

(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2012-172612

(P2012-172612A)

(43) 公開日 平成24年9月10日(2012.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2D 41/04 (2006.01)</b>	FO2D 41/04 305A	3G090
<b>FO1N 3/02 (2006.01)</b>	FO1N 3/02 301Z	3G092
<b>FO2D 13/02 (2006.01)</b>	FO2D 41/04 301A	3G301
<b>FO2D 21/08 (2006.01)</b>	FO2D 41/04 310A	
	FO2D 41/04 330A	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-36148 (P2011-36148)  
 (22) 出願日 平成23年2月22日 (2011.2.22)

(71) 出願人 000004695  
 株式会社日本自動車部品総合研究所  
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地  
 (71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100100549  
 弁理士 川口 嘉之  
 (74) 代理人 100085006  
 弁理士 世良 和信  
 (74) 代理人 100123319  
 弁理士 関根 武彦  
 (74) 代理人 100123098  
 弁理士 今堀 克彦

最終頁に続く

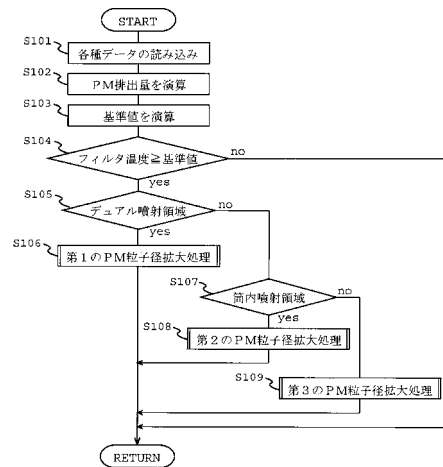
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化システム

(57) 【要約】

【課題】本発明は、排気系にパティキュレートフィルタが配置された内燃機関の排気浄化システムにおいて、パティキュレートフィルタに捕集されずにすり抜けるPMの量を減少させることを課題とする。

【解決手段】本発明は、排気系にパティキュレートフィルタが配置された内燃機関の排気浄化システムにおいて、パティキュレートフィルタにおいて単位時間当たり酸化されるPM量が多くなるときは少なくなるときに比べ、排気中に含まれるPMの粒子径が大きくなるように内燃機関の運転状態を制御するようにした。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に配置されたパティキュレートフィルタと、  
前記パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、前記内燃機関から排出されるPMの粒子径が大きくなるように前記内燃機関の運転状態を制御する制御部と、  
を備える内燃機関の排気浄化システム。

**【請求項 2】**

請求項 1 において、前記制御部は、前記パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、前記内燃機関から排出されるPMの粒子径が大きくなるとともに前記内燃機関から排出される排気の温度が低くなるように前記内燃機関の運転状態を制御する内燃機関の排気浄化システム。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 において、前記制御部は、前記パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、前記内燃機関から排出されるPMの粒子径が大きくなるとともに前記内燃機関から排出される排気の酸素濃度が低くなるように前記内燃機関の運転状態を制御する内燃機関の排気浄化システム。

**【請求項 4】**

内燃機関の排気通路に配置されたパティキュレートフィルタと、  
前記パティキュレートフィルタにおいて酸化されるPM量が前記内燃機関から排出されるPM量より多くなるときは少なくなるときに比べ、前記パティキュレートフィルタのPM酸化能力が低くなるように前記内燃機関の運転状態を制御する制御部と、  
を備える内燃機関の排気浄化システム。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、排気系にパティキュレートフィルタが配置された内燃機関の排気浄化システムに関する。

**【背景技術】**

30

**【0002】**

内燃機関の排気通路にパティキュレートフィルタを配置した構成が知られている。パティキュレートフィルタとしては、電気加熱式の触媒が併設された構成が知られている（たとえば、特許文献 1 を参照）。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2001 - 280121 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 031799 号公報

**【発明の概要】**

40

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、上記した従来のパティキュレートフィルタにおいて、電気加熱式触媒が加熱状態にあるときは、パティキュレートフィルタに捕集されたPMが速やかに酸化されるため、パティキュレートフィルタのPM捕集量が少なくなる。その結果、排気中に含まれるPMのうち、粒子径の小さなPMがパティキュレートフィルタに捕集されることがなくすり抜ける可能性がある。

**【0005】**

本発明は、上記したような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、排気系にパティキュレートフィルタが配置された内燃機関の排気浄化システムにおいて、パティキュ

50

レートフィルタに捕集されずにすり抜けるPMの量を減少させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記した課題を解決するために、排気系にパティキュレートフィルタが配置された内燃機関の排気浄化システムにおいて、パティキュレートフィルタのPM処理能力（酸化能力）が高いときは低いときに比べ、排気中に含まれるPMの粒子径を拡大させるようにした。

【0007】

詳細には、本発明に係わる内燃機関の排気浄化システムは、  
内燃機関の排気通路に配置されたパティキュレートフィルタと、  
前記パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、前記内燃機関から排出されるPMの粒子径が大きくなるように前記内燃機関の運転状態を制御する制御部と、  
を備えるようにした。

【0008】

かかる発明によれば、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときであっても、パティキュレートフィルタに捕集されずにすり抜けるPMの量を減少させることができる。

【0009】

ここで、PMの粒子径を拡大させる方法としては、燃料噴射時期と、燃料噴射量と、吸入空気量と、のうち少なくとも1つを調整する方法を利用することができる。

【0010】

たとえば、内燃機関が気筒内へ燃料を噴射する筒内噴射式インジェクタを備えている場合には、制御部は、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、筒内噴射式インジェクタから噴射された燃料と気筒内のガスとの予混合期間が短くなるように前記筒内噴射式インジェクタの燃料噴射時期を制御（たとえば、燃料噴射時期を遅角させる制御）してもよい。気筒内における燃料とガスの予混合期間が短くなると、気筒内の一部に燃料過濃な領域が存在する状態で燃焼が生起されるため、該領域の燃料が酸素不足の状態での燃焼又は高温に曝されることになる。その結果、PMの粒子径が大きくなり易くなる。

