

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4337786号
(P4337786)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int.Cl.	F I
FO2D 19/02 (2006.01)	FO2D 19/02 C
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 41/06 325
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 310B
FO2M 21/02 (2006.01)	FO2D 45/00 310Q
FO2M 27/02 (2006.01)	FO2D 45/00 364K
請求項の数 17 (全 22 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2005-225887 (P2005-225887)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成17年8月3日(2005.8.3)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2007-40203 (P2007-40203A)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(43) 公開日	平成19年2月15日(2007.2.15)	(72) 発明者	桜井 計宏 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成18年7月14日(2006.7.14)	(72) 発明者	若尾 和弘 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	鹿角 剛二
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 内燃機関及び内燃機関の始動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動する内燃機関であって、

改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、

前記改質用混合気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる改質触媒加熱手段と、

前記内燃機関を始動させる始動手段と、を含み、

前記改質触媒による改質が開始してから始動することを特徴とする内燃機関。

【請求項2】

前記予備加熱温度は、

部分酸化反応における断熱反応温度と、前記改質用混合気が前記改質触媒に供給されてから部分酸化反応が開始するまでに低下する前記改質触媒の温度との和よりも高いことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関。

【請求項3】

前記始動手段は、

前記改質用混合気が前記改質触媒に供給された後、前記予備加熱温度と、部分酸化反応が開始するまでに低下する前記改質触媒の温度との差分よりも、前記改質触媒の温度が低

い温度になってから、前記内燃機関を始動することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記内燃機関の始動前に、前記改質触媒加熱手段による加熱を停止することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関。

【請求項 5】

前記改質用混合気を前記改質触媒に供給した時点以降に、前記改質触媒加熱手段による加熱を停止することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関。

【請求項 6】

前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止してから、前記改質用混合気が前記改質触媒に供給されることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関。

10

【請求項 7】

空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動する内燃機関であって、

改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、

前記改質用空気が最初に前記改質触媒へ供給され、その後、前記改質用燃料が前記改質触媒へ供給され、かつ前記改質用空気を前記改質手段に供給する前に、前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる改質触媒加熱手段と、

20

前記改質触媒による改質が開始してから前記内燃機関を始動させる始動手段と、を含み、
前記改質触媒による改質が開始してから始動することを特徴とする内燃機関。

【請求項 8】

前記予備加熱温度は、
部分酸化反応における断熱反応温度と、前記改質用空気が前記改質触媒に供給されることにより低下する前記改質触媒の温度との和よりも高いことを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関。

【請求項 9】

前記内燃機関の始動前に、前記改質触媒加熱手段による改質触媒の加熱を停止することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の内燃機関。

30

【請求項 10】

前記始動手段は、
前記改質用燃料が前記改質触媒へ供給されてから、所定の待機時間が経過した後に、前記内燃機関を始動することを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関。

【請求項 11】

前記改質用空気を前記改質触媒に供給した時点以降に、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の内燃機関。

【請求項 12】

前記改質用空気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の内燃機関。

40

【請求項 13】

前記改質用燃料を前記改質触媒に供給した時点以降に、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の内燃機関。

【請求項 14】

前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止してから、前記改質用燃料が前記改質触媒に供給されることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の内燃機関。

【請求項 15】

前記改質用空気の性状又は前記改質用燃料の性状のうち少なくとも一方に応じて、前記予備加熱温度を変更することを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の内燃機

50

関。

【請求項 16】

空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動され、かつ改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、前記改質触媒の温度を昇温させる改質触媒加熱手段とを備える内燃機関を制御するものであり、

前記改質用混合気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒加熱手段によって前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる加熱制御部と、

前記改質触媒の温度が前記予備加熱温度よりも高くなった後に、前記改質触媒へ前記改質用混合気を供給する改質制御部と、

前記改質触媒による改質が開始してから前記内燃機関を始動させる始動制御部と、
を含むことを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

10

【請求項 17】

空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動され、かつ改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、前記改質触媒の温度を昇温させる改質触媒加熱手段とを備える内燃機関を制御するものであり、

前記改質用空気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒加熱手段によって前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる加熱制御部と、

前記改質触媒の温度が前記予備加熱温度よりも高くなった後に、前記改質触媒へ前記改質用空気を供給し、その後、前記改質用燃料を前記改質触媒へ供給する改質制御部と、

前記改質触媒による改質が開始してから前記内燃機関を始動させる始動制御部と、
を含むことを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも始動時において、空気と炭化水素系の燃料との混合気を改質して得られた改質ガスを燃焼させる内燃機関及び内燃機関の始動制御装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

空気と炭化水素系の燃料との混合気を改質触媒により改質して得られた改質ガスを、内燃機関の吸気管に供給するものが知られている。このような内燃機関において、特許文献1には、改質触媒をヒータによりプレヒートし、改質触媒が改質可能な温度に到達した後、改質触媒へ燃料を噴射することにより改質する技術が開示されている。

【0003】

【特許文献1】特開2001-50118号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に開示された技術は、改質触媒の温度が改質可能な温度に昇温しても、燃料を供給すると改質触媒の温度低下が発生し、改質が不十分になり、内燃機関へ供給される改質ガス中に含まれる未改質の炭化水素（以下未改質HC）が増加するおそれがある。そして、内燃機関の始動時においては、未改質HCが増加すると、内燃機関から排出される排ガス中の未燃HCの増加を招き、その結果、排気系に設けられた排気浄化触媒が活性温度に達していないために内燃機関の排ガスが浄化されず、大気中に未燃HCを排出してしまうおそれがあった。

【0005】

50

そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、空気と炭化水素系の燃料との混合気を改質触媒により改質して得られた改質ガスが供給される内燃機関において、未改質HCの増加を抑制できる内燃機関及び内燃機関の始動制御装置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】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る内燃機関は、空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動する内燃機関であって、改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、前記改質用混合気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる改質触媒加熱手段と、前記内燃機関を始動させる始動手段と、を含み、前記改質触媒による改質が開始してから始動することを特徴とする。

10

【0007】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記予備加熱温度は、部分酸化反応における断熱反応温度と、前記改質用混合気が前記改質触媒に供給されてから部分酸化反応が開始するまでに低下する前記改質触媒の温度との和よりも高いことを特徴とする。

【0008】

20

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記始動手段は、前記改質用混合気が前記改質触媒に供給された後、前記予備加熱温度と、部分酸化反応が開始するまでに低下する前記改質触媒の温度との差分よりも、前記改質触媒の温度が低い温度になってから、前記内燃機関を始動することを特徴とする。

【0009】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記内燃機関の始動前に、前記改質触媒加熱手段による加熱を停止することを特徴とする。

【0010】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記改質用混合気を前記改質触媒に供給した時点以降に、前記改質触媒加熱手段による加熱を停止することを特徴とする。

30

【0011】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止してから、前記改質用混合気が前記改質触媒に供給されることを特徴とする。

【0012】

次の本発明に係る内燃機関は、空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動する内燃機関であって、改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、前記改質用空気が最初に前記改質触媒へ供給され、その後、前記改質用燃料が前記改質触媒へ供給され、かつ前記改質用空気を前記改質手段に供給する前に、前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる改質触媒加熱手段とを含み、前記改質触媒による改質が開始してから始動することを特徴とする。

40

【0013】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記予備加熱温度は、部分酸化反応における断熱反応温度と、前記改質用空気が前記改質触媒に供給されることにより低下する前記改質触媒の温度との和よりも高いことを特徴とする。

【0014】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記内燃機関の始動前に、前記

50

改質触媒加熱手段による改質触媒の加熱を停止することを特徴とする。

【0015】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記始動手段は、前記改質用燃料が前記改質触媒へ供給されてから、所定の待機時間が経過した後に、前記内燃機関を始動することを特徴とする。

【0016】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記改質用空気を前記改質触媒に供給した時点以降に、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止することを特徴とする。

【0017】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記改質用空気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止することを特徴とする。

【0018】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記改質用燃料を前記改質触媒に供給した時点以降に、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止することを特徴とする。

【0019】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記改質触媒加熱手段による前記改質触媒の加熱を停止してから、前記改質用燃料が前記改質触媒に供給されることを特徴とする。

【0020】

次の本発明に係る内燃機関は、前記内燃機関において、前記改質用空気の性状又は前記改質用燃料の性状のうち少なくとも一方に応じて、前記予備加熱温度を変更することを特徴とする。

【0021】

次の本発明に係る内燃機関の始動制御装置は、空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動され、かつ改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、前記改質触媒の温度を昇温させる改質触媒加熱手段とを備える内燃機関を制御するものであり、前記改質用混合気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒加熱手段によって前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる加熱制御部と、前記改質触媒の温度が前記予備加熱温度よりも高くなった後に、前記改質触媒へ前記改質用混合気を供給する改質制御部と、前記改質触媒による改質が開始してから前記内燃機関を始動させる始動制御部と、を含むことを特徴とする。

