

(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2005-299570

(P2005-299570A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005. 10. 27)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

F O 2 D 23/00

F O 2 D 23/00

J

3 G O O 5

F O 2 B 3/06

F O 2 B 3/06

A

3 G O 2 3

F O 2 B 11/00

F O 2 B 11/00

Z

3 G O 6 2

F O 2 B 37/00

F O 2 B 37/00

3 O 2 F

3 G O 6 5

F O 2 B 37/24

F O 2 D 11/10

U

3 G O 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-119396 (P2004-119396)

(22) 出願日 平成16年4月14日 (2004. 4. 14)

(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 100090516

弁理士 松倉 秀実

(74) 代理人 100106622

弁理士 和久田 純一

(74) 代理人 100085006

弁理士 世良 和信

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉

最終頁に続く

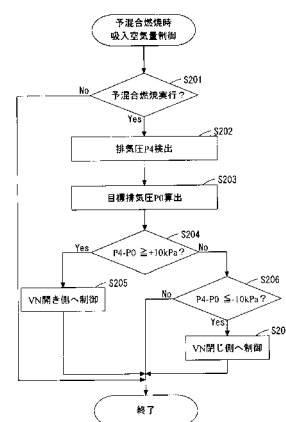
(54) 【発明の名称】 圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム

(57) 【要約】

【課題】本発明は、遠心過給機を有し予混合燃焼を行う圧縮着火内燃機関において、内燃機関で行われる燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室に供給する。

【解決手段】可変容量型遠心過給機を有し予混合燃焼を行う圧縮着火内燃機関において、可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における排気圧を検出する排気圧センサが備えられ、更に、圧縮着火内燃機関において予混合燃焼が行われるとき、排気圧センサによって検出される排気圧と、圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて算出される可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における目標排気圧と、の差圧の増加に応じて、可変ノズルの開度を可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御する (S204、S205)。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、

可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、

前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、

10

前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、

前記可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における排気圧を検出する排気圧センサと、

前記圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、前記可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における目標排気圧を算出する目標排気圧算出手段と、

前記燃焼切替手段によって前記圧縮着火内燃機関において予混合燃焼が行われるとき、前記排気圧センサによって検出される排気圧と、前記目標排気圧算出手段によって算出される目標排気圧との差圧の増加に応じて、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御する予混合燃焼時可変ノズル制御手段と、を備えることを特徴とする圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム。

20

【請求項 2】

前記予混合燃焼時可変ノズル制御手段は、前記排気圧センサによって検出される排気圧が前記目標排気圧以上であって且つ前記差圧が所定差圧値以上であるとき、該差圧が大きくなるに従い、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧がより減少する側に制御することを特徴とする請求項 1 に記載の圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム。

【請求項 3】

30

圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、

可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、

前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、

前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、

40

前記可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における排気圧が所定排気圧以上になると出力信号を出す排気圧センサと、

前記圧縮着火機関のアクセル開度を検出するアクセル開度センサと、

前記排気圧センサから出力信号が出力され且つ前記アクセル開度センサによってアクセル開度が所定アクセル開度以下であると検出される場合に、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御する予混合燃焼時可変ノズル制御手段と、を備えることを特徴とする圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム。

【請求項 4】

50

圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、

可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、

前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、

前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、 10

前記燃焼切替手段によって前記圧縮着火内燃機関において予混合燃焼が行われるとき、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の制御パラメータであって前記タービン側排気入口における排気圧に関連する制御パラメータの単位時間あたりの変化量が所定変化量を超えると、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御する予混合燃焼時可変ノズル制御手段を備えることを特徴とする圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム。

【請求項 5】

前記制御パラメータは、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の過給圧の目標値であって、 20

前記予混合燃焼時可変ノズル制御手段は、前記過給圧の目標値の単位時間あたりの増加量が所定過給圧増加量を超える場合前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御することを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム。

【請求項 6】

前記制御パラメータは、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の前記可変ノズルへの開度指令であって、

前記予混合燃焼時可変ノズル制御手段は、前記可変ノズルへの開度指令における単位時間あたりの開度変化量が第一所定開度変化量を超え且つ該開度変化によって過給圧が増加する場合は、該可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御することを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム。 30

【請求項 7】

圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、

可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、 40

前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、

前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、

前記圧縮着火内燃機関の運転状態が予混合燃焼が行われるべき運転状態から通常燃焼が行われるべき運転状態に移行した場合に、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の前記可変ノズルへの開度指令が過給圧減少となる指令であるときは、前記燃焼切替手段による予混合燃焼から通常燃焼への燃焼切替を禁止することを特徴と 50

する圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、いわゆる可変容量型遠心過給機を備える圧縮着火内燃機関において、予混合燃焼を制御する圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

過給機を備えた圧縮着火内燃機関において、該運転条件に応じて過給機による過給圧が変動するとき、過給圧は直ちに所定の過給圧に変更せず一定の遅れ時間が発生する。そして、これは、圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて吸入空気量の制御を行う場合、過給圧変化の遅れにより、圧縮着火内燃機関への吸入空気量を正確に制御することが困難となり、以て圧縮着火内燃機関で行われる燃焼が不安定となる虞がある。

【0003】

そこで、圧縮着火内燃機関の運転状態に応じた目標過給圧と実際の過給圧との差圧に基づいて仮の目標吸入空気量を算出し、該仮の目標吸入空気量に基づいて吸気通路に設けられたスロットル弁の開度を制御して圧縮着火内燃機関の吸気量を調整する技術が公開されている（例えば、特許文献1を参照。）。

【特許文献1】特開2001-82197号公報

【特許文献2】特開2000-356158号公報

【特許文献3】特開2001-3796号公報

【特許文献4】特開2001-107736号公報

【特許文献5】特開2001-59433号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

圧縮着火内燃機関（以下、単に「内燃機関」という）において、NO_xの抑制とスモークの抑制を目的として予混合燃焼を行う場合、該内燃機関の運転状態が高負荷運転状態となって機関負荷および機関回転速度が上昇するに従い、過早着火が生じる可能性が高くなる。そこで、該内燃機関の運転状態に基づいて、予混合燃焼を行うか通常燃焼を行うかを決定する。

【0005】

しかし、内燃機関において予混合燃焼を行う場合と通常燃焼を行う場合とにおいて、再循環排気（いわゆるEGRガスであって、既燃焼ガスを含む。）の気筒内への供給量が大きく異なる。即ち、予混合燃焼においては、過早着火を抑制するために通常燃焼時と比べて多量のEGRガスが必要とされる。一方で、予混合燃焼時は、多量のEGRガスの存在の下で燃焼のための吸入空気量を確保するために、遠心過給機による過給圧を高める必要もある。

【0006】

従って、予混合燃焼時は、過早着火の抑制のために過給圧とEGRガス量を調整して、燃焼室に供給される吸入空気量を制御する必要がある。また、通常燃焼時においても、内燃機関の出力の向上やエミッションの改善等を目的として過給圧とEGRガス量を調整して、燃焼室に供給される吸入空気量を制御する必要がある。

【0007】

ここで、上述のように、内燃機関において行われる燃焼に応じて過給圧やEGRガス量を制御する場合に、高過給圧を発生させようとする、排気通路の背圧が上昇し、内燃機関に対するフリクションが顕著になり、燃料量が増加する。特に、予混合燃焼が行われるときは、上述したように高過給圧が要求される。そして、該燃料量に応じて過早着火を抑制すべく過給圧やEGRガス量が制御されるため、内燃機関の運転状態に応じた本来の吸入空気量とは異なった量の吸入空気量が燃焼室に供給され、内燃機関に求められる出力を