【0011】

また、内燃機関が筒内噴射式インジェクタを備えている場合において、制御部は、フィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、気筒内の壁面（たとえば、ピストンの頂面）に付着する燃料が多くなるように前記筒内噴射式インジェクタの燃料噴射時期を制御（たとえば、燃料噴射時期を圧縮行程の上死点に近づける制御）してもよい。気筒内の壁面付着燃料が多い状態で燃焼が生起されると、それらの壁面付着燃料が酸素不足の状態での燃焼又は高温に曝されるため、比較的大粒のPMが生成され易くなる。

【0012】

内燃機関が吸気ポート内へ燃料を噴射するポート噴射式インジェクタを備えている場合には、制御部は、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、ポート噴射式インジェクタの燃料噴射時期を遅角させたり、或いは吸気バルブの開弁タイミングを遅角させたりすることにより、吸気ポートの壁面や吸気バルブの傘部などに付着する燃料を増加させてもよい。吸気ポートの壁面や吸気バルブの傘部などに付着する燃料が増加すると、気筒内へ燃料が供給される時期が遅くなるとともに、気化しきれずに液相として気筒内へ流入する燃料が増加する。そのため、気筒内におけるガスと燃料の予混合期間が短くなるとともに、燃焼しきれずに高温に曝される燃料が増加する。その結果、PMの粒子径が大きくなり易くなる。

【0013】

内燃機関が筒内噴射式インジェクタとポート噴射式インジェクタを備えている場合には、制御部は、ポート噴射式インジェクタの燃料噴射量に対する筒内噴射式インジェクタの

10

20

30

40

50

燃料噴射量の割合が増加するように燃料噴射量を制御してもよい。ポート噴射式インジェクタの燃料噴射量に対する筒内噴射式インジェクタの燃料噴射量の割合が増加すると、気筒内におけるガスと燃料の予混合期間が短くなる。その結果、PMの粒子径が大きくなり易くなる。

【0014】

また、制御部は、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、気筒内で燃焼に供される混合気の空燃比が低くなるように燃料噴射量を制御（たとえば、燃料噴射量の増加）してもよい。気筒内で燃焼に供される混合気の空燃比が低くなると、酸素不足の状態では燃焼又は高温に曝される燃料が増加する。その結果、PMの粒子径が大きくなり易くなる。

10

【0015】

なお、気筒内で燃焼に供される混合気の空燃比を低下させる他の方法としては、気筒内へ吸入される空気量を減少させる方法を用いてもよい。たとえば、制御部は、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、スロットル開度の減少、吸気バルブの作用角の短縮、若しくは吸気バルブのリフト量の減少を図るようにしてもよい。

【0016】

本発明の内燃機関の排気浄化システムにおいて、制御部は、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、内燃機関から排出されるPMの粒子径が大きくなるとともに内燃機関から排出される排気の温度が低くなるように内燃機関の運転状態を制御するようにしてもよい。

20

【0017】

内燃機関から排出される排気の温度が低くなると、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が減衰（単位時間当たり酸化されるPM量が減少）される。その結果、PMの粒子径拡大とパティキュレートフィルタのPM酸化能力減衰との相乗効果により、パティキュレートフィルタをすり抜けるPMの量をより確実に減少させることが可能になる。

【0018】

ここで、内燃機関が気筒内に火花を発生させる点火プラグを備えている場合は、制御部は、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、混合気の燃焼終了時期が早くなるように点火プラグの点火時期を制御（たとえば、点火時期を進角）することにより、内燃機関から排出される排気の温度を低下させてもよい。内燃機関が吸気バルブの開閉タイミングを変更可能な可変動弁機構を備えている場合は、制御部は、内部EGRガスが増加するように吸気バルブの開閉時期を調整することにより、排気温度を低下させてもよい。内燃機関が排気通路から吸気通路へ排気の一部（EGRガス）を導くEGR機構を備えている場合は、制御部は、EGRガス量が増加するようにEGR機構を制御することにより、排気温度を低下させるようにしてもよい。

30

【0019】

また、制御部は、内燃機関から排出される酸素の量を減少させることにより、パティキュレートフィルタのPM酸化能力を低下させてもよい。たとえば、制御部は、気筒内へ吸入される空気量が減少するようにスロットル開度や吸気バルブの開弁特性を制御することにより、気筒内へ吸入される空気量が減少させてもよい。気筒内へ吸入される空気量が減少されると、空燃比の低下によってPMの粒子径を拡大させることができるとともに、パティキュレートフィルタへ供給される酸素量の低下によってパティキュレートフィルタのPM酸化能力を低下させることもできる。なお、制御部は、内部EGRガス量が増加するように可変動弁機構を制御し、或いはEGRガス量が増加するようにEGR機構を制御することにより、気筒内へ吸入される空気量を減少させてもよい。

40

【0020】

ところで、本発明が解決しようとする課題は、PMの粒子径が大きいときは小さいときに比べパティキュレートフィルタのPM酸化能力が高くなるようにパティキュレートフィルタの状態を制御することによっても解決することができる。要は、パティキュレートフ

50

フィルタのPM酸化能力が高くなる時期とPMの粒子径が大きくなる時期とが同期し、パーティキュレートフィルタのPM酸化能力が低くなる時期とPMの粒子径が小さくなる時期とが同期すればよい。

【0021】

そこで、本発明にかかる内燃機関の排気浄化システムは、  
内燃機関の排気通路に配置されたパーティキュレートフィルタと、  
前記パーティキュレートフィルタにおいて酸化されるPM量が前記内燃機関から排出されるPM量より多くなる時は少なくなる時に比べ、前記パーティキュレートフィルタのPM酸化能力が低くなるように前記内燃機関の運転状態を制御する制御部と、  
を備えるようにしてもよい。

10

【0022】

このような内燃機関の排気浄化システムによれば、パーティキュレートフィルタをすり抜けるPMの量を低減させることが可能となる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、排気系にパーティキュレートフィルタが配置された内燃機関の排気浄化システムにおいて、パーティキュレートフィルタに捕集されずにすり抜けるPMの量を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