【0022】

次の本発明に係る内燃機関の始動制御装置は、空気と燃料との混合気に点火手段で着火して、燃焼室内で燃焼させることにより駆動され、かつ改質用燃料と改質用空気との改質用混合気を改質触媒により改質して、水素を含む改質ガスを生成し、この改質ガスを前記燃焼室へ供給する改質手段と、前記改質触媒の温度を昇温させる改質触媒加熱手段とを備える内燃機関を制御するものであり、前記改質用空気を前記改質触媒に供給する前に、前記改質触媒加熱手段によって前記改質触媒の温度を、前記改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度に昇温させる加熱制御部と、前記改質触媒の温度が前記予備加熱温度よりも高くなった後に、前記改質触媒へ前記改質用空気を供給し、その後、前記改質用燃料を前記改質触媒へ供給する改質制御部と、前記改質触媒による改質が開始してから前記内燃機関を始動させる始動制御部と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

この発明に係る内燃機関及び内燃機関の始動制御装置は、空気と炭化水素系の燃料との混合気を改質触媒により改質して得られた改質ガスが供給される内燃機関において、未改質HCの増加を抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、この発明につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この発明を実施するための最良の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、以下の実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。また、本発明は、特に乗用車やバス、あるいはトラック等の車両に搭載される内燃機関に対して好ましく適用できる。

10

【実施例1】

【0025】

この実施例は、改質手段による部分酸化改質を開始する前に、改質手段が備える改質触媒の温度を、改質用燃料の部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度まで昇温させる点に特徴がある。

【0026】

図1は、この実施例に係る内燃機関の全体構成図である。図1を用いて、この実施例に係る内燃機関の構成について説明する。この実施例に係る内燃機関1は、改質手段である改質器10に、炭化水素系の燃料（例えばガソリン）である改質用燃料Frと改質用空気Arとを供給して改質用混合気Gmを形成する。この改質用混合気Gmを改質触媒10Cに導き、ここで部分酸化反応を起こさせて、H₂（水素）とCO（一酸化炭素）を含む改質ガスGrを生成する。そして、改質器10は、前記部分酸化反応によって得られた改質ガスGrを内燃機関1の燃焼室1Bへ供給する。

20

【0027】

この実施例に係る内燃機関1はシリンダ内のピストンが往復運動することによって動力を発生するピストン機関であり、気筒数及び気筒配置は特に限定されるものではない。また、内燃機関1は、いわゆるロータリー式の内燃機関であってもよい。内燃機関1は、機関用燃料Feと燃焼用空気Aeとの燃焼用混合気が燃焼室1B内で燃焼することにより駆動する。内燃機関1は、スタートスイッチ43からの始動信号により、始動手段であるスターターモータ26が回転することで始動する。

30

【0028】

内燃機関1に供給される燃焼用空気Aeは、吸気通路3に設けられるスロットル弁4によって流量が調整される。吸気通路3の入口に設けられるエアクリーナー2でごみや埃が除去された後、吸気通路3であってスロットル弁4の上流に設けられるエアフローセンサ42で吸入空気量が測定される。その計測値は機関ECU（Electronic Control Unit）30に取り込まれる。機関ECU30は、エアフローセンサ42により計測された吸入空気量Gaと、回転数センサ41により計測された内燃機関1の機関回転数Neとから、内燃機関1に対する機関用燃料Feの供給量を決定する。

【0029】

機関ECU30は、決定した機関用燃料Feの供給量に基づき、吸気通路3に設けられるポート噴射弁5から機関用燃料Feを吸気通路3内の燃焼用空気Aeへ噴射して、燃焼用混合気を形成する。この燃焼用混合気は、内燃機関1の燃焼室1B内へ導入されて燃焼する。なお、この実施例では、内燃機関1の吸気通路に設けられるポート噴射弁5から内燃機関1へ機関用燃料Feを供給するが、燃焼室1B内へ直接機関用燃料Feを噴射する、いわゆる直噴噴射弁によって内燃機関1へ機関用燃料Feを供給してもよい。さらに、ポート噴射弁5と直噴噴射弁との両方を備え、運転条件に応じて両者の燃料噴射割合を変更して、内燃機関1へ機関用燃料Feを供給してもよい。

40

【0030】

内燃機関1の燃焼室1Bで燃焼した燃焼用混合気は、排ガスExとなって排気通路7から排出される。この排ガスExは、排気通路7に設けられる浄化触媒6で浄化された後

50

、消音器 8 を通って大気中へ放出される。消音器 8 では、大気中へ放出される際の騒音が低減される。次に、この実施例に係る内燃機関 1 が備える改質器 10 について説明する。

【0031】

この改質器 10 は、炭化水素系の燃料（例えばガソリン）である改質用燃料 Fr と改質用空気 Ar との改質用混合気 Gm を改質し、これによって得られる水素を含む改質ガス Gr を内燃機関 1 の燃焼室 1B に供給する。改質器 10 は、筐体 10S 内に改質触媒 10C を備えている。改質触媒 10C は、例えば、ジルコニア系の触媒やロジウム系の触媒が用いられ、この実施例においては、ステンレス等の耐熱合金の金属箔を用いて製造したハニカム状の触媒担持体に前記触媒を担持させて改質触媒 10C としている。

【0032】

改質触媒 10C は、改質触媒加熱手段によって昇温させられる。改質触媒 10C は、内部に中心電極 11 が備えられており、中心電極 11 は正電極 12 と接続される。また、改質触媒 10C の外周部分には、負電極 13 が接続されている。負電極 13 は電源 14 の負電極に、正電極 12 は電源 14 の正電極に接続されている。電源 14、負電極 13 及び中心電極 11（すなわち正電極 12）によって、改質触媒加熱手段が構成される。

【0033】

正電極 12 と電源 14 との間には、ヒータスイッチ 15 が配置される。ヒータスイッチ 15 は ECU 30 が備える内燃機関の始動制御装置 30CA によって断続される。ヒータスイッチ 15 がつながると、正電極 12、すなわち中心電極 11 から負電極 13 に向かって電流が流れる。中心電極 11 と負電極 13 との間には、耐熱合金の触媒担持体が介在するので、中心電極 11 から負電極 13 に向かって電流が流れることにより触媒担持体にも電流が流れる。これによって改質触媒 10C の触媒担持体が発熱して、改質触媒加熱手段によって改質触媒 10C を加熱する。なお、改質触媒加熱手段は上記構成に限られるものではなく、例えば、改質触媒 10C をバーナーで加熱する等の手段を用いてもよい。

【0034】

改質器 10 には、改質触媒 10C の温度を測定する改質触媒温度センサ 40 が備えられる。改質触媒 10C の温度は、触媒担持体に担持される触媒の温度であるが、前記触媒の温度を測定することは困難である。ここで、前記触媒を担持する触媒担持体の温度（改質触媒床温度）は、前記触媒の温度と略一致するので、触媒担持体の温度を改質触媒温度センサ 40 で検出して、これを改質触媒温度として、この実施例に係る内燃機関の始動制御に用いる（以下同様）。

【0035】

改質器 10 の筐体 10S には、改質用燃料噴射弁 20 と改質用空気導入口 18 とが取り付けられる。改質用燃料噴射弁 20 は、改質用燃料導管 21 を介して、改質用燃料ポンプ 25 から改質用燃料 Fr が送られる。そして、機関 ECU 30 が備える内燃機関の始動制御装置 30CA が改質用燃料噴射弁 20 の動作を制御することにより、改質用燃料噴射弁 20 から改質器 10 へ改質用燃料 Fr が噴射される。

【0036】

改質用空気導入口 18 には、改質用空気導管 22 を介して改質用空気ポンプ 24 から改質用空気 Ar が送られる。また、改質用空気導管 22 には、改質用空気供給弁 23 が設けられている。そして、機関 ECU 30 が備える内燃機関の始動制御装置 30CA が改質用空気供給弁 23 の動作を制御することによって、改質器 10 へ改質用空気 Ar が供給される。なお、改質用空気導管 22 には、改質用空気温度センサ 44 が設けられており、改質用空気 Ar の温度を測定する。

【0037】

改質用燃料噴射弁 20 の出口には、混合室 16 が設けられている。混合室 16 は、改質用空気導入口 18 と接続されている。改質用燃料噴射弁 20 から改質用燃料 Fr が噴射されると、改質用燃料 Fr の噴霧は、改質用空気導入口 18 から導入される改質用空気 Ar とともに、混合室 16 へ流入する。改質用燃料 Fr と改質用空気 Ar とは、混合室 16 で十分に混合されて改質用混合気 Gm を形成して、改質触媒 10C へ流入する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