発揮することが困難となる虞がある。

【 0 0 0 8 】

本発明では、上記した問題に鑑み、遠心過給機を有し予混合燃焼を行う圧縮着火内燃機関において、内燃機関で行われる燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室に供給することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記した課題を解決するために、先ず、過給圧を調整可能とする遠心過給機、特に可変ノズルを有する可変容量型遠心過給機に流れ込む実際の排気の排気圧と、内燃機関の運転状態から決定される該可変容量型遠心過給機に流れ込む排気の目標排気圧との差圧に着目した。内燃機関の燃焼に応じて過給圧を制御する場合、この差圧が大きくなることは、背圧が本来あるべき背圧より大きくなっていることを意味し、その結果、燃焼室への吸入空気量が本来の吸入空気量からずれてくる虞があるからである。

10

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、前記可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における排気圧を検出する排気圧センサと、前記圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、前記可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における目標排気圧を算出する目標排気圧算出手段と、前記燃焼切替手段によって前記圧縮着火内燃機関において予混合燃焼が行われるとき、前記排気圧センサによって検出される排気圧と、前記目標排気圧算出手段によって算出される目標排気圧との差圧の増加に応じて、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御する予混合燃焼時可変ノズル制御手段と、を備える。

20

30

【 0 0 1 1 】

上述の予混合燃焼を行う内燃機関において、内燃機関の機関回転速度や機関負荷等によって決定される運転状態が、予混合燃焼が行われる予混合燃焼領域と通常燃焼が行われる通常燃焼領域との何れに属するかによって該内燃機関で行われる燃焼が決定される。この予混合燃焼領域および通常燃焼領域は、予混合燃焼時の過早着火の生じやすさ等に基づいて実験等で予め決定される。

【 0 0 1 2 】

ここで、上述の内燃機関においては、内燃機関で行われる燃焼に適した吸入空気量を燃焼室に供給するために過給圧および再循環ガス量（以下、「EGRガス量」ともいう。）が制御される。換言すると、内燃機関での燃焼に供される燃料量に応じて、可変容量型遠心過給機による過給圧が、可変ノズルの開度を介して調整されるとともに、排気再循環装置によるEGRガス量が調整される。

40

【 0 0 1 3 】

特に、予混合燃焼が行われる時は、上述したように、過早着火を抑制すべく過給圧とEGRガス量が調整される。例えば、予混合燃焼時において、燃料噴射量が増加するに従い過早着火の可能性が高まるためEGRガス量を増加させるとともに、燃焼に供する空気量を確保すべく過給圧を高める。そして、過給圧を高めると可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における排気圧（以下、「内燃機関の背圧」という。）が高まるため、上述したように、燃焼室への吸入空気量が本来の吸入空気量からずれる虞がある。そこで、吸入空気量ずれの直接の原因である内燃機関の背圧が、本来あるべき背圧である目標排気圧

50

より大きくなるときは、予混合燃焼時可変ノズル制御手段によって可変ノズルの開度を過給圧が下がる方向に制御する。

【0014】

ここで、目標排気圧は内燃機関で行われる予混合燃焼に関連がある内燃機関の運転状態、例えば機関回転速度や機関負荷等に基づいて算出される。即ち、目標排気圧とは、内燃機関において予混合燃焼が良好に行われるときの内燃機関の運転状態に応じた内燃機関の背圧をいう。

【0015】

このように可変ノズルの開度が制御されることで、内燃機関の背圧の上昇を抑制することが可能となり、以て実際の内燃機関の背圧と目標排気圧との差圧が小さくなり、予混合燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室に供給することが可能となる。 10

【0016】

ここで、上述の圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、前記予混合燃焼時可変ノズル制御手段は、前記排気圧センサによって検出される排気圧が前記目標排気圧以上であって且つ前記差圧が所定差圧値以上であるとき、該差圧が大きくなるに従い、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧がより減少する側に制御するようにしてもよい。

【0017】

上記の差圧が大きくなることは、内燃機関の背圧が目標排気圧からずれる量が大きくなることを意味する。そこで、該差圧が増加するに従い可変ノズルの開度の制御量を多くして背圧の減少量を大きくする。尚、上記の所定差圧値は、可変ノズルの組立精度等によって発生する可変容量型遠心過給機のヒステリシスの影響を回避するための閾値である。 20

【0018】

次に、本発明は、上記した課題を解決するために、吸入空気量ずれの直接の原因である内燃機関の背圧と予混合燃焼が行われる内燃機関の運転状態に着目した。上述したように、予混合燃焼が行われるときは比較的高い過給圧が要求されるため内燃機関の背圧が上昇して吸入空気量がずれやすくなるからである。

【0019】

そこで、本発明は、圧縮着火式内燃機関の予混合燃焼制御システムであって、圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、前記可変容量型遠心過給機のタービン側排気入口における排気圧が所定排気圧以上になると出力信号を出す排気圧センサと、前記圧縮着火機関のアクセル開度を検出するアクセル開度センサと、前記排気圧センサから出力信号が出力され且つ前記アクセル開度センサによってアクセル開度が所定アクセル開度以下であると検出される場合に、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御する予混合燃焼時可変ノズル制御手段と、を備える。 30 40

【0020】

上述の所定排気圧とは、内燃機関の背圧が上昇することで、予混合燃焼が行われる燃焼室に供給される吸入空気量が適正量からずれ、内燃機関に対するフリクションが顕著となると判断し得る排気圧の閾値である。従って、内燃機関の背圧が所定排気圧以上となった状態で、且つ予混合燃焼実行の条件の一つである内燃機関の機関負荷が比較的低いとき、即ちアクセル開度が所定アクセル開度以下であるときは、内燃機関の背圧上昇に伴う吸入 50

空気量のずれが生じる虞がある。そこで、このような場合には、予混合燃焼時可変ノズル制御手段による可変ノズルの開度の制御が行われることで、内燃機関の背圧の上昇を抑制して、予混合燃焼に適した量の吸入空気の供給を可能とする。

【0021】

次に、本発明は、上記した課題を解決するために、可変ノズルを有する可変容量型遠心過給機による過給圧の制御における制御パラメータに着目した。遠心過給機による過給圧の制御が所定の制御パラメータに基づいて行われる場合、所定の制御パラメータが変化することで、目的とする過給圧に変更される。しかし、その制御パラメータの変化量が比較的大きい場合は、可変ノズルの開度は目的の過給圧発生のための開度に制御されるが、内燃機関の吸気通路には一定の容量があるため過給圧変動の遅れが顕著となり、過給圧が直ちに目的の過給圧にならない場合がある。特に、内燃機関において予混合燃焼が行われている場合であって、更には内燃機関の背圧が上がる方向に可変容量型遠心過給機が制御される場合には、過給圧変動の遅れにより予混合燃焼に適した量の吸入空気の供給が困難となる。

10

【0022】

そこで、本発明は、圧縮着火式内燃機関の予混合燃焼制御システムであって、圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、前記燃焼切替手段によって前記圧縮着火内燃機関において予混合燃焼が行われるとき、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の制御パラメータであって前記タービン側排気入口における排気圧に関連する制御パラメータの単位時間あたりの変化量が所定変化量を超えると、前記可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御する予混合燃焼時可変ノズル制御手段を備える。

20

30

【0023】

上記の圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいては、過給圧の制御に用いられる制御パラメータにおける、内燃機関の背圧に関連する単位時間あたりの変化量に着目している。これは、上述したように、内燃機関で行われる予混合燃焼に適した量の吸気を供給できない原因である内燃機関の背圧の上昇に関連する制御パラメータの変化量が大きくなると、過給圧変動の遅れが顕著となり、予混合燃焼に適した量の吸入空気を供給することが困難となるからである。

【0024】

そして、上記の所定変化量とは、該制御パラメータの単位時間あたりの変化量が大きくなることで過給圧変動の遅れが顕著となると判断される閾値である。尚、所定変化量は必ずしも一義的に表される値ではなく、過給圧変動の遅れを判断するための制御パラメータに応じて各々設定され得る。以上より、該制御パラメータの単位時間あたりの変化量が所定変化量を超えるときは、予混合燃焼に適した量の吸入空気が燃焼室に供給されない虞があるため、予混合燃焼時可変ノズル制御手段によって可変ノズルの開度を可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御することで内燃機関の背圧を下げる。その結果、予混合燃焼に適した量の吸入空気が燃焼室に供給され得る。

