

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2016-145531  
(P2016-145531A)

(43) 公開日 平成28年8月12日 (2016. 8. 12)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

FO1N 3/023 (2006.01)

FO1N 3/02 (2006.01)

FO1N 3/02 321Z

FO1N 3/02 301Z

3G190

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

|           |                            |          |                               |
|-----------|----------------------------|----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-22015 (P2015-22015) | (71) 出願人 | 000000170                     |
| (22) 出願日  | 平成27年2月6日 (2015. 2. 6)     |          | いすゞ自動車株式会社                    |
|           |                            |          | 東京都品川区南大井6丁目26番1号             |
|           |                            | (74) 代理人 | 110001368                     |
|           |                            |          | 清流国際特許業務法人                    |
|           |                            | (74) 代理人 | 100129252                     |
|           |                            |          | 弁理士 昼間 孝良                     |
|           |                            | (74) 代理人 | 100155033                     |
|           |                            |          | 弁理士 境澤 正夫                     |
|           |                            | (74) 代理人 | 100138287                     |
|           |                            |          | 弁理士 平井 功                      |
|           |                            | (72) 発明者 | 東山 滋                          |
|           |                            |          | 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 |

最終頁に続く

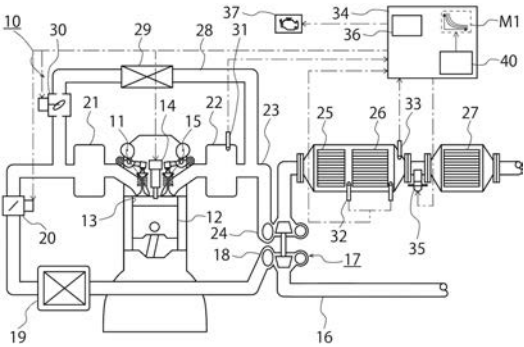
(54) 【発明の名称】 内燃機関及び排気ガスの成分量推定方法

(57) 【要約】

【課題】簡易な構成で、排気管に配置された捕集装置の上流の排気ガス中のPM含有量を高精度に推定できる内燃機関及び排気ガスの成分量推定方法を提供する。

【解決手順】エンジン10は、筒内13からのNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ がトレードオフの関係にあることに基づいて、NOxセンサ31の検出値（NOx含有量） $q_{UP\_NOx}$ から捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定する推定装置40を備えて構成される。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

筒内から排出された排気ガスが通過する排気管に配置されて排気ガスに含有される P M を捕集する捕集装置と、該捕集装置の上流に配置されて排気ガス中の N O x 含有量を検知する N O x センサと、を備えた内燃機関において、

前記筒内からの N O x 排出量及び P M 排出量がトレードオフの関係にあることに基づいて前記 N O x センサの検出値から前記捕集装置の上流の排気ガス中の P M 含有量を推定する推定装置を備えたことを特徴とする内燃機関。

**【請求項 2】**

前記推定装置を、前記 N O x センサの検出値と、内燃機関の運転状態ごとの N O x 排出量及び P M 排出量が予め設定されたトレードオフマップとを参照して、前記捕集装置の上流の排気ガス中の P M 含有量を推定する構成にした請求項 1 に記載の内燃機関。

10

**【請求項 3】**

前記推定装置を、内燃機関の運転状態から算出した P M 排出量と、前記 N O x センサの検出値の変化の倍率の逆数とを乗算して、前記捕集装置の上流の排気ガス中の P M 含有量の変化量を推定する構成にした請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関。

**【請求項 4】**

前記排気管の前記捕集装置の下流に配置されて排気ガス中の P M 含有量を検知する P M センサと、推定した前記捕集装置の上流の排気ガス中の P M 含有量、及び、該 P M センサの検出値に基づいて前記捕集装置の診断を行う診断装置とを備えた請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関。

20

**【請求項 5】**

前記 N O x センサを、複数の前記筒内から排出された排気ガスを集合して前記排気管に導入する排気多岐管、又は該排気多岐管の近傍の前記排気管に配置した請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関。

**【請求項 6】**

内燃機関の筒内から排出された排気ガスが通過する排気管に配置されて排気ガスに含有される P M を捕集する捕集装置の上流の排気ガス中の P M 含有量を推定する方法であって、

前記捕集装置の上流に配置された N O x センサを用いて、前記捕集装置の上流の排気ガス中の N O x 含有量を検出するステップと、

30

前記筒内からの N O x 排出量及び P M 排出量がトレードオフの関係にあることに基づいて、検出した N O x 含有量から前記捕集装置の上流の排気ガス中の P M 含有量を推定するステップと、を含むことを特徴とする排気ガスの成分量推定方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関及び排気ガスの成分量推定方法に関し、より詳細には、簡易な構成で、排気管に配置された捕集装置の上流の排気ガス中の P M ( 粒子状物質 ) 含有量を高精度に推定できる内燃機関及び排気ガスの成分量推定方法に関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

