

(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2017-155707

(P2017-155707A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/027 (2006.01)	FO1N 3/027 H	3G190
FO1N 3/023 (2006.01)	FO1N 3/027 S	4D048
BO1D 53/96 (2006.01)	FO1N 3/023 K	4D058
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/96 500	4D148
BO1D 46/42 (2006.01)	BO1D 53/94 241	

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2016-41608 (P2016-41608)
 (22) 出願日 平成28年3月3日 (2016.3.3)

(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

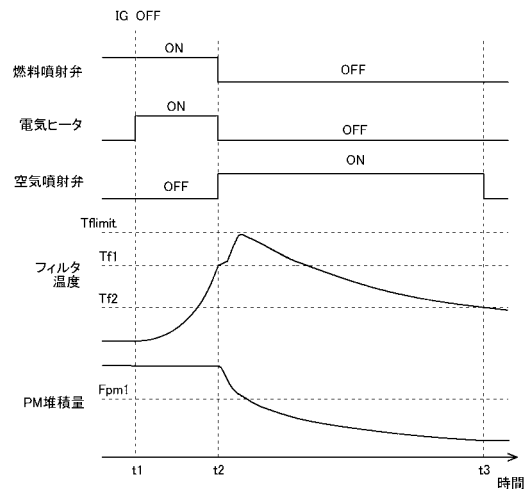
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化システム

(57) 【要約】

【課題】本発明は、内燃機関の運転を停止する際に、電気ヒータを用いて、フィルタに堆積したPMをより好適に除去することを目的とする。

【解決手段】内燃機関の運転停止条件が成立した際に、フィルタにおけるPM堆積量が所定堆積量より多い場合、該内燃機関の排気を電気ヒータによって加熱することでフィルタの温度をPMの酸化可能温度まで上昇させてから該内燃機関の運転を停止させる。そして、フィルタの温度がPMの酸化可能温度まで上昇してから該フィルタに空気を供給する。

【選択図】 図2



【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ており排気中の粒子状物質を捕集するフィルタと、前記フィルタに流入する排気を加熱する電気ヒータと、前記フィルタに空気を供給する空気供給部と、を備えた内燃機関の排気浄化システムであって、

前記フィルタにおける粒子状物質の堆積量を推定する推定部と、

前記内燃機関の運転停止条件が成立したときに、前記推定部によって推定される前記フィルタにおける粒子状物質の堆積量が所定堆積量より多い場合、前記内燃機関の運転を継続させるとともに前記電気ヒータによって排気を加熱する昇温制御を実行することで前記フィルタの温度を粒子状物質の酸化可能温度である所定温度まで上昇させ、且つ、前記フィルタの温度を前記所定温度まで上昇させてから前記内燃機関の運転および前記電気ヒータによる排気の加熱を停止させる昇温制御部と、

前記内燃機関の運転停止条件が成立したときに、前記推定部によって推定される前記フィルタにおける粒子状物質の堆積量が前記所定堆積量より多い場合、前記昇温制御部による前記昇温制御の実行によって前記フィルタの温度が前記所定温度に達してから、前記空気供給部によって前記フィルタに空気を供給する空気供給制御部と、を備える内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 2】

前記昇温制御部が、前記昇温制御の実行開始後、前記フィルタの温度が前記所定温度に達した時点で前記内燃機関の運転および前記電気ヒータによる排気の加熱を停止させる請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 3】

前記空気供給部は、前記フィルタより上流側の前記排気通路中に二次空気を噴射する空気噴射弁を有し、前記空気噴射弁から二次空気を噴射することで前記フィルタに空気を供給する請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 4】

前記空気供給部は、前記内燃機関を回転させる電気モータを有し、前記内燃機関の運転が停止した状態で前記電気モータによって前記内燃機関を回転させることで前記フィルタに空気を供給する請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【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システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、内燃機関の排気通路にフィルタが設けられる場合がある。このフィルタは、排気中の粒子状物質（以下、PM と称する場合もある。）を捕集する機能を有する。フィルタには、捕集された PM が徐々に堆積する。内燃機関の運転中に、フィルタの温度が PM の酸化可能温度に達しており且つ該フィルタの周囲雰囲気中に酸素が存在する状況（以下、このような状況を「PM 酸化可能状況」と称する場合もある。）が形成されれば、該フィルタに堆積した PM は酸化し除去される。しかしながら、内燃機関の運転中に PM 酸化可能状況が形成されなければ、フィルタにおける PM 堆積量が増加し続けることになる。そこで、フィルタに堆積した PM を酸化させ除去すべくフィルタ再生処理を実行する技術が知られている。フィルタ再生処理は、強制的に PM 酸化可能状況を形成する処理である。

【0003】

特許文献 1 には、内燃機関の運転が停止された時において、フィルタにおける PM 堆積量が所定量よりも多い場合、内燃機関の運転停止中にフィルタ再生処理を行う技術が開示されている。この特許文献 1 に開示された構成では、酸化機能を有する触媒がフィルタに担持されている。また、フィルタには、該フィルタを加熱するための電気ヒータが設けられている。さらに、フィルタより上流側の排気通路には燃料添加弁および二次空気供給弁

10

20

30

40

50

が設置されている。そして、内燃機関の運転停止中に、電気ヒータによりフィルタを加熱することでフィルタを昇温させる。さらに、電気ヒータによりフィルタを加熱した状態で燃料添加弁から燃料を添加することで、触媒において燃料が酸化することで生じる酸化熱によってフィルタの温度をPMの酸化可能温度まで上昇させるとともに、二次空気供給弁から二次空気を供給することで、PMを酸化させ除去する。

【0004】

また、特許文献2には、内燃機関の運転中にフィルタ再生処理を行う技術が開示されている。この特許文献2に開示されたフィルタ再生処理では、内燃機関の運転中に、フィルタを電気ヒータによって加熱することで該フィルタの温度を所定温度まで上昇させた後、該電気ヒータによる該フィルタの加熱を停止し、次いで、空気供給弁から該フィルタに空気を供給することで、PMを酸化させ除去する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-187006号公報

