

(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2018-123776
(P2018-123776A)

(43) 公開日 平成30年8月9日(2018.8.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/023 (2006.01)	FO1N 3/023 ZABA	3G091
FO1N 3/022 (2006.01)	FO1N 3/022 C	3G190
FO1N 3/035 (2006.01)	FO1N 3/035 A	4D148
FO1N 3/033 (2006.01)	FO1N 3/033 D	
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/033 G	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-17354 (P2017-17354)
(22) 出願日 平成29年2月2日(2017.2.2)

(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 100113608
弁理士 平川 明
(74) 代理人 100123319
弁理士 関根 武彦
(74) 代理人 100123098
弁理士 今堀 克彦
(74) 代理人 100143797
弁理士 宮下 文徳

最終頁に続く

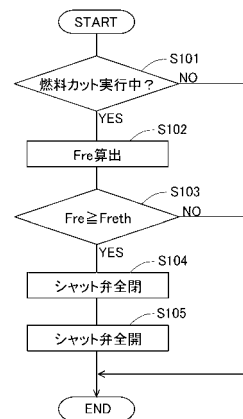
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】ウォールフロー型のフィルタに堆積したPMを好適に酸化除去することを目的とする。

【解決手段】ウォールフロー型のフィルタと、フィルタを下流側から昇温させる昇温手段と、排気シャット弁と、排気流量が所定流量以上である場合に、排気シャット弁を一旦全閉にした後全開にすることでフィルタにおける排気流れを制御し、該フィルタに堆積したPMを該フィルタにおける下流側の部分に移動させる制御手段と、制御手段がPMを前記下流側の部分に移動させた後において、昇温手段を用いてフィルタに堆積したPMを酸化除去する処理である再生処理を実行する処理手段と、を備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に設けられたフィルタであって、排気流れ方向に沿った隔壁により区画された複数のセルを有し、該複数のセルにおいて、排気流れ方向における下流側端部が閉塞され且つ上流側端部が開放されたセルと、排気流れ方向における上流側端部が閉塞され且つ下流側端部が開放されたセルと、が交互に並べられたウォールフロー型のフィルタと、

前記フィルタを排気流れ方向における下流側から昇温させる昇温手段と、

前記フィルタよりも下流の前記排気通路に設けられ、全開、全閉を切替えて弁を開閉するように構成されている排気シャット弁と、

10

排気流量が所定流量以上である場合に、前記排気シャット弁を一旦全閉にした後全開にすることで前記フィルタにおける排気流れを制御し、該フィルタに堆積した粒子状物質を該フィルタにおいて排気流れ方向における下流側の部分に移動させる制御手段と、

前記制御手段が粒子状物質を前記下流側の部分に移動させた後において、前記昇温手段を用いて前記フィルタに堆積した粒子状物質を酸化除去する処理である再生処理を実行する処理手段と、

を備える、内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】

前記フィルタは、前記隔壁に選択還元型 NOx 触媒が担持された SCR フィルタであって、該選択還元型 NOx 触媒が、該フィルタにおいて排気流れ方向における下流側の所定の部分よりも上流側に担持されていることを特徴とする、

20

請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】

前記処理手段は、前記内燃機関の停止中に前記再生処理を行う、

請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

内燃機関の排気通路に、排気中の粒子状物質（以下、「PM」と称する場合もある）を捕集するウォールフロー型のフィルタを設ける技術が知られている。そして、特許文献 1 には、ウォールフロー型のフィルタを昇温させて該フィルタに堆積した PM を酸化除去する技術が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2006 - 183507 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

ウォールフロー型のフィルタに PM が堆積していくと、フィルタの圧力損失が増大するため、フィルタを昇温させ PM を酸化除去することで、フィルタの再生が行われる。ここで、PM は、フィルタにおいて排気流れ方向における上流側の部分から下流側の部分に亘って堆積する傾向がある。したがって、フィルタに堆積した PM を酸化除去するためには、フィルタを上流側の部分から下流側の部分に亘って昇温させる必要がある。そうすると、フィルタの昇温対象が広範囲に及ぶことになるため、フィルタの再生に多くのエネルギーを要することになる。

【0005】

50

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、ウォールフロー型のフィルタに堆積したPMを好適に酸化除去することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に係る発明である。そして、この排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に設けられたフィルタであって、排気流れ方向に沿った隔壁により区画された複数のセルを有し、該複数のセルにおいて、排気流れ方向における下流側端部が閉塞され且つ上流側端部が開放されたセルと、排気流れ方向における上流側端部が閉塞され且つ下流側端部が開放されたセルと、が交互に並べられたウォールフロー型のフィルタを備える。

10

【0007】

このようなフィルタにおいて、或る一部分に集中してPMを堆積させることができれば、PMが集中して堆積している部分を昇温させることで、フィルタの再生を行うことができる。また、フィルタにおけるPMの堆積密度が高い部分においては、PMの堆積密度が低い部分よりも、フィルタの再生時にPMが連続的に延焼する傾向がある。つまり、フィルタの或る一部分に集中してPMを堆積させることができれば、PMが集中して堆積している部分を昇温させることによって、フィルタ全体を昇温させる場合よりも、少ないエネルギーで短時間にフィルタの再生を行うことができる。

【0008】

そこで、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、前記フィルタを排気流れ方向における下流側から昇温させる昇温手段と、前記フィルタよりも下流の前記排気通路に設けられ、全開、全閉を切替えて弁を開閉するように構成されている排気シャット弁と、排気流量が所定流量以上である場合に、前記排気シャット弁を一旦全閉にした後全開にすることで前記フィルタにおける排気流れを制御し、該フィルタに堆積した粒子状物質を該フィルタにおいて排気流れ方向における下流側の部分に移動させる制御手段と、前記制御手段が粒子状物質を前記下流側の部分に移動させた後において、前記昇温手段を用いて前記フィルタに堆積した粒子状物質を酸化除去する処理である再生処理を実行する処理手段と、を備える。

20

【0009】

排気シャット弁は、制御手段による排気流れの制御が実行されていない内燃機関の通常運転時（以下、単に「通常運転時」と称する場合もある。）には全開にされている。そして、通常運転時には、内燃機関から排出された排気は、脈動を伴って排気通路における上流側から下流側に流れている。以下の説明において、排気流れにおける上流側から下流側への流れを「順流」と称し、下流側から上流側への流れを「逆流」と称する。ここで、制御手段が、排気シャット弁を一時的に全閉状態に制御すると、排気通路における排気流れが一時的に逆流し得る。または、排気流れは順流のままでも、脈動の大きさが一時的に増大し得る。そして、このように排気通路における排気流れが比較的大きく変化すると、フィルタ内における排気流れも変化し得る。

