

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3674557号
(P3674557)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int. Cl.⁷

F I

FO1N 3/02
BO1D 53/94
FO1N 3/08
FO1N 3/28
FO2D 29/02

FO1N 3/02 321A
FO1N 3/02 321H
FO1N 3/08 A
FO1N 3/28 301C
FO2D 29/02 ZHVD

請求項の数 8 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-267383 (P2001-267383)
(22) 出願日 平成13年9月4日(2001.9.4)
(65) 公開番号 特開2003-74325 (P2003-74325A)
(43) 公開日 平成15年3月12日(2003.3.12)
審査請求日 平成14年9月5日(2002.9.5)

(73) 特許権者 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 100077517
弁理士 石田 敬
(74) 代理人 100092624
弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人 100082898
弁理士 西山 雅也
(72) 発明者 村田 宏樹
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 末松 敏男
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気ガス浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパーティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパーティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了後において機関定常運転時に堆積微粒子の連続的酸化除去領域が機関の運転領域のうちの限定された一部の運転領域に形成され、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーとを具備し、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了後において機関の出力トルクが上記限定された一部の運転領域の出力トルクよりも低いときには機関の出力トルクが上記限定された一部の運転領域の出力トルクになるように機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために消費するようにした排気ガス浄化装置。

【請求項2】

機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了前には機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために消費する請求項1に記載の排気ガス浄化装置。

【請求項 3】

機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関始動時におけるパティキュレートフィルタの暖機完了後において機関定常運転時に堆積微粒子の連続酸化除去領域が機関の運転領域のうちの限定された一部の運転領域に形成され、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーとを具備し、機関始動時におけるパティキュレートフィルタの暖機完了後において機関の出力トルクが上記限定された一部の運転領域の出力トルクよりも高いときには機関の出力トルクが上記限定された一部の運転領域の出力トルクになるように機関の出力トルクを要求トルクに対して減少させると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充するようにした排気ガス浄化装置。

10

【請求項 4】

機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、パティキュレートフィルタの温度および機関からの排出微粒子量に基づいてパティキュレートフィルタ上の堆積微粒子量を算出する算出手段とを具備し、該算出手段により算出された堆積微粒子量が予め定められた許容量を越えたときにパティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低いときにはパティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度になるように機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために消費するようにした排気ガス浄化装置。

20

30

【請求項 5】

機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、パティキュレートフィルタの温度および機関からの排出微粒子量に基づいてパティキュレートフィルタ上の堆積微粒子量を算出する算出手段とを具備し、該算出手段により算出された堆積微粒子量が予め定められた許容量を越えたときに排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる排出微粒子量よりも多いときには排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量になるように機関の出力トルクを要求トルクに対して減少させると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充するようにした排気ガス浄化装置。

40

【請求項 6】

機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、該内燃機関が燃焼室内の不活性ガス量を増大

50

していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなって煤がほとんど発生しなくなる内燃機関からなり、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が多い第1の燃焼と、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない第2の燃焼とを選択的に切替える切替手段とを具備し、パティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低いときにバッテリーの充電量を表す充電量代表値が設定代表値よりも低いときには第2の燃焼のもとで機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために消費するようにした排気ガス浄化装置。

10

【請求項7】

充電量代表値が設定代表値を越えているときには第2の燃焼から第1の燃焼に切替えると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充するようにした請求項6に記載の排気ガス浄化装置。

【請求項8】

機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、該内燃機関が燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなって煤がほとんど発生しなくなる内燃機関からなり、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が多い第1の燃焼と、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない第2の燃焼とを選択的に切替える切替手段とを具備し、排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量よりも多いときには第2の燃焼のもとで機関の出力トルクを要求トルクに対して減少させると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充し、パティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低下したときには第2の燃焼から第1の燃焼に切替えると共に車両に対し要求トルクが付与されるように機関の出力トルクと要求トルクとのトルク差を電動装置によって調整するようにした排気ガス浄化装置。

20

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は排気ガス浄化装置に関する。

40

【0002】

【従来の技術】

車両の駆動力を内燃機関の出力トルクと電動機の出力トルクとで分担するようにした、いわゆるハイブリッド式動力発生装置を備えた車両において、機関始動時に機関排気通路内に配置された触媒を急速に暖機するために車両の駆動力として電動機を最大限に使用し、このとき車両の走行とは独立して内燃機関を運転すると共に触媒を暖機すべく空燃比を理論空燃比にしかつ点火時期を大巾に遅らせるようにした車両が公知である(87. The Cleanest Carへの挑戦、その2 テールパイプエミッションの低減、自動車技術会学術講演会前刷集No. 19-00, No. 20005/88 参照)。

【0003】

50

この車両で用いられている内燃機関はガソリンエンジンであり、従って排気ガス温が高いため触媒は一旦暖機されるとその後機関運転中は暖機された状態に維持される。従ってこの車両では機関始動時にのみ触媒を暖機するための特別な運転制御を行うようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで現在、本発明者等は機関排気通路内に配置したパーティキュレートフィルタ上において機関から排出された微粒子を連続的に酸化除去するようにした排気ガス浄化装置の開発を進めている。ところがこの排気ガス浄化装置ではパーティキュレートフィルタの暖機が完了した後であっても機関運転領域のうちの限られた一部の運転領域のみでしか微粒子の連続的な酸化除去作用が行われなことが判明したのである。

10

【0005】

従って、この排気ガス浄化装置ではパーティキュレートフィルタの暖機が完了した後であっても微粒子を連続的に酸化除去せしめるためには微粒子の酸化除去作用を連続して生じさせるための特別な運転制御を行うことが必要となる。

【0006】

本発明は、パーティキュレートフィルタの暖機が完了した後に一部の機関運転領域のみでしか微粒子の連続的な酸化除去作用が行われな場合であっても微粒子の酸化除去作用をできる限り連続して生じさせるようにした排気ガス浄化装置を提供することにある。

【0010】

20

【課題を解決するための手段】

従って1番目の発明では、機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパーティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパーティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了後において機関定常運転時に堆積微粒子の連続的酸化除去領域が機関の運転領域のうちの限定された一部の運転領域に形成され、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリとを具備し、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了後において機関の出力トルクが限定された一部の運転領域の出力トルクよりも低いときには機関の出力トルクが限定された一部の運転領域の出力トルクになるように機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために消費するようにしている。

30

【0011】

2番目の発明では1番目の発明において、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了前には機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために消費するようにしている。

【0012】

40

3番目の発明では、機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパーティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパーティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了後において機関定常運転時に堆積微粒子の連続的酸化除去領域が機関の運転領域のうちの限定された一部の運転領域に形成され、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリとを具備し、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタの暖機完了後において機関の出力

50

トルクが限定された一部の運転領域の出力トルクよりも高いときには機関の出力トルクが限定された一部の運転領域の出力トルクになるように機関の出力トルクを要求トルクに対して減少すると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充するようにしている。

【0013】

4番目の発明では、機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパーティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパーティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、パーティキュレートフィルタの温度および機関からの排出微粒子量に基づいてパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子量を算出する算出手段とを具備し、算出手段により算出された堆積微粒子量が予め定められた許容量を越えたときにパーティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低いときにはパーティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度になるように機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために消費するようにしている。

10

【0016】

5番目の発明では、機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパーティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパーティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、パーティキュレートフィルタの温度および機関からの排出微粒子量に基づいてパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子量を算出する算出手段とを具備し、算出手段により算出された堆積微粒子量が予め定められた許容量を越えたときに排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる排出微粒子量よりも多いときには排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量になるように機関の出力トルクを要求トルクに対して減少させると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充するようにしている。

20

30

【0021】

6番目の発明では、機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパーティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパーティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、内燃機関が燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなって煤がほとんど発生しなくなる内燃機関からなり、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が多い第1の燃焼と、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない第2の燃焼とを選択的に切替える切替手段とを具備し、パーティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低いときにバッテリーの充電量を表す充電量代表値が設定代表値よりも低いときには第2の燃焼のもとで機関の出力トルクを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクの増大分を電動装置による発電作用のために

40

50

消費するようにしている。

【0022】

7番目の発明では6番目の発明において、充電量代表値が設定代表値を越えているときには第2の燃焼から第1の燃焼に切換えると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充するようにしている。

【0023】

8番目の発明では、機関排気通路内に排気ガス中の微粒子を捕集するためのパーティキュレートフィルタを配置し、リーン空燃比のもとで継続的に燃焼が行われている際にパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を輝炎の発生を伴うことなく連続的に酸化除去可能であり、堆積微粒子の連続的酸化除去領域がパーティキュレートフィルタの温度および機関から排出される排出微粒子量によって定まる内燃機関において、内燃機関が燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなって煤がほとんど発生しなくなる内燃機関からなり、機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置と、電動装置に車両駆動用電力を供給しかつ電動装置による発電電力により充電されるバッテリーと、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が多い第1の燃焼と、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない第2の燃焼とを選択的に切換える切換手段とを具備し、排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量よりも多いときには第2の燃焼のもとで機関の出力トルクを要求トルクに対して減少させると共に出力トルクの減少分を電動装置による車両駆動力により補充し、パーティキュレートフィルタの温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低下したときには第2の燃焼から第1の燃焼に切換えると共に車両に対し要求トルクが付与されるように機関の出力トルクと要求トルクとのトルク差を電動装置によって調整するようにしている。

【0025】

【発明の実施の形態】

図1および図2は本発明を筒内噴射式圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示しているが本発明は筒内噴射式火花点火ガソリン機関にも適用することができる。

【0026】

図1および図2を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5は燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は吸気弁、8は吸気ポート、9は排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13およびインタークーラ14を介して過給機、例えば排気ターボチャージャ15のコンプレッサ16aの出口部に連結される。コンプレッサ16aの入口部は吸気ダクト17およびエアフローメータ18を介してエアクリーナ19に連結され、吸気ダクト17内にはステップモータ20により駆動されるスロットル弁21が配置される。

【0027】

一方、排気ポート10は排気マニホールド22を介して排気ターボチャージャ15の排気タービン16bの入口部に連結され、排気タービン16bの出口部は排気管23を介してパーティキュレートフィルタ24を内蔵したケーシング25に連結される。ケーシング25下流の排気管26とスロットル弁21下流の吸気ダクト17とは排気ガス再循環(以下、EGRと称す)通路27を介して互いに連結され、EGR通路27内にはステップモータ28により駆動されるEGR制御弁29が配置される。また、EGR通路27内にはEGR通路27内を流れるEGRガスを冷却するためのEGRクーラ30が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水がEGRクーラ30内に導びかれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。

【0028】

一方、燃料噴射弁6は燃料供給管31を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール32

10

20

30

40

50

に連結される。このコモンレール32内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ33から燃料が供給され、コモンレール32内に供給された燃料は各燃料供給管31を介して燃料噴射弁6に供給される。コモンレール32にはコモンレール32内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ34が取付けられ、燃料圧センサ34の出力信号に基づいてコモンレール32内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ33の吐出量が制御される。

【0029】

一方、図1に示される実施例では機関の出力軸に変速機35が連結され、変速機35の出力軸36に電気モータ37が連結される。この場合、変速機35としては、トルクコンバータを具えた通常の有段自動変速機、手動変速機、或いはクラッチを具えた手動変速機におけるクラッチ操作および変速操作を自動的に行うようにした形式の有段自動変速機等を用いることができる。

10

【0030】

また、変速機35の出力軸36に連結された電気モータ37は機関による車両駆動力とは別個に車両駆動力を発生可能でかつ機関により発電可能な電動装置を構成している。図1に示される実施例ではこの電気モータ37は変速機35の出力軸36上に取付けられかつ外周面に複数個の永久磁石を取付けたロータ38と、回転磁界を形成する励磁コイルを巻設したステータ39とを具備した交流同期電動機からなる。ステータ39の励磁コイルはモータ駆動制御回路40に接続され、このモータ駆動制御回路40は直流高電圧を発生するバッテリー41に接続される。

【0031】

20

電子制御ユニット50はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス51によって互いに接続されたROM(リードオンリメモリ)52、RAM(ランダムアクセスメモリ)53、CPU(マイクロプロセッサ)54、入力ポート55および出力ポート56を具備する。エアフローメータ18および燃料圧センサ34の出力信号は夫々対応するAD変換器57を介して入力ポート55に入力される。パティキュレートフィルタ24を内臓したケーシング25にはパティキュレートフィルタ24の温度を検出するための温度センサ43が取付けられ、この温度センサ43の出力信号は対応するAD変換器57を介して入力ポート55に入力される。なお、このような温度センサ43を設けることなく、機関の運転状態とパティキュレートフィルタ24の温度との関係を示すモデルを用いてパティキュレートフィルタ24の温度を推定することもできる。また、入力ポート55には変速機35

30

【0032】

一方、アクセルペダル44にはアクセルペダル44の踏込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ45が接続され、負荷センサ45の出力電圧は対応するAD変換器57を介して入力ポート55に入力される。更に入力ポート55にはクランクシャフトが例えば10°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ46が接続される。一方、パティキュレートフィルタ24を内臓したケーシング25の入口部には排気ガス中に炭化水素、例えば燃料を供給するための炭化水素供給弁42が配置され、出力ポート56は対応する駆動回路58を介して燃料噴射弁6、ステップモータ20、EGR制御弁28、燃料ポンプ33、変速機35、モータ駆動制御回路40および炭化水素供給弁42に接続される。

40

【0033】

電気モータ37のステータ39の励磁コイルへの電力の供給は通常停止せしめられており、このときロータ38は変速機37の出力軸36と共に回転している。一方、電気モータ37を駆動せしめるときにはバッテリー41の直流高電圧がモータ駆動制御回路40において周波数が f_m で電流値が I_m の三相交流に変換され、この三相交流がステータ39の励磁コイルに供給される。この周波数 f_m は励磁コイルにより発生する回転磁界をロータ38の回転に同期して回転させるのに必要な周波数であり、この周波数 f_m は出力軸36の回転数に基づいてCPU54で算出される。モータ駆動制御回路40ではこの周波数 f_m が三相交流の周波数とされる。