ディーゼルエンジンにおいては、排気ガスが通過する排気管に配置した捕集装置により、排気ガスに含有される P M ( 粒子状物質 ) を捕集している。この捕集装置が破損、損傷するなどしてその機能が失われた場合には、大気中に P M が放出されることになる。

**【0003】**

そこで、捕集装置の下流側の排気管に P M センサを配置し、その P M センサで捕集装置の下流側に流出する P M を検出して捕集装置の異常を診断している。この P M センサは素子に堆積した P M の堆積量に応じた検出値を出力しており、P M の堆積量が所定値を超えた場合には素子に高電圧の電流を流して、素子に堆積した P M を燃焼除去するセンサであ

50

る。

【 0 0 0 4 】

ところで、捕集装置を備えたエンジンにおいては、捕集装置で捕集した P M の堆積量が所定値以上に堆積した場合には、捕集装置を通過する排気ガスの温度を上昇させて、捕集装置に堆積した P M を燃焼除去する再生制御を行っている。この再生制御によって、捕集装置が高温になり過ぎて一部が溶損して捕集装置に穴が空くなどの破損が生じる場合がある。

【 0 0 0 5 】

そこで、捕集装置の下流に配置した P M センサの検出値の変化量、つまり捕集装置を通過した後の排気ガス中の P M 含有量の変化量に基づいて、捕集装置の破損を診断している。しかし、例えば、捕集装置に堆積した P M の堆積量が所定値に近づいてきた場合でなくても、また、捕集装置が破損していなくて、捕集装置に流入する P M の流入量が増加すれば、下流側に配置された P M センサの検出値も増加するなど、捕集装置に流入する P M の流入量の変化により、下流側に配置された P M センサの検出値は変化する。そのため、下流側に配置された P M センサの検出値の変化量のみでは、捕集装置の破損を高精度に診断できないという問題が生じていた。

10

【 0 0 0 6 】

これに関して、捕集装置の上流側の排気管に新たに配置した P M センサの検出値、あるいは、予めシミュレーションにより求めたエンジンの運転状態及び排出される P M の排出量の関係を用いて、下流側に配置した P M センサの素子に堆積した P M を燃焼除去するまでの間に捕集装置に流入した P M の流入量を検出して捕集装置の破損を診断する装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【 0 0 0 7 】

この装置は、下流側に配置した P M センサに所定量の P M が堆積するまでに捕集装置に流入した P M の流入量が小さい場合に、捕集装置の破損箇所から P M が下流側に放出されていると判定している。

【 0 0 0 8 】

しかし、捕集装置の上流側に配置された P M センサにおいては、P M が捕集される前の排気ガスに曝されることにより、下流側に配置された P M センサよりも多くの P M が短時間のうちに堆積するため、頻繁に堆積した P M を燃焼除去しなければならず、P M の流入量を精度よく検出できないことに加えて、燃焼除去の頻度が高くなることに起因して故障頻度も高くなる。

30

【 0 0 0 9 】

また、シミュレーションによるエンジンの運転状態と P M の排出量との関係においては、精度を高めるためには、燃料噴射量、吸入吸気圧、吸入吸気量、温度などの様々な要因により膨大なデータが必要となり、更に、捕集装置に流入する P M の流入量の積算値を算出する場合には、エンジンの運転状態が変化することによって変わる P M の排出量を適時算出する必要があり、診断が複雑化する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

40

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 1 8 5 5 4 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記の問題を鑑みてなされたものであり、その課題は、簡易な構成で、排気管に配置された捕集装置の上流の排気ガス中の P M 含有量を高精度に推定できる内燃機関及び排気ガスの成分量推定方法を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

50

上記の課題を解決するための本発明の内燃機関は、筒内から排出された排気ガスが通過する排気管に配置されて排気ガスに含有されるPMを捕集する捕集装置と、該捕集装置の上流に配置されて排気ガス中のNOx含有量を検知するNOxセンサと、を備えた内燃機関において、前記筒内からのNOx排出量及びPM排出量がトレードオフの関係にあることに基づいて前記NOxセンサの検出値から前記捕集装置の上流の排気ガス中のPM含有量を推定する推定装置を備えたことを特徴とするものである。

【0013】

また、上記の課題を解決するための本発明の排気ガスの成分量推定方法は、内燃機関の筒内から排出された排気ガスが通過する排気管に配置されて排気ガスに含有されるPMを捕集する捕集装置の上流の排気ガス中のPM含有量を推定する方法であって、前記捕集装置の上流に配置されたNOxセンサを用いて、前記捕集装置の上流の排気ガス中のNOx含有量を検出するステップと、前記筒内からのNOx排出量及びPM排出量がトレードオフの関係にあることに基づいて、検出したNOx含有量から前記捕集装置の上流の排気ガス中のPM含有量を推定するステップと、を含むことを特徴とする方法である。