40

【0025】

ここで、前記制御パラメータは、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の過給圧の目標値であって、前記予混合燃焼時可変ノズル制御手段は、前記過給圧の目標値の単位時間あたりの増加量が所定過給圧増加量を超える場合、前記可変ノ

50

ズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御するようにしてもよい。

【0026】

上記の過給圧の目標値とは、内燃機関で行われる燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室内に供給するための過給圧の目標値であり、内燃機関の運転状態や内燃機関で行われる燃焼の形態（予混合燃焼や通常燃焼）に応じて決定される。この過給圧の目標値が上昇すると内燃機関の背圧も上昇する。しかし、可変容量型遠心過給機の可変ノズルの開度は目的とする過給圧を発生するための開度へと制御されると内燃機関の背圧が上昇するが、この過給圧の目標値の単位時間あたりの変化量が前記所定変化量を超えると、過給圧は目標値へと直ちに変わらずに、時間遅れが顕著となる。そこで、予混合燃焼時可変ノズル制御手段

10

【0027】

また、前記制御パラメータは、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の前記可変ノズルへの開度指令であって、前記予混合燃焼時可変ノズル制御手段は、前記可変ノズルへの開度指令における単位時間あたりの開度変化量が第一所定開度変化量を超え且つ該開度変化によって過給圧が増加する場合は、該可変ノズルの開度を前記可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する側に制御するようにしてもよい。

【0028】

上記の可変ノズルへの開度指令とは、内燃機関で行われる燃焼に適した量を燃焼室内に供給するために必要な過給圧を発生させることを目的とする可変容量型遠心過給機の可変ノズルに対して送られる開度指令であり、上記の過給圧の目標値の場合と同様に、内燃機関の運転状態や内燃機関で行われる燃焼の形態（予混合燃焼や通常燃焼）に応じて決定される。この可変ノズルへの開度指令が大きく変動すると、内燃機関の背圧も大きく変動する。しかし、この可変ノズルへの開度指令が過給圧を増加させる指令であってその単位時間あたりの変化量が前記所定変化量を超えると、内燃機関の背圧が上昇するが、過給圧は目標値へと直ちに変わらずに、時間遅れが顕著となる。そこで、予混合燃焼時可変ノズル制御手段によって内燃機関の背圧の上昇を抑制し、適量の吸入空気の供給を可能とする。

20

【0029】

次に、本発明は、上記した課題を解決するために、内燃機関において行われる燃焼が予混合燃焼から通常燃焼へと切り替えられるタイミングと過給圧の変動に着目した。即ち、圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムであって、圧縮着火内燃機関において行われる燃焼を、該圧縮着火内燃機関の運転状態に基づいて、圧縮行程上死点近傍の時期より早い時期の燃料噴射によって予混合気を形成することで行われる予混合燃焼と圧縮行程上死点近傍の時期の燃料噴射によって行われる通常燃焼とに切り替える燃焼切替手段と、可変ノズルを有し、該可変ノズルの開度を制御することによって過給圧を調整可能とする可変容量型遠心過給機と、前記圧縮着火内燃機関から排出される排気の一部を吸気系に再循環する排気再循環装置と、前記圧縮着火内燃機関において行われる燃焼に応じて前記可変容量型遠心過給機による過給圧と前記排気再循環装置による再循環排気量とを調整することで、前記圧縮着火内燃機関の燃焼室に供給する吸入空気量を制御する吸入空気量制御手段と、を有する圧縮着火式内燃機関において、前記圧縮着火内燃機関の運転状態が予混合燃焼が行われるべき運転状態から通常燃焼が行われるべき運転状態に移行した場合に、前記過給圧制御手段によって制御される前記可変容量型遠心過給機の前記可変ノズルへの開度指令が過給圧減少となる指令であるときは、前記燃焼切替手段による予混合燃焼から通常燃焼への燃焼切替を禁止する。

30

40

【0030】

上述したように、予混合燃焼が行われるときは、通常燃焼が行われるときと比べて、過給圧は高い。従って、燃焼切替手段によって予混合燃焼から通常燃焼へと切り替えられるときは、可変容量型遠心過給機による過給圧が減少する。一方で、過給圧が減少することで、予混合燃焼時の過早着火抑制のために供給されているEGRガスの排出が鈍くなる。

50

そのため、内燃機関の運転状態で表される燃焼切替条件が、予混合燃焼が行われる条件から通常燃焼が行われる条件へ変わった場合であっても、過給圧が低下した場合に通常燃焼への切替が行われると、通常燃焼に対しては過大な量のEGRガスが残留していることになる。その結果、通常燃焼に適した量の吸入空気の供給が困難となり、吸入空気不足により煤の発生が懸念される。

【0031】

そこで、そのような場合には、過給機による過給圧を通常燃焼に応じた過給圧に低下させた上で、燃焼切替手段による予混合燃焼から通常燃焼への燃焼切替を禁止することで、即ち、通常燃焼への切替条件が成立はしているが通常燃焼への切替を行わずに予混合燃焼を継続することで、可及的に内燃機関の燃焼に適した量の吸入空気の供給を行い、燃焼状態の安定化を図る。そして、EGRガスの排出が進み、煤の発生の虞が無くなった後に又は低くなった後に、予混合燃焼から通常燃焼へと切り替える。尚、予混合燃焼から通常燃焼への切替が禁止されている間は、本来的には、内燃機関の運転状態は通常燃焼が行われるべき状態であるが、そのような状態で予混合燃焼を継続しても、過給機の過給圧は比較的低くなっているため、過早着火の発生は抑制され得る。

【発明の効果】

【0032】

遠心過給機を有し予混合燃焼を行う圧縮着火内燃機関において、内燃機関で行われる燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室に供給することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

ここで、本発明に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムの実施の形態について図面に基づいて説明する。

【実施例1】

【0034】

図1は、本発明が適用される内燃機関1およびその制御システムの概略構成を表すブロック図である。内燃機関1は、4つの気筒2を有する圧縮着火式内燃機関である。また、気筒2の燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁3を備えている。燃料噴射弁3は、燃料を所定圧に蓄圧する蓄圧室4と接続されている。内燃機関1には吸気枝管7が接続されており、吸気枝管7の各枝管は、吸気ポートを介して燃焼室に接続される。同様に、内燃機関1には排気枝管12が接続され、排気枝管12の各枝管は排気ポートを介して燃焼室に接続される。ここで、吸気ポートおよび排気ポートには、各々吸気弁および排気弁が設けられている。

【0035】

また、吸気枝管7は吸気管8に接続されている。更に、吸気管8における吸気枝管7の直上流に位置する部位には、吸気管8内を流れる吸気の流量を調節する吸気絞り弁10が、更に吸気絞り弁10の上流側には、吸気管8を流れる吸入空気量を検出するエアフロメータ9が設けられている。この吸気絞り弁10には、ステップモータ等で構成されて該吸気絞り弁10を開閉駆動する吸気絞り用アクチュエータ11が取り付けられている。一方、内燃機関1には、EGR装置21が設けられている。EGR装置21は排気枝管12を流れる排気の一部を吸気枝管7へ再循環させる。EGR装置21は、排気枝管12（上流側）から吸気枝管7（下流側）へ延出しているEGR通路22と、EGR通路22上に上流側から順に設けられたEGRガス冷却用のEGRクーラ23と、EGRガスの流量調整用のEGR弁24と、から構成される。

【0036】

エアフロメータ9と吸気絞り弁10との間に位置する吸気管8には、排気のエネルギーを駆動源として作動する過給機16のコンプレッサ側が設けられ、排気枝管12には過給機16のタービン側が設けられている。ここで、過給機16は、図2に示すように、低圧側過給機16bと高圧側過給機16aが直列に構成される二段過給機である。先ず、排気によって低圧側過給機16bによって一段階目の過給圧に加圧された後に下流の吸気管