50

【0034】

一方、電気モータ37の出力トルクは三相交流の電流値 I_m にほぼ比例する。この電流値 I_m は電気モータ37の要求出力トルクに基づきCPU54において算出され、モータ駆動制御回路40ではこの電流値 I_m が三相交流の電流値とされる。

【0035】

また、外力により電気モータ37を駆動する状態にすると電気モータ37は発電機として作動し、このとき発生した電力がバッテリー41に回生される。外力により電気モータ37を駆動すべきか否かはCPU54において判断され、外力により電気モータ37を駆動すべきであると判別されたときにはモータ制御回路40により電気モータ37に発生した電力がバッテリー41に回生されるように制御される。

10

【0036】

図3に圧縮着火式内燃機関の別の実施例を示す。この実施例では機関の出力軸47に電気モータ37が連結され、電気モータ37の出力軸に変速機35が連結される。この実施例では電気モータ37のロータ38は機関の出力軸47上に取付けられており、従ってロータ38は常時機関の出力軸47と共に回転する。また、この実施例においても変速機35としては、トルクコンバータを具えた通常の有段自動変速機、手動変速機、或いはクラッチを具えた手動変速機におけるクラッチ操作および変速操作を自動的に行うようにした形式の有段自動変速機等を用いることができる。

【0037】

次に図1および図3においてケーシング25内に収容されているパーティキュレートフィルタ24の構造について図4を参照しつつ説明する。なお、図4において(A)はパーティキュレートフィルタ24の正面図を示しており、(B)はパーティキュレートフィルタ24の側面断面図を示している。図4(A)および(B)に示されるようにパーティキュレートフィルタ24はハニカム構造をなしており、互いに平行をなして延びる複数個の排気流通路60, 61を具備する。これら排気流通路は下流端が栓62により閉塞された排気ガス流入通路60と、上流端が栓63により閉塞された排気ガス流出通路61とにより構成される。なお、図4(A)においてハッチングを付した部分は栓63を示している。従って排気ガス流入通路60および排気ガス流出通路61は薄肉の隔壁64を介して交互に配置される。云い換えると排気ガス流入通路60および排気ガス流出通路61は各排気ガス流入通路60が4つの排気ガス流出通路61によって包囲され、各排気ガス流出通路61が4つの排気ガス流入通路60によって包囲されるように配置される。

20

30

【0038】

パーティキュレートフィルタ24は例えばコーザイトのような多孔質材料から形成されており、従って排気ガス流入通路60内に流入した排気ガスは図4(B)において矢印で示されるように周囲の隔壁64内を通過して隣接する排気ガス流出通路61内に流出する。なお、本発明による実施例では各排気ガス流入通路60および各排気ガス流出通路61の周壁面、即ち各隔壁64の両側表面上および隔壁64内の細孔内壁面上には例えばアルミナからなる担体の層が形成されており、この担体上に白金Pt等の貴金属触媒が担持されている。

【0039】

燃焼室5内においては主にカーボンCからなる微粒子が生成され、従って排気ガス中にはこれら微粒子が含まれている。排気ガス中に含まれているこれら微粒子は排気ガスがパーティキュレートフィルタ24の排気ガス流入通路60内を流れているときに、或いは排気ガス流入通路60から排気ガス流出通路61に向かうときにパーティキュレートフィルタ24上に捕集される。パーティキュレートフィルタ24の温度が高くかつ排気ガス中の微粒子量がそれほど多くないときにはパーティキュレートフィルタ24上に捕集された微粒子は数分から数10分程度でもって輝炎を発することなく酸化除去せしめられる。一方、このように微粒子が酸化せしめられている間に他の微粒子が次から次へとパーティキュレートフィルタ24に付着する。従って実際にはパーティキュレートフィルタ24上には或る程度の量の微粒子が常時堆積しており、この堆積している微粒子のうちの一部の微粒子が酸化除去せ

40

50

しめられることになる。このようにしてパーティキュレートフィルタ 24 上に付着した微粒子が輝炎を発生することなく連続燃焼せしめられる。

【0040】

パーティキュレートフィルタ 24 上に多量の微粒子が堆積すると堆積した微粒子は次第に酸化されにくいカーボン質に変質し、変質した微粒子は酸化除去されることなく堆積し続ける。この場合でもパーティキュレートフィルタ 24 を高温にすれば堆積した微粒子は火炎を伴って燃焼し、このときパーティキュレートフィルタ 24 の表面は赤熱する。

【0041】

これに対して本発明では微粒子は上述したように輝炎を発生することなく酸化せしめられ、このときパーティキュレートフィルタ 24 の表面が赤熱することもない。即ち、言い換えると本発明ではかなり低い温度でもって微粒子が酸化除去せしめられている。従って本発明におけるこの輝炎を発生しない微粒子の酸化による微粒子除去作用は火炎を伴う燃焼による微粒子除去作用と全く異なっている。

10

【0042】

ところで貴金属触媒はパーティキュレートフィルタ 24 の温度が高くなるほど活性化するので微粒子はパーティキュレートフィルタ 24 の温度が高くなるほど酸化除去されやすくなる。また当然のことながら微粒子は微粒子自身の温度が高いほど酸化除去されやすくなる。従ってパーティキュレートフィルタ 24 上において単位時間当りに輝炎を発生することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量はパーティキュレートフィルタ 24 の温度が高くなるほど増大する。

20

【0043】

図 5 における実線 GG はパーティキュレートフィルタ 24 上における微粒子の酸化速度、即ち例えば 1 分間当りに輝炎を発生することなく酸化除去可能な微粒子量 (g/min) とパーティキュレートフィルタ 24 の温度 TF との関係を示している。即ち、図 5 に示す曲線 GG はパーティキュレートフィルタ 24 に流入する微粒子量、即ち機関から排出される排出微粒子量が酸化除去可能な微粒子量に一致しているバランス点を示している。この曲線 GG 上では排出微粒子量と酸化除去される微粒子量が等しいのでパーティキュレートフィルタ 24 上の堆積微粒子量は一定に維持される。一方、図 5 の領域 I では排出微粒子量が酸化除去可能な微粒子量よりも少なく、従ってこの領域 I の状態が継続すると堆積微粒子量は次第に少なくなる。これに対し図 5 の領域 II では排出微粒子量が酸化除去可能な微粒子量よりも多く、従って全ての排出微粒子を酸化しえなくなるのでこの領域 II の状態が継続すると堆積微粒子量は次第に増大する。この場合、堆積した微粒子は堆積してからの時間が経過するにつれて次第に酸化されにくいカーボン質に変質し、従って領域 II の状態が継続すると堆積した微粒子は次第に酸化しづらくなる。

30

【0044】

このように、本発明によるパーティキュレートフィルタ 24 を用いると排出微粒子量と酸化除去可能な微粒子量が等しいとき (図 5 の曲線 GG 上) および排出微粒子が酸化除去可能な微粒子量よりも少ないとき (図 5 の領域 I) にはパーティキュレートフィルタ 24 上に堆積した微粒子は順次酸化除去せしめられる。即ち、堆積微粒子は連続酸化せしめられる。これに対して排出微粒子量が酸化除去可能な微粒子量よりも多いとき (図 5 の領域 II) でも一部の堆積微粒子は連続酸化せしめられるが一部の堆積微粒子は酸化されることなく堆積し、従って排出微粒子量が酸化微粒子量よりも多い状態が継続すると堆積微粒子量は次第に増大する。このように領域 II においても一部の堆積微粒子は連続酸化せしめられるが本発明では全ての堆積微粒子が順次酸化除去せしめられる領域 I (実線 GG 上を含む) を堆積微粒子の連続的酸化除去領域と称している。

40

【0045】

この堆積微粒子の連続的酸化除去領域はパーティキュレートフィルタ 24 の温度 TF と排出微粒子量 G から定まり、図 5 においてパーティキュレートフィルタ 24 の温度 TF が 300 のときには排出微粒子量 G が G_1 か又は G_1 よりも少ないときには堆積微粒子の連続的酸化除去領域となり、パーティキュレートフィルタ 24 の温度 TF が 400 のときには排

50

出微粒子量 G が G_2 か又は G_2 よりも少ないときには堆積微粒子の連続的酸化除去領域となり、パーティキュレートフィルタ 24 の温度 T_F が 500 のときには排出微粒子量 G が G_3 か又は G_3 よりも少ないときには堆積微粒子の連続的酸化除去領域となる。

【0046】

一方、機関の始動後パーティキュレートフィルタ 24 の暖機が完了するまでの間はパーティキュレートフィルタ 24 の温度 T_F は徐々に上昇するがパーティキュレートフィルタ 24 の暖機が完了すればパーティキュレートフィルタ 24 の温度 T_F は機関の運転状態、即ち機関出力トルクと機関回転数に応じた温度となる。またこのとき排出微粒子量 G も機関の運転状態、即ち機関出力トルクと機関回転数に応じた量となる。図 6 は図 1 に示される内燃機関においてパーティキュレートフィルタ 24 の暖機が完了した後、定常運転が行われているときに機関出力トルク T_Q および機関回転数 N に応じて定まるパーティキュレートフィルタ 24 の温度 T_F と排出微粒子量 G とを示している。なお、図 6 にはパーティキュレートフィルタ 24 の温度 T_F の代表値として図 5 に示す 300、400、500 が示されており、排出微粒子量 G の代表値として図 5 に示す G_1 、 G_2 、 G_3 が示されている。

10

【0047】

図 6 において太い実線 GG は $T_F = 300$ と G_1 との交点、 $T_F = 400$ と G_2 との交点、 $T_F = 500$ と G_3 との交点を結んだ線、即ち図 5 に示す実線 GG に相当する線を示している。即ち、図 6 における太い実線 GG は排出微粒子量が酸化除去可能な微粒子量に一致しているバランス点を示しており、この太い実線 GG で囲まれた領域 I は排出微粒子量が酸化除去可能微粒子量よりも少ない図 5 の領域 I に相当しており、太い実線 GG の外側の領域 II は図 5 の領域 II に相当している。従って図 1 に示す内燃機関では図 6 において太い実線 GG 上およびこの実線 GG により囲まれた領域 I が連続的酸化除去領域となる。

20

【0048】

図 1 に示す内燃機関は排気ターボチャージャ 15 を具備しており、従って図 6 は排気ターボチャージャ 15 による過給作用が行われる場合を示している。これに対して図 7 は排気ターボチャージャによる過給作用が行われない場合のパーティキュレートフィルタ 24 の温度 T_F (300、400、500)、排出微粒子量 (G_1 、 G_2 、 G_3)、バランス点 GG 、領域 I および領域 II を示している。排気ターボチャージャによる過給作用が行われると空気量が増大するために排出微粒子量 G は減少し、パーティキュレートフィルタ 24 の温度 T_F が低くなる。従って図 6 と図 7 とを比較するとわかるように排気ターボチャージャによる過給作用が行われる場合には実質的に過給作用の行われる機関中速中高負荷運転時において図 6 に示す場合の方が図 7 に示す場合に比べて同一のパーティキュレートフィルタ温を示す線および同一の排出微粒子量を示す線は高出力トルク T_Q 側となる。

30

【0049】

図 6 および図 7 に示されるように図 6 および図 7 のいずれに示す場合であってもパーティキュレートフィルタ 24 の暖機完了後における定常運転時には堆積微粒子の連続的酸化除去領域 GG および I は機関運転領域のうちの一部の運転領域に形成される。図 6 および図 7 において連続的酸化除去領域 GG および I よりも低出力トルク T_Q 側ではパーティキュレートフィルタ 24 が活性化していないか、或いは活性化していたとしても排出微粒子量が酸化除去可能な微粒子量よりも多いために領域 II となる。一方、図 6 および図 7 において連続的酸化除去領域 GG および I よりも高出力トルク T_Q 側では、即ち全負荷又は高負荷運転領域ではパーティキュレートフィルタ 24 は活性化しているがスモーク限界付近となるために排出微粒子量が酸化除去可能な微粒子量よりも多くなり、斯くして領域 II となる。

40

【0050】

さて、機関始動時におけるパーティキュレートフィルタ 24 の暖機完了後においては機関の運転状態が連続的酸化除去領域 GG および I 内に維持されている限りパーティキュレートフィルタ 24 上の全ての堆積微粒子は順次酸化除去せしめられ、このとき図 5 から図 7 において X 又は Y で示すように機関の運転状態が連続的酸化除去領域 GG および I 内にはないときには全ての堆積微粒子を順次酸化除去せしめることができなくなる。そこで本発明では

50

全ての堆積微粒子を順次酸化除去させるために機関の運転状態が図5から図7のX又はYで示すように連続的酸化除去領域GGおよびI内には電気モータ37に発電作用を行わせるか、或いは電気モータ37に車両駆動力を発生させることによって機関の運転状態を図5から図7の矢印に示すように変更し、それによって機関を連続的酸化除去領域GGおよびI内で運転させるようにしている。

【0051】

なお、電気モータ37に発電作用を行わせた場合には発電電力はバッテリー41に充電され、バッテリー41に充電された電力を放電することによって電気モータ37に車両駆動力が発生せしめられる。即ち、電気モータ37に発電作用を行わせるか、或いは電気モータ37に車両駆動力を発生させるときにはバッテリー41の充放電作用が行われる。このバッテリー41の充放電作用はバッテリー41の充電量を表わす代表値SOCを考慮して行われ、この充電量代表値SOCとしてはバッテリー容量、即ち最大充電エネルギー量に対する実際の充電エネルギー量の比、又は実際の充電量そのものが用いられる。即ち、バッテリー41の充電量代表値SOCが過充電となる上限値を越えるとバッテリー41の充電作用は禁止され、バッテリー41の充電量代表値SOCが十分な放電電流を供給しうる下限値よりも低下するとバッテリー41の放電作用は禁止される。

10

【0052】

本発明による実施例では図1において破線で示すように充電電流、放電電流およびバッテリー41の電圧を示す信号がモータ駆動制御回路40から入力ポート55に入力され、図8に示すルーチンにおいてバッテリー容量に対する実際の充電エネルギー量の比を表す充電量代表値SOCが算出される。即ち、図8を参照すると充放電電流値およびバッテリー41の電圧に基づいてバッテリー41から単位時間当りに持出される電力P又は単位時間当りにバッテリー41に受入れられる電力Pが算出される。次いでステップ101ではこの電力Pをバッテリー容量により除算した結果がSOCとされ、次いでステップ102ではこのSOCをSOCに加算することによって充電量代表値SOCが算出される。なお、この充電量代表値SOCを算出する際にバッテリー41の温度を考慮するとバッテリー容量に対する実際の充電エネルギー量の比をより正確に表す充電量代表値SOCを得ることができる。