30

【0010】

ここで、フィルタの隔壁におけるPMの堆積状態に着目すると、通常運転時には、排気は隔壁の一方の表面の側から壁内を通過して他方の表面の側に流れる傾向にあるため、PMは隔壁の該一方の表面および壁内に堆積し易くなる。一方、制御手段が排気シャット弁を一時的に全閉状態に制御すると、フィルタ内における排気流れが変化し得る。詳しくは、前記制御によって排気通路における排気流れが一時的に逆流する場合には、隔壁を通過する排気も一時的に通常運転時とは逆（すなわち、隔壁の前記他方の表面の側から前記一方の表面の側）に流れる。また、排気流れは順流のままでも脈動の大きさが一時的に増大する場合にも、隔壁を通過する排気が一時的に通常運転時とは逆に流れ得る。なぜなら、その大きさが増大した脈動の影響により、隔壁の前記一方の表面の側の圧力が前記他方の表面の側の圧力よりも低くなることがあり、フィルタ内における排気流れに乱れが生じ易くなるからである。そして、隔壁を通過する排気が一時的に通常運転時とは逆に流れるよう

40

50

なフィルタ内の排気流れの乱れが生じると、隔壁に堆積したPMが該隔壁から剥離し易くなる。

【0011】

ところで、通常運転時においては、排気流量が多いときは少ないときよりも、PMは、フィルタにおける下流側の部分（以下、「フィルタの下流側部分」と称する場合もある。）に堆積し易くなる。制御手段は、この傾向を利用して、排気シャット弁を一時的に全閉状態に制御することによって隔壁から剥離させたPMをフィルタの下流側部分に移動させることができる。これについて、以下に説明する。上述したように、排気シャット弁を一時的に全閉状態に制御すると、隔壁を通過する排気が一時的に通常運転時とは逆に流れるようなフィルタ内の排気流れの乱れが生じ易くなる。ここで、フィルタ内の排気流れにこのような乱れが生じたままとなると、隔壁から剥離させたPMをフィルタの所望の部分に堆積させ難くなる。そこで、制御手段は、全閉状態の排気シャット弁を全開状態に制御することによって、局所的に逆流が生じていたフィルタ内の流れを順流に戻す。詳しくは、制御手段は、排気流量が所定流量以上である場合に、排気シャット弁の制御を行うことによって、フィルタ内に所定流量以上の順流を生じさせる。その結果、剥離したPMが、フィルタの下流側部分に移動することになる。なお、所定流量とは、隔壁から剥離したPMをフィルタの下流側部分に移動させることができる流量として定義される。

10

【0012】

そして、制御手段がフィルタにおける排気流れを制御してPMをフィルタの下流側部分に移動させた後において、処理手段が再生処理を実行することによって、フィルタの再生が行われる。上述したように、再生処理は昇温手段を用いて実行されるため、再生処理では、フィルタが下流側から、すなわち排気流れの制御によって移動したPMが集中して堆積している側から昇温されることになる。このように、フィルタの下流側部分に集中して堆積したPMを酸化除去する場合には、PMが連続的に延焼し易くなる。なお、昇温手段として、電気加熱装置等の周知の構成を用いることができる。

20

【0013】

以上のようなフィルタの再生においては、少ないエネルギーで短時間にフィルタの再生を行うことができる。つまり、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、フィルタに堆積したPMを好適に酸化除去することを可能とする。

【0014】

また、前記フィルタは、前記隔壁に選択還元型NOx触媒が担持されたSCRフィルタであってもよい。ここで、選択還元型NOx触媒は、PMが酸化除去され得る温度に曝されると劣化し易くなる傾向がある。そこで、本発明に係るSCRフィルタは、該選択還元型NOx触媒が、該フィルタにおいて排気流れ方向における下流側の所定の部分よりも上流側に担持されていることを特徴とする。ここで、前記所定の部分とは、排気流れの制御によって移動したPMが集中して堆積する部分である。上述した再生処理によるフィルタの再生においては、このような下流側の所定の部分が昇温され易くなる。すなわち、再生処理の実行中において、選択還元型NOx触媒が担持されている上流側の部分は、前記所定の部分よりも温度が低くなる傾向にある。つまり、選択還元型NOx触媒が、PMの酸化除去の際に、該選択還元型NOx触媒が劣化し得る温度に曝される事態が生じ難くなる。

30

40

【0015】

このようなSCRフィルタにおけるフィルタの再生では、少ないエネルギーで短時間にフィルタの再生を行うことができるとともに、フィルタの再生に伴う選択還元型NOx触媒の劣化が抑制される。したがって、フィルタに堆積したPMを好適に酸化除去することができる。

【0016】

また、前記処理手段は、前記内燃機関の停止中に前記再生処理を行ってもよい。この場合、内燃機関の運転中に制御手段による処理が行われ、その後、内燃機関が停止したときに再生処理が行われることになる。このように、内燃機関の停止中に再生処理を行うこと

50

によって、再生処理が選択還元型 NO_x 触媒による NO_x 浄化に影響を及ぼしてしまうことを排除することができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、ウォールフロー型のフィルタに堆積したPMを好適に酸化除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図2】本発明に係るフィルタの概略構成を示す縦断面図である。

【図3】本発明に係るフィルタの概略構成を示す横断面図である。

【図4】排気流れ制御の制御フローを示すフローチャートである。

【図5A】排気通路における排気流れが一時的に逆流した場合の、フィルタの隔壁を通過する排気流れ、およびフィルタにおけるPMの挙動の概念を示す図である。

【図5B】排気通路における排気流れは順流のまま脈動の大きさが一時的に増大した場合の、フィルタの隔壁を通過する排気流れ、およびフィルタにおけるPMの挙動の概念を示す図である。

【図5C】排気流れ制御によってPMがフィルタの下流側部分に移動した状態を示す図である。

【図6】フィルタを再生する処理の制御フローを示す第一のフローチャートである。

【図7】フィルタ後端側温度と通電時間との相関を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図9】フィルタを再生する処理の制御フローを示す第二のフローチャートである。

