関の制御装置であって、内燃機関の同一回転速度および同一負荷からの同一アクセル操作量による加速時に、加速開始時のウェイストゲート弁の開度が大きいほど、加速期間中のウェイストゲート弁の開度をより閉じ側に制御する開度制御部を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、内燃機関の加速時に、加速開始時のタービンの回転速度が減少状態の場合には、ウェイストゲート弁の開度を開き側に補正するので、同一の回転速度および負荷条件から同一アクセルペダル踏量の加速条件下で、一律の加速プロフィールを実現できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の実施の形態によるエンジン制御装置のシステム全体の概略構成図

[図2]加速開始時のウェイストゲート弁の状態が異なるとき、内燃機関の全開加速挙動に与える影響を説明する図

[図3]第１の実施の形態によるＥＣＵの機能を説明するブロック図

[図4]目標スロットル弁開度マップおよび目標ウェイストゲート弁開度マップの一例を示す図

[図5]加速開始時のタービン回転速度の時間変化量と、加速期間中のウェイストゲート弁の開度の補正量との関係を示す図

[図6]本実施の形態による加速制御を説明するタイミングチャート

[図7]第１および第２の実施の形態による、車両が減速中にドライバにより加速された場合の加速制御を示すタイミングチャート

[図8]第１および第２の実施の形態による、車両が加速中にドライバによりさらに加速された場合の加速制御を示すタイミングチャート

[図9]第１および第２の実施の形態による動作を説明するフローチャート

[図10]比較例による加速制御を説明するタイミングチャート

[図11]第２の実施の形態によるＥＣＵの機能を説明するブロック図

[図12]加速開始時のタービン回転速度と基準タービン回転速度との差分と、加速期間中のウェイストゲート弁の開度の補正量との関係を示す図

[図13]第３の実施の形態におけるスロットル弁とウェイストゲート弁の協調制御による内燃機関の運転モードの切換え制御を説明する図

[図14]第３の実施の形態によるＥＣＵの機能を説明するブロック図

[図15]第３の実施の形態における加速制御を示すタイミングチャート

[図16]第３の実施の形態による動作を説明するフローチャート

[図17]第４の実施の形態において、Cooled-EGRシステムを備えた内燃機関の回転速度および充填効率の二次元マップの一例を示す図

[図18]Cooled-EGRシステムを導入することによる、ウェイストゲート弁の開度、スロットル弁の下流圧、およびタービン回転速度のそれぞれと充填効率との関係を示す図

[図19]第４の実施の形態によるＥＣＵの機能を説明するブロック図

[図20]第４の実施の形態における加速制御を示すタイミングチャート

[図21]第４の実施の形態による動作を説明するフローチャート

発明を実施するための形態

[0008] －第１の実施の形態－

図面を参照しながら、本発明の第１の実施の形態による内燃機関の制御装置について説明する。

図１はエンジン制御装置１００のシステム全体の概略構成図である。エンジン制御装置１００は、内燃機関１、吸気温度センサ２、ターボ過給機３、エアバイパス弁４、インタークーラ５、過給温度センサ６、スロットル弁７、吸気マニホールド８、過給圧センサ９、流動強化弁１０、吸気バルブ１１、排気バルブ１３、燃料噴射弁１５、点火プラグ１６、ノックセンサ１７、クランク角度センサ１８、ウェイストゲート弁１９、空燃比センサ２０、排気浄化触媒２１、ＥＧＲ（Exhausted Gas Recirculation）管２２、ＥＧＲクーラ２３、ＥＧＲ弁２４、温度センサ２５、差圧センサ２６およびＥＣＵ（Electronic Con

trol Unit）２７を備えている。

[0009] 内燃機関１には吸気流路および排気流路が連通している。吸気流路にはエアフローセンサおよびエアフローセンサに内蔵された吸気温度センサ２が組み付けられている。ターボ過給機３は、コンプレッサ３ａとタービン３ｂとによって構成され、コンプレッサ３ａが吸気流路に接続され、タービン３ｂが排気流路に接続されている。ターボ過給機３のタービン３ｂは、内燃機関１からの排気ガスの有するエネルギをタービン翼の回転エネルギに変換する。ターボ過給機３のコンプレッサ３ａは、タービン翼と連結されたコンプレッサ翼の回転によって、吸入流路から流入した吸入空気を圧縮する。

[0010] インタークーラ５は、ターボ過給機３のコンプレッサ３ａの下流に設けられ、コンプレッサ３ａにより断熱圧縮されて上昇した吸入空気の吸気温度を冷却する。過給温度センサ６は、インタークーラ５の下流に組み付けられ、インタークーラ５によって冷却された吸入空気の温度（過給温度）を計測する。スロットル弁７は、過給温度センサ６の下流に設けられ、吸入流路を絞り、内燃機関１のシリンダに流入する吸入空気量を制御する。スロットル弁７は、ドライバによるアクセルペダル踏量とは独立して弁開度の制御が可能な電子制御式バタフライ弁により構成される。スロットル弁７の下流には、過給圧センサ９が組み付けられた吸気マニホールド８が連通している。

[0011] なお、スロットル弁７の下流に設けられた吸気マニホールド８とインタークーラ５とを一体化させる構成としてもよい。この場合、コンプレッサ３ａの下流からシリンダに至るまでの容積を小さくできるので、加減速の応答性向上が可能になる。

[0012] 流動強化弁１０は、吸気マニホールド８の下流に配置され、吸入空気に偏流を生じさせることによって、シリンダ内部の流れの乱れを強化させる。内燃機関１は吸気バルブ１１および排気バルブ１３を備えている。吸気バルブ１１および排気バルブ１３は、バルブ開閉の位相を連続的に可変とするための可変動弁機構をそれぞれ有している。吸気バルブ１１および排気バルブ１３の可変動弁機構には、バルブの開閉位相を検知するためのセンサ１２およ

び１４がそれぞれ組み付けられている。内燃機関１のシリンダライナ部には、シリンダ内に直接燃料を噴射する直接式の燃料噴射弁１５が備えられている。なお、燃料噴射弁１５は、吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射方式であってもよい。

[0013] 内燃機関１のシリンダヘッド部には、シリンダ内に電極部を露出させ、スパークによって可燃混合気を引火する点火プラグ１６が組み付けられている。ノックセンサ１７は、シリンダブロックに設けられ、燃焼室内で発生するノックの有無を検出する。クランク角センサ１８は、クランク軸に組み付けられ、クランク軸の回転角度に応じた信号をクランク軸の回転速度を示す信号として後述するＥＣＵ２７へ燃焼周期ごとに出力する。

[0014] 空燃比センサ２０は、ターボ過給機３のタービン３ｂの下流に設けられ、検出された酸素濃度すなわち空燃比を示す信号をＥＣＵ２７へ出力する。排気浄化触媒２１は、空燃比センサ２０の下流に備えられ、排ガス中の一酸化炭素、窒素化合物および未燃炭化水素等の有害排出ガス成分を触媒反応によって浄化する。

[0015] ターボ過給機３には、エアバイパス弁４およびウェイストゲート弁１９が備えられている。エアバイパス弁４は、コンプレッサ３ａの下流からスロットル弁７の上流部までの圧力が過剰に上昇することを防ぐために、コンプレッサ３ａの上流と下流とを結ぶバイパス流路上に配置される。過給状態でスロットル弁７が急激に閉止された場合には、ＥＣＵ２７の制御に従ってエアバイパス弁４が開かれることにより、コンプレッサ３ａの下流部の圧縮された吸入空気がバイパス流路を通ってコンプレッサ３ａの上流部に逆流される。その結果、過給圧を低下させることが可能となる。

[0016] ウェイストゲート弁１９は、タービン３ｂの上流と下流とを結ぶバイパス流路上に配置される。ウェイストゲート弁１９は、ＥＣＵ２７の制御によって、過給圧に対して自由に弁開度が制御可能な電動式の弁である。過給圧センサ９により検知された過給圧に基づいてＥＣＵ２７によってウェイストゲート弁１９の開度が調整されると、排ガスの一部がバイパス流路を通過する

ことにより、排ガスがタービン３ｂに与える仕事を減じることができる。その結果、過給圧を目標圧に保持することができる。なお、ウェイストゲート弁１９の開度制御の詳細については、説明を後述する。

[0017] ＥＧＲ管２２は、排気浄化触媒２１の下流部の排気流路と、コンプレッサ３ａの上流部の吸気流路とを連通し、排気浄化触媒２１の下流から排ガスを分流して、コンプレッサ３ａの上流部へ還流する。ＥＧＲ管２２に備えられたＥＧＲクーラ２３は、排ガスを冷却する。ＥＧＲ弁２４は、ＥＧＲクーラ２３の下流に備えられ、排ガスの流量を制御する。ＥＧＲ管２２には、ＥＧＲ弁２４の上流部の排ガスの温度を検出する温度センサ２５と、ＥＧＲ弁２４の上流と下流との差圧を検出する差圧センサ２６とが設けられている。

[0018] ＥＣＵ２７は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ等を有し、エンジン制御装置１００の各構成要素を制御したり、各種のデータ処理を実行したりする演算回路である。ＥＣＵ２７には上述した各種のセンサと各種のアクチュエータとが接続されている。ＥＣＵ２７は、スロットル弁７、燃料噴射弁１１、可変動弁機構付き吸排気バルブ１２および１４、ＥＧＲ弁２４等のアクチュエータの動作を制御する。また、ＥＣＵ２７は、各種センサから入力された信号に基づいて、内燃機関１の運転状態を検知して、運転状態に応じて決定したタイミングで点火プラグ１６に点火させる。

[0019] 以下、ターボ過給機３に備えられたウェイストゲート弁１９の開度が、内燃機関１の加速挙動に与える影響について説明する。

図２は、ターボ過給機３にウェイストゲート弁１９が設けられている場合、加速開始時のウェイストゲート弁１９の状態、すなわち開度が異なるとき、内燃機関１の加速挙動に与える影響を説明する図である。図２（ａ）は、アクセルペダル踏量と時間との関係を示し、図２（ｂ）はスロットル弁７の開度と時間との関係を示す。図２（ｃ）はウェイストゲート弁１９と時間との関係を示し、図２（ｄ）は目標充填効率と時間との関係を示す。図２（ｅ）はタービン回転速度と時間との関係を示し、図２（ｆ）はスロットル弁７の前後差圧と時間との関係を示す。なお、図２（ｂ）～（ｆ）では、加速開

始前にウェイストゲート弁１９が閉じている場合を条件１として実線で示し、加速開始前にウェイストゲート弁１９が開いている場合を条件２として破線で示す。

[0020] 図２（ａ）は、時刻ｔ１～時刻ｔ２の間で、ドライバによりステップアップ的にアクセルペダル踏量が増加された場合を示している。図２（ｂ）に示すように、時刻ｔ１で加速が開始される前には、条件１のときのスロットル弁７は、条件２のときと比べて、閉じ側に設定される。そして、時刻ｔ１で加速が開始された後、要求トルクが過給域であると判定されると、スロットル弁７は全開となるように設定される。

[0021] 図２（ｃ）に示すように、時刻ｔ１で加速が開始されると、ウェイストゲート弁１９は、条件１の場合であっても条件２の場合であっても、全閉となるように設定される。加速開始後にウェイストゲート弁１９が全閉に設定されることによって、図２（ｄ）に示すように、車両が加速状態となってからは充填効率が増加する。この場合、図２（ｅ）に示すように、条件１の場合は、条件２の場合と比べて、タービン３ｂの回転速度が大きくなる。これは、時刻ｔ１以後車両が加速状態となっても時刻ｔ１以前のタービン３ｂの回転速度の差異が直ちに減少しないため、特に条件２のように時刻ｔ１以前にウェイストゲート弁１９が全開になっている場合には、過給仕事の増加が遅れることに起因する。タービン３ｂの回転速度の差異が減少しないため、図２（ｄ）に示すように、条件１の場合は時刻ｔ３で目標充填効率に達するが、条件２の場合には時刻ｔ３よりも遅い時刻ｔ４で目標充填効率に達する。したがって、条件２の場合は、条件１の場合と比べて充填効率の増加が遅れるため、目標充填効率、すなわち目標要求トルクに達するまでに時間を要する。換言すると、条件２の場合には加速性が悪化している。

[0022] 図２（ｆ）に示すように、条件１の場合では、条件２の場合と比べて、時刻ｔ１で加速が開始される前のスロットル弁７の前後差圧が大きい値を示している。このようなスロットル弁７の前後差圧は内燃機関１への吸排気時のエネルギ損失、すなわちンプ損失の要因となり、タービン３ｂの回転速度の

増加にも影響を与える。

[0023] 本実施の形態によるエンジン制御装置１００は、上述した加速性の悪化やポンプ損失等を防ぐために、加速中にウェイストゲート弁１９の開度を制御する。この場合、エンジン制御装置１００は、ウェイストゲート弁１９によって過給域のトルク制御を行う内燃機関１に対して、内燃機関１の同一の回転速度および負荷条件から同一のアクセルペダル踏量により加速された場合であっても、一律の加速プロフィールを実現するものである。すなわち、エンジン制御装置１００のＥＣＵ２７は、タービン３ｂの回転速度の時間変化量に基づいて、内燃機関１の過渡に起因して生じるターボ過給機３の状態の変動量を考慮して、スロットル弁７およびウェイストゲート弁１９を制御する。以下、ＥＣＵ２７による処理について詳細に説明する。

[0024] 図３は、ＥＣＵ２７の機能を模式的に説明する機能ブロック図である。図３に示すように、ＥＣＵ２７は、要求トルク演算部７０１、目標充填効率演算部７０２、目標スロットル弁開度演算部７０３、排ガス全エネルギ演算部７０４、目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５、目標タービン仕事演算部７０６、目標コンプレッサ仕事演算部７０７、タービン回転速度過渡挙動演算部７０８、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９、目標定常過給圧演算部７１０およびＰＩＤ定常補正量演算部７１１を機能的に備える。

[0025] 要求トルク演算部７０１は、内燃機関１の回転速度およびドライバによるアクセルペダル踏量に基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって内燃機関１に要求されるトルク（以後、要求トルクと呼ぶ）を算出する。なお、予め適合によって求められた内燃機関１の要求トルクは、内燃機関１の回転速度とアクセルペダル踏量とを軸とする二次元マップ上で表され、本マップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0026] 目標充填効率演算部７０２は、内燃機関１の回転速度と要求トルク演算部７０１により算出された要求トルクとに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって内燃機関１の目標充填効率を算出する。なお、予め適合によって求められた内燃機関１の目標充填効率は、内燃機関１の回転速度と要求ト

ルクとを軸とする二次元マップ上で表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0027] 目標スロットル弁開度演算部７０３は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率演算部７０２により算出された目標充填効率とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって目標とするスロットル弁７の開度（以後、目標スロットル弁開度と呼ぶ）を算出する。そして、目標スロットル弁開度演算部７０３は、スロットル弁７の開度が算出した目標スロットル弁開度となるように、指示信号（スロットル弁開度指令値）を出力する。なお、予め適合によって求められた目標スロットル弁開度は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率とを軸とする二次元マップ上で表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0028] 図４（ａ）は、目標スロットル弁開度を設定する際のマップを模式的に示す。図４（ａ）の破線で示すスロットル弁目標開度等高線上では、内燃機関１の回転速度と充填効率とによって決定されるスロットル弁７の開度が等しくなることを表している。非過給域の場合、すなわち内燃機関１の内部が大気圧以下の場合には、内燃機関１の回転速度が増加し、かつ充填効率が増加するほど、スロットル弁７の開度が大きくなるように設定される。過給域の場合、すなわち内燃機関１内部が大気圧を超える場合は、スロットル弁７は全開となるように設定される。

[0029] 図３に示す排ガス全エネルギ演算部７０４は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率演算部７０２により算出された目標充填効率とに基づいて、シリンダから排出される排ガスが有する全エネルギを算出する。この場合、まず、排ガス全エネルギ演算部７０４は、内燃機関１の回転速度と、算出された目標充填効率と、目標空燃比とを用いて、シリンダより排出される排ガスの質量流量を算出する。次に、排ガス全エネルギ演算部７０４は、内燃機関１の回転速度と算出された目標充填効率とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって排ガス温度を演算する。そして、排ガス全エネルギ演算部７０４は、算出した排ガスの質量流量と排ガス温度と排ガスの比熱とをパラメ

ータとして、以下の式（１）を用いて排ガスの全エネルギを算出する。なお、予め適合によって求められたシリンダより排出される排ガスの温度は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率を軸とする二次元マップ上で表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。

排ガス全エネルギ＝比熱×排ガス温度×排ガス質量流量　…（１）

[0030] 目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率演算部７０２により算出された目標充填効率とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間により目標とするウェイストゲート比率（目標ウェイストゲート比率）を算出する。ウェイストゲート比率は、シリンダから排出された排ガスのうち、タービン３ｂを通過せずにウェイストゲート弁１９が設けられたバイパス流路に迂回するガスの質量割合であり、０～１の値によって表される。目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、内燃機関１が過給域で同一回転速度の場合、目標充填効率が大きいほど、ウェイストゲート比率が小さくなるように値を設定する。一方、目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、非過給域では目標充填効率に関わらずウェイストゲート比率を最大値である１に設定して、ウェイストゲート弁１９を全開状態にさせる。なお、予め適合によって求められた目標ウェイストゲート比率は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率を軸とする二次元マップ上で表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0031] 目標タービン仕事演算部７０６は、排ガス全エネルギ演算部７０４で算出された排ガス全エネルギと、目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５により算出された目標ウェイストゲート比率とに基づいて、以下の式（２）を用いて目標タービン仕事を算出する。

目標タービン仕事＝目標ウェイストゲート比率×排ガス全エネルギ　…（２）

[0032] 目標コンプレッサ仕事演算部７０７は、目標タービン仕事演算部７０６によって算出された目標タービン仕事に基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって目標コンプレッサ仕事を演算する。なお、予め適合によって求め

られた目標コンプレッサ仕事は、目標タービン仕事を軸とするテーブルで表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0033] タービン回転速度過渡挙動演算部７０８は、タービン翼の慣性モーメントと、タービン回転摩擦仕事と、算出された目標タービン仕事と、算出された目標コンプレッサ仕事とに基づいて、以下の式（３）を用いてタービン３ｂの回転速度の時間変化率を演算する。そして、タービン回転速度過渡挙動演算部７０８は、算出したタービン３ｂの回転速度の時間変化率を時間積分することによって、タービン３ｂの回転速度の過渡挙動を演算する。

タービン回転速度の時間変化率＝（目標タービン仕事－目標コンプレッサ仕事－タービン回転摩擦仕事）／慣性モーメント …（３）

[0034] 目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、内燃機関１の回転速度と目標タービン仕事演算部７０６により算出された目標タービン仕事とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によってウェイストゲート弁１９の目標基準開度（以後、目標ウェイストゲート弁基準開度と呼ぶ）を演算する。なお、予め適合によって求められた目標ウェイストゲート弁基準開度は、内燃機関１の回転速度と目標タービン仕事とを軸とするテーブルで表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0035] 図４（ｂ）は目標ウェイストゲート弁基準開度を設定する際のマップを模式的に示す。図４（ｂ）の破線で示すウェイストゲート弁目標開度等高線上では、内燃機関１の回転速度と充填効率とによって決定されるウェイストゲート弁１９の開度が等しくなることを表している。排気流量が等流量線で示す流量以下の場合には、ウェイストゲート弁１９は全開となるように設定される。排気流量が等流量線で示す流量を超える場合には、内燃機関１の回転速度が減少し、かつ充填効率が増加するほどウェイストゲート弁１９は閉じ側に設定される。

[0036] さらに、図３の目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、タービン回転速度過渡挙動演算部７０８により算出された過渡挙動中のタービン３ｂの回転速度の時間変化率に基づいて、目標ウェイストゲート弁開度量を算出する。この場合