20

【0053】

次に本発明による各実施例について順次説明する。

【0054】

本発明による第1実施例では、機関始動時におけるパティキュレートフィルタ24の暖機完了前には機関の出力トルクTQを要求トルクに対して増大し、出力トルクTQの増大分を電気モータ37による発電作用のために消費するようにしている。即ち、パティキュレートフィルタ24の暖機完了前には機関の出力トルクTQが増大され、それによってパティキュレートフィルタ24が急速に暖機せしめられる。一方、このとき車両に対しては要求トルクが加わるように出力トルクTQの増大分が電気モータ37による発電作用のために消費され、このときの発電電力によってバッテリー41が充電される。

30

【0055】

また、この第1実施例では、機関始動時におけるパティキュレートフィルタ24の暖機完了後においてはパティキュレートフィルタ24の温度TFが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低下したとき、即ち図6および図7においてXで示されるようにパティキュレートフィルタ24の温度TFが排出微粒子量Gから定まるバランス点GG上の温度よりも低下したときにはパティキュレートフィルタ24の温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度になるように、即ち機関の運転状態が図6および図7に示される連続的酸化除去領域GGおよびI内となるように機関の出力トルクTQを要求トルクに対して増大し、出力トルクの増大分を電気モータ37による発電作用のために消費するようにしている。

40

【0056】

即ち、パティキュレートフィルタ24の暖機完了後においてパティキュレートフィルタ24の温度TFが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低下したときには全ての

50

堆積微粒子が順次酸化除去せしめられるように機関の出力トルク TQ が増大せしめられる。一方、このとき車両に対しては要求トルクが加わるように出力トルク TQ の増大分が電気モータ 37 による発電作用のために消費され、このときの発電電力によってバッテリー 41 が充電される。

【0057】

更にこの第1実施例では、機関始動時におけるパティキュレートフィルタ 24 の暖機完了後においては排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる排出微粒子量が多いとき、即ち図 6 および図 7 において Y で示されるように排出微粒子量がパティキュレートフィルタ 24 の温度 TF から定まるバランス点 GG 上の排出微粒子量よりも多いときには排出微粒子量 G が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量になるように、即ち機関の運転状態が図 6 および図 7 に示される連続的酸化除去領域 GG および I 内となるように機関の出力トルク TQ を要求トルクに対して減少させ、出力トルク TQ の減少分を電動モータ 37 による車両駆動力により補充するようにしている。

10

【0058】

即ち、パティキュレートフィルタ 24 の暖機完了後において排出微粒子量が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる排出量よりも多いときには全ての堆積微粒子が順次酸化除去せしめられるように機関の出力トルク TQ が減少せしめられる。一方、このとき車両に対しては要求トルクが加わるように出力トルク TQ の減少分が電気モータ 37 による車両駆動力により補充され、このときバッテリー 41 は放電される。

【0059】

図 9 はこの第1実施例を実行するための連続的酸化処理ルーチンを示している。

20

【0060】

図 9 を参照するとまず初めにステップ 200 において機関始動時におけるパティキュレートフィルタ 24 の暖機が完了したか否かが判別される。パティキュレートフィルタ 24 の暖機が完了していないときにはステップ 201 において機関始動時におけるパティキュレートフィルタ 24 の暖機制御が行われる。

【0061】

この暖機制御は図 10 に示されている。図 10 を参照するとステップ 210 ではバッテリー 41 の充電量代表値 SOC が過充電となる上限値 SOC_H を越えたか否かが判別される。 $SOC < SOC_H$ のときにはステップ 211 に進んでパティキュレートフィルタ 24 を急速に暖機するために要求トルクに対し機関出力トルク TQ が増大せしめられる。次いでステップ 212 では出力トルク TQ の増大分が電気モータ 37 による発電作用により消費されるようにモータ制御回路 40 が作動せしめられ、このときの発電電力によってバッテリー 41 の充電作用が行われる。これに対して $SOC > SOC_H$ のときには機関出力トルク TQ の増大作用は行われず、電気モータ 37 による発電作用も行われない。

30

【0062】

一方、図 9 のステップ 200 においてパティキュレートフィルタ 24 の暖機が完了したと判断されたときにはステップ 202 に進んで機関低負荷運転時であるか否かが判別される。機関低負荷運転時のときにはステップ 203 に進んで温度センサ 43 により検出されたパティキュレートフィルタ 24 の温度 TF が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度 T よりも低いか否かが判別される。 $TF < T$ のときにはステップ 204 に進んで昇温制御が行われる。

40

【0063】

この昇温制御は図 11 に示されている。図 11 を参照するとステップ 220 ではバッテリー 41 の充電量代表値 SOC が過充電となる上限値 SOC_H を越えたか否かが判別される。 $SOC < SOC_H$ のときにはステップ 221 に進んで機関の運転状態が図 5 から図 7 に示す連続的酸化除去領域 GG および I となるように要求トルクに対して機関出力トルク TQ が増大せしめられる。次いでステップ 222 では出力トルク TQ の増大分が電気モータ 37 による発電作用により消費されるようにモータ制御回路 40 が作動せしめられ、このときの発電電力によってバッテリー 41 の充電作用が行われる。これに対して $SOC > SOC$

50

Hのときには機関出力トルクTQの増大作用は行われず、電気モータ37による発電作用も行われない。

【0064】

一方、図9のステップ202において低負荷運転時でないとは判断されたときにはステップ205に進んで高負荷運転時であるか否かが判別される。高負荷運転時であるときにはステップ206に進んで排出微粒子量Gが酸化除去可能微粒子量G₀よりも多いか否かが判別される。G > G₀のときにはステップ207に進んで図5から図7に示す連続的酸化除去領域GGおよびIとなるように要求トルクに対して機関出力トルクTQが減少せしめられる。次いでステップ208では出力トルクTQの減少分が電気モータ37による車両駆動力に一致するようにモータ制御回路40が作動せしめられ、このときバッテリー41は放電作用が行われる。

10

【0065】

次に本発明による第2実施例について説明する。

【0066】

図6および図7を参照しながら既に説明したように、機関始動後におけるパティキュレートフィルタ24の暖機完了後において機関定常運転時に堆積微粒子の連続的酸化除去領域GGおよびIが機関の運転領域のうちの限定された一部の運転領域に形成される。そこでこの第2実施例では、機関始動時におけるパティキュレートフィルタ24の暖機完了後において機関の出力トルクTQが図6および図7においてXで示されるようにこの限定された一部の運転領域の出力トルクよりも低いときには機関の出力トルクTQが限定された一部の運転領域の出力トルクになるように機関の出力トルクTQを要求トルクに対して増大し、出力トルクTQの増大分を電気モータ37による発電作用のために消費するようにしている。

20

【0067】

即ち、パティキュレートフィルタ24の暖機完了後において機関出力トルクTQが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる機関出力トルクよりも低下したときには全ての堆積微粒子が順次酸化除去せしめられるように機関の出力トルクTQが増大せしめられる。一方、このとき車両に対しては要求トルクが加わるように出力トルクTQの増大分が電気モータ37による発電作用のために消費され、このときの発電電力によってバッテリー41が充電される。

30

【0068】

また、この第2実施例では、機関始動時におけるパティキュレートフィルタ24の暖機完了後において機関の出力トルクTQが図6および図7においてYで示されるように上述の限定された一部の運転領域の出力トルクよりも高いときには機関の出力トルクTQが上述の限定された一部の運転領域の出力トルクになるように機関の出力トルクTQを要求トルクに対して減少させ、出力トルクTQの減少分を電動モータ37による車両駆動力により補充するようにしている。

【0069】

即ち、パティキュレートフィルタ24の暖機完了後において機関出力トルクTQが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる機関出力トルクよりも高いときには全ての堆積微粒子が順次酸化除去せしめられるように機関の出力トルクTQが減少せしめられる。一方、このとき車両に対しては要求トルクが加わるように出力トルクTQの減少分が電気モータ37による車両駆動力により補充され、このときバッテリー41は放電される。

40

【0070】

更にこの第2実施例においても、機関始動時におけるパティキュレートフィルタ24の暖機完了前には機関の出力トルクTQが増大せしめられ、それによってパティキュレートフィルタ24が急速に暖機せしめられる。

【0071】

図12はこの第1実施例を実行するための連続酸化処理ルーチンを示している。

【0072】

50

図12を参照するとまず初めにステップ300において機関始動時におけるパーティキュレートフィルタ24の暖機が完了したか否かが判別される。パーティキュレートフィルタ24の暖機が完了していないときにはステップ301に進み、図10に示される暖機制御ルーチンによって機関始動時におけるパーティキュレートフィルタ24の暖機制御が行われる。

【0073】

これに対しステップ300においてパーティキュレートフィルタ24の暖機が完了したと判断されたときにはステップ302に進んで機関出力トルクTQが図6および図7に示す連続的酸化除去領域内の出力トルクTQ₀よりも低いか否かが判別される。機関出力トルクTQが図6および図7に示す連続的酸化除去領域内の出力トルクTQ₀よりも低いときにはステップ303に進んで図11に示される昇温制御が行われる。

10

【0074】

一方、ステップ302において機関出力トルクTQが図6および図7に示す連続的酸化除去領域内の出力トルクTQ₀よりも低くないと判別されたときにはステップ304に進んで機関出力トルクTQが図6および図7に示す連続的酸化除去領域内の出力トルクTQ₀よりも高いか否かが判別される。機関出力トルクTQが図6および図7に示す連続的酸化除去領域内の出力トルクTQ₀よりも高いときにはステップ305に進んで図6および図7に示す連続的酸化除去領域GGおよびIとなるように要求トルクに対して機関出力トルクTQが減少せしめられる。次いでステップ306では出力トルクTQの減少分が電気モータ37による車両駆動力となるようにモータ制御回路40が作動せしめられ、このときバッテリー41は放電作用が行われる。

20

【0075】

次に本発明による第3実施例について説明する。

【0076】

この第3実施例では、パーティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子量を推定する推定手段を具備しており、この推定手段によってパーティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子量が予め定められた許容量を越えたときと推定されたときにパーティキュレートフィルタ24の温度TFが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低いとき、即ち図6および図7においてXで示されるようにパーティキュレートフィルタ24の温度TFが排出微粒子量Gから定まるバランス点GG上の温度よりも低いときにはパーティキュレートフィルタ24の温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度になるように、即ち機関の運転状態が図6および図7に示される連続的酸化除去領域GGおよびI内となるように機関の出力トルクTQを要求トルクに対して増大し、出力トルクの増大分を電動モータ37による発電作用のために消費するようにしている。

30

【0077】

また、この第3実施例では、上述の推定手段によってパーティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子量が予め定められた許容量を越えたときと推定されたときに図6および図7においてYで示されるように排出微粒子量がパーティキュレートフィルタ24の温度TFから定まるバランス点GG上の排出微粒子量よりも多いときには排出微粒子量Gが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量になるように、即ち機関の運転状態が図6および図7に示される連続的酸化除去領域GGおよびI内となるように機関の出力トルクTQを要求トルクに対して減少させ、出力トルクTQの減少分を電動モータ37による車両駆動力により補充するようにしている。

40

【0078】

このようにこの第3実施例ではパーティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子量を推定し、この推定された堆積微粒子量に基づいて機関出力トルクTQを増大又は減少するようにしている。この場合、パーティキュレートフィルタ24における圧損を検出するための検出手段を設けてこの圧損が設定値を越えたときにパーティキュレートフィルタ上の堆積微粒子量が許容量を越えたときと推定することもできるし、パーティキュレートフィルタ24の温度および排出微粒子量Gに基づいてパーティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子量を算出する算出手段を設けて算出手段により算出された堆積微粒子量が許容量を越えたときにパテ

50

ィキュレートフィルタ上の堆積微粒子量が許容値を越えたと推定することもできる。

【 0 0 7 9 】

なお、パティキュレートフィルタ 2 4 における圧損を検出するための検出手段としては、図 1 3 に示すようなパティキュレートフィルタ 2 4 の上流側排気ガス圧と下流側排気ガス圧との圧力差を検出しうる圧力センサ 4 8 を用いることができる。また、このような圧力センサ 4 8 を用いて圧損を検出する代わりに、パティキュレートフィルタ 2 4 の上流側のみの圧力を検出し、この圧力から圧損を検出することもできる。また、E G R ガスの取り出し口をパティキュレートフィルタ 2 4 の上流側に設けた場合には、圧損が増大すると E G R 制御弁 2 9 の開度が同一であれば E G R ガス量が増大し、このとき吸入空気量が変化しないように E G R 制御弁 2 9 を制御すると E G R 制御弁 2 9 の開度が減少せしめられる。従って、E G R ガス量の変化或いは E G R 制御弁 2 9 の開度の変化から圧損を検出することもできる。本発明において圧損を検出することはこれら種々の方法によって圧損を検出する場合を含んでいる。

10

【 0 0 8 0 】

図 1 4 および図 1 5 は、パティキュレートフィルタ 2 4 の圧損を検出し、検出された圧損に基づいて堆積微粒子の連続酸化処理を行うようにした場合の連続酸化処理ルーチンを示している。

【 0 0 8 1 】

図 1 4 および図 1 5 を参照するとまず初めにステップ 4 0 0 において機関始動時におけるパティキュレートフィルタ 2 4 の暖機が完了したか否かが判別される。パティキュレートフィルタ 2 4 の暖機が完了していないときにはステップ 4 0 1 に進み、図 1 0 に示される機関始動時におけるパティキュレートフィルタ 2 4 の暖機制御が行われる。

20

【 0 0 8 2 】

これに対し、ステップ 4 0 0 においてパティキュレートフィルタ 2 4 の暖機が完了したと判断されたときにはステップ 4 0 2 に進んで昇温フラグがセットされているか否かが判別される。通常、昇温フラグはリセットされているのでステップ 4 0 3 に進み、トルク減少フラグがセットされているか否かが判別される。通常、トルク減少フラグはリセットされているのでステップ 4 0 4 に進み、圧力センサ 4 8 により検出されたパティキュレートフィルタ 2 4 における圧損 P D が設定値 M A X を越えたか否かが判別される。P D M A X のときには処理サイクルを完了する。

