

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5811128号
(P5811128)

(45) 発行日 平成27年11月11日(2015.11.11)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl.	F I
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 372F
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 45/00 374Z
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 45/00 376D
	FO2D 45/00 320A
	FO2D 45/00 312B
	請求項の数 6 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-73548 (P2013-73548)
 (22) 出願日 平成25年3月29日(2013.3.29)
 (65) 公開番号 特開2014-196731 (P2014-196731A)
 (43) 公開日 平成26年10月16日(2014.10.16)
 審査請求日 平成26年3月28日(2014.3.28)

(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 110000947
 特許業務法人あーく特許事務所
 (72) 発明者 井戸側 正直
 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 有賀 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の各種の機能に関する要求を、当該内燃機関の動作に関わる複数のアクチュエータを強調制御して実現する内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の機能に関する要求値を生成して出力する要求発生階層と、
 前記要求発生階層の下位に設けられ、前記要求値のうち所定の物理量で表現されたものを集約して調停する物理量調停階層と、

前記物理量調停階層の下位に設けられ、前記の調停された要求値に基づいて前記アクチュエータの制御量を設定する制御量設定階層と、を備え、

前記要求発生階層、物理量調停階層および制御量設定階層の順に上位の階層から下位の階層へ一方向に信号が伝達される階層型の制御構造を有しており、

さらに前記制御量設定階層の下位には、前記要求発生階層から出力される要求値のうち前記アクチュエータの制御量で表現されたものが、前記物理量調停階層を介さずに伝達され、当該制御量で表現された要求値を前記制御量設定階層にて設定された制御量とともに、制御量毎に集約して調停する制御量調停階層が設けられ、

当該制御量調停階層には、内燃機関の運転中に、前記アクチュエータの1つである燃料噴射弁の動作に関する噴射制御量の調停を行う基本噴射制御調停部と、内燃機関の始動時における前記噴射制御量の調停を行う始動時噴射制御調停部と、が設けられており、

前記燃料噴射弁として、少なくとも、気筒内に直接、燃料を噴射するように配設されたものを備え、

10

20

前記噴射制御量で表現される要求が、優先度の低い要求と高い要求とに区別され、その優先度の低い要求が、燃料の総噴射量は変更するが、噴射回数は変更しないものである一方、前記優先度の高い要求が、総噴射量および噴射回数の両方を変更するものであり、

前記基本噴射制御調停部では、先に前記優先度の低い要求に関わる噴射制御量を調停した上で、この噴射制御量を前記優先度の高い要求に関わる噴射制御量とともに調停するように構成されていることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記基本噴射制御調停部では、前記噴射制御量として少なくとも、前記気筒内に直接、燃料を噴射する燃料噴射弁による気筒の圧縮行程での燃料噴射量の上限值を調停する、内燃機関の制御装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置において、

前記燃料噴射弁として、気筒内に直接、燃料を噴射するように配設された第 1 噴射弁と、気筒毎の吸気ポートに燃料を噴射するように配設された第 2 噴射弁とを備え、

前記基本噴射制御調停部では、前記噴射制御量として少なくとも、前記第 1 および第 2 噴射弁のそれぞれによる燃料の噴射回数と、各回の燃料噴射量の割合とを調停する、内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の制御装置において、

前記アクチュエータには、前記燃料噴射弁に燃料を供給する燃料ポンプが含まれ、前記制御量調停階層には、前記燃料ポンプの動作に関するポンプ制御量の調停を、前記基本噴射制御調停部または始動時噴射制御調停部における噴射制御量の調停と関連づけて行うポンプ制御調停部が設けられている、内燃機関の制御装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記ポンプ制御調停部は、前記基本噴射制御調停部にて前記燃料噴射弁の動作を停止させるように噴射制御量を調停する際に、これに関連づけて前記燃料ポンプの動作を停止させるように、ポンプ制御量であるポンプ吐出量を調停するものであり、

さらに、前記ポンプ制御調停部によって調停されたポンプ吐出量の下限值を設定する吐出量制限部が設けられている、内燃機関の制御装置。

30

【請求項 6】

請求項 4 または 5 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置において、

前記燃料ポンプが、前記気筒内に直接、燃料を噴射する燃料噴射弁に所定以上の高圧の燃料を供給可能な高圧ポンプであり、

前記ポンプ制御調停部は、前記基本噴射制御調停部にて、内燃機関の気筒の圧縮行程で前記気筒内に直接、燃料を噴射する燃料噴射弁を動作させるように噴射制御量を調停する際に、これに関連づけて、前記高圧ポンプの動作により燃料の噴射圧力を上昇させるように、ポンプ制御量であるポンプ目標燃圧を調停するものであり、

さらに、前記ポンプ制御調停部によって調停されたポンプ目標燃圧の上限值および下限値の少なくとも一方を設定する目標燃圧制限部が設けられている、内燃機関の制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の各種の機能に関する要求を複数のアクチュエータの協調制御によって実現する制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の制御装置に関して、例えば特許文献 1 や特許文献 2 に開示されるように階層型の制御構造を備えて、上位の階層から下位の階層へ一方向に信号を伝達するようにした

50

ものは知られている。前記各文献に記載の例では、最上位の要求発生階層においてドライバビリティ、排気ガスおよび燃費という、車両用の内燃機関における基本的な3つの機能の要求をトルク、効率および空燃比という3種の物理量で表現した要求値を生成する。

【0003】

そして、その要求値の信号を下位の物理量調停階層に伝達し、ここではトルク、効率および空燃比のそれぞれに要求値を集約して、予め定められた規則に従って1つずつの要求値に調停する。こうして調停したトルク、効率および空燃比それぞれ1つずつの要求値の信号を下位の制御量設定階層に伝達し、ここでは各要求値を相互の関係に基づいて調整した上で、個々のアクチュエータの制御量を設定する。

【0004】

このように内燃機関への要求をトルク、効率および空燃比という3種の物理量の組み合わせによって表現し、調停することによって、アクチュエータの特性や種類に拠らず、その制御によって実現すべき内燃機関全体としての動作が決まり、ドライバビリティ、排気ガスおよび燃費という内燃機関の基本的な要求がバランス良く満たされるような好適な制御を実現できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-47101号公報

【特許文献2】特開2009-47102号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、気筒内へ燃料を直接、噴射する筒内噴射式の内燃機関では、噴射制御の自由度が高いことを活かして、気筒内における良好な混合気形成のために噴射時期や噴射回数などを適宜、変更したいという要求がある。この要求を表現する制御量は燃料噴射弁の動作そのものであるから、これを一旦、トルクや効率などの物理量に変換して調停した上で再度、制御量を計算し直すというのはいかにも無駄であり、余計な演算負荷が生じてしまう。

【0007】

また、内燃機関の運転中には通常、センサからの信号により実際の吸入空気量を算出し、これにより気筒へ充填される空気量を算出して、所定の目標空燃比になるように燃料噴射量を決定するが、機関始動時には気筒への空気の充填量を精度良く算出することができないので、始動時の燃料噴射量は予め適合した値を設定しておく。つまり、始動時の噴射制御の演算は運転中とは異なるものとなる。

【0008】

そして、前記の運転中の燃料噴射制御についても、また、それとは異なる始動時の燃料噴射制御についても、内燃機関の状態によって異なる各種の要求があるので、噴射時期や噴射回数、各回の噴射量などを一律に決めることはできず、それらの要求も調停しなくてはならない。

【0009】

かかる諸点を鑑みて本発明の目的は、内燃機関への基本的な要求を物理量調停によってバランス良く満たすようにした階層構造を有する制御装置において、制御演算の負荷を徒に増大させることなく噴射制御に関わる各種の要求を調停し、始動時も含めて内燃機関の状態にマッチした好適な噴射制御を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記の目的を達成するために本発明では、燃料の噴射制御に関わる要求値が物理量調停階層を介さずに伝達される制御量調停階層を設けて、ここで内燃機関の運転中と始動時とに分けて別々に要求値、即ち噴射制御量の調停を行うようにした。

10

20

30

40

50

【0011】

具体的に本発明は、内燃機関の各種の機能に関する要求を、当該内燃機関の動作に関わる複数のアクチュエータを協調制御して実現する内燃機関の制御装置を対象として、前記内燃機関の機能に関する要求値を生成して出力する要求発生階層と、この要求発生階層の下位に設けられ、前記要求値のうち所定の物理量で表現されたものを集約して調停する物理量調停階層と、この物理量調停階層の下位に設けられ、前記の調停された要求値に基づいてアクチュエータの制御量を設定する制御量設定階層とを備え、前記要求発生階層、物理量調停階層および制御量設定階層の順に上位の階層から下位の階層へ一方向に信号が伝達される階層型の制御構造を有している。