、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、加速開始時に過渡挙動中のタービン３ｂの回転速度の時間変化率が正の値の場合には、目標ウェイストゲート弁基準開度を閉じ側へ補正して、目標ウェイストゲート弁開度量を算出する。一方、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、加速開始時に過渡挙動中のタービン３ｂの回転速度の時間変化率が負の値の場合には、目標ウェイストゲート弁基準開度を開き側へ補正して、目標ウェイストゲート弁開度量を算出する。

[0037] 図５は、加速開始時のタービン３ｂの回転速度の時間変化率と、加速期間中のウェイストゲート弁１９の開度の補正量との関係を示す図である。加速開始時のタービン回転速度の時間変化率が正の値の場合は、タービン３ｂの回転が回転不足の状態であることを示している。したがって、タービン３ｂの回転速度を増加させるために、ウェイストゲート弁１９が閉じ側に補正される。一方、加速開始時のタービン３ｂの回転速度の時間変化率が負の値の場合は、タービン３ｂの回転が回転過剰の状態であることを示している。したがって、タービン３ｂの回転速度を減少させるために、ウェイストゲート弁１９が開き側に補正される。

[0038] 図３の目標定常過給圧演算部７１０は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率演算部７０２により算出された目標充填効率とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって目標定常過給圧を演算する。なお、予め適合によって求められた目標定常過給圧は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率とを軸とするテーブルで表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0039] ＰＩＤ定常補正量演算部７１１は、現在の過給圧と目標定常過給圧との差分に基づいて、ＰＩＤ制御によるフィードバック制御量を演算することにより、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９によって算出された目標ウェイストゲート弁開度量を定常補正する。そして、ＰＩＤ定常補正量演算部７１１は、定常補正した目標ウェイストゲート弁開度量をＷ／Ｇ弁開度指令値としてウェイストゲート弁１９へ出力して、ウェイストゲート弁１９の開度を制御する。この結果、加速開始時のタービン回転速度の回転不足または回転過剰による

加速プロフィールの変動を抑制して、ウェイストゲート弁１９の開度を制御することによってドライバによる加速要求に応じたトルクプロフィールが実現される。

[0040] なお、排ガス全エネルギ演算部７０４、目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５、目標タービン仕事演算部７０６、目標コンプレッサ仕事演算部７０７およびタービン回転速度過渡挙動演算部７０８がタービン３ｂの回転速度を演算するものに限定されない。すなわち、タービン回転速度センサを設けて、タービン３ｂの回転速度を直接検出する構成としても同様が得られる。

[0041] 図６は、ＥＣＵ２７が上述した処理を行うことによって実行される加速制御を示す。図６（ａ）は、異なる３つの条件でのアクセルペダル踏量と時間との関係、図６（ｂ）はアクセルペダル踏量に応じたスロットル弁７の開度と時間との関係を示す。図６（ｃ）はアクセルペダル踏量に応じたウェイストゲート弁１９の開度と時間との関係、図６（ｄ）はアクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７とウェイストゲート弁１９との開度が制御されたことによる充填効率と時間との関係を示している。図６では、３つの条件のうちアクセルペダル踏量が最大の場合を条件１として実線で示し、アクセルペダル踏量が中間の場合を条件２として破線で示し、アクセルペダル踏量が最少の場合を条件３として一点鎖線で示す。

[0042] 図６（ａ）は、時刻ｔ１～ｔ２の間でアクセルペダル踏量が増加、すなわち加速されたことを示している。アクセルペダル踏量の増加に伴って、図６（ｂ）に示すように、スロットル弁７が全開状態とされる。一方、図６（ｃ）に示すように、アクセルペダル踏量が最大の条件１の場合は、ウェイストゲート弁１９の開度は３つの条件のうちで最も閉じ側に設定される。アクセルペダル踏量が最少の条件３の場合は、ウェイストゲート弁１９の開度は３つの条件のうちで最も開き側に設定される。アクセルペダル踏量が中間の条件２の場合は、ウェイストゲート弁１９の開度は３つの条件のうちの中間の開度に設定される。すなわち、アクセルペダル踏量が大きいほど、加速終了時（時刻ｔ２）でのウェイストゲート弁１９の開度が閉じ側になるように設

定される。

[0043] 上記のようにスロットル弁７とウェイストゲート弁１９とが制御されると、充填効率が上昇して、アクセルペダル踏量に基づいて定まる目標充填効率に達する。図６（ｄ）に示すように、条件１の場合には時刻ｔ３で、条件２では時刻ｔ４で、条件３では時刻ｔ５でそれぞれ目標充填効率に達する。すなわち、アクセルペダル踏量が大きいほど、換言するとウェイストゲート弁１９の開度が閉じ側に設定されているほど、目標充填効率に達するまでの時間が短くなる。そして、目標充填効率に達した時点で、充填効率が目標状態に保持されるようにウェイストゲート弁１９の開度が制御される。図６（ｃ）に示すように、条件１の場合では時刻ｔ３で、条件２では時刻ｔ４で、条件３では時刻ｔ５で、ウェイストゲート弁１９の開度が開き側に設定される。この結果、定常状態ではターボ過給機３の無駄仕事を排除して燃費低減を実現し、加速状態ではドライバによる加速要求に応じたトルクプロフィールを実現する。

[0044] 図７は、ＥＣＵ２７が内燃機関１の過渡に起因して生じたターボ過給機３の増加変動分、すなわち車両が減速中にドライバにより加速された場合を考慮してスロットル弁７およびウェイストゲート弁１９の開度を制御した場合の加速制御を示すタイミングチャートである。図７（ａ）は、アクセルペダル踏量と時間との関係、図７（ｂ）はアクセルペダル踏量に応じたスロットル弁７の開度と時間との関係を示す。図７（ｃ）はアクセルペダル踏量に応じたウェイストゲート弁１９の開度と時間との関係、図７（ｄ）はタービン回転速度と時間との関係を示す。図７（ｅ）はスロットル弁７の下流圧と時間との関係を示し、図７（ｆ）はアクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７とウェイストゲート弁１９との開度が制御されたことによる充填効率と時間との関係を示している。図７（ｃ）～（ｆ）では、３つの条件のうち基準加速条件を条件１として実線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施しなかった場合を条件２として破線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施した場合を条件３として一点鎖線で示す。

[0045] 図７（ａ）は、時刻ｔ１～ｔ２の間でアクセルペダル踏量が増加、すなわち加速されたことを示している。要求トルクが過給域であると判断されると、図７（ｂ）に示すように、アクセルペダル踏量の増加に伴って、スロットル弁７が全開状態とされる。図７（ｃ）に示すように、条件１および条件２の場合には、加速終了時（時刻ｔ２）でのウェイストゲート弁１９の開度が実質的に同じ開度となるように閉じ側に設定される。これに対して、条件３の場合には、時刻ｔ２でのウェイストゲート弁１９の開度は、条件１および条件２の場合よりも開き側に設定される。このため、図７（ｄ）に示すように、過渡補正を行っていない条件２の場合のタービン回転速度の増加プロフィールは、基準加速条件である条件１の場合のタービン３ｂの回転速度の増加プロフィールと比べて、著しく増加側で推移する。さらに、図７（ｅ）に示すように、条件２の場合には、スロットル弁７の下流圧力は、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧力の増加プロフィールと比べて、著しく増加側で推移する。その結果、図７（ｆ）に示すように、条件２の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールと比べて増加側で推移して、条件１で目標充填効率となる時刻ｔ４よりも早い時刻ｔ３で目標充填効率に到達する。

[0046] 上記のように過渡補正を行っていない場合（条件２）と比べて、過渡補正を行った条件３の場合のタービン３ｂの回転速度は、図７（ｄ）に示すように、基準加速条件である条件１の場合のタービン３ｂの回転速度の増加プロフィールに近いプロフィールになる。さらに、図７（ｅ）に示すように、条件３の場合には、スロットル弁７の下流圧力は、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧力の増加プロフィールとほぼ一致する。その結果、図７（ｆ）に示すように、条件３の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールとほぼ一致するので、条件１と条件３では、時刻ｔ４で目標充填効率に到達する。

[0047] 図８は、ＥＣＵ２７が内燃機関１の過渡に起因して生じたターボ過給機３の減少変動分、すなわち車両が加速中にドライバによりさらに加速された場

合を考慮してスロットル弁７およびウェイストゲート弁１９の開度を制御した場合の加速制御を示すタイミングチャートである。図８（ａ）は、アクセルペダル踏量と時間との関係、図８（ｂ）はアクセルペダル踏量に応じたスロットル弁７の開度と時間との関係を示す。図８（ｃ）はアクセルペダル踏量に応じたウェイストゲート弁１９の開度と時間との関係、図８（ｄ）はタービン回転速度と時間との関係を示す。図８（ｅ）はスロットル弁７の下流圧と時間との関係を示し、図８（ｆ）はアクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７とウェイストゲート弁１９との開度が制御されたことによる充填効率と時間との関係を示している。なお、図８（ｃ）～（ｆ）では、３つの条件のうち基準加速条件を条件１として実線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施しなかった場合を条件２として破線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施した場合を条件３として一点鎖線で示す。

[0048] 図８（ａ）は、時刻ｔ１～ｔ２の間でアクセルペダル踏量が増加、すなわち加速されたことを示している。現在のトルクおよび要求トルクが過給域にある場合には、図８（ｂ）に示すように、アクセルペダル踏量が増加された後もスロットル弁７は全開状態に保持される。図８（ｃ）に示すように、条件１および条件２の場合には、加速終了時（時刻ｔ２）でのウェイストゲート弁１９の開度が実質的に同じ開度となるように閉じ側に設定される。これに対して、条件３の場合には、時刻ｔ２でのウェイストゲート弁１９の開度は、条件１および条件２の場合よりも閉じ側に設定される。このため、図８（ｄ）に示すように、過渡補正を行っていない条件２の場合のタービン３ｂの回転速度の増加プロフィールは、基準加速条件である条件１の場合のタービン３ｂの回転速度の増加プロフィールと比べて、著しく減少側で推移する。さらに、図８（ｅ）に示すように、条件２の場合には、スロットル弁７の下流圧力は、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧力の増加プロフィールと比べて、著しく減少側で推移する。その結果、図８（ｆ）に示すように、条件２の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールと比べて減少側で推移して、条件１で目標充填効率となる時刻ｔ３よりも遅い

時刻ｔ４で目標充填効率に到達する。

[0049] 上記のように過渡補正を行っていない場合（条件２）と比べて、過渡補正を行った条件３の場合のタービン３ｂの回転速度は、図８（ｄ）に示すように、基準加速条件である条件１の場合のタービン３ｂの回転速度の増加プロフィールに近いプロフィールになる。さらに、図８（ｅ）に示すように、条件３の場合には、スロットル弁７の下流圧力は、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧力の増加プロフィールに近いプロフィールになる。その結果、図８（ｆ）に示すように、条件３の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールに近いプロフィールになるので、条件１と条件３では、時刻ｔ３で目標充填効率に到達する。

[0050] したがって、図７で示した車両の減速中に加速する場合あっても、図８で示した車両の加速中にさらに加速する場合であっても、加速開始時のタービン３ｂの回転速度の回転過剰による加速プロフィールの変動を抑制できる。その結果、ウェイストゲート弁１９の開度を制御することによって、ドライバの加速要求に応じたトルクプロフィールを実現できる。

[0051] 図９のフローチャートを用いて、第１の実施の形態によるＥＣＵ２７による加速制御処理について説明する。図９のフローチャートに示す各処理は、ＥＣＵ２７によりプログラムを実行して行われる。このプログラムは、メモリ（不図示）に格納されており、イグニッションスイッチがオンされるとＥＣＵ２７により起動され、実行される。

[0052] ステップＳ６０１では、ドライバによるアクセルペダル踏量と内燃機関１の回転速度とに基づいて、要求トルクを算出してステップＳ６０２へ進む。ステップＳ６０２では、要求トルクの時間変化率に基づいて加速判定を行う。要求トルクが時間変化に応じて増加している場合、すなわち加速中の場合には、ステップＳ６０２が肯定判定されてステップＳ６０３へ進む。要求トルクが時間変化に応じて減少している場合、すなわち加速中ではない場合には、ステップＳ６０２が否定判定されて処理を終了する。

[0053] ステップＳ６０３では、算出された要求トルクが過給域内か否かを判定す

る。要求トルクが過給域内の場合には、ステップＳ６０３が肯定判定されてステップＳ６０４へ進む。要求トルクが過給域内ではない場合には、ステップＳ６０３が否定判定されて処理を終了する。ステップＳ６０４では、スロットル弁７の開度を全開にさせてステップＳ６０５へ進む。ステップＳ６０５においては、上述したように目標ウェイストゲート弁基準開度を算出してステップＳ６０６へ進む。ステップＳ６０６では、タービン３ｂの回転速度を検出してステップＳ６０７へ進む。

[0054] ステップＳ６０７では、内燃機関１の現在の回転速度とトルクとで定まるタービン回転速度定常収束値を基準値として算出し、加速開始時でのタービン３ｂの回転速度と基準値とを比較して、加速開始時のタービン３ｂの回転数が不足しているか否かを判定する。タービン３ｂの回転数が不足している場合、すなわち加速開始時のタービン３ｂの回転速度が基準値未満の場合には、ステップＳ６０７が肯定判定されてステップＳ６０８へ進む。ステップＳ６０８では、ステップＳ６０５で算出された目標ウェイストゲート弁基準開度に対して閉じ側の補正をして目標ウェイストゲート弁開度量を算出し、処理を終了する。

[0055] タービン３ｂの回転数が不足していない場合、すなわち加速開始時のタービン回転速度が基準値以上の場合には、ステップＳ６０７が否定判定されてステップＳ６０９へ進む。ステップＳ６０９では、タービン３ｂの回転数が過剰であるか否かを判定する。タービン３ｂの回転数が過剰の場合、すなわち加速開始時のタービン３ｂの回転速度が基準値を超える場合には、ステップＳ６０９が肯定判定されてステップＳ６１０へ進む。ステップＳ６１０では、ステップＳ６０５で算出された目標ウェイストゲート弁基準開度に対して開き側の補正をして目標ウェイストゲート弁開度量を算出し、処理を終了する。タービン３ｂの回転数が過剰ではない場合、すなわち加速開始時のタービン３ｂの回転速度が基準値と等しい場合には、ステップＳ６０９が否定判定されて、ステップＳ６０５で算出された目標ウェイストゲート弁基準開度に対して補正を行うことなく処理を終了する。

[0056] 上述した第１の実施の形態によるエンジン制御装置１００によれば、次の作用効果が得られる。

（１）エンジン制御装置１００は、タービンの上流部から下流部へ排ガスの一部を迂回させることによって、タービンが排ガスから受ける仕事率を制御可能に構成されたウェイストゲート弁１９を備えている内燃機関１を制御する。エンジン制御装置１００のＥＣＵ２７は、内燃機関１の同一回転速度および同一負荷からの同一アクセルペダル操作量による加速の時に、加速開始時のウェイストゲート弁１９の開度が大きいほど、加速期間中のウェイストゲート弁１９の開度をより閉じ側に制御するようにした。

[0057] さらに、ＥＣＵ２７は、内燃機関１の同一回転速度および同一負荷から同一アクセルペダル操作量により加速された時に、加速開始時のウェイストゲート弁１９の開度が同じ場合には、過給域では回転速度が大きくかつ負荷が小さいほど、非過給域では回転速度が大きくかつ負荷が大きいほど、加速期間中のウェイストゲート弁１９の開度をより閉じ側に制御するようにした。より具体的には、ＥＣＵ２７は、内燃機関１の過給域において、要求トルクに応じてウェイストゲート弁１９の開度を制御するＰＩＤ定常補正量演算部７１１と、内燃機関１の加速時に、加速開始時のタービン３ｂの回転速度が減少状態の場合には、ウェイストゲート弁１９の開度を開き側に補正する目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９とを機能的に備えるようにした。この結果、タービン３ｂを回転過剰な状態で加速した場合に発生するような過剰な加速を防止できる。したがって、内燃機関１の同一回転速度および同一負荷からの同一アクセルペダル踏量により加速された条件下で、ウェイストゲート弁１９の開度を制御することにより、充填効率に対して一律の加速プロフィールを実現できる。

[0058] 従来技術では、過給域ではドライバによるアクセルペダル踏量の増加とともにスロットル弁を全開状態とし、ウェイストゲート弁を全閉状態としていた。図１０に、従来からの技術を比較例とした場合の加速制御を示す。図１０（ａ）は、異なる３つの条件でのアクセルペダル踏量と時間との関係、図

１０（ｂ）はアクセルペダル踏量に応じたスロットル弁７の開度と時間との関係を示す。図１０（ｃ）はアクセルペダル踏量に応じたウェイストゲート弁１９の開度と時間との関係、図１０（ｄ）はアクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７とウェイストゲート弁１９との開度が制御されたことによる充填効率と時間との関係を示している。なお、図１０では、３つの条件のうちアクセルペダル踏量が最大の場合を条件１として実線で示し、アクセルペダル踏量が中間の場合を条件２として破線で示し、アクセルペダル踏量が最少の場合を条件３として一点鎖線で示す。

[0059] 図１０（ａ）に示すように、時刻ｔ１～ｔ２の間でアクセルペダル踏量が増加、すなわち加速されると、アクセルペダル踏量の増加に伴って、図１０（ｂ）に示すように、スロットル弁７が全開状態とされる。一方、図１０（ｃ）に示すように、全ての条件１～３の場合で、時刻ｔ２で、ウェイストゲート弁１９の開度は実質的に同一の開度、すなわち全閉状態に設定される。

[0060] 上記のようにスロットル弁７とウェイストゲート弁１９とが制御されると、充填効率が上昇して、アクセルペダル踏量に基づいて定まる目標充填効率に達する。図１０（ｄ）に示すように、条件１の場合には時刻ｔ３で、条件２では時刻ｔ４で、条件３では時刻ｔ５でそれぞれ目標充填効率に達する。そして、目標充填効率に達した時点、すなわち条件１では時刻ｔ３、条件２では時刻ｔ４、条件３では時刻ｔ５にて、目標状態に保持されるようにウェイストゲート弁１９の開度が制御される。この場合、定常状態ではターボ過給機による無駄仕事を排除することができるとともに、加速状態ではターボ過給機が有する最大限の応答性が引き出される。しかし、図１０（ｄ）に示すように、目標充填効率に達するまでの期間は、全ての条件１～３の場合、すなわちアクセルペダル踏量が異なる場合であっても、充填効率は同一のプロフィールを経ることになる。このため、目標充填効率に達するまでは、アクセルペダル踏量に応じたトルク調整ができなくなるので、ドライバは加速性に対する違和感を覚えることになる。

[0061] 上記の比較例に対して、本実施の形態のエンジン制御装置１００では、加

速開始時のウェイストゲート弁１９の開度の違いによる加速プロフィールの変動を考慮して加速期間中のウェイストゲート弁１９の開度を制御するので、充填効率は図７（ｆ）、図８（ｆ）に示すようなプロフィールを経ることになる。その結果、図５に示すように、定常状態ではターボ過給機３の無駄仕事を排除するとともに、加速時にはドライバによるアクセルペダル踏量に応じてトルクプロフィールを実現できる。

[0062] （２）目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、内燃機関１の加速時に、加速開始時のタービン３ｂの回転速度が増加状態にある場合には、ウェイストゲート弁１９の開度を閉じ側に補正するようにした。この結果、タービン３ｂの回転不足の状態で加速した場合に発生するような加速不足を防止できる。したがって、内燃機関１の同一回転速度および同一負荷からの同一アクセルペダル踏量により加速された条件下で、ウェイストゲート弁１９の開度を制御することにより、充填効率に対して一律の加速プロフィールを実現できる。