10

20

30

40

50

に設けられた吸気冷却用のインタークーラ 16c によって冷却され、更に高圧側過給機 16a によって目的の過給圧へと加圧される。ここで、過給機 16 における高圧側過給機 16a は、いわゆる可変容量型遠心過給機であって、高圧側過給機 16a の可変ノズル 16d の開度が調整されることで、最終的に到達する過給圧を細かく調整することが可能となる。尚、高圧側過給機 16a においては、可変ノズル 16d の開度が開き側に制御されると高圧側過給機 16a による過給圧は低くなり、可変ノズル 16d の開度が閉じ側に制御されると高圧側過給機 16a による過給圧は高くなる。

【0037】

また、過給機 16 の高圧側過給機 16a のタービン側に排気が流入するのを回避するためのバイパス路 17 が、高圧側過給機 16a の上流側の排気枝管 12 の部位から、高圧側過給機 16a のタービン側と低圧側過給機 16b のタービン側の間の排気通路の部位へと繋がっている。そして、後者の部位にはバイパス通路 17 における排気の流れを制御する流路切替弁 18 が設けられている。従って、流路切替弁 18 が閉弁しているときは、排気は、高圧側過給機 16a、低圧側過給機 16b のタービン側に順次流れ込むことで、内燃機関 1 において比較的高い過給圧を発生させる。一方で、流路切替弁 18 が開弁しているときは、排気は高圧側過給機 16a のタービン側には流れ込まずに低圧側過給機 16b のタービン側にのみ流れ込む。そのため、内燃機関 1 において比較的低い過給圧を発生させる。流路切替弁 18 による排気の流れの切替は、内燃機関 1 での燃焼に応じて行われ、その制御の詳細については後述する。

【0038】

図 1 に戻って、過給機 16 より下流の吸気管 8 には、過給機 16 における高圧側過給機 16a によって加圧されて高温となった吸気を冷却するためのインタークーラ 15 が設けられている。また、過給機 16 のタービン側は、排気管 13 と接続され、この排気管 13 は、下流にてマフラーに接続されている。そして、排気管 13 の途中には、内燃機関 1 からの排気を浄化する排気浄化触媒 14 が設けられている。

【0039】

また、内燃機関 1 には、該内燃機関 1 を制御するための電子制御ユニット（以下、「ECU」という）20 が併設されている。この ECU 20 は、CPU の他、後述する各種のプログラム及びマップを記憶する ROM、RAM 等を備えており、内燃機関 1 の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関 1 の運転状態等を制御するユニットである。

【0040】

ここで、燃料噴射弁 3 は、ECU 20 からの制御信号によって開閉動作を行う。即ち、ECU 20 からの指令によって、燃料噴射弁 3 における燃料の噴射時期および噴射量が、内燃機関 1 の機関負荷や機関回転速度等の運転状態に応じて、弁毎に制御され、以て内燃機関 1 において予混合燃焼や、通常燃焼が行われる。内燃機関 1 で行われる燃焼制御については、後述する。また、EGR 弁 24、アクチュエータ 11、高圧側過給機 16a の可変ノズル 16d の開度、流路切替弁 18 の開閉等も、ECU 20 からの指令に従って制御される。

【0041】

更に、アクセル開度センサ 26 が ECU 20 と電氣的に接続されており、ECU 20 はアクセル開度に応じた信号を受け取り、それより内燃機関 1 に要求される機関負荷等を算出する。また、クランクポジションセンサ 25 が ECU 20 と電氣的に接続されており、ECU 20 は内燃機関 1 の出力軸の回転角に応じた信号を受け取り、内燃機関 1 の機関回転速度や、該機関回転速度とギア比等から内燃機関 1 が搭載されている車両の車両速度等を算出する。

【0042】

更に、過給機 16 への排気の入口（図 2 においてバイパス路 17 と排気枝管 12 とが分岐する部位の上流側の部位）に排気圧を検出する排気圧センサ 27 と、過給機 16 によって過給された吸気管 8 内の吸気圧（過給圧）を検出する吸気圧センサ 28 とが設けられている。そして、各センサが ECU 20 と電氣的に接続され、ECU 20 は排気圧または過

10

20

30

40

50

給圧を取得する。

【0043】

ここで、上記の内燃機関1においては、内燃機関1の運転状態を表す機関回転速度および機関負荷に基づいて、予混合燃焼と通常燃焼との切替が行われる。図3に、内燃機関1の運転状態と内燃機関1で行われる燃焼との関係を示す。尚、図3に示すグラフの横軸は内燃機関1の機関回転速度で、縦軸は内燃機関1の機関負荷を表す。ここで、内燃機関1の運転状態は、線L11で囲われる領域内の何れかに属する。そして、内燃機関1においては、図3に示すように、低負荷側の低負荷領域R1（線L12で囲われる領域）、高負荷側の高負荷領域R2（線L11と線L12とで囲われる領域）に区分され、内燃機関1の運転状態が何れの領域に属するかによって、内燃機関1で行われる燃焼が決定される。

10

【0044】

内燃機関1の機関負荷が大きくなり燃焼室に供給される燃料量が増大すると、又は機関回転速度が高くなり燃焼室内に予混合気を形成する実質的な時間が短くなると、燃焼室に形成される予混合気が均一とならず、過早着火が生じやすくなる。そこで、内燃機関1が、過早着火を回避し得る低負荷領域R1に属するときは予混合燃焼を行うことで、エミッションの改善や燃焼騒音の低減を図る。また、内燃機関1が、過早着火の回避が困難となる高負荷領域R2に属するときは予混合燃焼ではなく、いわゆる拡散燃焼である通常燃焼を行うことで過早着火の発生を抑制するとともに、高機関出力の発揮を図る。このように、内燃機関の運転状態に基づいて、予混合燃焼と通常燃焼の切替を行う処理が、本発明における燃焼切替手段に相当する。

20

【0045】

また、内燃機関1において予混合燃焼が行われているときに過早着火をより確実に抑制するために、通常燃焼が行われているときと比べて、EGR装置21によって再循環されるEGRガスを増加すべくEGR弁24の開度がECU20によって制御される。更に、予混合燃焼時は、増加されたEGRガスに対応して吸入空気量を確実に燃焼室内に供給すべく、過給機16による過給圧が、通常燃焼時と比べて増加される。そこで、図4に基づいて、内燃機関1において行われる燃焼に応じた吸入空気量の制御（以下、「通常吸入空気量制御」という）について説明する。尚、通常吸入空気量制御は、一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。

【0046】

通常吸入空気量制御の第一の目的は、内燃機関1において行われる燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室内に供給することにある。先ず、S101では、内燃機関1で行われている燃焼が、通常燃焼であるか予混合燃焼であるかが判定される。例えば、内燃機関1の機関回転速度と機関負荷から決定される運転状態が、図3に示す低負荷側領域R1または高負荷側領域R2の何れに属するかで、行われている燃焼を決定する。S101の処理が終了すると、S102へ進む。

30

【0047】

S102では、S101で判断された内燃機関1で行われている燃焼に応じた過給圧の目標値であるPIMを設定する。一般に、上述したように、内燃機関1において予混合燃焼が行われているときは通常燃焼が行われているときと比べて、高い過給圧が必要とされる。また、各燃焼において燃焼状態をより良好に保つために、機関負荷や機関回転速度等に応じて目標過給圧PIMは変化する。そこで、実験等で予め各燃焼における目標過給圧と、機関負荷や機関回転速度等との関係を測定し、マップ形式でECU20内に格納しておき、S102において機関負荷や機関回転速度等をパラメータとして該マップにアクセスすることで、目標過給圧PIMを設定する。S102の処理が終了すると、S103へ進む。