【0012】

また、前記制御量設定階層の下位には、前記要求発生階層から出力される要求値のうち前記アクチュエータの制御量で表現されたものが、前記物理量調停階層を介さずに伝達される制御量調停階層を設けて、そうして伝達される要求値（アクチュエータの制御量で表現された要求値）を前記制御量設定階層にて設定された制御量とともに、制御量毎に集約して調停する。そして、この制御量調停階層には、内燃機関の運転中に前記アクチュエータの1つである燃料噴射弁の動作に関する噴射制御量の調停を行う基本噴射制御調停部と、内燃機関の始動時における前記噴射制御量の調停を行う始動時噴射制御調停部と、を設けている。

さらに、前記燃料噴射弁として、少なくとも、気筒内に直接、燃料を噴射するように配設されたものを備えており、前記噴射制御量で表現される要求は、優先度の低い要求（燃料の総噴射量は変更するが、噴射回数は変更しない要求）と高い要求（総噴射量および噴射回数の両方を変更する要求）とに区別して、前記基本噴射制御調停部では、先に前記優先度の低い要求に関わる噴射制御量を調停した上で、この噴射制御量を前記優先度の高い要求に関わる噴射制御量とともに調停するようにしている。

【0013】

前記のように構成された内燃機関の制御装置では、まず、内燃機関の各種の機能に関する要求が所定の物理量（例えばトルク、効率、空燃比など）によって表現されて調停され、この調停された要求値に基づいて各アクチュエータの制御量が設定される。これにより複数のアクチュエータが協調制御され、内燃機関の基本的な機能要求（例えばドライバビリティ、排気ガス、燃費など）がバランス良く満たされるようになる。

【0014】

その際に前記アクチュエータの1つである燃料噴射弁の動作に関する要求の一部は、例えば噴射量、噴射時期、噴射回数など所定の噴射制御量で表現されて、前記要求発生階層から物理量調停階層や制御量設定階層を介さずに、その下位の制御量調停階層に伝達される。そして、その噴射制御量の要求値が前記のように物理量調停を経て設定された噴射制御量とともに調停されて、前記アクチュエータ（燃料噴射弁の他、例えばスロットルバルブやイグナイタなど）の制御量に反映されるようになる。

【0015】

つまり、燃料噴射弁の動作に関わる要求の一部が、物理量調停を介さずに噴射制御量として調停されて内燃機関の制御に反映されることになり、アクチュエータの制御量で表現される要求の少なくとも一部については、一旦、トルクなどの物理量に変換するような無駄な演算負荷を生じることがない。しかも、例えば燃料噴射弁の仕様の変更に伴い噴射制御の要求が変化しても、物理量調停階層や制御量設定階層の制御処理を変更する必要はないので、制御プログラムの変更箇所が少なく済み、開発の工数削減に寄与するというメリットもある。

【0016】

その上さらに本発明では、前記制御量調停階層に、内燃機関の運転中における噴射制御量の調停を行う基本噴射制御調停部と、始動時における噴射制御量の調停を行う始動時噴射制御調停部とを設けている。このことで、運転中と始動時との双方で内燃機関の状態に応じて発せられる噴射制御の要求を、それぞれ異なるロジックにより好適に調停すること

10

20

30

40

50

が可能になる。しかも、2つの調停部を一体に構成するのに比べて、演算負荷の軽減が図られる。

【0017】

なお、前記の噴射制御量以外に要求発生階層から物理量調停階層を介さずに制御量調停階層に伝達される要求値（信号）としては、例えば、フェールセーフのような緊急性のある要求や触媒の急速暖機のための点火時期の遅角制御など、特定の状況で優先される要求が挙げられる。このような要求値は一旦、物理量に置き換えて調停することなく、アクチュエータの制御量で表現して直接的に制御量調停階層に伝達することで、処理の高速化が図られる。

【0018】

ここで、前記の如く本発明では、燃料噴射弁として気筒内に直接、燃料を噴射するように配設されたものを備えており、この場合には噴射制御量として具体的に、この燃料噴射弁による気筒の圧縮行程での燃料噴射量に関連するパラメータが挙げられる。圧縮行程での燃料噴射量が多くなり過ぎると混合気の濃度の偏りが大きくなって、燃焼状態が悪化する虞があるので、一例として前記基本噴射制御調停部では、圧縮行程での燃料噴射量の上限値を調停するようにしてもよい。

【0019】

また、燃料噴射弁として、気筒内に直接、燃料を噴射するように配設された第1噴射弁と、気筒毎の吸気ポートに燃料を噴射するように配設された第2噴射弁とを備える場合には、前記基本噴射制御調停部を、前記噴射制御量として少なくとも、前記第1および第2噴射弁のそれぞれによる燃料の噴射回数と、各回の燃料噴射量の割合とを調停するように構成してもよい。

【0020】

すなわち、吸気ポートに噴射された燃料は予め空気と混合されて気筒内に吸入される一方、気筒内に直接、噴射された燃料の噴霧は拡散しつつも濃度の高い混合気を形成することになるので、第1および第2噴射弁のそれぞれによる燃料の噴射回数や噴射量割合は、気筒内に形成される混合気の分布やその燃焼性に大きな影響を及ぼすからである。

【0021】

また、噴射制御量として燃料の噴射回数と各回の燃料噴射量の割合とを調停するように構成すれば、各気筒に燃料噴射弁を1つずつ備えるものであっても、また、前記のように第1および第2噴射弁を備えるものであっても、さらに、燃料噴射弁の数に依らず、1燃焼サイクルにおける燃料の噴射回数が1回であっても複数回であっても対応可能である。よって、燃料噴射弁の仕様や噴射制御の要求が変化しても、制御プログラムの変更箇所が少なく済み、開発の工数削減に寄与する。

【0022】

そして、前記の如く本発明では、前記噴射制御量で表現される要求を、予め優先度の高い要求と低い要求とに区別しておいて、前記基本噴射制御調停部では、先に前記優先度の低い要求に関わる噴射制御量を調停した上で、この噴射制御量を前記優先度の高い要求に関わる噴射制御量とともに調停するようにしている。

【0023】

すなわち、前記のような混合気の燃焼性という観点から、燃料の噴射制御に関わる要求値（噴射制御量）は、燃料噴射弁による燃料の総噴射量は変更するものの、その噴射回数などは変更しない要求（第1種の要求）と、総噴射量および噴射回数などの両方を変更する要求（第2種の要求）とに区別することができる。

【0024】

この場合、前記第2種の要求は第1の要求に比べると、混合気の燃焼性に及ぼす影響が大きく、この燃焼性に及ぼす影響という観点から前記第2種の要求を前記優先度の高い要求とし、前記第1種の要求を前記優先度の低い要求とすることができる。

【0025】

そこで、基本噴射制御調停部では、燃焼性への影響の小さな前記第1種の要求に関わる

10

20

30

40

50

噴射制御量を先に調停した上で、この噴射制御量を前記第2種の要求に関わる噴射制御量とともに調停するようにしている。こうすれば、混合気の燃焼性に及ぼす影響が異なる第1種の要求と第2種の要求とを分けて、それぞれ異なるロジックにより好適に調停することが可能になる。

【0026】

そうして複数の要求を分けて調停する方が好ましい場合もあれば、複数の要求を一体として調停する方が好ましい場合もある。すなわち、前記したように気筒内の燃焼室に形成される混合気の分布やその燃焼性には、第1および第2噴射弁のそれぞれによる燃料の噴射量や噴射回数など（噴射制御量）だけではなく、例えば燃料の噴射圧力なども大きな影響を及ぼすので、噴射制御量の調停を行うときには、これに関連づけて燃料ポンプの動作に関わるポンプ制御量も調停することが好ましい。

10

【0027】

また、内燃機関の停止中などには燃料噴射弁による燃料の噴射を停止するだけでなく、燃料ポンプも停止する方が望ましいので、一例として制御量調停階層には、燃料ポンプの動作に関するポンプ制御量の調停を、前記の基本噴射制御調停部または始動時噴射制御調停部における噴射制御量の調停と関連づけて行うポンプ制御調停部を設けてもよい。

【0028】

より具体的には、例えば前記ポンプ制御調停部は、基本噴射制御調停部にて燃料噴射弁の動作を停止させるように噴射制御量を調停する際に、これに関連づけて燃料ポンプの動作を停止させるように、ポンプ制御量であるポンプ吐出量を調停するものとしてもよい。こうすれば、例えば車両の停止に伴い自動的に内燃機関の運転を停止させる場合に、燃料噴射を停止させるのと同時に燃料ポンプの動作を停止させることができ、ポンプ駆動ロスの低減によって燃費の改善が図られる。

20

【0029】

その場合にさらに、前記ポンプ制御調停部によって調停されたポンプ吐出量の下限值を設定する吐出量制限部を設けてもよい。こうすれば、燃料噴射の停止に併せて前記のように燃料ポンプの動作も停止させるように、ポンプ制御量が調停されていても、例えば、内燃機関の停止中に次の始動制御に備えるなど、必要に応じて燃料ポンプを動作させることも可能になる。