【特許文献2】特開2000-097012号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

PM酸化可能状況が比較的長い期間形成されないまま内燃機関の運転が停止されると、フィルタに多くのPMが堆積した状態で該内燃機関の運転が停止されることになる場合がある。この場合、内燃機関の次の運転開始時においても、フィルタに多くのPMが堆積した状態となる。そして、内燃機関の運転開始後に、該内燃機関の運転状態が高負荷運転となることでフィルタの温度がPMの酸化可能温度まで急上昇し、酸化可能状況が形成されると、堆積していたPMの酸化が急速に進行する場合がある。このような場合に、フィルタに多くのPMが堆積していると、該フィルタが過昇温し、該フィルタに不具合が生じる虞がある。

20

【0007】

このような内燃機関の運転開始後のフィルタの過昇温の発生を抑制するために、上述した従来技術のように、内燃機関の運転停止中に、電気ヒータによって該フィルタを加熱するとともに該フィルタに空気を供給することで、該フィルタに堆積したPMを除去することが考えられる。しかしながら、内燃機関の運転停止中に電気ヒータによる加熱によってフィルタの温度をPMの酸化可能温度まで上昇させるためには、比較的多くの電力が必要となる。

30

【0008】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであって、内燃機関の運転を停止する際に、電気ヒータを用いて、フィルタに堆積したPMをより好適に除去することが可能な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明では、内燃機関の運転停止条件が成立した際に、フィルタにおけるPM堆積量が所定堆積量より多い場合、該内燃機関の排気を電気ヒータによって加熱することでフィルタの温度をPMの酸化可能温度まで上昇させてから内燃機関の運転を停止させる。そして、フィルタの温度がPMの酸化可能温度まで上昇してから該フィルタに空気を供給する。

40

【0010】

より詳細には、本発明に係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設けられており排気中の粒子状物質を捕集するフィルタと、前記フィルタに流入する排気を加熱する電気ヒータと、前記フィルタに空気を供給する空気供給部と、を備えた内燃機関の排気浄化システムであって、前記フィルタにおける粒子状物質の堆積量を推定する推定部と、前記内燃機関の運転停止条件が成立したときに、前記推定部によって推定される前

50

記フィルタにおける粒子状物質の堆積量が所定堆積量より多い場合、前記内燃機関の運転を継続させるとともに前記電気ヒータによって排気を加熱する昇温制御を実行することで前記フィルタの温度を粒子状物質の酸化可能温度である所定温度まで上昇させ、且つ、前記フィルタの温度を前記所定温度まで上昇させてから前記内燃機関の運転および前記電気ヒータによる排気の加熱を停止させる昇温制御部と、前記内燃機関の運転停止条件が成立したときに、前記推定部によって推定される前記フィルタにおける粒子状物質の堆積量が前記所定堆積量より多い場合前記フィルタの温度が前記所定温度より低い場合、前記昇温制御部による前記昇温制御の実行によって前記フィルタの温度が前記所定温度に達してから、前記空気供給部によって前記フィルタに空気を供給する空気供給制御部と、を備える。

10

【0011】

本発明では、内燃機関の運転停止条件が成立しても、フィルタにおけるPM堆積量が所定堆積量より多い場合、該内燃機関の運転が直ちには停止されずに、その運転がある程度の期間継続される。なお、本発明において、「内燃機関の運転停止」とは、内燃機関における燃料噴射弁からの燃料噴射が停止され、該内燃機関において燃料の燃焼が行われなくなることを意味する。したがって、内燃機関における燃料噴射の停止後において、燃料の燃焼が行われていない状態で慣性力によって該内燃機関の回転（すなわち、クランクシャフトの回転）がある程度の期間継続していても、燃料噴射の停止後は該内燃機関の運転は停止していると解釈する。また、本発明において、「内燃機関の運転を継続する」とは、内燃機関における燃料噴射弁からの燃料噴射を継続し、該内燃機関での燃料の燃焼を継続

20

【0012】

そして、内燃機関の運転が継続されている間に、フィルタに流入する排気を電気ヒータによって加熱する。このように内燃機関の運転を継続させるとともに排気を電気ヒータによって加熱する制御を、本発明では「昇温制御」と称する。そして、本発明では、この昇温制御を実行することで、フィルタの温度を所定温度まで上昇させる。この昇温制御では、電気ヒータの電気エネルギーのみならず、排気がある熱エネルギーも、フィルタの温度上昇に寄与することになる。さらに、本発明では、フィルタの温度が所定温度に達するまでの間は空気供給部からの該フィルタへの空気供給を行わない。そのため、フィルタの温度を所定温度まで上昇させるために、排気の他に、空気供給部から供給される空気を電気ヒータによって加熱する必要はない。これらにより、フィルタの温度を所定温度まで上昇させるために電気ヒータによって消費される電力を低減することができる。

30

【0013】

また、本発明では、昇温制御を実行することでフィルタの温度が所定温度に達してからは、空気供給部によってフィルタに空気が供給される。これにより、PM酸化可能状況が形成されるため、フィルタに堆積したPMが酸化する。そのため、フィルタの温度を所定温度まで上昇させてから内燃機関の運転および電気ヒータによる排気の加熱を停止させたとしても、PM酸化可能状況が形成されている間（すなわち、フィルタの温度がPMの酸化可能温度である間）は、該フィルタに堆積したPMは酸化され除去される。したがって、本発明によれば、内燃機関の運転を停止する際に、電気ヒータを用いて、フィルタに堆積したPMをより好適に除去することができる。

40

【0014】

本発明においては、昇温制御部は、昇温制御の実行開始後、フィルタの温度が所定温度に達した時点で内燃機関の運転および電気ヒータによる排気の加熱を停止させてもよい。これによれば、フィルタを昇温させるための内燃機関の運転継続期間および電気ヒータの

50

稼働期間を最低限に抑えることができる。したがって、フィルタを昇温させるための燃料消費量および消費電力量を可及的に少なくすることができる。

【0015】

また、本発明では、空気供給部の構成として、フィルタより上流側の排気通路中に二次空気を噴射する空気噴射弁を有する構成を採用してもよい。このような構成の場合、空気供給部は、空気噴射弁から二次空気を噴射することでフィルタに空気を供給する。