10

【0014】

このNOx排出量及びPM排出量がトレードオフの関係にあるとは、NOx排出量が増加するとPM排出量が低減し、一方、NOx排出量が低減するとPM排出量が増加する関係のことであり、このNOx排出量とPM排出量の関係は、マップデータなどの形で、予め実験や試験により求めておき、推定装置の記憶媒体に記憶しておく。

20

【0015】

なお、ここでいうPM含有量、PM排出量、NOx含有量、及びNOx排出量は、単位時間当たりの量や予め設定された期間での変化量などを示し、排気ガス量が算出できる場合は、排気ガス中の濃度と置き換えてもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明の内燃機関及び排気ガスの成分量推定方法によれば、従来構成の内燃機関に搭載されている排気ガス中のNOx（窒素酸化物）含有量を検出するNOxセンサと、NOx排出量及びPM排出量がトレードオフの関係になることを利用するという簡易な構成で、捕集装置の上流の排気ガス中のPM含有量を高精度に推定することができる。

30

【0017】

また、捕集装置の上流側に配置されたNOxセンサを利用することで、捕集装置の上流側に新たなPMセンサを追加することによるコストの増加を回避できることに加えて、このNOxセンサにおいては、捕集装置を通過する前のPMを多く含んだ排気ガスに曝されても、PMの堆積によるNOx含有量の検出精度が低下することがなく、また、PMの堆積を起因とした故障の可能性も低いため、安定して捕集装置の上流の排気ガス中のPM含有量を高精度に推定することができる。

【0018】

そして、高精度に推定した捕集装置の上流の排気ガス中のPM含有量を用いることで、捕集装置の前後のPM含有量の変化から捕集装置の破損を正確に診断したり、捕集装置の再生制御を適正なタイミングで行ったりすることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の内燃機関の第一実施形態を例示する説明図である。

【図2】図1のトレードオフマップを例示するマップである。

【図3】本発明の排気ガスの成分量推定方法の第一実施形態を例示するフローチャートである。

【図4】本発明の内燃機関の第二実施形態を例示する説明図である。

【図5】本発明の排気ガスの成分量推定方法の第二実施形態を例示するフローチャートである。

【図6】図1、図4に示す捕集装置の破損を診断する方法を例示するフローチャートであ

50

る。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の内燃機関及び排気ガスの成分量推定方法について説明する。なお、以下の実施形態においては、排気ガス中の成分量を含有量や排出量と表現しているが、排気ガス量と濃度からこの成分量は算出でき、排気ガス量も算出できるので、濃度に置き換えてもよい。

【0021】

図1は、本発明のエンジン10の第一実施形態の構成を例示している。このエンジン10は、排気管23に配置された捕集装置26の異常の診断を行う際に、又は捕集装置26の再生制御を行う際に、捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量を推定するものである。

10

【0022】

このエンジン10においては、運転中に吸気バルブ11からピストン12が往復する筒内13に吸入された吸入空気と、燃料噴射弁14から筒内13に噴射された燃料とが混合されて燃焼して、排気ガスとなって排気バルブ15から排気されている。

【0023】

吸入空気は、外部から吸気管16へ吸入されて、ターボチャージャ17のコンプレッサ18により圧縮されて高温になり、インタークーラー19で冷却されている。その後、吸気スロットル20により流量が調節されて、吸気多岐管21を経て吸気バルブ11から筒内13に吸入されている。

20

【0024】

排気ガスは、筒内13から排気バルブ15を経由して排気多岐管22から排気管23へ排気されて、ターボチャージャ17のタービン24を駆動させている。その後、タービン24の下流から順に配置された酸化触媒25、捕集装置26、及びSCR触媒27で浄化されて大気へと放出されている。また、排気ガスの一部は、EGR通路28に設けられたEGRクーラー29で冷却された後に、EGRバルブ30により吸気管16に供給されて吸入空気に混合されている。

【0025】

また、このエンジン10の運転中においては、NOxセンサ31、差圧センサ32、及びPMセンサ33を含む複数のセンサが接続された制御装置34により、燃料噴射弁14、吸気スロットル20、EGRバルブ30及び尿素水噴射弁35が制御されている。

30

【0026】

この制御装置34による制御の一部としては、NOxセンサ31の検出値、つまり排気ガス中のNOx含有量に応じて、尿素水噴射弁35から噴射される尿素水の噴射量を調節する還元制御や、差圧センサ32の検出値、つまり捕集装置26の前後の差圧に基づいたPMの堆積量に応じて、燃料噴射弁14からボスト噴射される燃料の噴射量及び噴射タイミングを調節する再生制御を例示できる。