30

【 0 0 8 3 】

これに対して P D > M A X になるとステップ 4 0 5 に進んで温度センサ 4 3 により検出されたパティキュレートフィルタ 2 4 の温度 T F が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度 T₀ よりも低いか否かが判別される。T F < T₀ のときにはステップ 4 0 6 に進んで昇温フラグがセットされ、次いでステップ 4 0 7 に進む。一旦昇温フラグがセットされると次の処理サイクルではステップ 4 0 2 からステップ 4 0 7 にジャンプする。

【 0 0 8 4 】

ステップ 4 0 7 では図 1 1 に示される昇温制御が行われる。即ち、機関の運転状態が図 6 および図 7 に示す連続的酸化除去領域 G G および I となるように要求トルクに対して機関出力トルク T Q が増大せしめられる。更に、このとき出力トルク T Q の増大分が電気モータ 3 7 による発電作用により消費されるようにモータ制御回路 4 0 が作動せしめられ、このときの発電電力によってバッテリー 4 1 の充電作用が行われる。次いでステップ 4 1 2 に進む。

40

【 0 0 8 5 】

一方、ステップ 4 0 5 において T F T₀ であると判別されたときにはステップ 4 0 8 に進んで高負荷運転時であるか否かが判別される。高負荷運転時であるときにはステップ 4 0 9 に進んでトルク減少フラグがセットされ、次いでステップ 4 1 0 に進む。一旦、トルク減少フラグがセットされると次の処理サイクルではステップ 4 0 3 からステップ 4 1 0 にジャンプする。

【 0 0 8 6 】

50

ステップ410では図6および図7に示す連続的酸化除去領域GGおよびIとなるように要求トルクに対して機関出力トルクTQが減少せしめられる。次いでステップ411では出力トルクTQの減少分が電気モータ37による車両駆動力となるようにモータ制御回路40が作動せしめられ、このときバッテリー41は放電作用が行われる。次いでステップ412に進む。

【0087】

ステップ412では圧損PDが下限値MINよりも低くなったか否かが判別される。PD < MINになるとステップ413に進んで昇温作用、出力トルクの減少、放電作用が停止され、次いでステップ414において昇温フラグおよびトルク減少フラグがリセットされる。

10

【0088】

図16および17は、パティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子量を算出し、算出された堆積微粒子量に基づいて堆積微粒子の連続酸化処理を行うようにした場合の連続酸化処理ルーチンを示している。

【0089】

図16および図17を参照するとまず初めにステップ500において次式に基づいて堆積微粒子量QGが算出される。

【0090】

$$Q_G = Q_R + G - G_G$$

ここでQRは前回の処理サイクルにおいて算出された堆積微粒子、即ち残留堆積微粒子量を示しており、Gは排出微粒子量を示しており、GGは酸化除去可能微粒子量を示している。この場合、排出微粒子量Gは機関運転状態の関数として予め記憶されており、酸化除去可能微粒子量GGは図5の実線GGで示されるようにパティキュレートフィルタ24の温度TFの関数となる。堆積する微粒子量は残留堆積微粒子量QRと排出微粒子量Gとの和で表され、一方酸化除去される微粒子量はGGで表されるので堆積微粒子量QGは上式の如く表されることになる。

20

【0091】

堆積微粒子量QGが算出されるとステップ501に進んでQGがQRとされ、次いでステップ502に進む。ステップ502では機関始動時におけるパティキュレートフィルタ24の暖機が完了したか否かが判別される。パティキュレートフィルタ24の暖機が完了していないときにはステップ503に進み、図10に示される機関始動時におけるパティキュレートフィルタ24の暖機制御が行われる。

30

【0092】

これに対し、ステップ502においてパティキュレートフィルタ24の暖機が完了したと判断されたときにはステップ504に進んで昇温フラグがセットされているか否かが判別される。通常、昇温フラグはリセットされているのでステップ505に進み、トルク減少フラグがセットされているか否かが判別される。通常、トルク減少フラグはリセットされているのでステップ506に進み、堆積微粒子量QGが許容量QG_{max}を越えたか否かが判別される。QG > QG_{max}のときには処理サイクルを完了する。

【0093】

これに対してQG > QG_{max}になるとステップ507に進んで温度センサ43により検出されたパティキュレートフィルタ24の温度TFが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度T₀よりも低いか否かが判別される。TF < T₀のときにはステップ508に進んで昇温フラグがセットされ、次いでステップ509に進む。一旦昇温フラグがセットされると次の処理サイクルではステップ504からステップ509にジャンプする。

40

【0094】

ステップ509では図11に示される昇温制御が行われる。即ち、機関の運転状態が図6および図7に示す連続的酸化除去領域GGおよびIとなるように要求トルクに対して機関出力トルクTQが増大せしめられる。更に、このとき、出力トルクTQの増大分が電気モータ37による発電作用により消費されるようにモータ制御回路40が作動せしめられ、

50

このときの発電電力によってバッテリー41の充電作用が行われる。次いでステップ514に進む。

【0095】

一方、ステップ507において $TF > T_0$ であると判別されたときにはステップ510に進んで高負荷運転時であるか否かが判別される。高負荷運転時であるときにはステップ511に進んでトルク減少フラグがセットされ、次いでステップ512に進む。一旦、トルク減少フラグがセットされると次の処理サイクルではステップ505からステップ512にジャンプする。

【0096】

ステップ512では図6および図7に示す連続的酸化除去領域GGおよびIとなるように要求トルクに対して機関出力トルクTQが減少せしめられる。次いでステップ513では出力トルクTQの減少分が電気モータ37による車両駆動力となるようにモータ制御回路40が作動せしめられ、このときバッテリー41は放電作用が行われる。次いでステップ514に進む。

10

【0097】

ステップ514では堆積微粒子量QGが酸化除去可能微粒子量GGよりも少なくなったか否かが判別される。QG < GGになるとステップ515に進んで昇温作用、出力トルクの減少、放電作用が停止され、次いでステップ516において昇温フラグおよびトルク減少フラグがリセットされる。

【0098】

次に本発明による第4実施例について説明する。この第4実施例では堆積微粒子を連続的に酸化除去するのに特に適している低温燃焼方法を用いており、従ってまず初めにこの低温燃焼方法について説明する。

20

【0099】

図1に示される内燃機関ではEGR率(EGRガス量/(EGRガス量+吸入空気量))を増大していくとスモークの発生量が次第に増大してピークに達し、更にEGR率を高めていくと今度はスモークの発生量が急激に低下する。このことについてEGRガスの冷却度合を変えたときのEGR率とスモークとの関係を示す図18を参照しつつ説明する。なお、図18において曲線AはEGRガスを強力に冷却してEGRガス温をほぼ90℃に維持した場合を示しており、曲線Bは小型の冷却装置でEGRガスを冷却した場合を示しており、曲線CはEGRガスを強制的に冷却していない場合を示している。

30

【0100】

図18の曲線Aで示されるようにEGRガスを強力に冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し低いところでスモークの発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ55パーセント以上にすればスモークがほとんど発生しなくなる。一方、図18の曲線Bで示されるようにEGRガスを少し冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し高いところでスモークの発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ65パーセント以上にすればスモークがほとんど発生しなくなる。また、図18の曲線Cで示されるようにEGRガスを強制的に冷却していない場合にはEGR率が55パーセントの付近でスモークの発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ70パーセント以上にすればスモークがほとんど発生しなくなる。

40

【0101】

このようにEGRガス率を55パーセント以上にするとスモークが発生しなくなるのは、EGRガスの吸熱作用によって燃焼時における燃料および周囲のガス温がさほど高くなり、即ち低温燃焼が行われ、その結果炭化水素が煤まで成長しないからである。

【0102】

この低温燃焼は、空燃比にかかわらずスモークの発生即ち、微粒子の排出を抑制しつつNO_xの発生量を低減することができるという特徴を有する。即ち、空燃比がリッチにされると燃料が過剰となるが燃焼温度が低い温度に抑制されているために過剰な燃料は煤まで成長せず、斯くしてほとんどスモークが発生しない。また、このときNO_xも極めて少量

50

しか発生しない。一方、平均空燃比がリーンするとき、或いは空燃比が理論空燃比のときでも燃焼温度が高くなれば少量の煤が発生されるが低温燃焼下では燃焼温度が低い温度に抑制されているためにスモークはほとんど発生せず、 NO_x も極めて少量しか発生しない。

【0103】

一方、この低温燃焼を行うと燃料およびその周囲のガス温は低くなるが排気ガス温は上昇する。このことについて図19(A)、(B)を参照しつつ説明する。

【0104】

図19(A)の実線は低温燃焼が行われたときの燃焼室5内の平均ガス温 T_g とクランク角との関係を示しており、図19(A)の破線は通常の燃焼が行われたときの燃焼室5内の平均ガス温 T_g とクランク角との関係を示している。また、図19(B)の実線は低温燃焼が行われたときの燃料およびその周囲のガス温 T_f とクランク角との関係を示しており、図19(B)の破線は通常の燃焼が行われたときの燃料およびその周囲のガス温 T_f とクランク角との関係を示している。

【0105】

低温燃焼が行われているときには通常の燃焼が行われているときに比べてEGRガス量が多く、従って図19(A)に示されるように圧縮上死点前は、即ち圧縮工程中は実線で示す低温燃焼時における平均ガス温 T_g のほうが破線で示す通常の燃焼時における平均ガス温 T_g よりも高くなっている。なお、このとき図19(B)に示されるように燃料およびその周囲のガス温 T_f は平均ガス温 T_g とほぼ同じ温度になっている。

【0106】

次いで圧縮上死点付近において燃焼が開始されるがこの場合、低温燃焼が行われているときには図19(B)の実線で示されるようにEGRガスの吸熱作用により燃料およびその周囲のガス温 T_f はさほど高くない。これに対して通常の燃焼が行われている場合には燃料周りに多量の酸素が存在するために図19(B)の破線で示されるように燃料およびその周囲のガス温 T_f は極めて高くなる。このように通常の燃焼が行われた場合には燃料およびその周囲のガス温 T_f は低温燃焼が行われている場合に比べてかなり高くなるが大部分を占めるそれ以外のガスの温度は低温燃焼が行われている場合に比べて通常の燃焼が行われている場合の方が低くなっており、従って図19(A)に示されるように圧縮上死点付近における燃焼室5内の平均ガス温 T_g は低温燃焼が行われている場合の方が通常の燃焼が行われている場合に比べて高くなる。その結果、図19(A)に示されるように燃焼が完了した後の燃焼室5内の既燃ガス温は低温燃焼が行われた場合の方が通常の燃焼が行われた場合に比べて高くなり、斯くして低温燃焼を行うと排気ガス温が高くなる。

【0107】

ただし、機関の要求トルク TQ が高くなると、即ち燃料噴射量が多くなると燃焼時における燃料および周囲のガス温が高くなるために低温燃焼を行うのが困難となる。即ち、低温燃焼を行いうるのは燃焼による発熱量が比較的少ない機関中低負荷運転時に限られる。図20において領域Iは煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室5の不活性ガス量が多い第1の燃焼、即ち低温燃焼を行わせることのできる運転領域を示しており、領域IIは煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない第2の燃焼、即ち通常の燃焼しか行わせることのできない運転領域を示している。

【0108】

図21は運転領域Iにおいて低温燃焼を行う場合の目標空燃比 A/F を示しており、図22は運転領域Iにおいて低温燃焼を行う場合の要求トルク TQ に応じたスロットル弁21の開度、EGR制御弁29の開度、EGR率、空燃比、噴射開始時期 S 、噴射完了時期 E 、噴射量を示している。なお、図22には運転領域IIにおいて行われる通常の燃焼時におけるスロットル弁21の開度等も合わせて示している。図21および図22から運転領域Iにおいて低温燃焼が行われているときにはEGR率が55パーセント以上とされ、空燃比 A/F が15.5から18程度のリーン空燃比とされることがわかる。

【0109】

パティキュレートフィルタ24による微粒子の酸化除去能力が低下するのは排気ガス温が

10

20

30

40

50

低くなる機関低負荷運転時である。ところが機関低負荷運転時に低温燃焼を行うと前述したように排気ガス温は上昇し、しかも未燃HC、COの排出量が增大するためにこれら未燃HC、COの酸化反応熱によってパーティキュレートフィルタ24の温度が上昇せしめられる。更に、このときにはスモークの発生量、即ち排出微粒子量が極めて少なくなり、斯くして機関低負荷運転時であってもパーティキュレートフィルタ24の全ての堆積微粒子を連続的に酸化除去することができることになる。これが堆積微粒子を連続的に酸化除去するのに低温燃焼が適している理由である。

【0110】

第4実施例ではこの低温燃焼を用いて堆積微粒子の連続酸化処理を行うようにしている。即ち、この第4実施例では煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室5内の不活性ガス量が多い第1の燃焼と、煤の発生量がピークとなる不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない第2の燃焼とを選択的に切替える切替手段を具備しており、パーティキュレートフィルタ24の暖機完了後においてパーティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子量が予め定められた許容量を越えたと推定されたときには第2の燃焼から第1の燃焼、即ち低温燃焼に切替えると共に車両に対し要求トルクが付与されるように機関の出力トルクと要求トルクとのトルク差を電動モータ37によって調整するようにしている。

10

【0111】

このように第2の燃焼から低温燃焼に切替えると排気ガス温は上昇し、排出微粒子量は減少するので全ての堆積微粒子を順次酸化除去できるようになる。また、前述したように低温燃焼を行うことができるのは中低負荷運転に限られるので第2の燃焼が行われている高負荷運転時に低温燃焼に切替える際には要求トルクに対して機関の出力トルクTQを減少させ、出力トルクTQの減少分が電気モータ37による車両駆動力によって補充される。一方、第2の燃焼が行われている中低負荷運転時に低温燃焼に切替える際には車両に対して要求トルクを付与するために機関出力トルクTQを減少させる場合と増大させる場合とがある。この場合、要求トルクに対して機関出力トルクTQを減少させるときには出力トルクTQの減少分が電気モータ37による車両駆動力によって補充され、要求トルクに対して機関出力トルクTQを増大させるときには出力トルクTQの増大分が電気モータ37による発電作用によって消費される。即ち、機関出力トルクTQと要求トルクとのトルク差が電気モータ37によって調整される。