【図10】本発明の第2の実施例の変形例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に詳しく説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に記載がない限りは、この発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

【0020】

<実施例1>

以下、図面を用いて本発明の第1の実施例について説明する。図1は、本実施例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、軽油を燃料とする圧縮着火式の内燃機関（ディーゼルエンジン）である。ただし、本発明は、ガソリン等を燃料とする火花点火式の内燃機関にも適用することができる。

【0021】

内燃機関1は、気筒2内へ燃料を噴射する燃料噴射弁3を備えている。なお、内燃機関1が火花点火式の内燃機関である場合は、燃料噴射弁3は、吸気ポートへ燃料を噴射するように構成されてもよい。

【0022】

内燃機関1は吸気通路4と接続されている。吸気通路4には、エアフローメータ40およびスロットル弁41が設けられている。エアフローメータ40は、吸気通路4内を流れる吸気（空気）の量（質量）に応じた電気信号を出力する。スロットル弁41は、吸気通路4におけるエアフローメータ40よりも下流側に配置されている。スロットル弁41は、吸気通路4内の通路断面積を変更することで、内燃機関1の吸入空気量を調整する。

【0023】

10

20

30

40

50

内燃機関 1 は排気通路 5 と接続されている。排気通路 5 には排気の流れに従って順に、フィルタケース 5 0、第一温度センサ 5 5、尿素水添加弁 5 4、触媒ケース 5 1、NO_xセンサ 5 6、および排気シャット弁 5 3 が設けられている。フィルタケース 5 0 は、略筒状のケース内にパティキュレートフィルタ 5 0 a (以下、「フィルタ 5 0 a」と称する場合もある。)を収容している。また、フィルタケース 5 0 は、フィルタ 5 0 a よりも下流側に電気加熱装置 5 2 を収容している。フィルタ 5 0 a は、ウォールフロー型のフィルタであり、排気中の PM を捕集するために、その基材は多孔質体を有している。なお、フィルタ 5 0 a の詳細については後述する。また、本実施例における電気加熱装置 5 2 は、電熱線ヒーターである。この電熱線ヒーターに通電することによって、フィルタ 5 0 a を下流側から昇温させることができる。なお、このようにフィルタ 5 0 a を下流側から昇温させることができる構成であれば周知の構成を用いることができ、例えば、電圧の印加によりフィルタ 5 0 a の基材を抵抗体として発熱させる構成を用いてもよい。なお、本実施例においては電気加熱装置 5 2 が、本発明における昇温手段に相当する。

10

20

30

40

50

【0024】

また、触媒ケース 5 1 は、略筒状のケース内に選択還元型 NO_x触媒 5 1 a (以下、「SCR触媒 5 1 a」と称する場合もある。)を収容している。SCR触媒 5 1 a は、アンモニアを還元剤として排気中の NO_xを還元する機能を有する。ここで、SCR触媒 5 1 a よりも上流側に設けられている尿素水添加弁 5 4 は、排気通路 5 内を流れる排気中に尿素水を添加し、該尿素水が SCR触媒 5 1 a に供給される。つまり、SCR触媒 5 1 a に、アンモニアの前駆体である尿素が供給される。そして、供給された尿素が加水分解されることで生成されたアンモニアが SCR触媒 5 1 a に吸着する。この SCR触媒 5 1 a に吸着したアンモニアを還元剤として、排気中の NO_xが還元される。なお、尿素水添加弁 5 4 に代えて、アンモニアガスを排気中に添加するアンモニア添加弁を設けてもよい。

【0025】

また、第一温度センサ 5 5 は、排気の温度に応じた電気信号を出力し、NO_xセンサ 5 6 は、排気中の NO_x濃度に応じた電気信号を出力する。また、排気シャット弁 5 3 は、全開・全閉を切替えて弁を開閉するように構成されている。なお、排気シャット弁 5 3 は、制御上の全閉時であっても、該排気シャット弁 5 3 よりも下流の排気通路 5 へ比較的少ない量の排気が構造的に流出し得る。

【0026】

そして、内燃機関 1 には電子制御ユニット (ECU) 1 0 が併設されている。ECU 1 0 は、内燃機関 1 の運転状態等を制御するユニットである。ECU 1 0 には、上記のエアフローメータ 4 0、第一温度センサ 5 5、および NO_xセンサ 5 6 に加え、アクセルポジションセンサ 7、クランクポジションセンサ 8 等の各種センサが電氣的に接続されている。アクセルポジションセンサ 7 は、図示しないアクセルペダルの操作量 (アクセル開度) に関連した電気信号を出力するセンサである。クランクポジションセンサ 8 は、内燃機関 1 の機関出力軸 (クランクシャフト) の回転位置に関連する電気信号を出力するセンサである。そして、これらのセンサの出力信号が ECU 1 0 に入力される。ECU 1 0 は、アクセルポジションセンサ 7 の出力信号に基づいて内燃機関 1 の機関負荷を導出し、クランクポジションセンサ 8 の出力信号に基づいて内燃機関 1 の機関回転速度を導出する。また、ECU 1 0 は、エアフローメータ 4 0 の出力値に基づいて内燃機関 1 から排出される排気の流量 (以下、「排気流量」と称する場合もある。)を推定する。

【0027】

また、ECU 1 0 には、上記の燃料噴射弁 3、スロットル弁 4 1、電気加熱装置 5 2、排気シャット弁 5 3、および尿素水添加弁 5 4 等の各種機器が電氣的に接続されている。そして、ECU 1 0 は、これら各種機器を制御する。例えば、ECU 1 0 は、電気加熱装置 5 2 を作動することによって、フィルタ 5 0 a を下流側から昇温させることができる。そして、フィルタ 5 0 a において、その温度が所定温度 (例えば、600) 以上となった部分では、基材に捕集された PM が燃焼する。

【0028】

次に、図2および図3に基づいて、フィルタ50aの構造について説明する。図2はフィルタ50aの概略構成を示す縦断面図であり、図3はフィルタ50aの概略構成を示す横断面図である。図2および図3に示すように、フィルタケース50内にフィルタ50aを構成する円柱状の基材510が内装されている。基材510には、軸方向（排気の流れ方向）に延在する複数の通路511、512が形成されるとともに、それら複数の通路511、512がハニカム状に配置されている。言い換えると、基材510は、ハニカム状に配置される複数の通路511、512を画定するように形成されている。なお、図2、3に示す通路511、512の本数は一例に過ぎず、それら通路511、512の本数は車両や内燃機関の諸元に応じて適宜決定されればよい。