【0016】

また、本発明では、空気供給部の構成として、内燃機関を回転させる（すなわち、内燃機関のクランクシャフトを回転させる）電気モータを有する構成を採用してもよい。このような構成の場合、空気供給部は、内燃機関の運転が停止した状態で電気モータによって該内燃機関を回転させることでフィルタに空気を供給する。この場合、二次空気を供給するための装置を別途設けることなく、フィルタに空気を供給することが可能となる。

10

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、内燃機関の運転を停止する際に、電気ヒータを用いて、フィルタに堆積したPMをより好適に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施例1に係る内燃機関の排気系の概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例1に係る機関停止時再生処理が実行された場合の、燃料噴射弁、電気ヒータ、および空気噴射弁の作動状態と、フィルタの温度と、フィルタにおけるPM堆積量との時間的な推移を示すタイムチャートである。

20

【図3】本発明の実施例1に係る機関停止時再生処理のフローを示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施例2に係る内燃機関の排気系の概略構成を示す図である。

【図5】本発明の実施例2に係る機関停止時再生処理のフロー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】

【0019】

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、その相対配置等は、特に記載がない限りは発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

30

【0020】

<実施例1>

ここで、本発明に係る内燃機関の排気浄化システムを、車両駆動用のガソリンエンジンに適用した場合の実施例について説明する。ただし、本発明に係る内燃機関は、ガソリンエンジンに限られるものではなくディーゼルエンジン等であってもよい。

【0021】

[排気系の概略構成]

図1は、本実施例に係る内燃機関の排気系の概略構成を示す図である。内燃機関1は車両駆動用のガソリンエンジンである。内燃機関1には気筒内での燃焼に供される燃料を噴射する燃料噴射弁2が設けられている。なお、燃料噴射弁2は、吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射弁でもよく、また、気筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射弁でもよい。内燃機関1には排気通路3が接続されている。なお、排気通路3はエキゾーストマニホールドを含んで構成される。図1における矢印は、排気通路3内における排気の流れ方向を表している。

40

【0022】

排気通路3には排気浄化触媒4が設けられている。排気浄化触媒4としては、酸化触媒や三元触媒を例示することができる。また、排気通路3における排気浄化触媒4より下流側にはフィルタ5が設けられている。フィルタ5は、多孔質の基材により形成されたウォ

50

ールフロー型のフィルタであって、排気中のPMを捕集する機能を有する。なお、フィルタ5には、酸化機能を有する触媒が担持されていてもよい。

【0023】

排気通路3における排気浄化触媒4より下流側であってフィルタ5の直上流には、該フィルタ5に流入するガス(排気)を加熱することが可能な電気ヒータ6が設置されている。また、排気通路3におけるフィルタ5より下流側には、該フィルタ5から流出するガス(排気)の温度を検出する温度センサ7が設けられている。さらに、排気通路3における排気浄化触媒4よりも上流側には、排気通路3内に二次空気を噴射する空気噴射弁8が設けられている。空気噴射弁8には、空気供給通路を通して空気ポンプによって圧送された空気が供給される。なお、図1では、空気供給通路および空気ポンプの図示が省略されている。

10

【0024】

内燃機関1には電子制御ユニット(ECU)10が併設されている。ECU10は、内燃機関1の運転状態等を制御するユニットである。ECU10には、温度センサ7が電氣的に接続されており、該温度センサ7の検出値がECU10に入力される。そして、ECU10は、温度センサ7の検出値に基づいてフィルタ5の温度を推定する。また、ECU10には、燃料噴射弁2、電気ヒータ6、および空気噴射弁8が電氣的に接続されている。そして、ECU10によって、これらの装置の動作が制御される。

【0025】

さらに、ECU10には、内燃機関1を搭載した車両に設置されたイグニッションスイッチ11が電氣的に接続されている。そして、ECU10は、イグニッションスイッチ11の出力信号に基づいて、内燃機関1の燃料噴射弁2の作動を制御する。つまり、内燃機関1の運転中に車両のユーザによってイグニッションスイッチ11がOFFにされると、ECU10によって、燃料噴射弁2からの燃料噴射が停止される。なお、このときは、ECU10によって点火プラグ(図示略)による点火も停止される。これにより、内燃機関1での燃料の燃焼が行われなくなる。つまり、内燃機関1の運転が停止される。ただし、本実施においては、後述するように、必ずしも、イグニッションスイッチ11がOFFにされると直ちに内燃機関1の運転が停止されるとは限らない。

20

【0026】

[機関停止時再生処理]

内燃機関1の運転中においては、捕集されたPMが徐々に堆積することでフィルタ5におけるPM堆積量が増加する。ただし、内燃機関1においては、車両の走行中に、内燃機関1において、燃料噴射弁2からの燃料噴射が停止されて燃料の燃焼が行われなくなる、所謂フューエルカット制御が実行される場合がある。このようなフューエルカット制御が実行されると、フィルタ5に空気が供給されることになる。そのため、フィルタ5の温度がPMの酸化可能温度に達している状態の下でフューエルカット制御が実行されると、PM酸化可能状況が形成されることになる。PM酸化可能状況が形成されると、フィルタ5に堆積したPMが酸化し除去されるため、フィルタ5におけるPM堆積量が減少する。

30

【0027】

しかしながら、フィルタ5の温度がPMの酸化可能温度までは達しない程度に排気温度が低い状態の下では、フューエルカット制御が実行されたとしても、PM酸化可能状況は形成されない。そのため、フィルタ5の温度がPMの酸化可能温度までは達しない程度に排気温度が低い機関負荷での運転が続いた後で内燃機関1の運転が停止された場合のように、PM酸化可能状況が比較的長い期間形成されないまま内燃機関1の運転が停止される場合がある。このような場合、フィルタ5に多くのPMが堆積した状態で該内燃機関1の運転が停止されることになる。このとき、内燃機関1の次の運転開始後に該内燃機関1の運転状態が高負荷運転となることでフィルタ5の温度がPMの酸化可能温度まで急上昇し、PM酸化可能状況が形成されると、堆積したPMの酸化が急速に進行することで該フィルタ5が過昇温する虞がある。

