

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-522845  
(P2010-522845A)

(43) 公表日 平成22年7月8日(2010.7.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2D 21/08 (2006.01)</b>	FO2D 21/08 311B	3G062
<b>FO2D 23/00 (2006.01)</b>	FO2D 23/00 J	3G092
<b>FO2M 25/07 (2006.01)</b>	FO2D 21/08 301A	
	FO2D 21/08 301B	
	FO2D 21/08 301H	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 40 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-501064 (P2010-501064)  
 (86) (22) 出願日 平成20年3月14日 (2008.3.14)  
 (85) 翻訳文提出日 平成21年9月10日 (2009.9.10)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/056955  
 (87) 国際公開番号 W02008/118660  
 (87) 国際公開日 平成20年10月2日 (2008.10.2)  
 (31) 優先権主張番号 60/908,528  
 (32) 優先日 平成19年3月28日 (2007.3.28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500124378  
 ボーグワーナー・インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国ミシガン州 48326-  
 2872, オーバーン・ヒルズ, ハムリン  
 ・ロード 3850  
 (74) 代理人 100093861  
 弁理士 大賀 真司  
 (74) 代理人 100129218  
 弁理士 百本 宏之  
 (72) 発明者 ジョン・シュッティ  
 アメリカ合衆国 ミシガン州 48346  
 クラークストン ラングル・コート 6  
 899

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステムにおける排気ガス再循環制御方法

(57) 【要約】

本発明の一実施形態は、高圧 (HP) EGR 通路と低圧 (LP) EGR 通路とを備えるターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステムにおける排気ガス再循環 (EGR) の制御方法を含み得る。本方法は、排出ガス基準に適合する目標総 EGR 率を決定するステップと、決定された目標総 EGR 率の制約内で他のエンジンシステム基準を最適化するように目標 HP / LP EGR 比を決定するステップとを含み得る。目標 HP / LP EGR 比の決定は、少なくともエンジンの速度及び負荷を基本モデルに対する入力として使用して基本 EGR 値を出力するステップと、少なくとも1つの他のエンジンシステムパラメータを少なくとも1つの調整モデルに対する入力として使用して少なくとも1つの EGR 調整値を出力するステップと、基本 EGR 値を少なくとも1つの EGR 調整値で調整して少なくとも1つの調整された EGR 値を生成するステップとを含み得る。

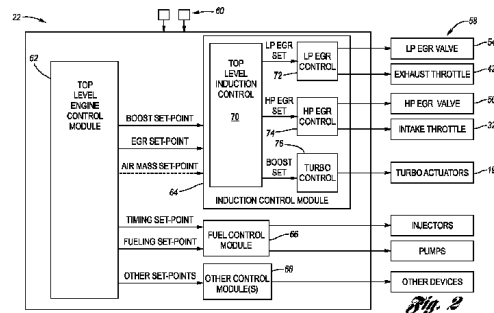


Fig. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

高圧（HP）EGR通路と低圧（LP）EGR通路とを備えるターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステムにおける排気ガス再循環（EGR）の制御方法であって、

排出ガス基準に適合する目標総EGR率を決定するステップと、

決定された目標総EGR率の制約内で他のエンジンシステム基準を最適化するように目標HP/LP EGR比を決定するステップであって、

少なくともエンジンの速度及び負荷を基本モデルに対する入力として使用して基本EGR値を出力するステップと、

少なくとも1つの他のエンジンシステムパラメータを少なくとも1つの調整モデルに対する入力として使用して少なくとも1つのEGR調整値を出力するステップと、

前記少なくとも1つのEGR調整値を用いて基本EGR値を調整し、調整されたEGR値を生成するステップと、

を含むステップと、

を含む、方法。

**【請求項 2】**

前記少なくとも1つの調整モデルが、前記基本EGR値を調整して燃焼ガスがエンジンに送り込まれ得る速度を高めるための過渡負荷調整モデルを含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記過渡負荷調整モデルが、

目標ターボチャージャ給気圧値を決定するステップと、

前記目標ターボチャージャ給気圧を実際のターボチャージャ給気圧値と比較するステップと、

前記給気圧目標値と前記給気圧実測値との差に基づき、前記少なくとも1つのEGR調整値を決定するステップと、

を含む、請求項2に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記過渡負荷調整モデルが、

目標誘導流量値を決定するステップと、

前記目標誘導流量値を実際の誘導流量値と比較するステップと、

前記誘導流量目標値と前記誘導流量実測値との差に基づき、前記少なくとも1つのEGR調整値を決定するステップと、

を含む、請求項2に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記少なくとも1つの調整モデルが、誘導温度を修正するための誘導温度調整モデルを含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記誘導温度調整モデルが、

目標誘導温度値を決定するステップと、

前記目標誘導温度値を実際の誘導温度値と比較するステップと、

前記誘導温度目標値と前記誘導温度実測値との差に基づき、前記少なくとも1つのEGR調整値を決定するステップと、

を含む、請求項5に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記少なくとも1つの調整モデルが、ターボチャージャを過回転又は過剰温度のうちの少なくとも一方から保護するためのターボチャージャ保護調整モデルを含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記ターボチャージャ保護調整モデルが、

40  
50

最高限度ターボチャージャ速度信号と実際のターボチャージャ速度信号とを比較して差分速度信号を求めるステップと、

ターボチャージャ速度に加え、少なくとも1つの他のエンジンシステムパラメータを用いて前記差分速度信号を処理することにより、前記少なくとも1つのEGR調整値を生成するステップと、

を含む、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記ターボチャージャ保護調整モデルが、

最高限度ターボチャージャコンプレッサ先端温度信号と実際のターボチャージャコンプレッサ先端温度信号とを比較して差分温度信号を求めるステップと、

ターボチャージャコンプレッサ先端温度に加え、少なくとも1つの他のエンジンシステムパラメータを用いて前記差分温度信号を処理することにより、前記少なくとも1つのEGR調整値を生成するステップと、

を含む、請求項7に記載の方法。

【請求項10】

前記他のエンジンシステム基準が、ターボチャージャ保護、燃費、及びエンジン性能を含み、及び前記基準のなかで、ターボチャージャ保護；排出ガス；燃費；及びエンジン性能の順に優先度が低くなるものとして優先順位が付与されるようにEGRが調整される、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

前記調整モデルのうちの1つ又は複数が、所定のシステム動作条件下で機能停止される、請求項1に記載の方法。

【請求項12】

エンジンが正常動作温度で作動しているとき、誘導温度調整モデルが機能停止される、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記調整モデルのうちの1つ又は複数が、他の調整モデルの1つ又は複数が無効化する、請求項1に記載の方法。

【請求項14】

ターボチャージャ保護調整値が所定の大きさを超過する場合に、過渡負荷調整モデルが機能停止される、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

超過したEGR又は不十分なEGRのうち少なくとも一方を防止するため、前記調整されたEGR値をEGR上限値又はEGR下限値の少なくとも一方と比較するステップ、をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項16】

前記調整されたEGR値が調整されたLP EGR値である、請求項1に記載の方法。

【請求項17】

前記調整されたLP EGR値を使用してHP EGR値を計算するステップと、

HP EGRとLP EGRとの間にEGR時間差を設けるため、前記HP EGR値の下流での伝達を遅延させるステップと、をさらに含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記目標総EGR率を前記HP EGR値及び前記調整されたLP EGR値に適用して、HP EGR設定値及びLP EGR設定値を生成するステップ、をさらに含む、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

高圧（HP）EGR通路と低圧（LP）EGR通路とを備えるターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステムにおける排気ガス再循環（EGR）の制御方法であって、

排出ガス基準に適合する目標総EGR率を決定するステップと、

10

20

30

40

50

少なくとも1つのモデルにおいて少なくともエンジンの速度及び負荷を使用してLP EGR値及びHP EGR値を出力することにより、決定された目標総EGR率の制約内で他のエンジンシステム基準を最適化するように目標HP/LP EGR比を決定するステップと、

前記目標総EGR率を前記LP EGR値及び前記HP EGR値に適用してLP EGR設定値及びHP EGR設定値を設定するステップと、

LP EGRとHP EGRとの間に遅延時間を設けるため、前記HP EGR値の下流での伝達を遅延させるステップと、  
を含む、方法。

【請求項20】

10

前記遅延させるステップが、前記目標総EGR率の前記HP EGR値に対する適用を遅延させるステップを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

請求項1に記載の方法を可能にするようプロセッサによって実行可能な命令を具体化するコンピュータが使用可能な媒体。

【請求項22】

請求項19に記載の方法を可能にするようプロセッサによって実行可能な命令を具体化するコンピュータが使用可能な媒体。

【請求項23】

請求項1に記載の方法を実行するための装置を含む製品。

20

【請求項24】

請求項19に記載の方法を実行するための装置を含む製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2007年3月28日に出願された米国仮特許出願第60/908,528号明細書の利益を主張する。

【0002】

概して本開示の関わる分野は、ターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステム内での排気ガス再循環制御を含む。

30

【背景技術】

【0003】

ターボチャージャ付きエンジンシステムは、燃焼室で空気及び燃料を燃焼させて機械的動力に変換するエンジン、吸入ガスを燃焼室に搬送するための空気吸入サブシステム、及びエンジン排気サブシステムを備える。排気サブシステムは典型的には、エンジン燃焼室から排気ガスを運び出し、エンジン排気騒音を消音し、及びエンジン燃焼温度の上昇に伴い増加する排気ガス微粒子及び窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )を低減する。排気ガスは多くの場合、排気ガスサブシステムから再循環され吸入サブシステムに至り、新気と混合されたうえエンジンに戻される。排気ガス再循環による不活性ガス量の増加に伴い吸入ガス中の酸素が低減されるため、エンジン燃焼温度が低下し、ひいては $\text{NO}_x$ 形成が低減される。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

一例示的实施形態は、高圧(HP)EGR通路と低圧(LP)EGR通路とを備えるターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステムにおける排気ガス再循環(EGR)の制御方法を含む。本方法は、排出ガス基準に適合する目標総EGR率を決定するステップと、決定された目標総EGR率の制約内で他のエンジンシステム基準を最適化するように目標HP/LP EGR比を決定するステップとを含み得る。目標HP/LP EGR比の決定は、少なくともエンジンの速度及び負荷を基本モデルに対する入力として用いて基本EGR値を出力するステップと、少なくとも1つの他のエンジンシステムパラメータを少な

50

くとも1つの調整モデルに対する入力として用いて少なくとも1つのEGR調整値を出力するステップと、少なくとも1つのEGR調整値により基本EGR値を調整して少なくとも1つの調整されたEGR値を求めるステップとを含み得る。

【0005】

別の例示的实施形態は、高圧(HP)EGR通路と低圧(LP)EGR通路とを備えるターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステムにおける排気ガス再循環(EGR)の制御方法を含む。本方法は、排出ガス基準に適合する目標総EGR率を決定するステップと、決定された目標総EGR率の制約内で他のエンジンシステム基準を最適化するように目標HP/LP EGR比を決定するステップとを含み得る。目標HP/LP EGR比の決定は、少なくとも1つのモデルにおいて少なくともエンジンの速度及び負荷を用いてLP EGR値及びHP EGR値を出力するステップと、目標総EGR率をLP EGR値及びHP EGR値に適用してLP EGR設定値及びHP EGR設定値を設定するステップと、HP EGR値の下流での伝達を遅延させてLP EGRとHP EGRとの間に遅延時間を設けるステップとを含み得る。

10

【0006】

本発明の他の例示的实施形態は、以下の詳細な説明から明らかとなるであろう。これらの詳細な説明及び特定の例は本発明の例示的实施形態を示すが、意図される目的は例示に過ぎず、本発明の範囲を制限することは意図されないものと理解されたい。

【0007】

本発明の例示的实施形態は、詳細な説明及び添付の図面からより十全に理解されることとなるだろう。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】例示的制御サブシステムを備えるエンジンシステムの例示的实施形態の概略図である。

【図2】図1のエンジンシステムの例示的制御サブシステムのブロック図である。

【図3】図1のエンジンシステムで使用され得るEGR制御の例示的方法のフローチャートである。

【図4】図3の方法の好ましい制御フロー部分を示すとともに総EGR推定ブロック並びに高圧及び低圧EGR開ループ制御ブロックを含むブロック図である。

30

【図5A】図4の推定ブロックの例示的实施形態を示す。

【図5B】図4の推定ブロックの例示的实施形態を示す。

【図5C】図4の推定ブロックの例示的实施形態を示す。

【図6A】図4の高圧及び低圧EGR開ループ制御ブロックの例示的实施形態を示す。

【図6B】図4の高圧及び低圧EGR開ループ制御ブロックの例示的实施形態を示す。

【図7】目標総EGR率に対する弁位置の例示的プロットを示すグラフである。

【図8】図3の方法の第2の制御フロー部分を示すブロック図である。

【図9】図3の方法の第3の制御フロー部分を示すブロック図である。

【図10】図3の方法の第4の制御フロー部分を示すブロック図である。

【図11】HP/LP EGR比最適化の例示的制御フロー部分のブロック図であり、HP/LP EGR比決定ブロックとHP/LP EGR補償ブロックとを含む。

40

【図12】図11のHP/LP EGR比決定ブロックの例示的制御フロー部分のブロック図である。

【図13】図11のHP/LP EGR比決定ブロックの過渡負荷調整モデルの例示的制御フロー部分のブロック図である。

【図14】図11のHP/LP EGR比決定ブロックの誘導温度調整モデルの例示的制御フロー部分のブロック図である。

【図15A】図11のHP/LP EGR比決定ブロックのターボチャージャ保護調整モデルの例示的制御フロー部分のブロック図である。

【図15B】図11のHP/LP EGR比決定ブロックのターボチャージャ保護調整モ

50

デルの例示的制御フロー部分のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本実施形態の以下の説明は本質的に例示に過ぎず、一切、本発明、その適用又は使用の制限を意図するものではない。

【0010】

例示的システム

例示的動作環境が図1に示され、これを使用して本開示のEGR制御方法が実現され得る。本方法は任意の好適なシステムを使用して実行され得るとともに、好ましくは、システム10などのエンジンシステムと連動して実行される。以下のシステム説明は単一例示的エンジンシステムの概要を提供するものであるが、本明細書に示されない他のシステム及び構成要素もまた本開示の方法を支援し得るであろう。

【0011】

一般的にシステム10は、燃料と吸入ガスとの混合物の内燃から機械的動力を発生させるための内燃エンジン12、概してエンジン12に吸入ガスを供給するための吸入サブシステム14、及び概してエンジン12から燃焼ガスを搬出するための排気サブシステム16を備える。エンジン12は、ディーゼル、ガソリン、または他の燃焼可能な燃料を燃焼させるように構成かつ適合され得る。本明細書で使用されるとき、吸入ガスという語句には、新気と再循環された排気ガスとが含まれ得る。またシステム10は一般的に、排気サブシステム16及び吸入サブシステム14と交差して連通するターボチャージャ18も備えることで吸気を圧縮でき、それにより燃焼が改善されるとともに従ってエンジン出力が増加する。さらにシステム10は一般的に、排気サブシステム16及び吸入サブシステム14と交差して排気ガス再循環サブシステム20を備えることで排気ガスを再循環させて新気と混合でき、それによりエンジンシステム10のエミッション性能が向上する。さらにシステム10は一般的に、制御サブシステム22を備えることによりエンジンシステム10の動作を制御できる。当業者は認識するであろうことだが、任意の好適な液体及び/又は気体燃料をエンジン12に供給してエンジン内で吸入ガスと共に燃焼させるために燃料サブシステム(図示せず)が使用される。