【0027】

更に、このエンジン10の運転中においては、制御装置34に組み込まれた診断装置36により、捕集装置26の下流に配置されたPMセンサ33の検出値、つまり捕集装置26の下流の排気ガス中のPM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ が規制値以上の場合には、捕集装置26に異常があるとして、警告灯(M.I.L.)37を点灯又は点滅して、その異常を運転者に警告する制御を行っている。

40

【0028】

捕集装置26の下流の排気ガス中のPM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ が規制値以上になる要因としては、捕集装置の一部が再生制御により溶損して穴が空くなどの破損である。そこで、空気中に放出される排気ガス中のPM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ が規制値以上となる前に、捕集装置26の破損を早期発見するために、捕集装置26の上流側の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を高精度に推定する必要がある。

50

## 【0029】

そこで、本発明のエンジン10においては、筒内13からのNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ がトレードオフの関係にあることに基づいて、NOxセンサ31の検出値(NOx含有量) $q_{UP\_NOx}$ から捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定する推定装置40を備えて構成される。

## 【0030】

NOxセンサ31は、捕集装置26の上流側の排気ガス中のNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ を検出できる位置、すなわち排気多岐管22や捕集装置26の上流の排気管23に配置されたセンサである。

## 【0031】

このNOxセンサ31においては、筒内13からのNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ がトレードオフの関係にあることを利用することを考慮して、複数の筒内13から排出された排気ガスを集合して排気管23に導入する排気多岐管22、又は排気多岐管22の近傍の排気管23に配置されることが望ましい。NOxセンサ31が筒内13に近い位置に配置されることで、そのNOxセンサ31がNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ と略同等の値を検出可能となり、PM含有量 $q_{UP\_PM}$ の推定精度を向上できる。

## 【0032】

また、このNOxセンサ31においては、ジルコニア( $ZrO_2$ )などの酸素イオン伝導性の固体電解質で構成されており、その内部においては、排気ガス中のNOxから還元又は分解された際に生じる酸素の量を検出することで、排気ガス中のNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ を検出している。NOxセンサ31の内部には、粒子の大きなPMが侵入しないように構成されているため、捕集装置26によりPMが捕集される前の排気ガスに曝されても、内部にPMが堆積してNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ を検出できなくなることや、堆積したPMを起因とした故障の可能性が低い。従って、捕集装置26の上流に配置されても、安定してNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ を検出できる。

## 【0033】

推定装置40は、制御装置34に組み込まれたプログラムであり、NOxセンサ31の検出値が入力されると制御装置34にPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定させる手順を実行させるものである。なお、この実施形態では、推定装置40を制御装置34に組み込まれたプログラムとしたが、推定装置40を中央処理装置や同様のプログラムを記憶した記憶媒体を備えた、制御装置34とは別体の装置としてもよい。

## 【0034】

NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ がトレードオフの関係にあるとは、NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ が増加するとPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ が低減し、一方、NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ が低減するとPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ が増加する関係のことである。

## 【0035】

詳しくは、筒内13に吸入された吸入空気と燃料噴射弁14から噴射された燃料とが混合されて燃焼して排気ガスになる際に、燃焼温度が高温の場合、燃焼期間が長く続く場合、あるいは吸入空気の吸入量に対して燃料噴射量の割合が少ない場合に、噴射された燃料が筒内13で完全に燃焼することで、PM排出量 $q_{OUT\_PM}$ が低減し、燃料が完全燃焼した後に、窒素と酸素との反応が促進されることで、排気ガス中のNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ が増加する。

## 【0036】

一方、燃焼温度が低温の場合、燃焼期間が短い場合、あるいは吸入空気の吸入量に対して燃料噴射量の割合が多い場合に、噴射された燃料が筒内13で完全に燃焼しきらないことで、PM排出量 $q_{OUT\_PM}$ が増加し、窒素と酸素との反応が促進されないことで、NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ が低減する。

## 【0037】

このように、筒内 13 から排気バルブ 15 を介して排出される排気ガス中の  $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  と PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  とはトレードオフの関係にある。この実施形態の推定装置 40 においては、図 2 に示すトレードオフマップ M1 を参照することで、このトレードオフの関係を利用可能となる。

【0038】

図 2 は、トレードオフマップ M1 の一例を示している。トレードオフマップ M1 は、予め実験や試験により求められ、制御装置 34 の記憶媒体に記憶されたマップデータである。なお、推定装置 40 が制御装置 34 とは別体で構成される場合には、推定装置 40 の記憶媒体に記憶されてもよい。