20

【0112】

また、この第4実施例では機関始動時におけるパーティキュレートフィルタ24の暖機完了前には低温燃焼が行われ、このとき車両に対し要求トルクが付与されるように機関の出力トルクTQと要求トルクとのトルク差が電気モータ37によって調整される。

30

【0113】

図23はこの第4実施例を実行するための連続酸化処理ルーチンを示している。

【0114】

図23を参照するとまず初めにステップ600において機関始動時におけるパーティキュレートフィルタ24の暖機が完了したか否かが判別される。パーティキュレートフィルタ24の暖機が完了していないときにはステップ601に進んで低温燃焼が実行され、次いでステップ602ではバッテリー41の充放電作用が制御され、機関出力トルクTQと要求トルクとのトルク差が電気モータ37によって調整される。

40

【0115】

これに対し、ステップ600においてパーティキュレートフィルタ24の暖機が完了したと判断されたときにはステップ603に進んで実行フラグがセットされているか否かが判別される。通常、実行フラグはリセットされているのでステップ604に進み、圧力センサ48により検出されたパーティキュレートフィルタ24における圧損PDが設定値MAXを越えたか否かが判別される。PD > MAXのときには処理サイクルを完了する。

【0116】

これに対してPD > MAXになるとステップ605に進んで実行フラグがセットされ、次いでステップ606に進む。一旦実行フラグがセットされると次の処理サイクルではステ

50

ップ603からステップ606にジャンプする。ステップ606では低温燃焼が実行され、次いでステップ607ではバッテリー41の充放電作用が制御され、機関出力トルクTQと要求トルクとのトルク差が電気モータ37によって調整される。

【0117】

次いでステップ608では圧損PDが下限値MINよりも低くなったか否かが判別される。PD<MINになるとステップ609に進んで低温燃焼から第2の燃焼に切換えられ、次いでステップ610において実行フラグがリセットされる。

【0118】

次に本発明による第5実施例について説明する。

【0119】

パティキュレートフィルタ24の温度TFが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低いときには要求トルクに対して機関出力トルクTQを増大することによって全ての堆積微粒子を順次酸化除去させることができる。このときにはバッテリー41の充電作用が行われる。一方、このとき低温燃焼を行うことによっても全ての堆積微粒子を順次酸化除去させることができる。このときには通常電気モータ37により車両駆動力を補充することが必要であり、従ってこのときバッテリー41の放電作用が行われる。従って機関出力トルクTQの増大と低温燃焼とを交互に繰返すと機関出力トルクTQの増大時にバッテリー41に充電された電力を低温燃焼時に電気モータ37の駆動のために使用することができ、斯くしてバッテリー41の充電量代表値を許容範囲内に維持しつつ長時間に亘ってパティキュレートフィルタ24の昇温作用を行うことができる。

10

【0120】

そこでこの第5実施例では、パティキュレートフィルタ24の温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低いときにバッテリー41の充電量代表値が設定代表値よりも低いときには第2の燃焼のもとで機関出力トルクTQを要求トルクに対して増大すると共に出力トルクTQの増大分を電気モータ37による発電作用のために消費し、バッテリー41の充電量代表値が設定代表値を越えているときには第2の燃焼から第1の燃焼に切換えると共に出力トルクTQの減少分を電気モータ37による車両駆動力により補充するようにしている。

20

【0121】

また、排出微粒子量Gが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量よりも多いときには要求トルクに対して機関出力トルクTQを減少させることによって全ての堆積微粒子を順次酸化除去させることができる。しかしながらこの間にパティキュレートフィルタ24の温度TFが低下しすぎると全ての堆積微粒子を順次酸化除去しえなくなる。そこでこの第5実施例ではパティキュレートフィルタ24の温度TFが低下しすぎた場合には低温燃焼を行ってパティキュレートフィルタ24の温度TFを上昇させ、全ての堆積微粒子を順次酸化除去しうるようになったら低温燃焼から再び第2の燃焼に切換えて第2の燃焼のもとで要求トルクに対し機関出力トルクTQを減少させるようにしている。

30

【0122】

即ち、この第5実施例では、排出微粒子量Gが堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる量よりも多いときには第2の燃焼のもとで機関出力トルクTQを要求トルクに対して減少させると共に出力トルクTQの減少分を電気モータ37による車両駆動力により補充し、パティキュレートフィルタ24の温度が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度よりも低下したときには第2の燃焼から低温燃焼に切換えると共に車両に対し要求トルクが付与されるように機関出力トルクTQと要求トルクとのトルク差を電気モータ37によって調整するようにしている。

40

【0123】

図24および図25はこの第5実施例を実行するための堆積微粒子の連続酸化処理ルーチンを示している。

【0124】

図24および図25を参照すると、まず初めにステップ700において昇温フラグがセッ

50

トされているか否かが判別される。通常、昇温フラグはリセットされているのでステップ 701 に進み、トルク減少フラグがセットされているか否かが判別される。通常、トルク減少フラグはリセットされているのでステップ 702 に進み、圧力センサ 48 により検出されたパーティキュレートフィルタ 24 における圧損 PD が設定値 MAX を越えたか否かが判別される。PD MAX のときには処理サイクルを完了する。

【0125】

これに対して $PD > MAX$ になるとステップ 703 に進んで温度センサ 43 により検出されたパーティキュレートフィルタ 24 の温度 TF が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度 T_0 よりも低いか否かが判別される。 $TF < T_0$ のときにはステップ 704 に進んで昇温フラグがセットされ、次いでステップ 705 に進む。一旦昇温フラグがセットされると次の処理サイクルではステップ 700 からステップ 705 にジャンプする。

10

【0126】

ステップ 705 ではバッテリー 41 の充電量代表値 SOC が設定代表値 SOC_0 よりも多いか否かが判別される。 $SOC > SOC_0$ のときにはステップ 706 に進んで低温燃焼が実行され、次いでステップ 707 では出力トルク TQ の減少分が電気モータ 37 による車両駆動力となるようにモータ制御回路 40 が作動せしめられ、このときバッテリー 41 は放電作用が行われる。次いでステップ 717 に進む。これに対し、ステップ 705 において $SOC < SOC_0$ であると判断されたときにはステップ 708 に進んで機関の運転状態が図 6 および図 7 に示す連続的酸化除去領域 GG および I となるように要求トルクに対して機関出力トルク TQ が増大せしめられる。次いでステップ 709 では出力トルク TQ の増大分が電気モータ 37 による発電作用により消費されるようにモータ制御回路 40 が作動せしめられ、このときの発電電力によってバッテリー 41 の充電作用が行われる。次いでステップ 717 に進む。

20

【0127】

一方、ステップ 703 において $TF < T_0$ であると判別されたときにはステップ 710 に進んで高負荷運転時であるか否かが判別される。高負荷運転時であるときにはステップ 711 に進んでトルク減少フラグがセットされ、次いでステップ 712 に進む。一旦、トルク減少フラグがセットされると次の処理サイクルではステップ 701 からステップ 712 にジャンプする。

【0128】

ステップ 712 では温度センサ 43 により検出されたパーティキュレートフィルタ 24 の温度 TF が堆積微粒子を連続的に酸化除去しうる温度 T_0 よりも低くなったか否かが判別される。 $TF < T_0$ のときにはステップ 713 に進んで図 6 および図 7 に示す連続的酸化除去領域 GG および I となるように要求トルクに対して機関出力トルク TQ が減少せしめられる。次いでステップ 714 では出力トルク TQ の減少分が電気モータ 37 による車両駆動力となるようにモータ制御回路 40 が作動せしめられ、このときバッテリー 41 は放電作用が行われる。次いでステップ 717 に進む。

30

【0129】

これに対し、ステップ 712 において $TF < T_0$ になったと判別されたときにはステップ 715 に進んで低温燃焼が実行され、次いでステップ 716 ではバッテリー 41 の充放電作用が制御され、機関出力トルク TQ と要求トルクとのトルク差が電気モータ 37 によって調整される。次いでステップ 717 に進む。

40

【0130】

ステップ 717 では圧損 PD が下限値 MIN よりも低くなったか否かが判別される。 $PD < MIN$ になるとステップ 718 に進んで第 2 の燃焼のもとで行われる通常の運転に戻され、次いでステップ 719 において昇温フラグおよびトルク減少フラグがリセットされる。

【0131】

次に図 26 を参照しつつ電動装置の別の実施例について説明する。

【0132】

50

図 26 を参照するとこの実施例では電動装置が、電気モータおよび発電機として作動する一対のモータジェネレータ 70, 71 と遊星歯車機構 72 とにより構成される。この遊星歯車機構 72 はサンギア 73 と、リングギア 74 と、サンギア 73 とリングギア 74 間に配置されたプラネタリギア 75 と、プラネタリギア 75 を担持するプラネタリキャリア 76 とを具備する。サンギア 73 はモータジェネレータ 71 の回転軸 77 に連結され、プラネタリキャリア 76 は内燃機関 1 の出力軸 47 に連結される。また、リングギア 74 は一方ではモータジェネレータ 70 の回転軸 78 に連結され、他方では駆動輪に連結された出力軸 80 にベルト 79 を介して連結される。従ってリングギア 74 が回転するとそれに伴って出力軸 80 が回転せしめられることがわかる。

【 0 1 3 3 】

この電動装置の詳細な作動については説明を省略するが概略的に言うと、モータジェネレータ 70 は主に電動モータとして作動し、モータジェネレータ 71 は主に発電機として作動し、内燃機関 1 の運転を停止してモータジェネレータ 70 による車両の駆動が可能である。

【 0 1 3 4 】

図 27 は暖機完了後における運転制御を示している。図 27 において要求トルク TQD および機関回転数 N の低い低速低負荷運転領域 L では内燃機関 1 の運転は停止され、モータジェネレータ 70 のみによって車両が駆動される。即ち、モータジェネレータ 70 が回転せしめられるとリングギア 74 が回転せしめられ、リングギア 74 の回転力はベルト 79 を介して出力軸 80 に伝達され、それによって車両が駆動せしめられる。一方、このときプラネタリキャリア 76 は回転しないのでリングギア 74 が回転するとサンギア 73 が回転せしめられ、このときモータジェネレータ 71 は空転する。

【 0 1 3 5 】

一方、図 27 において要求トルク TQD 又は機関回転数 N の高い高速高負荷運転領域 H では内燃機関 1 による駆動力とモータジェネレータ 70 の駆動力によって車両が駆動される。即ち、リングギア 74 の回転力にプラネタリキャリア 76 の回転力が重畳される。一方、このときモータジェネレータ 71 は発電作用をなす。なお、このとき実際には出力軸 80 に要求トルクが加わるように内燃機関 1 の出力が制御され、モータジェネレータ 71 により発電された電力によってモータジェネレータ 70 が駆動されるよう制御されるのであるがこのときの制御のやり方についての説明はここでは省略する。

【 0 1 3 6 】

次に図 26 に示す電動装置を用いた場合に図 9、図 12、図 14 および図 16 において行われる暖機制御について図 28 を参照しつつ説明する。

【 0 1 3 7 】

図 28 を参照するとまず初めにステップ 800 において、機関始動時におけるパティキュレートフィルタ 24 の暖機が完了する前の要求トルク TQD および機関回転数 N が図 27 の運転領域 L であるか否かが判別される。運転領域 L であるときにはステップ 801 に進んでモータジェネレータ 70 が回転駆動せしめられ、モータジェネレータ 70 の出力のみによって車両が駆動される。次いでステップ 802 では内燃機関 1 が高出力で運転される。次いでステップ 803 では内燃機関 1 の発生した出力がモータジェネレータ 71 による発電作用のために消費される。このとき機関 1 の高出力運転によってパティキュレートフィルタ 24 は急速に暖機される。

【 0 1 3 8 】

一方、ステップ 800 において図 27 の運転領域 L でないと判別されたとき、即ち運転領域 H であるときにはステップ 804 に進んでモータジェネレータ 70 による駆動力および内燃機関 1 による駆動力によって車両が駆動される。ただし、このとき機関 1 は車両の駆動のために必要出力トルクに対して出力トルクが増大せしめられ、この出力トルクを増大分はステップ 805 においてモータジェネレータ 71 による発電作用によって消費される。従ってこのときにもパティキュレートフィルタ 24 の暖機が促進される。

【 0 1 3 9 】

10

20

30

40

50

なお、暖機完了後には機関の運転状態が図6および図7に示す連続的酸化除去領域GGおよびI内には機関の運転状態が連続的酸化除去領域GGおよびI内となるように内燃機関1の出力、モータジェネレータ70の駆動力およびモータジェネレータ71の発電作用が制御される。

【0140】

さて、前述したように本発明による実施例では各排気ガス流入通路60および各排気ガス流出通路61の周壁面、即ち各隔壁64の両側表面上および隔壁64内の細孔内壁面上には例えばアルミナからなる担体の層が形成されており、この担体上に白金Pt等の貴金属触媒が担持されている。この場合、白金Pt等に加え、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出する活性酸素放出剤を担体上に担持させることができる。この活性酸素放出剤としてはカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRbのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCa、ストロンチウムSrのようなアルカリ土類金属、ランタンLa、イットリウムY、セリウムCeのような希土類、および遷移金属から選ばれた少くとも一つを用いることができる。

10

【0141】

なお、この場合活性酸素放出剤としてはカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましい。

【0142】

次にこのような活性酸素放出剤を用いた場合の微粒子の酸化除去作用について担体上に白金PtおよびカリウムKを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様な微粒子除去作用が行われる。

20

【0143】

図1および図3に示されるような圧縮着火式内燃機関では空気過剰のもとで燃焼が行われ、従って排気ガスは多量の過剰空気を含んでいる。即ち、吸気通路、燃焼室5および排気通路内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると図1および図3に示されるような圧縮着火式内燃機関では排気ガスの空燃比はリーンとなっている。また、燃焼室5内ではNOが発生するので排気ガス中にはNOが含まれている。従って過剰酸素およびNO₂を含んだ排気ガスがパティキュレートフィルタ24の排気ガス流入通路60内に流入することになる。