【0012】

内燃エンジン12は、自己着火又はディーゼルエンジンのような圧縮着火エンジンなどの任意の好適な種類のエンジンであり得る。エンジン12はブロック24を備えて中にシリンダ及びピストン(個別には図示せず)を有することができ、これらはシリンダヘッド(同様に個別には図示せず)と共に、燃料と吸入ガスとの混合物を内燃させるための燃焼室(図示せず)を画成する。

【0013】

吸入サブシステム14は、好適な導管及びコネクタに加え、空気フィルタ(図示せず)を有して入ってくる空気をろ過し得る入口端26、及び入口端26の下流に吸気を圧縮するためのターボチャージャコンプレッサ28を備え得る。吸入サブシステム14はまた、ターボチャージャコンプレッサ28の下流に圧縮空気を冷却するための給気冷却器30、及び給気冷却器30の下流に冷却された空気のエンジン12への流れを絞るための吸気絞り弁32も備え得る。吸入サブシステム14はまた、絞り弁32の下流及びエンジン12の上流に吸気マニホールド34も備えることにより、絞られた空気を受け入れ得るとともにそれをエンジン燃焼室に送り込み得る。

【0014】

排気サブシステム16は、好適な導管及びコネクタに加え排気マニホールド36を備えることにより、エンジン12の燃焼室からの排気ガスを捕集し得るとともにそれを下流の排気サブシステム16の残り部分へと搬送し得る。排気サブシステム16はまた、排気マニホールド36と下流で連通するターボチャージャタービン38も備え得る。ターボチャージャ18は、可変タービンジオメトリ(VTG)型のターボチャージャ、二段式ターボチャージャ、又はウェイストゲート若しくはバイパス装置を伴うターボチャージャなどであり

10

20

30

40

50

得る。いずれの場合にも、ターボチャージャ 18 及び / 又は任意のターボチャージャ付属装置を調整して次のパラメータ、すなわちターボチャージャ給気圧、空気質量流量、及び / 又は EGR 流量の任意の 1 つ又は複数を変更し得る。排気サブシステム 16 はまた、任意の好適なエミッション装置 40、例えば密結合ディーゼル酸化触媒 (DOC) 装置のような触媒コンバータ、窒素酸化物 (NOx) 吸着ユニット、微粒子フィルタなども備え得る。排気サブシステム 16 はまた、排気出口 44 の上流に配置される排気絞り弁 42 も備え得る。

#### 【0015】

EGR サブシステム 20 は好ましくはハイブリッド又は二系統型 EGR サブシステムであり、排気サブシステム 16 からの排気ガスの一部を吸入サブシステム 14 に再循環させてエンジン 12 で燃焼させる。従って、EGR サブシステム 20 は 2 つの通路、すなわち高圧 (HP) EGR 通路 46 及び低圧 (LP) EGR 通路 48 を備え得る。好ましくは、HP EGR 通路 46 はターボチャージャタービン 38 の上流で排気サブシステム 16 に接続されるが、吸入サブシステム 12 にはターボチャージャコンプレッサ 28 の下流で接続され得る。また好ましくは、LP EGR 通路 48 はターボチャージャタービン 38 の下流で排気サブシステム 16 に接続されるが、吸入サブシステム 14 にはターボチャージャコンプレッサ 28 の上流で接続され得る。内部エンジン可変バルブタイミング及びリフトを利用して内部 HP EGR を誘導するなど他の形態の HP EGR を含め、排気サブシステム 16 と吸入サブシステム 14 との間の任意の他の好適な接続もまた企図される。内部 HP EGR によれば、エンジンの排気弁と吸気弁との動作は、ある燃焼イベント中に生成された排気ガスの一部が吸気弁から戻るように連通し、次の燃焼イベントで排気ガスが燃焼されるように、タイミングが調節され得る。

10

20

#### 【0016】

HP EGR 通路 46 は、好適な導管及びコネクタに加え HP EGR 弁 50 を備えることにより、排気サブシステム 16 から吸入サブシステム 14 への排気ガスの再循環を制御し得る。HP EGR 弁 50 は専有のアクチュエータを有するスタンドアロン装置であってもよく、又は吸気絞り弁 32 と共に共通のアクチュエータを有する複合装置に統合されてもよい。HP EGR 通路 46 はまた、HP EGR 弁 50 の上流、又は場合により下流に HP EGR 冷却器 52 も備えて HP EGR ガスを冷却し得る。HP EGR 通路 46 は、ターボチャージャタービン 38 の上流及び絞り弁 32 の下流に接続され、HP EGR ガスを絞られた空気及び他の吸入ガスと混合し得る (空気は LP EGR を有し得る)。

30

#### 【0017】

LP EGR 通路 48 は、好適な導管及びコネクタに加え LP EGR 弁 54 を備えることにより、排気サブシステム 16 から吸入サブシステム 14 への排気ガスの再循環を制御し得る。LP EGR 弁 54 は専有のアクチュエータを有するスタンドアロン装置であってもよく、又は排気絞り弁 42 と共に共通のアクチュエータを有する複合装置に統合されてもよい。LP EGR 通路 48 はまた、LP EGR 弁 54 の下流、又は場合により上流に LP EGR 冷却器 56 も備えて LP EGR ガスを冷却し得る。LP EGR 通路 48 は、ターボチャージャタービン 38 の下流及びターボチャージャコンプレッサ 28 の上流に接続され、LP EGR ガスをろ過された吸気と混合し得る。

40

#### 【0018】

ここで図 2 を参照すると、制御サブシステム 22 は任意の好適なハードウェア、ソフトウェア、及び / 又はファームウェアを備えることにより、本明細書に開示される方法の少なくとも一部分を実行し得る。例えば、制御サブシステム 22 は、上記で考察されるエンジンシステムアクチュエータ 58 の一部又は全部、並びに様々なエンジンセンサ 60 を備え得る。エンジンシステムセンサ 60 は図面上では個別に示されないが、エンジンシステムパラメータを監視するための任意の好適な装置を含み得る。

#### 【0019】

例えば、エンジン速度センサはエンジンクランク軸 (図示せず) の回転速度を計測し得

50

るし、エンジン燃焼室と連通する圧力センサはエンジンシリンダ圧を計測し得るし、吸気及び排気マニホールド圧力センサはエンジンシリンダに流れ込む、及びそこから流れ出すガスの圧力を計測し得るし、吸気質量流量センサは吸入サブシステム 14 に入ってくる空気流量を計測し得るし、そしてマニホールド質量流量センサはエンジン 12 への吸入ガスの流量を計測し得る。別の例において、エンジンシステム 10 は、エンジンシリンダへと流れる吸入ガスの温度を計測するための温度センサ、及び空気フィルタの下流及びターボチャージャコンプレッサ 28 の上流に温度センサを備え得る。さらなる例において、エンジンシステム 10 は、ターボチャージャコンプレッサ 28 に好適に連結される速度センサを備えてその回転速度を計測し得る。集積角度位置センサなどのスロットル位置センサが絞り弁 32 の位置を計測し得る。位置センサがターボチャージャ 18 の近傍に配置され、可変容量タービン 38 の位置を計測し得る。排気管温度センサが排気管出口のすぐ上流に設置され、排気サブシステム 16 から排出される排気ガスの温度を計測し得る。また、エミッション装置 40 の上流及び下流にも温度センサが設置され、その入口及び出口における排気ガスの温度を計測し得る。同様に、1つ又は複数の圧力センサがエミッション装置 40 と交差して設置され、それを通じた圧力降下を計測し得る。酸素 ( $O_2$ ) センサが排気サブシステム 16 及び / 又は吸入サブシステム 14 に設置され、排気ガス及び / 又は吸入ガス中の酸素を計測し得る。最後に、位置センサが HP EGR 弁 50、LP EGR 弁 54 及び排気絞り弁 42 の位置を計測し得る。

10

#### 【0020】

本明細書で考察されるセンサ 60 に加え、任意の他の好適なセンサ及びそれらに関連するパラメータが、本開示のシステム及び方法により包含され得る。例えば、センサ 60 としてはまた、加速度センサ、車両速度センサ、パワートレイン速度センサ、フィルタセンサ、他の流量センサ、振動センサ、ノックセンサ、吸気圧及び排気圧センサなども挙げられるであろう。換言すれば、任意のセンサを使用して、電氣的、機械的、及び化学的パラメータを含む任意の好適な物理的パラメータを検知し得る。本明細書で使用されるとき、センサという用語には、任意のエンジンシステムパラメータ及び / 又はかかるパラメータの様々な組み合わせを感知するために使用される任意の好適なハードウェア及び / 又はソフトウェアが含まれてもよい。

20

#### 【0021】

制御サブシステム 22 はさらに、アクチュエータ 58 及びセンサ 60 と連通する 1つ又は複数のコントローラ (図示せず) を備えることにより、センサ入力を受信及び処理し得るとともにアクチュエータ出力信号を送信し得る。コントローラは 1つ又は複数の好適なプロセッサ及びメモリデバイス (図示せず) を備え得る。メモリは、エンジンシステム 10 の機能の少なくとも一部を提供するとともにプロセッサにより実行され得るデータ及び命令の記憶域を提供するよう構成され得る。本方法の少なくとも一部分は、1つ又は複数のコンピュータプログラム及びメモリ内にルックアップテーブル、法則、アルゴリズム、マップ、モデルなどとして格納される様々なエンジンシステムデータ又は命令により可能となり得る。いずれの場合にも制御サブシステム 22 は、センサ 60 から入力信号を受信し、センサ入力信号を踏まえて命令又はアルゴリズムを実行し、及び好適な出力信号を様々なアクチュエータ 58 に送信することにより、エンジンシステムパラメータを制御し得る。

30

40

#### 【0022】

制御サブシステム 22 は、コントローラに 1つ又は複数のモジュールを備え得る。例えば、トップレベルエンジン制御モジュール 62 が任意の好適なエンジンシステム入力信号を受信及び処理し得るとともに出力信号を吸入制御モジュール 64、燃料制御モジュール 66、及び任意の他の好適な制御モジュール 68 に伝達する。以下でより詳細に考察されるであろうとおり、トップレベルエンジン制御モジュール 62 はエンジンシステムパラメータセンサ 60 の 1つ又は複数からの入力信号を受信及び処理して任意の好適な方法で総 EGR 率を推定し得る。モジュール 62、64、66、68 は、図示されるとおり別個であってもよく、又は 1つ若しくは複数のモジュールに統合されるか、若しくは組み合わせ

50

れてもよく、任意の好適なハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェアを含み得る。

【0023】

EGR率を推定する様々な方法が当業者に知られている。本明細書で使用される時、語句「総EGR率」はその構成パラメータの1つ又は複数を含むとともに、次の方程式により表すことができ、

【数1】

$$r_{EGR} = \left(1 - \frac{MAF}{M_{ENG}}\right) * 100 = \left(\frac{M_{EGR}}{M_{ENG}}\right) * 100$$

10

式中、

MAFは吸入サブシステムへの新気質量流量であり、

$M_{EGR}$ は吸入サブシステムへのEGR質量流量であり、

$M_{ENG}$ はエンジンへの吸入ガス質量流量であり、及び

$r_{EGR}$ はエンジンに流入する吸入ガスのうち再循環された排気ガスに由来する部分を含む。

【0024】

上記の方程式から、総EGR率は、新気質量流量センサ及びセンサ又はその推定値からの吸入ガス質量流量を使用して、又は総EGR率それ自体の推定値及び吸入ガス質量流量を使用して計算され得る。いずれの場合にも、トップレベルエンジン制御モジュール62は好適なデータ入力を備えて1つ又は複数の質量流量センサ計測値又は1つ又は複数のエンジンシステムモデルに対する入力としての推定値から総EGR率を直接推定し得る。

20

【0025】

本明細書で使用される時、用語「モデル」には、ルックアップテーブル、マップ、公式、アルゴリズムなどの変数を使用するものを表す任意の構築が含まれ得る。モデルは、任意の所与のエンジンシステムの正確な設計及び性能仕様に特有且つ特定のアプリケーションであり得る。一例において、エンジンシステムモデルはまた、エンジン速度及び吸気マニホールドの圧力及び温度に基づき得る。エンジンシステムモデルはエンジンパラメータが変化するとともに更新され得るとともに、エンジン速度、並びに吸気圧、温度、及び一般ガス定数により決定され得るエンジン吸気密度を含む入力を使用する多次元ルックアップテーブルであり得る。

30

【0026】

総EGR率は、直接的に、又はその構成要素を介して間接的に、推定又は感知される空気質量流量、 $O_2$ 、又はエンジンシステム温度などの1つ又は複数のエンジンシステムパラメータと関連し得る。かかるパラメータは、総EGR率との関連について任意の好適な方式で分析され得る。例えば、総EGR率は数式上、他のエンジンシステムパラメータと関連し得る。別の例において、エンジンキャリブレーション又はモデリングから、総EGR率は経験的及び統計的に、他のエンジンシステムパラメータと関連し得る。いずれの場合にも、総EGR率が任意の他のエンジンシステムパラメータと確実に関連していることが認められる場合、当該相関は数式的に、経験的に、音響的に等、モデル化され得る。例えば、経験的モデルは好適な試験から開発され得るとともに、総EGR率値において他のエンジンシステムパラメータ値と処理し得るルックアップテーブル、マップ、公式、アルゴリズムなどを挙げるができる。

40

【0027】

従って、総EGR率及び/又は個別のHP及び/又はLP EGR流量の直接的なセンサ計測値の代わりとしてエンジンシステムパラメータが使用され得る。従って、総EGR、HP EGR、及びLP EGR流量センサが不要となるため、エンジンシステムの費

50

用及び重量を節減し得る。かかるセンサが不要であることにより、他のセンサ関連ハードウェア、ソフトウェア、並びに配線、コネクタピン、コンピュータ処理電源及びメモリなどの費用もまた不要となる。

【0028】

また、トップレベルエンジン制御62モジュールが好ましくは、ターボチャージャ給気圧設定値及び目標総EGR設定値を計算するとともに、それらの設定値を吸入制御モジュール64に送信し得る。同様に、トップレベルエンジン制御モジュール62は好適なタイミング及び燃料注入設定値を計算するとともにそれらを燃料制御モジュール66に送信し得るし、及び他の設定値を計算するとともにそれらを他の制御モジュール68に送信し得る。燃料制御モジュール66及び他の制御モジュール68がかかる入力を受信及び処理し得るとともに、燃料インジェクタ、燃料ポンプ、又は他の装置などの任意の好適なエンジンシステム装置に対する好適なコマンド信号を生成し得る。

10

【0029】

あるいは、トップレベルエンジン制御モジュール62は、目標総EGR設定値ではなく、給気圧設定値及び総吸気質量流量設定値(破線で示されるとおり)を計算及び送信してもよい。この代替例においては、続いて総EGR設定値が空気質量流量設定値から決定され得、これは実際の総EGR率が実際の質量流量センサの読み取り値から推定される場合とほぼ同様の方法による。第2の代替例においては、全制御方法を通じて空気質量流量が総EGR率に代わり得る。これにより使用されるデータのタイプ並びにHP及びLP EGR流量目標値の設定方法が変わるものの、コントローラの基本構成及び制御方法のフローは同じである。