改質触媒 10C においては式 (1) に示す部分酸化反応が起こり、CO (一酸化炭素) 及び H₂ (水素) を含む改質ガス Gr が生成される。なお、部分酸化反応は、ある程度の温度 (部分酸化反応開始温度、およそ 400) 以上にならないと反応が開始しないので、上記改質触媒加熱手段によって部分酸化反応開始温度以上になるまで改質触媒 10C を加熱する。



【 0 0 3 9 】

改質器 10 で発生した改質ガス Gr は、改質器出口 19 から内燃機関 1 へ送り出される。改質器出口 19 と内燃機関 1 の吸気通路 3 に設けられる改質ガス入口 9 とは、改質ガス導管 27 によって接続されているので、改質ガス Gr は、内燃機関 1 の吸気通路 3 を通って内燃機関 1 の燃焼室 1B 内へ流入する。なお、改質ガス導管 27 の途中に液冷あるいは空冷の冷却手段を設け、改質ガス Gr を冷却してから内燃機関 1 の吸気通路 3 へ導入してもよい。

【 0 0 4 0 】

改質ガス Gr に含まれる水素 (H₂) は、ガソリンのような改質用燃料 Fr と比較して燃焼速度が相当速く、急速燃焼する。したがって、上記改質反応によって得られた水素を含む改質ガス Gr を内燃機関 1 に供給すると、改質ガス Gr 中の水素により、燃焼改善効果が得られる。また、改質ガス Gr は気体燃料なので、内燃機関 1 の吸気通路 3 や燃焼室 1B の壁面に付着しないで、燃焼室 1B 内で燃焼する。これによって、未燃のまま内燃機関 1 から排出される HC (炭化水素) を低減できる。内燃機関 1 の始動時 (特に冷間始動時) において、未燃 HC の低減効果は大きい。

【 0 0 4 1 】

図 2 は、改質器から排出される未改質 HC の排出濃度と、改質手段、改質触媒加熱手段を含む改質システム起動時からの経過時間との関係を示す説明図である。図 3 は、改質器から排出される未改質 HC の排出濃度と、改質器が備える改質触媒温度との関係を示す説明図である。なお、図 2 中の A、B、C と、図 3 中の A、B、C とは、それぞれ対応する。また、図 2、図 3 中の A、B、C は、改質を開始する直前における改質触媒 10C の温度 (以下初期温度という) が異なることを示す。ここで、初期温度は C > B > A の順に低くなる。

【 0 0 4 2 】

改質時において、初期温度が低いと、部分酸化反応が起こりにくくなるため、改質ガス Gr に含まれる未改質の改質用燃料 Fr が増加する。この実施例において、改質用燃料 Fr は炭化水素系の燃料なので、初期温度が低いときには、改質ガス Gr に含まれる未改質 HC の濃度が増加することになる (図 2、図 3)。すなわち、初期温度は C > B > A の順に低くなるので、未改質 HC の濃度は C > B > A の順に高くなる (図 2)。

【 0 0 4 3 】

一方、部分酸化反応は発熱反応なので、部分酸化反応が開始すれば、部分酸化反応の発熱によって触媒温度 10C は上昇する。これによって、図 2 に示すように、改質の進行とともに未改質 HC の濃度は低減して、一定時間経過後においては、A、B、C とともに未改質 HC の濃度は同等になる。しかし、初期温度が低いと、図 2 に示すように改質開始直後における未改質 HC 濃度が増加するため、全体としての未改質 HC は、初期温度が低い方が多くなる。その結果、内燃機関 1 の燃焼室 1B で燃焼したあとの未燃 HC も増加することになり、エミッションを悪化させる。これは、始動時、特に冷間始動時において顕著になる。

【 0 0 4 4 】

このため、改質開始時においては、加熱手段により改質触媒 10C を昇温させてから、改質を開始する。しかし、改質触媒を加熱しても、改質用燃料 Fr と改質用空気 Ar とからなる改質用混合気 Gm を改質触媒 10C に供給すると、改質用混合気 Gm によって改質触媒 10C が冷却されてしまう。その結果、改質を開始する時点においては改質触媒 10

10

20

30

40

50

Cの温度が低下してしまい、未改質HCの発生量が増加してしまうという問題があった。

【0045】

図3に示すように、初期温度が改質用燃料Frの部分酸化反応における断熱反応温度 t_0 へ近づくにしがって、未改質HCの濃度は減少し、初期温度が断熱反応温度 t_0 を超えると、未改質HCの濃度は略一定になる。本発明者らは、上記問題点について鋭意研究した結果、この関係を見出した。そして、改質を開始する前に、改質触媒10Cの温度を、少なくとも断熱反応温度 t_0 よりも高い温度まで上昇させてから改質を開始するようになれば、未改質HCの濃度(すなわち発生量)を低減できることを見出した。この実施例では、改質を開始する前に、改質用燃料Frの部分酸化反応における断熱反応温度 t_0 よりも高い予備加熱温度 T_0 まで改質触媒10Cを加熱する。ここで、炭化水素系の燃料のうちガソリンを用いた場合の部分酸化反応における断熱反応温度 t_0 は900 ~ 950 10
程度である。また、炭化水素系の燃料のうちメタノールを用いた場合の部分酸化反応における断熱反応温度 t_0 は700 ~ 850 程度である。

【0046】

次に、この実施例に係る内燃機関の始動制御装置について説明する。図4は、この実施例に係る内燃機関の始動制御装置を示す説明図である。この実施例に係る内燃機関の始動制御は、この実施例に係る内燃機関の始動制御装置30CAによって実現できる。図4に示すように、内燃機関の始動制御装置30CAは、機関ECU30に組み込まれて構成されている。機関ECU30は、CPU(Central Processing Unit:中央演算装置)30 20
pと、記憶部30mと、入力及び出力ポート36、37と、入力及び出力インターフェイス38、39とから構成される。

【0047】

なお、機関ECU30とは別個に、この実施例に係る内燃機関の始動制御装置30CAを用意し、これを機関ECU30に接続してもよい。そして、この実施例に係る内燃機関の始動制御を実現するにあたっては、機関ECU30が備える内燃機関1の制御機能を、前記内燃機関の始動制御装置30CAが利用できるように構成してもよい。

【0048】

この実施例に係る内燃機関の始動制御装置30CAは、加熱制御部31と、改質制御部32と、始動制御部33と、パラメータ設定部34とを含む。これらのうち、加熱制御部31と、改質制御部32と、始動制御部33と、パラメータ設定部34とは、この実施例 30
に係る内燃機関の基本となる運転制御方法を実行する部分となる。また、パラメータ設定部34は、この実施例に係る内燃機関の始動制御方法において、後述する予備加熱温度等のパラメータを設定する機能を有する。この実施例において、内燃機関の始動制御装置30CAは、機関ECU30を構成するCPU(Central Processing Unit:中央演算装置)30pの一部として構成される。この他に、CPU30pには、内燃機関1の運転を制御する機関制御部30cが含まれている。

【0049】

CPU30pと、記憶部30mとは、バス35₃により接続される。また、内燃機関の始動制御装置30CAと機関制御部30cとは、バス35₁、35₂及び入力ポート36及び出力ポート37を介して接続される。これにより、内燃機関の始動制御装置30CAを 40
構成する加熱制御部31と改質制御部32と始動制御部33とパラメータ設定部34と機関制御部30cとは、相互に制御データをやり取りしたり、一方に命令を出したりできるように構成される。また、内燃機関の始動制御装置30CAは、機関ECU30が有する内燃機関1の運転制御に関するデータを取得したり、内燃機関の始動制御装置30CAの制御を機関ECU30の内燃機関の始動制御ルーチンに割り込ませたりすることができる。

【0050】

入力ポート36には、入力インターフェイス38が接続されている。入力インターフェイス38には、改質触媒温度センサ40、内燃機関1の始動信号を発するスタートスイッチ43、改質用空気Arの温度を検出する改質用空気温度センサ44その他の、始動制御 50

に必要な情報を取得するための各種センサ類が接続されている。また、入力インターフェイス 38 には、回転数センサ 41、エアフローセンサ 42 その他の、内燃機関 1 の運転制御に必要な情報を取得するセンサ類が接続されている。これらのセンサ類から出力される信号は、入力インターフェイス 38 内の A/D コンバータ 38a やデジタルバッファ 38d により、CPU 30p が利用できる信号に変換されて入力ポート 38 へ送られる。これにより、CPU 30p は、燃料供給制御や内燃機関 1 の運転制御に必要な情報を取得することができる。