[0063] （３）ＥＣＵ２７は、加速開始時のタービン３ｂの回転速度を算出するタービン回転速度過渡挙動演算部７０８を機能的に備える。そして、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、タービン回転加速度過渡挙動演算部７０８により加速開始時のタービン３ｂの回転速度が減少状態にあると推定された場合には、ウェイストゲート弁１９の開度を開き側に補正するようにした。この結果、タービン３ｂの回転過剰な状態で加速した場合に発生するような過剰な加速を防止できる。したがって、内燃機関１の同一回転速度および同一負荷からの同一アクセルペダル踏量により加速された条件下で、ウェイストゲート弁１９の開度を制御することにより、充填効率に対して一律の加速プロフィールを実現できる。

[0064] －第２の実施の形態－

図面を参照して、第２の実施の形態によるエンジン制御装置について説明する。以下の説明では、第１の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第１の実施の形態と同じである。本実施の形態では、加速開始時のタービン回転速度と定常

タービン回転速度との比較に基づいて、内燃機関の過渡に起因するターボ過給機の状態の増加変動分または減少変動分を検出する点で、第１の実施の形態と異なる。

[0065] 図１１は、第２の実施の形態によるエンジン制御装置１００が有するＥＣＵ２７の機能を模式的に説明する機能ブロック図である。図１１のＥＣＵ２７は、第１の実施の形態のＥＣＵ２７が有する機能に加えて、定常タービン回転速度演算部８０１と目標タービン回転プロフィール演算部８０２とを機能的に備える。

[0066] 定常タービン回転速度演算部８０１は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率演算部７０２によって算出された目標充填効率とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって定常タービン回転速度を算出する。なお、なお、予め適合によって求められた定常タービン回転速度は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率とを軸とする二次元マップで表され、このマップは予め所定の記録領域に記録されている。目標タービン回転プロフィール演算部８０２は、定常タービン回転速度演算部８０１によって算出された目標タービン回転速度を入力すると、一次遅れ伝達関数に基づいて目標タービン回転プロフィールを算出する。

[0067] 目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、第１の実施の形態の場合と同様にして、目標ウェイストゲート弁基準開度を算出する。さらに、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、タービン回転速度と目標タービン回転プロフィールとを比較して、目標ウェイストゲート弁開度量を算出する。この場合、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、加速開始時のタービン３ｂの回転速度が目標タービン回転プロフィールの値よりも大きい場合には、目標ウェイストゲート弁基準開度を開き側へ補正して、目標ウェイストゲート弁開度量を算出する。一方、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、加速開始時のタービン３ｂの回転速度が目標タービン回転プロフィールの値よりも小さい場合には、目標ウェイストゲート弁基準開度を閉じ側へ補正して、目標ウェイストゲート弁開度量を算出する。

[0068] 図１２は、加速開始時のタービン３ｂの回転速度と基準タービン回転速度との差分と、加速期間中のウェイストゲート弁１９の開度の補正量との関係を示している。加速開始時のタービン３ｂの回転速度と基準タービン回転速度との差分が正の値の場合、タービン３ｂの回転が回転過剰な状態にあることから、タービンの回転数を減少させるためにウェイストゲート弁１９の開度が開き側に補正される。加速開始時のタービン３ｂの回転速度と基準タービン回転速度との差分が負の値の場合には、タービン３ｂの回転が回転不足な状態、すなわちタービン３ｂの回転は過渡状態である。したがって、タービン３ｂの回転速度を増加させるために、ウェイストゲート弁１９が閉じ側に補正される。

[0069] なお、第２の実施の形態においても、排ガス全エネルギ演算部７０４、目標タービン仕事演算部７０６、目標コンプレッサ仕事演算部７０７、タービン回転速度過渡挙動演算部７０８および目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０９がタービン３ｂの回転速度を演算するものに限定されない。すなわち、タービン回転速度センサを設けて、タービン３ｂの回転速度を直接検出する構成としても同様が得られる。

[0070] 第２の実施の形態においても、上記の構成を有するＥＣＵ２７が、第１の実施の形態で説明した図９のフローチャートに示す処理を行うことによって、加速開始時のタービン３ｂの回転不足または回転過剰による加速プロフィールの変動を抑制し、ウェイストゲート弁１９によってドライバの加速要求に応じたトルクプロフィールを実現できる。その結果、第２の実施の形態によるエンジン制御装置１００は、第１の実施の形態のエンジン制御装置１００と同様に、図８および図９のタイミングチャートに示す加速制御を実現する。

[0071] 上述した第２の実施の形態によるエンジン制御装置１００によれば、第１の実施の形態により得られる作用効果に加えて、次の作用効果が得られる。

ＥＣＵ２７は、内燃機関１の回転速度と負荷とに基づいて基準タービン回転速度を算出する定常タービン回転速度演算部８０１を機能的に備える。そ

して、目標W／G開度演算部７０９は、加速開始時のタービン３ｂの回転速度が算出された基準タービン回転速度よりも大きいほど、ウェイストゲート弁１９の開度をより開き側に制御するようにした。この結果、加速開始時のタービン３ｂの回転速度の回転不足または回転過剰に起因する加速プロフィールの変動を抑制し、ドライバの加速要求に応じたトルクプロフィールを実現できる。さらには、タービン回転プロフィールを設計パラメータとして、アクセルペダル踏量に対する加速の調整が可能になる。

[0072] －第３の実施の形態－

図１３～図１６を参照して、第３の実施の形態によるエンジン制御装置について説明する。以下の説明では、第２の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第１および第２の実施の形態と同じである。本実施の形態では、スロットル弁とウェイストゲート弁との協調制御によって、内燃機関の運転モードが加速性重視モードと燃費性重視モードとの間で切換え可能に構成されている。そして、上記切換えの制御に起因して生じる加速開始時のターボ過給機の状態の変動を考慮して、スロットル弁およびウェイストゲート弁の開度を制御する点で、第１および第２の実施の形態と異なる。

[0073] まず、図１３を用いてスロットル弁７とウェイストゲート弁１９との協調制御による加速性重視モードと燃費性重視モードとの切換え制御について説明する。図１３（ａ）は、燃費性能と加速性能との間のトレードオフの関係を説明する図である。図１３（ａ）に示すように、加速性重視モードの場合には、加速性能は向上するが燃費性能が悪化する、すなわちタービン３ｂの回転速度とポンプ損失が増加する。また、燃費性重視モードの場合には、燃費性能は向上するが、加速性能は悪化する、すなわちタービン３ｂの回転速度とポンプ損失が減少する。上記のようなトレードオフの関係を有する加速性重視モードと燃費性重視モードとを切換える際に、同一の内燃機関１の回転速度および負荷条件下で、スロットル弁７とウェイストゲート弁１９の各開度の組み合わせを変化させる。その結果、図１３（ａ）の破線で示す線上

に沿って、加速性能と燃費性能とを変化させることができる。

[0074] 図１３（ｂ）は、加速性重視モードおよび燃費性重視モードに対する目標スロットル弁開度の関係を示す図である。図１３（ｂ）に示すように、燃費性能を重視するほどスロットル弁７の開度は開き側に設定される。加速性を重視するほどスロットル弁７の開度は閉じ側に設定される。図１３（ｃ）は、加速性重視モードおよび燃費性重視モードに対する目標ウェイストゲート弁開度量の関係を示す図である。図１３（ｃ）に示すように、燃費性能を重視するほどウェイストゲート弁１９の開度は開き側に設定される。加速性を重視するほどウェイストゲート弁１９の開度は閉じ側に設定される。本実施の形態においては、図１３（ｂ）および図１３（ｃ）で表す関係と、図４に示す目標スロットル弁開度マップおよび目標ウェイストゲート弁開度マップが表す関係とを考慮することによって、内燃機関１の運転モードを加速性重視モードと燃費性重視モードとの間で切換える。以下、詳細に説明する。

[0075] 図１４は、第３の実施の形態によるＥＣＵ２７の機能を模式的に説明するブロック図である。図１４のＥＣＵ２７は、第２の実施の形態のＥＣＵ２７が有する機能に加えて、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１を機能的に備える。

[0076] 燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１は、内燃機関１の回転速度と、要求トルク演算部７０１で算出された要求トルクと、変速機の設定状態とに基づいて、燃費重視モードと加速性重視モードとの間で、内燃機関１の運転モードを切換える。燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１は、運転モードを切換える際に、運転モードの選択基準として、たとえば内燃機関１の過渡頻度を用いる。燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１は、過渡頻度が小さいと判断した場合は、運転モードを燃費性重視モードに切換え、過渡頻度が大きいと判断した場合は、運転モードを加速性重視モードに切換える。

[0077] 目標スロットル弁開度演算部７０３は、第１および第２の実施の形態の場合と同様にして、目標スロットル弁開度を算出する。そして、目標スロット

ル弁開度演算部７０３は、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１によって切換えされた運転モードに応じて、算出した目標スロットル弁開度を補正する。この場合、目標スロットル弁開度演算部７０３は、算出した目標スロットル弁開度を、図１３（ｂ）に基づいて補正する。そして、目標スロットル弁開度演算部７０３は、補正した目標スロットル弁開度をスロットル弁開度指令値として出力する。

[0078] 目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、第１および第２の実施の形態の場合と同様にして、目標ウェイストゲート比率を算出する。そして、目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１によって切換えされた運転モードに応じて、算出した目標ウェイストゲート比率を補正する。換言すると、目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、算出した目標ウェイストゲート比率を、図１３（ｃ）に基づいて補正する。そして、目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、補正した目標ウェイストゲート比率を目標タービン仕事演算部７０６へ出力する。

[0079] 定常タービン回転速度演算部８０１は、第２の実施の形態の場合と同様にして、定常タービン回転速度を算出する。そして、定常タービン回転速度演算部８０１は、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１によって切換えされた運転モードに応じて、算出した定常タービン回転速度を補正して、目標タービン回転プロフィール演算部８０２へ出力する。目標タービン回転プロフィール演算部８０２は、第２の実施の形態の場合と同様にして、目標タービン回転プロフィールを算出する。そして、目標タービン回転プロフィール演算部８０２は、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１によって切換えられた運転モードに応じて、算出した目標タービン回転プロフィールを補正する。この場合、目標タービン回転プロフィール演算部８０２は、目標タービン回転プロフィールを算出する際に用いる一次遅れ伝達関数のうち、加速性を重視するほど時定数をより小さい側に設定する。目標定常過給圧演算部７１０は、第１および第２の実施の形態の場合と同様にして、目標定常過給圧を算出し、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１によって切換

えられた運転モードに応じて、算出した目標定常過給圧を補正する。

[0080] 図１５は、第３の実施の形態のＥＣＵ２７が協調制御によって内燃機関１の運転モードを切換え制御することに起因して生じる加速開始時のターボ過給機３の状態の変動を考慮して、スロットル弁７とウェイストゲート弁１９の開度を制御した場合の加速制御を示すタイミングチャートである。図１５（ａ）は、アクセルペダル踏量と時間との関係、図１５（ｂ）はアクセルペダル踏量に応じたスロットル弁７の開度と時間との関係を示す。図１５（ｃ）は、アクセルペダル踏量に応じたウェイストゲート弁１９の開度と時間との関係、図１５（ｄ）はタービン回転速度と時間との関係を示す。図１５（ｅ）はスロットル弁７の下流圧と時間との関係、図１５（ｆ）はアクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７とウェイストゲート弁１９との開度が制御されたことによる充填効率と時間との関係を示している。なお、図１５（ｃ）～（ｆ）では、３つの条件のうち基準加速条件を条件１として実線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施しなかった場合を条件２として破線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施した場合を条件３として一点鎖線で示す。

[0081] 図１５（ａ）は、時刻ｔ１～ｔ２の期間でアクセルペダル踏量が増加、すなわち加速されたことを示している。要求トルクが過給域であると判定されると、図１５（ｂ）に示すように、アクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７が全開状態とされる。図１５（ｃ）に示すように、条件１および条件２の場合には、加速終了時（時刻ｔ２）でのウェイストゲート弁１９の開度が実質的に同じ開度となるように閉じ側に設定される。これに対して、条件３の場合には、時刻ｔ２でのウェイストゲート弁１９の開度は、条件１および条件２の場合よりも開き側に設定される。このため、図１５（ｄ）に示すように、過渡補正を行っていない条件２の場合のタービン回転速度の増加プロフィールは、基準加速条件である条件１の場合のタービン回転速度の増加プロフィールと比べて、著しく増加側で推移する。さらに、図１５（ｅ）に示すように、条件２の場合には、スロットル弁７の下流圧の増加プロフィール

とは、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧の増加プロフィールと比べて、著しく増加側で推移する。その結果、図１５（ｆ）に示すように、条件２の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールと比べて増加側で推移して、条件１で目標充填効率となる時刻ｔ４よりも早い時刻ｔ３で目標充填効率に到達する。

[0082] 上記のように過渡補正を行っていない場合（条件２）と比べて、過渡補正を行った条件３の場合のタービン回転速度は、図１５（ｄ）に示すように、基準加速条件である条件１の場合のタービン回転速度の増加プロフィールに近いプロフィールになる。さらに、図１５（ｅ）に示すように、条件３の場合には、スロットル弁７の下流圧力は、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧力の増加プロフィールとほぼ一致する。その結果、図１５（ｆ）に示すように、条件３の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールとほぼ一致するので、条件１と条件３では、時刻ｔ４で目標充填効率に到達する。

[0083] 図１６のフローチャートを用いて、第３の実施の形態のＥＣＵ２７による加速制御処理について説明する。図１６のフローチャートに示す各処理は、ＥＣＵ２７によりプログラムを実行して行われる。このプログラムは、メモリ(不図示)に格納されており、ＥＣＵ１７により起動され実行される。

[0084] ステップＳ８０１（要求トルク算出）は、図９のステップＳ６０１（要求トルク算出）と同様の処理である。ステップＳ８０２では、要求トルクの時間変化履歴や変速機の状態等の情報に基づいて、内燃機関１の運転モードを燃費性重視モードと加速性重視モードとの間で切換えてステップＳ８０３へ進む。ステップＳ８０３（加速判定）からステップＳ８１１（ウェイストゲート弁開き側補正）までの各処理は、図９のステップＳ６０２（加速判定）からステップＳ６１０（ウェイストゲート弁開き側補正）までの各処理と同様である。

[0085] 上述した第３の実施の形態によるエンジン制御装置１００によれば、第１および第２の実施の形態により得られる作用効果に加えて、次の作用効果が

得られる。

ＥＣＵ７２は、スロットル弁７の開度と、ウェイストゲート弁１９の開度との組み合わせによって、内燃機関１の運転モードを、加速性を重視するモードと燃費性を重視するモードとの間で切換える燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１を機能的に備える。そして、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１によって切換えられた運転モードに基づいて、ウェイストゲート弁１９の目標ウェイストゲート弁開度量を補正するようにした。その結果、内燃機関１の同一回転速度および同一負荷条件からの同一アクセルペダル踏量による中間加速条件下で一律の加速プロフィールを実現する場合に、運転モードに応じた中間加速プロフィールを設定することができる。

[0086] 上述した第３の実施の形態によるエンジン制御装置１００を、以下のように変形できる。

燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１による内燃機関１の運転モードの切換えは、内燃機関１の回転速度と要求トルクと変速機の設定状態に基づくものに限定されない。たとえば、ドライバによるスイッチ操作に応じて、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１は内燃機関１の運転モードを切換えてもよい。また、車両がカメラ等の下界認識システムを有する場合には、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１は、下界認識システムからの出力に基づいて内燃機関１の過渡頻度の要否を推定し、推定結果に応じて内燃機関１の運転モードを切換えてもよい。すなわち、上述したように、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１は、過渡頻度が小さいと推定すると燃費性重視モードを設定し、過渡頻度が大きいと推定すると加速性重視モードを設定すればよい。さらには、車両がナビゲーション装置を備える場合には、燃費重視／加速重視運転モード切換部９０１は、ナビゲーション装置が有する地図情報を活用して過渡頻度の要否を推定し、推定結果に応じて、内燃機関１の運転モードを切換えてもよい。

[0087] －第４の実施の形態－

図１７～図２１を参照して、第４の実施の形態によるエンジン制御装置について説明する。以下の説明では、第２の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第１および第２の実施の形態と同じである。本実施の形態では、内燃機関はCooled-EGRシステムを備え、Cooled-EGR量の違いに起因して生じる加速開始時のターボ過給機の状態の変動を考慮して、スロットル弁およびウェイストゲート弁の開度を制御する点で、第１および第２の実施の形態と異なる。

[0088] 図１７を用いて、Cooled-EGRシステムを備えた内燃機関１が、Cooled-EGRを導入する運転領域を説明する。図１７は、内燃機関１の回転速度および充填効率の二次元マップである。本実施の形態では、図１７のうち破線で囲んだ領域、すなわち過給域および非過給域の比較的高負荷領域で、従来からこの領域で実施されていたリッチ制御に代えて、Cooled-EGRを導入しつつ、ストイキ燃焼を行う。その結果、燃料消費の無駄を排除しつつ、ノック低減や排温制御によるタービン３ｂの破損を防止する。

[0089] 図１８は、上記のようにCooled-EGRシステムを導入することによる、ウェイストゲート弁１９の開度、スロットル弁７の下流圧、およびタービン３ｂの回転速度のそれぞれと充填効率との関係を示す図である。図１８（ａ）は、内燃機関１の回転速度および負荷を一定条件としたときにCooled-EGRを導入した場合のウェイストゲート弁１９の開度と充填効率との関係を表している。図１８（ａ）では、Cooled-EGRを導入した場合を実線で示し、Cooled-EGRを導入しない場合を破線で示している。図１８（ａ）に示すように、Cooled-EGRの導入比率を増大させるほど、ウェイストゲート弁１９を閉じ側に補正する必要がある。

[0090] 図１８（ｂ）は、内燃機関１の回転速度および負荷を一定条件としたときにCooled-EGRを導入した場合のスロットル弁７の下流圧と充填効率との関係を表している。図１８（ｂ）では、Cooled-EGRを導入した場合を実線で示し

、Cooled-EGRを導入しない場合を破線で示している。図１８（ｂ）に示すように、Cooled-EGRの導入比率を増大させるほど、スロットル弁７の下流圧は増加する。図１８（ｃ）は、内燃機関１の回転速度および負荷を一定条件としたときにCooled-EGRを導入した場合のタービン３ｂの回転速度と充填効率との関係を表している。図１８（ｃ）では、Cooled-EGRを導入した場合を実線で示し、Cooled-EGRを導入しない場合を破線で示している。図１８（ｃ）に示すように、Cooled-EGRの導入比率を増大させるほど、タービン３ｂの回転速度は増加する。本実施の形態では、図４に示す定常目標マップに示す関係と、上記の図１８に示すようなCooled-EGRシステムの導入による影響を考慮に入れることによって、Cooled-EGRシステムに対応している。

[0091] 図１９は、第４の実施の形態によるＥＣＵ２７の機能を模式的に説明するブロック図である。図１９のＥＣＵ２７は、第２の実施の形態のＥＣＵ２７が有する機能に加えて目標ＥＧＲ率演算部１００１および目標ＥＧＲ弁開度演算部１００２を機能的に備える。目標ＥＧＲ率演算部１００１は、内燃機関１の回転速度と、目標充填効率演算部７０２によって算出された目標充填効率とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間によって目標ＥＧＲ率を算出する。そして、目標ＥＧＲ率演算部１００１は、内燃機関１の冷却水温によって決定される状態判定結果に基づいて、算出した目標ＥＧＲ率を補正する。なお、予め適合によって求められた目標ＥＧＲ率は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率とを軸とする二次元マップ上で表され、本マップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0092] 目標ＥＧＲ弁開度演算部１００２は、内燃機関１の回転速度と算出された目標充填効率とに基づいて、マップ検索ならびに内挿補間よって目標ＥＧＲ弁開度を算出する。そして、目標ＥＧＲ弁開度演算部１００２は、目標ＥＧＲ率演算部１００１によって算出された目標ＥＧＲ率に基づいて、算出した目標ＥＧＲ弁開度を補正する。目標ＥＧＲ弁開度演算部１００２は、補正した目標ＥＧＲ弁開度を、ＥＧＲ弁開度指令値としてＥＧＲ弁２４へ出力してＥＧＲ弁２４の開度を制御する。なお、予め適合によって求められた目標Ｅ