【0030】

30

また、燃料噴射弁が気筒内に直接、燃料を噴射するように配設されており、燃料ポンプが、前記燃料噴射弁に所定以上の高圧の燃料を供給可能な高圧ポンプである場合には、前記ポンプ制御調停部を、基本噴射制御調停部にて内燃機関の気筒の圧縮行程で前記燃料噴射弁を動作させるように噴射制御量を調停する際に、これに関連づけて、前記高圧ポンプの動作により燃料の噴射圧力を上昇させるように、ポンプ制御量であるポンプ目標燃圧を調停する構成としてもよい。

【0031】

こうすれば、気筒内が高圧になる圧縮行程で燃料を噴射するときに、高圧ポンプにより燃料の噴射圧力を上昇させて、良好な混合気形成を実現できる一方、圧縮行程で燃料を噴射しないときには燃料の噴射圧力は相対的に低くすることで、ポンプ駆動ロスを低減することができる。

40

【0032】

その場合にさらに、前記ポンプ制御調停部によって調停されたポンプ目標燃圧の上限値および下限値の少なくとも一方を設定する目標燃圧制限部を設けてもよい。こうすると、圧縮行程での燃料噴射に関連づけて前記のように高圧ポンプを動作させるようポンプ制御量が調停されていても、例えば燃料噴射弁の保護のために燃料圧力を低下させることが可能になる。反対に、噴射制御に関連づけて高圧ポンプを停止させるようポンプ制御量が調停されていても、必要に応じて高圧ポンプだけを動作させることも可能になる。

【発明の効果】**【0033】**

50

本発明によれば、まず、ドライバビリティ、排気ガスおよび燃費などの内燃機関の基本的な機能要求を物理量で表現し、物理量調停階層で調停することにより、その基本的な要求がバランス良く満たされるような好適な制御を実現可能となる。また、燃料噴射弁の動作に関わる要求は、物理量調停を介さずに噴射制御量として調停することによって、演算負荷を徒に増大させることなく好適に内燃機関の制御に反映させることができる。

【0034】

その上さらに本発明では、内燃機関の運転中における噴射制御量の調停を行う基本噴射制御調停部とは別に、始動時における噴射制御量の調停を行う始動時噴射制御調停部を設けているので、内燃機関の運転中と始動時との双方で互いに異なる噴射制御の要求を、それぞれ異なるロジックにより好適に調停することが可能になる。しかも、運転中と始動時との調停部を分けることで、双方の調停部において演算負荷の軽減が図られる。加えて、本発明では、燃焼性への影響の小さな優先度の低い要求（噴射制御量）を先に調停した上で、燃焼性への影響の大きな優先度の高い要求とともに調停するようにしており、燃焼性に及ぼす影響が異なる2つの要求を分けて、それぞれ異なるロジックにより好適に調停することが可能になる。

10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の実施の形態に係る内燃機関の一例を示す構成図である。

【図2】実施の形態に係るECUの一例を示す構成図である。

【図3】実施の形態としての制御装置の階層構造を示すブロック図である。

【図4】噴射機能調停部における噴射制御量の調停について示すブロック図である。

【図5】インジェクタ駆動制御部の構成の一例を示すブロック図である。

【図6】噴射機能調停部におけるポンプ制御量の調停についての図4相当図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、実施の形態では、本発明の制御装置を自動車に搭載される内燃機関（以下、エンジンという）、特に、火花点火式のエンジンに適用した場合について説明する。

【0037】

[エンジンの構成例]

以下に、まず図1を参照して、実施形態に係る火花点火式エンジン1の構成の一例を説明する。図にはエンジン1の本体部分における1つの気筒2の構成のみを示しているが、エンジン1は例えば直列4気筒エンジンであって、シリンダブロック1aに形成された気筒2内には、図の上下方向に往復動するようにピストン3が収容されている。シリンダブロック1aの上部にはシリンダヘッド1bが組み付けられ、その下面とピストン3の上面との間が燃焼室となる。

30

【0038】

ピストン3はコネクティングロッド4を介してクランクシャフト5に連結されていて、クランクシャフト5は、シリンダブロック1aの下部のクランクケースに収容されている。クランクシャフト5にはロータ301aが取り付けられ、その側方近傍には例えば電磁ピックアップからなるクランクポジションセンサ301が配設されている。クランクポジションセンサ301は、ロータ301aの外周の歯が通過する際にパルス信号を出力する。この信号からエンジン回転数を算出することができる。

40

【0039】

また、シリンダブロック1aの側壁には気筒2を取り囲むようにウォータジャケットが形成され、ここにはエンジン冷却水wの温度を検出するように水温センサ303が配設されている。シリンダブロック1aの下部は下方に向かって拡大されてクランクケースの上半分を構成し、その下方には、クランクケースの下半分を構成するようにオイルパン1cが取り付けられている。オイルパン1cには、エンジン各部に供給される潤滑油（エンジンオイル）が貯留されている。

50

【 0 0 4 0 】

一方、シリンダヘッド 1 b には気筒 2 内の燃焼室に臨むように点火プラグ 6 が配設されていて、その電極にはイグナイタ 7 から高電圧が供給されるようになっている。こうして高電圧を供給し点火プラグ 6 に通電するタイミング、即ちエンジン 1 の点火時期はイグナイタ 7 によって調整される。つまり、イグナイタ 7 は、エンジン 1 の点火時期を調整可能なアクチュエータであり、後述する ECU (Electronic Control Unit) 5 0 0 によって制御される。

【 0 0 4 1 】

また、シリンダヘッド 1 b には、気筒 2 内の燃焼室に臨んでそれぞれ開口するように、吸気ポート 1 1 a および排気ポート 1 2 a が形成されている。吸気ポート 1 1 a には吸気マニホールド 1 1 b が連通していて、吸気通路 1 1 における吸気の流れの下流側を構成している。また、排気ポート 1 2 a には排気マニホールド 1 2 b が連通していて、排気通路 1 2 における排気ガスの流れの上流側を構成している。

【 0 0 4 2 】

吸気通路 1 1 の上流側には、図示は省略のエアクリーナの近傍に、吸入空気量を検出するエアフロメータ 3 0 4 (図 2 を参照) が配設され、その下流側に吸入空気量を調整するためのスロットルバルブ 8 が配設されている。また、吸気通路 1 1 (吸気マニホールド 1 1 b) には、エンジン 1 に吸入される前の空気の温度 (吸気温) を検出する吸気温センサ 3 0 7 (図 2 を参照) も配設されている。

【 0 0 4 3 】

この例ではスロットルバルブ 8 は、図外のアクセルペダルとの機械的な連結が切り離されていて、電動のスロットルモータ 8 a により駆動されて、その開度が調整される。スロットル開度を検出するスロットル開度センサ 3 0 5 からの信号は、後述する ECU 5 0 0 に送信される。ECU 5 0 0 は、エンジン 1 の運転状態に応じて好適な吸入空気量が得られるように、スロットルモータ 8 a を制御する。つまり、スロットルバルブ 8 は、エンジン 1 の吸入空気量を調整する (内燃機関の動作に関わる) アクチュエータである。

【 0 0 4 4 】

前記のように燃焼室に臨む吸気ポート 1 1 a の開口は吸気バルブ 1 3 によって開閉され、これにより吸気通路 1 1 と燃焼室とが連通または遮断される。同様に排気ポート 1 2 a の開口は排気バルブ 1 4 によって開閉され、これにより排気通路 1 2 と燃焼室とが連通または遮断される。これら吸排気バルブ 1 3 , 1 4 の開閉駆動は、クランクシャフト 5 の回転がタイミングチェーンなどを介して伝達される吸気および排気の各カムシャフト 1 5 , 1 6 によって行われる。

【 0 0 4 5 】

この例では吸気カムシャフト 1 5 の近傍に、特定の気筒 2 のピストン 3 が圧縮上死点に達したときにパルス信号を発生するカムポジションセンサ 3 0 2 が設けられている。カムポジションセンサ 3 0 2 は例えば電磁ピックアップからなり、前記のクランクポジションセンサ 3 0 1 と同様に、吸気カムシャフト 1 5 に設けられたロータの回転に伴いパルス信号を出力する。

【 0 0 4 6 】

また、排気通路 1 2 において排気マニホールド 1 2 b の下流には、一例として三元触媒からなる触媒 1 7 が配設されている。この触媒 1 7 においては、気筒 2 内の燃焼室から排気通路 1 2 に排気された排気ガス中の CO、HC の酸化および NO_x の還元が行われ、それら無害な CO₂、H₂O、N₂ とすることで排気ガスの浄化が図られる。

【 0 0 4 7 】

この例では触媒 1 7 の上流側の排気通路 1 2 に、排気温センサ 3 0 8 と、空燃比 (A/F) センサ 3 0 9 とが配設され、触媒 1 7 の下流側の排気通路 1 2 には O₂ センサ 3 1 0 が配設されている。