40

【0028】

50

そこで、本実施例においては、内燃機関 1 の次回の運転開始後におけるフィルタ 5 の過昇温の発生を抑制するために、内燃機関 1 の運転を停止する際にフィルタ再生処理が実行される。以下、内燃機関 1 の運転を停止する際のフィルタ再生処理（以下、機関停止時再生処理と称する場合もある）について図 2 に基づいて説明する。図 2 は、本実施例に係る機関停止時再生処理が実行された場合の、燃料噴射弁、電気ヒータ、および空気噴射弁の作動状態と、フィルタの温度と、フィルタにおける P M 堆積量との時間的な推移を示すタイムチャートである。

【 0 0 2 9 】

図 2 においては、時期 t_1 が、イグニッションスイッチ 1 1 が OFF にされたタイミングを表している。なお、本実施例においては、イグニッションスイッチ 1 1 が OFF にされる
10
ことが、本発明に係る「内燃機関の運転停止条件」が成立したことに相当する。また、本実施例においては、内燃機関 1 の運転中に、ECU 1 0 によって、フィルタ 5 における P M 堆積量が推定される。ここで、フィルタ 5 における P M 堆積量の推定方法としては、公知のどのような方法を適用してもよい。例えば、内燃機関 1 の運転中において、該内燃機関 1 から排出される P M の量と、フィルタ 5 における P M の酸化量とを積算することで、フィルタ 5 における P M 堆積量を推定してもよい。なお、内燃機関 1 から排出される P M の量は、内燃機関 1 での燃料噴射量等に基づいて推定することができる。また、フィルタ 5 における P M の酸化量は、内燃機関 1 の運転状態およびフィルタ 5 の温度等に基づいて推定することができる。本実施例においては、ECU 1 0 によってフィルタ 5 における P M 堆積量が推定されることで、本発明に係る「推定部」が実現される。そして、本実
20
施例では、イグニッションスイッチ 1 1 が OFF にされたときに、フィルタ 5 における P M 堆積量が所定堆積量 F_{pm1} より多い場合に、機関停止時再生処理が実行される。ここで、所定堆積量 F_{pm1} は、内燃機関 1 の次回の運転開始後にフィルタ 5 の温度が P M の酸化可能温度まで急上昇することで酸化可能状況が形成されて P M の酸化が急速に進行したとしても、フィルタ 5 の過昇温が生じる可能性は低いと判断できる量として設定された量である。このような所定堆積量 F_{pm1} は、実験等に基づいて予め設定することができる。

【 0 0 3 0 】

本実施例に係る機関停止時再生処理においては、図 2 に示すように、時期 t_1 においてイグニッションスイッチ 1 1 が OFF にされても、燃料噴射弁 2 からの燃料噴射は直ちに
30
は停止されずに継続される。つまり、時期 t_1 以降も内燃機関 1 の運転が継続される。時期 t_1 以降においても、内燃機関 1 の運転が継続されている間は排気通路 3 に排気が行われることになる。そして、時期 t_1 から電気ヒータ 6 が ON にされる。つまり、時期 t_1 から、フィルタ 5 に流入する排気の電気ヒータ 6 による加熱が開始される。これにより、フィルタ 5 の温度が上昇する。そして、時期 t_2 において、フィルタ 5 の温度が第 1 所定温度 T_{f1} に達する。ここで、第 1 所定温度 T_{f1} は、P M の酸化可能温度であって、且つ、仮に P M 酸化可能状況が形成されることでフィルタ 5 に堆積した P M が酸化し、その酸化熱によって該フィルタ 5 の温度がさらに上昇したとしても、該フィルタ 5 の温度が許容範囲（過昇温とはならない範囲）の上限値（図 2 における $T_{f1\ limit}$ ）以下に収まる
40
温度として実験等に基づき予め定められた温度である。

【 0 0 3 1 】

この時期 t_2 においてフィルタ 5 の温度が第 1 所定温度 T_{f1} に達すると、燃料噴射弁 2 からの燃料噴射が停止されるとともに、電気ヒータ 6 が OFF にされる。つまり、時期 t_2 において、内燃機関 1 の運転が停止されるとともに、電気ヒータ 6 による排気の加熱が停止される。なお、本実施例では、時期 t_1 から時期 t_2 までの間において、内燃機関 1 の運転が継続され且つ電気ヒータ 6 による排気が加熱されることで、本発明に係る昇温制御が実行されることになる。そして、時期 t_2 から、空気噴射弁 8 からの二次空気の噴射が開始される。これにより、その温度が P M の酸化可能温度に達しているフィルタ 5 に空気が供給されることになる。その結果、P M 酸化可能状況が形成されることになる。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

時期 t_2 において P M 酸化可能状況が形成されると、フィルタ 5 に堆積した P M が酸化し始める。そのため、時期 t_2 から、フィルタ 5 における P M 堆積量が徐々に減少する。また、時期 t_2 から、フィルタ 5 に堆積した P M が酸化し始めると、その酸化熱のために暫くの間は該フィルタ 5 の温度がさらに上昇する。ただし、時期 t_2 において電気ヒータ 6 は O F F にされているため、該電気ヒータ 6 からフィルタ 5 に熱エネルギーは供給されない。そして、フィルタ 5 において P M が酸化することで発生した熱量は、空気噴射弁 8 から噴射され該フィルタ 5 に供給される空気によって持ち去られることになる。したがって、図 2 に示すように、時期 t_2 から暫くするとフィルタ 5 の温度が低下し始める。つまり、時期 t_2 時点の温度よりもさらに上昇したフィルタ 5 の温度は、許容範囲の上限値 $T_{f1limit}$ を超える前にピークとなり、その後、低下する。

10

【 0 0 3 3 】

そして、時期 t_3 においてフィルタ 5 の温度が第 2 所定温度 T_{f2} に達する。ここで、第 2 所定温度 T_{f2} は、第 1 所定温度 T_{f1} より低い温度であって、P M の酸化可能温度の下限値として実験等に基づいて予め定められた温度である。つまり、時期 t_3 以降においては、フィルタ 5 の温度が P M の酸化可能温度の下限値を下回るため、該フィルタ 5 に空気が供給されたとしても、P M 酸化可能状況は形成されなくなる。そのため、フィルタ 5 に堆積した P M が酸化されなくなる。そこで、時期 t_3 においては、空気噴射弁 8 からの二次空気の噴射が停止される。これにより、機関停止時再生処理の実行が停止される。