【0051】

出力ポート 37 には、出力インターフェイス 39 が接続されている。出力インターフェイス 39 には、ヒータスイッチ 15、改質用燃料噴射弁 20、改質用空気供給弁 23、スターターモータ 26 その他の、改質制御や内燃機関 1 の始動に必要な制御対象が接続されている。出力インターフェイス 39 は、制御回路 39a、39b 等を備えており、CPU 30p で演算された制御信号に基づき、前記制御対象を動作させる。このような構成により、前記センサ類からの出力信号に基づき、機関 ECU 30 の CPU 30p は、内燃機関 1 に対する燃料の供給を制御したり、内燃機関 1 の運転を制御したりすることができる。

【0052】

記憶部 30m には、この実施例に係る内燃機関の始動制御の処理手順を含むコンピュータプログラムや制御マップ、あるいは改質制御に用いる燃料噴射量のデータマップ等が格納されている。ここで、記憶部 30m は、RAM (Random Access Memory) のような揮発性のメモリ、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリ、あるいはこれらの組み合わせにより構成することができる。

【0053】

上記コンピュータプログラムは、CPU 30p へすでに記録されているコンピュータプログラムと組み合わせによって、この実施例に係る改質制御の処理手順を実現できるものであってもよい。また、この内燃機関の始動制御装置 30CA は、前記コンピュータプログラムの代わりに専用のハードウェアを用いて、加熱制御部 31、改質制御部 32、始動制御部 33 及びパラメータ設定部 34 の機能を実現するものであってもよい。次に、この実施例に係る内燃機関の始動制御について説明する。この説明においては、適宜図 1、図 2 を参照されたい。

【0054】

図 5 は、この実施例に係る内燃機関の始動制御の手順を説明するフローチャートである。図 6 は、この実施例に係る内燃機関の始動制御における改質触媒温度と時間との関係を示す説明図である。この実施例に係る内燃機関を運転するにあたり、この実施例に係る内燃機関の始動制御装置（以下始動制御装置）30CA が備える加熱制御部 31 は、スタートスイッチ 43 から内燃機関 1 の起動信号があるか否かを判定する（ステップ S101）。起動信号がない場合（ステップ S101：No）、実施例に係る内燃機関の始動制御は終了する。

【0055】

上述したように、この実施例では、改質を開始する前に、断熱反応温度 t_0 よりも高い予備加熱温度 T_0 まで改質触媒 10C を加熱する（図 6 参照）。ところで、改質開始前に断熱反応温度 t_0 よりも高い温度まで改質触媒 10C を加熱してから、改質用混合気 G_m を改質触媒 10C に供給すると、改質用混合気 G_m 中の燃料の気化熱や混合気を受熱により、改質触媒 10C の温度は低下する。加熱した改質触媒 10C に改質用混合気 G_m を供給したときにおける改質触媒 10C の温度低下の大きさは、触媒温度下降温度 T_d （図 6）で表される。部分酸化反応が開始するとき、改質触媒 10C の温度が断熱反応温度 t_0 よりも低くなると、未改質 HC の発生量が増加する。

【0056】

したがって、予備加熱温度 T_0 は、断熱反応温度 t_0 に前記触媒温度下降温度 T_d を加算した値よりも大きくする（ $T_0 (= t_0 + T) > (t_0 + T_d)$ ）。すなわち、断熱反応温度 t_0 からの改質触媒 10C の温度上昇分 T は、前記触媒温度下降温度 T_d

10

20

30

40

50

よりも大きくする ($T > T_d$)。これにより、加熱した改質触媒 10 C に改質用混合気 G m を供給しても、部分酸化反応が開始するときに、改質触媒 10 C の温度を断熱反応温度 t_0 より高い温度に維持できるので、未改質 H C の発生量を抑制できる。また、 $T_0 > (t_0 + T_d)$ 、すなわち $T > T_d$ とすることで、改質用混合気 G m を供給したときには、高温側から断熱反応温度 t_0 に近づくため、改質開始時における未改質 H C の発生量を最小限に抑えることができる。

【 0 0 5 7 】

図 7、図 8 は、予備加熱温度の設定に用いるマップを示す説明図である。予備加熱温度 T_0 は、一定値としてもよいが、この実施例においては、環境条件等に応じて、前記予備加熱温度 T_0 を変更する。例えば、改質器 10 へ導入される改質用空気 A r の温度が低い場合、改質用混合気 G m の温度も低くなる結果、前記触媒温度下降温度 T_d も大きくなる。したがって、例えば、図 7 に示すマップ 50 のように、改質用空気温度 t_i が低くなるにしたがって、予備加熱温度 T_0 を高く設定する。

10

【 0 0 5 8 】

また、内燃機関の始動時において、改質用燃料 F r の供給量が変化するような場合、改質用燃料 F r の供給量が多くなるにしたがって燃料の気化熱量や改質用混合気 G m の受熱容量は大きくなるため、前記触媒温度下降温度 T_d は大きくなる。このような場合、例えば、図 8 に示すマップ 51 のように、改質用燃料供給量 Q が大きくなるにしたがって、予備加熱温度 T_0 を高く設定する。また、改質器 10 へ導入される改質用燃料 F r の温度が低い場合、改質用混合気 G m の温度も低くなる結果、前記触媒温度下降温度 T_d も大きくなる。したがって、例えば、改質用燃料の温度が低くなるにしたがって、予備加熱温度 T_0 を高く設定する。

20

【 0 0 5 9 】

そして、改質用空気 A r の温度、改質用燃料 F r の供給量、改質用燃料 F r の温度のうちいずれか一つに基づいて、あるいは 2 以上を組み合わせることで予備加熱温度 T_0 を変更してもよい。このように、改質用空気 A r の性状又は改質用燃料 F r の性状のうち少なくとも一方に応じて、予備加熱温度 T_0 を変更することが好ましい。

【 0 0 6 0 】

このようにすれば、環境条件等が変化した場合でも、より確実に予備加熱温度 T_0 を断熱反応温度 t_0 に前記触媒温度下降温度 T_d を加算した値よりも大きく設定できる。その結果、改質触媒 10 C で部分酸化反応が開始するときにおいては、より確実に改質触媒 10 C の温度を断熱反応温度 t_0 よりも高い温度に維持できるので、より確実に未改質 H C の発生量を抑制できる。

30

【 0 0 6 1 】

起動信号がある場合 (ステップ S 101 : Yes)、始動制御装置 30 C A のパラメータ設定部 34 は、改質用空気温度センサ 44 から改質用空気 A r の温度を取得し、前記マップ 50 等を用いて予備加熱温度 T_0 を設定する (ステップ S 102)。予備加熱温度 T_0 を設定したら、加熱制御部 31 は、ヒータスイッチ 15 を ON にして改質触媒 10 C の加熱を開始する (ステップ S 103)。なお、図 6 の t_1 が加熱開始時になる。

【 0 0 6 2 】

改質触媒 10 C の加熱を開始したら、加熱制御部 31 は、改質触媒温度センサ 40 から改質触媒 10 C の温度 (以下改質触媒温度) T_1 を取得し (ステップ S 104)、ステップ S 102 で設定した予備加熱温度 T_0 と比較する (ステップ S 105)。加熱制御部 31 は、 $T_0 > T_1$ になるまで待機する (ステップ S 105 : No)。そして、 $T_0 > T_1$ となったら、始動制御装置 30 C A が備える改質制御部 32 は、改質用燃料ポンプ 25 を駆動してから改質用燃料噴射弁 20 を動作させて、改質用燃料噴射弁 20 から改質器 10 の混合室 16 へ改質用燃料 F r を噴射させる。また、改質制御部 32 は、改質用空気ポンプ 24 を駆動するとともに改質用空気供給弁 23 を動作させて改質器 10 の混合室 16 へ改質用空気 A r を供給する。

40

【 0 0 6 3 】

50

ここで、改質用燃料 F_r の供給量と改質用空気 A_r の供給量とは、内燃機関 1 の始動に必要な量であって、かつ O/C (酸素/炭素) = 1 となる量である。改質用燃料がガソリンである場合、 $O/C = 1$ とするためには、空燃比 A/F がおよそ 5 である。改質器 10 の混合室 16 へ供給された改質用燃料 F_r と改質用空気 A_r とは、混合室 16 で十分に混合されて改質用混合気 G_m を形成する。その後、改質用混合気 G_m は、改質触媒 10C へ流入する。これによって、改質触媒 10C へ改質用混合気 G_m が供給される (ステップ S106)。なお、改質用混合気 G_m の供給時は、図 6 の 2 である。

【0064】

その後、加熱制御部 31 は、改質触媒 10C の加熱を終了する (ステップ S107)。改質用混合気 G_m の供給から加熱終了までの期間 は、任意に設定することができる。例えば、改質用混合気 G_m が供給されてから改質触媒温度 T_1 が前記触媒温度下降温度 T_d に到達した後に改質触媒 10C の加熱を停止するように、前記期間 を設定してもよい ($= t_3 - t_2 + \dots$)。このようにすれば、前記触媒温度下降温度 T_d を小さい値に抑えることができるので、未改質 HC の発生を抑制できる。また、改質触媒温度 T_1 が前記触媒温度下降温度 T_d に到達する前に加熱を停止するように前記期間 を設定してもよい。なお、改質触媒 10C の加熱は、内燃機関 1 の始動 (図 6 の 4) 前に終了させる。改質触媒 10C の加熱時期と内燃機関 1 の始動時期とが重ならないようにするためである。