40

【0048】

S103では、S102で設定された目標過給圧PIMを発生すべく、流路切替弁18および過給機16の可変ノズル16dの開度が制御される。具体的には、通常燃焼時には、ECU20により流路切替弁18が開弁状態とされて、排気が高圧側過給機16aのタ

50

ービン側に流れ込むのが回避される。その結果、低圧側過給機 16b によって比較的低い過給圧が発生することになる。また、予混合燃焼時には、ECU20 により流路切替弁 18 が閉弁状態とされ、排気は高圧側過給機 16a、低圧側過給機 16b のタービン側に順次流れ込むことで、比較的高い過給圧が発生させる。また、予混合燃焼時には過給圧を正確に目標過給圧 PIM に調整する必要があるため、吸気圧センサ 28 からの信号に基づいて、可変ノズル 16d の開度が ECU20 によって制御される。S103 の処理が終了すると、S104 に進む。

【0049】

S104 では、S101 で判断された内燃機関 1 で行われている燃焼に基づいて、燃焼室に供給される目標吸入空気量 GN が設定される。目標吸入空気量 GN は、予混合燃焼時には過早着火が生じない範囲で予混合燃焼が良好に行われ得る吸入空気量であり、通常燃焼時には要求された機関出力が発揮されるべく通常燃焼が良好に行われ得る吸入空気量である。従って、目標吸入空気量 GN は、内燃機関 1 で行われる燃焼に関連するパラメータである燃料噴射量と機関回転速度とに基づいて決定される。S104 の処理が終了すると、S105 へ進む。

10

【0050】

S105 では、S104 で設定された目標吸入空気量 GN を達成すべく、ECU20 によって EGR 弁 24 の開度が制御されて、燃焼室に供給される EGR ガス量を制御するとともに、吸入空気量も制御する。尚、EGR 弁 24 の開度を制御する際、S103 で制御された可変ノズル 16d の開度、即ち、過給圧も考慮される。S105 の処理後、本制御は終了する。

20

【0051】

通常吸入空気量制御が行われることで、内燃機関 1 においては、燃焼に応じた吸入空気量が燃焼室内に供給され得る。しかし、内燃機関 1 において予混合燃焼が行われるときに内燃機関 1 の背圧が比較的大きくなると、内燃機関の運転状態に応じた本来の吸入空気量とは異なった量の吸入空気量が燃焼室に供給される虞がある。そこで、内燃機関 1 において予混合燃焼を行う際に、予混合燃焼に応じた吸入空気量が燃焼室に供給されるべく、図 5 に示す予混合燃焼時吸入空気量制御が行われる。以下に、予混合燃焼時吸入空気量制御について以下に説明する。尚、本実施例における予混合燃焼時吸入空気量制御は、図 4 に示す通常吸入空気量制御が行われる条件の下、一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。

30

【0052】

S201 では、内燃機関 1 において予混合燃焼が行われているか否かが判定される。予混合燃焼が行われているときは、過給機 16 において高圧側過給機 16a による過給が行われている。内燃機関 1 において予混合燃焼が行われていると判定されると S202 へ進み、予混合燃焼が行われていない、即ち通常燃焼が行われていると判定されると本制御を終了する。

【0053】

S202 では、排気圧センサ 27 によって、内燃機関 1 の背圧である排気圧 P4 を検出する。S202 の処理が終了すると、S203 へ進む。

40

【0054】

S203 では、目標排気圧 P0 を内燃機関 1 の運転状態から算出する。ここで、目標排気圧 P0 とは、内燃機関 1 において予混合燃焼が良好に行われるときの内燃機関の運転状態に応じた内燃機関の背圧をいう。具体的には、内燃機関 1 の運転状態である機関回転速度と燃料噴射量と目標排気圧 P0 との関係を示す予め ECU20 に格納されたマップに、機関回転速度と燃料噴射量をパラメータとしてアクセスすることで、目標排気圧 P0 が算出される。尚、S203 における処理が、本発明における目標排気圧算出手段に相当する。S203 の処理が終了すると、S204 へ進む。

【0055】

S204 では、S202 で検出された排気圧 P4 と S203 で算出された目標排気圧 P

50

0 との差圧 $P_4 - P_0$ が、 $+10 \text{ kPa}$ 以上であるか否かが判定される。ここで、排気圧 P_4 が目標排気圧 P_0 より大きくなるときは、内燃機関 1 の背圧が本来あるべき値より高くなっているため、燃焼室への吸入空気量が本来あるべき吸入空気量よりずれる虞がある。

【0056】

しかし、高圧側過給機 16a に備えられた可変ノズル 16d はその動作においてヒステリシスが存在する。そこで、ヒステリシスによる排気圧 P_4 の変動ムラの影響を排除するために、差圧 $P_4 - P_0$ が所定値以上となったときに、本実施例においては差圧 $P_4 - P_0$ が 10 kPa 以上となったときに、後述する S205 での可変ノズル 16d の開度制御が行われる。尚、この所定値は必ずしも 10 kPa に設定する必要はなく、可変ノズル 16d の動作におけるヒステリシスの状況に応じて、もしくはその他の理由により任意に設定しても良い。S204 において、差圧 $P_4 - P_0$ が 10 kPa 以上であると判定されると S205 へ進み、差圧 $P_4 - P_0$ が 10 kPa 未満であると判定されると S206 へ進む。

10

【0057】

S205 では、ECU20 によって可変ノズル 16d の開度を開き側に制御して、内燃機関 1 において目標排気圧 P_0 より高くなった排気圧 P_4 を下げる。そこで、差圧 $P_4 - P_0$ の値が大きいほど、ECU20 からの可変ノズル 16d への開度変更指令量は増加される。これにより、内燃機関 1 の背圧である排気圧 P_4 の上昇による、燃焼室への吸入空気量のずれを解消することが可能となる。尚、S205 における処理が、本発明における予混合燃焼時可変ノズル制御手段に相当する。

20

【0058】

S206 では、S202 で検出された排気圧 P_4 と S203 で算出された目標排気圧 P_0 との差圧 $P_4 - P_0$ が、 -10 kPa 以下であるか否かが判定される。ここで、排気圧 P_4 が目標排気圧 P_0 より小さくなるときは、内燃機関 1 の背圧が本来あるべき値より低くなっているため、燃焼室への吸入空気量が本来あるべき吸入空気量よりずれる虞は、本来あるべき値より高くなっているときよりもその程度は低いものの、若干程度はある。

【0059】

しかし、上述したように、高圧側過給機 16a に備えられた可変ノズル 16d はその動作においてヒステリシスが存在するため、そこで、ヒステリシスによる排気圧 P_4 の変動ムラの影響を排除するために、差圧 $P_4 - P_0$ が所定値以下となったときに、本実施例においては差圧 $P_4 - P_0$ が -10 kPa 以下となったときに、後述する S207 での可変ノズル 16d の開度制御が行われる。尚、この所定値は必ずしも -10 kPa に設定する必要はなく、可変ノズル 16d の動作におけるヒステリシスの状況に応じて、もしくはその他の理由により任意に設定しても良い。S206 において、差圧 $P_4 - P_0$ が -10 kPa 以下であると判定されると S207 へ進み、差圧 $P_4 - P_0$ が -10 kPa より大きいと判定されると、本制御を終了する。

30

【0060】

S207 では、ECU20 によって可変ノズル 16d の開度を閉じ側に制御して、内燃機関 1 において目標排気圧 P_0 より低くなった排気圧 P_4 を上げる。そこで、差圧 $P_4 - P_0$ の値が小さいほど、ECU20 からの可変ノズル 16d への開度変更指令量は増加される。これにより、燃焼室への吸入空気量のずれを解消することが可能となる。

40

【0061】

本制御によると、内燃機関 1 において予混合燃焼が行われるとき、可変容量型遠心過給機 16 の可変ノズル 16d の開度を制御することで、予混合燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室に供給することが可能となる。