20

【図1】本発明を適用する内燃機関とその排気系の概略構成を示す図である。

【図2】パーティキュレートフィルタのPM酸化能力とパーティキュレートフィルタをすり抜けるPM量（下流側PM量）との関係を示す図である。

【図3】第1の実施例におけるPM粒子径拡大処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図4】第2の実施例における内燃機関の他の構成例を示す図である。

【図5】第2の実施例における内燃機関の他の構成例を示す図である。

【図6】第2の実施例におけるPM酸化能力減衰処理ルーチンを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【0025】

以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、相対配置等は、特に記載がない限り発明の技術的範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

【0026】

<実施例1>

先ず、本発明の第1の実施例について図1乃至図3に基づいて説明する。図1は、本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、複数の気筒を有する火花点火式の内燃機関（ガソリンエンジン）である。なお、図1中は、複数の気筒のうち、1つの気筒のみが図示されている。

40

【0027】

内燃機関1の気筒2には、ピストン3が摺動自在に挿入されている。ピストン3は、コネクティングロッド4を介して図示しないクランクシャフトに連結されている。内燃機関1には、気筒2内へ導通する吸気ポート5と排気ポート6を備えている。気筒2内における吸気ポート5の開口端は、ポペット型の吸気バルブ50により開閉されるようになっている。また、気筒2における排気ポート6の開口端は、ポペット型の排気バルブ60により開閉されるようになっている。

【0028】

前記吸気ポート5の他方の開口端は、吸気通路51に接続されている。吸気通路51の途中には、スロットル弁52が配置されている。スロットル弁52は、吸気通路51の通

50

路断面積を変更可能なバタフライ型の弁装置である。スロットル弁 5 2 より上流の吸気通路 5 1 には、エアフローメータ 5 3 が配置されている。エアフローメータ 5 3 は、吸気通路 5 1 を流れる新気（空気）の質量に対応した電気信号を出力するセンサである。

【 0 0 2 9 】

前記排気ポート 6 の他方の開口端は、排気通路 6 1 に接続されている。排気通路 6 1 の途中には、排気浄化装置 6 2 が配置されている。排気浄化装置 6 2 は、排気中の P M を捕集するためのパティキュレートフィルタを備えている。なお、排気浄化装置 6 2 は、パティキュレートフィルタに加え、三元触媒や N O<sub>x</sub> 触媒などを備えていてもよい。

【 0 0 3 0 】

排気浄化装置 6 2 より上流の排気通路 6 1 には、空燃比センサ 6 3 が配置されている。空燃比センサ 6 3 は、排気通路 6 1 を流れる排気空燃比に相関した電気信号を出力するセンサである。排気浄化装置 6 2 より下流の排気通路 6 1 には、酸素濃度センサ 6 4 が配置されている。酸素濃度センサ 6 4 は、排気通路 6 1 を流れる排気酸素濃度に対応した電気信号を出力するセンサである。排気浄化装置 6 2 には、パティキュレートフィルタの温度に相関した電気信号を出力する温度センサ 6 5 が取り付けられている。

10

【 0 0 3 1 】

また、内燃機関 1 は、気筒 2 内へ燃料を噴射する筒内噴射式インジェクタ 7 と、吸気ポート 5 内へ燃料を噴射するポート噴射式インジェクタ 8 と、気筒 2 内に火花を発生させる点火プラグ 9 と、を備えている。

【 0 0 3 2 】

このように構成された内燃機関 1 には、E C U 1 0 が併設されている。E C U 1 0 は、C P U、R O M、R A M、バックアップ R A Mなどを備えた電子制御ユニットである。E C U 1 0 には、上記したセンサに加え、クランクポジションセンサ 1 1 やアクセルポジションセンサ 1 2 などの各種センサの出力信号が入力されるようになっている。クランクポジションセンサ 1 1 は、クランクシャフトの回転位置に相関した電気信号を出力するセンサである。アクセルポジションセンサ 1 2 は、アクセルペダルの操作量（アクセル開度）に相関した電気信号を出力するセンサである。

20

【 0 0 3 3 】

E C U 1 0 は、上記した各種センサの出力信号に基づいて、スロットル弁 5 2、筒内噴射式インジェクタ 7、ポート噴射式インジェクタ 8などを電氣的に制御する。たとえば、E C U 1 0 は、既知の燃料噴射制御や点火制御に加え、本発明の要旨となる P M 粒子径拡大処理を実行する。以下、本実施例における P M 粒子径拡大処理について説明する。

30

【 0 0 3 4 】

パティキュレートフィルタに捕集された P M は、高温に曝されたときに排気中の酸素と反応（酸化）することにより、パティキュレートフィルタから除去される。そのため、パティキュレートフィルタの温度が高いとき、若しくはパティキュレートフィルタへ流入する排気の温度が高いときは、排気中の P M がパティキュレートフィルタに捕集された後に速やかに酸化されたり、パティキュレートフィルタに捕集されていた P M が酸化されたりする。つまり、パティキュレートフィルタの温度が高いとき、若しくは排気温度が高いときは、パティキュレートフィルタにおいて単位時間当たりに酸化される P M 量が多くなるため、パティキュレートフィルタの P M 酸化能力が高くなる。

40

【 0 0 3 5 】

一方、パティキュレートフィルタの P M 捕集能力は、P M 捕集量が多くなるほど高くなることが知られている。これは、P M 捕集量が多くなるほどパティキュレートフィルタ内の通路断面積が狭まり、より小さな粒子径の P M が捕集されるようになることに因ると考えられる。

【 0 0 3 6 】

したがって、パティキュレートフィルタの P M 酸化能力が高いときは、P M 捕集量が少なくなり易いため、P M 捕集能力が低くなり易い。たとえば、パティキュレートフィルタから流出する排気中に含まれる P M の量（下流側 P M 量）は、図 2 に示すように、パティ

50

キュレートフィルタのPM酸化能力が低いときより高いときの方が多くなる。これは、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは、粒子径の小さなPMがパティキュレートフィルタに捕集されずにすり抜けることに因ると考えられる。