【0039】

トレードオフマップ M1 には、エンジン 10 の運転状態に応じた複数のトレードオフ線  $L_x$  ( $L_1 \sim L_3$ ) が設定されており、それぞれが運転状態に応じた  $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  と PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  との関係を示している。

【0040】

なお、エンジン 10 の運転状態としては、例えば、制御装置 34 が燃料噴射弁 14 により燃料噴射量を調節する噴射量制御を行う際に用いているエンジン 10 の出力トルクとエンジン回転数とに基づいた出力マップから判断される状態を例示できる。ここでは、トレードオフ線  $L_2$  を基準として、トレードオフ線  $L_2$  の状態よりも低出力の運転状態の場合をトレードオフ線  $L_1$  とし、高出力の運転状態の場合をトレードオフ線  $L_3$  とする。図 2 に示す、この実施形態のトレードオフマップ M1 には、三線しか設定されていないが、実際には運転状態に応じた複数のトレードオフ線が設定されているものとする。また、エンジン 10 の運転状態は、吸入空気量制御や EGR 還流制御などを考慮して判断してもよい。

【0041】

トレードオフ線  $L_2$  を例に説明すると、 $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  及び PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  のそれぞれには、最小値  $A_0$ 、 $B_0$  が設定されており、 $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  及び PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  の関係は、一方が最小値  $A_0$ 、 $B_0$  以外の場合には、略反比例の関係となる。例えば、トレードオフ線  $L_2$  における  $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  が  $A_1$  のときに PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  は略反比例の曲線に基づいて  $B_1$  となる。

【0042】

このトレードオフマップ M1 においては、 $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  が同等の  $A_1$  の場合でも、エンジン 10 の運転状態が異なれば、PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  は  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$  と異なる。また、エンジン 10 の運転状態が変化しない場合には、 $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  が  $A_1$  から  $A_4$  に低減すると、PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  は  $B_1$  から  $B_4$  に、 $A_1$  及び  $A_4$  の差分  $\Delta A$  の逆数倍、増加する。

【0043】

次に、この第一実施形態の推定装置 40 における排気ガスの成分量推定方法について、図 3 のフローチャートを参照しながら説明する。この成分量推定方法は、 $\text{NO}_x$  センサ 31 の検出値 ( $\text{NO}_x$  含有量)  $q_{\text{UP\_NO}_x}$  と、 $\text{NO}_x$  排出量  $q_{\text{OUT\_NO}_x}$  及び PM 排出量  $q_{\text{OUT\_PM}}$  がトレードオフの関係にあることを利用して、捕集装置 26 の下流側の排気ガス中の PM 含有量  $q_{\text{UP\_PM}}$  を推定する方法である。

【0044】

まず、ステップ S10 では、推定装置 40 が、 $\text{NO}_x$  センサ 31 を用いて、捕集装置 26 の上流の排気ガス中の  $\text{NO}_x$  含有量  $q_{\text{UP\_NO}_x}$  を取得する。次いで、ステップ S20 では、推定装置 40 が、制御装置 34 からエンジン 10 の運転状態を取得する。このステップ S20 では、制御装置 34 の噴射量制御、吸入空気量制御、EGR 還流制御などに基づいたエンジン 10 の運転状態を取得する。なお、ステップ S10 及びステップ S20 は順不同である。

【0045】

次いで、ステップS30では、推定装置40は、トレードオフマップM1を参照してエンジン10の運転状態に応じたトレードオフ線Lxを選択する。次いで、ステップS40では、推定装置40が、ステップS10で取得したNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ を、選択したトレードオフ線LxにおけるNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ と見なして、トレードオフ線LxにおけるPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ を算出し、そのPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ を捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ として推定して、この方法は完了する。

#### 【0046】

例えば、エンジン10の運転状態から選択されるトレードオフ線Lxをトレードオフ線L2とし、NOxセンサ31の検出値をA1とすると、上記の推定方法で推定される捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ はB1となる。

10

#### 【0047】

このエンジン10及び排気ガスの成分量推定方法によれば、従来構成のエンジンに搭載されている排気ガス中のNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ を検出するNOxセンサ31と、NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ がトレードオフの関係にあることとを利用するという簡易な構成で、捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を高精度に推定することができる。

#### 【0048】

また、この実施形態のように、推定装置40が、エンジン10の運転状態ごとのNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ が予め設定されたトレードオフマップM1を参照して、捕集装置26の上流のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定することで、エンジン10の運転状態に応じたPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定できるので、精度の向上に有利となる。加えて、NOxセンサ31の検出値(NOx含有量) $q_{UP\_NOx}$ とトレードオフマップM1とを参照するだけの簡易な構成でPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定できるので、推定プロセスの単純化に有利となる。