ＧＲ弁開度は、内燃機関１の回転速度と目標充填効率とを軸とする二次元マップ上で表され、本マップは予め所定の記録領域に記録されている。

[0093] 目標スロットル弁開度演算部７０３は、第１および第２の実施の形態の場合と同様にして目標スロットル弁開度を算出する。そして、目標スロットル弁開度演算部７０３は、目標ＥＧＲ率演算部１００１によって算出された目標ＥＧＲ率に基づいて、算出した目標スロットル弁開度を補正して、スロットル弁開度指令値としてスロットル弁７へ出力する。排ガス全エネルギ演算部７０４は、第１および第２の実施の形態の場合と同様にして算出した排ガスが有する全エネルギを、目標ＥＧＲ率演算部１００１によって算出された目標ＥＧＲ率に基づいて補正する。

[0094] 目標Ｗ／Ｇ比率演算部７０５は、第１および第２の実施の形態の場合と同様にして算出した目標ウェイストゲート比率を、目標ＥＧＲ率演算部１００１によって算出された目標ＥＧＲ率に基づいて補正する。定常タービン回転速度演算部８０１は、第２の実施の形態の場合と同様にして算出した定常タービン回転速度を、目標ＥＧＲ率演算部１００１によって算出された目標ＥＧＲ率に基づいて補正する。目標定常過給圧演算部７１０は、第２の実施の形態の場合と同様にして算出した目標定常過給圧を、目標ＥＧＲ率演算部１００１によって算出された目標ＥＧＲ率に基づいて補正する。

[0095] 図２０は、第４の実施の形態のＥＣＵ２７がCooled-EGR量の違いに起因して生じる加速開始時のターボ過給機３の状態の変動を考慮して、スロットル弁７とウェイストゲート弁１９の開度を制御した場合の加速制御を示すタイミングチャートである。図２０（ａ）は、アクセルペダル踏量と時間との関係、図２０（ｂ）はアクセルペダル踏量に応じたスロットル弁７およびＥＧＲ弁２４の開度と時間との関係を示す。図２０（ｃ）は、アクセルペダル踏量に応じたウェイストゲート弁１９の開度と時間との関係、図２０（ｄ）はタービン回転速度と時間との関係を示す。図２０（ｅ）はスロットル弁７の下流圧と時間との関係、図２０（ｆ）はアクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７とウェイストゲート弁１９との開度が制御されたことによる充填効

率と時間との関係を示している。図２０（ｇ）は、ＥＧＲ弁２４の開度に応じたＥＧＲ率の変化と時間との関係を示している。なお、図２０（ｂ）～（ｆ）では、３つの条件のうち基準加速条件を条件１として実線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施しなかった場合を条件２として破線で示し、ウェイストゲート弁１９に過渡補正を実施した場合を条件３として一点鎖線で示す。

[0096] 図２０（ａ）は、時刻ｔ１～ｔ２の期間でアクセルペダル踏量が増加、すなわち加速されたことを示している。要求トルクが過給域であると判定されると、図２０（ｂ）に示すように、アクセルペダル踏量に応じてスロットル弁７が全開状態とされる。さらに加速条件にてＥＧＲの導入が停止されるように、ＥＧＲ弁２４が全閉状態とされる。その結果、図２０（ｇ）に示すように、ＥＧＲ率は、時刻ｔ２で目標ＥＧＲ率となる。図２０（ｃ）に示すように、条件１および条件２の場合には、加速終了時（時刻ｔ２）でのウェイストゲート弁１９の開度が実質的に同じ開度となるように閉じ側に設定される。これに対して、条件３の場合には、時刻ｔ２でのウェイストゲート弁１９の開度は、条件１および条件２の場合よりも開き側に設定される。このため、図２０（ｄ）に示すように、過渡補正を行っていない条件２の場合のタービン回転速度の増加プロフィールは、基準加速条件である条件１の場合のタービン回転速度の増加プロフィールと比べて、著しく増加側で推移する。さらに、図２０（ｅ）に示すように、条件２の場合には、スロットル弁７の下流圧の増加プロフィールとは、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧の増加プロフィールと比べて、著しく増加側で推移する。その結果、図２０（ｆ）に示すように、条件２の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールと比べて増加側で推移して、条件１で目標充填効率となる時刻ｔ４よりも早い時刻ｔ３で目標充填効率に到達する。

[0097] 上記のように過渡補正を行っていない場合（条件２）と比べて、過渡補正を行った条件３の場合のタービン回転速度は、図２０（ｄ）に示すように、基準加速条件である条件１の場合のタービン回転速度の増加プロフィールに

近いプロフィールになる。さらに、図２０（ｅ）に示すように、条件３の場合には、スロットル弁７の下流圧力は、条件１の場合のスロットル弁７の下流圧力の増加プロフィールとほぼ一致する。その結果、図２０（ｆ）に示すように、条件３の場合の充填効率は、条件１の場合の充填効率の増加プロフィールとほぼ一致するので、条件１と条件３では、時刻ｔ４で目標充填効率に到達する。

[0098] 図２１のフローチャートを用いて、第３の実施の形態のＥＣＵ２７による加速制御処理について説明する。図２１のフローチャートに示す各処理は、ＥＣＵ２７によりプログラムを実行して行われる。このプログラムは、メモリ(不図示)に格納されており、ＥＣＵ１７により起動され実行される。

[0099] ステップＳ９０１（要求トルク算出）は、図９のステップＳ６０１（要求トルク算出）と同様の処理である。ステップＳ９０２では、内燃機関１の冷却水温等の情報に基づいて、内燃機関１の状態を判定してステップＳ９０３へ進む。ステップＳ９０３（加速判定）からステップＳ９０５（スロットル全開の設定）までの各処理は、図９のステップＳ６０２（加速判定）からステップＳ６０４（スロットル全開の設定）までの各処理と同様である。

[0100] ステップＳ９０６では、内燃機関１お回転速度および要求トルクに応じて設定されるＥＧＲ率となるようにＥＧＲ弁２４の開度を制御してステップＳ９０７へ進む。ステップＳ９０７（ウェイストゲート弁基準開度演算）からステップＳ９１２（ウェイストゲート弁開き側補正）までの各処理は、図９のステップＳ６０５（ウェイストゲート弁基準開度演算）からステップＳ６１０（ウェイストゲート弁開き側補正）までの各処理と同様である。

[0101] 以上で説明した第４の実施の形態によるエンジン制御装置によれば、第１および第２の実施の形態により得られた作用効果に加えて、以下の作用効果が得られる。

ＥＣＵ２７は、内燃機関１の運転モードを、ＥＧＲを導入するモードと、ＥＧＲの導入を禁止するモードとの間で切換える。そして、目標Ｗ／Ｇ開度演算部７０９は、ＥＧＲの導入の有無に基づいて、ウェイストゲート弁１９

の開度を補正するようにした。その結果、ＥＧＲ導入による加速開始時のタービン３ｂの回転速度の回転過剰に伴う加速プロフィールの変動を抑制し、ウェイストゲート弁１９によって、ドライバの加速要求に応じたトルクプロフィールを実現できる。

[0102] 本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0103] １　内燃機関、　２　吸気温度センサ、
３　ターボ過給機、　３ａ　コンプレッサ、
３ｂ　タービン、　４　エアバイパス弁、
５　インタークーラ、　６　温度センサ、
７　スロットル弁、　８　吸気マニホールド、
９　圧力センサ、　１０　流動強化弁、
１１　吸気可変動弁機構、　１２　吸気可変バルブ位置センサ、
１３　排気可変バルブ機構、　１４　排気可変バルブ位置センサ、
１５　燃料噴射弁、　１６　点火プラグ、
１７　ノックセンサ、　１８　クランク角度センサ、
１９　ウェイストゲート弁、　２０　空燃比センサ、
２１　排気浄化触媒、　２２　ＥＧＲ管、
２３　ＥＧＲクーラ、　２４　ＥＧＲ弁、
２５　温度センサ、　２６　差圧センサ、
２７　ＥＣＵ、　１００　エンジン制御装置、
７０１　要求トルク演算部、　７０２　目標充填効率演算部、
７０３　目標スロットル弁開度演算部、　７０４　排ガス全エネルギ演算部、
７０５　目標Ｗ／Ｇ比率演算部、　７０６　目標タービン仕事演算部、
７０７　目標コンプレッサ仕事演算部、　７０８　タービン回転速度過渡挙

動演算部、

７０９　目標Ｗ／Ｇ開度演算部、　７１０　目標定常過給圧演算部、

７１１　ＰＩＤ定常補正量演算部、　８０１　定常タービン回転速度演算部

、

８０２　目標タービン回転プロフィール演算部、

９０１　燃費重視／加速重視運転モード切換部、

１００１　目標ＥＧＲ率演算部、　１００２　目標ＥＧＲ弁開度演算部

請求の範囲

[請求項1] タービンの上流部から下流部へ排ガスの一部を迂回させることによって、前記タービンが排ガスから受ける仕事率を制御可能に構成されたウェイストゲート弁を備える内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の過給域において、要求トルクに応じて前記ウェイストゲート弁の開度を制御する開度制御部と、

前記内燃機関の加速時に、加速開始時の前記タービンの回転速度が減少状態の場合には、前記開度制御部により制御される前記ウェイストゲート弁の開度を開き側に補正する開度補正部とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項2] 請求項１に記載の内燃機関の制御装置において、

前記開度補正部は、前記内燃機関の加速時に、加速開始時の前記タービンの回転速度が増加状態にある場合には、前記開度制御部により制御される前記ウェイストゲート弁の開度を閉じ側に補正する開度補正部とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項3] 請求項１に記載の内燃機関の制御装置において、

加速開始時の前記タービンの回転速度を取得する取得部をさらに備え、

前記開度補正部は、前記取得部により取得された加速開始時の前記タービンの回転速度が減少状態にある場合には、前記開度制御部により制御される前記ウェイストゲート弁の開度を開き側に補正することを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項4] 請求項１に記載の内燃機関の制御装置において、

前記内燃機関の回転速度と負荷とに基づいて基準タービン回転速度を算出する算出部をさらに備え、

前記開度補正部は、加速開始時の前記タービンの回転速度が前記算出部により算出された基準タービン回転速度よりも大きいほど、前記開度制御部により制御される前記ウェイストゲート弁の開度をより開

き側に制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項5] 請求項１に記載の内燃機関の制御装置において、

スロットル弁の開度と、前記ウェイストゲート弁の開度との組み合わせによって、前記内燃機関の運転モードを、加速性を重視するモードと燃費性を重視するモードとの間で切換える第１切換部をさらに備え、

前記開度補正部は、前記第１切換部によって切換えられた前記運転モードに基づいて、前記開度制御部により制御される前記ウェイストゲート弁の開度を補正することを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項6] 請求項１に記載の内燃機関の制御装置において、

前記内燃機関の運転モードを、ＥＧＲを導入するモードと、ＥＧＲの導入を禁止するモードとの間で切換える第２切換部をさらに備え、

前記開度補正部は、前記第２切換部によって切換えされた前記運転モードに基づいて、前記開度補正部により制御される前記ウェイストゲート弁の開度を補正することを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項7] タービンの上流部から下流部へ排ガスの一部を迂回させることによって、前記タービンが排ガスから受ける仕事率を制御可能に構成されたウェイストゲート弁を備える内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の同一回転速度および同一負荷からの同一アクセル操作量による加速時に、加速開始時の前記ウェイストゲート弁の開度が大きいほど、加速期間中のウェイストゲート弁の開度をより閉じ側に制御する開度制御部を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

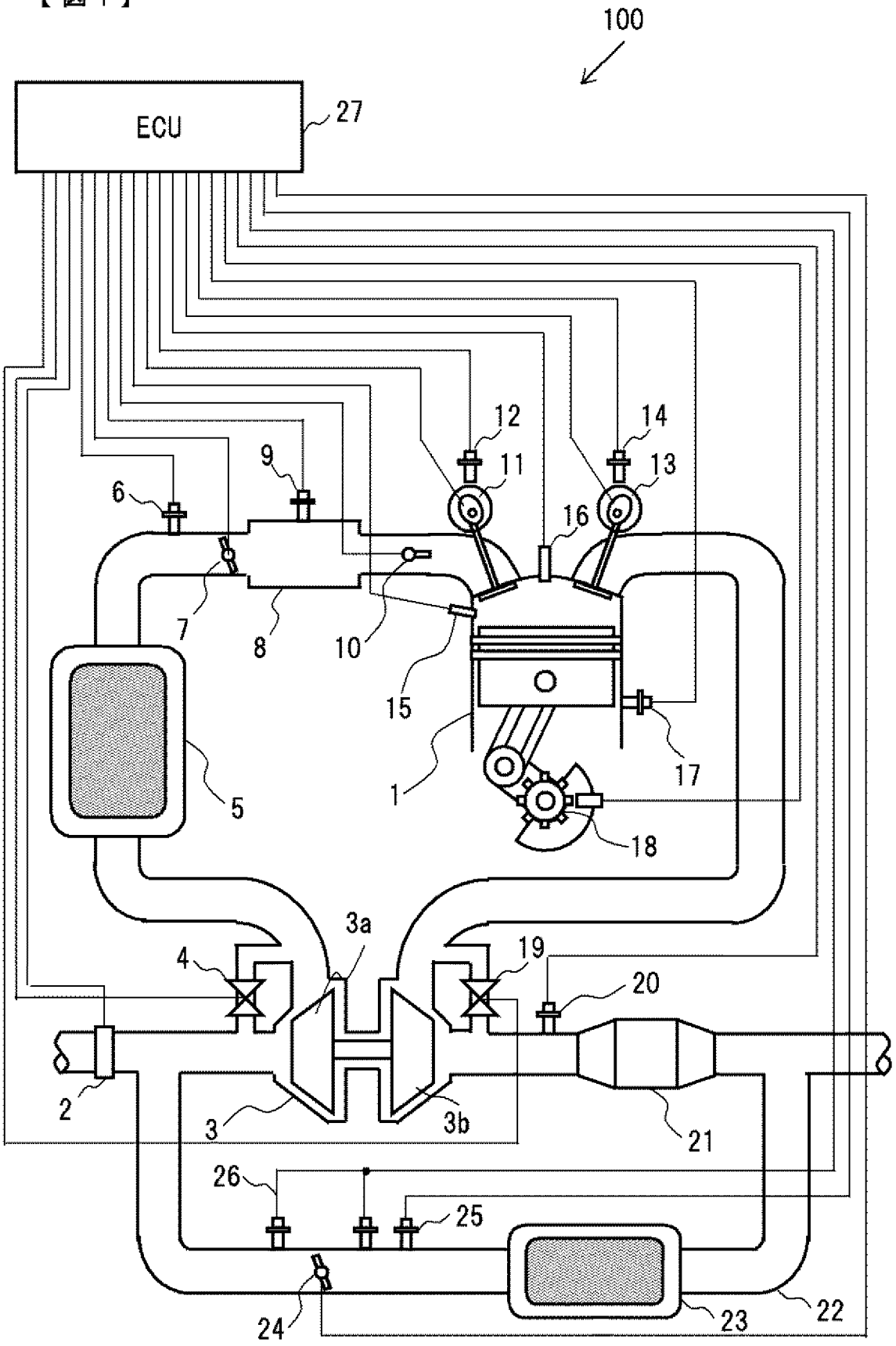
[請求項8] 請求項７に記載の内燃機関の制御装置において、

前記開度制御部は、前記内燃機関の同一回転速度および同一負荷からの同一アクセル操作量による加速時に、加速開始時の前記ウェイストゲート弁の開度が同じ場合には、過給域では回転速度が大きくかつ負荷が小さいほど、非過給域では回転速度が大きくかつ負荷が大きいほど、加速期間中の前記ウェイストゲート弁の開度をより閉じ側に制

御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

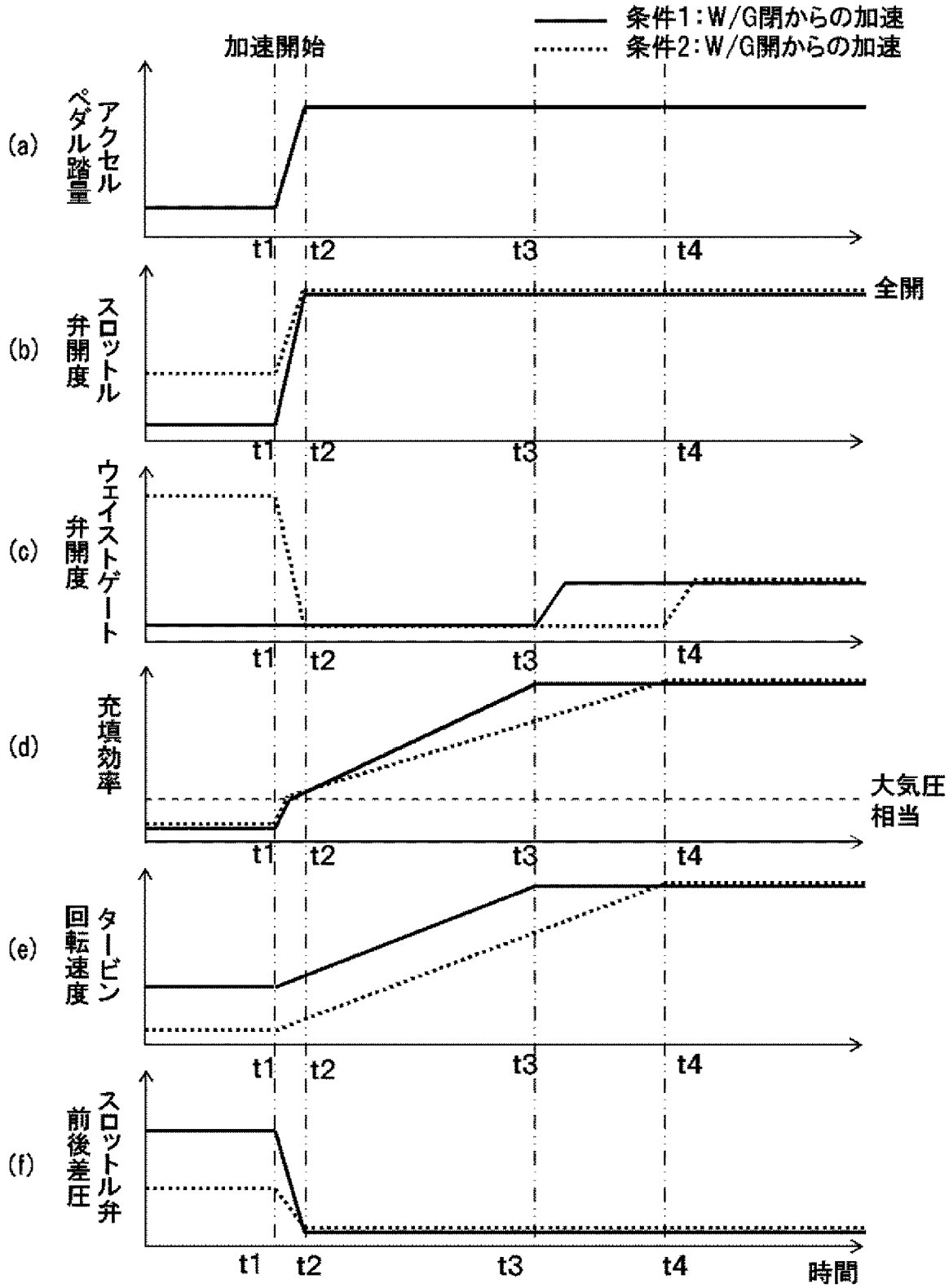
[図1]