【0037】

そこで、本実施例のECU10は、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときは低いときに比べ、内燃機関1から排出されるPMの粒子径を大きくするためのPM粒子径拡大処理を実行するようにした。

【0038】

内燃機関1から排出されるPMの粒子径は、酸素不足の状態では燃料が燃焼或いは高温に曝されたときに大きくなり易い。そのため、気筒2内の一部に燃料過濃な領域がある状態で燃焼が生起された場合や、気筒2内の壁面付着燃料が多い状態で燃焼が生起された場合に、PMの粒子径が大きくなり易い。

【0039】

気筒2内の一部に燃料過濃な状態で燃焼が生起される場合としては、気筒2内における空気と燃料が均質に混合される前に燃焼が生起される場合や、気筒2内に導入された空気量に対して燃料量が過多となる場合（空燃比がリッチとなる場合）などが考えられる。

【0040】

気筒2内における空気と燃料が均質に混合される前に燃焼を生起させる方法としては、筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期を遅角させる方法、ポート噴射式インジェクタ8の燃料噴射時期を進角させることにより吸気ポート5の壁面や吸気バルブ50に付着する燃料を増加させる方法、吸気バルブ50の開弁タイミングを遅角させることにより吸気ポート5の壁面や吸気バルブ50に付着する燃料を増加させる方法、或いは点火プラグ9の点火時期を進角させる方法などを利用することができる。

【0041】

筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期が遅角され、或いは点火プラグ9の点火時期が進角されると、気筒2内に燃料が噴射されてから点火プラグ9が作動するまでの期間が短くなるため、気筒2内のガスと燃料とが均質に混合（予混合）する前に燃焼が生起されることになる。その結果、気筒2内の燃料過濃な領域において、燃料が酸素不足の状態では燃焼又は高温に曝されることになる。燃料が酸素不足の状態では燃焼又は高温に曝されると、比較的大粒の煤が生成され易くなる。

【0042】

したがって、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときに低いときより筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期が遅角され、或いは点火プラグ9の点火時期が進角されると、パティキュレートフィルタをすり抜けるPMの量（下流側PM量）を少なく抑えることが可能となる。

【0043】

ポート噴射式インジェクタ8の燃料噴射時期が進角され、或いは吸気バルブ50の開弁タイミングが遅角されると、吸気バルブ50の開弁期間中にポート噴射式インジェクタ8から噴射される燃料が増加するため、吸気ポート5の壁面や吸気バルブ50の傘部に付着する燃料（ポートウェット燃料）が増加する。ポートウェット燃料は吸気バルブ50の開弁後に徐々に気筒2内へ導入されるため、筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期を進角させた場合と同様に予混合期間が短縮される。また、ポートウェット燃料の一部は気化しきれずに液相のまま気筒2内へ導入されるため、酸素不足の状態では燃焼或いは高温に曝される。その結果、比較的大粒の煤が生成され易くなる。

【0044】

したがって、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高いときに低いときよりポート噴射式インジェクタ8の燃料噴射時期が進角されると、下流側PM量を少なく抑えることができる。

【0045】

気筒2内に導入された空気量に対して燃料量を過多（混合気空燃比を低下）にする方

10

20

30

40

50

法としては、スロットル弁 5 2 の開度を減少させることにより気筒 2 内へ吸入される空気量を減少させる方法や、吸気バルブ 5 0 の開弁期間（作用角）を減少させることにより気筒 2 内へ吸入される空気量を減少させる方法、吸気バルブ 5 0 のリフト量を減少させることにより気筒 2 内へ吸入される空気量を減少させる方法、筒内噴射式インジェクタ 7 又はポート噴射式インジェクタ 8 の燃料噴射量を増加させる方法などを利用することができる。

#### 【 0 0 4 6 】

気筒 2 内に導入された空気量に対して燃料量が過多になると、酸素不足の状態では高温に曝される燃料が増加する。その結果、比較的大粒の煤が生成され易くなる。よって、パティキュレートフィルタの PM 酸化能力が高いときに低いときより空燃比が低くされると、下流側 PM 量を少なく抑えることができる。なお、吸入空気量を減少させることによって空燃比の低下が図られると、内燃機関 1 の発生トルクが低下する可能性があるため、燃料噴射量の増量によって空燃比を低下させることが望ましい。

10

#### 【 0 0 4 7 】

気筒 2 内の壁面付着燃料が多い状態で燃焼を生起させる方法としては、筒内噴射式インジェクタ 7 の燃料噴射時期を進角させることによりシリンダボア壁面に付着する燃料を増加させる方法、筒内噴射式インジェクタ 7 の燃料噴射時期を圧縮行程の上死点に近づけることによりピストン 3 の頂面に付着する燃料を増加させる方法、或いは吸気ポート 5 の壁面や吸気バルブ 5 0 の傘部に付着する燃料が増加するようにポート噴射式インジェクタ 8 の燃料噴射時期を進角（若しくは、吸気バルブ 5 0 の開弁タイミングを遅角）させることにより、気筒 2 内へ液相の状態で行入する燃料を増加させる方法、などを利用することができる。

20

#### 【 0 0 4 8 】

なお、筒内噴射式インジェクタ 7 の燃料噴射時期を進角させることによりシリンダボア壁面の付着燃料を増加させると、シリンダボア壁面のオイルが燃料によって洗い流される現象（ボアフラッシング）を誘発する可能性がある。そのため、気筒 2 内の壁面付着燃料を増加させる方法としては、筒内噴射式インジェクタ 7 の燃料噴射時期を圧縮行程の上死点に近づけることにより、ピストン 3 の頂面に付着する燃料を増加させる方法が好適である。さらに、この方法によれば、ピストン 3 の頂面に付着する燃料の増加に加え、空気と燃料が均質に混合する前に燃焼を生起させることもできるという効果がある。

30

#### 【 0 0 4 9 】

気筒 2 内の壁面付着燃料が多い状態で燃焼が生起されると、それら壁面付着燃料が酸素不足の状態では高温に曝されるため、比較的大粒の煤が生成され易くなる。よって、パティキュレートフィルタの PM 酸化能力が高いときに低いときより気筒 2 内の壁面付着燃料が増加されると、下流側 PM 量を少なく抑えることができる。