【0065】

また、この実施例では、前記期間 を所定期間設けているが、改質用混合気 G_m の供給と同時に改質触媒 10C の加熱を終了する、すなわち前記期間 $= 0$ としてもよい。このようにすれば、改質触媒 10C の加熱に要するエネルギーを低減できる。さらに、改質触媒 10C の加熱を終了してから改質用混合気 G_m を供給してもよい。このようにしても、改質触媒 10C の加熱に要するエネルギーを低減できる。

【0066】

改質用混合気 G_m が改質触媒 10C へ供給されたら、始動制御部 33 は、改質触媒温度 T_1 を取得する (ステップ S108)。そして、始動制御部 33 は、予備加熱温度 T_0 と改質触媒温度 T_1 との差 が、前記触媒温度下降温度 T_d 以上になるまで待機する (ステップ S109: No)。 T_d になったら (ステップ S109: Yes)、始動制御部 33 は、スターターモータ 26 を駆動して内燃機関 1 を始動する (ステップ S110)。すなわち、改質用混合気 G_m が改質触媒 10C に供給されてから所定の待機時間 m_A ($= t_3 - t_2$) 待機して内燃機関 1 を始動する (図 6 中の 4)。なお、図 6 中の 3 が、 T_d になった時である。ここで、改質触媒 10C の加熱が継続している場合は、内燃機関 1 の始動前に前記加熱を終了する。

【0067】

このように、待機時間 m_A を待機してから内燃機関 1 を始動することによって、改質器 10 で改質ガス G_r が生成されてから内燃機関 1 を始動する。その結果、スターターモータ 26 の駆動を必要最小限に抑えることができるので、内燃機関 1 の始動によるエネルギー消費を抑制できる。また、この実施例のように、改質触媒 10C の加熱が終了してから内燃機関 1 を始動することにより、改質触媒 10C の加熱期間とスターターモータ 26 の駆動期間とが重ならない。その結果、改質触媒 10C を電気加熱する場合には、電源の容量を抑制できる。上記手順により、この実施例に係る内燃機関の始動制御は終了する。

【0068】

以上、この実施例では、改質手段による部分酸化改質を開始する前に、改質手段が備える改質触媒の温度を、部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度まで昇温させる。これによって、改質用混合気を改質触媒へ供給したときでも、部分酸化反応の断熱反応温度よりも改質触媒の温度を高く維持できる。その結果、未改質 HC の発生を最小限に抑えることができ、内燃機関の始動時におけるエミッション悪化を抑制できる。なお、実施例 1 で開示した構成は、以下の実施例においても適宜適用することができる。

る。また、実施例 1 と同様の構成を備えるものは、実施例 1 と同様の作用、効果を奏する。

【実施例 2】

【0069】

実施例 2 は、実施例 1 と略同様の構成であるが、改質用空気のみを先に改質触媒へ供給してから、改質用燃料を改質触媒へ供給する点が異なる。他の構成は、実施例 1 と同様である。なお、実施例 2 に係る内燃機関の始動制御は、実施例 1 に係る内燃機関の始動制御装置（図 4 参照）によって実現できる。次の説明においては、適宜図 1、図 4 を参照されたい。

【0070】

図 9 は、この実施例に係る内燃機関の始動制御の手順を説明するフローチャートである。図 10 は、この実施例に係る内燃機関の始動制御における改質触媒温度と時間との関係を示す説明図である。この実施例に係る内燃機関を運転するにあたり、内燃機関の始動制御装置（以下始動制御装置）30CA が備える加熱制御部 31 は、スタートスイッチ 43 から内燃機関 1 の起動信号があるか否かを判定する（ステップ S201）。起動信号がない場合（ステップ S201：No）、実施例に係る内燃機関の始動制御は終了する。

【0071】

この実施例でも、改質を開始する前に、断熱反応温度 t_0 よりも高い予備加熱温度 T_{01} まで改質触媒 10C を加熱する（図 10 参照）。ところで、改質開始前に断熱反応温度 t_0 よりも高い温度まで改質触媒 10C を加熱してから、改質用空気 A_r を改質触媒 10C に供給すると、改質触媒 10C の温度は低下する。加熱した改質触媒 10C に改質用空気 A_r を供給したときにおける改質触媒 10C の温度低下の大きさは、触媒温度下降温度 T_{1d} （図 10）で表される。部分酸化反応が開始するとき、改質触媒 10C の温度が断熱反応温度 t_0 よりも低くなると、未改質 HC の発生量が増加する。

【0072】

したがって、この実施例において、予備加熱温度 T_{01} は、断熱反応温度 t_0 に前記触媒温度下降温度 T_{1d} を加算した値よりも大きくする（ $T_{01} (= t_0 + T_{01}) > (t_0 + T_{1d})$ ）。すなわち、断熱反応温度 t_0 からの改質触媒 10C の温度上昇分 T_{01} は、前記触媒温度下降温度 T_{1d} よりも大きくする（ $T_{01} > T_{1d}$ ）。これにより、加熱した改質触媒 10C に改質用混合気 G_m を供給しても、部分酸化反応が開始するとき、改質触媒 10C の温度を断熱反応温度 t_0 より高い温度に維持できるので、未改質 HC の発生量を抑制できる。また、 $T_{01} > (t_0 + T_{1d})$ 、すなわち $T_{01} > T_{1d}$ とすることで、改質用燃料 F_r を供給したときには、高温側から断熱反応温度 t_0 に近づくため、改質開始時における未改質 HC の発生量を最小限に抑えることができる。

【0073】

なお、この実施例においては、改質触媒 10C へ最初に改質用空気 A_r のみを供給するので、上記実施例 1 のように改質用混合気 G_m を改質触媒 10C へ供給する場合と比較して、改質触媒 10C 温度低下は少ない。このため、予備加熱温度 T_{01} は、実施例 1 における予備加熱温度 T_0 よりも低い値でよく、部分酸化反応における断熱反応温度 t_0 近傍とすることができる。

【0074】

起動信号がある場合（ステップ S201：Yes）、始動制御装置 30CA のパラメータ設定部 34 は、改質用空気温度センサ 44 から改質用空気 A_r の温度を取得し、マップ 50 等（図 7 等参照）を用いて予備加熱温度 T_{01} を設定する（ステップ S202）。予備加熱温度 T_{01} を設定したら、加熱制御部 31 は、ヒータスイッチ 15 を ON にして改質触媒 10C の加熱を開始する（ステップ S203）。なお、図 6 の τ_1 が加熱開始時になる。

【0075】

改質触媒 10C の加熱を開始したら、加熱制御部 31 は、改質触媒温度センサ 40 から

10

20

30

40

50

改質触媒温度 T_1 を取得し (ステップ S 2 0 4)、ステップ S 2 0 2 で設定した予備加熱温度 T_{01} と比較する (ステップ S 2 0 5)。加熱制御部 3 1 は、 $T_{01} < T_1$ になるまで待機する (ステップ S 2 0 5 : No)。そして、 $T_{01} < T_1$ となったら、始動制御装置 3 0 C A が備える改質制御部 3 2 は、改質用空気ポンプ 2 4 を駆動するとともに改質用空気供給弁 2 3 を動作させて改質器 1 0 の混合室 1 6 へ改質用空気 A_r を供給する (ステップ S 2 0 6)。このときの改質用空気 A_r の供給量は、内燃機関 1 の始動に必要な量であって、かつ O/C (酸素/炭素) = 1 となる量である。改質用燃料がガソリンである場合、 $O/C = 1$ とするためには、空燃比 A/F がおよそ 5 である。なお、改質用空気 A_r の供給時は、図 1 0 の 2 である。

【 0 0 7 6 】

その後、加熱制御部 3 1 は、改質触媒温度センサ 4 0 から改質触媒温度 T_1 を取得し (ステップ S 2 0 7)、予備加熱温度 T_{01} と改質触媒温度 T_1 との差 $T_1 - T_{01}$ が、前記触媒温度下降温度 T_{1d} 以上になるまで待機する (ステップ S 2 0 8 : No)。これは、改質触媒 1 0 C に供給した改質用空気 A_r を、改質に必要な温度に昇温させるためである。そして、 $T_1 > T_{1d}$ となったら (ステップ S 2 0 8 : Yes)、改質制御部 3 2 は、改質用燃料ポンプ 2 5 を駆動してから改質用燃料噴射弁 2 0 を動作させて、改質用燃料噴射弁 2 0 から改質器 1 0 の混合室 1 6 へ改質用燃料 F_r を噴射させる (ステップ S 2 0 9)。このときの改質用燃料 F_r の供給量は、内燃機関 1 の始動に必要な量であって、かつ O/C (酸素/炭素) = 1 となる量である。改質用燃料がガソリンである場合、 $O/C = 1$ とするためには、空燃比 A/F がおよそ 5 である。改質用燃料 F_r の供給時は、図 1 0 の 3 である。