20

#### 【0049】

図5は、本発明のエンジン10の第二実施形態の構成を例示している。このエンジン10の推定装置40は第一実施形態のトレードオフマップM1を用いずに、エンジン10の運転状態から算出したPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ と、NOxセンサ31の検出値(NOx含有量) $q_{UP\_NOx}$ の変化の倍率 $n$ の逆数 $1/n$ とを乗算して、捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ の変化量を推定するように構成されている。

30

#### 【0050】

また、この実施形態では、NOxセンサ31が捕集装置26の近傍の排気管23に配置される。捕集装置26の近傍は、酸化触媒25の下流となり、酸化触媒25でNO(一酸化窒素)が酸化されてNO<sub>2</sub>(二酸化窒素)が生じるがNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ は略変化しない。結果、捕集装置26の近傍に配置されたNOxセンサ31の検出値(NOx含有量) $q_{UP\_NOx}$ は、NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ と見なすことができる。

#### 【0051】

NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ がトレードオフの関係にあることは、NOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ が反比例の関係、すなわちNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ が倍率 $n$ 倍になったときに、PM排出量 $q_{OUT\_PM}$ が倍率 $n$ の逆数 $1/n$ 倍になる関係にあることである。なお、この倍率 $n$ は有理数である。

40

#### 【0052】

次に、この第二実施形態の推定装置40における排気ガスの成分量推定方法について、図6のフローチャートを参照しながら説明する。

#### 【0053】

まず、ステップS50では、推定装置40が、制御装置34からエンジン10の運転状態に基づいてNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ の各基準値を取得する。このステップS50では、制御装置34の噴射量制御、吸入空気量制御、EG

50

R還流制御などに基づいたエンジン10の運転状態から、実験や試験により予め求めておいた各基準値を取得する。

【0054】

次いで、ステップS60では、推定装置40が、NOxセンサ31を用いて、捕集装置26の上流の排気ガス中のNOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ の変化量 $\Delta q_{UP\_NOx}$ を取得する。このステップS60における変化量 $\Delta q_{UP\_NOx}$ は、所定の時間当たりの変化量や、エンジン10の運転状態ごとの変化量である。

【0055】

次いで、ステップS70では、推定装置40が、ステップS50で取得したNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ の基準値とステップS60で取得した変化量 $\Delta q_{UP\_NOx}$ とから、NOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ の変化の倍率 $n$ を算出する。

10

【0056】

次いで、ステップS80では、推定装置40が、ステップS50で取得したPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ の基準値に、ステップS70で算出した倍率 $n$ の逆数 $1/n$ を乗算して、そのPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ を捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ として推定して、この方法は完了する。

【0057】

なお、エンジン10の始動時にステップS50を行って、始動時のPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ を基準値として、所定の時間後やエンジン10の運転状態の変化後にステップS60～ステップS80を行ってPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定し、次いで、その推定したPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を基準値として、再度、ステップS60～ステップS80を行って次のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定してもよい。このように、繰り返し、ステップS50～ステップS80を行って、PM含有量 $q_{UP\_PM}$ を推定するとよい。

20

【0058】

この第二実施形態のエンジン10及び推定方法によれば、第一実施形態と同様に、簡易な構成で、捕集装置26の上流の排気ガス中のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を高精度に推定できることに加えて、NOx含有量 $q_{UP\_NOx}$ の変化とNOx排出量 $q_{OUT\_NOx}$ 及びPM排出量 $q_{OUT\_PM}$ がトレードオフの関係にあることとを利用することで、マップデータを参照しなくてもPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を高精度に推定できる。

【0059】

30

次に、上記の推定方法で推定された捕集装置26の上流のPM含有量 $q_{UP\_PM}$ を用いた制御としては、捕集装置26の破損の診断や再生制御を例示できるが、ここでは、一例として捕集装置26の破損の診断方法について、図6に示すフローチャートを参照しながら説明する。なお、この診断方法は、エンジン10の運転時間が予め設定された時間が経過する、すなわちドライビングサイクルがカウントされるごとに行われる方法である。

【0060】

上記のステップS10～ステップS40、又はステップS50～ステップS80までを順次行った後のステップS100では、診断装置36が、捕集装置26の下流に配置されたPMセンサ33で検出された捕集装置26を通過した後の排気ガス中のPM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ を取得する。

40

【0061】

次いで、ステップS110では、診断装置36が、捕集装置26の下流の排気ガス中のPM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ が規制値 $q_a$ 以上か否かを判定する。この規制値 $q_a$ は、日本国、欧州、米国などの法規により定められた値である。このステップS110で、PM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ が規制値 $q_a$ 以上の場合には、ステップS130へ進む。一方、ステップS110で、PM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ が規制値 $q_a$ 未満の場合には、ステップS120へ進む。