#### 【 0 0 5 0 】

以上述べた種々の方法は可能な限り組み合わせ実行されてもよい。たとえば、ECU 1 0 は、筒内噴射式インジェクタ 7 とポート噴射式インジェクタ 8 の双方から燃料が噴射される運転領域において、ポート噴射式インジェクタ 8 及び筒内噴射式インジェクタ 7 の総燃料噴射量を増加（空燃比のリッチ化）させる制御と、ポート噴射式インジェクタ 8 の燃料噴射量に対する筒内噴射式インジェクタ 7 の燃料噴射量の割合を高める制御と、ポート噴射式インジェクタ 8 の燃料噴射時期を進角させる制御と、筒内噴射式インジェクタ 7 の燃料噴射時期を遅角させる制御と、筒内噴射式インジェクタ 7 の燃料噴射時期を圧縮行程上死点に近づける制御とのうち、少なくとも 2 つを組み合わせ実行するようにしてもよい。

40

#### 【 0 0 5 1 】

上記したような組み合わせにより PM 粒子径拡大処理が実行されると、内燃機関 1 から排出される PM（パティキュレートフィルタへ流入する PM）の粒子径をより確実に拡大させることができる。

#### 【 0 0 5 2 】

50

以下、本実施例におけるPM粒子径拡大処理の実行手順について図3に沿って説明する。図3は、ECU10がPM粒子径拡大処理を実施する際に実行するルーチンである。このルーチンは、予めECU10のROMなどに記憶されているルーチンであり、ECU10によって周期的に実行される。

【0053】

図3のルーチンにおいて、ECU10は、先ずS101で各種データの読み込みを行う。ここでいう各種データは、パティキュレートフィルタのPM酸化能力に相関するデータ、及び内燃機関1から排出されるPM量（各気筒2から排出されるPM量）に相関するデータを含む。

【0054】

パティキュレートフィルタのPM酸化能力に相関するデータは、パティキュレートフィルタの温度に相関するデータであり、温度センサ65の検出温度を用いることができる。なお、温度センサ65の代わりに排気温度センサ（パティキュレートフィルタへ流入する排気の温度又はパティキュレートフィルタから流出する排気の温度を検出するセンサ）が排気通路61に取り付けられている場合には、排気温度センサの検出温度を用いることも可能である。

【0055】

内燃機関1から排出されるPM量に相関するデータは、該PM量の推定演算に用いられるパラメータであり、エアフローメータ53の検出値（吸入空気量）と燃料噴射量と機関回転数を用いることができる。なお、排気中に含まれるPMの量を検出可能なPMセンサがパティキュレートフィルタより上流の排気通路61に取り付けられている場合は、内燃機関1から排出されるPM量に相関するデータとして、PMセンサの検出量を用いることもできる。

【0056】

S102では、ECU10は、前記S101で読み込まれた吸入空気量と燃料噴射量と機関回転数とをパラメータとして、単位時間当たり内燃機関1から排出されるPM量（PM排出量）を演算する。その際、吸入空気量と燃料噴射量と機関回転数とPM排出量との関係を予め実験的に求めておき、それらの関係を関数式又はマップとしてECU10のROMに記憶させておくものとする。

【0057】

S103では、ECU10は、前記S102で算出されたPM排出量を引数として、PM粒子径拡大処理の実行可否を判定する際の基準値を演算する。ここでいう基準値は、パティキュレートフィルタへ流入するPM量に対してパティキュレートフィルタで酸化されるPM量が多くなる（PM酸化能力が高くなる）ときのパティキュレートフィルタの温度範囲のうち、最も低い温度に相当する値である。言い換えると、単位時間当たりパティキュレートフィルタで酸化されるPM量（PM酸化量）が単位時間当たりパティキュレートフィルタへ流入するPM量（PM排出量）より多くなると考えられるパティキュレートフィルタの温度範囲のうち、最も低い温度に相当する値である。なお、PM排出量と基準値との関係は、予め実験などを利用した適合処理によって定められるものとする。

【0058】

S104では、ECU10は、前記S101で読み込まれた温度センサ65の検出温度と前記S103で算出された基準値とを比較する。その際、温度センサ65の検出温度が基準値より低ければ、PM捕集量が多くなるため、PM粒子径拡大処理を行う必要がない。よって、ECU10は、温度センサ65の検出温度が基準値未満である場合は、PM粒子径拡大処理を実行せずに本ルーチンの実行を終了する。一方、温度センサ65の検出温度が基準値以上であれば、PM捕集量が少なくなるため、PM粒子径拡大処理を行う必要がある。よって、ECU10は、S105乃至S109においてPM粒子径拡大処理を実行する。

【0059】

詳細には、ECU10は、先ずS105において、内燃機関1の運転状態が筒内噴射式

10

20

30

40

50

インジェクタ7及びポート噴射式インジェクタ8の双方から燃料噴射が行われる運転領域（デュアル噴射領域）に属するか否かを判別する。

【0060】

前記S105において肯定判定された場合は、ECU10は、S106へ進み、第1のPM粒子径拡大処理を実行する。詳細には、ECU10は、温度センサ65の検出温度が基準値より低い場合に比して、ポート噴射式インジェクタ8及び筒内噴射式インジェクタ7の総燃料噴射量を増加（空燃比のリッチ化）させる処理と、ポート噴射式インジェクタ8の燃料噴射量に対する筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射量の割合を高める処理と、ポート噴射式インジェクタ8の燃料噴射時期を進角させる処理（若しくは、吸気バルブ50の開弁タイミングを遅角させる処理）と、筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期を遅角させる処理と、筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期を圧縮行程上死点に近づける処理と、点火プラグ9の点火時期を進角させる処理とのうち、少なくとも1つを実行する。

10

【0061】

また、前記S105において否定判定された場合は、ECU10は、S107へ進み、内燃機関1の運転状態が筒内噴射式インジェクタ7のみから燃料噴射が行われる運転領域（筒内噴射領域）に属するか否かを判別する。