【 0 0 3 4 】

上記のような機関停止時再生処理によれば、時期 t_2 から時期 t_3 までの期間において P M 酸化可能状況が形成される。そのため、この期間において、フィルタ 5 に堆積した P M を酸化させ除去することができる。これにより、内燃機関 1 の次回の運転開始時のフィルタ 5 における P M 堆積量を減少させることができる。その結果、内燃機関 1 の次回の運転開始後に、仮に、該内燃機関 1 の運転状態が高負荷運転となることでフィルタ 5 の温度が P M の酸化可能温度まで急上昇したとしても、P M の酸化熱によって該フィルタ 5 が過昇温することを抑制することができる。

20

【 0 0 3 5 】

また、上記の機関停止時再生処理によれば、イグニッションスイッチ 11 が O F F にされても直ちには内燃機関 1 の運転を停止させずにその運転を継続させる。そして、内燃機関 1 の運転が継続されている間に、フィルタ 5 に流入する排気を電気ヒータ 6 によって加熱することで、該フィルタ 5 の温度を第 1 所定温度 T_{f1} まで上昇させる。そのため、電気ヒータ 6 の電気エネルギーのみならず、排気が有する熱エネルギーも、フィルタ 5 の温度上昇に寄与することになる。さらに、上記の機関停止時再生処理によれば、時期 t_1 以降において、フィルタ 5 の温度が第 1 所定温度 T_{f1} に達するまでは、空気噴射弁 8 からの二次空気の噴射は行われぬ。そのため、フィルタ 5 の温度を第 1 所定温度 T_{f1} まで上昇させるために、内燃機関 1 から排出される排気他に、空気噴射弁 8 から噴射された二次空気を電気ヒータ 6 によって加熱する必要はない。したがって、空気噴射弁 8 から二次空気を噴射しつつ電気ヒータ 6 によって排気および二次空気を加熱した場合に比べて、フィルタ 5 の温度を第 1 所定温度 T_{f1} までより効率的に上昇させることができる。これにより、フィルタ 5 の温度を第 1 所定温度 T_{f1} まで上昇させるために電気ヒータ 6 によって消費される電力を低減することができる。

30

40

【 0 0 3 6 】

次に、本実施例に係る機関停止時再生処理のフローについて図 3 に基づいて説明する。図 3 は、本実施例に係る機関停止時再生処理のフローを示すフローチャートである。本フローは、E C U 10 に記憶されており、イグニッションスイッチ 11 が O F F にされたとき、すなわち、内燃機関 1 の運転停止条件が成立したときに、該 E C U 10 によって実行される。なお、本フローの実行途中において、内燃機関 1 の運転停止条件が不成立となった場合（すなわち、イグニッションスイッチ 11 が O N にされた場合）、本フローの実行は途中で停止される。

【 0 0 3 7 】

50

本フローでは、S101において、現時点のフィルタ5におけるPM堆積量が読み込まれる。なお、フィルタ5におけるPM堆積量は、ECU10によって本フローとは別のフローが実行されることで推定される。そして、推定されたPM堆積量がECU10に記憶されている。S101では、この記憶されているPM堆積量が読み込まれる。次に、S102において、S101で読み込まれたフィルタ5におけるPM堆積量Fpmが、上述した所定堆積量Fpm1より多いか否かが判別される。S102において否定判定された場合、つまり、イグニッションスイッチ11がOFFにされたときのフィルタ5におけるPM堆積量Fpmが所定堆積量Fpm1以下の場合は、内燃機関1の次の運転開始後にPMの酸化が急速に進行したとしてもフィルタ5が過昇温する可能性は低い。そのため、この場合は、次にS111の処理が実行される。S111においては、内燃機関1において燃料噴射弁2からの燃料噴射が停止される。この場合、点火プラグによる点火も停止される。これにより、内燃機関1の運転が停止される。その後、本フローの実行が終了される。

10

【0038】

一方、S102において肯定判定された場合、次にS103の処理が実行される。S103においては、燃料噴射弁2からの燃料噴射が継続される。この場合、点火プラグによる点火も継続される。これにより、内燃機関1の運転が継続される。なお、内燃機関1の運転が継続される際の燃料噴射弁2からの燃料噴射量は、通常のアイドル運転時の燃料噴射量と同量であってもよく、また、通常のアイドル運転時の燃料噴射量より少なくてもよい。次に、S104において、電気ヒータ6がONにされる。これにより、電気ヒータ6によって、フィルタ5に流入する排気が加熱される。なお、本実施例では、S103およびS104の処理が実行されることで、本発明に係る「昇温制御」が実行されることになる。

20

【0039】

次に、S105において、フィルタ5の温度Tfが第1所定温度Tf1以上となったか否かが判別される。上述したように、第1所定温度Tf1は、PMの酸化可能温度であって、且つ、仮にPM酸化可能状況が形成されることでフィルタ5に堆積したPMが酸化し、その酸化熱によって該フィルタ5の温度がさらに上昇したとしても、該フィルタ5の温度が許容範囲の上限値以下に収まる温度である。なお、本実施例においては、この第1所定温度Tf1が、本発明に係る「所定温度」に相当する。S105において否定された場合、すなわち、フィルタ5の温度Tfが第1所定温度Tf1にまだ達していない場合、S103およびS104の処理が再度実行される。一方、S105において肯定判定された場合、次にS106の処理が実行される。S106においては、電気ヒータ6がOFFにされる。これにより、電気ヒータ6による、フィルタ5に流入する排気の加熱が停止される。次に、S107において、燃料噴射弁2からの燃料噴射が停止される。この場合、点火プラグによる点火も停止される。これにより、内燃機関1の運転が停止される。