【0029】

複数の通路511、512のうち、一部の通路511は、排気の流れ方向における上流側端部が栓体513により閉塞されている。複数の通路511、512のうち、残りの通路512は、排気の流れ方向における下流側端部が栓体514により閉塞されている。なお、通路511と通路512は、交互に配置されている。これにより、ウォールフロー型のフィルタが形成される。以下では、通路511を第1通路511と称し、通路512を第2通路512と称する。

【0030】

基材510において、第1通路511と第2通路512の間に位置する隔壁515は、多孔質体により形成されている。なお、基材510のうちの隔壁515のみが多孔質体により形成されてもよく、栓体513、514を含む基材510の全体が多孔質体により形成されていてもよい。ここでいう多孔質体の材料としては、排気中のPMを捕集するのに適した公知の材料を採用することができる。

【0031】

そして、このようなフィルタ50aによって、排気中のPMが捕集され、捕集されたPMは基材510に堆積する。このようにフィルタ50aにPMが堆積していくと、フィルタ50aの圧力損失が増大するため、フィルタ50aを昇温させPMを酸化除去することで、フィルタ50aの再生が行われる。ここで、PMは、フィルタ50aにおいて上流側の部分から下流側の部分に亘って堆積する傾向がある。したがって、フィルタ50aに堆積したPMを酸化除去するためには、フィルタ50aを上流側の部分から下流側の部分に亘って広範囲に昇温させる必要があり、フィルタ50aの再生に多くのエネルギーを要することになる。一方で、このようなフィルタ50aにおいて、或る一部分に集中してPMを堆積させることができれば、PMが集中して堆積している部分を昇温させることによって、全体を昇温させる場合よりも、少ないエネルギーで短時間にフィルタ50aの再生を行うことができる。

【0032】

そこで、ECU10は、排気流量が所定流量以上である場合に、排気シャット弁53を一旦全閉にした後全開にすることでフィルタ50aにおける排気流れを制御し、フィルタ50aに堆積したPMを、フィルタ50aにおける下流側の部分（以下、「フィルタの下流側部分」と称する場合もある。）に移動させる。このように、PMを下流側の部分に移動させるために行う排気流れの制御を「排気流れ制御」と称する。なお、ECU10が排気流れ制御を実行することで、本発明に係る制御手段として機能する。

【0033】

ここで、ECU10が実行する排気流れ制御の制御フローについて図4に基づいて説明する。図4は、排気流れ制御の制御フローを示すフローチャートである。本実施例では、ECU10によって、本フローが内燃機関1の運転中に所定の演算周期で繰り返し実行される。つまり、排気流れ制御は、フィルタ50aの再生要求が成立しているか否かにかかわらず、実行されることになる。

【0034】

本フローでは、まず、S101において、燃料カット処理の実行中であるか否かが判別される。そして、S101において肯定判定された場合、ECU10はS102の処理へ

10

20

30

40

50

進み、S101において否定判定された場合、本フローの実行が終了される。仮に燃料カット処理が実行されていない場合に排気流れ制御が実行されると、一時的に閉弁された排気シャット弁53の影響により内燃機関1の背圧が変化し、気筒2内での燃焼等に影響を及ぼす場合がある。そのため、本フローでは、燃料カット処理の実行中でない場合には、排気流れ制御が実行されないとしている。ただし、燃料カット処理の実行中にのみ排気流れ制御が行われると限定する意図はない。ECU10が排気シャット弁53の制御を行ったとしても、内燃機関1の運転に悪影響を及ぼさない場合には、燃料カット処理が実行されていないときであってもECU10は該制御を行うことができる。この場合には、S101において、燃料カット処理の実行中であるか否かの判別に代えて、排気シャット弁53の制御を行ったとしても内燃機関1の運転に悪影響を及ぼさないか否かが判別される。

10

【0035】

S101において肯定判定された場合、次に、S102において、排気流量 F_{re} が算出される。S102では、エアフローメータ40の出力値に基づいて、排気流量 F_{re} が算出される。なお、S102の処理は、燃料カット処理の実行中に行われるため、S102で算出される排気流量 F_{re} は、内燃機関1から排出される空気の流量である。そして、S103において、S102で算出した排気流量 F_{re} が所定の閾値 F_{reth} 以上であるか否かが判別される。ここで、所定の閾値 F_{reth} は、後述するS104の処理によりフィルタ50aの隔壁515から剥離したPMを、後述するS105の処理によりフィルタの下流側部分に移動させることができる流量として定義される。なお、所定の閾値 F_{reth} が、本発明における所定流量に相当する。そして、S103において肯定判定された場合、ECU10はS104の処理へ進み、S103において否定判定された場合、本フローの実行が終了される。

20

【0036】

S103において肯定判定された場合、次に、S104において、全開状態の排気シャット弁53を全閉状態に制御する処理が実行される。その結果、フィルタ50a内の排気流れに一時的な乱れが生じ、隔壁515に堆積したPMが剥離する。これについて、図5Aおよび図5Bを用いて説明する。図5Aは、S104の処理によって排気通路5における排気流れが一時的に逆流した場合の、フィルタ50aの隔壁515を通過する排気流れ、およびフィルタ50aにおけるPMの挙動の概念を示す図である。図5Aに示すように、排気通路5における排気流れが逆流すると、フィルタ50a内の排気流れに一時的な乱れが生じ、隔壁515を通過する排気が、排気流れ制御が実行されていない内燃機関1の通常運転時（以下、単に「通常運転時」と称する場合もある。）とは逆に流れる。その結果、隔壁515からPMが剥離する。

30

【0037】

また、図5Bは、S104の処理によって、排気通路5における排気流れは順流のまま脈動の大きさが一時的に増大した場合の、フィルタ50aの隔壁515を通過する排気流れ、およびフィルタ50aにおけるPMの挙動の概念を示す図である。排気通路5における排気流れが順流のまま脈動の大きさが増大すると、フィルタ50a内の排気流れに一時的な乱れが生じ、図5Bに示すように、隔壁515を通過する排気が順方向、逆方向の両方向に流れる。これは、その大きさが増大した脈動の影響により、第2通路512の圧力が第1通路511の圧力よりも大きくなる場合（この場合は、隔壁515を通過する排気が順方向に流れる。）と、第2通路512の圧力が第1通路511の圧力よりも小さくなる場合（この場合は、隔壁515を通過する排気が逆方向に流れる。）と、があるからである。そして、フィルタ50a内に一時的に生じた排気流れの乱れによって、隔壁515を通過する排気が逆方向に流れるときに、隔壁515からPMが剥離する。