20

【0030】

吸入制御モジュール64は、トップレベルエンジン制御モジュール62から受信する設定値に加え、任意の好適なエンジンシステムパラメータ値を受信し得る。例えば、吸入制御モジュール64は、ターボチャージャ給気圧などの吸入及び/又は排気サブシステムパラメータ値、及び質量流量を受信し得る。吸入制御モジュール64は、受信したパラメータ値を処理し得るトップレベル吸入制御サブモジュール70を備え得るとともに、LP及びHP EGR設定値などの任意の好適な出力、及びターボチャージャ設定値を、それぞれLP EGR制御サブモジュール72、HP EGR制御サブモジュール74、及びターボチャージャ制御サブモジュール76に送信し得る。LP EGR制御サブモジュール72、HP EGR制御サブモジュール74、及びターボチャージャ制御サブモジュール76は、かかる吸入制御サブモジュール出力を処理し得るとともに、LP EGR弁54及び排気絞り弁42、HP EGR弁50及び吸気絞り弁32、及び1つ又は複数のターボチャージャアクチュエータ19などの様々なエンジンシステム装置に対する好適なコマンド信号を生成し得る。様々なモジュール及び/又はサブモジュールは図示されるとおり別個であってもよく、又は1つ又は複数の複合モジュール及び/又はサブモジュールとして統合されてもよい。

30

【0031】

例示的方法

ここではLP及びHP EGRの制御方法が提供され、これは上記のエンジンシステム10の動作環境内で1つ又は複数のコンピュータプログラムとして実行され得る。当業者は、本方法が他の動作環境内の他のエンジンシステムを使用して実行されてもよいこともまた認識するであろう。ここで図3を参照すると、例示的方法300がフローチャートの形式で示されている。

40

【0032】

ステップ305に示されるとおり、方法300は任意の好適な様式で開始され得る。例えば、方法300は図1のエンジンシステム10のエンジン12の始動から開始されてもよい。

【0033】

ステップ310において、新気がエンジンシステムの吸入サブシステムに引き込まれ得

50

るとともに、吸入ガスが吸入サブシステムを通じてエンジンシステムのエンジンに導入される。例えば、新気は吸入システム 14 の入口 26 に引き込まれ得るとともに、吸入ガスは吸気マニホールド 34 を通じてエンジン 12 に導入され得る。

【0034】

ステップ 315 において、排気ガスがエンジンシステムの排気サブシステムを通じてエンジンから排出され得る。例えば、排気ガスは排気マニホールド 36 を通じてエンジン 12 から排出され得る。

【0035】

ステップ 320 において、排気ガスが排気サブシステムから高圧又は低圧 EGR 通路の一方又は双方を通じてエンジンシステムの吸入サブシステムへと再循環され得る。例えば、HP 及び LP 排気ガスは、排気サブシステム 16 から、HP EGR 通路 46 及び LP EGR 通路 48 を通じて吸入サブシステム 14 へと再循環されてもよい。

10

【0036】

ステップ 325 において、総 EGR 率の指標となる 1 つ又は複数の代替パラメータが感知され得る。例えば、代替パラメータとしては、空気質量流量、 $O_2$ 、及び / 又はエンジンシステム温度を挙げることができ、これらはエンジンシステム 10 のそれぞれのセンサ 60 により計測され得る。

【0037】

ステップ 330 において、目標総 EGR 率は排出ガス基準に適合するよう決定され得る。例えば、トップレベルエンジン制御モジュール 62 は、任意の好適なエンジンシステムモデルを使用して現在のエンジン動作パラメータを所望の総 EGR 率値と相互参照することにより、所定の排出基準に適合し得る。本明細書で使用される時、用語「目標」には、単一の値、複数の値、及び / 又は任意の値の範囲が含まれる。また、本明細書で使用される時、用語「基準」には単数形及び複数形が含まれる。然るべき EGR 率を決定するために使用される基準の例としては、速度及び負荷に基づく較正表、シリンダ温度目標値を決定するとともに EGR 率に変換するモデルに基づく手法及び過渡動作又は定常状態動作などの動作条件が挙げられる。米国環境保護庁 (Environmental Protection Agency: EPA) などの環境当局により絶対排出基準が規定され得る。

20

【0038】

ステップ 335 において、目標 HP / LP EGR 比が決定され、1 つ又は複数の他のエンジンシステム基準、例えば燃費目標値、エンジンシステム性能の照準、又はエンジンシステムの保護又は保守規格などが、ステップ 330 において決定される目標総 EGR 率による制約に応じて最適化され得る。当業者は、目標比が、比の構成要素のうち的一方、他方、又は双方を決定することによって決定され得ることを理解するであろう。例えば、目標 HP / LP EGR 比は、HP EGR パーセンテージ、LP EGR パーセンテージ、又はその双方を決定することによって決定され得る。いずれの場合にも、ステップ 335 は、図 11 ~ 15、及びそれに付随する、本明細書において以下に記載される説明と併せて実行され得る。

30

【0039】

ステップ 340 において、ステップ 335 において決定される目標 HP / LP EGR 比に従い、個別の HP EGR 及び / 又は LP EGR 設定値が生成され得る。

40

【0040】

ステップ 345 において、HP 及び LP EGR 設定値に対応する目標 HP 及び LP EGR 開度が決定され得る。例えば、開ループコントローラがモデルを使用して HP 及び LP EGR 設定値及び他のエンジンシステムパラメータを処理することにより、開度が生成され得る。

【0041】

ステップ 350 において、先に上記で考察されたとおり任意の好適なエンジンシステムモデルに対する入力として使用される代替パラメータに応じて、総 EGR 率が推定され得

50

る。例えば、総 EGR 率推定には、数式的又は経験的に代替パラメータを総 EGR 率と相関付けるエンジンシステムモデルが含まれ得る。モデルが含むルックアップテーブル、マップなどは、EGR 率値を代替パラメータ値と相互参照し得るものであるとともに、エンジン速度及び吸気マニホールドの圧力及び温度に基づき得る。いずれの場合にも、実際に個別の HP 及び / 又は LP EGR 流量センサ又は複合型総 EGR 流量センサを使用して総 EGR 率が直接計測されることはない。

#### 【 0 0 4 2 】

ステップ 355 において、個別の HP EGR 及び / 又は LP EGR 率の一方又は双方が、推定された総 EGR 率を伴う閉ループ制御を使用して調整され得る。HP 及び / 又は LP EGR 率は、それぞれ HP 及び / 又は LP EGR 設定値又は弁及び / 又はスロットル開度のいずれか又は双方の閉ループ制御を介して調整されてもよい。例えば、及び以下でより詳細に考察されるであろうとおり、閉ループコントローラが推定された総 EGR 率をプロセス変数入力として、及び総 EGR 率設定値を設定値入力として処理し、それにより HP 及び / 又は LP EGR 設定値出力トリムコマンドが生成され得る。従って、目標総 EGR 率は好ましくは HP 及び / 又は LP EGR 率に対する閉ループ調整により閉ループ制御される。かかる調整により実際の HP / LP EGR 比が変化し得る。

10

#### 【 0 0 4 3 】

ステップ 360 において、ステップ 350 からの HP EGR 及び LP EGR 開度が、1 つ又は複数の HP EGR 弁、LP EGR 弁、吸気絞り弁、又は排気絞り弁にそれぞれ適用され得る。HP 及び / 又は LP EGR 開度は閉ループ制御ブロックの下流で直接的に、又は閉ループ制御ブロックの上流で設定値調整を介して間接的に調整される。

20

#### 【 0 0 4 4 】

例示的制御フロー

ここで図 4 の制御ダイアグラムを参照すると、図 3 の制御方法 300 の一部が EGR 制御フロー 400 としてブロック図の形式で示されている。制御フロー 400 は、例えば図 2 の例示的制御サブシステム内で、及びより詳細には、その吸入制御モジュール 64 内で実行され得る。従って図 4 は、HP EGR 制御サブモジュール又はブロック 74、LP EGR 制御サブモジュール又はブロック 72 及びターボチャージャブースト制御サブモジュール又はブロック 76 を示す。同様に、最適化ブロック 402、EGR 率推定部ブロック 404、及び EGR 率閉ループ制御ブロック 406 もまた、吸入制御モジュール 64 内、及びより詳細には、図 2 のトップレベル吸入制御サブモジュール 70 内で実行され得る。

30

#### 【 0 0 4 5 】

第一に、及び図 5 A ~ 5 C も参照すると、実総 EGR 率推定部ブロック 404 は好ましくは、エンジン負荷、エンジン速度、ターボチャージャ給気圧、及び / 又はエンジンシステム温度などの他の標準的なエンジンシステムパラメータに加え、実際の総 EGR 率の代替パラメータを使用して実行され得る。例えば、図 5 A は代替パラメータが空気質量流量 414 a であり得ることを示し、これは任意の好適な空気質量流量推定値又は吸気質量流量センサなどからの読み取り値から得ることができる。別の例において、図 5 B は代替パラメータが、吸入サブシステム 14 に配置される O<sub>2</sub> センサのような O<sub>2</sub> センサなどからの酸素パーセンテージ 414 b であり得ることを示す。例えば、O<sub>2</sub> センサは全領域空燃比センサ (UEGO) であってもよく、これは吸気マニホールド 34 に位置し得る。さらなる例において、図 5 C は代替パラメータが、温度センサから得られる吸入サブシステム及び排気サブシステム温度 414 c であり得ることを示す。例えば、空気入口温度センサなどからの吸気温度、排気温度センサなどからの排気温度、及び吸気マニホールド温度センサなどからのマニホールド温度が使用され得る。上記のいずれの手法においても、実総 EGR 率 416 は 1 つ又は複数の代替パラメータタイプから推定され得る。

40

#### 【 0 0 4 6 】

第二に、及び再び図 4 を参照すると、最適化ブロック 402 が様々なエンジンシステム入力を受信及び処理して最適な HP / LP EGR 比を特定し得るとともに当該比に従い

50

HP EGR設定値を生成し得る。例えば、最適化ブロック402は、エンジンシステム10の対応するセンサなどからエンジン負荷信号407及びエンジン速度信号408を受信し得る。エンジン負荷信号407としては、マニホールド圧力、燃料注入流量等の任意のパラメータを挙げることができる。最適化ブロック402はまた、トップレベルエンジン制御モジュール62などから総EGR率設定値418も受信し得る。最適化ブロック402は、図11～15、及びそれに付随する、本明細書において以下に記載される説明と併せて実行され得る。

#### 【0047】

最適化ブロック402は、最適なHP/LP EGR比を特定するとともに対応するHP EGR設定値を生成するうえで燃費基準を優先させ得る。燃費最適化により、最適化ブロック402は任意の好適な正味ターボチャージャ効率モデルを含んでもよく、これはポンプ損失、並びにタービン及びコンプレッサ効率などの様々なパラメータを包含する。効率モデルは、エンジン吸入サブシステム14の原理に基づく数学的表現、一組のエンジンシステム較正表などを含み得る。燃費基準を満たすよう所望のEGR比を決定するために使用される基準の例としては、燃費に負の影響を及ぼす傾向のある吸気又は排気スロットルの閉鎖の必要なしに総EGR率の達成が可能な比の設定を挙げることができ、又はこの比が最高燃費に最適な吸入空気温度を達成するよう調整され得る。

10

#### 【0048】

最適化ブロック402はまた、燃費基準より、任意の好適な目的上の他のエンジンシステム基準の最適化を優先し得る。例えば、燃費基準よりHP/LP EGR比の提供が優先されてもよく、この比により運転者の車両加速要求に応えるトルク出力の増加など、エンジンシステム性能の向上が提供される。この場合、コントローラについてはLP EGRの割合がより高いほどターボチャージャの高速化が可能となり、ターボラグが低減されるため有利であり得る。別の例において、異なるHP/LP EGR比の提供が優先されることにより、ターボチャージャの過速条件又はコンプレッサ先端の過剰温度の回避、又はターボチャージャの凝縮液形成の低減など、エンジンシステム10が保護され得る。さらなる例において、別のHP/LP EGR比の提供が優先されることにより、吸入又は排気サブシステム温度に作用するなどしてエンジンシステム10が保守され得る。例えば、排気サブシステム温度を上昇させてディーゼル微粒子フィルタを再生し得るとともに、吸入温度を低下させてエンジン12を冷却し得る。さらなる例として、吸入空気温度を制御することにより入口吸入通路において形成する可能性のある凝縮水を低減し得る。

20

30

#### 【0049】

いずれの場合にも、最適化ブロック402はそのモデルに従い入力を処理して目標HP/LP EGR比を決定するとともに、次にHP EGR設定値420を生成し、これが下流のHP EGR制御ブロック74及び演算ノード422に供給され、演算ノード422はトップレベルエンジン制御モジュール62から総EGR率設定値418もまた受信することでLP EGR設定値424がもたらされる。

#### 【0050】

第三に、及びなお図4を参照すると、総EGR率閉ループ制御ブロック406は、PIDコントローラブロックなどの総EGR率を制御するための任意の好適な閉ループ制御手段であり得る。閉ループ制御ブロック406は設定値入力406aを含んでトップレベルエンジン制御モジュール62から目標総EGR率設定値を受信するとともに、さらにプロセス変数入力406bを含んで推定部ブロック404から実総EGR率推定値を受信する。総EGR率制御ブロック406はこれらの入力を処理してフィードバック制御信号又はトリムコマンド406cを生成し得るが、これは別の演算ノード426でLP EGR設定値424と合計され下流でLP EGR制御ブロック72において入力される。かかるトリム調整は同様に、又は代替的に、LP EGR弁及び/又は排気絞り弁パーセンテージ開放コマンドに対する調整として計算され得るとともにLP EGR開ループ制御ブロック72の後に加算され得る。従って、制御ブロック406及び関連ノードは、開ループ制御ブロック72とその下流側で通信することによっても弁及びスロットル開度に好適な

40

50

設定値を調整し得るであろう。

【 0 0 5 1 】

HP EGR流量は開ループ制御されるのみであり得ることから、目標総EGR率を達成するためLP EGR流量又はLP EGR率が閉ループ制御ブロック406により調整され得る。より具体的には、排気エミッション及びエンジン燃費は双方とも総EGR率に大きく依存し、且つそれほどではないにせよHP/LP EGR比にもある程度依存するため、最大限に制御するべく総EGR率が閉ループ制御され得る一方、最大限の費用効果及び効率のためHP及び/又はLP EGR率及び/又はHP/LP EGR比が少なくとも部分的に開ループ制御され得る。これらの開ループ制御ブロック72、74は、良好な応答時間を提供し、コントローラの相互依存性を低減し、且つセンサ信号の過渡性及び外乱の影響を低減する。これは一例示的手法であるが、以下では図8~10を参照して他の手法が考察される。

10

【 0 0 5 2 】

第四に、LP EGR制御ブロック72及びHP EGR制御ブロック74は、ターボチャージャ給気圧409並びにエンジン負荷入力407及びエンジン速度入力408に加え、それらの各LP及びHP EGR設定値を受信し得る。LP EGR制御ブロック72及びHP EGR制御ブロック74はかかる入力を受信してそれらの各LP及びHP EGRアクチュエータを開ループ又はフィードフォワード制御し得る。例えば、LP EGR制御ブロック72及びHP EGR制御ブロック74は、LP EGR弁コマンド430及び/又は排気スロットルコマンド432、及びHP EGR弁コマンド438及び/又は吸気スロットルコマンド440を出力し得る。LP EGR制御ブロック72及びHP EGR制御ブロック74は、1つ又は複数のモデルを使用してHP及びLP EGR流量を好適なHP及びLP EGR弁及び/又はスロットル位置と相関付ける。