【 0 0 4 8 】

- 燃料噴射系 -

10

20

30

40

50

次に、エンジン 1 の燃料噴射系について説明する。

【 0 0 4 9 】

エンジン 1 の各気筒 2 には、それぞれ燃焼室内に直接、燃料を噴射するように筒内噴射用インジェクタ 2 1 (第 1 噴射弁) が配設されている。4 つの気筒 2 のそれぞれの筒内噴射用インジェクタ 2 1 は共通の高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 に接続されている。また、エンジン 1 の吸気通路 1 1 には、各吸気ポート 1 1 a 内に燃料を噴射するようにポート噴射用インジェクタ 2 2 (第 2 噴射弁) が配設されている。ポート噴射用インジェクタ 2 2 も 4 つの気筒 2 にそれぞれ設けられ、共通の低圧燃料用デリバリパイプ 2 3 に接続されている。

【 0 0 5 0 】

前記高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 および低圧燃料用デリバリパイプ 2 3 への燃料供給は、燃料ポンプである低圧ポンプ 2 4 および高圧ポンプ 2 5 (以下、単に燃料ポンプ 2 4 , 2 5 ともいう) によって行われる。低圧ポンプ 2 4 は、燃料タンク 2 6 内の燃料を汲み上げて、低圧燃料用デリバリパイプ 2 3 および高圧ポンプ 2 5 に供給する。高圧ポンプ 2 5 は、供給される低圧の燃料を所定以上の高圧にまで加圧して、高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 に供給する。

【 0 0 5 1 】

この例では高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 に、筒内噴射用インジェクタ 2 1 に供給する高圧燃料の圧力 (燃圧) を検出するための高圧燃料用燃圧センサ 3 1 1 (図 2 を参照) が配設され、低圧燃料用デリバリパイプ 2 3 には、ポート噴射用インジェクタ 2 2 に供給する低圧燃料の圧力 (燃圧) を検出するための低圧燃料用燃圧センサ 3 1 2 (図 2 を参照) が配設されている。

【 0 0 5 2 】

筒内噴射用インジェクタ 2 1 およびポート噴射用インジェクタ 2 2 は、いずれも所定電圧が印加されたときに開弁して燃料を噴射する電磁駆動式のアクチュエータである。また、高圧ポンプ 2 5 および低圧ポンプ 2 4 は、インジェクタ 2 1 , 2 2 に燃料を供給するアクチュエータである。インジェクタ 2 1 , 2 2 の動作、即ちそれぞれの燃料噴射回数 (噴射モード) やその各回で噴射を開始する時期、および各回の噴射量など、並びに燃料ポンプ 2 4 , 2 5 の吐出量、吐出圧 (目標燃圧) などは、後述する E C U 5 0 0 によって制御される。

【 0 0 5 3 】

そして、筒内噴射用インジェクタ 2 1 およびポート噴射用インジェクタ 2 2 のいずれか一方または両方のインジェクタからの燃料噴射により、気筒 2 内の燃焼室には空気と燃料ガスとの混合気が形成される。この混合気が点火プラグ 6 によって点火されて燃焼・爆発するときには生じた高温高圧の燃焼ガスにより、ピストン 3 が押し下げられてクランクシャフト 5 を回転させる。燃焼ガスは、排気バルブ 1 4 の開弁に伴い排気通路 1 2 に排出されて排気ガスとなる。

【 0 0 5 4 】

- E C U -

E C U 5 0 0 は、図 2 に模式的に示すように、C P U (Central Processing Unit) 5 0 1、R O M (Read Only Memory) 5 0 2、R A M (Random Access Memory) 5 0 3、および、バックアップ R A M 5 0 4 などを備えている。

【 0 0 5 5 】

R O M 5 0 2 は、各種制御プログラム、それら各種制御プログラムを実行する際に参照されるマップなどが記憶されている。C P U 5 0 1 は、R O M 5 0 2 に記憶された各種制御プログラムやマップに基づいて各種の演算処理を実行する。また、R A M 5 0 3 は、C P U 5 0 1 での演算結果や各センサから入力されたデータ等を一時的に記憶するメモリであり、バックアップ R A M 5 0 4 は、例えばエンジン 1 の停止時にその保存すべきデータ等を記憶する不揮発性のメモリである。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

以上のCPU501、ROM502、RAM503およびバックアップRAM504は、バス507を介して互いに接続されるとともに、入力インターフェース505および出力インターフェース506と接続されている。

【0057】

入力インターフェース505には、クランクポジションセンサ301、カムポジションセンサ302、水温センサ303、エアフロメータ304、スロットル開度センサ305、アクセル開度センサ306、吸気温センサ307、排気温センサ308、空燃比センサ309、O₂センサ310、高圧燃料用燃圧センサ311、および、低圧燃料用燃圧センサ312などの各種センサ類が接続されている。

【0058】

また、入力インターフェース505にはイグニッションスイッチ313も接続されており、このイグニッションスイッチ313がオン操作されると、スタータモータ(図示せず)によるエンジン1のクランキングが開始されるようになっている。一方、出力インターフェース506には、点火プラグ6のイグナイタ7、スロットルバルブ8のスロットルモータ8a、筒内噴射用インジェクタ21、ポート噴射用インジェクタ22、低圧ポンプ24、および高圧ポンプ25などが接続されている。

【0059】

そして、ECU500は、前記した各種センサ301~312やスイッチ313からの信号などに基づいて、前記イグナイタ7による点火プラグ6の通電制御、スロットルバルブ8(スロットルモータ8a)の駆動制御、インジェクタ21, 22およびポンプ24, 25の駆動制御などを含むエンジン1の各種制御を実行する。

【0060】

これによってエンジン1の運転状態は、ドライバビリティ、排気ガスおよび燃費という基本的な機能要求がバランス良く満たされるよう、好適に制御される。つまり、ECU500は、エンジン1の各種の機能に関する要求を複数のアクチュエータ(イグナイタ7、スロットルバルブ8、インジェクタ21, 22、ポンプ24, 25など)の協調制御によって実現するものである。ECU500により実行される制御プログラムによって、本発明の実施形態としての内燃機関の制御装置が実現する。

【0061】

[制御装置の階層構造]

次に、制御装置の構成について詳細に説明する。図3は、制御装置の各要素をブロックで示し、ブロック間の信号の伝達を矢印で示している。この例では制御装置は、5つの階層510~550からなる階層型の制御構造を有し、最上位には要求発生階層510が、その下位には物理量調停階層520および制御量設定階層530が、さらにその下位には制御量調停階層540が設けられ、最下位に制御出力階層550が設けられている。

【0062】

前記の5つの階層510~550間では信号の流れは一方向であり、最上位の要求発生階層510から下位の物理量調停階層520へ、物理量調停階層520から下位の制御量設定階層530へ、さらに制御量設定階層530から下位の制御量調停階層540へ、と信号が伝達される。また、図示は省略するが、それらの階層510~550とは独立して各階層510~550にそれぞれ共通の信号を並列に配信する共通信号配信システムが設けられている。

【0063】

階層510~550間を伝達される信号と、共通信号配信システムにより配信される信号とは次のような違いがある。階層510~550間を伝達される信号はエンジン1の機能に関する要求を信号化したものであり、最終的にはアクチュエータ7, 8, ...の制御量に変換される信号である。これに対し、共通信号配信システムによって配信される信号は、要求を発生させたり制御量を演算したりする上で必要な情報を含んだ信号である。

【0064】

具体的には、共通信号配信システムにより配信される信号は、エンジン1の運転条件や運転

10

20

30

40

50

状態に関する情報（エンジン回転数、吸入空気量、推定トルク、現時点の実点火時期、冷却水温度、運転モードなど）であり、その情報源はエンジン 1 に設けられた各種のセンサ 301～312 や制御装置内部の推定機能などである。これらの情報は各階層 510～550 で共通に利用される共通エンジン情報であるので、各階層 510～550 に並列に配信することとすれば、階層 510～550 間の通信量を削減できるだけでなく、階層 510～550 間における情報の同時性を保つこともできる。

【0065】

- 要求発生階層 -

以下、各階層 510～550 の構成と、そこで行われる処理について上位の階層から順に説明する。まず、要求発生階層 510 には、複数の要求出力部 511～519 が配置されている。ここでいう要求とはエンジン 1 の機能に関する要求（エンジン 1 に求められている性能とも言える）であり、要求出力部 511～519 はエンジン 1 の機能毎に設けられている。エンジン 1 の機能は種々多様であり、エンジン 1 に何を求めるか、何を優先するかによって、要求発生階層 510 に配置する要求出力部の内容は異なってくる。

10

【0066】

本実施形態では、エンジン 1 を車両のドライバの運転操作に応じて効率良く運転するとともに、自然環境の保護という要請にも応えるべく、基本的な機能としてドライバビリティ、排気ガス、燃費をバランス良く満たすことを制御の前提としている。このため要求発生階層 510 には、まず、ドライバビリティに関する機能に対応して要求出力部 511 が設けられ、排気ガスに関する機能に対応して要求出力部 512 が設けられ、燃費に関する機能に対応して要求出力部 513 が設けられている。