30

【0144】

図29(A)および(B)は排気ガス流入通路60の内周面および隔壁64内の細孔内壁面上に形成された担体層の表面の拡大図を模式的に表わしている。なお、図29(A)および(B)において90は白金Ptの粒子を示しており、91はカリウムKを含んでいる活性酸素放出剤を示している。

【0145】

上述したように排気ガス中には多量の過剰酸素が含まれているので排気ガスがパティキュレートフィルタ24の排気ガス流入通路60内に流入すると図29(A)に示されるようにこれら酸素O₂がO₂⁻又はO²⁻の形で白金Ptの表面に付着する。一方、排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO₂⁻又はO²⁻と反応し、NO₂となる(2NO + O₂ → 2NO₂)。次いで生成されたNO₂の一部は白金Pt上で酸化されつつ活性酸素放出剤91内に吸収され、カリウムKと結合しながら図29(A)に示されるように硝酸イオンNO₃⁻の形で活性酸素放出剤91内に拡散し、一部の硝酸イオンNO₃⁻は硝酸カリウムKNO₃を生成する。

40

【0146】

一方、燃焼室5内においては主にカーボンCからなる微粒子、即ち煤が生成され、従って排気ガス中にはこれら微粒子が含まれている。これら微粒子は排気ガスがパティキュレートフィルタ24の排気ガス流入通路60内を流れているときに、或いは排気ガス流入通路

50

60から排気ガス流入通路61に向かうときに図29(B)において92で示されるように担体層の表面、例えば活性酸素放出剤91の表面上に接触し、付着する。

【0147】

このように微粒子92が活性酸素放出剤91の表面上に付着すると微粒子92と活性酸素放出剤91との接触面では酸素濃度が低下する。酸素濃度が低下すると酸素濃度の高い活性酸素放出剤91内との間で濃度差が生じ、斯くして活性酸素放出剤91内の酸素が微粒子92と活性酸素放出剤91との接触面に向けて移動しようとする。その結果、活性酸素放出剤91内に形成されている硝酸カリウム KNO_3 がカリウム K と酸素 O と NO とに分解され、酸素 O が微粒子92と活性酸素放出剤91との接触面に向かい、 NO が活性酸素放出剤91から外部に放出される。外部に放出された NO は下流側の白金 Pt 上において酸化され、再び活性酸素放出剤91内に吸収される。

10

【0148】

ところで微粒子92と活性酸素放出剤91との接触面に向かう酸素 O は硝酸カリウム KNO_3 のような化合物から分解された酸素である。化合物から分解された酸素 O は高いエネルギーを有しており、極めて高い活性を有する。従って微粒子92と活性酸素放出剤91との接触面に向かう酸素は活性酸素 O となっている。これら活性酸素 O が微粒子92に接触すると微粒子92は短時間のうちに輝炎を発することなく酸化せしめられる。このように担体上に活性酸素放出剤91担持することによって堆積微粒子の酸化作用を促進することができる。なお、このようにパティキュレートフィルタ24上に付着した微粒子92は活性酸素 O によって酸化せしめられるがこれら微粒子92は排気ガス中の酸素によっても酸化せしめられる。

20

【0149】

また、本発明による実施例では担体上に白金等 Pt 等の貴金属触媒に加え、パティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比がリーンるときには排気ガス中に含まれる NO_x を吸収しパティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチになると吸収した NO_x を放出する NO_x 吸収剤を担持させることもできる。この場合、 NO_x 吸収剤としてはカリウム K 、ナトリウム Na 、リチウム Li 、セシウム Cs 、ルビジウム Rb のようなアルカリ金属、バリウム Ba 、カルシウム Ca 、ストロンチウム Sr のようなアルカリ土類、ランタン La 、イットリウム Y のような希土類から選ばれた少くとも一つを用いることができる。なお、前述した活性酸素放出剤を構成する金属と比較すればわかるように NO_x 吸収剤を構成する金属と、活性酸素放出剤を構成する金属とは大部分が一致している。

30

【0150】

この場合、 NO_x 吸収剤および活性酸素放出剤として夫々異なる金属を用いることもできるし、同一の金属を用いることもできる。 NO_x 吸収剤および活性酸素放出剤として同一の金属を用いた場合には NO_x 吸収剤としての機能と活性酸素放出剤としての機能との双方の機能を同時に果すことになる。

【0151】

次に貴金属触媒として白金 Pt を用い、 NO_x 吸収剤としてカリウム K を用いた場合を例にとって NO_x の吸放出作用について説明する。

40

【0152】

まず初めに NO_x の吸収作用について検討すると NO_x は図29(A)に示すメカニズムと同じメカニズムでもって NO_x 吸収剤に吸収される。ただし、この場合図29(A)において符号91は NO_x 吸収剤を示す。

【0153】

即ち、パティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比がリーンるときには排気ガス中に多量の過剰酸素が含まれているので排気ガスがパティキュレートフィルタ24の排気ガス流入通路60内に流入すると図29(A)に示されるようにこれら酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金 Pt の表面に付着する。一方、排気ガス中の NO は白金 Pt の表面上で O_2^- 又は O^{2-} と反応し、 NO_2 となる($2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$)。次いで生成さ

50

れた NO_2 の一部は白金Pt上で酸化されつつ NO_x 吸収剤91内に吸収され、カリウムKと結合しながら図29(A)に示されるように硝酸イオン NO_3^- の形で NO_x 吸収剤91内に拡散し、一部の硝酸イオン NO_3^- は硝酸カリウム KNO_3 を生成する。このようにしてNOが NO_x 吸収剤91内に吸収される。

【0154】

一方、パティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスがリッチになると硝酸イオン NO_3^- は酸素とOとNOに分解され、次から次へと NO_x 吸収剤91からNOが放出される。従ってパティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比がリッチになると短時間のうちに NO_x 吸収剤91からNOが放出され、しかもこの放出されたNOが還元されるために大気中にNOが排出されることはない。

10

【0155】

なお、この場合、パティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比にしても NO_x 吸収剤91からNOが放出される。しかしながらこの場合には NO_x 吸収剤91からNOが徐々にしか放出されないために NO_x 吸収剤91に吸収されている全 NO_x を放出させるには若干長い時間を要する。

【0156】

ところで前述したように NO_x 吸収剤および活性酸素放出剤として同一の金属を用いることができる。この場合には前述したように NO_x 吸収剤としての機能と活性酸素放出剤としての機能との双方の機能を同時に果すことになり、このように双方の機能を同時に果すものを以下、活性酸素放出・ NO_x 吸収剤と称する。この場合には図29(A)における

20

【0157】

このような活性酸素放出・ NO_x 吸収剤91を用いた場合、パティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比がリーン有的时候には排気ガス中に含まれるNOは活性酸素放出・ NO_x 吸収剤91に吸収され、排気ガス中に含まれる微粒子が活性酸素放出・ NO_x 吸収剤91に付着するとこの微粒子は排気ガス中に含まれる活性酸素および活性酸素放出・ NO_x 吸収剤91から放出される活性酸素によって短時間のうちに酸化除去せしめられる。従ってこのとき排気ガス中の微粒子および NO_x の双方が大気中に排出されるのを阻止することができることになる。

【0158】

一方、パティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比がリッチになると活性酸素放出・ NO_x 吸収剤91からNOが放出される。このNOは未燃HC、COにより還元され、斯くしてこのときにもNOが大気中に排出されることがない。また、このときパティキュレートフィルタ24上の堆積微粒子は活性酸素放出・ NO_x 吸収剤91から放出される活性酸素によって酸化作用が促進せしめられる。

30

【0159】

さて、前述したように NO_x は NO_x 吸収剤91又は活性酸素放出・ NO_x 吸収剤91(以下これらを総称して単に NO_x 吸収剤91と称する)に吸収される。しかしながら NO_x 吸収剤91の NO_x 吸収能力には限度があり、 NO_x 吸収剤91の NO_x 吸収能力が飽和する前に NO_x 吸収剤91から NO_x を放出させる必要がある。そのためには NO_x 吸収剤91に吸収されている NO_x 量を推定する必要がある。そこでこれまで述べた第1実施例から第5実施例においてパティキュレートフィルタ24の担体上に NO_x 吸収剤91を担持した場合には、単位時間当りの NO_x 吸収量Aを要求トルクTQおよび機関回転数Nの関数として図30に示すよようなマップの形で予め求めておき、この単位時間当りの NO_x 吸収量Aを積算することによって NO_x 吸収剤91に吸収されている NO_x 量 NO_x が推定される。

40

【0160】

また、これらの実施例ではこの NO_x 吸収量 NO_x が予め定められた許容最大値MAXNを越えたときにパティキュレートフィルタ24に流入する排気ガスの空燃比が一時的にリッチにされ、それによって NO_x 吸収剤91から NO_x が放出される。

50

【0161】

ところで排気ガス中には SO_x が含まれており、 NO_x 吸収剤91には NO_x ばかりでなく SO_x も吸収される。この NO_x 吸収剤91への SO_x の吸収メカニズムは NO_x の吸収メカニズムと同じであると考えられる。

【0162】

即ち、 NO_x の吸収メカニズムを説明したときと同様に担体上に白金PtおよびカリウムKを担持させた場合を例にとって説明すると、前述したように排気ガスの空燃比がリーンのときには酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着しており、排気ガス中の SO_2 は白金Ptの表面で O_2^- 又は O^{2-} と反応して SO_3 となる。次いで生成された SO_3 の一部は白金Pt上で更に酸化されつつ NO_x 吸収剤内に吸収され、カリウムKと結合しながら、硫酸イオン SO_4^{2-} の形で NO_x 吸収剤内に拡散し、安定した硫酸塩 K_2SO_4 を生成する。

10

【0163】

しかしながらこの硫酸塩 K_2SO_4 は安定していて分解しづらく、排気ガスの空燃比を単にリッチにしても硫酸塩 K_2SO_4 は分解されずにそのまま残る。従って NO_x 吸収剤91内には時間が経過するにつれて硫酸塩 K_2SO_4 が増大することになり、斯くして時間が経過するにつれて NO_x 吸収剤91が吸収しうる NO_x 量が低下することになる。

【0164】

ところがこの硫酸塩 K_2SO_4 は NO_x 吸収剤91の温度が NO_x 吸収剤91により定まる一定温度、例えばほぼ600を越えると分解し、このとき NO_x 吸収剤91に流入する排気ガスの空燃比をリッチにすると NO_x 吸収剤91から SO_x が放出される。ただし、 NO_x 吸収剤91から SO_x を放出させるには NO_x 吸収剤91から NO_x を放出させる場合に比べてかなり長い時間を要する。

20

【0165】

そこで NO_x 吸収剤91から SO_x を放出すべきときには炭化水素供給弁42から排気ガスの空燃比がリッチとなるように炭化水素、例えば燃料を噴射するようにしている。炭化水素供給弁42から燃料が噴射されると燃料の燃焼熱により NO_x 吸収剤91の温度が上昇し、斯くして NO_x 吸収剤91から SO_x が放出されることになる。

【0166】

次に図31を参照しつつ NO_x 吸収剤91から NO_x を放出すべきときにセットされる NO_x 放出フラグ及び NO_x 吸収剤91から SO_x を放出すべきときにセットされる SO_x 放出フラグの処理ルーチンについて説明する。なお、このルーチンは一定時間毎の割込みによって実行される。

30

【0167】

図31を参照するとまず初めにステップ900において図30に示すマップから単位時間当りの NO_x 吸収量Aが算出される。次いでステップ901では NO_x 吸収量NOXにAが加算される。次いでステップ902では NO_x 吸収量NOXが許容最大値MAXNを越えたか否かが判別される。NOX > MAXNになるとステップ903に進み、 NO_x を放出すべきことを示す NO_x 放出フラグがセットされる。次いでステップ904に進む。

40

【0168】

ステップ904では噴射量Qに定数kを乗算した積 $k \cdot Q$ が SO_x に加算される。燃料中にはほぼ一定量の硫黄Sが含まれており、従って NO_x 吸収剤91に吸収される SO_x 量は $k \cdot Q$ で表わすことができる。従ってこの $k \cdot Q$ を順次積算することによって得られる SO_x は NO_x 吸収剤91に吸収されていると推定される SO_x 量を表わしている。ステップ905ではこの SO_x 量SOXが許容最大値MAXSを越えたか否かが判別され、SOX > MAXSになるとステップ906に進んで SO_x 放出フラグがセットされる。

【0169】

次に図32を参照しつつ NO_x および SO_x の放出処理ルーチンについて説明する。

50

【0170】

図32を参照すると、まず初めにステップ1000において NO_x 放出フラグがセットされているか否かが判別される。 NO_x 放出フラグがセットされているときにはステップ1001に進んで排気ガスの空燃比がリッチになるように予め定められた時間、炭化水素供給弁42から燃料が供給される。このとき NO_x 吸収剤91から NO_x が放出される。次いでステップ1002では NO_x がクリヤされ、次いでステップ1003では NO_x 放出フラグがリセットされる。

【0171】

次いでステップ1004では SO_x 放出フラグがセットされているか否かが判別される。 SO_x 放出フラグがセットされているときにはステップ1005に進んで低速低負荷運転時であるか否かが判別され、低速低負荷運転時であるときにはステップ1006に進んで排気ガスの空燃比がリッチになるように NO_x 放出時よりも長い時間に亘って炭化水素供給弁42から燃料が供給される。排気ガスの空燃比をリッチとするのに必要な燃料量は機関回転数が低いほど少なくなり、機関負荷が低いほど少なくなる。従って機関低速低負荷運転時に炭化水素供給弁42から燃料を供給するようにしている。

10

【0172】

次いでステップ1007では NO_x 吸収剤91からの SO_x の放出が完了したか否かが判別される。 SO_x の放出が完了したと判断されたときにはステップ1008に進んで SO_x および NO_x がクリヤされ、次いでステップ1009において SO_x 放出フラグがリセットされる。

20

【0173】

なお、 NO_x 吸収剤91から NO_x 又は SO_x を放出すべきときには低温燃焼を行い、低温燃焼のもとで燃焼室5内における空燃比をリッチにすることもできる。

【0174】

【発明の効果】

パティキュレートフィルタ上の堆積微粒子を連続的に酸化除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】圧縮着火式内燃機関の全体図である。