20

【 0 0 5 3 】

図6A及び6Bに示されるとおり、LP EGR制御ブロック72及びHP EGR制御ブロック74は様々な開ループ制御モデルを含み得る。例えば、LP EGR制御ブロック72は任意の好適なモデル426を含むことでLP EGR設定値424をLP EGR弁位置と相関付け、目標HP/LP EGR比の達成を支援し得る。また、LP EGR制御ブロック72は任意の好適なモデル428を含むことでLP EGR設定値424を排気スロットル位置と相関付け、目標HP/LP EGR比の達成を支援し得る。モデル426、428は、エンジン負荷407、エンジン速度408、及びターボチャージャ給気圧409などの任意の好適な入力を受信し得る。モデル426、428は、実行されるとそれぞれLP EGR弁コマンド430及び/又は排気スロットルコマンド432を生成し得るが、これらはそれぞれのアクチュエータにより使用される。アクチュエータは開ループモードで動作してもよく、又はアクチュエータ位置を計測するための任意の好適なセンサと動作上連結されるとともにコマンドを調整して目標パーセンテージを達成してもよいことに留意されたい。

30

【 0 0 5 4 】

同様に、HP EGR制御ブロック74は任意の好適なモデル434を含むことでHP EGR設定値420をHP EGR弁位置と相関付け、目標HP/LP EGR比の達成を支援し得る。また、HP EGR制御ブロック74は任意の好適なモデル436も含むことでHP EGR設定値420を吸気スロットル位置と相関付け、目標HP/LP EGR比の達成を支援し得る。さらに、モデル434、436は、エンジン負荷407、エンジン速度408、及びターボチャージャ給気圧409などの任意の好適な入力を受信し得る。モデル434、436は、実行されるとそれぞれHP EGR弁コマンド438及び/又は吸気スロットルコマンド440を生成し、これらはそれぞれのアクチュエータにより使用される。

40

【 0 0 5 5 】

図7は、目標総EGR率に対する例示的LP EGR弁及び排気スロットル開度のグラフを示す。示されるとおり、絞り弁42は約0% EGRにおいて実質的に100%開放さ

50

れているとともに、約70% EGRまでは開放されたままである。LP EGR弁54は約0% EGRから約70% EGRまで徐々に開放され、その後実質的に100%開放される。単一の組み合わせられたLP EGR及び排気絞り弁が今しがた記載したような弁開放を実質的に達成し得る限り、2つの別個の弁ではなく、かかる一体の弁装置が使用される。

#### 【0056】

再び図4を参照すると、ターボチャージャブースト制御ブロック76は、好適なPID制御ブロックなどの、ターボチャージャアクチュエータを調整して安全なターボ動作範囲内で目標給気圧を達成するための任意の好適な閉ループ制御手段であり得る。制御ブロック76は設定値入力76aを含むことでトップレベルエンジン制御モジュール62からブースト設定値を、及びターボチャージャブーストセンサから実給気圧入力76bを受信し得る。制御ブロック76はこれらの入力进行处理し得るとともに可変タービンジオメトリコマンド444などの任意の好適なターボチャージャコマンド出力を生成してターボチャージャ18の可変ペーンを調整し得る。

10

#### 【0057】

ここで図8を参照すると、好ましい制御フロー400の代わりに代替的制御フロー800が使用され得る。この実施形態は図4の実施形態と多くの点で類似しているとともに、実施形態間で同じ数字は、図面のいくつかの図を通じて同様の、又は対応する要素をほぼ示す。加えて、前の実施形態の記載が参照により援用されるとともに、ここでは基本的に共通の主題は繰り返されないものとする。

20

#### 【0058】

代替的制御フロー800はLP EGRではなくHP EGRの閉ループ調整を含み得る。換言すれば、LP EGR設定値424'ではなくHP EGR設定値420'が調整されることにより総EGR率が制御され得る。従って、閉ループ制御ブロック406は制御信号を生成してHP EGR率を-LP EGR率ではなく-調整し得る。制御戦略のこの変更に合わせて最適化ブロック402'が提供され、HP EGR設定値420ではなくLP EGR設定値424'が出力され得る。かかるトリム調整は同様に、又は代替的に、HP EGR弁及び/又は吸気絞り弁パーセンテージ開放コマンドに対する調整として計算され得るとともにHP EGR閉ループ制御ブロック74の後に加算され得る。従って、制御ブロック406及び関連ノードは閉ループ制御ブロック74とその下流側で通信することによっても弁及びスロットル開度について好適な設定値を調整し得るであろう。それ以外は、フロー800はフロー400と実質的に同様である。

30

#### 【0059】

ここで図9を参照すると、好ましい制御フロー400の代わりに第2の制御フロー900が使用され得る。この実施形態は図4の実施形態と多くの点で類似しているとともに、実施形態間で同じ数字は、図面のいくつかの図を通じて同様の、又は対応する要素をほぼ示す。加えて、前の実施形態の記載が参照により援用されるとともに、ここでは基本的に共通の主題は繰り返されないものとする。

#### 【0060】

第2の制御フロー900において、閉ループ制御がHP及びLP EGR設定値と同じ比率でHP及びLP EGR率に割り当てられ得る。換言すれば、HP及びLP EGR率は双方ともそれらの各HP及びLP EGR設定値に応じて閉ループ調整される。

40

#### 【0061】

制御戦略のこの変更を促進するため、閉ループ制御ブロック406はそのトリムコマンド406cを、フロー400のように上流演算ノード426を介してLP EGR制御ブロック72のみに出力することはないかもしれない。むしろ、トリムコマンドはLP EGR制御ブロック72及びHP EGR制御ブロック74の双方に出力され得る。この変更をさらに促進するため、比例演算ブロック950、952がそれぞれHP及びLP EGR設定値及び総EGR設定値418を受信し得る。演算ブロック950、952からの比例出力は乗算演算ブロック954、956で受信され得るが、それらに対し閉ループト

50

リムコマンド 406c が比例割当てされる。乗算出力は下流演算ノード 426、926 で LP 及び HP EGR 設定値と合計され、下流で LP EGR 制御ブロック 72 及び HP EGR 制御ブロック 74 において入力される。好適なチェックが演算ブロック内で実施され、総 EGR 率設定値が 0 のときに 0 で除算されることが回避され得る。それ以外の点では、フロー 900 はフロー 400 及び / 又は 800 と実質的に同様である。

#### 【0062】

ここで図 10 を参照すると、好ましい制御フロー 400 に代わり第 3 の例示的制御フロー 1000 が使用され得る。この実施形態は図 4 の実施形態と多くの点で類似しているとともに、実施形態間で同じ数字は、図面のいくつかの図を通じて同様の、又は対応する要素をほぼ示す。加えて、前の実施形態の記載が参照により援用されるとともに、ここでは基本的に共通の主題は繰り返されないものとする。

10

#### 【0063】

第 3 の制御フロー 1000 において、閉ループ制御は LP EGR 開ループ制御ブロック 72 と HP EGR 開ループ制御ブロック 74 との間を任意の所与の瞬間のエンジン動作条件に応じて交互に切り換えられ得る。換言すれば、HP 又は LP EGR 設定値のいずれも閉ループ制御により調整され得る。例えば、HP EGR が閉ループ制御されることにより、エンジンシステム温度が比較的高いとき、又は総 EGR 率の急速な変更が必要とされるとき、又はターボチャージャ性能がそれほど重要ではないか、若しくは必要とされないときの、ターボチャージャでの凝縮が回避される。

#### 【0064】

制御戦略の変更を達成するため、閉ループ制御ブロック 1006 は、フロー 400 のように上流演算ノード 426 を介して LP EGR 制御ブロック 72 のみに出力を提供することはないかもしれない。むしろ、制御ブロック 1006 は出力を LP EGR 制御ブロック 72 及び HP EGR 制御ブロック 74 の双方に提供し得る。閉ループ制御ブロック 1006 は設定値入力 1006a を含むことでトップレベルエンジン制御モジュール 62 から目標総 EGR 率設定値 418 を受信し得るとともに、さらにプロセス変数入力 1006b を含むことで推定部ブロック 404 から実総 EGR 率推定値を受信し得る。総 EGR 率制御ブロック 1006 はこれらの入力を処理し、次の代替的トリムコマンド、すなわち演算ノード 426 において LP EGR 設定値 424 と合計して下流で LP EGR 制御ブロック 72 において入力するための LP EGR トリムコマンド 1006c、及び別の演算ノード 1026 において HP EGR 設定値 420 と合計して下流で HP EGR 制御ブロック 74 において入力するための HP EGR トリムコマンド 1006d を生成し得る。制御ブロック 1006 が 2 つの出力 1000c と 1000d との間を切り換えられることによって、LP EGR 率又は HP EGR 率が閉ループ制御ブロック 1006 により調整され、目標総 EGR 率が達成され得る。それ以外の点では、フロー 1000 はフロー 400 及び / 又は 800 と実質的に同様である。

20

30

#### 【0065】

上記の様々な例示的实施形態の 1 つ又は複数がある利点の 1 つ又は複数を含み得る。第一に、何よりもまず排出ガス規制に適合し、及び次にエンジン燃費及び性能を最適化するとともにエンジンシステムを保護及び保守するような方法で、総目標 EGR 率が HP 及び LP EGR 通路に割り当てられ得る。第二に、費用がかかり、エンジンシステムを複雑にし、故障モードを招く、個別の総 EGR、HP EGR、又は LP EGR 流量センサの使用が必要ない。第三に、1 つの標準的閉ループ制御手段を使用して目標総 EGR 率並びに個別の HP 及び LP EGR 流量を制御し得るため、現行のエンジン制御アーキテクチャにおける実用的且つ費用効果の高い実現が可能となる。第四に、単一の共通アクチュエータにより制御される複合型 LP EGR 弁及び排気絞り弁が使用され得るとともに、同様に、単一の共通アクチュエータにより制御される複合型 HP EGR 弁及び吸気絞り弁もまた使用され得る。

40

#### 【0066】

HP / LP EGR 比の最適化

50

図11～15Bは、高圧（HP）EGR通路と低圧（LP）EGR通路とを備えるターボチャージャ付き圧縮着火エンジンシステムにおける排気ガス再循環（EGR）の制御方法の範囲内の、HP/LP EGR比の最適化を示す。図4及び11を参照すると、最適化ブロック402は、エンジン速度、エンジン負荷、及び/又は総EGR率設定値などの様々なエンジンシステム入力を受信及び処理することにより、最適なHP/LP EGR比を特定及び/又は調整するとともに、その特定及び/又は調整された比に従いHP EGR設定値及びLP EGR設定値を生成し得る。例えば、定常状態でのシステム動作中における任意の所与の瞬間において、LP EGR設定値とHP EGR設定値との合計は、総EGR率設定値に対応し得る。より具体的には、総EGR率設定値が35%であるなら、HP EGRに対するLP EGRの比が2.5:1のとき、HP EGR設定値は25%となり、且つLP EGR設定値は10%となり得る。最適化ブロック402は、ターボチャージャ保護、排出ガス、燃費、及びエンジン性能を含むいくつかの異なるシステム目標又は基準のなかで優先順位を付与し得る。より具体的には、最適化ブロック402は、上記に列挙された順に優先度が低くなるものとして、これらの基準に優先順位を付与し得る。

10

#### 【0067】

図11に示されるとおり、最適化ブロック402は、エンジン速度407及びエンジン負荷408などのシステム入力を受信し、その入力に基づきHP/LP EGR比を決定する比決定ブロック478を含み得る。最適化ブロックはまた、EGR応答における遅延時間を補正するためのHP/LP EGR比動的補償ブロック480、及びLP EGR設定値及びHP EGR設定値を生成するためのブロック478、480の下流にある演算ノード496、497も含み得る。最適化ブロック402はまた、任意の他の好適なブロック、演算ノードなども含み得る。

20

#### 【0068】

比決定ブロック478は、LP EGR及びHP EGRに割り当てられる総EGR率設定値のパーセンテージを決定し得る。EGRの情報源はLP EGR及びHP EGRの2つのみであるため、それらのパーセンテージ上の寄与の合計は、少なくとも定常状態でのシステム動作中は最高で100%となる。例えば、エンジンの低温動作中、比決定ブロック478は、LP EGRに対し総EGR率の約10%のみを、且つ、通常LP EGRより温度の高いHP EGRに対し総EGR率の約90%を割り当てることにより、エンジンをより速く暖機することができる。他の動作モード中は、比決定ブロック478は、50/50、20/80等の任意の他のHP/LP EGR比に従い総EGR率を割り当て得る。

30

#### 【0069】

ここで図12を参照すると、比決定ブロック478は、定常状態システム動作条件に基づくモデルであり得る基本モデル482を含め、数種のモデルを含み得る。基本モデル482は、エンジン速度及びエンジン負荷、及び総EGR設定値などの総合的なEGR情報など、様々なシステム動作条件に対応する信号又は値を受信し得る。本明細書で使用されるとき、用語「信号」は、センサからの電気又は電子信号、メモリからの値などを含む。実際のパラメータ値は、対応するパラメータセンサで計測されてもよく、又は、他のパラメータセンサ若しくはモデル、及び/又は同様のものによる計測値から推定されてもよい。基本モデル482は、1つ又は複数の式、テーブル、マップなどを用いてかかる入力を処理し、基本HP/LP EGR比值、基本LP EGR寄与パーセンテージを示す基本LP EGR値、及び/又は基本HP EGR寄与パーセンテージを示す基本HP EGR値などの基本EGR値を生成する。

40

#### 【0070】

基本モデル482は定常状態の暖機されたエンジン動作条件用に作成され得るとともに、1つ又は複数の目標を含み得る。例えば、一目標としては、ターボチャージャを通じた空気及び排気の最適フローの提供に基づく燃費の最大化を挙げることができる。別の目標としては、エンジン高負荷時などにおいて、十分な量の排気ガスをターボチャージャター

50

ピンに送り込み、それによってエンジン最大出力及びトルクが生じるよう十分な吸気マニホールド圧力を達成することを挙げることができる。

【0071】

基本モデル482は任意のシステム動作条件を示す信号を受信し得るが、好ましくは上述されるものなどの、限定された信号セットを受信する。これにより、より多くの変数を含み、且つそのような多数の変数の相互作用に起因してより複雑性が高いモデルと比較して、基本モデル482を比較的単純で、ひいては比較的信頼性の高いものとするのが可能となる。例えば、モデル482はまた、ターボチャージャ速度、ターボチャージャ温度、ターボチャージャ給気圧、エンジン冷却液温度、誘導温度等を含む他の変数も含み得る。しかしながら、好ましくはかかる変数は、過渡負荷調整モデル484、誘導温度調整モデル486、及びターボチャージャ保護調整モデル488などの、比決定ブロック478の調整モデルにおいて用いられ得る。調整モデル484、486、488は調整値を出力することができ、この調整値が基本モデル482からの基本EGR値を修正又は調整し得る。例えば、調整モデルは、HP/LP EGR比調整値、LP EGR寄与パーセンテージに対する調整を示すLP EGR調整値、及び/又はHP EGR寄与パーセンテージに対する調整を示すHP EGR調整値を出力し得る。