【0062】

次いで、ステップS120では、診断装置36が、推定されたPM含有量 $q_{UP\_PM}$ とPMセンサ33を用いて取得したPM含有量 $q_{DOWN\_PM}$ との差分値 $\Delta q$ が、予め

50

設定された判定値  $\Delta q_a$  未満か否かを判定する。

【0063】

判定値  $\Delta q_a$  は、予め実験や試験により捕集装置 26 が破損した状態、詳しくは再生制御による溶損により一部に穴が空いた状態を判定できる値に設定される。

【0064】

例えば、捕集装置 26 が破損していない状態では、排気ガスが捕集装置 26 を通過する際に捕集される PM の量は略一定となるため、上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  と下流の PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  との差分値  $\Delta q$  は、略一定な値となる。一方、捕集装置 26 が破損した状態では、排気ガスが捕集装置 26 を通過する際に、その破損箇所から多くの PM が捕集装置 26 の下流に放出されるため、上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  と下流の PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  との差分値  $\Delta q$  は、破損していない状態の値よりも小さくなる。

10

【0065】

従って、判定値  $\Delta q_a$  は、捕集装置 26 が破損していない状態においては、略一定になる上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  と下流の PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  との差分値  $\Delta q$  と同等の値に設定されることが好ましい。

【0066】

このステップ S120 で、上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  と下流の PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  との差分値  $\Delta q$  が判定値  $\Delta q_a$  以上の場合には、捕集装置 26 に破損がない状態のため、この診断方法は終了する。一方、ステップ S120 で、上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  と下流の PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  との差分値  $\Delta q$  が判定値  $\Delta q_a$  未満の場合には、ステップ S130 へ進む。

20

【0067】

次いで、ステップ S130 では、診断装置 36 が、警告灯 37 を点灯させて運転者に捕集装置 26 の破損を警告して、この診断方法は完了する。

【0068】

この診断方法によれば、NOx センサ 31 の検出値 (NOx 含有量)  $q_{UP\_NOx}$  とトレードオフの関係とを利用するという簡易な構成で、高精度に推定した捕集装置 26 の上流の排気ガス中の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  を用いることで、捕集装置 26 の前後の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$ 、 $q_{DOWN\_PM}$  の差分値  $\Delta q$  から捕集装置 26 の破損を正確に診断できる。これにより、捕集装置 26 の下流の排気ガス中の PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  が規制値  $q_a$  未満の場合でも、捕集装置 26 に破損が生じている場合に、早期に運転者に警告できるので、大気中に規制値  $q_a$  以上の PM が放出されることを予め回避できる。

30

【0069】

なお、上記のステップ S120 は、PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  と PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  との差分値  $\Delta q$  に基づいて捕集装置 26 の破損を判定する例を説明したが、この判定に限定されない。例えば、PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  に応じた PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  が予め設定されたマップや、PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  に基づいて PM 含有量  $q_{DOWN\_PM}$  を補正した値を用いた判定を行ってもよい。

【0070】

また、上記の推定方法で推定された捕集装置 26 の上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  を用いた捕集装置 26 の再生制御は、差圧センサ 32 で検出された差圧に加えて、捕集装置 26 の上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  を用いることで、捕集装置 26 に流入した PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  を考慮した再生制御を行うことができるので、捕集装置 26 の再生制御をより適正なタイミングで行うことができる。これにより、不要な再生制御を回避して燃費を向上したり、再生制御による捕集装置 26 の破損を抑制したりできる。

40

【0071】

なお、第一実施形態のトレードオフマップ M1 と、第二実施形態における NOx 含有量  $q_{UP\_NOx}$  の変化とを用いて、捕集装置 26 の上流の PM 含有量  $q_{UP\_PM}$  を推定すると、より高精度に推定できるので、精度の向上に有利になる。