40

【0038】

そして、S104の処理の後、S105において、全閉状態の排気シャット弁53を全開状態に制御する処理が実行される。その結果、局所的に逆流が生じていたフィルタ50a内の流れが順流に戻り、S104の処理によって剥離したPMが、フィルタの下流側部分に移動する。そして、S105の処理の後、本フローの実行が終了される。なお、S1

50

05の処理は、S104の処理によって隔壁515から剥離させたPMを、フィルタの下流側部分に移動させることができるタイミングで実行される。例えば、S105の処理は、S104の処理の後、所定期間経過後に実行されてもよいし、S104の処理により排気シャット弁53が全閉状態となった直後に実行されてもよい。

【0039】

図5Cは、S105の処理によって、PMがフィルタの下流側部分に移動した状態を示す図である。ECU10が、上述したS101からS105の処理によって表される排気流れ制御を実行することによって、図5Cに示すように、PMがフィルタの下流側部分（破線で表される線L1よりも下流側）に集中して堆積する。

【0040】

以上に述べた排気流れ制御によって、フィルタの下流側部分に集中してPMを堆積させることができる。そのため、該下流側の部分を昇温させることによって、フィルタ50a全体を昇温させる場合よりも、少ないエネルギーで短時間にフィルタ50aの再生を行うことができる。そこで、ECU10は、電気加熱装置52を作動することによって、フィルタ50aを下流側から昇温させる。これにより、フィルタの下流側部分に集中して堆積したPMが酸化除去され、以て、フィルタ50aが再生される。なお、ECU10がこのようにフィルタ50aを再生する処理を実行することで、本発明に係る処理手段として機能する。

【0041】

ここで、ECU10が実行するフィルタ50aの再生の制御フローについて図6に基づいて説明する。図6は、フィルタ50aを再生する処理の制御フローを示すフローチャートである。本実施例では、ECU10によって、本フローが内燃機関1の運転中に所定の演算周期で繰り返し実行される。

【0042】

本フローでは、まず、S111において、フィルタ50aの再生要求が成立しているか否かが判別される。ここで、フィルタ50aの再生要求は、例えば、フィルタ50aに所定量以上のPMが堆積していると推定される場合に成立する。この場合、PM堆積量の推定が、本フローとは異なる周知のフローにしたがって実行される。そして、S111において肯定判定された場合、ECU10はS112の処理へ進み、S111において否定判定された場合、本フローの実行が終了される。

【0043】

S111において肯定判定された場合、次に、S112において、フィルタ50aの再生を実行する実行条件が成立しているか否かが判別される。上述したように、電気加熱装置52は、フィルタ50aを下流側から昇温させる。したがって、仮にPMがフィルタの下流側部分に集中して堆積していない場合には、電気加熱装置52を作動させてもフィルタ50aからPMを十分に酸化除去することができない。そこで、ECU10は、PMがフィルタの下流側部分に集中して堆積しているか否かを推定する。そして、PMがフィルタの下流側部分に集中して堆積していると推定される場合には、S112において、フィルタ50aの再生を実行する実行条件が成立していると判別される。例えば、前回フィルタ50aの再生を行ってから現在までに排気流れ制御が実行されていれば、該排気流れ制御によってPMがフィルタの下流側部分に集中して堆積するため、フィルタ50aの再生を実行する実行条件が成立しているとして、S112において肯定判定される。そして、S112において肯定判定された場合、ECU10はS113の処理へ進み、S112において否定判定された場合、本フローの実行が終了される。

【0044】

S112において肯定判定された場合、次に、S113において、フィルタ後端側温度 T_{crr} が算出される。フィルタ後端側温度 T_{crr} は、フィルタの下流側部分の推定温度を表していて、第一温度センサ55の出力値に基づいて算出される。詳しくは、ECU10のROMには、フィルタ後端側温度 T_{crr} と第一温度センサ55の出力値との相関がマップまたは関数として予め記憶されていて、S113では、該マップまたは関数と、

10

20

30

40

50

第一温度センサ 55 の出力値と、に基づいて、フィルタ後端側温度 T_{crr} が算出される。

【0045】

次に、S114において、電気加熱装置 52 への通電時間 $T_{me h}$ が算出される。ここで、通電時間 $T_{me h}$ は、PMがフィルタの下流側部分に集中して堆積していることを前提として、そのような状態でPMを酸化除去することが可能な電気加熱装置 52 への通電時間として定義される。なお、フィルタ 50aにおけるPMの堆積密度が高い場合においては、PMの堆積密度が低い場合よりも、フィルタ 50aの再生時にPMが連続的に延焼する傾向があるため、上記のように定義される通電時間 $T_{me h}$ は比較的短くなる。また、フィルタ 50aにおいて、その温度が所定温度（例えば、600）以上となった部分で捕集されたPMが燃焼し始める。したがって、フィルタの下流側部分の温度を所定温度以上にすることができるような電気加熱装置 52 の作動時間として、通電時間 $T_{me h}$ が算出される。ここで、フィルタ後端側温度 T_{crr} と通電時間 $T_{me h}$ との相関を図7に示す。図7に示すように、フィルタ後端側温度 T_{crr} が高いほど通電時間 $T_{me h}$ が短くされる。S114では、S113で算出したフィルタ後端側温度 T_{crr} と、ECU10のROMに記憶されたマップまたは関数であって、フィルタ後端側温度 T_{crr} と通電時間 $T_{me h}$ との相関を表すマップまたは関数と、に基づいて、通電時間 $T_{me h}$ が算出される。

10

【0046】

次に、S115において、電気加熱装置 52 への通電が開始される。これにより、電気加熱装置 52 の作動が開始され、フィルタ 50a が下流側から昇温される。そして、S116において、電気加熱装置 52 への通電が開始されてから通電時間 $T_{me h}$ が経過したか否かが判別される。S116において肯定判定された場合、この場合はフィルタの下流側部分の温度が所定温度以上となっていると推定される場合であって、ECU10はS117の処理へ進む。なお、フィルタの下流側部分の温度が所定温度以上となると、当該部分に堆積したPMが燃焼し始める。そして、PMが連続的に延焼する。その結果、フィルタ 50a からPMが酸化除去される。一方、S116において否定判定された場合、ECU10はS115の処理へ戻り、S115において、電気加熱装置 52 への通電が継続される。