【0062】

前記S107において肯定判定された場合は、ECU10は、S108へ進み、第2のPM粒子径拡大処理を実行する。詳細には、ECU10は、温度センサ65の検出温度が基準値より低い場合に比して、筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射量を増加（空燃比のリッチ化）させる処理と、筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期を遅角させる処理と、筒内噴射式インジェクタ7の燃料噴射時期を圧縮行程上死点に近づける処理と、点火プラグ9の点火時期を進角させる処理とのうち、少なくとも1つを実行する。

20

【0063】

前記S107において否定判定された場合（内燃機関1の運転状態がポート噴射式インジェクタ8のみから燃料噴射が行われる運転領域（ポート噴射領域）にある場合）は、ECU10は、S109へ進み、第3のPM粒子径拡大処理を実行する。詳細には、ECU10は、温度センサ65の検出温度が基準値より低い場合に比して、ポート噴射式インジェクタ8の燃料噴射量を増加（空燃比のリッチ化）させる処理と、ポート噴射式インジェクタ8の燃料噴射時期を進角させる処理（若しくは、吸気バルブ50の開弁タイミングを遅角させる処理）とのうち、少なくとも1つを実行する。

30

【0064】

上記したような手順に則ってPM粒子径拡大処理が行われると、パティキュレートフィルタのPM酸化能力が高くなる（PM酸化量がPM排出量より多くなる）と考えられる条件下でのみPM粒子径拡大処理が実行されるため、燃料消費率の悪化やトルクの低下などを抑制しつつパティキュレートフィルタをすり抜けるPM量を減少させることが可能になる。

【0065】

<実施例2>

次に、本発明の第2の実施例について図4乃至6に基づいて説明する。ここでは、前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

40

【0066】

前述した第1の実施例と本実施例との相違点は、前述した第1の実施例ではパティキュレートフィルタにおけるPM酸化能力が高くなるときに内燃機関1から排出されるPMの粒子径を拡大させる処理（PM粒子径拡大処理）が実行されるのに対し、本実施例ではパティキュレートフィルタのPM酸化能力が高くなるときにパティキュレートフィルタにおけるPM酸化能力を低下（減衰）させる処理（PM酸化能力減衰処理）が行われる点にある。

【0067】

50

パティキュレートフィルタにおけるPM酸化能力は、パティキュレートフィルタ内の雰囲気温度が高く且つ酸素量が多いときに高くなる傾向がある。よって、温度センサ65の検出温度（パティキュレートフィルタの温度）が基準値に近づいたときに、内燃機関1から排出される排気の温度およびまたは酸素濃度が低下させられると、PM排出量に対してPM酸化量が多くなる事態を回避することができる。

#### 【0068】

そこで、本実施例では、ECU10は、パティキュレートフィルタの温度が上限値（たとえば、基準値からマージンを差し引いた値）に達したときに、内燃機関1の排気温度およびまたは排気中の酸素濃度を低減させる処理（PM酸化能力減衰処理）を実行するようにした。

#### 【0069】

PM酸化能力減衰処理の実行方法としては、温度センサ65の検出温度が上限値以上であるときは上限値未満であるときに比べ、点火プラグ9の点火時期を進角させる方法を用いることができる。点火時期が進角された場合は、気筒2内で混合気が燃焼し終わってから排気バルブ60が開弁するまでの期間が長くなる。その結果、排気バルブ60が開弁したときに気筒2内から排出されるガスの温度は、点火時期が進角されない場合より低くなる。

#### 【0070】

なお、図4に示すように、内燃機関1が吸気バルブ50およびまたは排気バルブ60の開閉タイミングを変更可能な可変動弁機構100を備えている場合は、ECU10は、温度センサ65の検出温度が上限値以上であるときは基準値未満であるときに比して、吸気バルブ50の開弁タイミングを進角させ、およびまたは排気バルブ60の開弁タイミングを遅角させるようにしてもよい。

#### 【0071】

吸気バルブ50の開弁タイミングが進角され、およびまたは排気バルブ60の開弁タイミングが遅角されると、バルブオーバーラップ期間が長くなる。バルブオーバーラップ期間が長くなると、排気バルブ60の開弁後も気筒2内に残留する既燃ガス（内部EGRガス）が多くなる。内部EGRガスが多いときは少ないときに比して、混合気の燃焼温度が低くなるとともに気筒2内へ吸入される空気量（酸素量）が少なくなる。その結果、内燃機関1から排出される排気の温度及び酸素濃度が低下する。

#### 【0072】

また、図5に示すように、内燃機関1が排気通路61から吸気通路51へ排気の一部（EGRガス）を導くEGR通路200と、該EGR通路200の通路断面積を変更するEGR弁201と、を含むEGR機構を備えている場合は、ECU10は、温度センサ65の検出温度が上限値以上であるときは上限値未満であるときに比べ、EGRガス量が増加するようにEGR機構を制御（たとえば、EGR弁201の開度を増加、およびまたはスロットル弁52の開度を減少させる制御）してもよい。EGRガス量が増加すると、混合気の燃焼温度が低下するとともに気筒2内へ吸入される空気量が減少する。その結果、内燃機関1から排出される排気の温度及び酸素濃度が低下する。

#### 【0073】

上記したような方法によりPM酸化能力減衰処理が実行されると、内燃機関1から排出される排気の温度およびまたは酸素濃度が低下するため、パティキュレートフィルタにおいて単位時間当たりに酸化されるPM量（PM酸化量）が少なくなる。さらに、内燃機関1から排出される排気の温度が低下させられると、パティキュレートフィルタの温度が基準値以上まで上昇し難くなる。その結果、前述した第1の実施例と同様に、パティキュレートフィルタをすり抜けるPMの量を減少させることが可能となる。

#### 【0074】

以下、本実施例におけるPM酸化能力減衰処理の実行手順について図6に沿って説明する。図6は、ECU10がPM酸化能力減衰処理を実施する際に実行するルーチンである。このルーチンは、予めECU10のROMなどに記憶されているルーチンであり、EC