20

【0067】

また、本実施形態では、前記 3 つの基本的な機能要求以外に、例えばインジェクタ 21, 22 のそれぞれによる噴射動作の時期や回数など、基本的な噴射機能の要求があり、それ以外にも F/C（燃料カット）前の燃圧低減、触媒 17 の急速暖機、成層燃焼状態での始動、アイドリングストップである S & S 停止等々、特定の状況で発生する各種要求があることも考慮している。よって、図 3 に表れているように要求発生階層 510 には、前記のような要求にそれぞれ対応する要求出力部 514～519 も設けられているが、これらの要求出力部 514～519 について詳しくは後述する。

30

【0068】

前記の要求出力部 511～513 は、エンジン 1 のドライバビリティ、排気ガスおよび燃費という基本的な機能要求を数値化して出力する。アクチュエータ 7, 8, ... の制御量は、以下に説明するように演算によって決定されるので、要求を数値化することでアクチュエータ 7, 8, ... の制御量に要求を反映させることが可能になる。本実施形態では、前記の基本的な機能要求については、エンジン 1 の動作に関わる物理量で表現する。

【0069】

その物理量としてはトルク、効率および空燃比の 3 種のみを用いる。エンジン 1 の出力（広義の出力）は主としてトルク、熱、排気ガス（熱と成分）とことができ、これらの出力は上述のドライバビリティ、排気ガス、燃費といった機能に関係している。そして、これらの出力を制御するためにはトルク、効率および空燃比の 3 種の物理量を決めればよいので、これら 3 種の物理量を用いて要求を表現し、アクチュエータ 7, 8, ... の動作を制御することで、エンジン 1 の出力に要求を反映させることが可能になる。

40

【0070】

図 3 では、一例として要求出力部 511 が、ドライバビリティに関する要求（ドライバ要求）をトルクや効率で表現した要求値として出力している。例えば、要求が車両の加速であれば、その要求はトルクによって表現することができる。要求がエンストの防止であれば、その要求は効率（効率アップ）によって表現することができる。

【0071】

また、要求出力部 512 は、排気ガスに関する要求を効率や空燃比で表現した要求値として出力している。例えば、要求が触媒 17 の暖機であれば、その要求は効率（効率ダウ

50

ン)によって表現することができるし、空燃比によっても表現することができる。効率ダウンによれば、排気ガス温度を高めることができ、空燃比によれば、触媒 17 で反応がしやすい雰囲気にすることができる。

【0072】

さらに、要求出力部 513 は、燃費に関する要求を効率や空燃比で表現した要求値として出力している。例えば、要求が燃焼効率の上昇であれば、その要求は効率(効率アップ)によって表現することができる。要求がポンピングロスの低減であれば、その要求は空燃比(リーンバーン)によって表現することができる。

【0073】

なお、各要求出力部 511 ~ 513 からそれぞれ出力される要求値は、各物理量につき 1 つには限定されない。一例として、要求出力部 511 からは、ドライバからの要求トルク(アクセル開度から計算されるトルク)だけでなく、VSC (Vehicle Stability Control system)、TRC (Traction Control System)、ABS (Antilock Brake System)、トランスミッション等の車両制御にかかる各種デバイスから要求されるトルクも同時に出力されている。効率に関しても同様である。

【0074】

要求発生階層 510 には共通信号配信システムから共通エンジン情報が配信されている。各要求出力部 511 ~ 513 では、共通エンジン情報を参照して出力すべき要求値を決定している。エンジン 1 の運転条件や運転状態によって要求の内容が変わるからである。例えば排気温度センサ 308 により触媒温度が測定されている場合、要求出力部 512 では、その温度情報に基づいて触媒 17 の暖機の必要性を判定し、判定結果に応じて効率要求値や空燃比要求値を出力する。

【0075】

さて、上述のように、要求発生階層 510 の要求出力部 511 ~ 513 からは、トルク、効率或いは空燃比で表現された複数の要求が出力されるが、それらの要求を全て同時に且つ完全に実現することはできない。複数のトルク要求があったとしても実現できるトルクは 1 つだからである。同様に、複数の効率要求に対して実現できる効率は 1 つであり、複数の空燃比要求に対して実現できる空燃比は 1 つである。このため、要求の調停という処理が必要となる。

【0076】

- 物理量調停階層 -

物理量調停階層 520 では、要求発生階層 510 から出力される要求値の調停が行なわれる。物理量調停階層 520 には、要求の分類である物理量毎に調停部 521 ~ 523 が設けられている。調停部 521 はトルクで表現された要求値を集約して 1 つのトルク要求値に調停する。調停部 522 は効率で表現された要求値を集約して 1 つの効率要求値に調停する。そして、調停部 523 は空燃比で表現された要求値を集約して 1 つの空燃比要求値に調停する。

【0077】

これらの各調停部 521 ~ 523 は、予め定められた規則に従って調停を行なう。ここでいう規則とは、例えば最大値選択、最小値選択、平均、或いは重ね合わせなど、複数の数値から 1 つの数値を得るための計算規則であり、それら複数の計算規則を適宜に組み合わせることもできる。但し、どのような規則とするかは設計に委ねられるものであって、本発明に関しては規則の内容に限定はない。

【0078】

また、物理量調停階層 520 にも共通信号配信システムから共通エンジン情報が配信されており、各調停部 521 ~ 523 において共通エンジン情報を利用することは可能である。例えば、エンジン 1 の運転条件や運転状態によって調停の規則を変更することができるが、以下に説明するように、エンジン 1 の実現可能範囲を考慮して規則を変更することは行なわない。

【0079】

10

20

30

40

50

なお、調停部 5 2 1 ~ 5 2 3 においては、エンジン 1 が実際に実現することができる上限トルクや下限トルクを調停に加味していない。また、他の調停部 5 2 1 ~ 5 2 3 の調停結果も調停に加味していない。つまり、各調停部 5 2 1 ~ 5 2 3 はそれぞれ、エンジン 1 の実現可能範囲の上下限や他の調停部の調停結果は加味せずに調停を行なっている。このことも制御の演算負荷の軽減に寄与している。

【 0 0 8 0 】

以上のように各調停部 5 2 1 ~ 5 2 3 にて調停が行なわれることで、物理量調停階層 5 2 0 からは 1 つのトルク要求値と、1 つの効率要求値と、1 つの空燃比要求値とが出力される。そして、その下位の階層である制御量設定階層 5 3 0 では、これら調停されたトルク要求値、効率要求値および空燃比要求値に基づいて各アクチュエータ 7 , 8 , ... の制御量が設定される。

10

【 0 0 8 1 】

- 制御量設定階層 -

本実施形態では、制御量設定階層 5 3 0 に 1 つの調整変換部 5 3 1 が設けられ、まず、物理量調停階層 5 2 0 にて調停されたトルク要求値、効率要求値および空燃比要求値の大きさを調整する。前述のように物理量調停階層 5 2 0 ではエンジン 1 の実現可能範囲は調停に加味されていないため、各要求値の大きさによっては、エンジン 1 を適正に運転できない可能性がある。そこで、調整変換部 5 3 1 は、エンジン 1 の適正運転が可能になるように各要求値を相互の関係に基づいて調整する。

【 0 0 8 2 】

20

制御量設定階層 5 3 0 よりも上位の階層では、トルク要求値、効率要求値および空燃比要求値はそれぞれが独立に演算され、演算に関わる要素間で演算値が相互に使用されたり参照されたりすることはなかった。つまり、制御量設定階層 5 3 0 において初めてトルク要求値、効率要求値、空燃比要求値が相互に参照されることになる。調整対象はトルク要求値、効率要求値および空燃比要求値の 3 つに限定されるので、調整に要する演算負荷は小さくて済む。

【 0 0 8 3 】

前記の調整をどのように行なうかは設計に委ねられるものであって、本発明に関しては調整の内容に限定はない。但し、トルク要求値、効率要求値および空燃比要求値の間に優先順位がある場合には、より優先順位の低い要求値を調整（修正）するのが好ましい。例えば、優先順位が高い要求値は、できるだけそのままアクチュエータ 7 , 8 , ... の制御量に反映し、優先順位が低い要求値は調整した上でアクチュエータ 7 , 8 , ... の制御量に反映する。

30

【 0 0 8 4 】

こうすれば、エンジン 1 の適正運転が可能な範囲内で、優先順位が高い要求を十分に実現しつつ、優先順位が低い要求も或る程度は実現することができる。一例として、トルク要求値が最も優先順位が高い場合には、効率要求値と空燃比要求値とを修正し、そのうちより優先順位が低いほうの修正度合いを大きくする。エンジン 1 の運転条件等によって優先順位が変わるのであれば、共通信号配信システムから配信される共通エンジン情報に基づいて優先順位を判定し、どの要求値を修正するのか決定すればよい。