30

【0040】

次に、S108において、空気噴射弁8からの二次空気の噴射が実行される。これにより、フィルタ5に空気が供給される。その結果、PM酸化可能状況が形成される。そのため、フィルタ5に堆積したPMが酸化されることになる。なお、S108においては、空気噴射弁8からの二次空気の噴射量が、PM酸化可能状況を形成することが可能な程度の量の空気がフィルタ5に供給されるように設定された目標噴射量に制御される。この目標噴射量は実験等に基づいて予め定められている。次に、S109において、フィルタ5の温度が第2所定温度Tf2より低くなったか否かが判別される。上述したように、第2所定温度Tf2は、PMの酸化可能温度の下限値として設定された温度である。なお、S109の処理が実行される時点では内燃機関1の運転が停止されているため排気通路3には排気は流れてないが、該排気通路3には空気噴射弁8から噴射された空気が流れている。そして、フィルタ5から流出した空気の温度を温度センサ7によって検出することができる。ECU10は、この温度センサ7によって検出された空気の温度に基づいてフィルタ5の温度を推定することができる。S109において否定判定された場合、すなわち、フィルタ5の温度Tfが第2所定温度Tf2までまだ低下していない場合、S108の処理

40

50

が再度実行される。

【0041】

一方、S109において肯定判定された場合、次にS110の処理が実行される。S110においては、空気噴射弁8からの二次空気の噴射が停止される。その後、本フローの実行が終了される。

【0042】

上記フローによれば、内燃機関1の運転を停止する際に、フィルタ5におけるPM堆積量Fpmが所定堆積量Fpm1より多い場合、電気ヒータ6によって消費される電力を低減しつつ、フィルタ5に堆積したPMを除去し、減少させることができる。

【0043】

なお、本実施例においては、本発明に係る空気供給装置が、空気噴射弁8を含んで構成される。ここで、本実施例では、空気噴射弁8によって、排気浄化触媒4よりも上流側の排気通路3に二次空気が噴射される。これによって、フィルタ5に空気が供給される際に、排気浄化触媒4が有する熱によって暖められた空気がフィルタ5に供給されることになる。これにより、フィルタ5から空気によって熱が持ち去れることによる該フィルタ5の温度低下を低減することができる。また、フィルタ5よりも上流側の排気通路3に、ターボチャージャのタービン等のような排気浄化触媒4以外の排気系構造物が設けられている場合は、該排気系構造物より上流側の排気通路3に空気噴射弁8を設けてもよい。これによれば、空気噴射弁8から噴射された二次空気がフィルタ5に供給される際に、該空気を排気系構造物が有する熱によって暖めることができる。そのため、上記と同様の効果を得ることができる。ただし、空気噴射弁が、排気浄化触媒やそれ以外の排気系構造物よりも上流側の排気通路に設けられることは、本発明において必須ではない。

【0044】

また、本実施例においては、ECU10が図3に示すフローにおけるS102～S107の処理を実行することで、本発明に係る昇温制御部が実現される。また、本実施例においては、ECU10が図3に示すフローにおけるS102, S105, およびS108の処理を実行することで、本発明に係る空気供給制御部が実現される。

【0045】

また、本実施例に係る機関停止時再生処理では、フィルタ5の温度が第1所定温度に達した時点で、内燃機関1の運転および電気ヒータ6による排気の加熱を停止した。しかしながら、フィルタ5の温度が第1所定温度に達した時点以降においても、内燃機関1の運転および電気ヒータ6による排気の加熱を継続してよい。この場合でも、フィルタ5の温度が第1所定温度に達した時点以降においては空気噴射弁8からの二次空気の噴射が実行されるため、内燃機関1の運転が継続しており且つ電気ヒータ6による排気の加熱が行われている期間（すなわち、本発明に係る昇温制御が実行されている期間）と、空気噴射弁8からの二次空気の噴射が実行される期間とが一部重なることになる。ただし、上述したように、フィルタ5の温度が第1所定温度に達していれば、内燃機関1の運転の継続および電気ヒータ6による排気の加熱によって該フィルタ5がそれ以上昇温されなくても、空気噴射弁8からの二次空気の噴射が実行されることで該フィルタ5に空気が供給されれば、PM酸化可能状況が形成されるため、フィルタ5に堆積したPMは酸化し得る。そして、フィルタ5の温度が第1所定温度に達した時点で内燃機関1の運転および電気ヒータ6による排気の加熱を停止することで、フィルタ5を昇温させるための内燃機関1の運転継続期間および電気ヒータ6の稼働期間を最低限に抑えることができる。これにより、フィルタ5を昇温させるための燃料消費量および消費電力量を可及的に少なくすることができる。

【0046】

また、本実施例に係る機関停止時再生処理において、内燃機関1の運転を停止する時期（燃料噴射弁2からの燃料噴射の停止時期）と、電気ヒータ6をOFFとする時期とは必ずしも同時期でなくてもよい。また、本実施例に係る機関停止時再生処理において、空気噴射弁8からの二次空気の噴射を停止する時期は、必ずしも、フィルタ5の温度がPMの

10

20

30

40

50

酸化可能温度の下限値である第2所定温度に達した時点でなくてもよい。しかしながら、フィルタ5の温度が第2所定温度に達するまで空気噴射弁8からの二次空気の噴射することで、可及的に長い期間、PM酸化可能状況を形成することができる。そのため、フィルタ5に堆積したPMを可及的に減少させることができる。

【0047】

また、本実施例に係る機関停止時再生処理を、車両のユーザによってイグニッションスイッチ11がOFFにされることで内燃機関1の運転を停止する場合のみならず、予め定められた自動停止条件が成立すると該内燃機関1の運転が自動的に停止される自動運転停止制御が行われる際に実行してもよい。この場合、自動停止条件が成立したときに、上記の機関停止時再生処理のフローが実行される。そして、この場合、自動停止条件が成立したときが、本発明に係る「内燃機関の運転停止条件が成立したとき」に相当する。なお、自動停止条件の一つに、フィルタ5におけるPM堆積量に関する条件であるPM堆積量条件も含まれると捉える場合には、該PM堆積量条件以外の条件が成立したときが、本発明に係る「内燃機関の運転停止条件が成立したとき」に相当する。

10

【0048】

<実施例2>

次に、本発明に係る内燃機関の排気浄化システムを、車両の駆動源として内燃機関の他に電気モータを有するハイブリッドシステムに適用した場合の実施例について説明する。

【0049】

図1は、本実施例に係る内燃機関の排気系の概略構成を示す図である。ここで、実施例1に係る構成と異なる点についてのみ説明する。本実施例において、内燃機関1は、ハイブリッドシステム20を構成する内燃機関である。ハイブリッドシステム20は、車両の駆動源となる電気モータ12を含んでいる。電気モータ12にはバッテリー(図示略)から電力が供給される。また、電気モータ12はECU10に電氣的に接続されており、該ECU10によってその動作が制御される。また、ハイブリッドシステム20は、内燃機関1の運転停止中であっても、電気モータ12によって内燃機関1を回転可能に構成されている(すなわち、内燃機関1のクランクシャフトを回転可能に構成されている)。また、本実施例においては、内燃機関1の排気通路3に、実施例1に係る構成に含まれていた空気噴射弁8は設けられていない。