20

【0047】

S116において肯定判定された場合、次に、S117において、電気加熱装置 52 への通電が終了される。そして、S117の処理の後、本フローの実行が終了される。なお、ECU10は、S117の処理の後、更に、フィルタ後端側温度 T_{crr} を算出してもよい。これにより、フィルタの下流側部分の温度が十分上昇していることを確認することができる。ここで、仮にフィルタ後端側温度 T_{crr} が所定の下限温度よりも低くなっている場合には、フィルタの下流側部分の温度が、何らかの理由でPMが酸化除去され得る所定温度に達していないとして、ECU10は、電気加熱装置 52 への通電を再開することができる。

30

【0048】

以上に述べたように、ECU10が、排気流れ制御を実行することによってPMをフィルタの下流側部分に移動させ、更に、電気加熱装置 52 を用いて該下流側部分を昇温させることによって、少ないエネルギーで短時間にフィルタ 50a の再生を行うことができる。つまり、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、フィルタ 50a に堆積したPMを好適に酸化除去することを可能とする。

40

【0049】

<実施例 2 >

次に、本発明の第2の実施例について説明する。図8は、本実施例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。図8に示す内燃機関1は、軽油を燃料とする圧縮着火式の内燃機関（ディーゼルエンジン）である。ただし、本発明は、ガソリン等を燃料とする火花点火式の内燃機関にも適用することができる。なお、本実施例において、上述

50

した実施例 1 と実質的に同一の構成、実質的に同一の制御処理については、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 5 0 】

内燃機関 1 の排気通路 5 には排気の流れに従って順に、尿素水添加弁 5 4、フィルタケース 5 0、第一温度センサ 5 5、NO_xセンサ 5 6、および排気シャット弁 5 3 が設けられている。フィルタケース 5 0 は、略筒状のケース内に SCR フィルタ 5 0 b を収容している。また、フィルタケース 5 0 は、SCR フィルタ 5 0 b よりも下流側に電気加熱装置 5 2 を収容している。SCR フィルタ 5 0 b は、多孔質の基材により形成されたウォールフロー型のフィルタに、SCR 触媒 5 1 a が担持されて構成されている。ここで、フィルタは、排気中の PM を捕集する機能を有する。また、SCR 触媒 5 1 a は、アンモニアを還元剤として排気中の NO_x を還元する機能を有する。そのため、SCR フィルタ 5 0 b は、PM 捕集機能および NO_x 浄化機能を有している。ここで、本実施例では、図 8 に示すように、SCR 触媒 5 1 a が、SCR フィルタ 5 0 b において排気流れ方向における上流側の部分に担持されている。このように SCR 触媒 5 1 a が担持される部分は、少なくとも上記の図 5 C に示した破線で表される線 L 1 (上述したように、線 L 1 よりも下流側に PM が集中して堆積している。) よりも上流側であって、PM の燃焼に伴って発生する熱の SCR 触媒 5 1 a への伝熱がある程度緩和されるように、線 L 1 よりもある程度離れた上流側であることが好ましい。

10

【 0 0 5 1 】

このような排気浄化装置においても、ECU 1 0 は、上述した実施例 1 と同様にして排気流れ制御を実行する。そして、ECU 1 0 が排気流れ制御を実行すると、SCR フィルタ 5 0 b に堆積した PM が該 SCR フィルタ 5 0 b の下流側部分に移動し、PM が該下流側部分に集中して堆積することになる。

20

【 0 0 5 2 】

そして、ECU 1 0 は、上述した実施例 1 と同様にして SCR フィルタ 5 0 b の再生を行う。詳しくは、電気加熱装置 5 2 を用いて SCR フィルタ 5 0 b の下流側部分を昇温させることによって、該下流側部分に集中して堆積した PM を酸化除去する。これにより、少ないエネルギーで短時間に SCR フィルタ 5 0 b の再生を行うことができる。

【 0 0 5 3 】

ここで、本実施例において、PM の酸化除去の際に、SCR 触媒 5 1 a が担持された SCR フィルタ 5 0 b における上流側の部分は下流側の部分よりも温度が低くなる傾向にある。つまり、PM の酸化除去の際に、SCR 触媒 5 1 a が、該 SCR 触媒 5 1 a が劣化し得る温度に曝される事態が生じ難くなる。その結果、SCR フィルタ 5 0 b の再生に伴う SCR 触媒 5 1 a の劣化が抑制される。このように、本実施例の構成においても、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、SCR フィルタ 5 0 b に堆積した PM を好適に酸化除去することを可能とする。

30

【 0 0 5 4 】

また、ECU 1 0 は、内燃機関 1 の運転中に排気流れ制御を実行し、その後、内燃機関 1 が停止したときに SCR フィルタ 5 0 b の再生を行ってもよい。なお、内燃機関 1 の運転中とは、イグニッションオフされていない状態を表し、上述した燃料カット処理の実行は、内燃機関 1 の運転中に含まれるものとする。ECU 1 0 が実行するこのような SCR フィルタ 5 0 b の再生の制御フローについて、図 9 に基づいて説明する。図 9 は、SCR フィルタ 5 0 b を再生する処理の制御フローを示すフローチャートである。

40

【 0 0 5 5 】

図 9 に示すフローでは、上記の図 6 に示したフローと同様に、S 1 1 1 において、フィルタ 5 0 a の再生要求が成立しているか否かが判別される。この S 1 1 1 の処理は、内燃機関 1 の運転中に所定の演算周期で繰り返し実行される。そして、S 1 1 1 において肯定判定された場合、次に、S 2 1 1 において、内燃機関 1 が停止したか否かが判別される。そして、S 2 1 1 において肯定判定された場合、ECU 1 0 は S 1 1 2 の処理へ進み、S 2 1 1 において否定判定された場合、ECU 1 0 は S 2 1 1 の処理を所定の周期で繰り返