10

20

30

40

50

U 1 0 によって周期的に実行される。

【 0 0 7 5 】

図 6 のルーチンにおいて、E C U 1 0 は、先ず S 2 0 1 で各種データの読み込みを行う。ここでいう各種データは、パティキュレートフィルタの P M 酸化能力に相関するデータ、及び内燃機関 1 から排出される P M 量（各気筒 2 から排出される P M 量）に相関するデータを含む。パティキュレートフィルタの P M 酸化能力に相関するデータ、及び内燃機関 1 から排出される P M 量に相関するデータは、前述した第 1 の実施例と同様である。

【 0 0 7 6 】

S 2 0 2 では、E C U 1 0 は、前記 S 2 0 1 で読み込まれたデータ（たとえば、吸入空気量、燃料噴射量、及び機関回転数）をパラメータとして、内燃機関 1 から排出される P M 量（P M 排出量）を演算する。この S 2 0 2 の処理は、前述した第 1 の実施例の P M 粒子径拡大処理ルーチン（図 3 を参照）の S 1 0 2 と同様である。

【 0 0 7 7 】

S 2 0 3 では、E C U 1 0 は、先ず、前記 S 2 0 2 で算出された P M 排出量を引数として、P M 粒子径拡大処理の実行可否を判定する際の基準値を演算する。ここでいう基準値は、前述した第 1 の実施例の P M 粒子径拡大処理ルーチンの S 1 0 3 と同様の方法により算出される値である。続いて、E C U 1 0 は、前記基準値から所定のマージンを減算することにより上限値を演算する。

【 0 0 7 8 】

S 2 0 4 では、E C U 1 0 は、前記 S 2 0 1 で読み込まれた温度センサ 6 5 の検出温度が前記 S 2 0 3 で算出された上限値以上であるか否かを判別する。温度センサ 6 5 の検出温度が上限値より低ければ、パティキュレートフィルタの P M 酸化能力が低いため、P M 酸化能力減衰処理を行う必要がない。よって、E C U 1 0 は、前記 S 2 0 4 において否定判定された場合は、本ルーチンの実行を一旦終了する。

【 0 0 7 9 】

一方、温度センサ 6 5 の検出温度が上限値以上である場合は、パティキュレートフィルタの P M 酸化能力が高くなる可能性があるため、P M 酸化能力減衰処理を行う必要がある。よって、E C U 1 0 は、S 2 0 4 において肯定判定された場合は、S 2 0 5 へ進み、P M 酸化能力減衰処理を実行する。詳細には、E C U 1 0 は、温度センサ 6 5 の検出温度が上限値以上であるときは上限値未満であるときに比べ、点火プラグ 9 の点火時期を進角させることにより、内燃機関 1 から排出される排気の温度を低下させる。なお、E C U 1 0 は、温度センサ 6 5 の検出温度が上限値以上であるときは上限値未満であるときに比べ、バルブオーバーラップ期間が長くなるように可変動弁機構 1 0 0 を制御し、或いは E G R ガス量が多くなるように E G R 弁 2 0 1 やスロットル弁 5 2 を制御することにより、内燃機関 1 から排出される排気の温度及び酸素濃度を低下させてもよい。

【 0 0 8 0 】

上記した手順により P M 酸化能力減衰処理が実行されると、内燃機関 1 から排出される排気の温度およびまたは酸素濃度が低下するため、P M 酸化量が P M 排出量を上回る事態を回避することができる。その結果、パティキュレートフィルタをすり抜ける P M 量を減少させることが可能となる。

【 0 0 8 1 】

なお、前述した第 1 の実施例で述べた P M 粒子径拡大処理と前述した第 2 の実施例で述べた P M 酸化能力減衰処理とは、温度センサ 6 5 の検出温度が基準値又は上限値以上に達したときに、並行して実行されるようにしてもよい。その場合、パティキュレートフィルタをすり抜ける P M 量をより確実に減少させることが可能になる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

- 1 内燃機関
- 2 気筒
- 3 ピストン

10

20

30

40

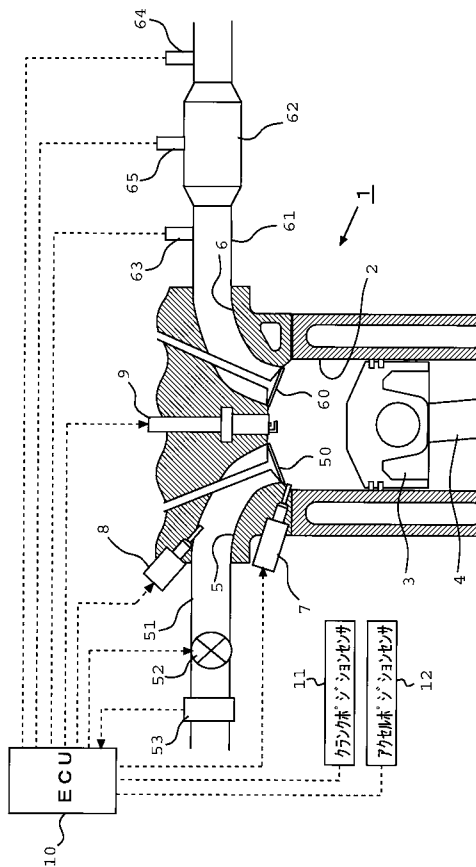
50

- 4     コネクティングロッド
- 5     吸気ポート
- 6     排気ポート
- 7     筒内噴射式インジェクタ
- 8     ポート噴射式インジェクタ
- 9     点火プラグ
- 10    ECU
- 11    クランクポジションセンサ
- 12    アクセルポジションセンサ
- 50    吸気バルブ
- 51    吸気通路
- 52    スロットル弁
- 53    エアフローメータ
- 60    排気バルブ
- 61    排気通路
- 62    排気浄化装置
- 63    空燃比センサ
- 64    酸素濃度センサ
- 65    温度センサ
- 100   可変動弁機構
- 200   EGR通路
- 201   EGR弁