【図１】

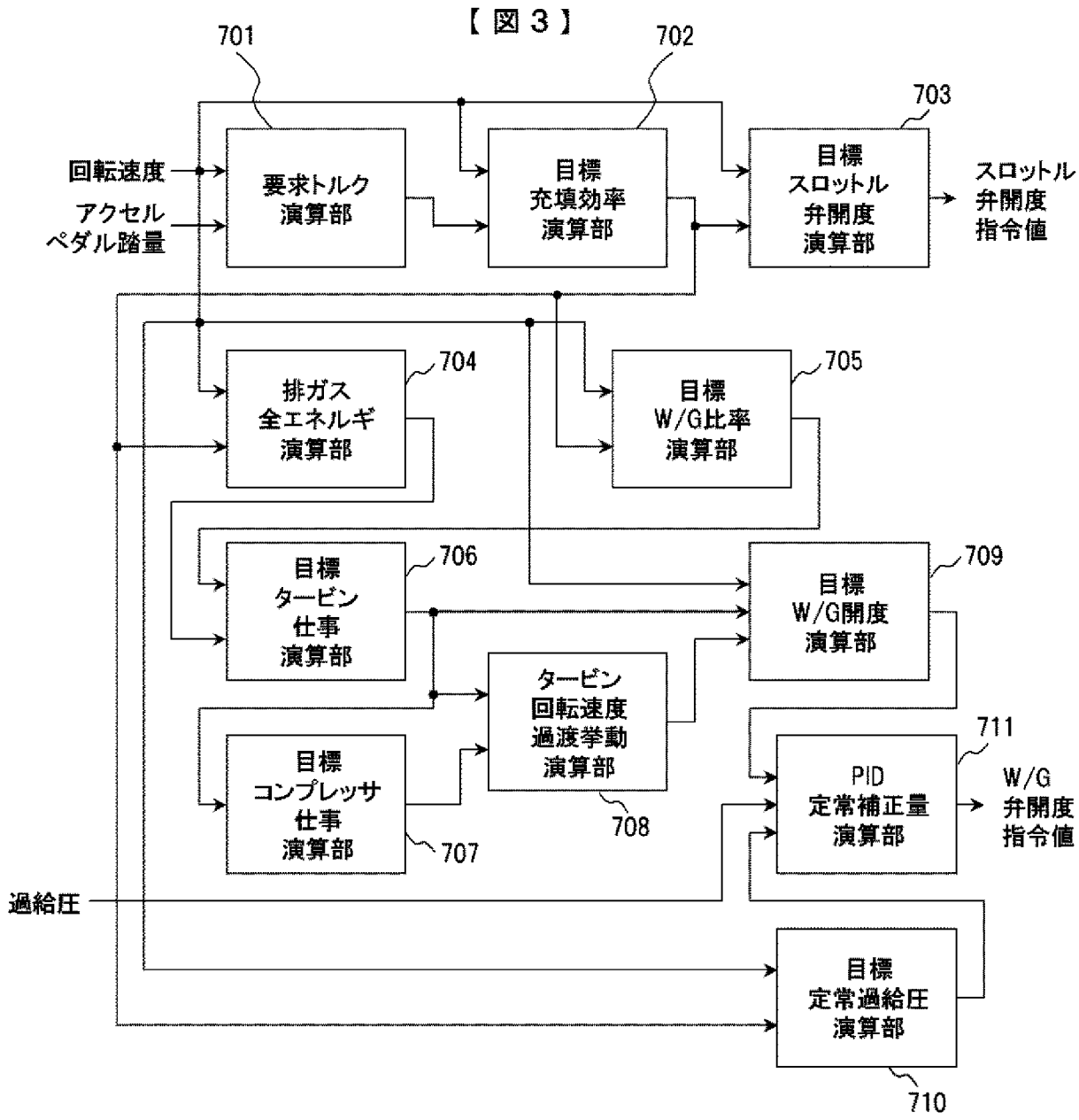

100
ECU
27
12
14
9
11
13
6
16
7
8
10
15
1
17
5
18
3a
4
19
20
2
3
3b
21
26
25
24
23
22

[図2]

【 図 2 】

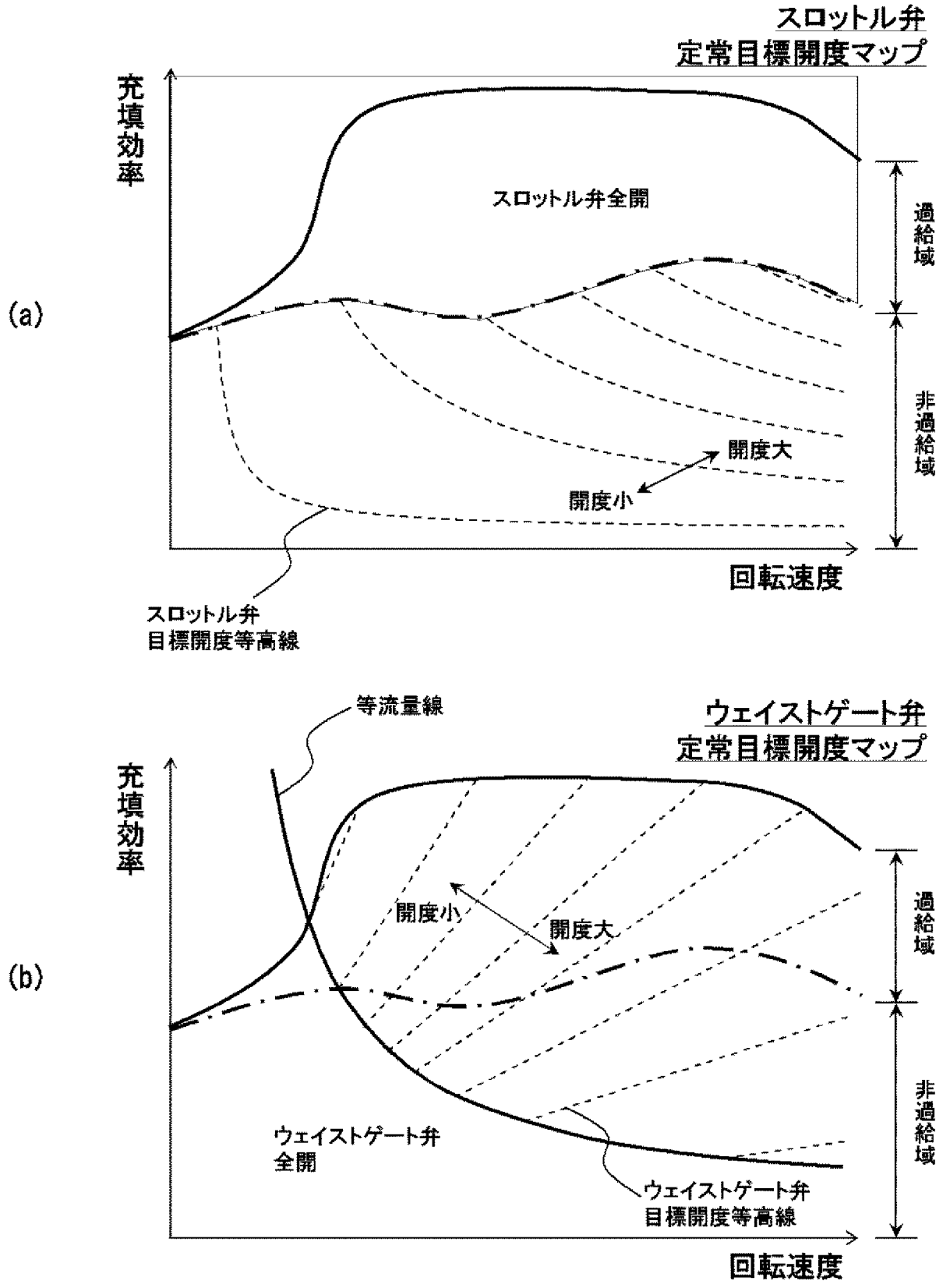

条件1：W/G閉からの加速
条件2：W/G開からの加速
加速開始
(a)
アクセル
ペダル踏量
(b)
スロットル
弁開度
全開
(c)
ウェイストゲート
弁開度
(d)
充填効率
大気圧
相当
(e)
タービン
回転速度
(f)
スロットル弁
前後差圧
t1
t2
t3
t4
時間

[図3]


【図３】
701
702
703
回転速度
アクセル
ペダル踏量
要求トルク
演算部
目標
充填効率
演算部
目標
スロットル
弁開度
演算部
スロットル
弁開度
指令値
704
排ガス
全エネルギ
演算部
705
目標
W/G比率
演算部
706
目標
タービン
仕事
演算部
709
目標
W/G開度
演算部
タービン
回転速度
過渡挙動
演算部
708
711
目標
コンプレッサ
仕事
演算部
707
PID
定常補正量
演算部
W/G
弁開度
指令値
過給圧
目標
定常過給圧
演算部
710

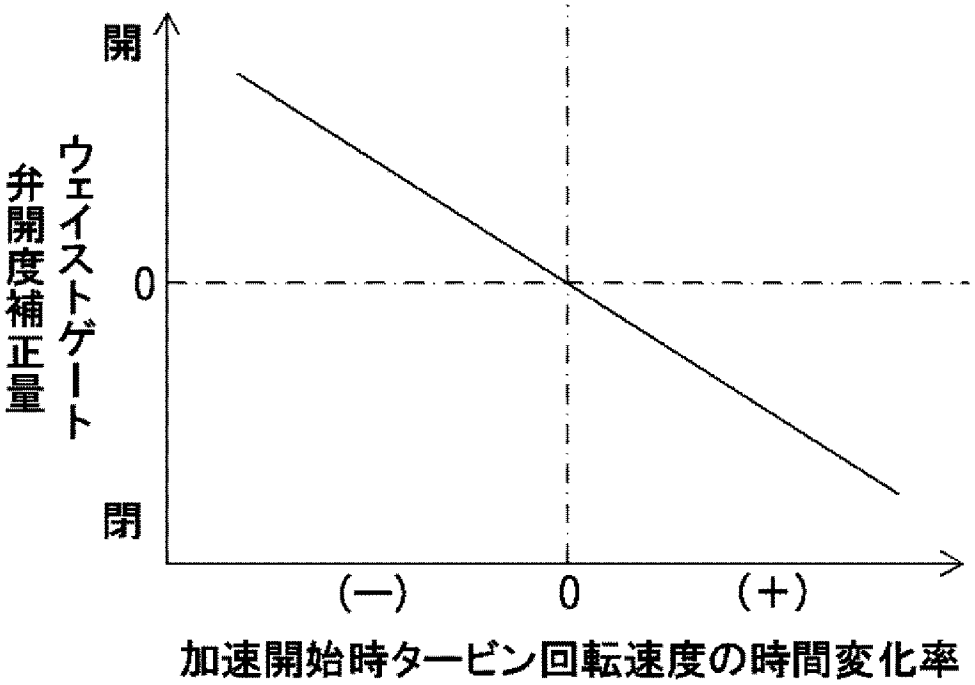
[図4]

【図４】

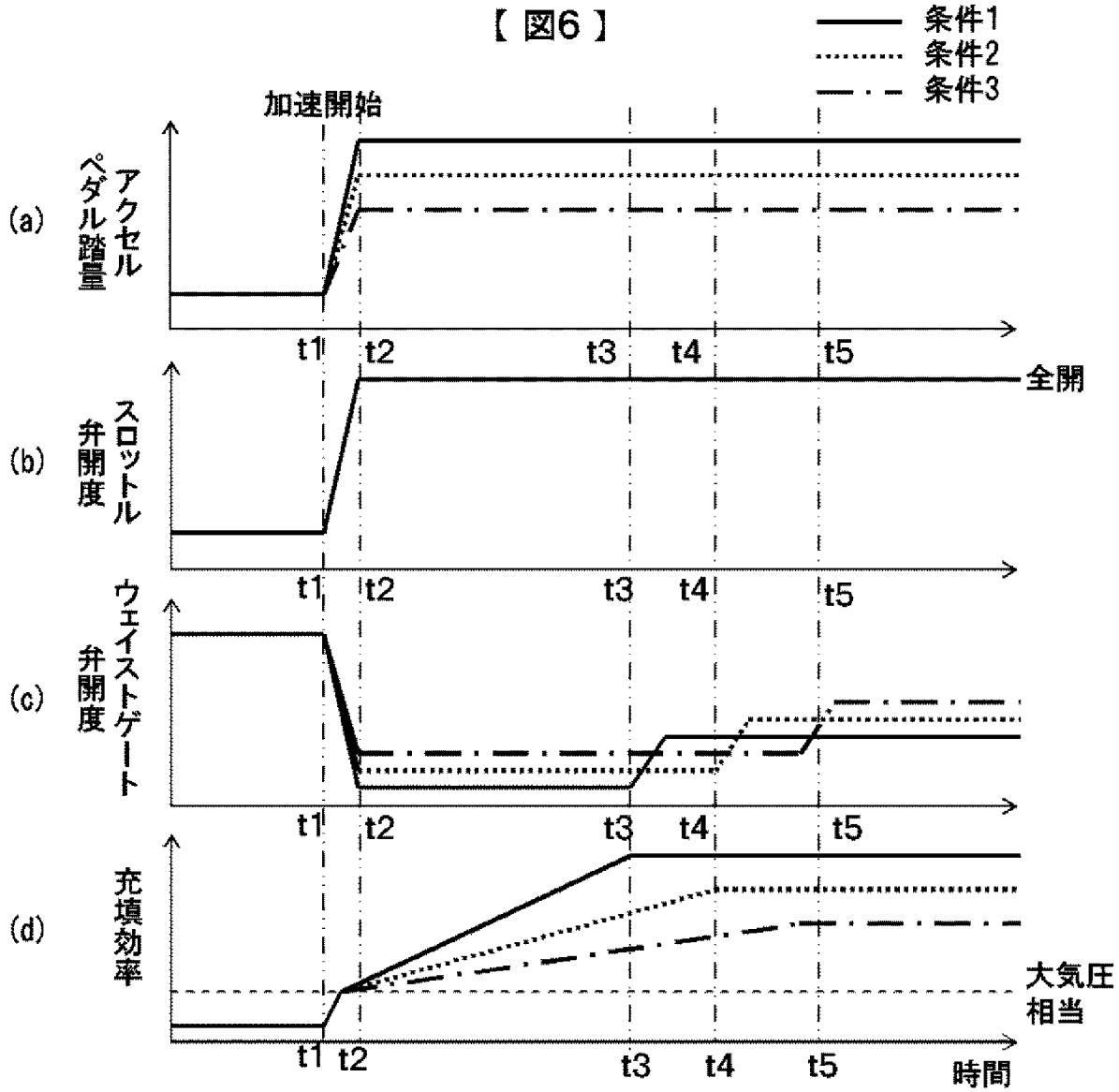

(a)
スロットル弁
定常目標開度マップ
充填効率
スロットル弁全開
過給域
非過給域
開度大
開度小
回転速度
スロットル弁
目標開度等高線
(b)
等流量線
ウェイストゲート弁
定常目標開度マップ
充填効率
開度小
開度大
過給域
非過給域
ウェイストゲート弁
全開
ウェイストゲート弁
目標開度等高線
回転速度

[図5]