20

【0050】

本実施例においては、実施例1で説明したように車両のユーザによってイグニッションスイッチ11がOFFにされた場合の他に、ECU10によって車両の駆動源が内燃機関1から電気モータ12に切り換えられた場合に、内燃機関1の運転が停止される。つまり、本実施例においては、車両の駆動源として電気モータ12が選択される条件が成立したときも、内燃機関1の運転停止条件が成立したことになる。

30

【0051】

そして、本実施例においても、内燃機関1の運転停止条件が成立したときに、フィルタ5におけるPM堆積量が所定堆積量より多い場合、機関停止時再生処理が実行される。ただし、上述したように、本実施例においては、内燃機関1の排気通路に空気を噴射する空気噴射弁が設けられていない。そのため、本実施例に係る機関停止時再生処理においては、フィルタ5に空気を供給する方法が、実施例1に係る機関停止時再生処理とは異なっている。

40

【0052】

本実施例に係る機関停止時再生処理においても、内燃機関1の運転停止条件が成立しても内燃機関1の運転は直ちには停止されず、該内燃機関1の運転を継続するとともに電気ヒータ6によって排気を加熱することで、フィルタ5の温度を第1所定温度 T_{f1} まで上昇させる。また、フィルタ5の温度が第1所定温度 T_{f1} に達した時点で、燃料噴射弁2からの燃料噴射を停止させて内燃機関1の運転を停止させる。そして、フィルタ5の温度が第1所定温度 T_{f1} に達してから、内燃機関1の運転を停止させた状態で電気モータ12によって該内燃機関1を回転させる(すなわち、内燃機関のクランクシャフトを回転させ

50

る。)。これにより、吸気通路を介して内燃機関 1 に空気が流入するとともに、該空気が内燃機関 1 から排気通路 3 に排出される。そして、内燃機関 1 から排気通路 3 に排出された空気がフィルタ 5 に供給されることになる。

【0053】

次に、本実施例に係る機関停止時再生処理のフローについて図 5 に基づいて説明する。図 5 は、本実施例に係る機関停止時再生処理のフローを示すフローチャートである。本フローは、ECU 10 に記憶されており、イグニッションスイッチ 11 が OFF にされたとき、または、車両の駆動源として電気モータ 12 が選択される条件が成立したとき、すなわち、内燃機関 1 の運転停止条件が成立したときに、該 ECU 10 によって実行される。また、本フローの実行途中において、内燃機関 1 の運転停止条件が不成立となった場合（すなわち、イグニッションスイッチ 11 が ON にされた場合、または、車両の駆動源として内燃機関 1 が選択される条件が成立した場合）、本フローの実行は途中で停止される。なお、本フローにおける各ステップのうち、図 3 に示すフローにおける各ステップと同様の処理を実行するステップについては、同様の参照番号を付し、その説明を省略する。

10

【0054】

本フローでは、S107 において燃料噴射弁 2 からの燃料噴射が停止され、内燃機関 1 の運転が停止されると、次に S208 の処理が実行される。S208 においては、内燃機関 1 の運転が停止された状態で電気モータ 12 によって該内燃機関 1 が回転される。これにより、フィルタ 5 に空気が供給される。その結果、PM 酸化可能状況が形成される。そのため、フィルタ 5 に堆積した PM が酸化されることになる。なお、S208 においては、内燃機関 1 の機関回転速度が、PM 酸化可能状況を形成することが可能な程度の量の空気がフィルタ 5 に供給されるように設定された目標回転速度となるように、電気モータ 12 が制御される。この目標回転速度は実験等に基づいて予め定められている。

20

【0055】

また、本フローでは、S109 において肯定判定された場合、すなわち、フィルタ 5 の温度 T_f が第 2 所定温度 T_{f2} まで低下した場合、S210 の処理が実行される。S210 においては、電気モータ 12 による内燃機関 1 の回転が停止される。その後、本フローの実行が終了される。

【0056】

本実施例に係る機関停止時再生処理によれば、実施例 1 に係る機関停止時再生処理と同様、内燃機関 1 の運転を停止する際に、フィルタ 5 における PM 堆積量 F_{pm} が所定堆積量 F_{pm1} より多い場合、電気ヒータ 6 によって消費される電力を低減しつつ、フィルタ 5 に堆積した PM を除去し、減少させることができる。また、本実施例に係る構成によれば、実施例 1 に係る空気噴射弁 8 のような二次空気を供給するための装置を別途設けることなく、フィルタ 5 に空気を供給することが可能となる。

30

【0057】

なお、本実施例においては、本発明に係る空気供給装置が、電気モータ 12 を含んで構成される。ただし、本発明において内燃機関の運転が停止された状態で該内燃機関を回転させるための電気モータは、必ずしも、ハイブリッドシステムにおいて車両の駆動源となる電気モータでなくてもよい。例えば、内燃機関を始動させる際に用いられるスタータモータを、本発明において内燃機関の運転が停止された状態で該内燃機関を回転させるための電気モータとして用いてもよい。

40

【0058】

また、本実施例においては、ECU 10 が図 5 に示すフローにおける S102, S105, および S208 の処理を実行することで、本発明に係る空気供給制御部が実現される。

【0059】

また、実施例 1 とは異なり、本実施例に係る機関停止時再生処理の場合、内燃機関 1 の運転と、フィルタ 5 への空気の供給とを同時期に実行することはできない。そのため、本実施例の場合、フィルタ 5 の温度が第 1 所定温度に達した時点で、内燃機関 1 の運転が停