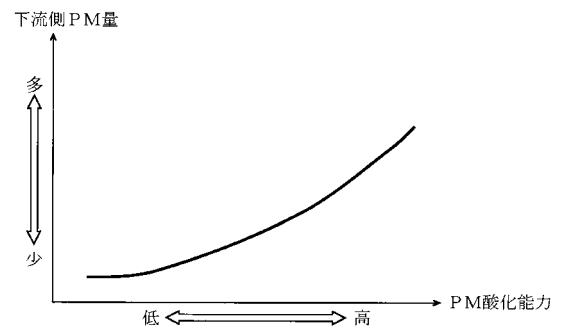
10

20

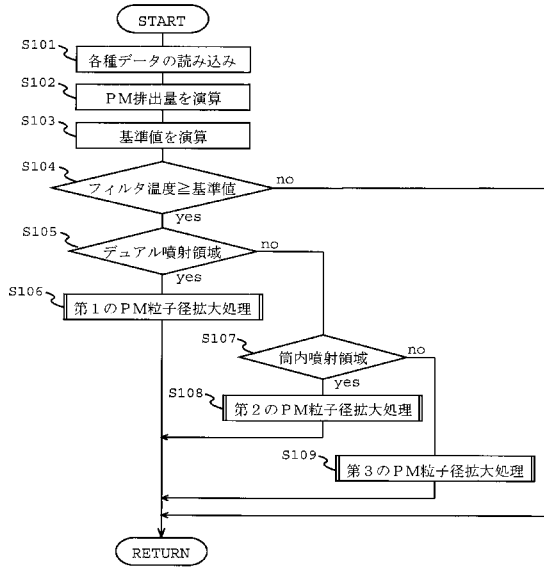
【 図 1 】



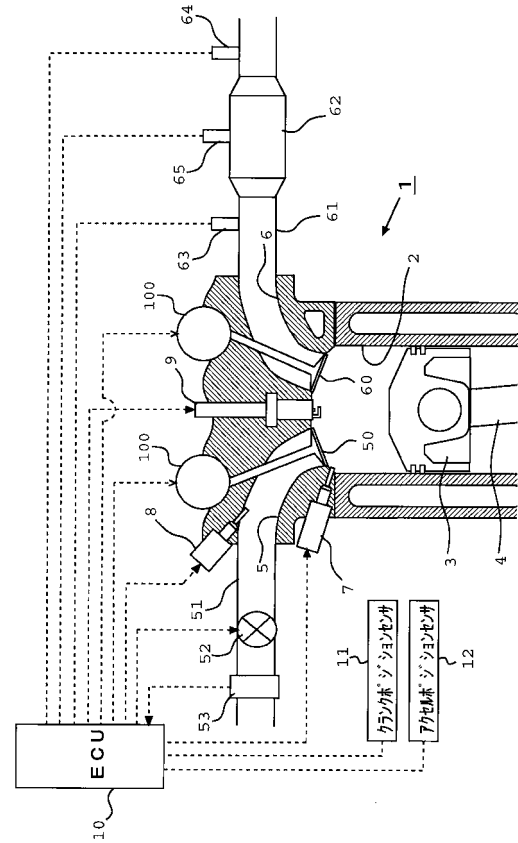
【 図 2 】



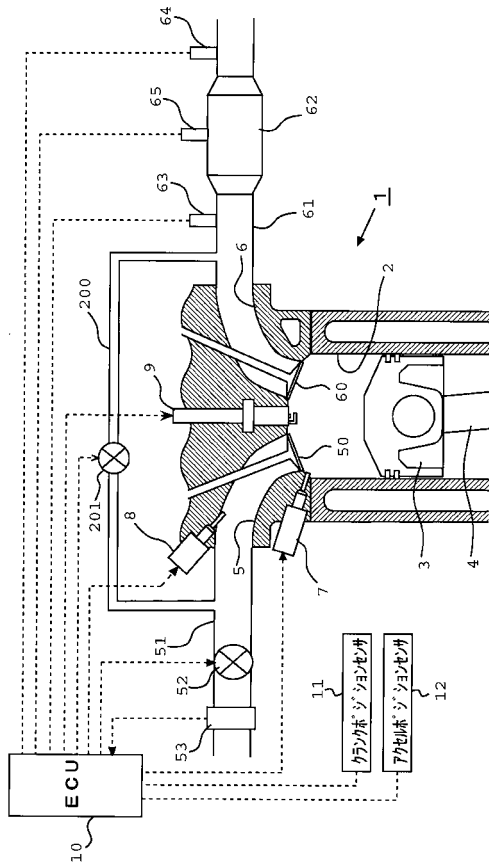
【 図 3 】



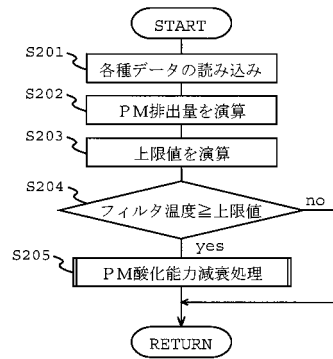
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



## 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 D 41/04	3 3 5 A
	F 0 2 D 13/02	Z A B H
	F 0 2 D 13/02	K
	F 0 2 D 13/02	J
	F 0 2 D 21/08	3 0 1 G
	F 0 2 D 21/08	3 0 1 H
	F 0 2 D 21/08	3 0 1 Z
(74)代理人	100143797	
	弁理士 宮下 文徳	
(72)発明者	植木 毅	
	愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地	株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者	馬 崎 政俊	
	愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地	株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者	飯塚 基正	
	愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地	株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者	安藤 彰浩	
	愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地	株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者	須沢 匠	
	愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地	株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者	村瀬 栄二	
	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地	トヨタ自動車株式会社内
F ターム(参考)	3G090 AA01 BA01 CA01 DB10 EA06	
	3G092 AA01 AA11 AA17 BA04 BA09 BB01 BB06 DA08 DC01 DC09	
	EA01 EA02 EA03 EA04 EA05 FA18 HA06Z HA13Z HC09Z HD07Z	
	3G301 HA01 HA04 HA19 JA24 LA01 LA07 LB02 LB04 MA01 MA11	
	MA19 NE01 NE06 NE13 NE15 PA11Z PE03Z PF03B	