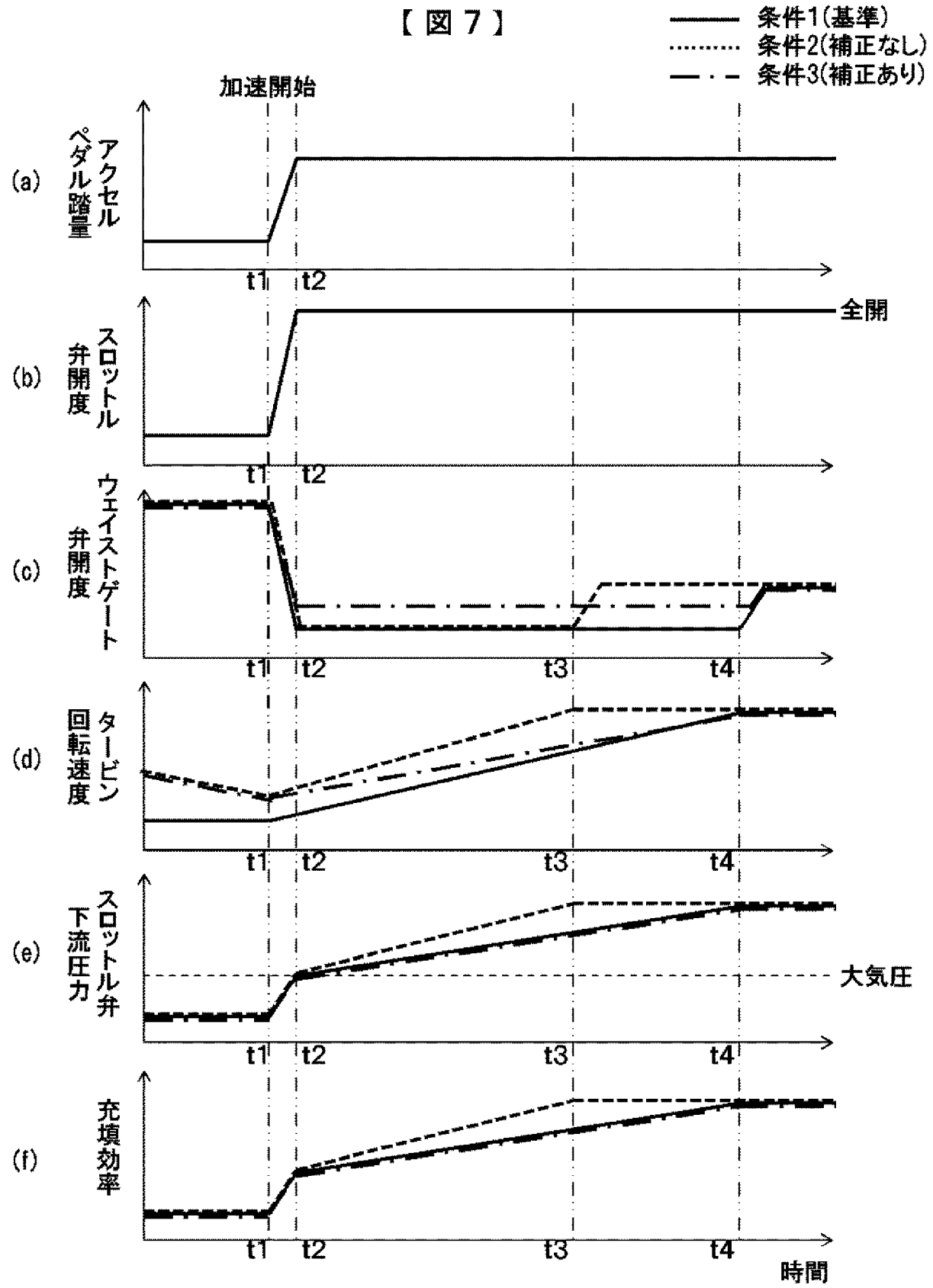
【図５】



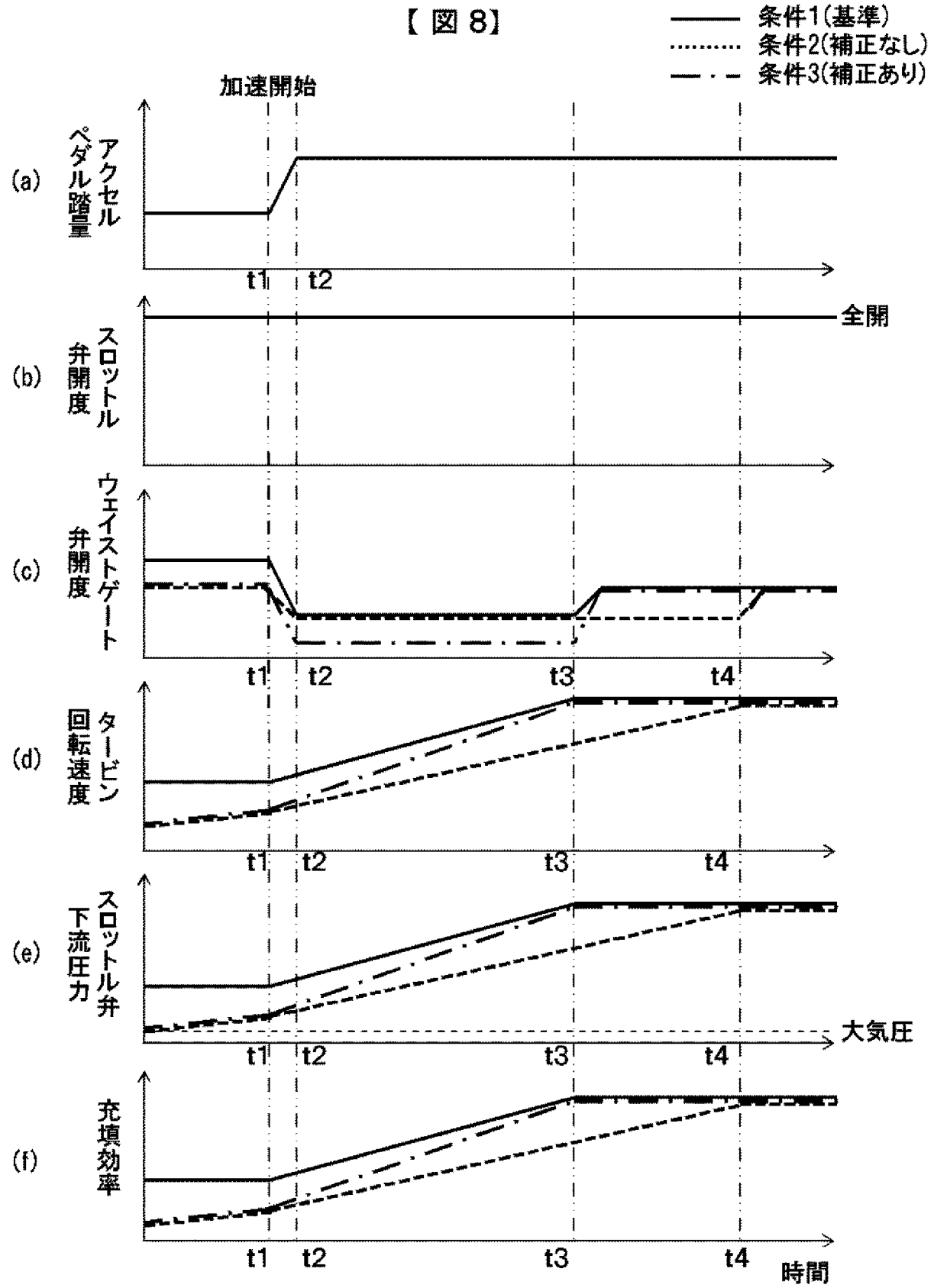
[図6]


【 図6 】
条件1
条件2
条件3
加速開始
(a)
アクセルペダル踏量
t1
t2
t3
t4
t5
全開
(b)
スロットル弁開度
(c)
ウェイストゲート弁開度
(d)
充填効率
大気圧相当
時間

[図7]

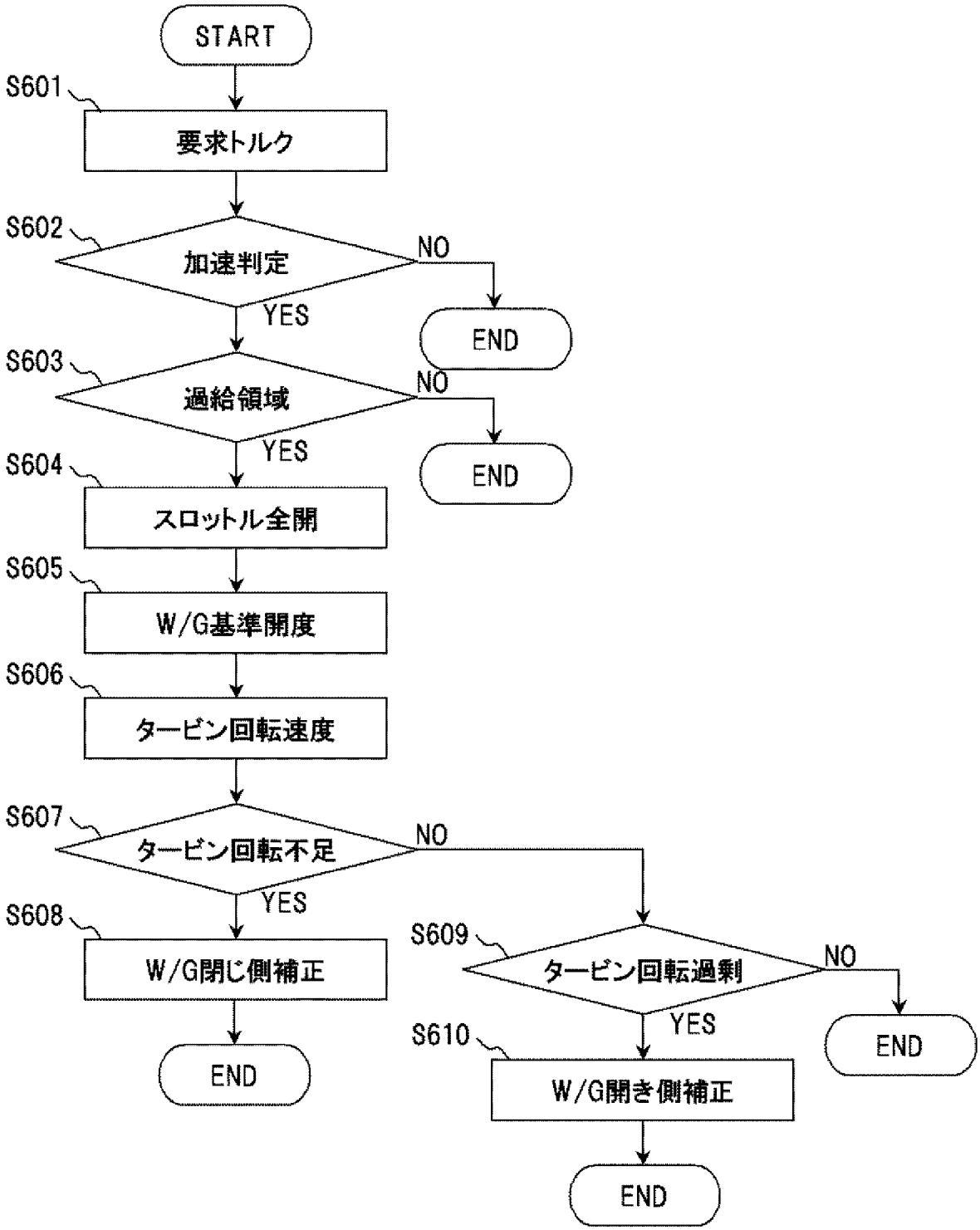

【図7】
条件1(基準)
条件2(補正なし)
条件3(補正あり)
加速開始
(a)
アクセルペダル踏量
t1
t2
(b)
スロットル弁開度
全開
(c)
ウェイストゲート弁開度
t3
t4
(d)
タービン回転速度
(e)
スロットル弁下流圧力
大気圧
(f)
充填効率
時間

[図8]

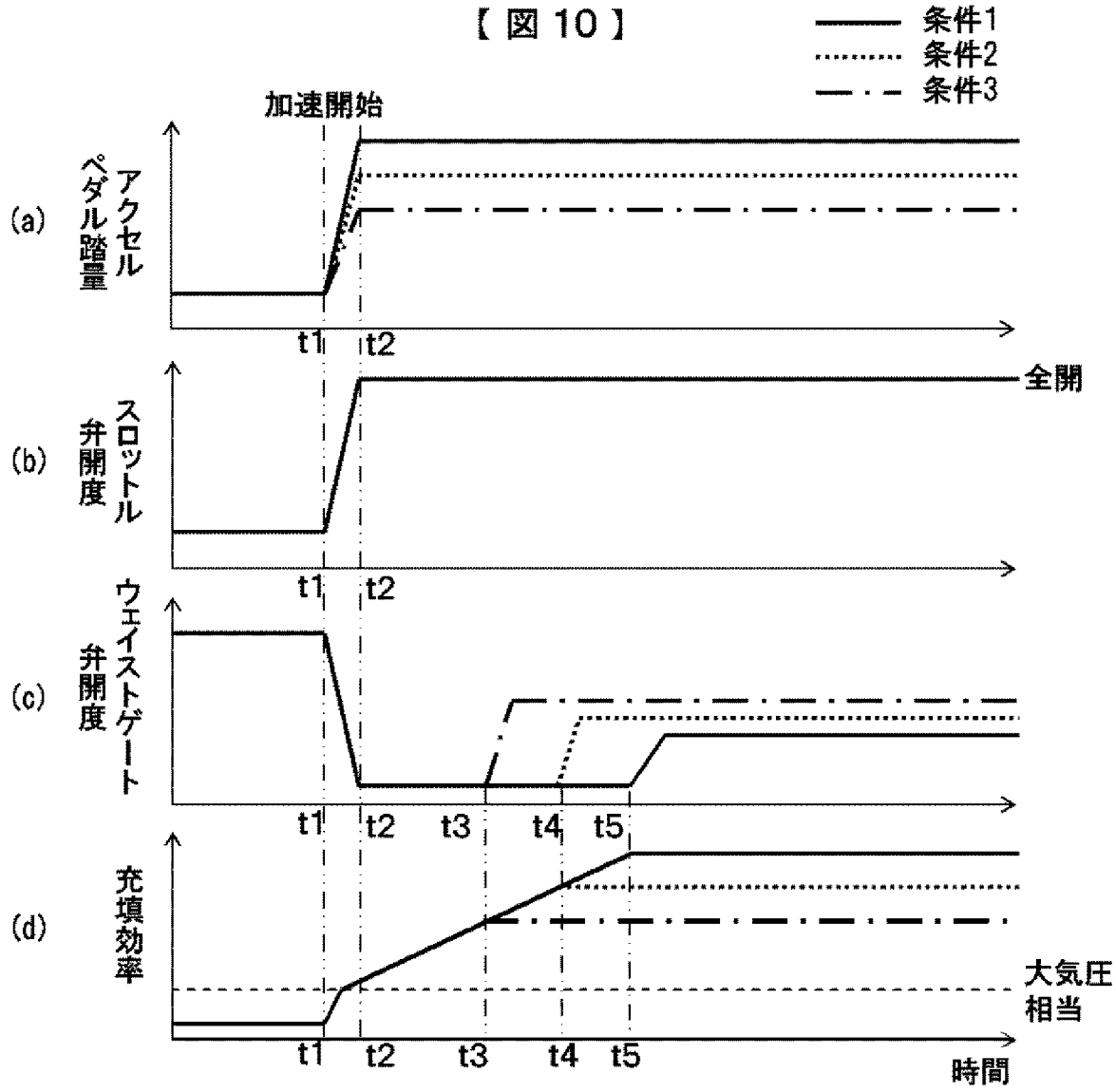

【図8】
条件1(基準)
条件2(補正なし)
条件3(補正あり)
加速開始
(a)
アクセルペダル踏量
t1
t2
(b)
スロットル弁開度
全開
(c)
ウェイストゲート弁開度
t1
t2
t3
t4
(d)
タービン回転速度
t1
t2
t3
t4
(e)
スロットル弁下流圧力
大気圧
t1
t2
t3
t4
(f)
充填効率
t1
t2
t3
t4
時間

[図9]

【 図9】

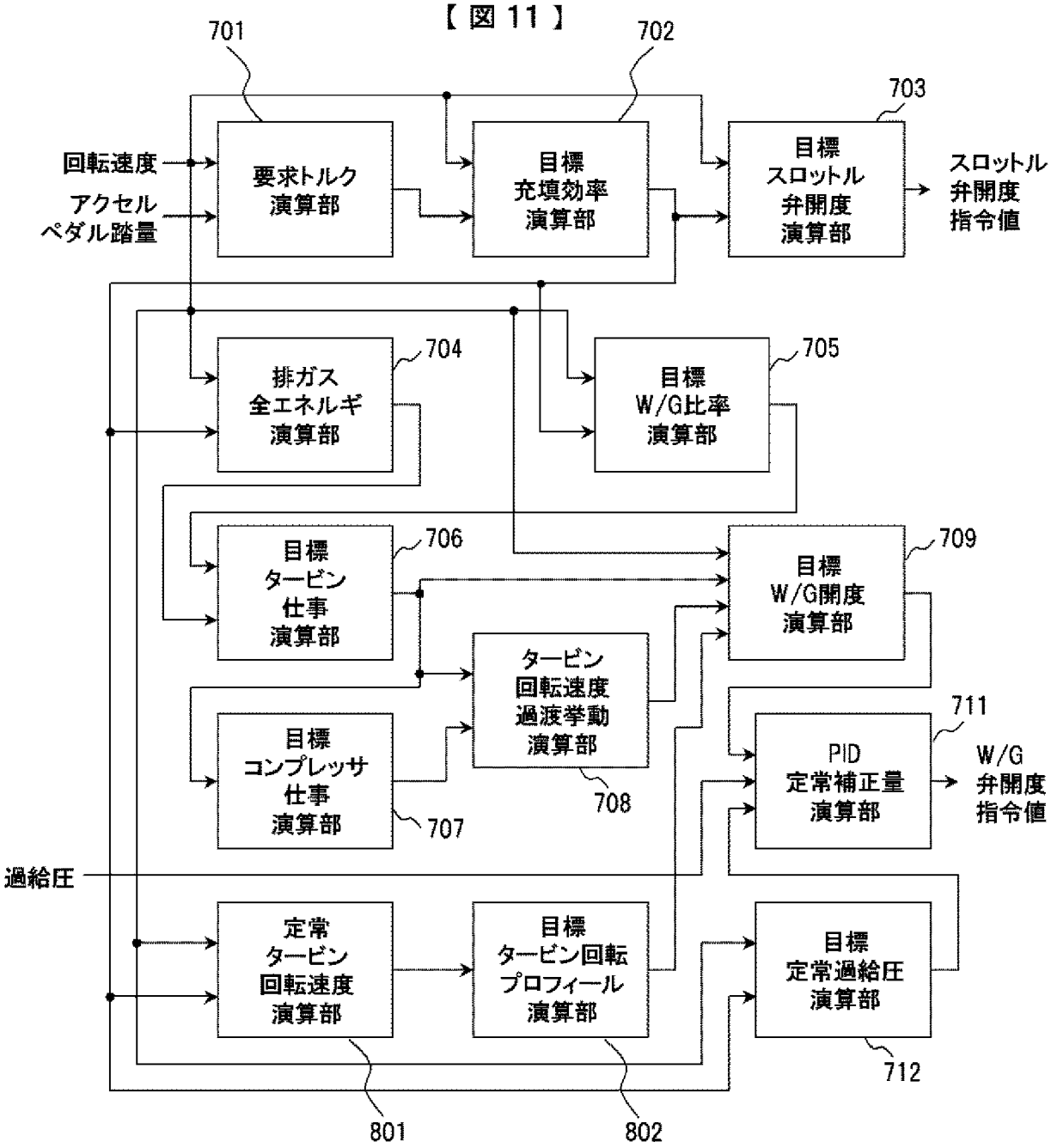

START
S601
要求トルク
S602
加速判定
NO
END
YES
S603
過給領域
NO
END
YES
S604
スロットル全開
S605
W/G基準開度
S606
タービン回転速度
S607
タービン回転不足
NO
YES
S608
W/G閉じ側補正
END
S609
タービン回転過剰
NO
END
YES
S610
W/G開き側補正
END

[図10]


【 図 10 】
条件1
条件2
条件3
加速開始
(a)
アクセルペダル踏量
t1
t2
全開
(b)
スロットル弁開度
t1
t2
(c)
ウェイストゲート弁開度
t1
t2
t3
t4
t5
(d)
充填効率
大気圧相当
t1
t2
t3
t4
t5
時間

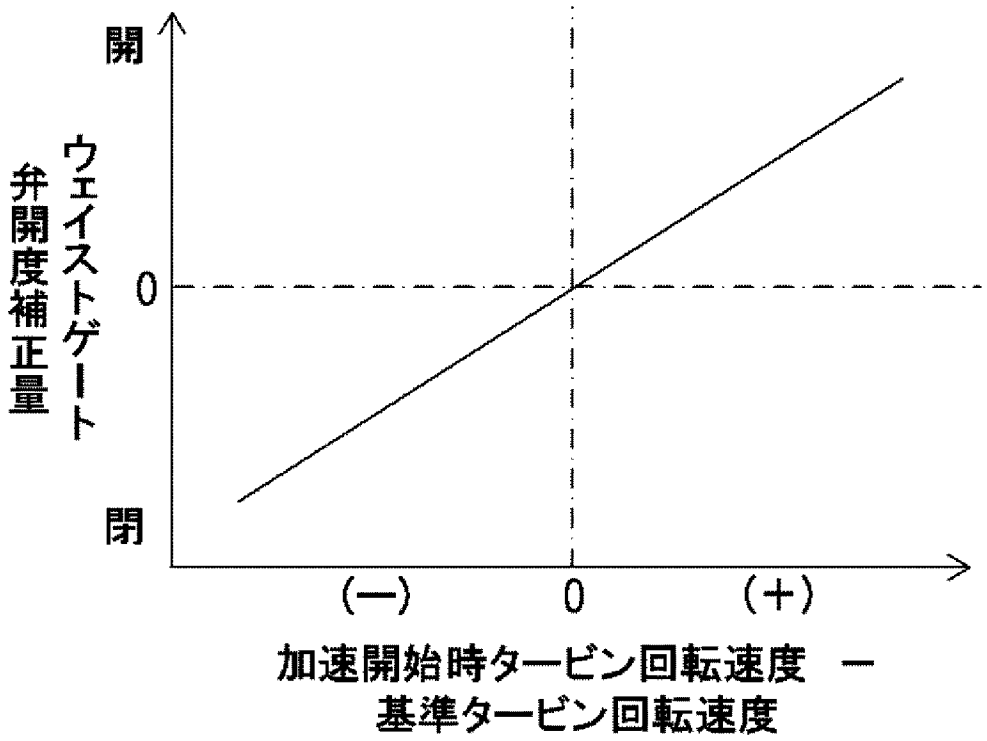
[図11]

【図11】


701
702
703
回転速度
アクセル
ペダル踏量
要求トルク
演算部
目標
充填効率
演算部
目標
スロットル
弁開度
演算部
スロットル
弁開度
指令値
704
排ガス
全エネルギ
演算部
705
目標
W/G比率
演算部
706
目標
タービン
仕事
演算部
709
目標
W/G開度
演算部
タービン
回転速度
過渡挙動
演算部
708
711
目標
コンプレッサ
仕事
演算部
707
PID
定常補正量
演算部
W/G
弁開度
指令値
過給圧
定常
タービン
回転速度
演算部
目標
タービン回転
プロフィール
演算部
目標
定常過給圧
演算部
712
801
802