40

【 0 0 8 5 】

また、制御量設定階層 5 3 0 では、物理量調停階層 5 2 0 から入力される要求値と、共通信号配信システムから配信される共通エンジン情報とを用いて新たな信号を生成する。例えば、調停部 5 2 1 にて調停されたトルク要求値と、共通エンジン情報に含まれる推定トルクとの比が除算部（図示せず）にて演算される。推定トルクは、現在の吸入空気量および空燃比のもと点火時期を M B T とした場合に出力されるトルクである。推定トルクの演算は制御装置の別のタスクにて行なわれている。

【 0 0 8 6 】

詳しい説明は省略するが、前記のようにトルク要求値の優先順位が最も高い場合には、以上の処理の結果として制御量設定階層 5 3 0 において、トルク要求値、修正された効率

50

要求値、修正された空燃比要求値、およびトルク効率が算出される。これらの信号のうちトルク要求値および修正された効率要求値からスロットル開度が算出(変換)されて、制御量調停階層540に伝達される。

【0087】

具体的には、まず、修正された効率要求値でトルク要求値が除算される。修正された効率要求値は1以下の値なので、これによりトルク要求値を除算すれば、トルク要求値は嵩上げされることになる。こうして嵩上げされたトルク要求値が空気量に変換され、空気量からスロットル開度が演算される。なお、トルク要求値の空気量への変換、および空気量からのスロットル開度の演算は、予め設定したマップを参照して行われる。

【0088】

また、点火時期については主にトルク効率から算出(変換)される。この際、トルク要求値や修正された空燃比要求値も参照信号として用いられる。具体的にはトルク効率からマップを参照して、MBTに対する遅角量が演算される。トルク効率が小さいほど遅角量は大きい値になり、結果、トルクダウンが行われることになる。前記のトルク要求値の嵩上げは、遅角によるトルクダウンを補償するための処理である。

【0089】

本実施形態では、トルク効率に基づく点火時期の遅角と、効率要求値に基づいたトルク要求値の嵩上げとによって、トルク要求値と効率要求値の双方の実現を可能にしている。なお、前記のトルク要求値および修正された空燃比要求値は、トルク効率を遅角量に変換するためのマップの選定に用いられる。そして、遅角量とMBT(或いは基本点火時期)とから最終的な点火時期が演算される。

【0090】

以上の処理の結果として、本実施形態において制御量設定階層530(調整変換部531)から制御量調停階層540に伝達される信号は、スロットル開度の要求値(トルク要求に対応する第1の要求値)、点火時期の要求値および空燃比の要求値となる。これらの信号はそれぞれ、制御量調停階層540の調停部541, 542, 543に入力されて、詳しくは後述するが、要求発生階層510から直接的に伝達される他の要求値とともに調停される。

【0091】

- 制御量調停階層 -

一例として図3に示すように制御量調停階層540には、要求の分類であるアクチュエータ7, 8, ...の制御量に対応して調停部541~543(543a~543i)が設けられている。図示の例では調停部541は、スロットル開度の要求値を集約して1つの要求値に調停する。また、調停部542は、点火時期の要求値を集約して1つの要求値に調停する。

【0092】

さらに調停部543は、燃料噴射に関連する複数の制御量の要求値を一括して調停する。図示の例では調停部543は、インジェクタ21, 22の動作を表す7つの噴射制御量をそれぞれ調停する第1~第7の調停部543a~543gと、低圧ポンプ24の吐出量(ポンプ制御量)を調停する第8の調停部543hと、高圧ポンプ25の吐出圧、即ち目標燃圧(ポンプ制御量)を調停する第9の調停部543iとが一体的に組み合わされた噴射機能調停部である。

【0093】

このようにインジェクタ21, 22、低圧ポンプ24、高圧ポンプ25といった複数のアクチュエータに関わる複数の制御量を互いに関連づけて一体的に調停するために、噴射機能調停部543は、例えば制御プログラムの同じ処理ステップにおいて9個の調停部543a~543iの機能を実現するように構成されている。こうすると、インジェクタ21, 22や燃料ポンプ24, 25の制御量の調停の同時性を確保することができる。

【0094】

前記の各調停部541~543(543a~543i)も、物理量調停階層520の各

10

20

30

40

50

調停部 5 2 1 ~ 5 2 3 と同様に、予め定められた規則に従って調停を行なう。その規則については設計に委ねられるもので、本発明に関しては規則の内容に限定はない。なお、制御量調停階層 5 4 0 にも共通信号配信系統から共通エンジン情報が配信されており、各調停部 5 4 1 ~ 5 4 3 において共通エンジン情報を利用することができる。

【 0 0 9 5 】

以上の各調停部 5 4 1 ~ 5 4 3 (5 4 3 a ~ 5 4 3 i) においてそれぞれ、詳しくは後述するように各種要求の調停が行なわれて、制御量調停階層 5 4 0 からは個々のアクチュエータ 7 , 8 , ... の制御量の要求値、即ちスロットル開度要求値と、点火時期要求値と、インジェクタ 2 1 , 2 2 の動作に関わる後述の 7 つの噴射制御量の要求値と、低压ポンプ 2 4 の吐出量 (ポンプ制御量) の要求値と、高压ポンプ目標燃圧 (ポンプ制御量) の要求値と、のそれぞれの信号が出力される。

10

【 0 0 9 6 】

- 制御出力階層 -

制御量調停階層 5 4 0 の下位の階層である制御出力階層 5 5 0 では、前記の各要求値に基づいてアクチュエータ 7 , 8 , ... の各制御出力が算出される。図示の例では最下位の制御出力階層 5 5 0 には、前記制御量調停階層 5 4 0 から伝達される信号に対応して制御出力部 5 5 1 ~ 5 5 5 が設けられている。制御出力部 5 5 1 (スロットル駆動制御部) には、前記スロットル開度の要求値の調停部 5 4 1 からスロットル開度要求値が伝達され、これに応じてスロットル駆動信号が出力される。

【 0 0 9 7 】

20

また、制御出力部 5 5 2 (イグニタ通電制御部) には、前記制御量調停階層 5 4 0 の点火時期の要求値の調停部 5 4 2 から点火時期要求値が伝達され、これに応じてイグニタ通電信号が出力される。制御出力部 5 5 3 (インジェクタ駆動制御部) には、前記噴射機能調停部 5 4 3 の第 1 ~ 第 7 の調停部 5 4 3 a ~ 5 4 3 g から噴射制御量の要求値が伝達され、これに応じてインジェクタ駆動信号が出力される。

【 0 0 9 8 】

さらに、制御出力部 5 5 4 (低压ポンプ駆動制御部) には、噴射機能調停部 5 4 3 の第 8 の調停部 5 4 3 h から燃料の吐出量の要求値が伝達され、これに応じて低压ポンプ駆動信号が出力される。制御出力部 5 5 5 (高压ポンプ駆動制御部) には、噴射機能調停部 5 4 3 の第 9 の調停部 5 4 3 i から燃圧の要求値が伝達され、これに応じて高压ポンプ駆動信号が出力される。

30

【 0 0 9 9 】

- 噴射機能要求の調停 -

以下では、上述した制御量調停階層 5 4 0 におけるアクチュエータの制御量の調停について、特に、本実施形態の特徴である噴射機能要求の調停について、図 3 の他に図 4 ~ 6 も参照して詳細に説明する。

【 0 1 0 0 】

まず、上述したように本実施形態の制御装置では、ドライバビリティ、排気ガスおよび燃費というエンジン 1 の基本的な機能要求をトルク、効率および空燃比という 3 種の物理量の組み合わせによって表現し、物理量調停階層 5 2 0 にて調停するようにしているが、燃料の噴射回数や噴射量などはインジェクタ 2 1 , 2 2 の動作に関わる制御量そのものであるから、これを一旦、トルクや効率など物理量に変換して調停した上で再度、制御量を計算し直すというのは無駄が多く、余計な演算負荷が生じてしまう。

40

【 0 1 0 1 】

そこで、本実施形態では、上述したように制御量設定階層 5 3 0 の下位に制御量調停階層 5 4 0 を設けて、インジェクタ 2 1 , 2 2 の動作に関わる制御量 (噴射制御量) の要求値が物理量調停階層 5 2 0 を介さずに伝達されるようにし、ここにおいてエンジン 1 の運転中および始動時のそれぞれに分けて調停する。また、本実施形態では、燃料ポンプ 2 4 , 2 5 の動作に関わる制御量 (ポンプ制御量) の要求値についても同様に制御量調停階層 5 4 0 で調停するようにしている。

50

【 0 1 0 2 】

すなわち、まず、図 3 に表れているように要求発生階層 5 1 0 には、エンジン 1 を適切に運転するために最小限、必要な基本的な噴射機能の要求を出力する要求出力部 5 1 4 を設けるとともに、例えば F / C 前燃圧低減、触媒急速暖機、成層始動、S & S 停止およびインジェクタ保護など、必要に応じて優先度の高い機能要求をそれぞれ出力する要求出力部 5 1 5 ~ 5 1 9 も設けている。