【 0 0 7 7 】

改質用燃料噴射弁 2 0 から噴射された改質用燃料 F_r は、すでに混合室 1 6 へ供給されている改質用空気 A_r と十分に混合されて改質用混合気 G_m を形成する。その後、改質用混合気 G_m は、改質触媒 1 0 C へ流入し、部分酸化反応が開始する。この実施例においては、最初に改質用空気 A_r のみを改質触媒 1 0 C に供給するので、前記触媒温度下降温度 T_{2d} は改質用混合気 G_m を供給した場合よりも小さく、予備加熱温度 T_{01} を断熱反応温度 t_0 近傍に設定しても、改質用燃料 F_r を改質触媒 1 0 C へ供給した時点における改質触媒温度 T_1 は、断熱反応温度 t_0 から大きく外れることはない。このように、この実施例においては、予備加熱温度 T_{01} を断熱反応温度 t_0 近傍に設定できるので、改質器 1 0 の高温耐久性を向上させることができる。

【 0 0 7 8 】

また、最初に改質用空気 A_r のみが改質触媒 1 0 C に供給されているので、改質用燃料 F_r を供給することによる改質触媒温度 T_1 の低下は小さい。そして、最初に改質用空気 A_r のみが改質触媒 1 0 C に供給されているので、改質用燃料 F_r が改質触媒 1 0 C へ到達した初期段階においては、 $O/C > 1$ 、すなわち酸素過剰状態になるため、部分酸化反応の反応温度の立ち上がりは早くなる。その結果、未改質 HC の発生量をより抑えることができる。このように、この実施例では、改質性能を向上させることができる。

【 0 0 7 9 】

改質用燃料 F_r が噴射されたら、加熱制御部 3 1 は、改質触媒 1 0 C の加熱を終了する (ステップ S 2 1 0)。この実施例において、改質触媒 1 0 C の加熱終了時は、改質用燃料 F_r の供給時、すなわち図 1 0 の 3 である。このようにすれば、改質触媒 1 0 C の加熱に要するエネルギーを低減できる。なお、改質触媒 1 0 C の加熱を終了してから、すなわち改質用燃料 F_r を供給する前に加熱を終了してから、改質用燃料 F_r を供給してもよい。このようにしても、改質触媒 1 0 C の加熱に要するエネルギーを低減できる。

【 0 0 8 0 】

さらに、改質用燃料 F_r を供給してから所定の期間待機して、内燃機関 1 の始動前に改質触媒 1 0 C の加熱を終了してもよい。この場合、内燃機関 1 を始動する直前まで、改質触媒 1 0 C の加熱を継続してもよい。このようにすれば、改質用燃料 F_r を供給した後における改質触媒温度 T_1 の温度低下を抑えることができるので、未改質 HC の発生を抑制

10

20

30

40

50

できる。

【0081】

なお、改質用空気 A_r を改質触媒 10C に供給した時点以降に、改質触媒 10C の加熱を停止してもよい。このようにすれば、改質触媒温度 T_1 の低下を抑制できる。また、改質用空気 A_r を改質触媒 10C に供給する前に、改質触媒 10C の加熱を停止してもよい。このようにすれば、改質触媒 10C の加熱に要するエネルギーを低減できる。また、改質触媒 10C の加熱は、内燃機関 1 の始動（図 10 の 4）前に終了させる。改質触媒 10C の加熱時期と内燃機関 1 の始動時期とが重ならないようにするためである。

【0082】

改質触媒 10C の加熱を終了し、改質用燃料 F_r の供給を開始したら、始動制御部 33 は、経過時間 m を 0 にセットする（ステップ S211）。そして、始動制御部 33 は、経過時間 m を 0 にセットした時点、すなわち改質触媒 10C の加熱を終了し、改質用燃料 F_r の供給を開始した時点からの経過時間 m を取得し（ステップ S212）、 $m > m_0$ となるまで待機する（ステップ S213：No）。

【0083】

$m > m_0$ となったら（ステップ S213：Yes）、始動制御部 33 は、スターターモータ 26 を駆動して内燃機関 1 を始動する（ステップ S214、図 10 中の 4）。このとき、改質触媒 10C の加熱が継続している場合は、内燃機関 1 の始動前に前記加熱を終了する。このように、待機時間 m_0 を待機してから内燃機関 1 を始動することによって、最初に改質用空気 A_r を供給することで改質触媒 10C から内燃機関 1 の燃焼室 1B までの間に存在する空気を改質ガス G_r で置換できる。これによって、前記空気を排出するために内燃機関 1 の空回しをする必要性を最小限に抑えることができる。その結果、スターターモータ 26 の駆動を必要最小限に抑えることができるので、内燃機関 1 の始動によるエネルギー消費を抑制できる。

【0084】

また、この実施例のように、改質触媒 10C の加熱が終了してから内燃機関 1 を始動することにより、改質触媒 10C の加熱期間とスターターモータ 26 の駆動期間とが重ならない。その結果、改質触媒 10C を電気加熱する場合には、電源の容量を抑制できる。上記手順により、この実施例に係る内燃機関の始動制御は終了する。

【0085】

以上、この実施例では、改質手段による部分酸化改質を開始する前に、改質手段が備える改質触媒の温度を、部分酸化反応における断熱反応温度よりも高い所定の予備加熱温度まで昇温させる。そして、改質用空気のみを先に改質触媒へ供給してから、改質用燃料を改質触媒へ供給する。このように、最初に改質用空気のみを改質触媒に供給するので、改質用燃料を供給することによる改質触媒温度の低下をより小さくできる。また、最初に改質用空気のみが改質触媒に供給されているので、改質用燃料が改質触媒へ到達した初期段階においては酸素過剰状態になるため、部分酸化反応の反応温度の立ち上がりは早くなる。その結果、未改質の発生量をより効果的に抑えることができ、内燃機関の始動時におけるエミッション悪化をより効果的に抑制できる。なお、実施例 2 で開示した構成は、以下の実施例においても適宜適用することができる。また、実施例 2 と同様の構成を備えるものは、実施例 1 と同様の作用、効果を奏する。

【0086】

（参考例）

この参考例は、予備加熱温度を部分改質反応の断熱反応温度よりも低く設定する点が異なる。他の構成は、実施例 2 と同様である。なお、この参考例に係る内燃機関の始動制御は、実施例 1 に係る内燃機関の始動制御装置（図 4 参照）によって実現できる。次の説明においては、適宜図 1、図 4 を参照されたい。

【0087】

図 11 は、この参考例に係る内燃機関の始動制御の手順を説明するフローチャートである。図 12 は、この参考例に係る内燃機関の始動制御における改質触媒温度と時間との関

10

20

30

40

50

係を示す説明図である。この参考例では、改質を開始する前に、断熱反応温度 t_0 よりも低い温度の予備加熱温度 T_02 まで改質触媒 $10C$ を加熱する（図 12 参照）。この参考例に係る内燃機関を運転するにあたり、内燃機関の始動制御装置（以下始動制御装置） $30CA$ が備える加熱制御部 31 は、スタートスイッチ 43 から内燃機関 1 の起動信号があるか否かを判定する（ステップ $S301$ ）。起動信号がない場合（ステップ $S301: No$ ）、この参考例に係る内燃機関の始動制御は終了する。

【0088】

起動信号がある場合（ステップ $S301: Yes$ ）、始動制御装置 $30CA$ のパラメータ設定部 34 は、改質用空気温度センサ 44 から改質用空気 Ar の温度を取得し、予備加熱温度 T_02 を設定する（ステップ $S302$ ）。なお、実施例 1 で説明したように、環境条件等によって予備加熱温度 T_02 を変更してもよい。

10

【0089】

上述したように、予備加熱温度 T_02 は、断熱反応温度 t_0 よりも T_2 分低い。このように、この参考例においては、予備加熱温度 T_02 を断熱反応温度 t_0 よりも低い温度とするので、改質触媒 $10C$ に加熱に要するエネルギーを低減できる。また、予備加熱温度 T_02 を低く設定できるので、改質器 10 の高温耐久性を向上させることができる。ここで、予備加熱温度 T_02 が低すぎると、未改質 HC 量が増加するので、未改質 HC の発生量が許容できる範囲内で予備加熱温度 T_02 を決定する。