50

す。なお、ECU10がS211の処理を所定の周期で繰り返している間は、本フローの次の実行タイミングが訪れても、ECU10はS211の処理を優先して継続する。

【0056】

このように図9に示すフローでは、SCRフィルタ50bの再生が内燃機関1の停止中に行われる。ここで、尿素水添加弁54からの尿素水は高温で酸化しNOx化する傾向にあるものの、内燃機関1の停止中には尿素水添加弁54から尿素水が供給されないため、SCRフィルタ50bの再生が内燃機関1の停止中に行われる場合には、尿素水のNOx化が抑制される。つまり、内燃機関1の停止中にSCRフィルタ50bの再生を行うことによって、当該再生の処理がSCR触媒51aによるNOx浄化に影響を及ぼしてしまうことを排除することができる。

10

【0057】

[実施例2の変形例]

次に、上述した実施例2の変形例について説明する。図10は、本変形例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。なお、本変形例において、上述した実施例2と実質的に同一の構成、実質的に同一の制御処理については、その詳細な説明を省略する。

【0058】

本変形例に係る内燃機関1の排気通路5には、フィルタケース50よりも上流側に、尿素水添加弁54に加えて、エア供給弁61および第二温度センサ62が設けられる。エア供給弁61は、図示しないポンプに接続されていて、排気通路5内にエアを供給する。ここで、エア供給弁61においては、内燃機関1が停止していてもSCRフィルタ50bに上流側から下流側へのエアの流れを生じさせることができるように、その配置が定められ、また、該エア供給弁61からのエアの供給量や供給圧力等が定められる。

20

【0059】

このような排気浄化装置においても、ECU10は、上述した実施例1と同様にして排気流れ制御を実行する。そして、ECU10が排気流れ制御を実行すると、SCRフィルタ50bに堆積したPMが該SCRフィルタ50bの下流側部分に移動し、PMが該下流側部分に集中して堆積することになる。

【0060】

そして、ECU10は、上述した実施例2と同様に、内燃機関1の停止中にSCRフィルタ50bの再生を行うこともできる。ここで、SCRフィルタ50bの再生においては、該SCRフィルタ50bが過昇温してしまう事態が生じ得る。そして、仮に内燃機関1の停止中にSCRフィルタ50bが過昇温してしまった場合には、該SCRフィルタ50bを速やかに冷却し難くなる。そこで、ECU10は、内燃機関1の停止中におけるSCRフィルタ50bの再生に伴って、該SCRフィルタ50bが過昇温してしまう虞がある場合には、エア供給弁61を用いて該SCRフィルタ50bに上流側から下流側へのエアの流れを生じさせる。ここで、ECU10は、SCRフィルタ50bを速やかに冷却することができるように、エア供給弁61からのエアの供給量や供給圧力等を設定する。これにより、内燃機関1の停止中にSCRフィルタ50bの再生を行う場合において、好適にSCRフィルタ50bの過昇温を抑制することができる。

30

40

【0061】

また、上記の図9に示したフローにおいて、ECU10は、SCRフィルタ50bの下流側部分の温度が十分上昇していることを確認するために、S117の処理の後、更に、フィルタ後端側温度T_{cr r}を算出してもよいが、内燃機関1の停止中には排気の流れがないため、フィルタ後端側温度T_{cr r}が正確に算出されない虞がある。そこで、ECU10は、S117の処理の後にフィルタ後端側温度T_{cr r}を算出する際に、エア供給弁61を用いてSCRフィルタ50bに上流側から下流側へのエアの流れを生じさせてもよい。なお、この場合、エア供給弁61からSCRフィルタ50bに供給されるエアの温度が第二温度センサ62によって検出される。そして、第二温度センサ62によって検出されるSCRフィルタ50bに流入するエアの温度と、第一温度センサ55によって検出さ

50

れるSCRフィルタ50bから流出するエアの温度と、ECU10のROMに記憶されたマップまたは関数であって、これら温度とフィルタ後端側温度Tcrrとの相関を表すマップまたは関数と、に基づいて、フィルタ後端側温度Tcrrを算出することができる。

【符号の説明】

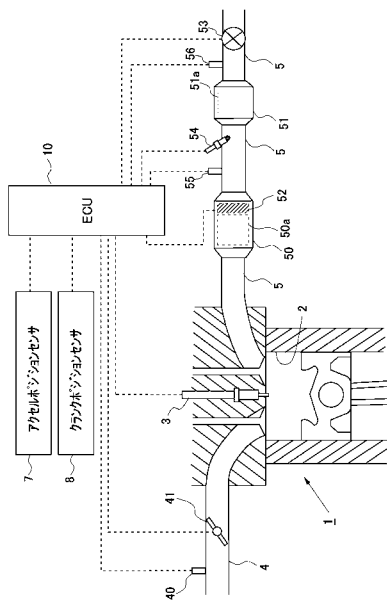
【0062】

- 1・・・内燃機関
- 4・・・吸気通路
- 5・・・排気通路
- 10・・・ECU
- 40・・・エアフローメータ
- 50・・・フィルタケース
- 50a・・・フィルタ
- 50b・・・SCRフィルタ
- 51・・・触媒ケース
- 51a・・・SCR触媒
- 52・・・電気加熱装置
- 53・・・排気シャット弁
- 54・・・尿素水添加弁
- 55・・・第一温度センサ
- 56・・・NOxセンサ
- 510・・・基材
- 511・・・第1通路
- 512・・・第2通路
- 515・・・隔壁