【実施例 2】

【0062】

次に、図 1 に示す内燃機関 1 において予混合燃焼を行う際に燃焼に応じた吸入空気量が燃焼室に供給されるための予混合燃焼時吸入空気量制御の別の実施例について、図 6 に基

50

づいて説明する。尚、本実施例における予混合燃焼時吸入空気量制御は、図4に示す通常吸入空気量制御が行われる条件の下、一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。

【0063】

S301では、排気圧センサ27によって、内燃機関1の背圧である排気圧P4を検出する。S301の処理が終了すると、S302へ進む。

【0064】

S302では、S301で検出された排気圧P4が、基準値である250kPa以上であるか否かが判定される。ここで、この基準値は、内燃機関1の背圧が上昇することによって、燃焼室への吸入空気量のずれが顕著となる程度に、該背圧が上昇しているか否かを判定するための基準値である。本実施例においては、この基準値として250kPaを設定したが、この基準値は必ずしも250kPaに設定する必要はなく、内燃機関の大きさ等に応じて好適値を設定すればよい。S302で、排気圧P4が250kPa以上であると判定されるとS303へ進み、排気圧P4が250kPa未満であると判定されると本制御を終了する。

10

【0065】

S303では、アクセル開度センサ26からの信号に基づいてアクセル開度Accを検出する。尚、アクセル開度Accは、開度が100%のとき内燃機関1への加速要求が最大、即ち機関負荷が最大となり、開度が0%のとき機関負荷が最少となる。S303の処理が終了すると、S304へ進む。

20

【0066】

S304では、S303で検出されたアクセル開度Accが70%以下であるか否かが判定される。ここで、この基準値は、内燃機関1において予混合燃焼が行われる程度に機関負荷が小さいか否かを判定するための基準値である。本実施例においては、この基準値として70%を設定したが、この基準値は必ずしも70%に設定する必要はなく、内燃機関1での予混合燃焼が行われる負荷領域の大きさに応じて好適値を設定すればよい。S304で、アクセル開度Accが70%以下であると判定されるとS305へ進み、アクセル開度Accが70%より大きいと判定されると本制御を終了する。

【0067】

S305では、ECU20によって可変ノズル16dの開度を開き側に制御して、排気圧P4を下げる。これにより、内燃機関1の背圧である排気圧P4が上昇することによる、燃焼室への吸入空気量のずれを解消することが可能となる。

30

【0068】

本制御によると、アクセル開度センサ26からの信号に基づくことで、内燃機関1で予混合燃焼が行われると判断し得るときに、可変ノズル16dの開度を制御して燃焼室への吸入空気量のずれを解消する。従って、S305における処理が、本発明における予混合燃焼時可変ノズル制御手段に相当する。

【0069】

尚、本実施例においては、排気圧センサ27によって検出される排気圧P4が基準値250kPa以上であるか否かによって、内燃機関1の背圧が上昇することによる燃焼室への吸入空気量のずれの可能性を判定するが、該排気圧センサ27に代わって、基準値の排気圧になると出力信号を発する排気圧センサを利用しても良い。即ち、該排気圧センサからの信号をECU20が受け取ったとき、S303以降の処理を行うことで、図5に示す予混合燃焼時吸入空気量制御と同様に、燃焼室への吸入空気量のずれを解消することが可能となる。

40

【実施例3】

【0070】

次に、図1に示す内燃機関1において予混合燃焼を行う際に燃焼に応じた吸入空気量が燃焼室に供給されるための予混合燃焼時吸入空気量制御の別の実施例について、図7に基づいて説明する。尚、本実施例における予混合燃焼時吸入空気量制御は、図4に示す通常

50

吸入空気量制御が行われる条件の下、一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。

【0071】

S401では、S201と同様に、内燃機関1において予混合燃焼が実行されているか否かが判定される。S401で予混合燃焼が実行されていると判定されるとS402へ進み、予混合燃焼が実行されていないと判定されると本制御を終了する。

【0072】

S402では、内燃機関1の過給圧を、実行中の予混合燃焼に応じた値に調整するために設定される、過給圧の目標値PIMの単位時間あたりの変化量 ΔPIM を算出する。内燃機関1においては、予混合燃焼時、吸気圧センサ28からの信号に基づいて実際の吸気圧の値が予混合燃焼に適した吸気圧となるようにフィードバック制御が行われている。そして、このフィードバック制御において設定される吸気圧の目標値が上記のPIMである。S402の処理が終了すると、S403へ進む。

10

【0073】

ここで、この変化量 ΔPIM が所定変化量を超えて増加すると、可変ノズル16dはその目標値PIMに応じた開度に調整されるが、場合によっては過給圧の応答遅れが顕著となり、過給圧は直ちに目標値へと変化しない。結果的に、内燃機関1の背圧が、過給圧とのバランスの上で高い状態となり、予混合燃焼に適した吸入空気量を燃焼室に供給することが困難となる。

【0074】

20

そこで、S403では、変化量 ΔPIM が基準値+100kPa/s以上であるか否かを判定することで、過給圧の目標値が急激に増加することによる燃焼室への吸入空気量のずれが発生するか否かを判定する。本実施例においては基準値として+100kPa/sを設定しているが、必ずしも基準値としてこの値を設定する必要はなく、内燃機関の吸気管や吸気枝管の大きさ、過給機の性能に応じて適宜設定すればよい。S403で変化量 ΔPIM が+100kPa/s以上であるときはS404へ進む。一方で、変化量 ΔPIM が+100kPa/s未満であるときはS405へ進む。

【0075】

S404では、ECU20によって可変ノズル16dの開度を開き側に制御して、内燃機関1の背圧を下げる。これにより、燃焼室への吸入空気量のずれを解消することが可能となる。

30

【0076】

ここで、過給圧の目標値PIMが急激に減少するときも、急激に増加するときと同様に、過給圧の応答遅れによって、内燃機関1の過給圧と背圧とのバランスが崩れ、予混合燃焼に適した吸入空気量を燃焼室に供給することが困難となる。そこで、S405では、S402で算出された変化量 ΔPIM が、基準値-100kPa/s以下であるか否かが判定され、以て吸入空気量のずれの発生を判定する。変化量 ΔPIM が-100kPa/s以下であると判定されると、吸入空気量のずれが発生することを意味しS406へ進む。一方で、変化量 ΔPIM が-100kPa/sより大きいと判定されると、吸入空気量のずれの虞はないと判定される。

40

【0077】

S406では、ECU20によって可変ノズル16dの開度を閉じ側に制御して、内燃機関1の背圧を上げる。これにより、燃焼室への吸入空気量のずれを解消することが可能となる。

【0078】

尚、本制御におけるS403、S404における処理が、本発明における予混合燃焼時可変ノズル制御手段に相当する。

【0079】

本制御によると、内燃機関1において予混合燃焼が行われるとき、可変容量型遠心過給機16の可変ノズルの開度を制御することで、予混合燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室

50

に供給することが可能となる。

【実施例 4】

【0080】

次に、図 1 に示す内燃機関 1 において予混合燃焼を行う際に燃焼に応じた吸入空気量が燃焼室に供給されるための予混合燃焼時吸入空気量制御の別の実施例について、図 8 に基づいて説明する。尚、本実施例における予混合燃焼時吸入空気量制御は、図 4 に示す通常吸入空気量制御が行われる条件の下、一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。尚、図 7 に示す予混合燃焼時吸入空気量制御と同一の処理については、同一の参照番号を付することで、その説明を省略する。