【0090】

予備加熱温度 T_02 を設定したら、加熱制御部 31 は、ヒータスイッチ 15 を ON にして改質触媒 $10C$ の加熱を開始する（ステップ $S303$ ）。なお、図 12 の γ_1 が加熱開始時になる。改質触媒 $10C$ の加熱を開始したら、加熱制御部 31 は、改質触媒温度センサ 40 から改質触媒温度 T_1 を取得し（ステップ $S304$ ）、ステップ $S302$ で設定した予備加熱温度 T_02 と比較する（ステップ $S305$ ）。加熱制御部 31 は、 $T_02 > T_1$ になるまで待機する（ステップ $S305: No$ ）。そして、 $T_02 < T_1$ となったら、始動制御装置 $30CA$ が備える改質制御部 32 は、改質用空気ポンプ 24 を駆動するとともに改質用空気供給弁 23 を動作させて改質器 10 の混合室 16 へ改質用空気 Ar を供給する（ステップ $S306$ ）。このときの改質用空気 Ar の供給量は、内燃機関 1 の始動に必要な量であって、かつ O/C （酸素/炭素）= 1 となる量である。改質用燃料がガソリンである場合、 $O/C = 1$ とするためには、空燃比 A/F がおよそ 5 である。なお、改質用空気 Ar の供給時は、図 12 の γ_2 である。

20

30

【0091】

その後、加熱制御部 31 は、改質触媒温度センサ 40 から改質触媒温度 T_1 を取得し（ステップ $S307$ ）、予備加熱温度 T_02 と改質触媒温度 T_1 との差 ΔT が、所定の下降温度 T_2d 以上になるまで待機する（ステップ $S308: No$ ）。これは、改質触媒 $10C$ に供給した改質用空気 Ar を、改質に必要な温度に昇温させるためである。そして、 $\Delta T < T_2d$ となったら（ステップ $S308: Yes$ ）、改質制御部 32 は、改質用燃料ポンプ 25 を駆動してから改質用燃料噴射弁 20 を動作させて、改質用燃料噴射弁 20 から改質器 10 の混合室 16 へ改質用燃料 Fr を噴射させる（ステップ $S309$ ）。このときの改質用燃料 Fr の供給量は、内燃機関 1 の始動に必要な量であって、かつ O/C （酸素/炭素）= 1 となる量である。改質用燃料がガソリンである場合、 $O/C = 1$ とするためには、空燃比 A/F がおよそ 5 である。なお、改質用燃料 Fr の供給時は、図 12 の γ_3 である。

40

【0092】

改質用燃料噴射弁 20 から噴射された改質用燃料 Fr は、すでに混合室 16 へ供給されている改質用空気 Ar と十分に混合されて改質用混合気 Gm を形成する。その後、改質用混合気 Gm は、改質触媒 $10C$ へ流入し、部分酸化反応が開始する。改質触媒 $10C$ に改質用燃料 Fr を噴射すると部分酸化反応が開始し、その反応熱で図 12 に示すように改質触媒温度 T_1 が上昇する。

【0093】

50

この参考例においては、最初に改質用空気 A r のみが改質触媒 1 0 C に供給されているので、改質用燃料 F r を供給することによる改質触媒温度 T 1 の低下を小さく抑えることができる。また、最初に改質用空気 A r のみが改質触媒 1 0 C に供給されているので、改質用燃料 F r が改質触媒 1 0 C へ到達した初期段階においては、 $O / C > 1$ 、すなわち酸素過剰状態になるため、部分酸化反応の反応温度の立ち上がりは早くなる。その結果、未改質 H C の発生量をより抑えることができる。

【 0 0 9 4 】

改質用燃料 F r が噴射されたら、加熱制御部 3 1 は、改質触媒 1 0 C の加熱を終了する（ステップ S 3 1 0）。この参考例において、改質触媒 1 0 C の加熱終了時は、改質用燃料 F r の供給時、すなわち図 1 0 の t_3 である。このようにすれば、改質触媒 1 0 C の加熱に要するエネルギーを低減できる。なお、改質用燃料 F r を供給してから所定の期間待機して、内燃機関 1 の始動前に改質触媒 1 0 C の加熱を終了してもよい。また、内燃機関 1 を始動する直前まで、改質触媒 1 0 C の加熱を継続してもよい。このようにすれば、改質触媒温度 T 1 をより早く断熱反応温度 t_0 に到達させることができるので、未改質 H C の発生を抑制できる。なお、改質触媒 1 0 C の加熱は、内燃機関 1 の始動（図 1 2 の t_4 ）前に終了させる。改質触媒 1 0 C の加熱時期と内燃機関 1 の始動時期とが重ならないようにするためである。

10

【 0 0 9 5 】

改質触媒 1 0 C の加熱を終了し、改質用燃料 F r の供給を開始したら、始動制御部 3 3 は、経過時間 m を 0 にセットする（ステップ S 3 1 1）。そして、始動制御部 3 3 は、経過時間 m を 0 にセットした時点、すなわち改質触媒 1 0 C の加熱を終了し、改質用燃料 F r の供給を開始した時点からの経過時間 m を取得し（ステップ S 3 1 2）、 $m > m_0$ となるまで待機する（ステップ S 3 1 3 : N o）。

20

【 0 0 9 6 】

$m > m_0$ となったら（ステップ S 3 1 3 : Y e s）、始動制御部 3 3 は、スターターモータ 2 6 を駆動して内燃機関 1 を始動する（ステップ S 3 1 4、図 1 0 中の t_4 ）。このとき、改質触媒 1 0 C の加熱が継続している場合は、内燃機関 1 の始動前に前記加熱を終了する。このように、待機時間 m_0 を待機してから内燃機関 1 を始動することによって、最初に改質用空気 A r を供給することで改質触媒 1 0 C から内燃機関 1 の燃焼室 1 B までの間に存在する空気を改質ガス G r で置換できる。これによって、前記空気を排出するために内燃機関 1 の空回しをする必要性を最小限に抑えることができる。その結果、スターターモータ 2 6 の駆動を必要最小限に抑えることができるので、内燃機関 1 の始動によるエネルギー消費を抑制できる。

30

【 0 0 9 7 】

また、この参考例のように、改質触媒 1 0 C の加熱が終了してから内燃機関 1 を始動することにより、改質触媒 1 0 C の加熱期間とスターターモータ 2 6 の駆動期間とが重ならない。その結果、改質触媒 1 0 C を電気加熱する場合には、電源の容量を抑制できる。上記手順により、この参考例に係る内燃機関の始動制御は終了する。

【 0 0 9 8 】

以上、この参考例では、改質手段による部分酸化改質を開始する前に、部分改質反応の断熱反応温度よりも所定の温度だけ低い予備加熱温度に改質触媒の温度を昇温させる。これにより、改質触媒の加熱に要するエネルギーを低減できるとともに、未改質 H C の発生量を低減して、内燃機関の始動時におけるエミッション悪化を抑制できる。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 9 】

以上のように、本発明に係る内燃機関及び内燃機関の始動制御装置は、排ガスに燃料を供給して、水素を含む改質ガスを生成する内燃機関に有用であり、特に、未改質 H C の増加を抑制することに適している。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 0 】

50

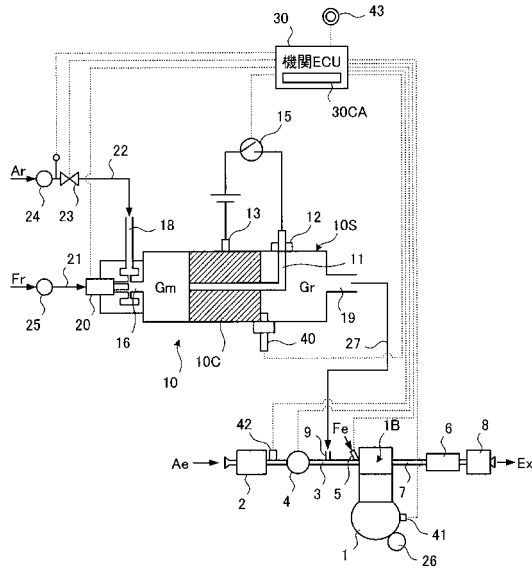
- 【図 1】この実施例に係る内燃機関の全体構成図である。
- 【図 2】改質器から排出される未改質 H C の排出濃度と、内燃機関始動時からの経過時間との関係を示す説明図である。
- 【図 3】改質器から排出される未改質 H C の排出濃度と、改質器が備える改質触媒温度との関係を示す説明図である。
- 【図 4】この実施例に係る内燃機関の始動制御装置を示す説明図である。
- 【図 5】この実施例に係る内燃機関の始動制御の手順を説明するフローチャートである。
- 【図 6】この実施例に係る内燃機関の始動制御における改質触媒温度と時間との関係を示す説明図である。
- 【図 7】予備加熱温度の設定に用いるマップを示す説明図である。 10
- 【図 8】予備加熱温度の設定に用いるマップを示す説明図である。
- 【図 9】この実施例に係る内燃機関の始動制御の手順を説明するフローチャートである。
- 【図 10】この実施例に係る内燃機関の始動制御における改質触媒温度と時間との関係を示す説明図である。
- 【図 11】この参考例に係る内燃機関の始動制御の手順を説明するフローチャートである。
- 【図 12】この参考例に係る内燃機関の始動制御における改質触媒温度と時間との関係を示す説明図である。