【図2】機関本体の側面断面図である。

【図3】圧縮着火式内燃機関の別の実施例を示す全体図である。

30

【図4】パティキュレートフィルタを示す図である。

【図5】酸化除去可能微粒子量とパティキュレートフィルタの温度との関係を示す図である。

【図6】連続的酸化除去領域を示す図である。

【図7】連続的酸化除去領域を示す図である。

【図8】バッテリーの充電量代表値を算出するためのフローチャートである。

【図9】堆積微粒子の連続酸化処理の第1実施例を実行するためのフローチャートである。

【図10】暖機制御を実行するためのフローチャートである。

【図11】昇温制御を実行するためのフローチャートである。

40

【図12】堆積微粒子の連続酸化処理の第2実施例を実行するためのフローチャートである。

【図13】内燃機関の別の実施例を示す全体図である。

【図14】堆積微粒子の連続酸化処理の第3実施例の第1の例を実行するためのフローチャートである。

【図15】堆積微粒子の連続酸化処理の第3実施例の第1の例を実行するためのフローチャートである。

【図16】堆積微粒子の連続酸化処理の第3実施例の第2の例を実行するためのフローチャートである。

【図17】堆積微粒子の連続酸化処理の第3実施例の第2の例を実行するためのフローチャートである。

50

ャートである。

【図18】スモークの発生量を示す図である。

【図19】燃焼室内のガス温等を示す図である。

【図20】運転領域I, IIを示す図である。

【図21】空燃比A/Fを示す図である。

【図22】スロットル弁開度等の変化を示す図である。

【図23】堆積微粒子の連続酸化処理の第4実施例を実行するためのフローチャートである。

【図24】堆積微粒子の連続酸化処理の第5実施例を実行するためのフローチャートである。

【図25】堆積微粒子の連続酸化処理の第5実施例を実行するためのフローチャートである。

【図26】電動装置の別の実施例を示す図である。

【図27】運転領域L, Hを示す図である。

【図28】暖機制御を実行するためのフローチャートである。

【図29】微粒子の酸化作用を説明するための図である。

【図30】NO_x 吸収量のマップを示す図である。

【図31】NO_x, SO_x 放出フラグを処理するためのフローチャートである。

【図32】NO_x, SO_x 放出処理を実行するためのフローチャートである。

【符号の説明】

5 ... 燃焼室

6 ... 燃料噴射弁

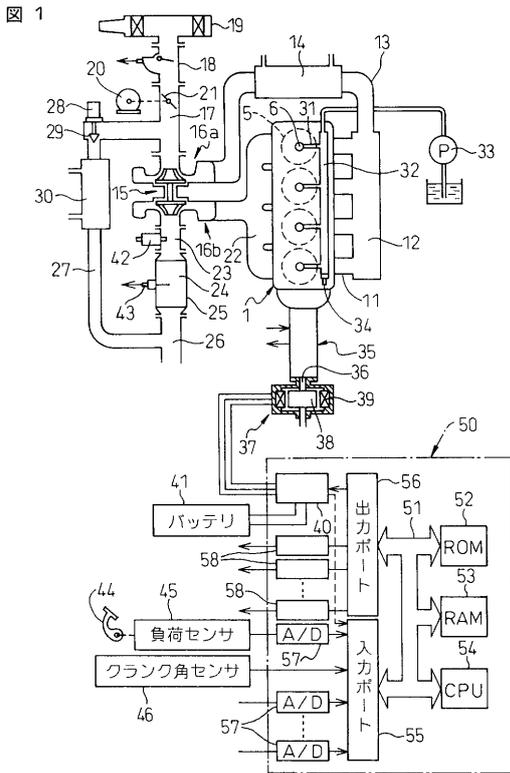
2 4 ... パティキュレートフィルタ

3 7 ... 電動装置

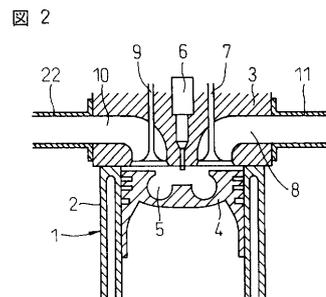
10

20

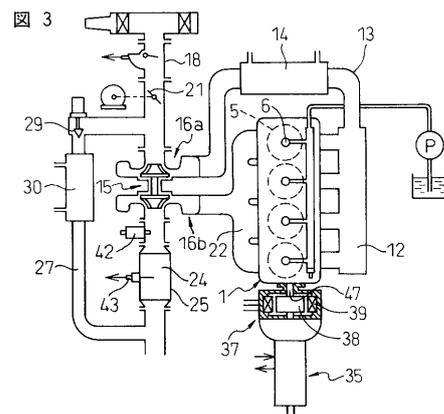
【図1】



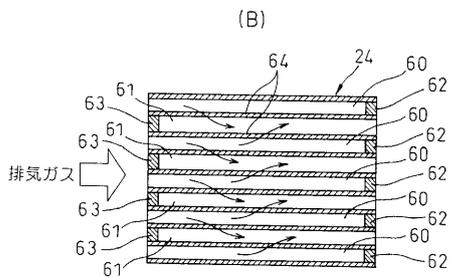
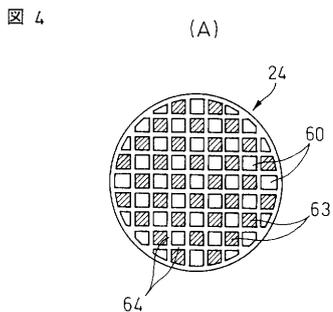
【図2】