【0081】

本制御においては、S 401 で予混合燃焼が実行されていると判定されると S 502 へ進む。S 502 では、内燃機関 1 の過給圧を、実行中の予混合燃焼に応じた値に調整するために ECU 20 から発せられる、可変ノズル 16 d の開度への指令変化量 $\Delta DNFIN$ を算出する。内燃機関 1 においては、予混合燃焼時、吸気圧センサ 28 からの信号に基づいて実際の吸気圧の値が予混合燃焼に適した吸気圧となるようにフィードバック制御が行われている。そして、このフィードバック制御において ECU 20 から可変ノズル 16 d へ発生されるノズル開度の変化量が上記の $\Delta DNFIN$ である。尚、 $\Delta DNFIN$ の値が正の値であるときは可変ノズル 16 d の開度を閉じ側に制御する指令が、 $\Delta DNFIN$ の値が負の値であるときは可変ノズル 16 d の開度を開き側に制御する指令が、ECU 20 から発せられることを意味する。S 502 の処理が終了すると、S 503 へ進む。

【0082】

ここで、この変化量 $\Delta DNFIN$ が所定変化量を超えて増加すると、可変ノズル 16 d はその ECU 20 からの指令に応じた閉じ側の開度に調整されるが、場合によっては過給圧の応答遅れが顕著となり、過給圧は直ちに变化しない。結果的に、内燃機関 1 の背圧が、過給圧とのバランスの上で高い状態となり、予混合燃焼に適した吸入空気量を燃焼室に供給することが困難となる。

【0083】

そこで、S 503 では、変化量 $\Delta DNFIN$ が基準値 + 30 % 以上であるか否か、即ち可変ノズル 16 d の開度を閉じ側に 30 % 以上変化させる指令が ECU 20 から発せられたか否かを判定することで、燃焼室への吸入空気量のずれが発生するか否かを判定する。本実施例においては基準値として + 30 % を設定しているが、必ずしも基準値としてこの値を設定する必要はなく、内燃機関の吸気管や吸気枝管の大きさ、過給機の性能に応じて適宜設定すればよい。S 503 で変化量 $\Delta DNFIN$ が + 30 % 以上であるときは S 404 へ進む。一方で、変化量 $\Delta DNFIN$ が + 30 % 未満であるときは S 505 へ進む。

【0084】

ここで、可変ノズル 16 d の開度が急激に開き側に制御されるときも、急激に閉じ側に制御されるときと同様に、過給圧の応答遅れによって、内燃機関 1 の過給圧と背圧とのバランスが崩れ、予混合燃焼に適した吸入空気量を燃焼室に供給することが困難となる。そこで、S 505 では、S 502 で算出された変化量 $\Delta DNFIN$ が、基準値 - 30 % 以下であるか否か、即ち可変ノズル 16 d の開度を閉じ側に 30 % 以上変化させる指令が ECU 20 から発せられたか否かが判定されることで、以て吸入空気量のずれの発生を判定する。変化量 $\Delta DNFIN$ が - 30 % 以下であると判定されると、吸入空気量のずれが発生することを意味し S 406 へ進む。一方で、変化量 $\Delta DNFIN$ が - 30 % より大きいと判定されると、吸入空気量のずれの虞はないと判定される。

【0085】

尚、本制御における S 503、S 404 における処理が、本発明における予混合燃焼時可変ノズル制御手段に相当する。

【0086】

本制御によると、内燃機関 1 において予混合燃焼が行われるとき、可変容量型遠心過給機 16 の可変ノズルの開度を制御することで、予混合燃焼に適した量の吸入空気を燃焼室

10

20

30

40

50

に供給することが可能となる。

【実施例 5】

【0087】

次に、図 1 に示す内燃機関 1 において予混合燃焼を行う際に、燃焼に応じた吸入空気量が燃焼室に供給されるべく、内燃機関 1 で行われる燃焼の切替のタイミングの制御について、図 9 に基づいて説明する。図 9 に示す燃焼切替禁止制御は、内燃機関 1 で予混合燃焼が行われるときの通常燃焼への燃焼切替に関する制御である。尚、本実施例における燃焼切替禁止制御は、図 4 に示す通常吸入空気量制御が行われる条件の下、一定のサイクルで繰り返し実行されるルーチンである。

【0088】

S 6 0 1 では、S 2 0 1 と同様に、内燃機関 1 において予混合燃焼が実行されているか否かが判定される。S 6 0 1 で予混合燃焼が実行されていると判定されると S 6 0 2 へ進み、予混合燃焼が実行されていないと判定されると本制御を終了する。

【0089】

S 6 0 2 では、内燃機関 1 における燃焼を予混合燃焼から通常燃焼へと切り替える条件が成立しているか否か、即ち、内燃機関 1 の運転状態が、通常燃焼を行う高負荷領域 R 2 に属しているか否かが判定される。予混合燃焼から通常燃焼へと切り替える条件が成立していると判定されると S 6 0 3 へ進み、予混合燃焼から通常燃焼へと切り替える条件が成立していないと判定されると本制御を終了する。

【0090】

S 6 0 3 では、可変容量型遠心過給機 1 6 の可変ノズル 1 6 d の開度変更指令の変化量 $\Delta D N F I N$ が負の値か否か、即ち、可変ノズル 1 6 d の開度を開き側に制御する指令が、E C U 2 0 から発せされたか否かが判定される。ここで、変化量 $\Delta D N F I N$ は、図 8 に示す予混合燃焼時吸入空気量制御における変化量 $\Delta D N F I N$ と同義である。変化量 $\Delta D N F I N$ が負の値と判定されると S 6 0 4 へ進み、変化量 $\Delta D N F I N$ が負の値でないと判定されると S 6 0 5 へ進む。

【0091】

S 6 0 4 では、内燃機関 1 において所定期間、予混合燃焼から通常燃焼への燃焼切替が禁止される。即ち、S 6 0 2 において、内燃機関 1 における燃焼を予混合燃焼から通常燃焼へと切り替える条件が成立しているにもかかわらず、通常燃焼への切替を所定期間禁止する。

【0092】

予混合燃焼から通常燃焼への燃焼切替条件が成立したとき、可変ノズル 1 6 d への開度変更指令の変化量が負の値になると、即ち、可変ノズル 1 6 d の開度が開き側に制御に制御されると、内燃機関 1 の過給圧が低下することによって、予混合燃焼時の E G R ガスが燃焼室内に比較的多く残留する。そのような状態で実際に予混合燃焼から通常燃焼へ切り替えると、煤が多く発生する等エミッションが悪化する虞がある。そこで、予混合燃焼時の E G R ガスが通常燃焼に適した量になるまでの前記所定期間は、予混合燃焼から通常燃焼への燃焼切替条件が成立している状態でも予混合燃焼への切替を禁止することで、エミッションの悪化を抑制し得る。S 6 0 4 の処理が終了すると、S 6 0 5 へ進む。

【0093】

S 6 0 5 では、内燃機関 1 の燃焼を予混合燃焼から通常燃焼へと切り替えるべく、燃料噴射弁 3 からの燃料噴射時期等を変更する。S 6 0 5 の処理後、本制御を終了する。

【0094】

本制御によると、予混合燃焼から通常燃焼への切替を行うに際して、E G R ガスの残存による燃焼室への吸入空気量の減少を考慮して燃焼切替を行うことで、エミッションの悪化を抑制し得る。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図 1】本発明の実施の形態に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムが適用さ

10

20

30

40

50

れる圧縮着火内燃機関の概略構成を表す図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムに用いられる二段過給機の概略構成を表す図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、圧縮着火内燃機関の運転状態とそこで行われる燃焼との関係を表す図である。

【図 4】本発明の実施の形態に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、圧縮着火内燃機関で行われる燃焼に応じた吸入空気量を燃焼室に供給するための通常吸入空気量制御に関するフローチャートである。

【図 5】本発明の第 1 の実施例に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、予混合燃焼が行われているときの吸入空気量を制御する予混合燃焼時吸入空気量制御に関する第一のフローチャートである。 10

【図 6】本発明の第 2 の実施例に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、予混合燃焼が行われているときの吸入空気量を制御する予混合燃焼時吸入空気量制御に関する第二のフローチャートである。