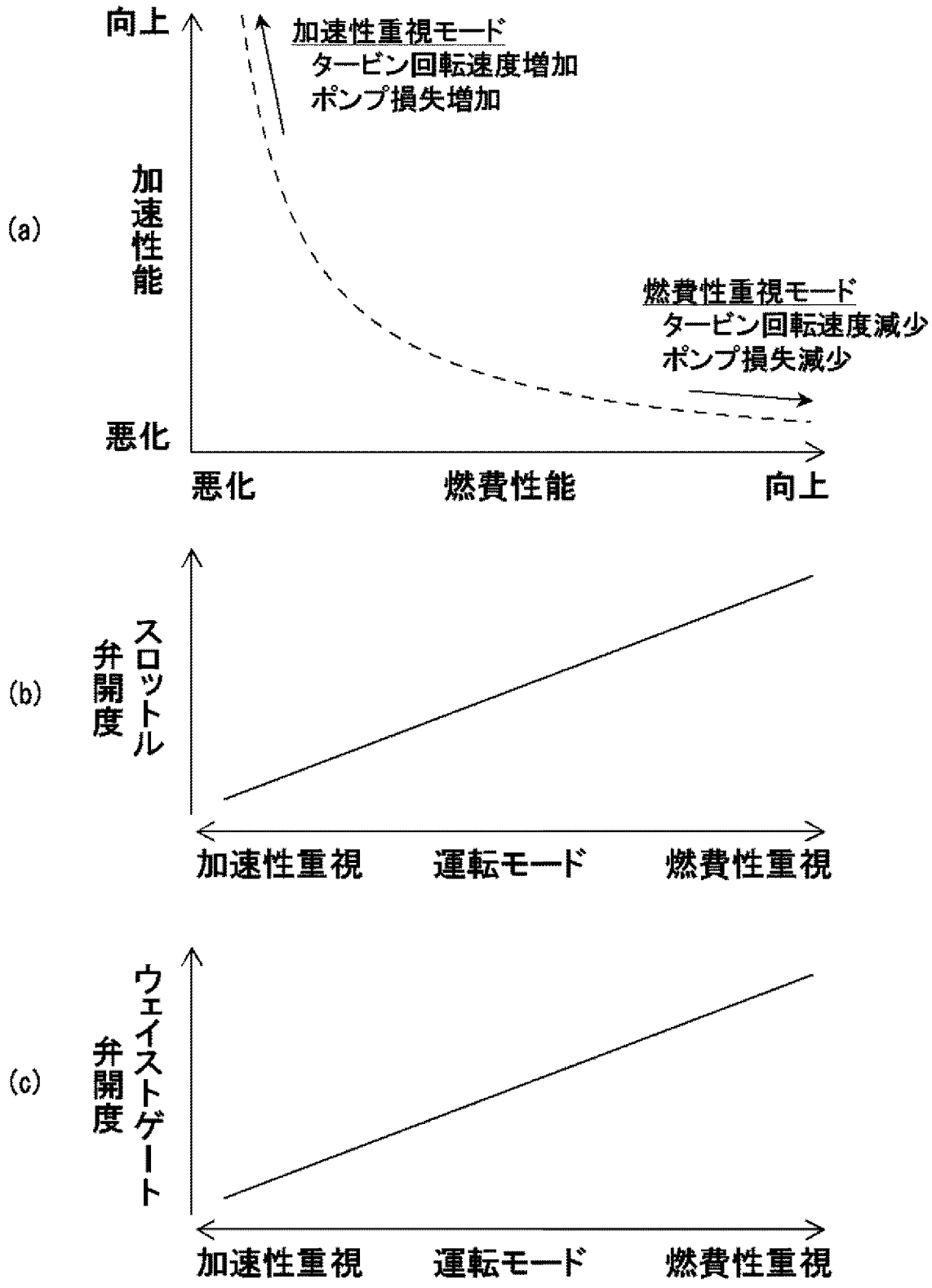
[図12]

【図12】

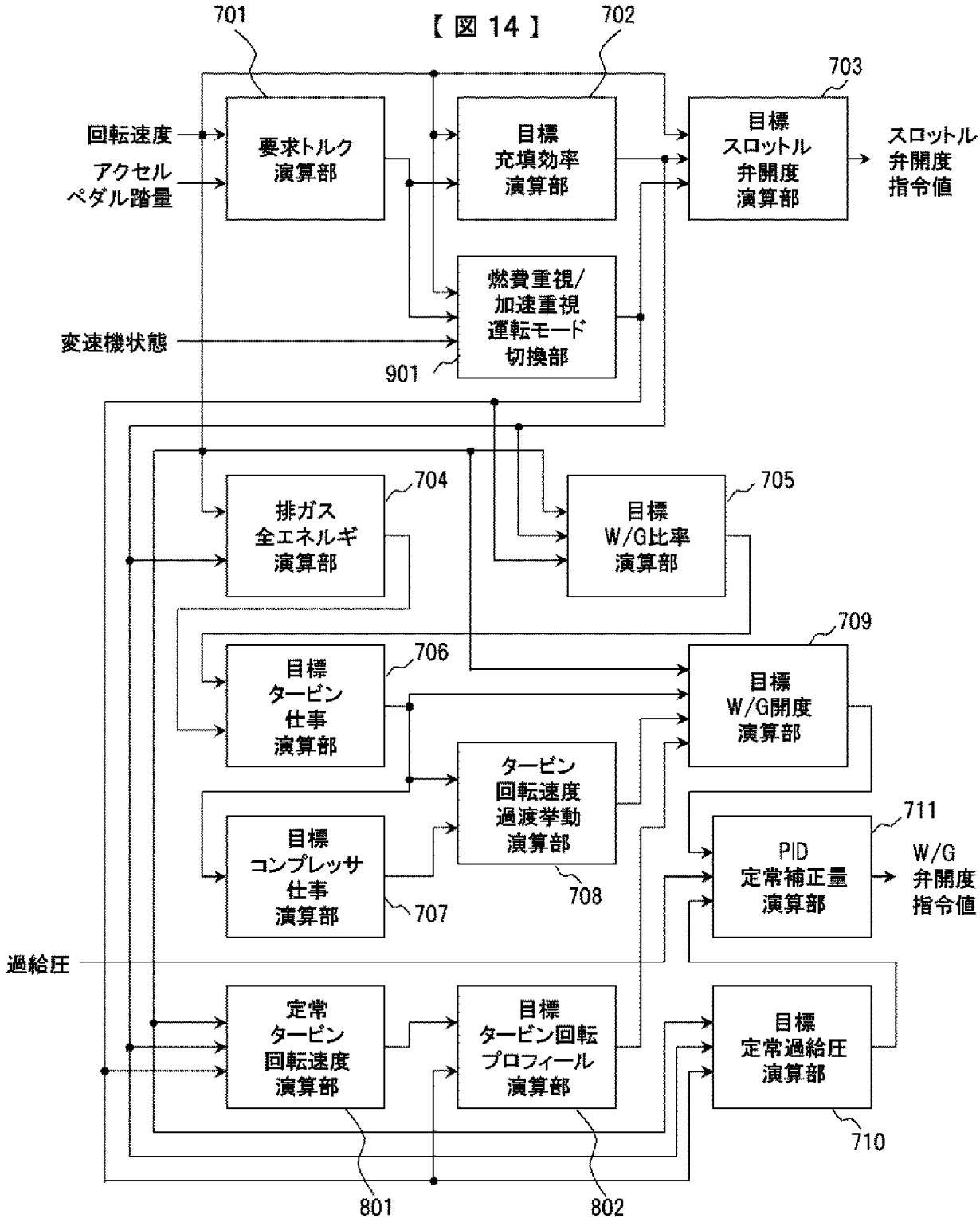


[図13]

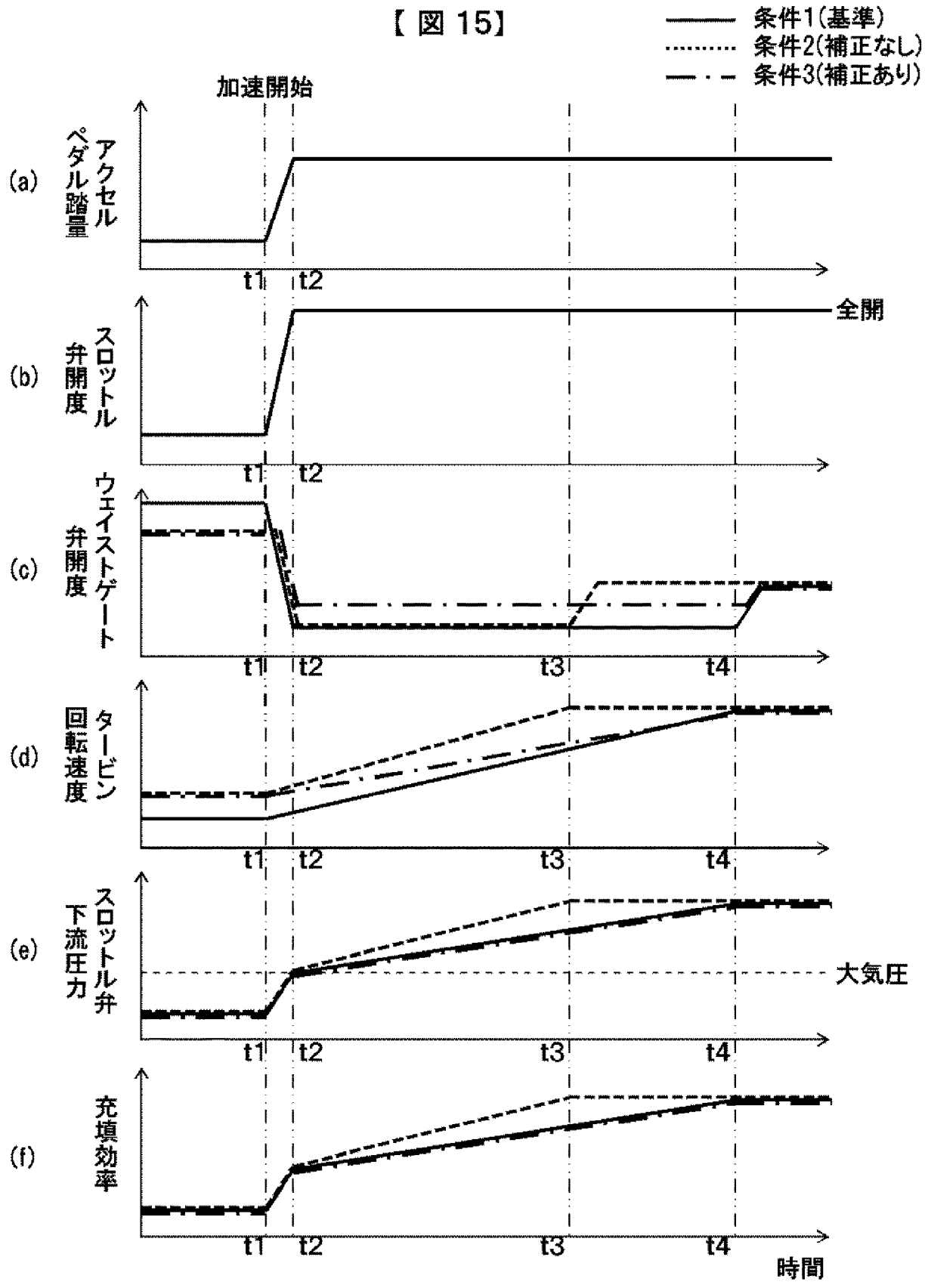
【図13】


(a)
向上
加速性能
悪化
加速性重視モード
タービン回転速度増加
ポンプ損失増加
燃費性重視モード
タービン回転速度減少
ポンプ損失減少
悪化
燃費性能
向上
(b)
スロットル弁開度
加速性重視
運転モード
燃費性重視
(c)
ウェイストゲート弁開度
加速性重視
運転モード
燃費性重視

[図14]

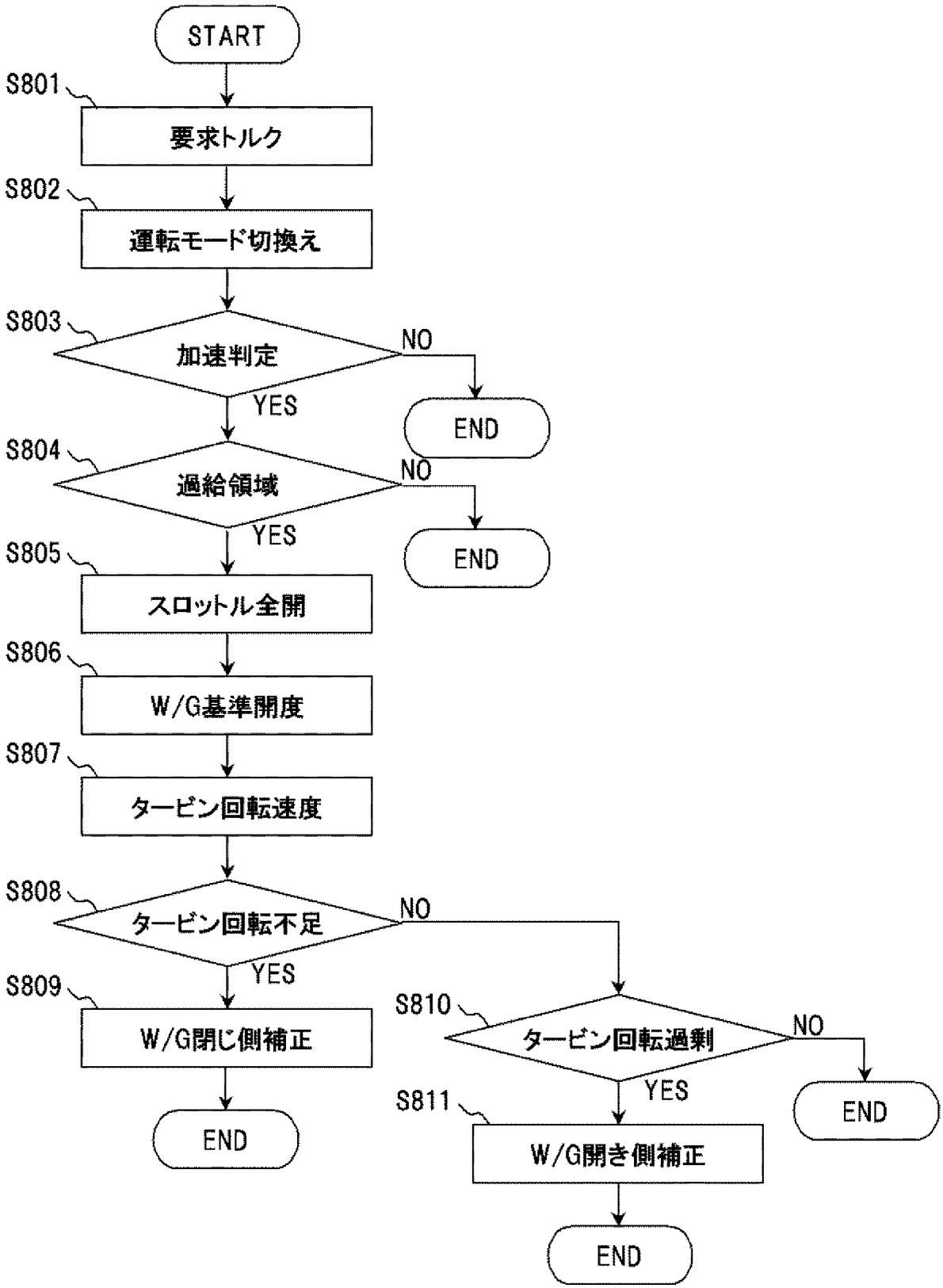

【図14】
701
702
703
回転速度
アクセル
ペダル踏量
要求トルク
演算部
目標
充填効率
演算部
目標
スロットル
弁開度
演算部
スロットル
弁開度
指令値
燃費重視/
加速重視
運転モード
切換部
変速機状態
901
704
705
排ガス
全エネルギ
演算部
目標
W/G比率
演算部
709
706
目標
タービン
仕事
演算部
目標
W/G開度
演算部
タービン
回転速度
過渡挙動
演算部
711
目標
コンプレッサ
仕事
演算部
PID
定常補正量
演算部
W/G
弁開度
指令値
708
707
過給圧
定常
タービン
回転速度
演算部
目標
タービン回転
プロフィール
演算部
目標
定常過給圧
演算部
710
801
802

[図15]


【図15】
条件1(基準)
条件2(補正なし)
条件3(補正あり)
加速開始
(a)
アクセルペダル踏量
t1
t2
(b)
スロットル弁開度
全開
t1
t2
(c)
ウェイストゲート弁開度
t1
t2
t3
t4
(d)
タービン回転速度
t1
t2
t3
t4
(e)
スロットル弁下流圧力
大気圧
t1
t2
t3
t4
(f)
充填効率
t1
t2
t3
t4
時間

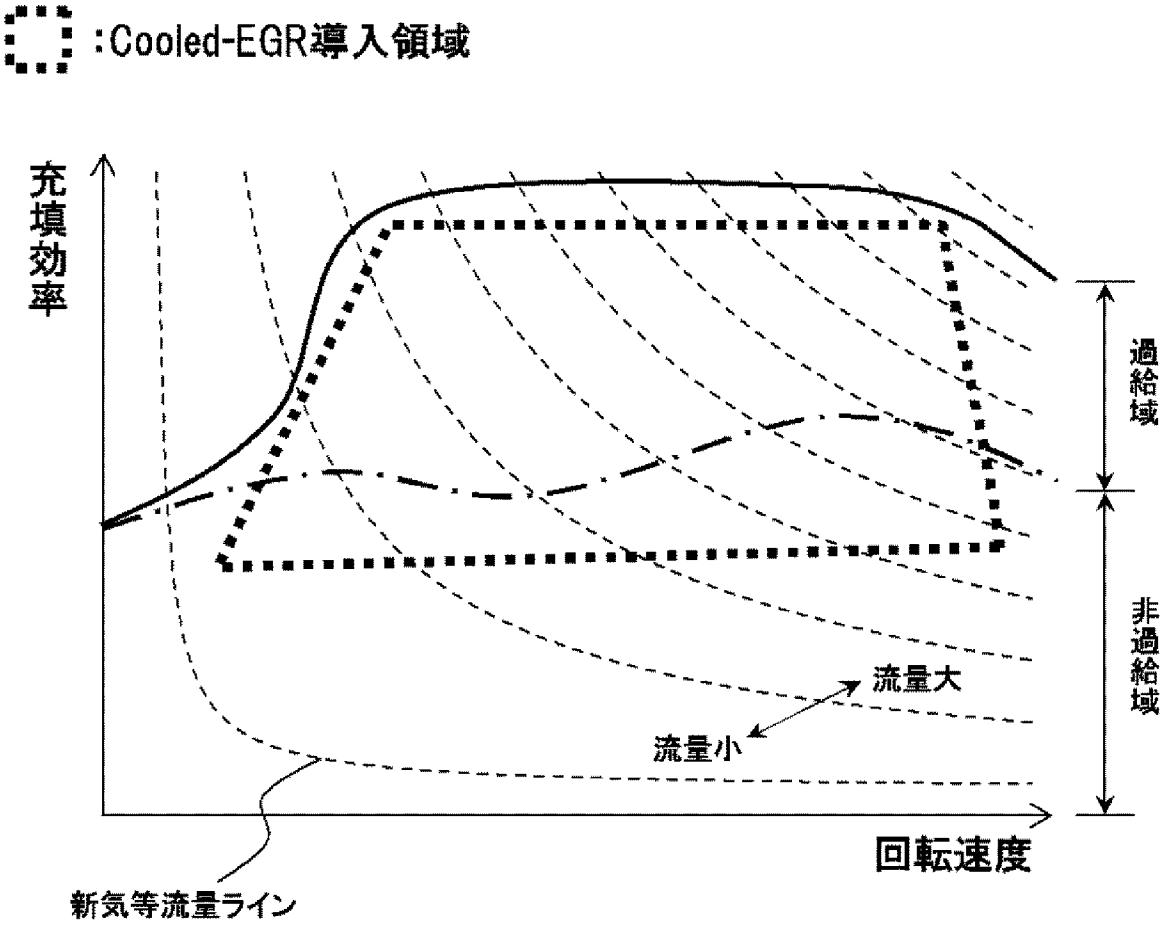
[図16]