【符号の説明】

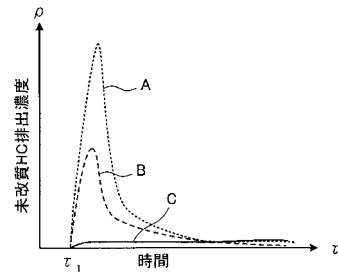
【 0 1 0 1 】 20

- 1 内燃機関
- 1 B 燃焼室
- 3 吸気通路
- 9 改質ガス入口
- 1 0 改質器
- 1 0 C 改質触媒
- 1 0 S 筐体
- 1 5 ヒータスイッチ
- 1 6 混合室
- 1 8 改質用空気導入口 30
- 1 9 改質器出口
- 2 0 改質用燃料噴射弁
- 2 1 改質用燃料導管
- 2 2 改質用空気導管
- 2 3 改質用空気供給弁
- 2 4 改質用空気ポンプ
- 2 5 改質用燃料ポンプ
- 2 6 スターターモータ
- 2 7 改質ガス導管
- 3 0 機関 E C U 40
- 3 0 C A 内燃機関の始動制御装置
- 3 0 c 機関制御部
- 3 1 加熱制御部
- 3 2 改質制御部
- 3 3 始動制御部
- 3 4 パラメータ設定部
- 4 0 改質触媒温度センサ
- 4 3 スタートスイッチ
- 4 4 改質用空気温度センサ

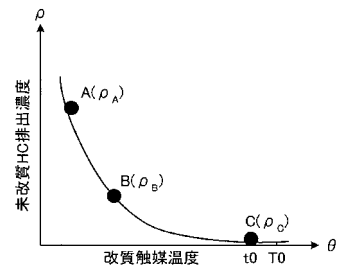
【図1】



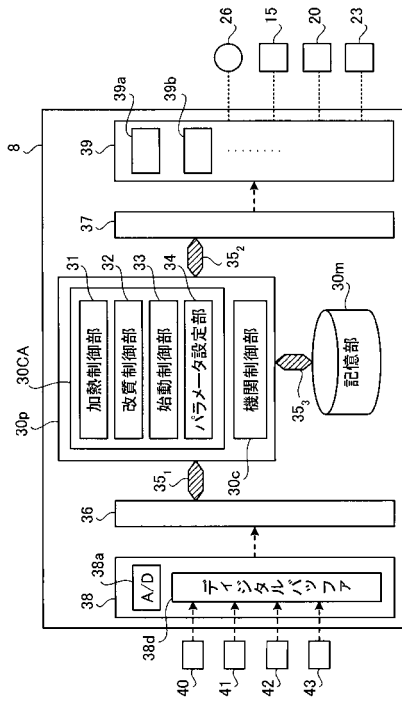
【図2】



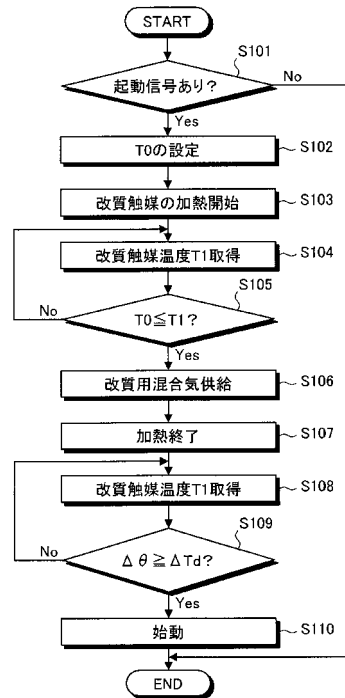
【図3】



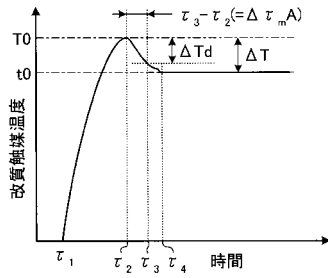
【図4】



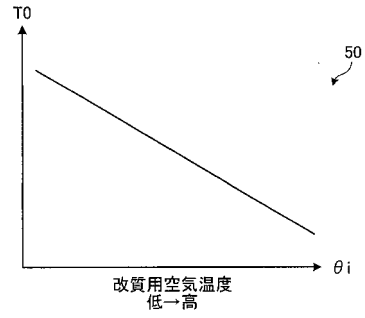
【図5】



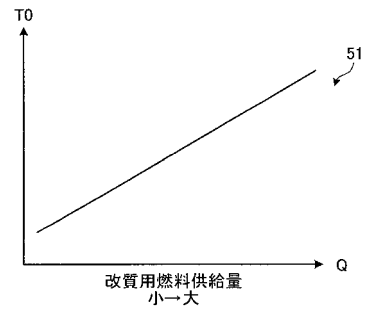
【図6】



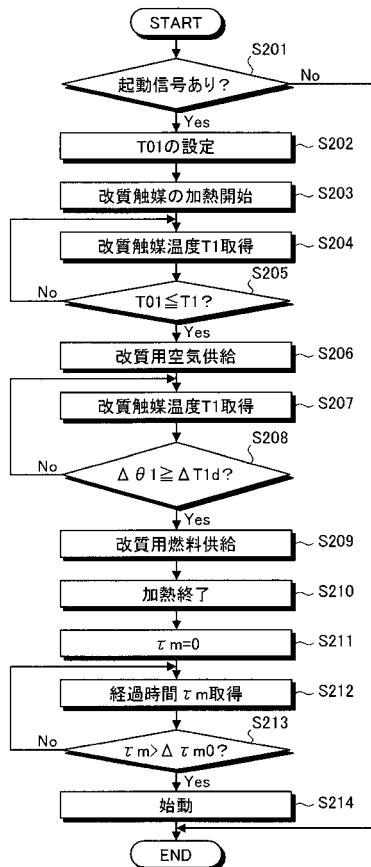
【図7】



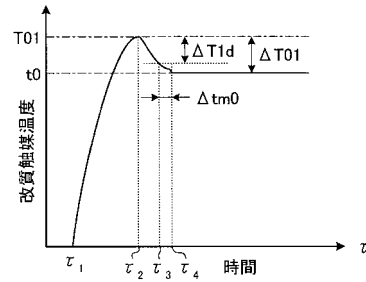
【図8】



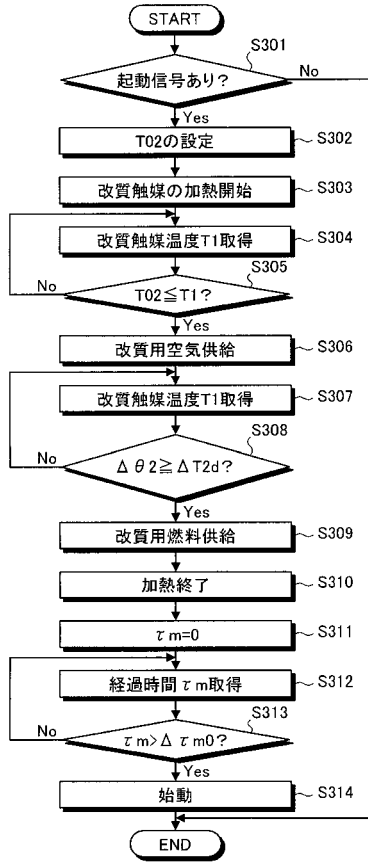
【図9】



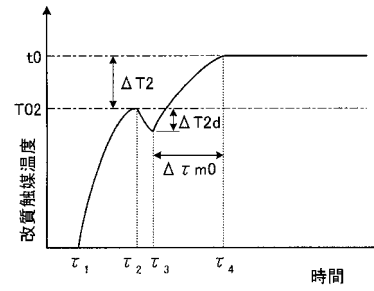
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 M 21/02 K
F 0 2 M 21/02 3 0 1 L
F 0 2 M 27/02 A

(56)参考文献 特開2001-050118(JP,A)
特開2004-284835(JP,A)
特開2005-127291(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 1 9 / 0 2
F 0 2 D 4 1 / 0 6
F 0 2 D 4 5 / 0 0
F 0 2 M 2 1 / 0 2
F 0 2 M 2 7 / 0 2