【図 7】本発明の第 3 の実施例に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、予混合燃焼が行われているときの吸入空気量を制御する予混合燃焼時吸入空気量制御に関する第三のフローチャートである。

【図 8】本発明の第 4 の実施例に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、予混合燃焼が行われているときの吸入空気量を制御する予混合燃焼時吸入空気量制御に関する第四のフローチャートである。 20

【図 9】本発明の第 5 の実施例に係る圧縮着火内燃機関の予混合燃焼制御システムにおいて、予混合燃焼から通常燃焼への切替を制御する燃焼切替禁止制御に関するフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 9 6 】

1 圧縮着火内燃機関（内燃機関）

7 吸気枝管

1 2 排気枝管

1 6 可変容量型遠心過給機

1 6 a 高圧側過給機 30

1 6 b 低圧側過給機

1 6 d 可変ノズル

2 0 E C U

2 1 E G R 装置

2 2 E G R 通路

2 3 E G R クーラ

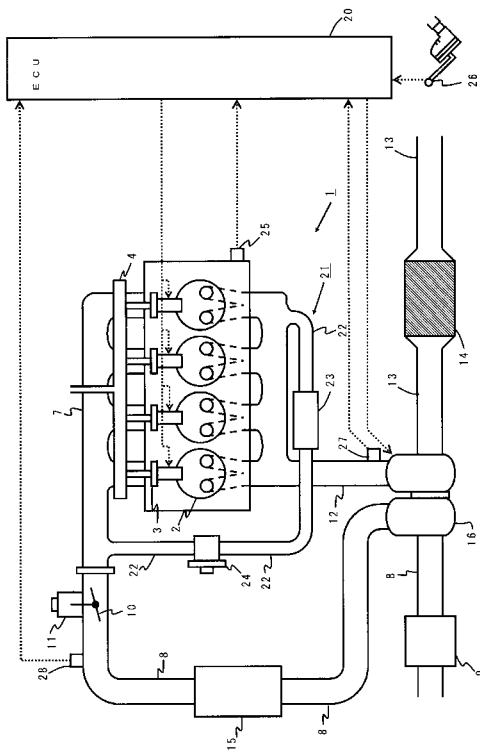
2 5 クランクポジションセンサ

2 6 アクセル開度センサ

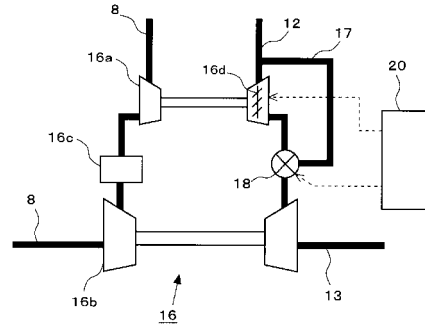
2 7 排気圧センサ

2 8 吸気圧センサ 40

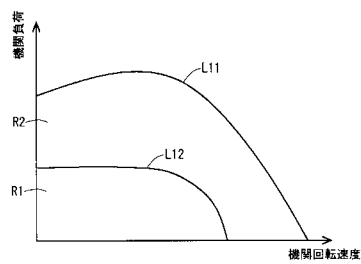
【図 1】



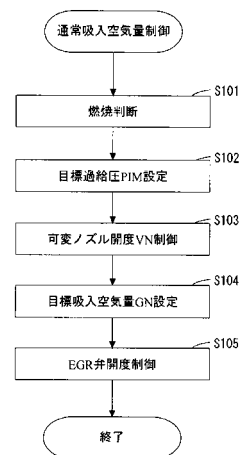
【図 2】



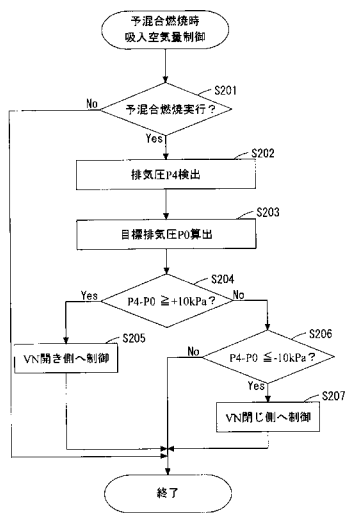
【図 3】



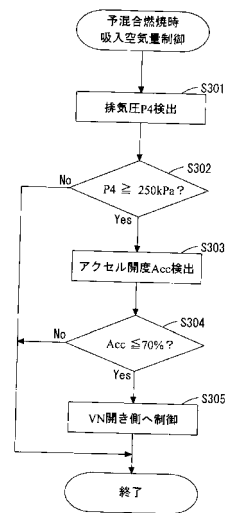
【図 4】



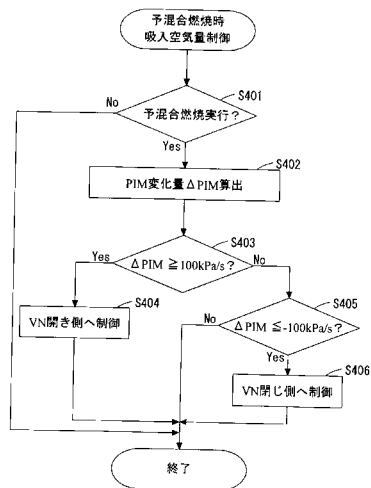
【図 5】



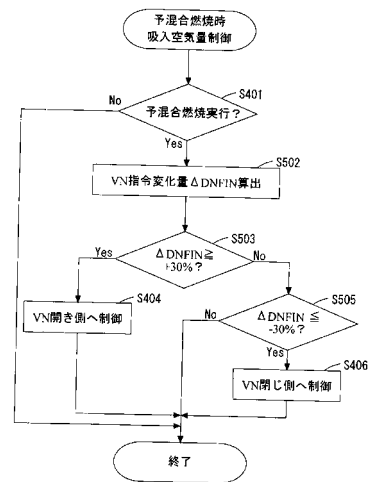
【図 6】



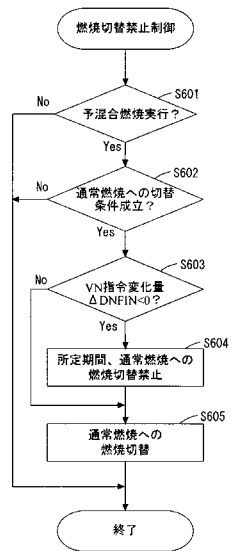
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 D 11/10	F 0 2 D 21/08 3 1 1 B	3 G 3 0 1
F 0 2 D 21/08	F 0 2 D 41/38 D	3 G 3 8 4
F 0 2 D 41/38	F 0 2 D 45/00 3 6 0 Z	
F 0 2 D 45/00	F 0 2 M 25/07 5 7 0 D	
F 0 2 M 25/07	F 0 2 M 25/07 5 7 0 J	
	F 0 2 M 25/07 5 7 0 P	
	F 0 2 B 37/12 3 0 1 Q	

(72)発明者 藤原 清
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 大木 久
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 松本 崇志
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 板橋 秀
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 伯耆 雄介
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) 3G005 DA02 EA15 EA16 EA23 EA25 GE08 HA05 HA12 HA13 JA02
JA05 JA24 JA28 JA39 JA42 JA45 JB02
3G023 AA01 AB05 AC04 AG03
3G062 AA01 AA05 CA06 FA05 GA01 GA04 GA05 GA06 GA14 GA15
GA22
3G065 AA01 AA03 CA11 GA01 GA06 GA10 GA46 JA09
3G092 AA02 AA06 AA17 AA18 DB03 DC09 FA06 HA05Z HD08Z HE01Z
HE03Z HF08Z
3G301 HA02 HA04 HA11 HA13 JA00 LA00 LB11 MA19 NA08 PA01Z
PA07Z PD14Z PE03Z PF03Z
3G384 AA03 AA06 BA07 BA18 BA27 CA27 DA04 FA01Z FA06Z FA08Z
FA47Z FA58Z