【 0 1 0 3 】

これらの要求出力部 5 1 4 ~ 5 1 9 からはそれぞれ要求が物理量ではなく、アクチュエータ 7 , 8 , ... の制御量で表現された要求値として出力され、図 3 に示すように物理量調停階層 5 2 0 や制御量設定階層 5 3 0 を介さず、直接的に制御量調停階層 5 4 0 に伝達される。そして、これらの要求値が、上述したように制御量設定階層 5 3 0 から制御量調停階層 5 4 0 に伝達されるスロットル開度、点火時期および空燃比の要求値とともに各制御量毎に集約されて、制御量調停階層 5 4 0 の各調停部 5 4 1 ~ 5 4 3 により制御量毎に 1 つの要求値に調停される。

10

【 0 1 0 4 】

具体的には、要求発生階層 5 1 0 の基本噴射機能の要求出力部 5 1 4 からの信号は、詳しくは図 4 も参照して後述するように複数の噴射制御量で表現されて、制御量調停階層 5 4 0 の噴射機能調停部 5 4 3 (図 4 を参照して後述する 5 4 3 b ~ 5 4 3 d など) へ伝達される。例えば、基本噴射機能要求としては、2 つのインジェクタ 2 1 , 2 2 のそれぞれによる燃料の噴射回数 (噴射モード) 、その各回の噴射時期、噴射量などが挙げられる。

20

【 0 1 0 5 】

すなわち、ポート噴射用インジェクタ 2 2 によって吸気ポート 1 1 a に噴射された燃料は、予め空気と混合されて気筒 2 内に吸入される一方、筒内噴射用インジェクタ 2 1 によって気筒 2 内に直接、噴射された燃料の噴霧は、燃焼室において拡散しつつも濃度の高い混合気を形成することになるので、それぞれのインジェクタ 2 1 , 2 2 による燃料の噴射回数や噴射量の割合は、気筒 2 内に形成される混合気の分布やその燃焼性に大きな影響を及ぼすからである。

【 0 1 0 6 】

一例として、基本噴射の要求出力部 5 1 4 a (図 4 を参照) からは、エンジン 1 の高負荷側の所定運転領域において、燃料噴霧の分散性を高めて燃費低減を図るべく、いわゆるマルチ噴射 (筒内噴射用およびポート噴射用の両方のインジェクタ 2 1 , 2 2 を動作させて、1 回の燃焼サイクル中に複数回に分けて行う燃料噴射) のための噴射時期などの要求値が出力される。

30

【 0 1 0 7 】

なお、本実施形態では要求出力部 5 1 4 に、部品保護やノック防止などのための燃料の増量要求を出力する要求出力部 5 1 4 b ~ 5 1 4 d が含まれている。詳しくは後述するが、このように燃料は増量するものの噴射モードなどは変更しない要求については、以下に述べる触媒急速暖機などのように噴射モードも変更する要求に比べると、混合気の燃焼性に及ぼす影響は小さいので、基本噴射機能の要求出力部 5 1 4 に含めたものである。

【 0 1 0 8 】

前記要求出力部 5 1 4 からの信号と同じように、F / C (燃料カット) 前の燃圧低減の要求出力部 5 1 5 からの信号も噴射機能調停部 5 4 3 へ伝達される。これは、エンジン 1 の燃料カット制御が行われている間に高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 内の燃料の温度が上昇して、その圧力 (燃圧) が高くなり過ぎることがないように、予め燃料カット制御を開始する直前に筒内噴射用インジェクタ 2 1 を動作させ、少量の燃料を噴射させる制御である。そのために、要求出力部 5 1 5 からは筒内噴射用インジェクタ 2 1 を動作させるような要求値の信号が出力されて、制御量調停階層 5 4 0 の調停部 5 4 3 に伝達される。

40

【 0 1 0 9 】

一方、触媒急速暖機の要求出力部 5 1 6 および成層始動の要求出力部 5 1 7 からの信号はそれぞれ、制御量調停階層 5 4 0 のスロットル開度の要求値の調停部 5 4 1 と、点火時

50

期の要求値の調停部 5 4 2 と、噴射機能調停部 5 4 3 とへ伝達される。触媒 1 7 の急速暖機というのは、エンジン 1 の冷間始動後などに最短時間で触媒 1 7 を暖機するために、排気温を最大限に上昇させる特殊な制御を行うことである。

【 0 1 1 0 】

具体的には、例えば、排気の昇温のために点火時期を T D C 以後まで遅角させるとともに、スロットルバルブ 8 を開いて空気量を増大させ、排気熱量を可及的に増大させる。また、圧縮行程での燃料噴射時期を遅角させて、点火プラグ 6 の周りの混合気濃度を高める。そのために、要求出力部 5 1 6 からはスロットル開度を増大させる要求値、点火遅角の要求値、圧縮行程噴射の要求値および燃圧上昇の要求値の信号が出力される。

【 0 1 1 1 】

また、成層始動というのは、始動時間の短縮とスムーズなエンジン回転の立ち上がりとを両立するために、成層燃焼状態で始動する制御であり、筒内噴射用インジェクタ 2 1 により気筒 2 の圧縮行程で燃料を噴射させる（ポート噴射用インジェクタ 2 2 からも燃料を噴射させるようにしてもよい）。そのために要求出力部 5 1 7 からは成層始動に好適なスロットル開度、点火時期、噴射量および噴射時期並びに噴射圧力（つまり高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 の燃圧）などの要求値が出力される。

【 0 1 1 2 】

さらに、S & S 停止の要求出力部 5 1 8 からの信号も調停部 5 4 1 ~ 5 4 3 へ伝達される。S & S 停止というのは、車両の停車に伴い所定の条件下でエンジン 1 の運転を自動停止させるアイドルストップ制御のことであり、要求出力部 5 1 8 からはエンジン 1 の停止時の振動を抑制するためのスロットル閉の要求値と、点火を停止させるための要求値と、燃料噴射および低圧ポンプ 2 4 の動作をそれぞれ停止させるための要求値と、がそれぞれ出力される。

【 0 1 1 3 】

また、インジェクタ保護の要求出力部 5 1 9 からの信号は調停部 5 4 3 のみへ伝達される。この例ではインジェクタ保護の要求として具体的に、筒内噴射用インジェクタ 2 1 の O リングの保護のために、高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 内の燃料圧力（燃圧）を低下させるようにしており、そのために要求出力部 5 1 9 からは高圧ポンプ 2 5 の目標燃圧を低下させるような要求値が出力される。

【 0 1 1 4 】

なお、本実施形態では、前記のように物理量調停階層 5 2 0 を介さずに制御量調停階層 5 4 0 に伝達される要求出力部 5 1 4 ~ 5 1 9 からの信号に、予め優先順位が設定されており、以下に説明するように、その優先順位に基づいて調停が行われる。具体的な優先順位については設計に委ねられるもので特に限定はないが、一例として要求出力部 5 1 5 ~ 5 1 9 からの要求は、要求出力部 5 1 4 からの基本噴射機能の要求よりも優先順位が高く設定されている。

【 0 1 1 5 】

- 噴射制御量の調停 -

以下では図 4、5 を参照して、噴射機能調停部 5 4 3 における噴射制御量の調停について詳しく説明する。上述したように噴射機能調停部 5 4 3 には、インジェクタ 2 1 , 2 2 の動作を表す 7 つの噴射制御量をそれぞれ調停する第 1 ~ 第 7 の調停部 5 4 3 a ~ 5 4 3 g と、燃料ポンプ 2 4 , 2 5 の動作を表すポンプ制御量を調停する第 8、第 9 の調停部 5 4 3 h , 5 4 3 i (図 3、6 を参照) とが設けられ、それら噴射制御量とポンプ制御量とを一括して調停するようになっている。

【 0 1 1 6 】

第 1 の調停部 5 4 3 a は、噴射制御量の 1 つとして噴射モード、即ちインジェクタ 2 1 , 2 2 のそれぞれによる燃料の噴射回数を調停する。具体的に第 1 の調停部 5 4 3 a には要求発生階層 5 1 0 の要求出力部 5 1 5 ~ 5 1 8 のそれぞれから、即ち、燃圧低減、触媒急速暖機、成層始動、S & S 停止のそれぞれの要求に対応する噴射モードの信号が伝達される。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 7 】

一例として、1回の燃焼サイクルにおいて筒内噴射用インジェクタ21を2回と、ポート噴射用インジェクタ22を1回との都合、3回の噴射動作を行う噴射モードであれば、その要求値が伝達される。また、例えばS & S停止のためにインジェクタ21, 22の噴射動作を停止させる噴射モードであれば、その要求値が伝達される。

【 0 1 1 8 】

なお、本実施形態では基本噴射機能の要求出力部514からは、噴射モードの要求値の信号は伝達されない。基本噴射機能の要求に対応する噴射モードは基本モードとして、図4に示すように噴射機能調停部543に予め記憶されている。