10

【0072】

ここで図13を参照すると、過渡負荷調整モデル484は、エンジン加速時などにおいて、燃焼ガス(空気及び/又はEGRガス)がエンジンに供給され得る速度を高めるために提供され得る。ディーゼルエンジンが過渡動作中に供給することのできる出力及びトルクの量は、通常、エンジンが利用可能な空気によって制限されるため、空気供給の応答が向上すると、より良好なエンジン出力又は加速応答性につながる。ターボチャージャは通常、ウェイストゲートバルブの調整、タービン又はコンプレッサベーンの調整などを介して、エンジンへの空気の供給を変化させるために用いられる主要な手段である。しかし、ターボチャージャコンプレッサがエンジンに圧送することのできる空気量に影響を及ぼす第一の要因は、ターボチャージャタービンを通じて流れる排気ガスに含まれるガスの流量、温度、及び圧力の形態のエネルギー量である。HP EGRはターボチャージャタービンに動力を供給せず、一方でLP EGRは動力を供給するため、この調整モデル484は、例えば、目標給気圧(エンジン空気)がエンジンに供給される実際の空気より高温であると判断されるとき、LP EGR値に対して正の調整を引き起こし得る。

20

30

【0073】

さらに図13を参照すると、調整モデル484は、目標ターボチャージャ給気圧値及び/又は目標誘導流量値を決定するための目標負荷応答モデル484a、かかる目標値を実際のターボチャージャ給気圧値又は誘導流量値と比較するための演算ノード484b、及びブースト又は誘導の目標値と実測値との差に基づきLP EGR調整値を決定するためのターボチャージャ給気圧及び/又は誘導流量調整モデル484cを含み得る。目標負荷応答モデル484aは任意の式、ルックアップテーブル、マップなどであってもよく、これは、エンジン負荷407、又はエンジン速度408などのシステム動作条件入力を受信するとともに、かかる入力を処理して対応する目標ブースト値又は誘導流量値を演算ノード484bに出力する。演算ノード484bは、目標給気圧又は誘導流量が実際の給気圧又は誘導流量より大きいとき、実際の給気圧値又は誘導流量値を減算して差分値を調整モデル484cに渡す減算ノードであってもよい。調整モデル484cは差分値及び任意の他の好適なシステムパラメータを受信し、かかるデータを1つ又は複数の式、マップ、テーブルなどにより処理することにより、第1のLP EGR調整値を生成する。従って、HP EGR値及びLP EGR値をより大きいLP EGRの方に調節すると、給気圧をより速く上昇させ得る。

40

【0074】

ここで図14を参照すると、誘導温度調整モデル486は、HP/LP EGR比を変えることによって誘導温度を修正するために提供され得る。HP EGR温度は通常、LP EGR温度より大幅に高いため、この目標は通常、達成するのは比較的容易である。

50

調整モデル 486 は、目標誘導温度値を決定するための目標誘導温度モデル 486 a、目標値を実際の誘導温度値と比較するための演算ノード 486 b、及び目標値と実測値との差に基づき LP EGR 調整値を決定するための LP EGR 調整モデル 486 c を含み得る。目標誘導温度モデル 486 a は、任意の式、ルックアップテーブル、マップなどであってよく、これはエンジン冷却液温度などのシステム動作条件入力を受信するとともに、かかる入力を処理して対応する好ましい誘導温度値を演算ノード 486 b に出力し得る。演算ノード 486 b は、目標誘導温度が実際の誘導温度より高いとき、実際の誘導温度値を減算して差分値を調整モデル 486 a に渡す減算ノードであってもよい。調整モデル 486 a は差分値及び任意の他の好適なシステムパラメータを受信し、かかるデータを用いて 1 つ又は複数の式、マップ、テーブルなどによって処理されることにより、第 2 の LP EGR 調整値を生成し得る。

10

#### 【0075】

調整モデル 486 はまた、誘導サブシステムにおける種々の箇所における誘導温度も制御し得る。例えば、LP EGR がターボチャージャコンプレッサの上流で吸気と混合される場合、誘導温度を制御することが望ましいといえる。これは特に、LP EGR 温度が低過ぎる場合に有害な凝結が生じ得る動作条件時に当てはまり得る。特定の例において、2005 年 12 月 9 日出願の米国仮特許出願第 60/748,894 号明細書は、有害な凝結がいつ起きるかを計算し、LP EGR バイパス弁を制御してかかる状況を回避する方策を開示している。前述の特許出願は、本明細書の譲受人に譲渡されており、本明細書によって全体として参照により本明細書中に援用される。調整モデル 486 は、LP EGR バイパス弁の制御に代えて、又はそれに加えて、前述の特許出願と同じ計算を用いることにより HP / LP EGR 比を調整し得る。従って、HP EGR 値及び LP EGR 値は、EGR 冷却器及び / 又はターボチャージャコンプレッサでの凝結を回避し、且つより温度の高い吸入ガスをエンジンに提供するように調節され得る。

20

#### 【0076】

ここで図 15 A を参照すると、ターボチャージャを過回転及び過剰温度から保護するため、ターボチャージャ保護調整モデル 488 が提供され得る。例えば、調整モデル 488 は、LP EGR を調整してターボチャージャの破損を回避するターボチャージャ過回転保護モデル 488 a を含み得る。過回転保護モデル 488 a は演算ノード 488 b から差分値を受信してもよく、これは最高限度ターボチャージャ速度信号及び実際のターボチャージャ速度信号を受信し、それらを比較し得る。演算ノード 488 b は減算ノードであってもよく、そこでは実際のターボチャージャ速度信号が最高限度ターボチャージャ速度信号から減算され、保護モデル 488 a に送られる差分値が求められ得る。最高限度ターボチャージャ速度信号は、トップレベルエンジン制御モジュール若しくは任意の他の好適な場所にあるメモリか、又は他の何らかのモデルなどから入り得る。実際のターボチャージャ速度信号は、ターボチャージャ速度センサ若しくは任意の他の好適な速度センサ、又はトップレベルエンジン制御モジュール若しくは他の場所から入り得る。保護モデル 488 a は、演算ノード 488 b からの差分値及びエンジン速度などの任意の他の好適なシステムパラメータを受信することができ、かかるデータを用いて処理されることにより、例えばターボチャージャの速度を低減するための第 3 の LP EGR 調整を生じ得る。

30

40

#### 【0077】

別の例において、ここで図 15 B を参照すると、代替的調整モデル 488' は、LP EGR を調整してターボチャージャコンプレッサの破損を回避し得るターボチャージャコンプレッサ先端保護モデル 488 c を含み得る。コンプレッサ先端保護モデル 488 c は別の演算ノード 488 d から差分値を受信することができ、その別の演算ノード 488 d は、最高限度コンプレッサ先端温度信号及び実際のコンプレッサ先端温度信号を受信し得る。演算ノード 488 d は減算ノードであってもよく、そこでは実際のコンプレッサ先端温度信号が最高限度コンプレッサ先端温度信号から減算され、先端保護モデル 488 c に送られる差分値が求められ得る。最高限度コンプレッサ先端温度信号は、トップレベルエンジン制御モジュール若しくは任意の他の好適な場所にあるメモリか、又は他の何らかの

50

モデルなどから入り得る。実際のコンプレッサ先端温度信号は、コンプレッサ温度センサ若しくは任意の他の好適な温度センサか、又はトップレベルエンジン制御モジュール若しくは他の場所から入り得る。先端保護モデル488cは、演算ノード488dからの差分値及びエンジン速度などの任意の他の好適なシステムパラメータを受信することができ、かかるデータを用いて処理されることにより、例えばコンプレッサ先端温度を低減するための代替的な第3のLP EGR調整値を生成し得る。従って、HP EGR値及びLP EGR値は、ターボチャージャでの過剰なシステム温度及び速度を回避するよう調節され得る。

#### 【0078】

任意の他の好適なパラメータについてシステム性能を改善するため、任意の他の比調整モデルが提供され得る。例えば、LP EGRは、後処理(after treatment)再生を改善するようにさらに調整され得る。より具体的には、LP EGRは、排気ガス後処理システムを通じるガス流量を低減し、及び/又はそこを通じる排気ガス温度を上昇させるようにさらに調整され得る。かかる改善は、フィルタを再生させるため、比較的低い流量及び高い温度を提供することが望ましいであろう。

10

#### 【0079】

再び図12を参照すると、調整モデル484、486、488からのLP EGR調整値は、基本モデル482の下流の演算ノードに伝達され得る。例えば、第1の演算調整ノード490によって過渡負荷調整値が基本LP EGR値と比較されてもよく、この第1の演算調整ノード490は、2つの信号を加算して過渡負荷調整されたEGR値を求める加算ノードであり得る。別の例において、第2の演算調整ノード491によって誘導温度調整値が過渡負荷調整されたEGR値に伝達されてもよく、この第2の演算調整ノード491は、過渡負荷調整されたEGR値から誘導温度値を減算して温度及び過渡負荷の調整されたEGR値を求める減算ノードであり得る。さらなる例において、第3の演算調整ノード492によって保護調整値が温度及び過渡負荷の調整されたEGR値に伝達されてもよく、この第3の演算調整ノード492もまた、温度及び過渡負荷の調整されたEGR値から保護調整値を減算して最終LP EGR値を求める減算ノードであり得る。

20

#### 【0080】

比決定ブロック478はまた、不十分な、及び/又は超過したLP EGRレベルを防止するため、LP EGR値をLP EGR上限値及び/又は下限値と比較するための限界値ブロック494も含み得る。例えば、限界値ブロック494は、LP EGRについての上限値及び/又はLP EGRについての下限値を含み得る。LP EGRの例示的の上限値は90%であり得るとともに、LP EGRの例示的の下限値は10%であり得る。従って、最終LP EGR値が95%LP EGRを含んだならば、そのとき限界値ブロック494はその値を無効にし、代わりに90%LP EGR値を出力し得る。同様に、最終調整EGR値が5%LP EGRを含んだならば、そのとき限界値ブロック494はその値を無効にし、10%LP EGR値を出力し得る。別の実施形態に従えば、別の限界値ブロック(図示せず)が任意の好適な場所に提供されてもよく、それにより同様にHP EGRが制限され得る。

30

#### 【0081】

LP EGR値は、比決定ブロック478から出て、2つの分岐、すなわち、LP EGR値を含むものと、HP EGR値を計算及び出力するものを経て伝達される。後者の分岐では、LP EGR値は演算ノード495に伝達されてもよく、この演算ノード495はLP EGR値からHP EGR値を計算する。演算ノード495は、100%の固定値からLP EGR値を減算して対応するHP EGR値を求める減算ノードであり得る。従って、比決定ブロック478は、LP EGR値及び対応するHP EGR値を生成する。

40

#### 【0082】

再び図11を参照すると、HP EGR値は比決定ブロック478からHP/LP動的補償ブロック480に伝達されてもよく、このHP/LP動的補償ブロック480は、シ

50

システムにEGR時間差を設けるためHP EGR値を遅延させ得る。定常状態でのシステム動作中、HP EGR及びLP EGRのうち一方の設定値を所与の大きさだけ低下させ、且つ他方の設定値を同じ大きさだけ上昇させると、結果として総EGRに変化は生じない。しかし、HP EGRとLP EGRの間には時間差があり、ここでは、LP排気ガスの移動距離がHP排気ガスと比較して相対的に大きいため、HP EGRの変化がLP EGRの変化より前にエンジンに到達する。換言すれば、LP EGRループがHP EGRループより長いため、LP EGRの変化はHP EGRの変化より長くかかる。従って、HP EGR設定値とLP EGR設定値とが同時に同じ大きさだけ変わると、総EGRは短時間の間、不正確となる。この時間は、HP EGRの変化がエンジンに到達するときと、LP EGRの変化がエンジンに到達するときとの間の遅延に相当する。

10

**【0083】**

具体例において、20%の総EGRがHP EGRとLP EGRとの間で50/50に分けられている場合、HP EGR及びLP EGRは双方とも10%となる。HP/LP EGR比が40/60に変更されたならば、HP EGRは8%まで減少し、且つLP EGRは最終的に12%まで増加して、それにより長期的にみれば20%の総EGR率が生じるであろう。しかし、短期的には、HP EGRが8%まで比較的急速に減少し得る一方、LP EGRは比較的緩徐に上昇し、エンジンの受けるLP EGRはしばらくの間12%未満であり得る。従って、エンジンは一時的に20%未満の総EGR、18%~20%の間のいずれかの総EGRを被り得る。換言すれば、エンジンは短時間の間、総EGRの降下を被り得るものであり、それに付随して排出性能に影響が出る。

20

**【0084】**

従って、動的補償ブロック480がHP/LP EGR比の変更時の総EGR率のかかる過渡状態を補正してもよく、その理由は、排出ガスを常に可能な限り低いレベルに維持するためには、HP/LP EGR比より総EGR率の優先度が高い傾向にあることである。従って、動的補償ブロック480は、HP/LP EGR比の変更が、一方で実質的に総EGR率を維持しながら、可能な限り迅速に実行されることを確実にし得る。より具体的には、補償ブロック480は、HP EGRの変化とLP EGRの変化とが実質的に同時にエンジンに届くよう、HP EGR値の下流での伝達を遅延させ得る。

30

**【0085】**

例えば、補償ブロック480は、エンジンに到達するHP EGRとLP EGRとの間の典型的な遅延に等しい固定的な遅延を実行し得る。しかし、この遅延は様々なシステム動作条件に応じて変化し得るため、遅延はモデルに従い変更可能であり得る。いずれの場合にも、この遅延により一時的に不正確なHP/LP EGR比が生じ得るものの、LP EGRはHP EGRが届くのと実質的に同時にエンジンに届くことが可能となり、それにより実質的に一定の総EGR率が確保される。補償ブロック480は、制御フローのさらに下流など、他の場所に含まれてもよいが、応答時間はそれほど速くない可能性がある。

**【0086】**

さらに図11を参照すると、次にLP EGR値及びHP EGR値はそれぞれの演算ブロック496、497に伝達されてもよく、これらの演算ブロック496、497は、LP EGR値及びHP EGR値と総EGR率設定値418を乗算し得る乗算ブロックであり得る。LP EGR設定値は、LP EGR値と総EGR率を乗算することによって決定され得る。具体例では、10%のLP EGRに20%の総EGR率を掛けることにより、2%のLP EGR設定値(及び、逆に、18%のHP EGR設定値)を求めることができる。20%の総EGRが30%まで増加されると、同じHP/LP EGR比では3%のLP EGR及び27%のHP EGRが求まり得る。しかし、上記のとおり、目標総EGR率のHP EGR値への適用が目標総EGR率のLP EGR値への適用と比べて遅延されることにより、LP EGRとHP EGRとの間に遅延時間が設けられてもよい。

40

50

## 【0087】

比決定ブロック478は、基本LP EGR調整値及びLP EGR調整値に関連して説明されているが、他の実施形態も等価であり得る。例えば、比決定ブロック478は、それと同時に、又はその代わりに、HP EGR基本信号を生成するための基本モデルと、HP EGR調整値を生成するための調整モデルとを含み得る。別の例において、比決定ブロック478は、それと同時に、又はその代わりに、HP/LP EGR比基本信号を生成するための基本モデルと、HP/LP EGR比調整値を生成するための調整モデルとを含み得る。

## 【0088】

別の実施形態に従えば、調整モデル484、486、488のうち1つ又は複数が、任意の所与の時点で、及び/又は任意の所与のシステム動作条件下で機能停止され得る。例えば、エンジンが正常な動作温度で作動していれば、誘導温度調整モデル486は機能停止されてもよい。例示的正常動作温度範囲としては、エンジン冷却液について75~85、エンジンオイルについて70~110、及びエンジン吸気ガスについて10~50を挙げることができる。