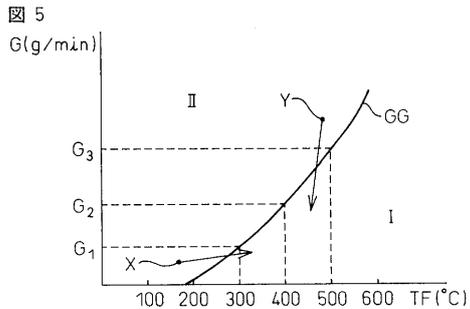
【図3】



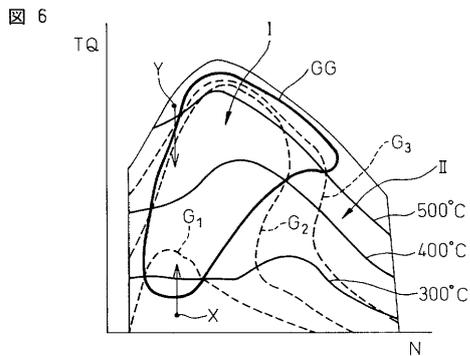
【 図 4 】



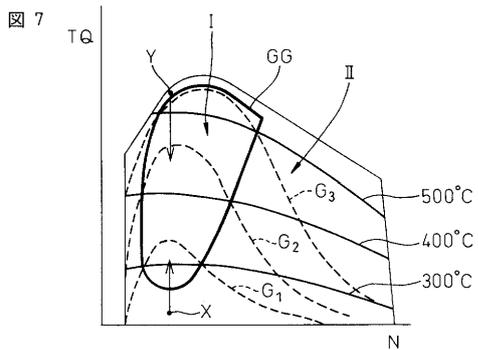
【 図 5 】



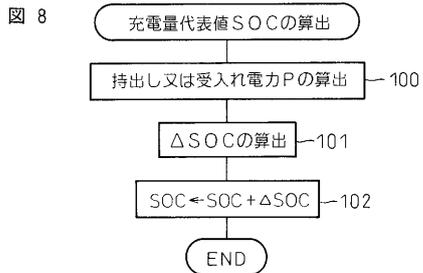
【 図 6 】



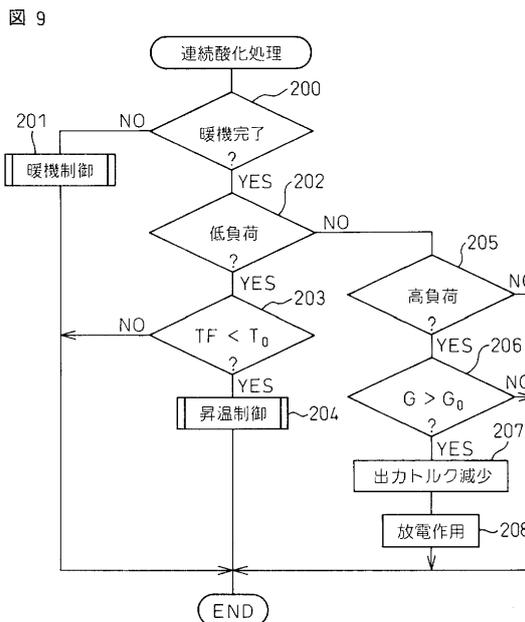
【 図 7 】



【 図 8 】

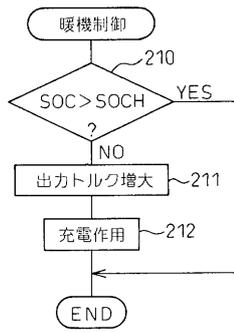


【 図 9 】



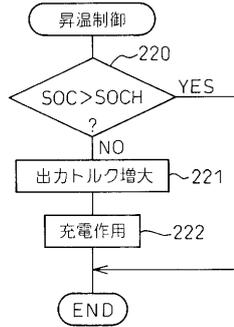
【 図 1 0 】

図 10



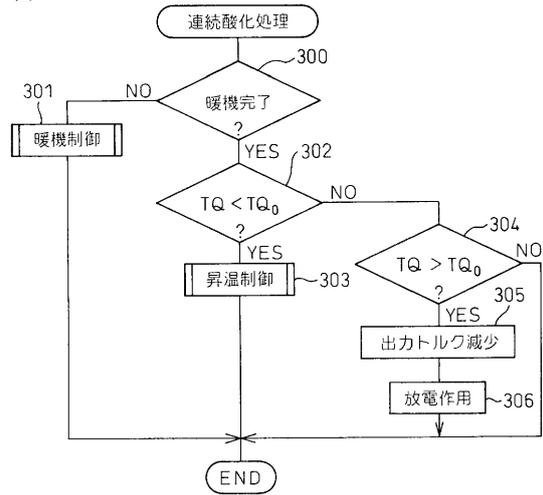
【 図 1 1 】

図 11



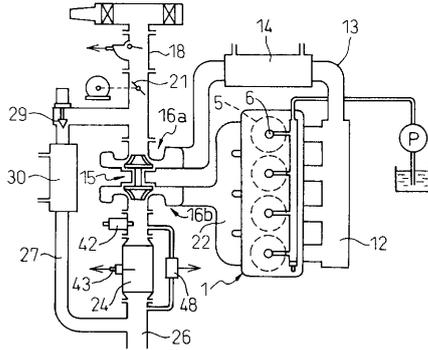
【 図 1 2 】

図 12



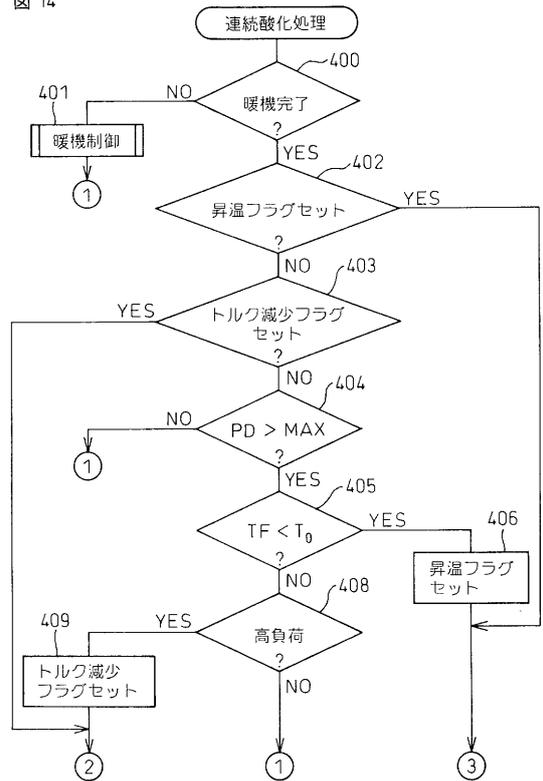
【 図 1 3 】

図 13

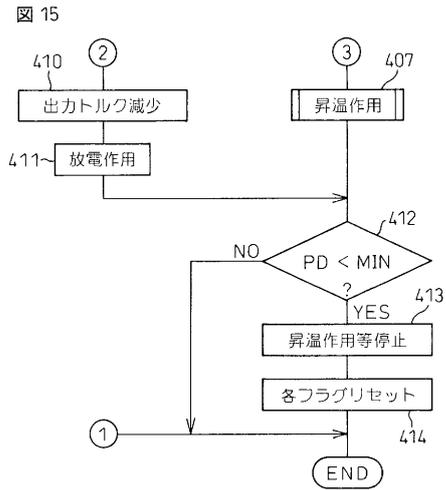


【 図 1 4 】

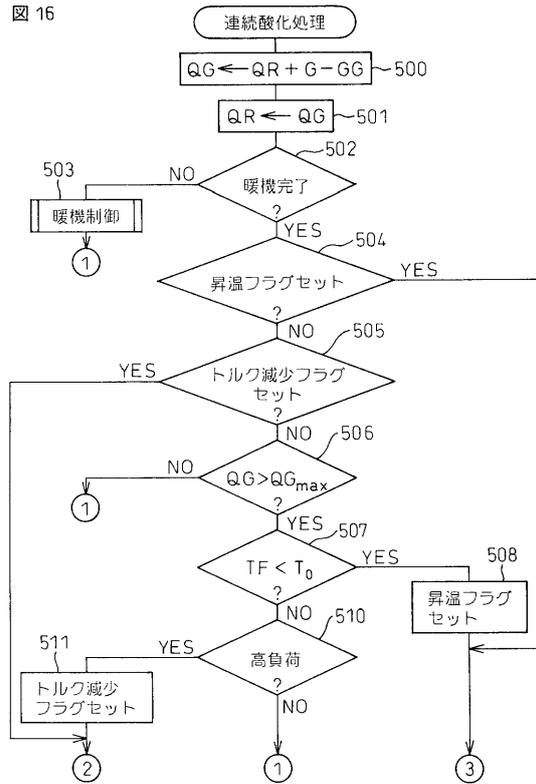
図 14



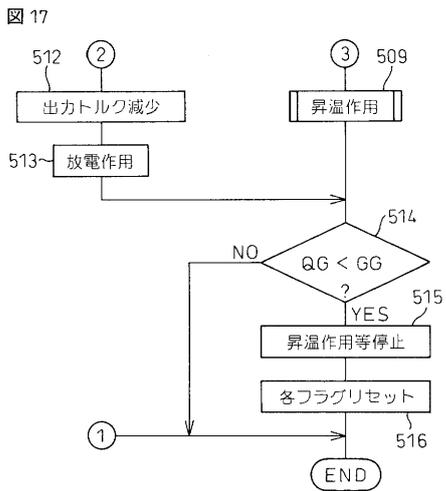
【 図 15 】



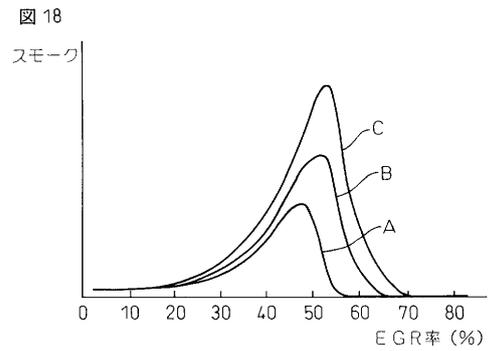
【 図 16 】



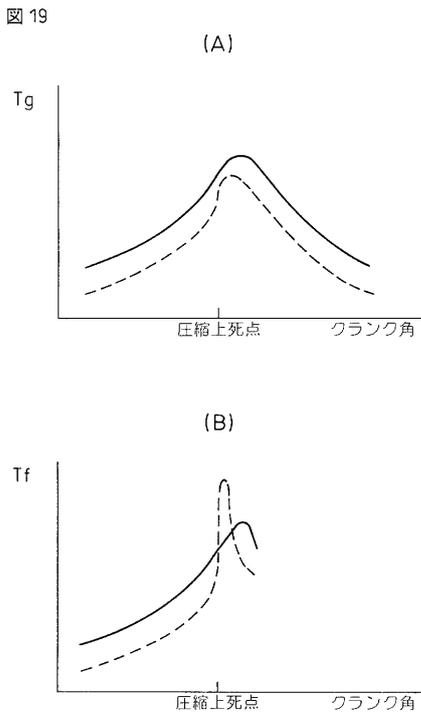
【 図 17 】



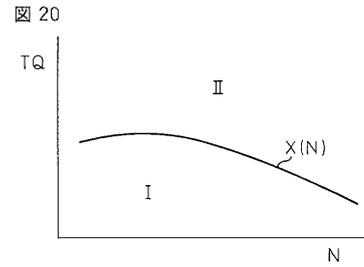
【 図 18 】



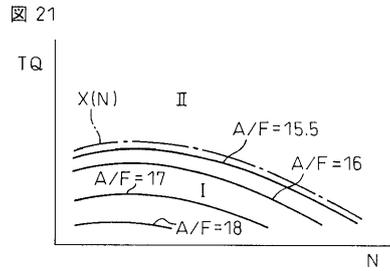
【 図 19 】



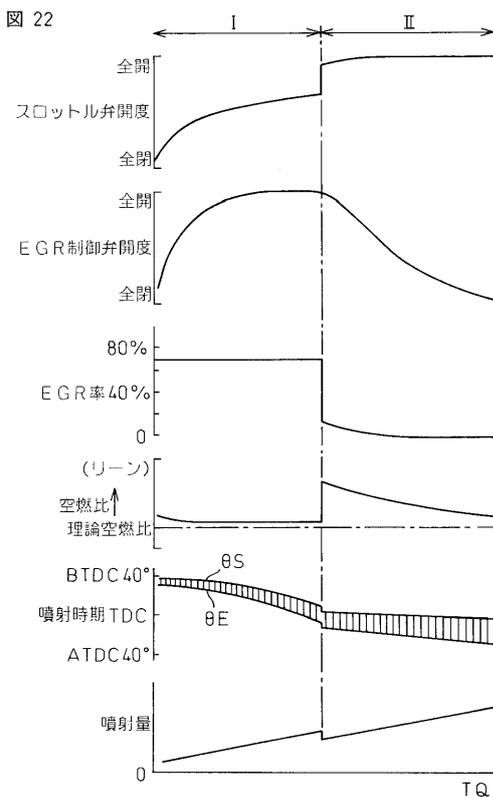
【 図 20 】



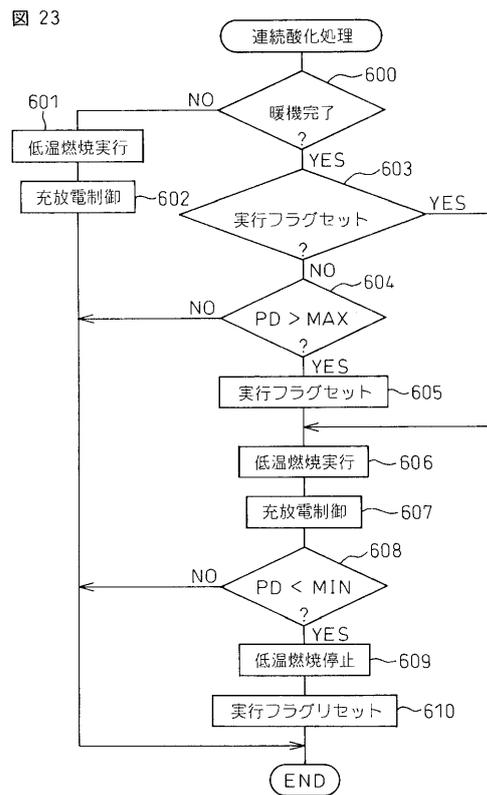
【 図 21 】



【 図 22 】

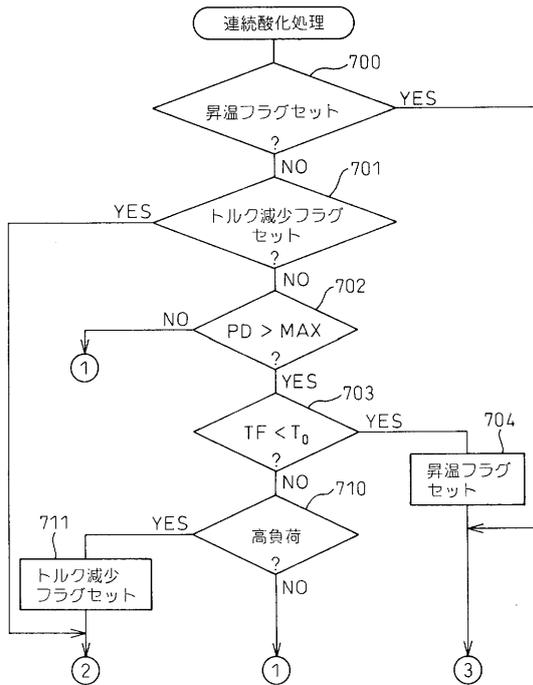


【 図 23 】



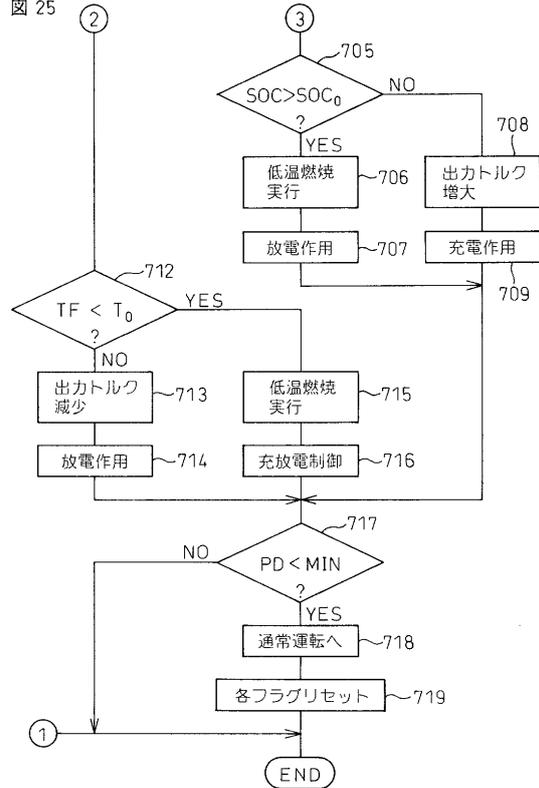
【図24】

図24



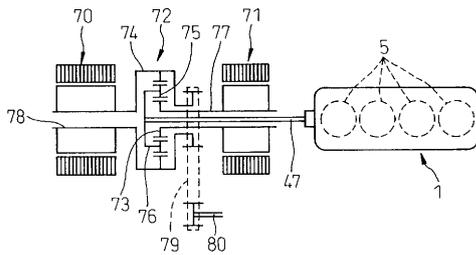
【図25】

図25



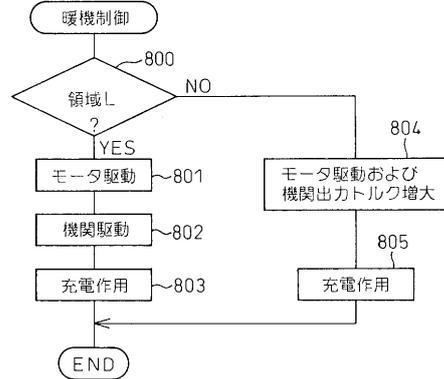
【図26】

図26



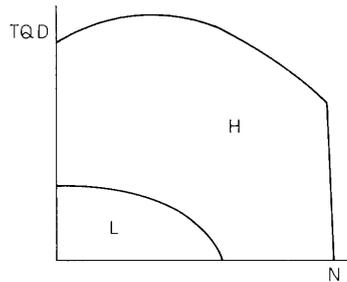
【図28】

図28

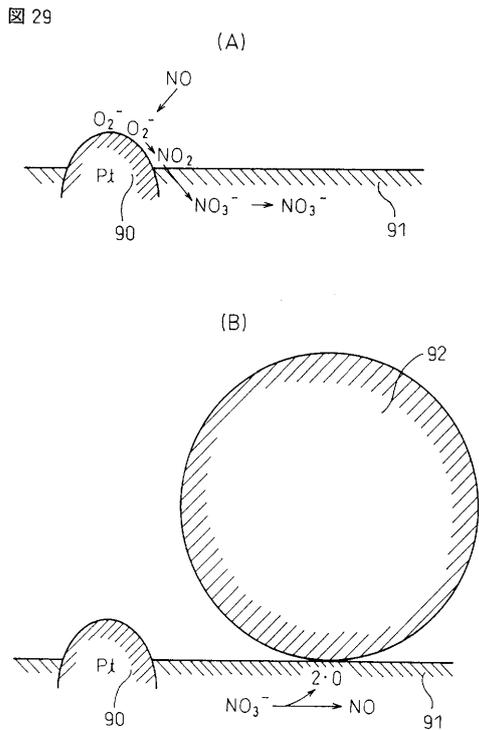


【図27】

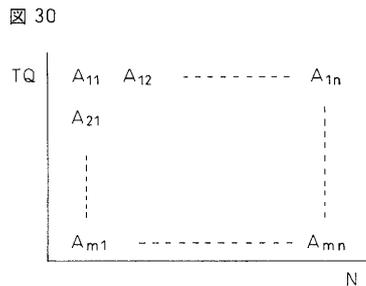
図27



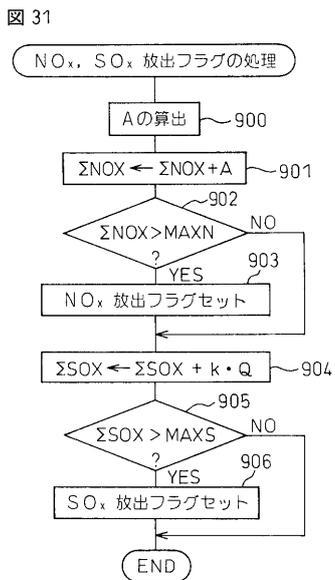
【 図 29 】



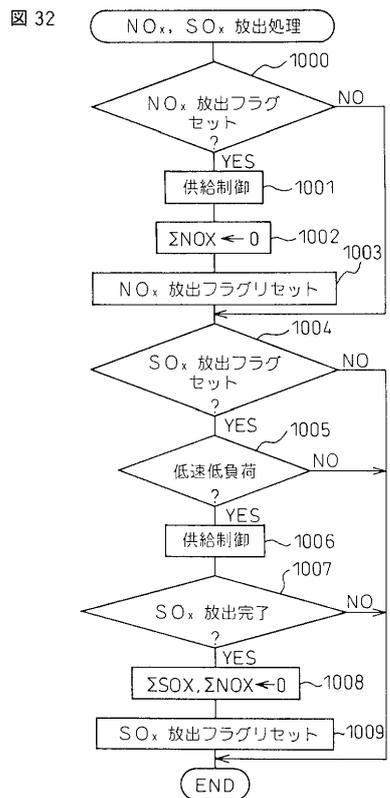
【 図 30 】



【 図 31 】



【 図 32 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷		F I	
F 0 2 D 29/06		F 0 2 D 29/06	L
// B 0 1 D 46/42		B 0 1 D 53/36	1 0 3 C
B 6 0 K 6/04		B 0 1 D 53/36	1 0 3 B
		B 0 1 D 46/42	A
		B 0 1 D 46/42	B
		B 6 0 K 6/04	3 1 0
		B 6 0 K 6/04	3 2 0
		B 6 0 K 6/04	5 5 3

- (72)発明者 佐々木 静夫
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 五十嵐 幸平
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 広田 信也
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 伊藤 和浩
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 浅沼 孝充
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 利岡 俊祐
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 木村 光彦
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 見上 晃
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 流田 浩之
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 国際公開第01/061160(WO, A1)
特開2001-164959(JP, A)
特開平06-048222(JP, A)
特開2001-037008(JP, A)
特開平10-252447(JP, A)
特開平11-257054(JP, A)
特公平07-106290(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B60K 6/02- 6/04
B60L11/00-11/18
F02D29/00-41/40
F01N 3/00- 9/00