【図16】


START
S801
要求トルク
S802
運転モード切換え
S803
加速判定
NO
END
YES
S804
過給領域
NO
END
YES
S805
スロットル全開
S806
W/G基準開度
S807
タービン回転速度
S808
タービン回転不足
NO
YES
S809
W/G閉じ側補正
END
S810
タービン回転過剰
NO
END
YES
S811
W/G開き側補正
END

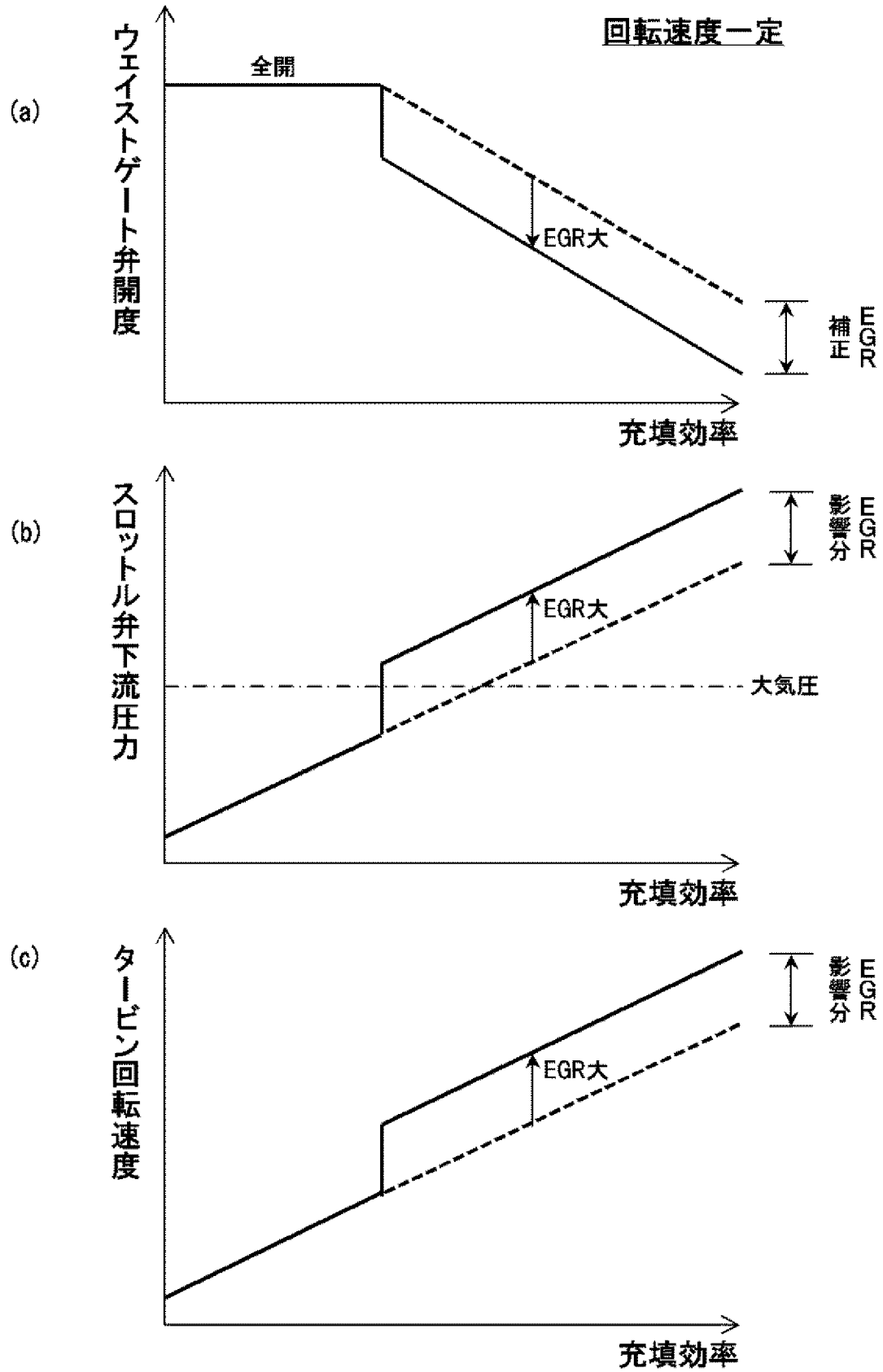
[図17]

【図17】

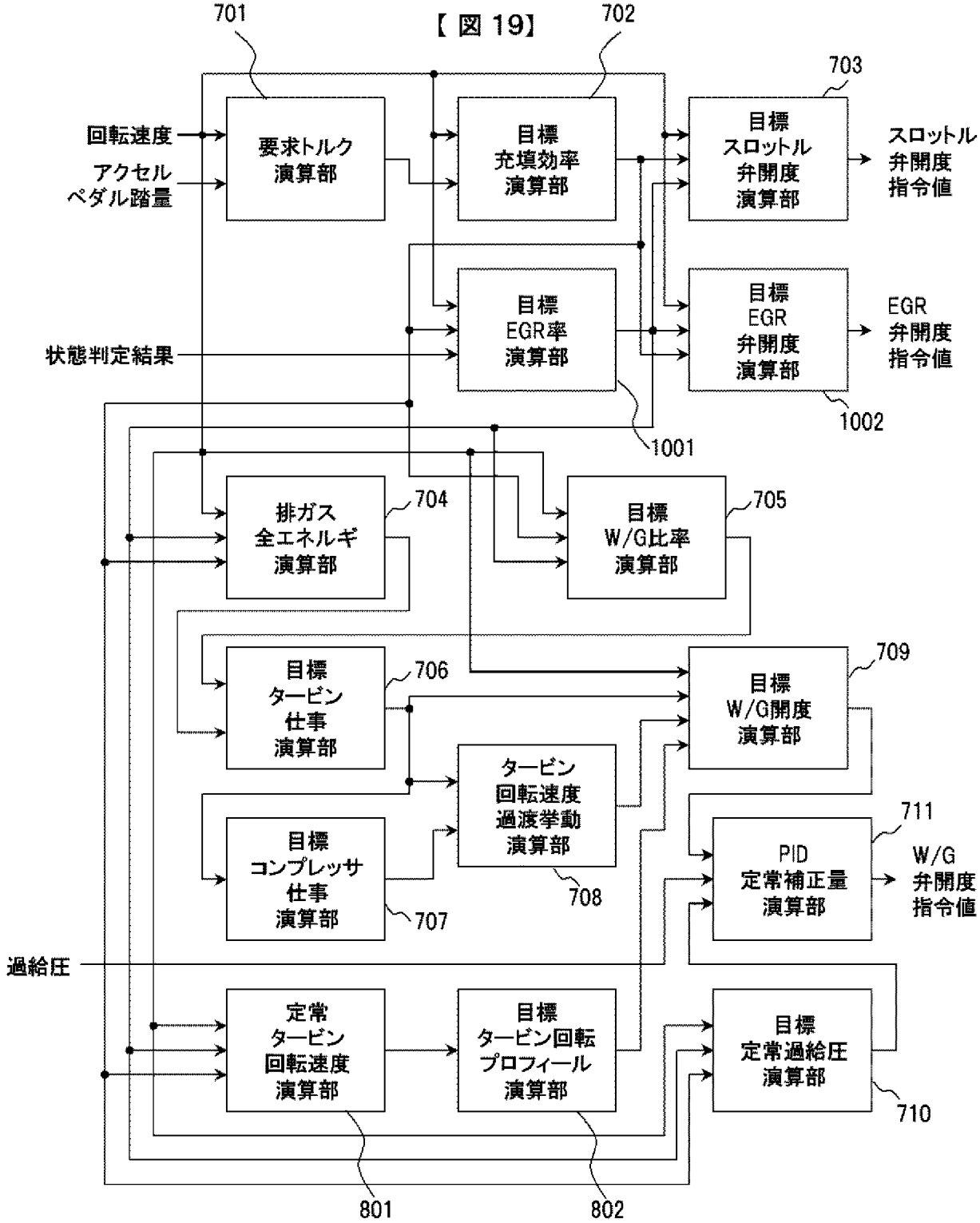


[図18]

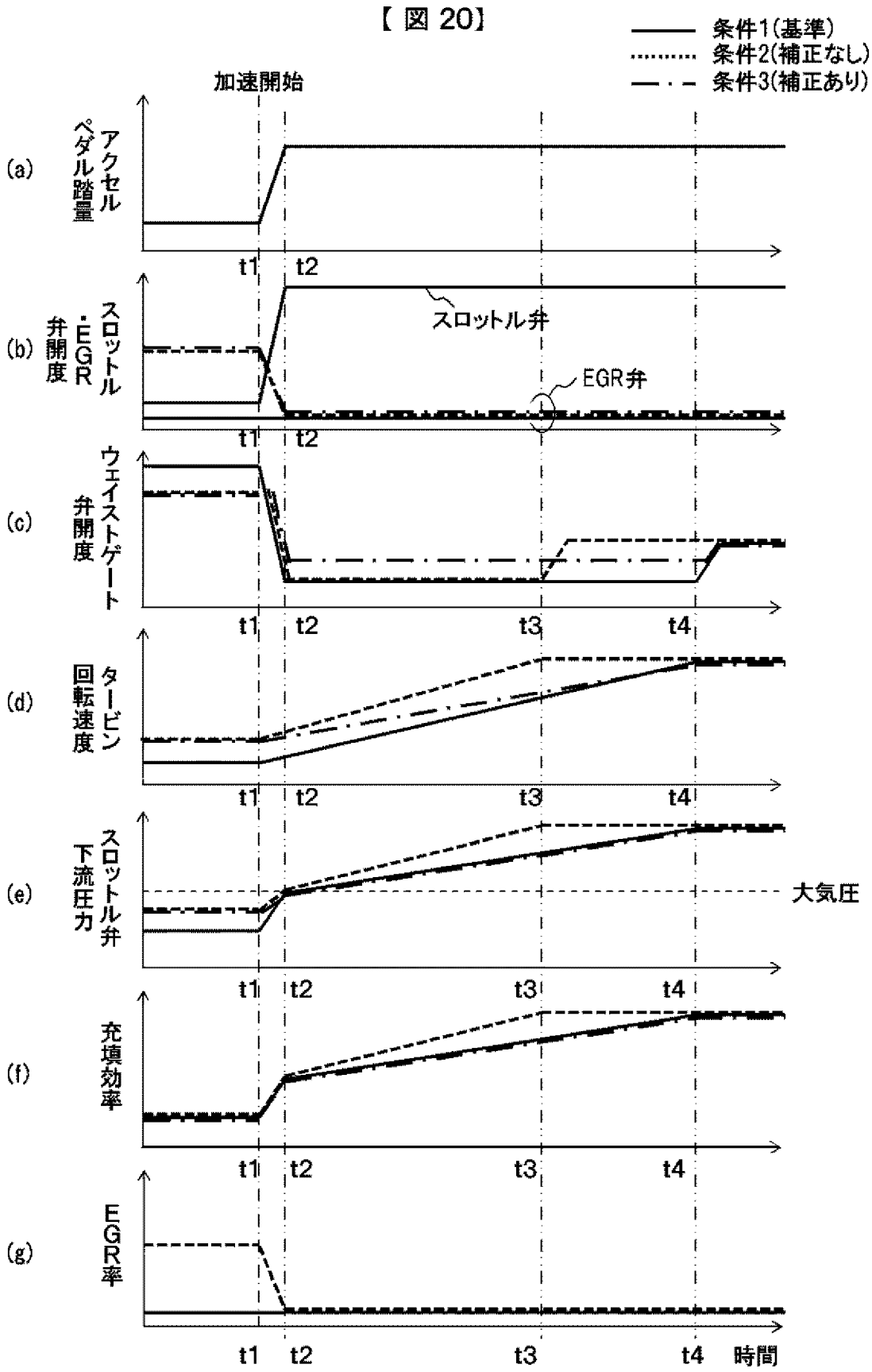
【 図 18】


(a)
回転速度一定
全開
ウェイストゲート弁開度
EGR大
EGR補正
充填効率
(b)
スロットル弁下流圧力
EGR大
大気圧
EGR影響分
充填効率
(c)
タービン回転速度
EGR大
EGR影響分
充填効率

[図19]

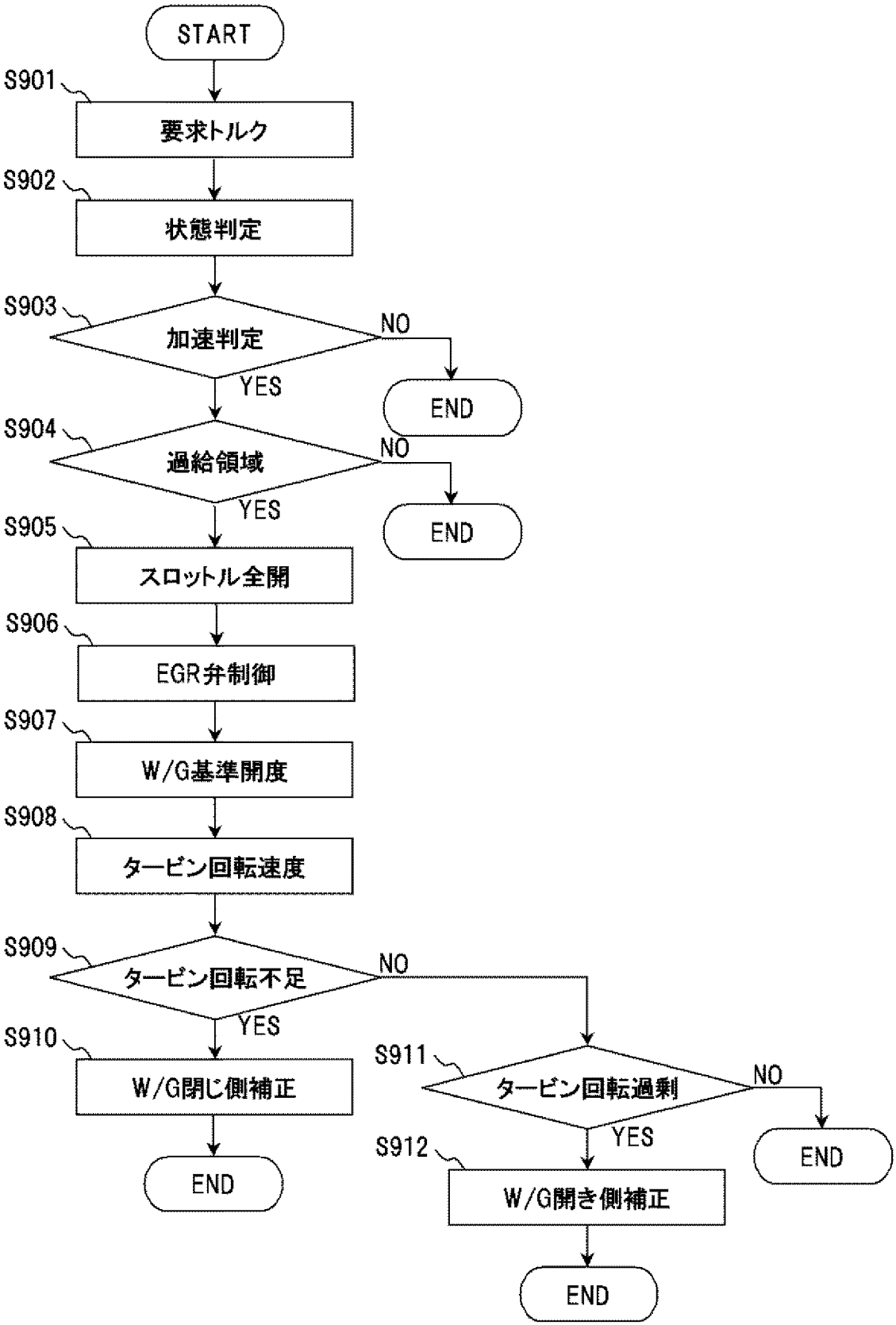

【図19】
701
702
703
回転速度
アクセル
ペダル踏量
要求トルク
演算部
目標
充填効率
演算部
目標
スロットル
弁開度
演算部
スロットル
弁開度
指令値
目標
EGR率
演算部
目標
EGR
弁開度
演算部
EGR
弁開度
指令値
状態判定結果
1001
1002
排ガス
全エネルギ
演算部
704
目標
W/G比率
演算部
705
目標
タービン
仕事
演算部
706
目標
W/G開度
演算部
709
タービン
回転速度
過渡挙動
演算部
708
目標
コンプレッサ
仕事
演算部
707
PID
定常補正量
演算部
711
W/G
弁開度
指令値
過給圧
定常
タービン
回転速度
演算部
目標
タービン回転
プロフィール
演算部
目標
定常過給圧
演算部
710
801
802

[図20]


【 図 20】
条件1(基準)
条件2(補正なし)
条件3(補正あり)
加速開始
(a)
アクセルペダル踏量
t1
t2
(b)
スロットル・EGR弁開度
スロットル弁
EGR弁
t1
t2
(c)
ウェイストゲート弁開度
t1
t2
t3
t4
(d)
タービン回転速度
t1
t2
t3
t4
(e)
スロットル弁下流圧力
大気圧
t1
t2
t3
t4
(f)
充填効率
t1
t2
t3
t4
(g)
EGR率
t1
t2
t3
t4
時間

[図21]

【図21】


START
S901
要求トルク
S902
状態判定
S903
加速判定
NO
END
YES
S904
過給領域
NO
END
YES
S905
スロットル全開
S906
EGR弁制御
S907
W/G基準開度
S908
タービン回転速度
S909
タービン回転不足
NO
YES
S910
W/G閉じ側補正
END
S911
タービン回転過剰
NO
END
YES
S912
W/G開き側補正
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/066136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02B37/16(2006.01)i, *F02B37/00*(2006.01)i, *F02B37/12*(2006.01)i, *F02B37/18*(2006.01)i, *F02D13/02*(2006.01)i, *F02D23/00*(2006.01)i, *F02M25/07*(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)
F02B37/16, F02B37/00, F02B37/12, F02B37/18, F02D13/02, F02D23/00, F02M25/07

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2008-190354 A (Toyota Motor Corp.), 21 August 2008 (21.08.2008), paragraphs [0018], [0019]; fig. 1, 6 (Family: none)	1-8
A	JP 2009-228486 A (Toyota Motor Corp.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraph [0005] (Family: none)	1-8
A	JP 2010-1774 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 07 January 2010 (07.01.2010), abstract; paragraph [0001] (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 August, 2013 (26.08.13)	03 September, 2013 (03.09.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６６１３６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02B37/16(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B37/12(2006.01)i, F02B37/18(2006.01)i, F02D13/02(2006.01)i, F02D23/00(2006.01)i, F02M25/07(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.　F02B37/16, F02B37/00, F02B37/12, F02B37/18, F02D13/02, F02D23/00, F02M25/07

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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
Ａ	JP 2008-190354 A（トヨタ自動車株式会社）2008.08.21,【００１８】,【００１９】,【図１】,【図６】（ファミリーなし）	１－８
Ａ	JP 2009-228486 A（トヨタ自動車株式会社）2009.10.08,【０００５】（ファミリーなし）	１－８
Ａ	JP 2010-1774 A（富士重工業株式会社）2010.01.07,【要約】,【０００１】（ファミリーなし）	１－８

☐　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
「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
「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
「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）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「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
「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
「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
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２６．０８．２０１３	国際調査報告の発送日 ０３．０９．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｔ　４４７７ 佐々木　淳 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５