【符号の説明】

50

【 0 0 7 2 】

1 0 エンジン

1 3 筒内

2 2 排気多岐管

2 3 排気管

2 6 捕集装置

3 1 N O x センサ

3 3 P M センサ

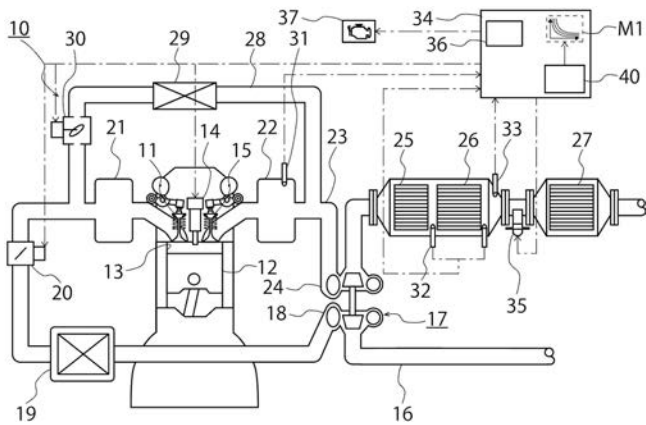
3 4 制御装置

4 0 推定装置

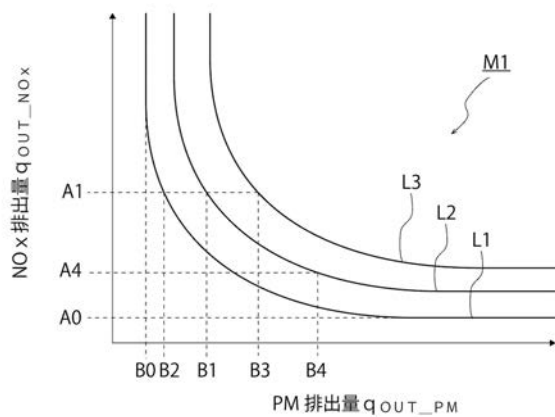
q<sub>U P</sub> \_ N O x N O x 含有量q<sub>U P</sub> \_ P M P M 含有量q<sub>O U T</sub> \_ N O x N O x 排出量q<sub>O U T</sub> \_ P M P M 排出量

10

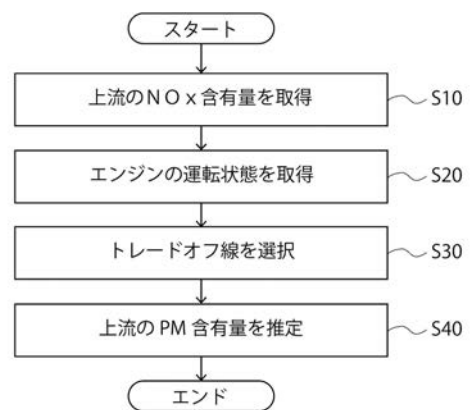
【 図 1 】



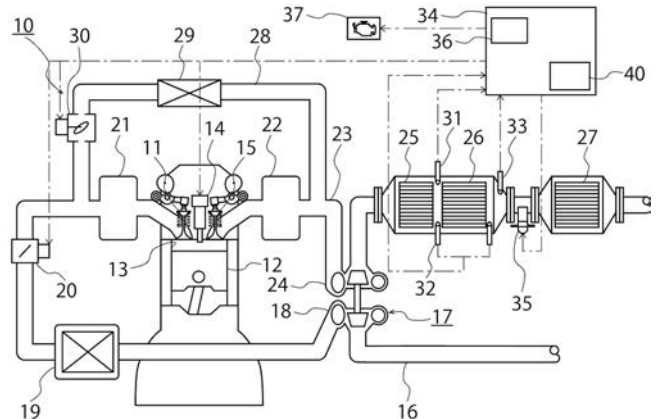
【 図 2 】



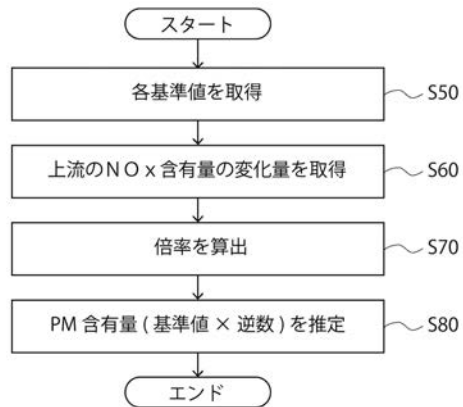
【 図 3 】



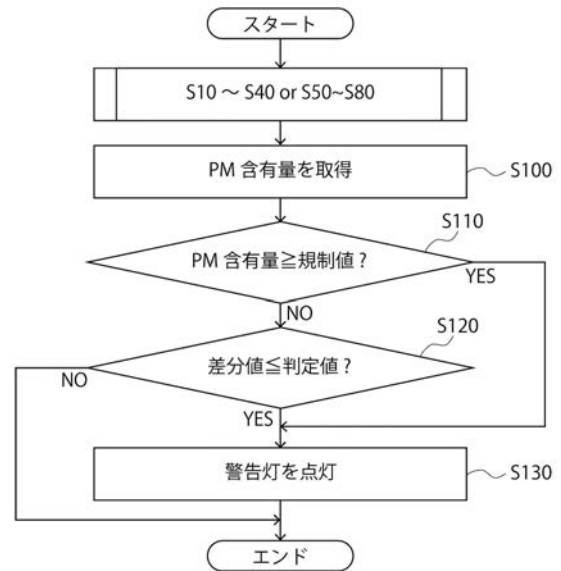
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 3G190 AA16 AA17 BA14 BA22 BA32 BA50 CA01 CB18 CB19 CB23  
CB26 CB34 CB35 DB02 DB03 DB12 EA33 EA36