10

## 【0089】

さらなる実施形態に従えば、調整モデル484、486、488のうち1つ又は複数が、他の調整モデルの1つ又は複数を無効化し得る。例えば、保護調整値が所定の大きさを超過する場合、過渡負荷調整モデル484が機能停止されてもよい。

## 【0090】

例示的システム及び方法が典型的なHP/LP EGR構造と併せて説明されてきたが、任意の好適な2つ以上のEGR通路構造が用いられてもよい。例えば、EGR構造としては、エンジン内部HP EGR流路、二段式ターボEGR流路、冷却器のないEGR流路、及び/又は同様のものなどを挙げることができる。

20

## 【0091】

本方法又はその任意の一部が、図1のシステム10などの製品の一部として、及び/又はコンピュータプログラムの一部として実施されてもよい。コンピュータプログラムは、アクティブ及びインアクティブの双方の様々な形態で存在し得る。例えば、コンピュータプログラムは、ソースコード、オブジェクトコード、実行可能コード又は他のフォーマット中のプログラム命令で構成されるソフトウェアプログラム；ファームウェアプログラム；又はハードウェア記述言語(HDL)ファイルとして存在し得る。上記のいずれも、コンピュータが使用可能な媒体上で具体化されてもよく、こうした媒体としては、記憶装置及び圧縮形態又は非圧縮形態の信号が挙げられる。例示的なコンピュータが使用可能な記憶装置としては、従来のコンピュータシステムRAM(ランダムアクセスメモリ)、ROM(リードオンリーメモリ)、EPROM(消去・プログラム可能ROM)、EEPROM(電氣的消去・プログラム可能ROM)、及び磁気又は光学ディスク又はテープが挙げられる。