50

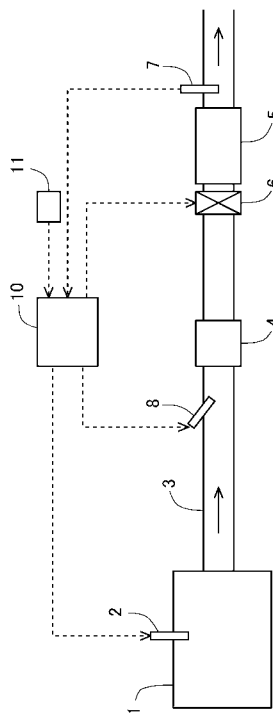
止され、その時点以降は該内燃機関 1 の運転は継続されない。

【符号の説明】

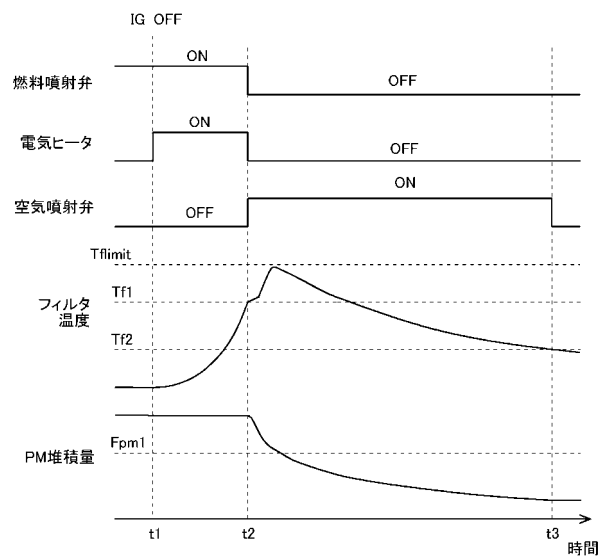
【0060】

- 1・・・内燃機関
- 2・・・燃料噴射弁
- 3・・・排気通路
- 4・・・排気浄化触媒
- 5・・・フィルタ
- 6・・・電気ヒータ
- 7・・・温度センサ
- 8・・・空気噴射弁
- 10・・・ECU
- 11・・・イグニッションスイッチ
- 12・・・電気モータ

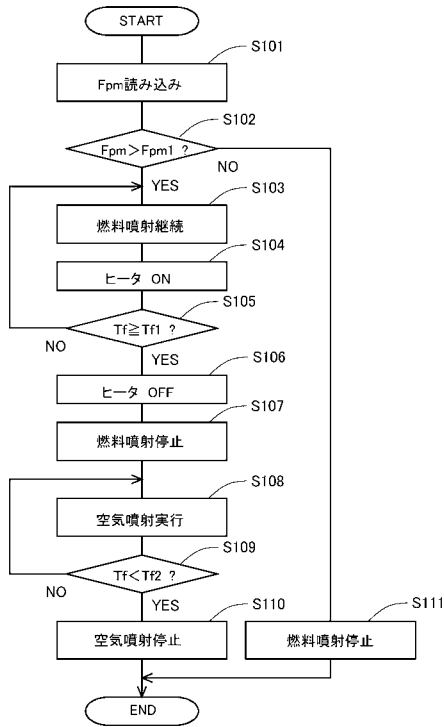
【図 1】



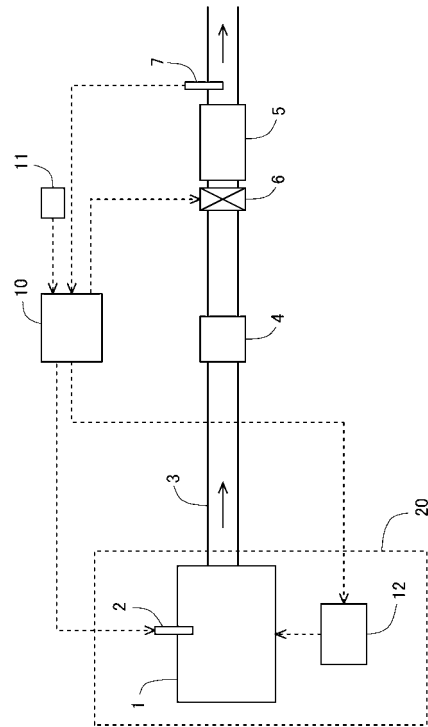
【図 2】



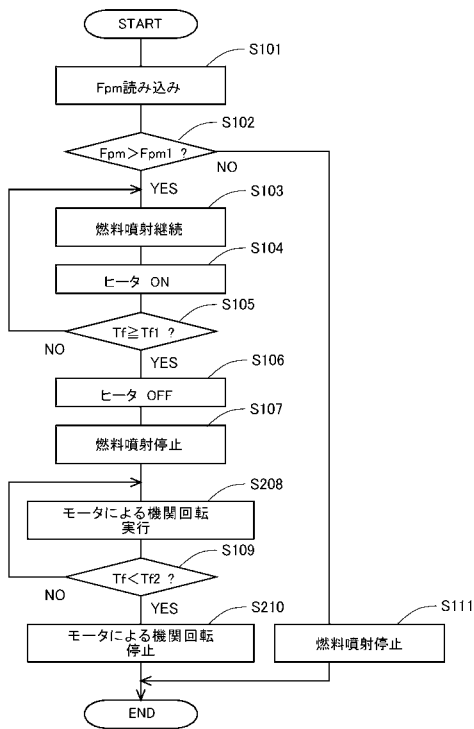
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 B 0 1 D 53/94 4 0 0
 B 0 1 D 46/42 B

(74)代理人 100176201

弁理士 小久保 篤史

(72)発明者 大塚 孝之

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 角岡 卓

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) 3G190 AA02 AA03 AA12 AA13 BA14 BA22 CA03 CB13 CB18 CB23
 CB24 DA25 DA32 DB05 DB12 DB34 DC17 DD03 EA23 EA24
 4D048 AA14 AB01 AB07 AC06 BB02 BB14 BD01 BD04 CC32 CC38
 CC41 CC52 CC61 CD05 CD08 DA01 DA02 DA06 DA10 DA13
 DA20
 4D058 JA01 MA42 MA52 SA08
 4D148 AA14 AB01 AB07 AC06 BB02 BB14 BD01 BD04 CC32 CC38
 CC41 CC52 CC61 CD05 CD08 DA01 DA02 DA06 DA10 DA13
 DA20