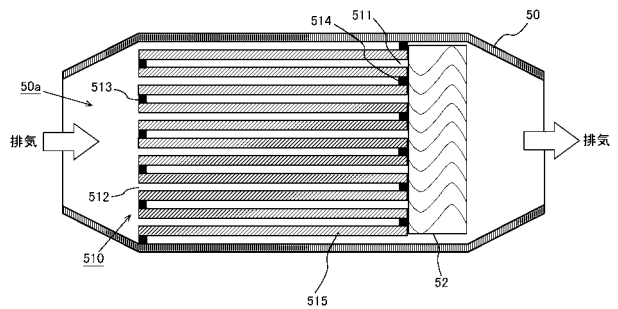
10

20

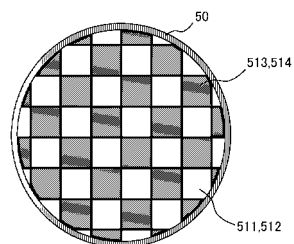
【図1】



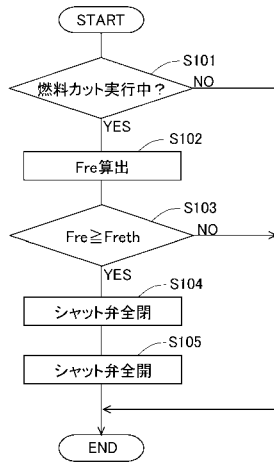
【図2】



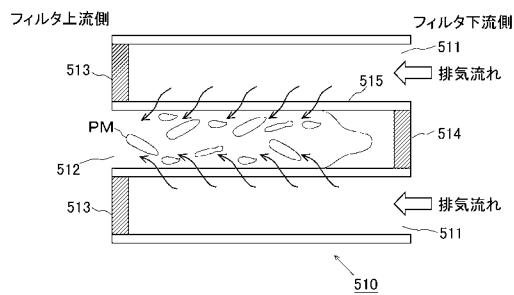
【図3】



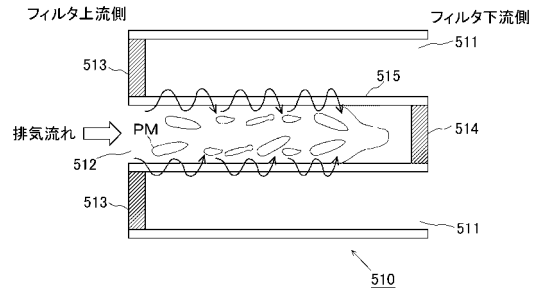
【 図 4 】



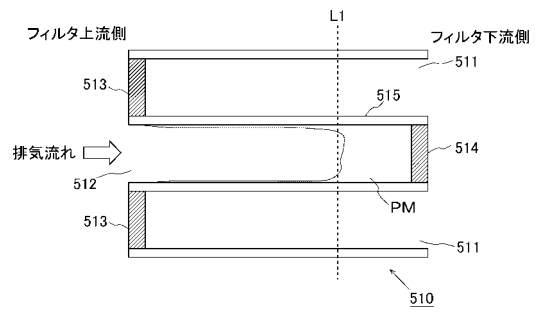
【 図 5 A 】



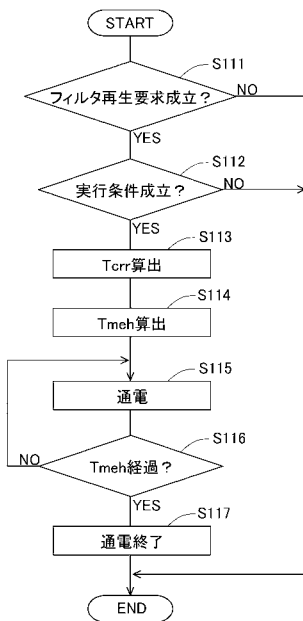
【 図 5 B 】



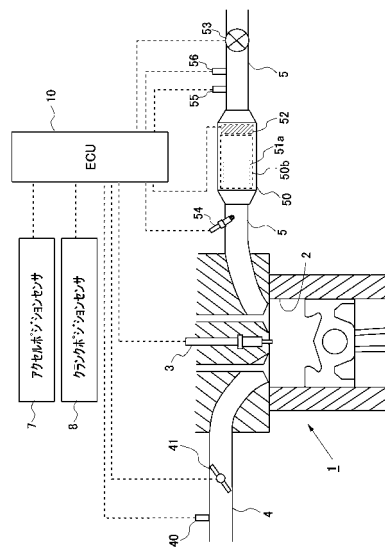
【 図 5 C 】



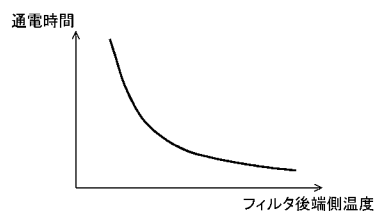
【 図 6 】



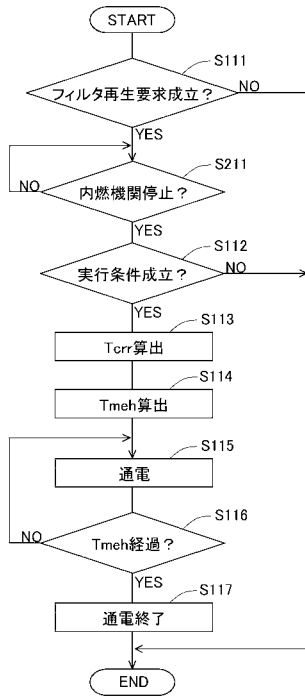
【 図 8 】



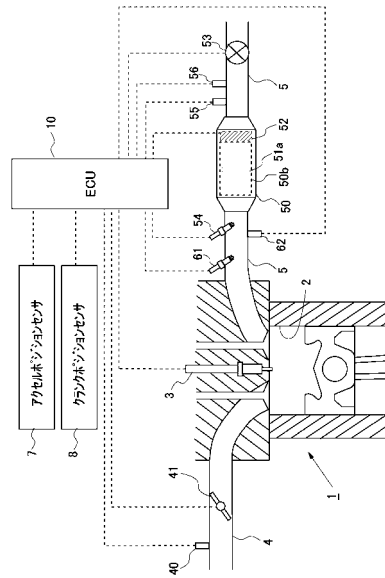
【 図 7 】



【図9】



【図10】



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 1 N 3/24 (2006.01)	F 0 1 N	3/08		B
B 0 1 D 53/94 (2006.01)	F 0 1 N	3/24		E
B 0 1 D 53/96 (2006.01)	F 0 1 N	3/24		Q
	B 0 1 D	53/94	2 2 2	
	B 0 1 D	53/94	4 0 0	
	B 0 1 D	53/94	2 4 1	
	B 0 1 D	53/96	5 0 0	

(74)代理人 100176201

弁理士 小久保 篤史

(72)発明者 山下 芳雄

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) 3G091 AA02 AA17 AA18 AB05 AB13 AB15 BA07 BA14 BA36 CA03
 CA17 CA27 EA01 EA03 EA05 EA07 EA17 EA33 FA05 FA06
 GA06 HA08 HA16 HA36 HA37
 3G190 AA02 AA12 AA13 BA11 BA17 BA21 CA03 CB15 CB19 CB26
 CB34 CB35 CB37 CB39 DA25 DB12 DB34 DB72 DC14 DC17
 DD08 EA23 EA24 EA56
 4D148 AA06 AB02 AC03 AC04 AC10 BB02 BD10 CC21 CC38 CC52
 CC61 CD05 DA01 DA05 DA20