30

## 【0092】

上述される本発明の実施形態は本質的に単なる例示であり、従ってそれらの変形例は、本発明の精神及び範囲からの逸脱とは見なされないものとする。

40



【 図 2 】

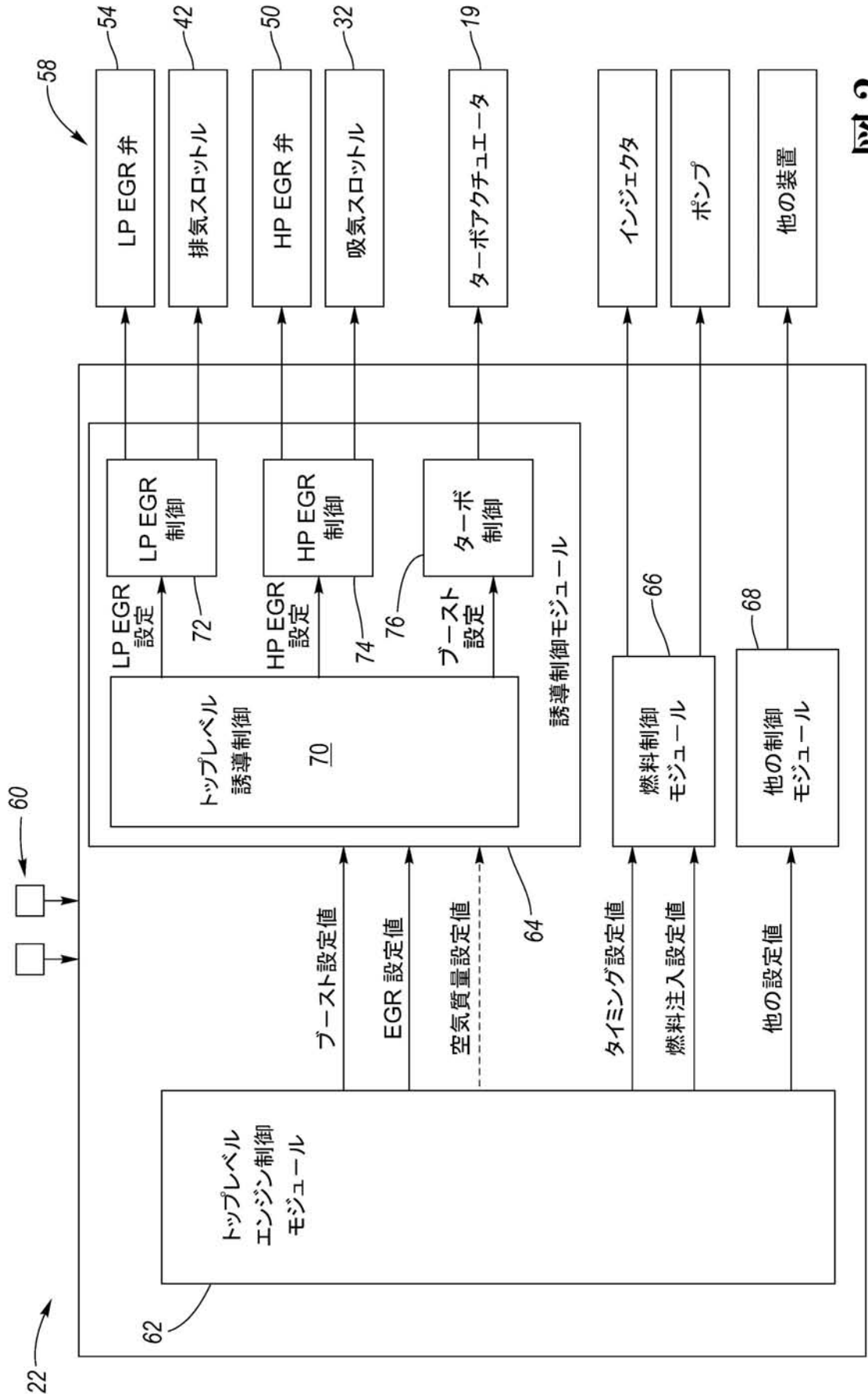


図 2

【 図 3 】

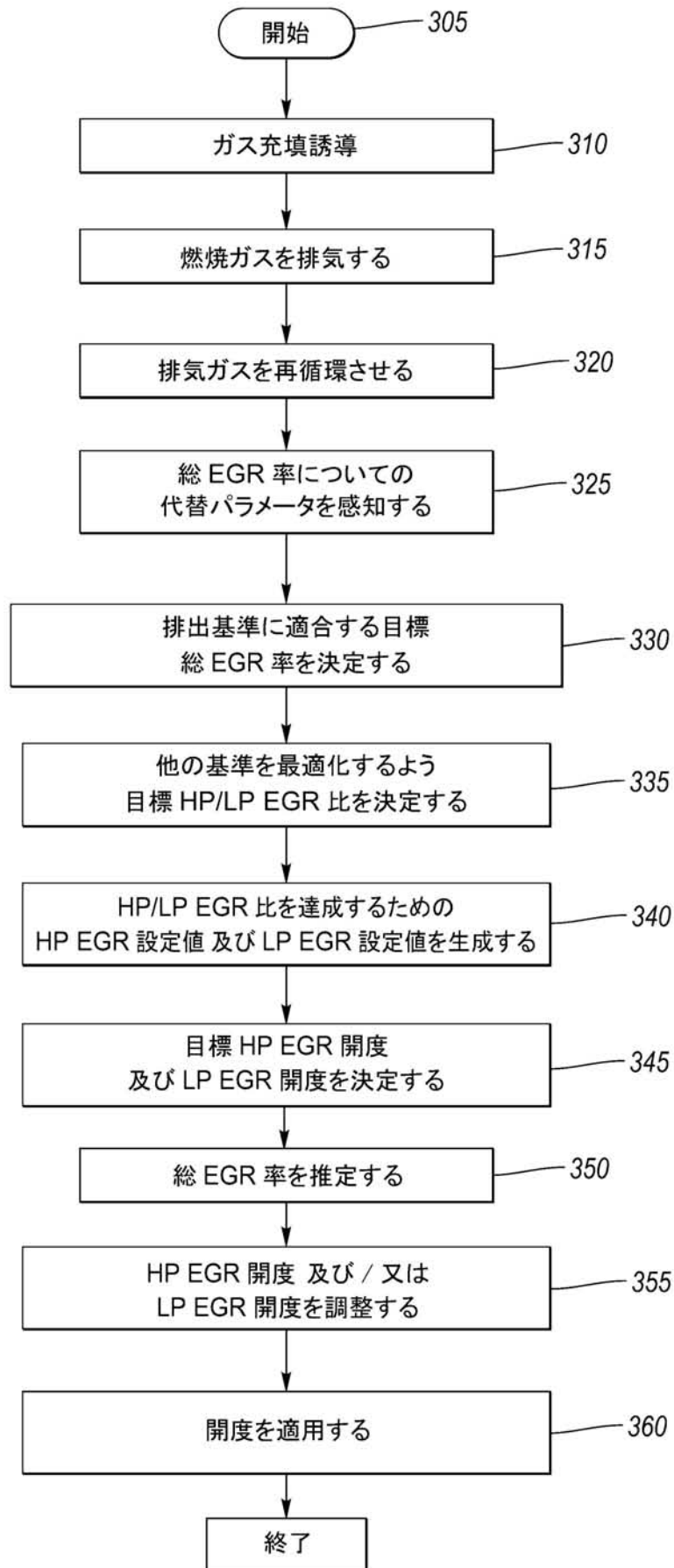


図 3



【 図 5 A 】

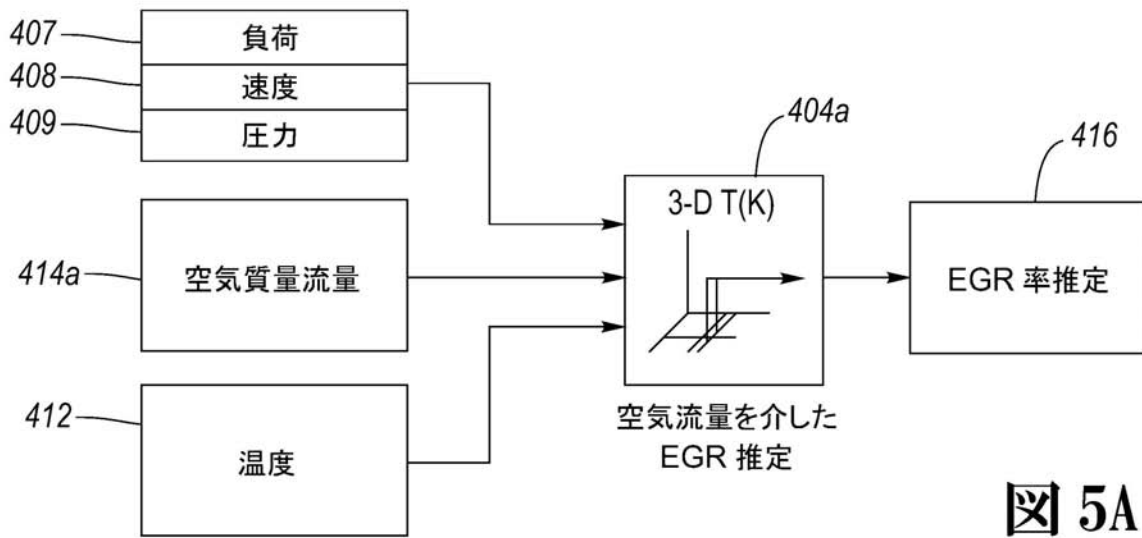


図 5A

【 図 5 B 】

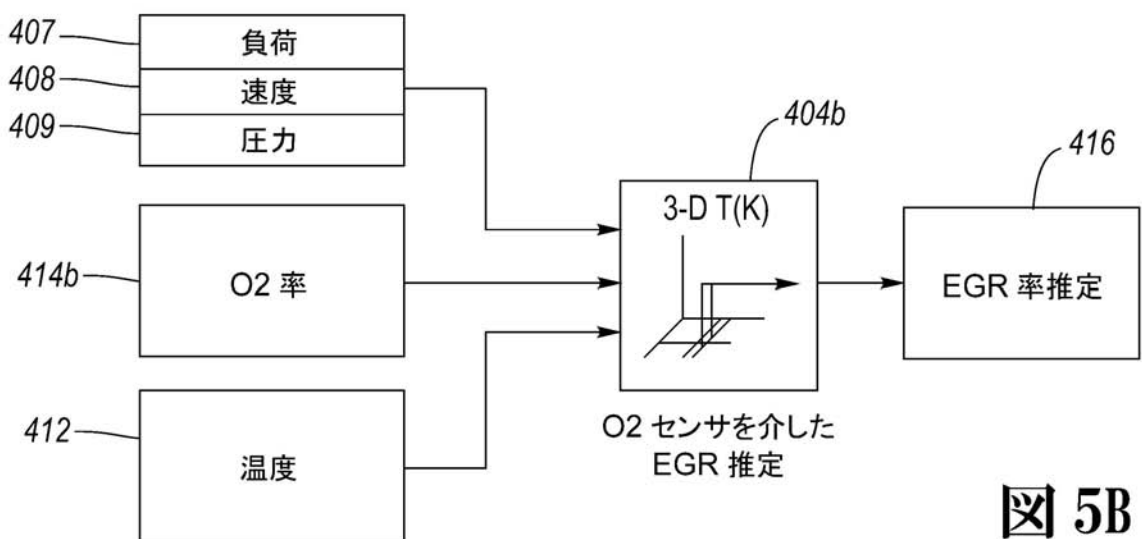


図 5B

【図5C】

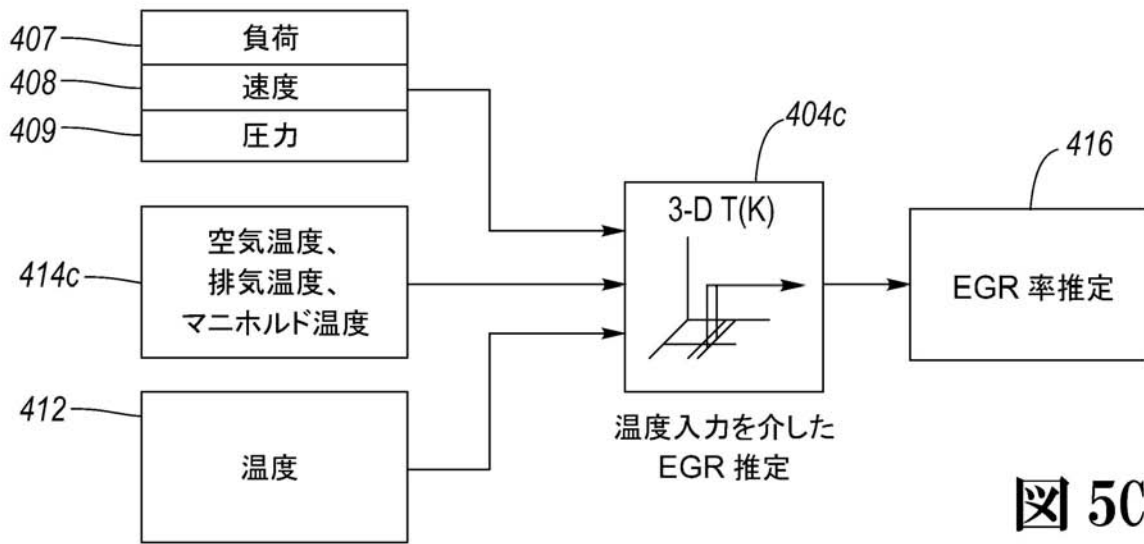


図 5C

【図6A】

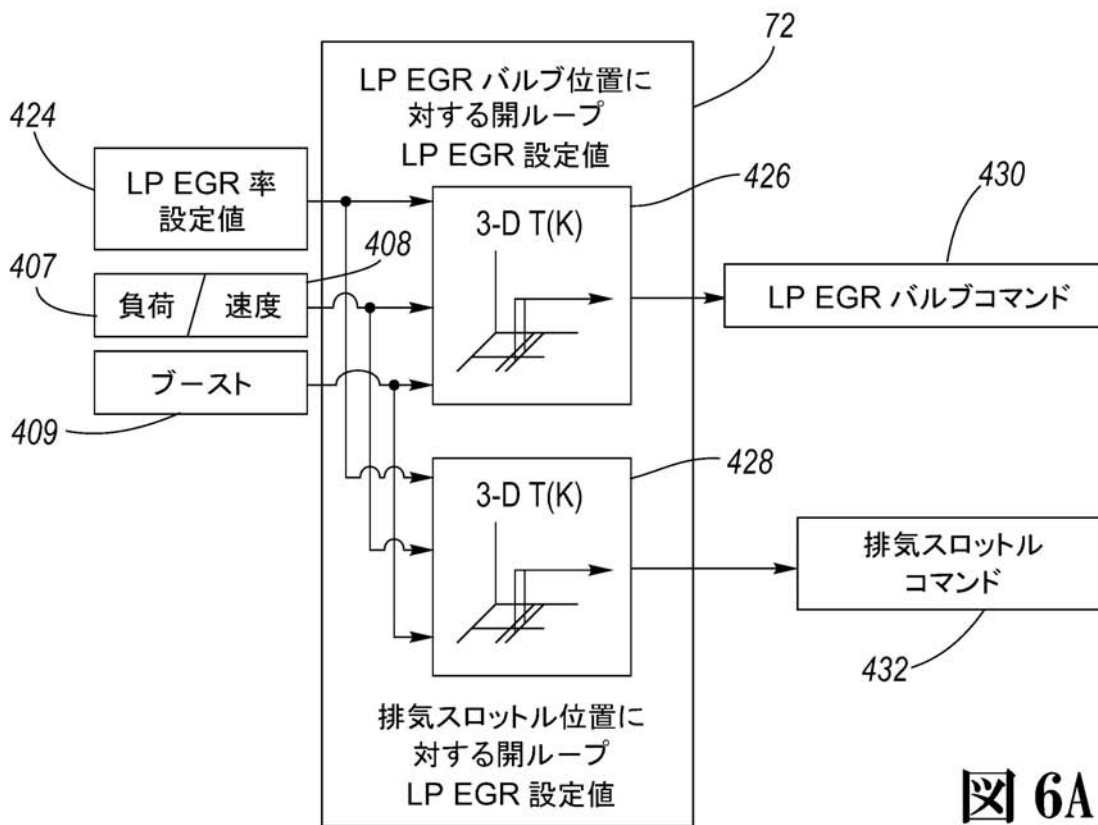


図 6A

【図6B】

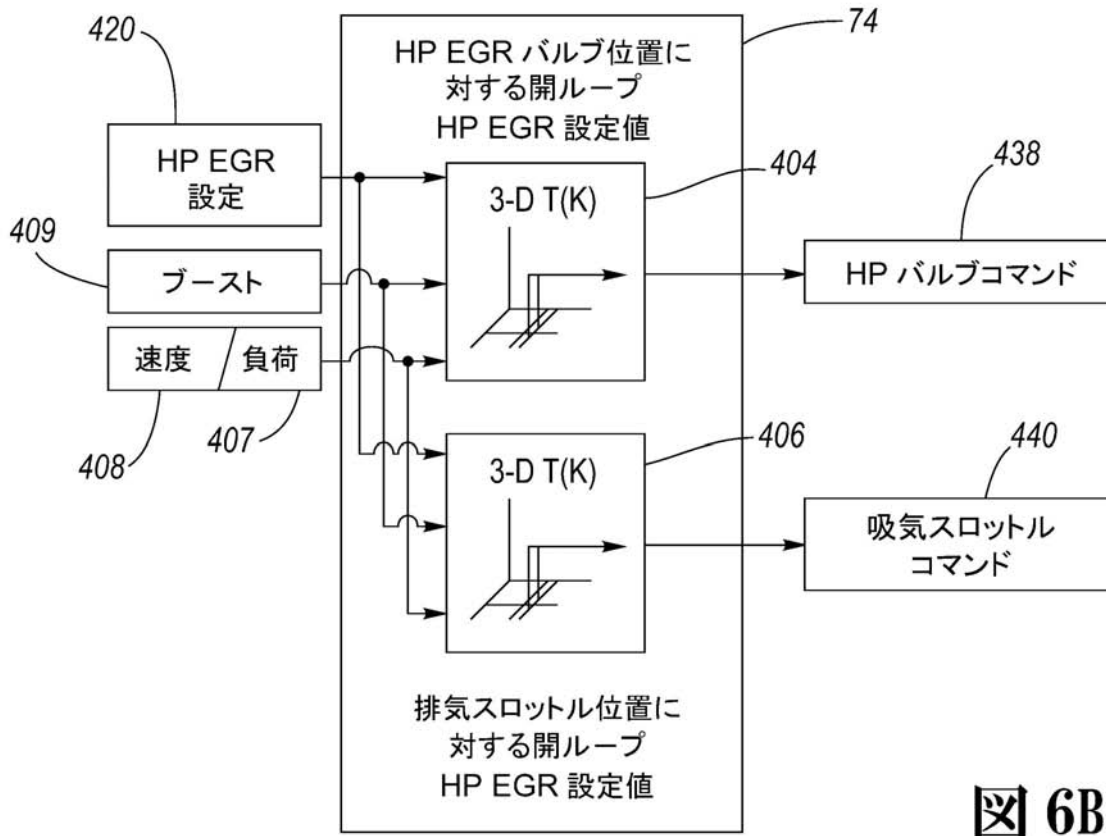


図 6B

【図7】

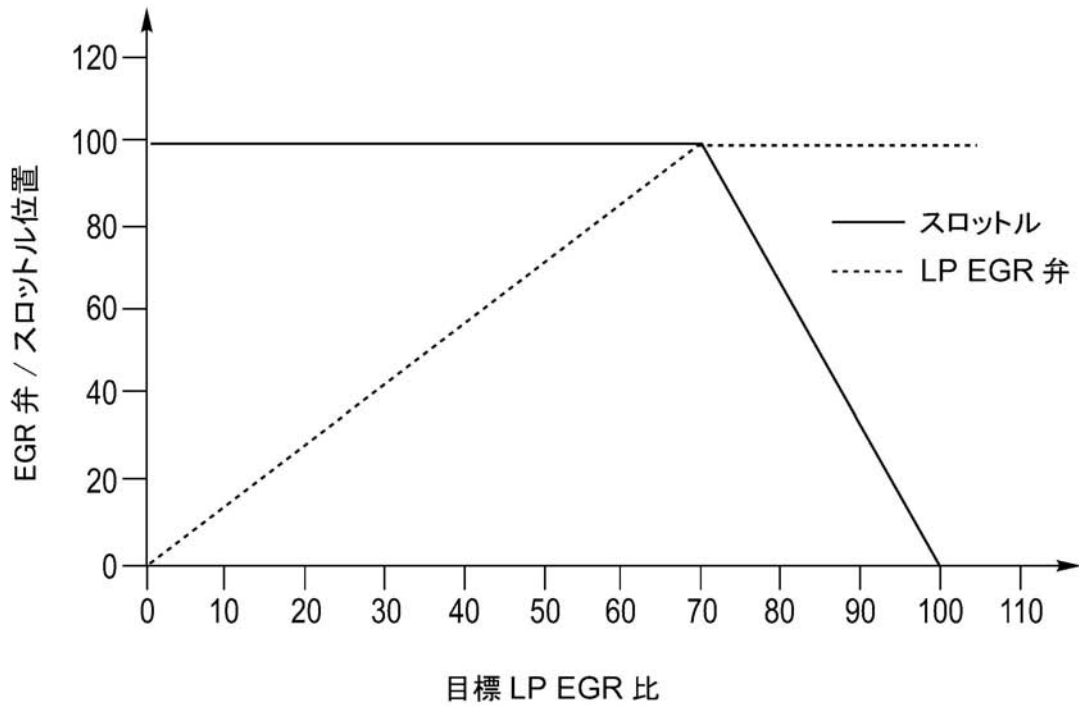


図 7



【 図 9 】

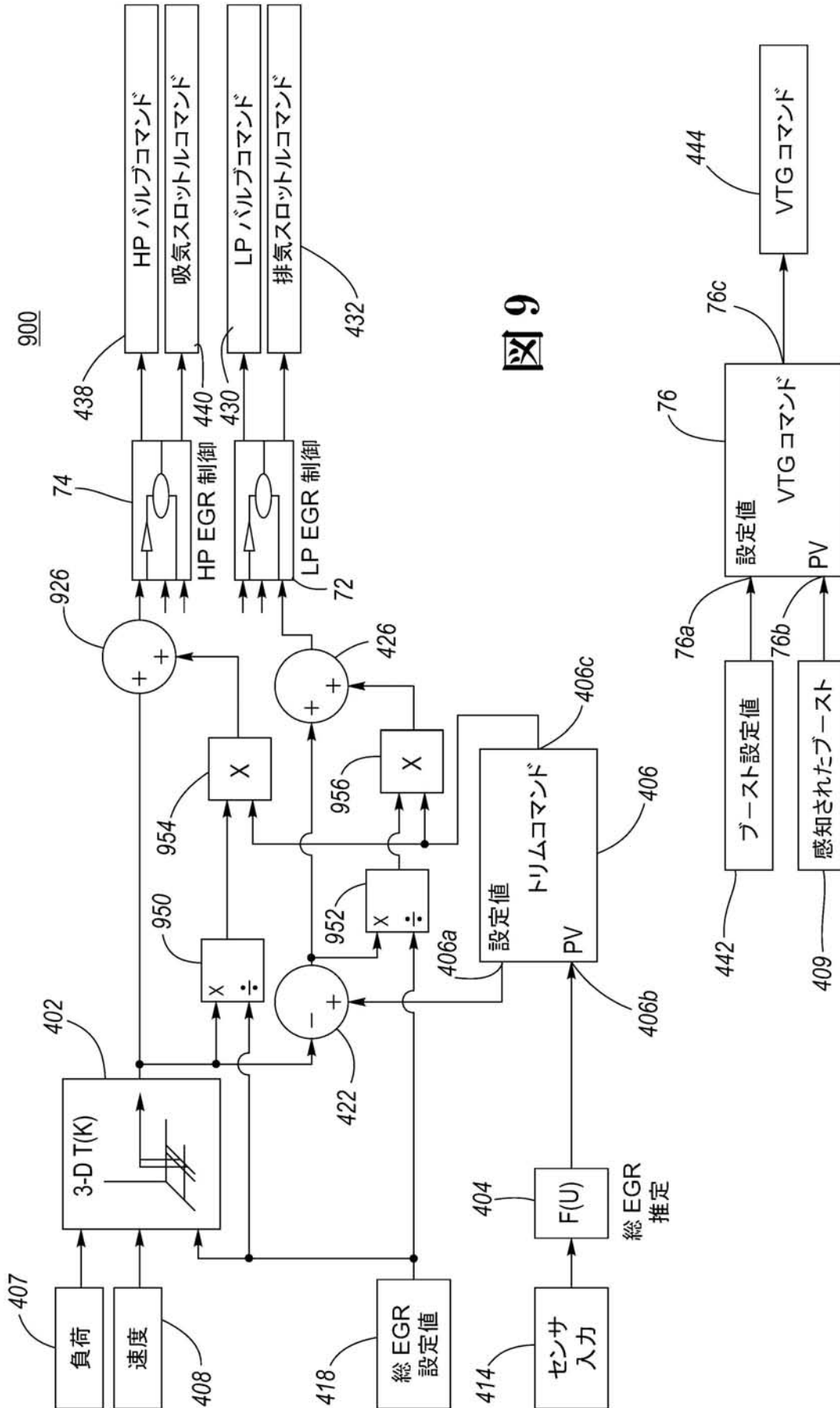


図 9



【 図 1 1 】

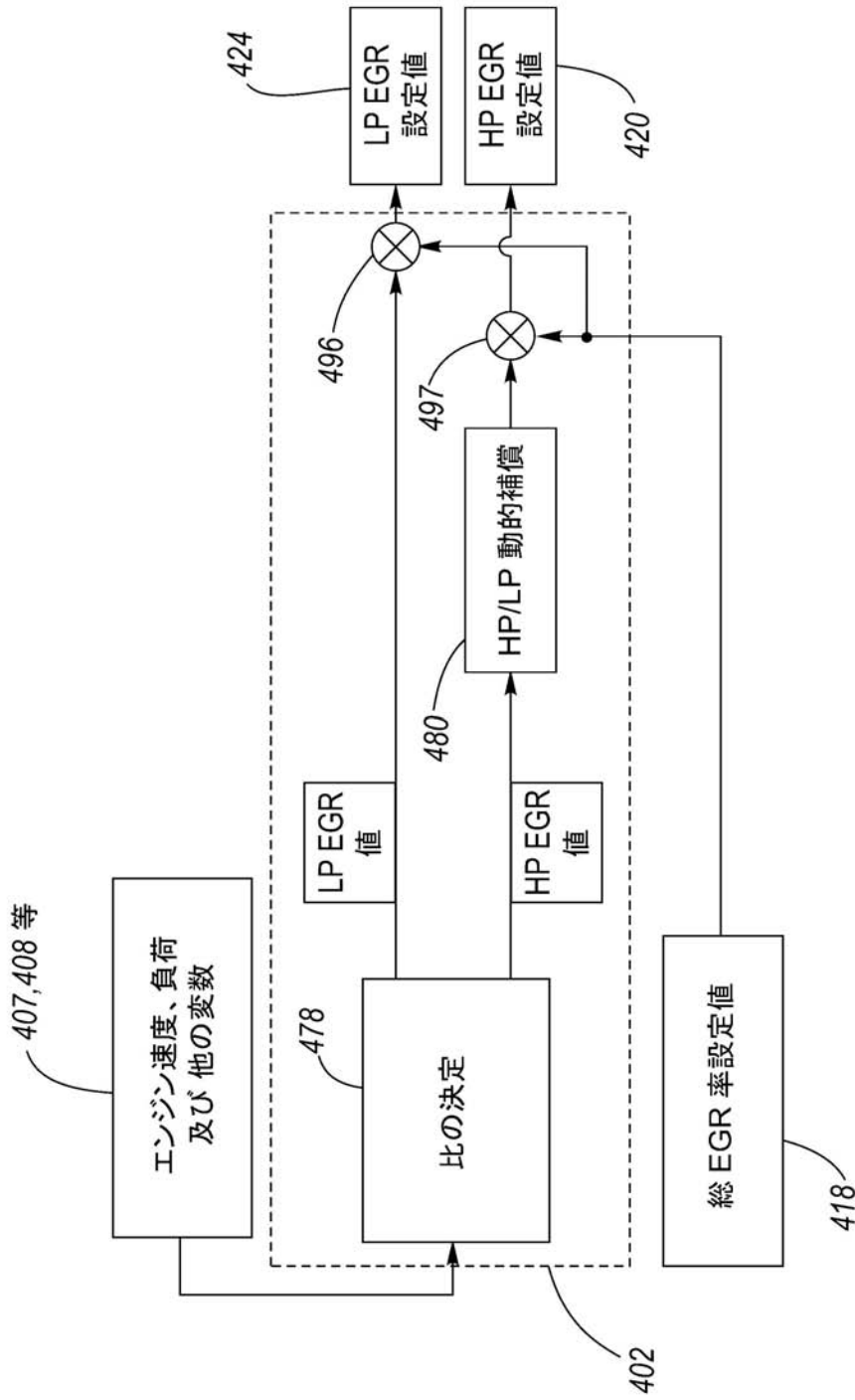


図 11

【 図 1 2 】

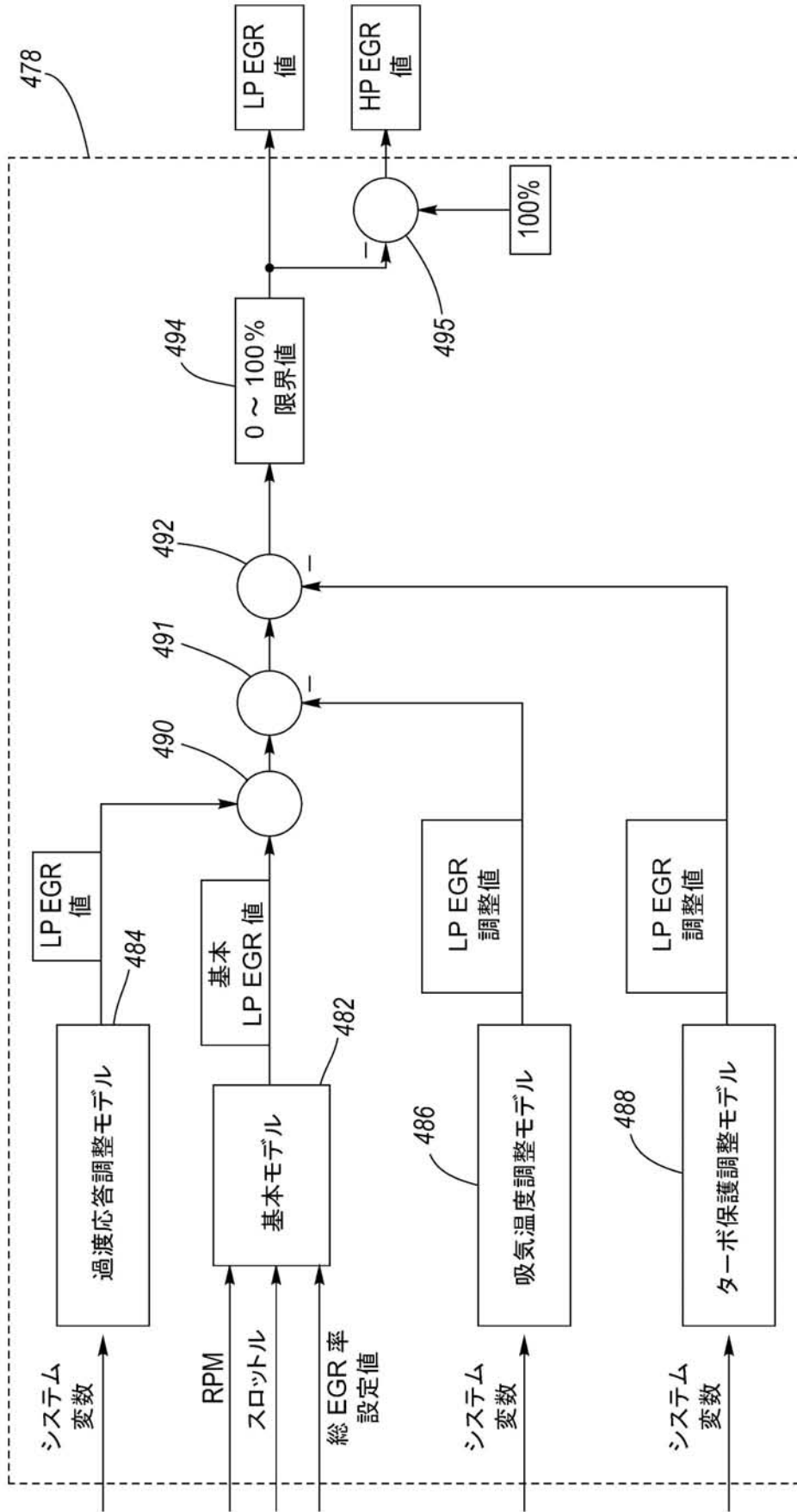


図12

【 図 1 3 】

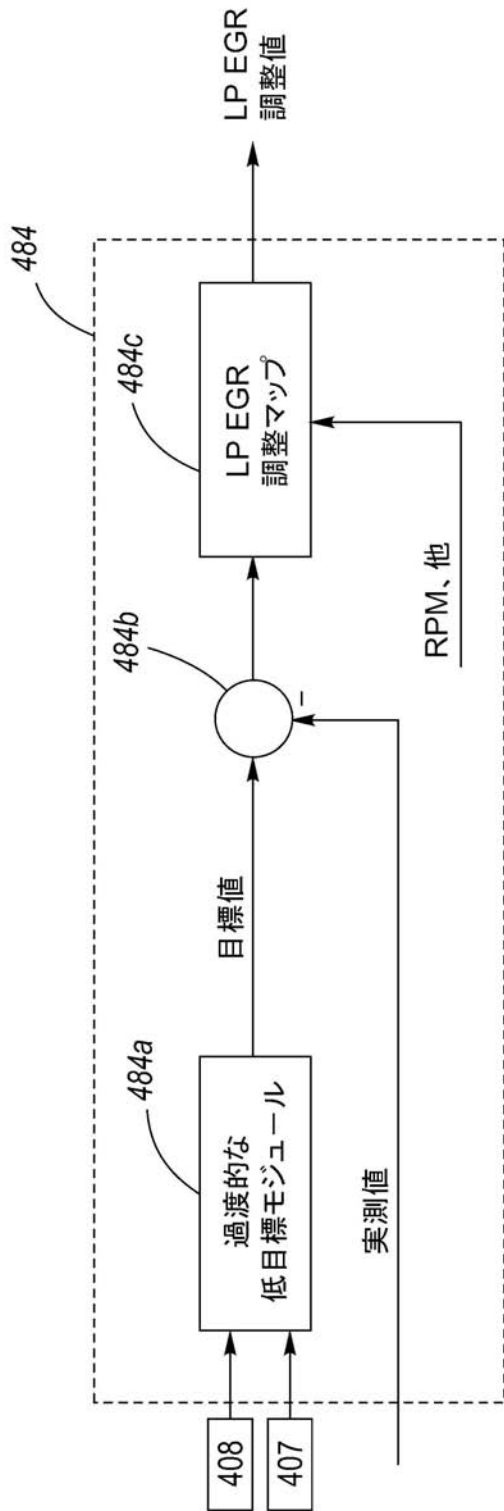


図 13

【 図 1 4 】

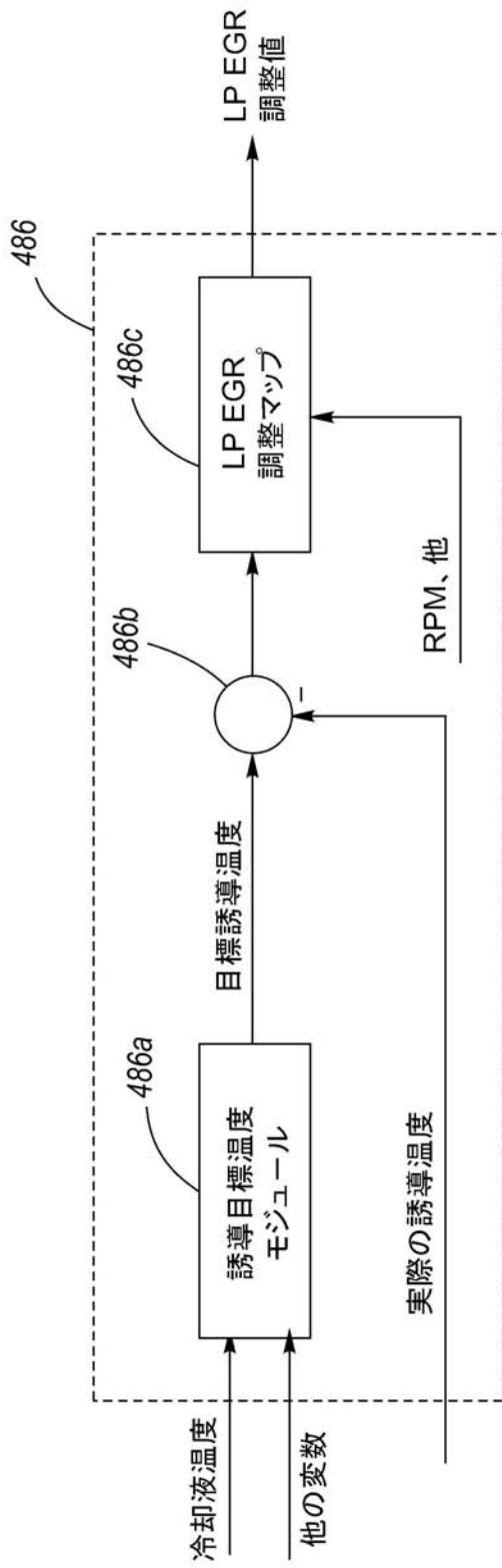


図 14

【図 15 A】

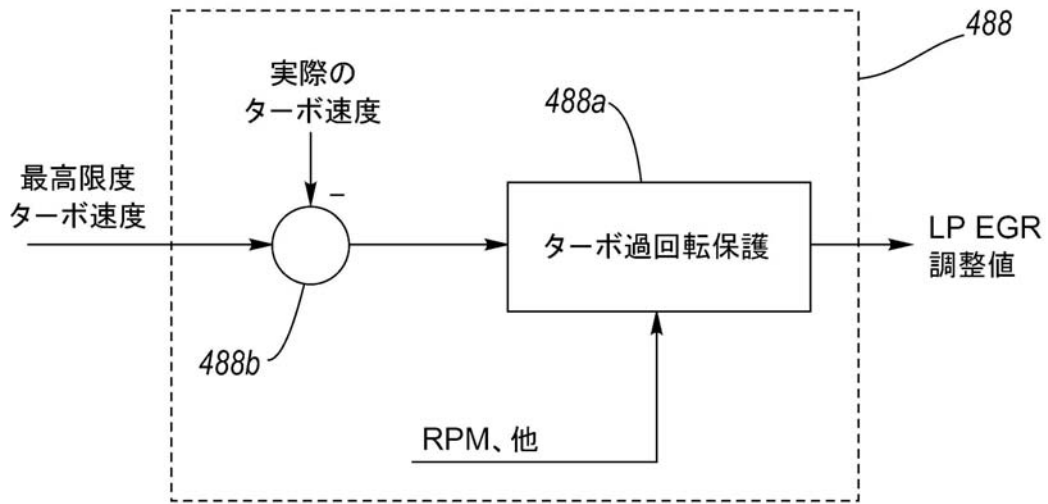


図 15A

【図 15 B】

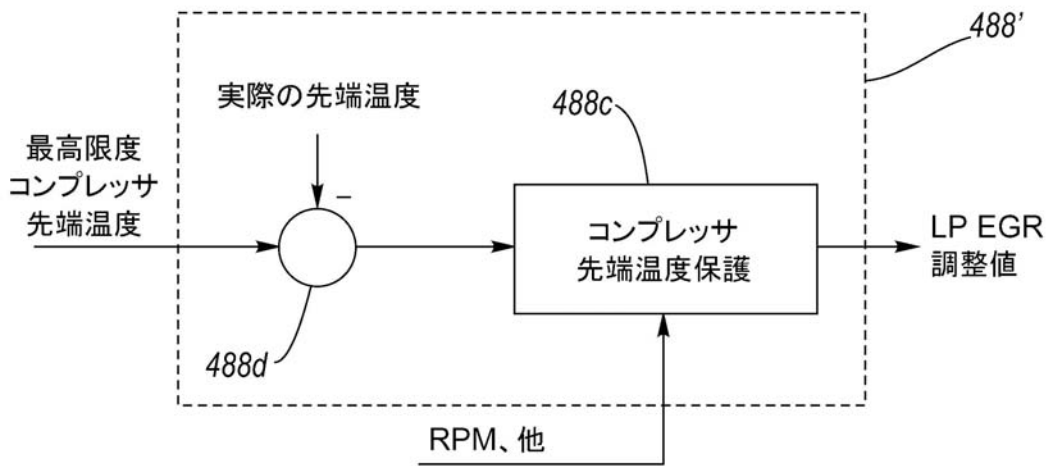




図 15B

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2008/056955</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F02M 25/07(2006.01)i, F02M 25/06(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 8 F02M 25/07		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility Models and applications for Utility Models since 1975 Japanese Utility Models and applications for Utility Models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPO internal) & keywords : egr ratio, turbocharge, high pressure & low pressure		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6,460,522 B1 (PHILLIP F. RIMNAC) 8 October 2002 see column 3, line 42 - column 4, line 46.	1-24
A	US 6,748,936 B2 (SHIGEKI KINOMURA et al.) 15 June 2004 see column 3, line 29 - column 5, line 64.	1-24
A	US 6,725,848 B2 (RA VISHANKAR RAMAMURTHY et al.) 27 April 2004 see column 2, line 59 - column 4, line 14.	1-24
A	US 2003/0188727 A1 (MICHEL J. VAN NIEUWSTADT) 9 October 2003 see page 2, paragraph [0017] - page 3 paragraph [0043].	1-24
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 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 24 JUNE 2008 (24.06.2008)		Date of mailing of the international search report <b>24 JUNE 2008 (24.06.2008)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer WOO, Dong Gi Telephone No. 82-42-481-5449 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2008/056955**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6,460,522 B1	08.10.2002	AU 2002-243305 A8	24.07.2002
		CA 2428085 AA	18.07.2002
		DE 10196863 T	04.12.2003
		GB 200312124 A0	02.07.2003
		JP 2004-518056 A	17.06.2004
		WO 0205-5856A2	18.07.2002
		WO 2002-055856 A3	03.10.2002
US 6,748,936 B2	15.06.2004	JP 2003-328839 A2	19.11.2003
		US 2003/0209234 A1	13.11.2003
US 6,725,848 B2	27.04.2004	CA 2416067 AA	18.07.2003
		CA 2416067 A1	18.07.2003
		DE 10301645 A1	31.07.2003
		GB 200301086 A0	19.02.2003
		GB 2385094 A1	13.08.2003
		GB 2385094 B2	30.08.2006
		JP 2003-239811 A2	27.08.2003
US 2003/0188727 A1	09.10.2003	DE 10313503 A1	23.10.2003
		DE 10313503 B4	31.08.2006
		GB 200307002 A0	30.04.2003
		GB 2388674 A1	19.11.2003
		US 6,732,723 B2	11.05.2004

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)

F 0 2 M	25/07	5 2 0 D
F 0 2 M	25/07	5 7 0 P
F 0 2 M	25/07	5 7 0 J

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, JP, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 フォルカー・ヨーグル

アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 3 6 2 レイクオリオン エヌ・ハドレー・ロード 1 6 0 1

Fターム(参考) 3G062 AA01 AA05 CA06 ED01 ED05 ED08 ED12 FA02 FA05 FA13  
 GA00 GA01 GA04 GA06 GA09 GA12 GA17 GA18 GA22 GA25  
 GA27  
 3G092 AA01 AA02 AB02 AB03 BA02 DB03 DC09 DF01 EA09 EA14  
 EA16 FA24 FA38 FA39 GA18 HA16X HA16Z HD07X