【 0 1 1 9 】

また、本実施形態では、前記要求出力部515～519からの信号に、それぞれを識別するとともに要求の優先順位を表す情報が随伴されている。これらの信号の要求は基本モードよりも優先順位が高いので、調停部543aにおいては、いずれかの信号が入力されれば、そのうちの1つの信号の要求値が選択(調停)される。例えば、入力される信号のうち最も優先度の高い要求値の信号のみを選択するようにしてもよいし、いずれかの要求値の信号を選択して、この要求値に重み付けをしながら、選択しなかった方の要求値も反映されるように、加重平均などによって要求値を算出するようにしてもよい。

【 0 1 2 0 】

前記第1の調停部543aと同様に第2の調停部543bは、噴射制御量の1つとしてインジェクタ21, 22のそれぞれによる燃料の噴射時期(噴射開始時期)を調停する。第2の調停部543bには、要求発生階層510の要求出力部514(514a), 516, 517からそれぞれ、基本噴射、触媒急速暖機、成層始動のそれぞれの要求に対応する噴射時期の要求値として、各インジェクタ21, 22のそれぞれの噴射開始時期を表す要求値の信号が伝達される。

【 0 1 2 1 】

例えば、前記のように筒内噴射用インジェクタ21を2回と、ポート噴射用インジェクタ22を1回との都合、3回の噴射動作を行うのであれば、その各回の噴射動作の開始時期をクランク角で表現した要求値の信号が伝達される。そして、前記第1の調停部543aと同様に予め定められた規則に従って調停が行われる。なお、噴射時期の要求値は、噴射モードで表された各回の噴射動作に順番に割り当てられるので、筒内噴射用インジェクタ21とポート噴射用インジェクタ22とを区別しなくてよい。

【 0 1 2 2 】

また、第3の調停部543cは噴射制御量の1つとして、エンジン1の始動時におけるインジェクタ21, 22のそれぞれによる燃料噴射量を調停する。第3の調停部543cには、要求発生階層510の要求出力部514(514a), 517からそれぞれ、基本噴射および成層始動のための噴射要求に対応する各回の燃料噴射量を表す要求値の信号が伝達される。

【 0 1 2 3 】

一例として成層始動のために筒内噴射用インジェクタ21を1回と、ポート噴射用インジェクタ22を1回との都合、2回の噴射動作を行うのであれば、その各回の噴射量を表す要求値の信号が伝達される。また、寒冷地などで均一燃焼状態で始動する場合は、ポート噴射用インジェクタ22による1回分の燃料噴射量の要求値が伝達される。そして、前記第1、第2の調停部543a、543bと同様に予め定められた規則に従って調停が行われる。

【 0 1 2 4 】

このように始動時の燃料噴射量を運転状態と分けて調停するのは、始動時に気筒2への空気の充填量を精度良く算出することができないからである。エンジン1の運転中は、後述するように空気充填量と目標空燃比とから燃料噴射量を算出するが、始動時には空気の充填量を精度良く算出できないので、燃料噴射量は予め適合した値を設定しておくなくてはならない。そこで、成層燃焼での始動や均一燃焼での始動など、始動時のエンジン1の

10

20

30

40

50

状態にマッチした燃料噴射量を予め設定しておき、その中から選択（調停）する。

【0125】

第4の調停部543dは噴射制御量の1つとして、前記のような始動制御の完了を判定する基準値についての調停を行う。第4の調停部543dには、要求発生階層510の要求出力部514（514a）、517から、均一燃焼の始動および成層始動のそれぞれの場合の始動完了判定のための判定値の信号が伝達される。そして、予め定められた規則に従って調停が行われる。

【0126】

例えば、基本噴射による均一燃焼での始動の場合は、予め設定されているエンジン回転数（判定回転数）以上になれば始動完了と判定するが、成層始動の場合は比較すれば発生するトルクが小さいので、より高いエンジン回転数になってから始動完了と判定するように、判定回転数を選択（調停）する。また、ハイブリッド自動車の場合、電動モータで走行しながらエンジンを始動することがあるので、さらに高い回転数になってから始動完了と判定するようにしてもよい。

【0127】

すなわち、ハイブリッド自動車において電動モータで走行しながらエンジンを始動する場合は、始動制御の開始時点で既にエンジン回転数が通常の始動の判定回転数よりも高くなっていることがある。この場合に通常の判定回転数で始動完了と判定すると、始動制御の開始と同時に始動後の燃料噴射量が採用されてしまい、実際には1度も燃料噴射が行われていない気筒に過剰な燃料が噴射されることがあるからである。

【0128】

第5の調停部543eは、噴射制御量の1つとして、エンジン1の運転中におけるインジェクタ21、22のそれぞれによる燃料噴射の割合、即ち噴き分け率を調停する。第5の調停部543eには、要求発生階層510の要求出力部516、517からそれぞれ、触媒急速暖機および成層始動の要求に対応する噴き分け率の要求値として、各インジェクタ21、22による各回の噴射量の割合を表す要求値の信号が伝達される。

【0129】

一例として筒内噴射用インジェクタ21を2回と、ポート噴射用インジェクタ22を1回との都合、3回の噴射動作を行うのであれば、その噴射動作の順番にポート噴射の1回と筒内噴射の最初の1回とのそれぞれの噴射割合（例えば40%、40%）の要求値が伝達され、予め定められた規則に従って調停される。

【0130】

なお、筒内噴射の2回目については残りの噴射割合（例えば20%）が割り当てられる。また、本実施形態では基本噴射機能の要求出力部514からは、噴き分け率の要求値の信号は伝達されない。基本噴射機能の要求に対応する噴き分け率は、基本モードによる1回のポート噴射に対応する基本値（即ち100%）が、図4に示すように噴射機能調停部543に予め記憶されている。

【0131】

第6の調停部543fは、噴射制御量の1つとして、燃料の総噴射量の補正係数を調停する。すなわち、本実施形態では基本噴射機能の要求出力部514に、基本噴射の要求以外に部品保護、ノック防止および未寄与分の補正などのための燃料増量補正係数の要求値をそれぞれ出力する要求出力部514b～514dが含まれている。これらの要求値（信号）は増量ブレ調停部543jに伝達されて、予め定められた規則に従って調停（ブレ調停）される。

【0132】

こうしてブレ調停されて、増量ブレ調停部543jから出力される噴射量補正係数の要求値が第6の調停部543fに伝達される一方、図4の例では、要求出力部516からも触媒急速暖機のための噴射量補正係数の要求値が第6の調停部543fに伝達され、予め定められた規則に従って調停される。このように分けて調停するのは、それぞれの調停に好適なロジックが異なっているからである。

【 0 1 3 3 】

すなわち、部品保護やロック防止などのようにブレ調停する要求（第1種の要求）は、燃料の総噴射量は変更するものの噴射モードなどは変更しない要求であり、一方、触媒急速暖機などの要求（第2種の要求）では、燃料の総噴射量だけでなく噴射モードも変更するので、気筒2内の混合気の燃焼性に及ぼす影響が大きい。そこで、前記のように増量ブレ調停部543jにおいて第1種の要求に好適なロジックで噴射量補正係数を調停した上で、第6の調停部543fにおいて第2種の要求に好適なロジックで噴射量補正係数を調停するのである。

【 0 1 3 4 】

第7の調停部543gは、噴射制御量の1つとして、筒内噴射用インジェクタ21により気筒2の圧縮行程で燃料を噴射する場合の上限値、即ち圧縮噴射上限値の調停を行う。すなわち、気筒2の圧縮行程での燃料噴射量が多くなり過ぎると、混合気の濃度の偏りが大きくなってしまい、例えば点火プラグの周りが過濃になって燃焼状態が悪化することがある。

【 0 1 3 5 】

そこで、一例として第7の調停部543gには、要求出力部516から触媒急速暖機制御の際の筒内噴射用インジェクタ21による圧縮行程での燃料噴射量の上限値の信号が伝達され、また、要求出力部517からは成層始動の際の圧縮行程での燃料噴射量の上限値の信号が伝達される。そして、予め定められた規則に従って調停される。

【 0 1 3 6 】

なお、本実施形態では基本噴射機能の要求出力部514からは、圧縮行程での燃料噴射量の上限値の信号は伝達されない。基本噴射機能の要求に対応する噴射モードは基本モードであって、筒内噴射用インジェクタ21による燃料の噴射は行われなからである。図4に示すように噴射機能調停部543には便宜上、基本値（最大値）が予め記憶されている。

【 0 1 3 7 】

以上のように、7つの噴射制御量が同時性を保って、言い換えると互いに関連づけて一体として調停されることで、エンジン1の運転中および始動時における各種要求に対して好適なインジェクタ21、22の動作制御を実現できる。なお、第1、第2、および第5～7の調停部543a、543b、543e～543gが、エンジン1の運転中にインジェクタ21、22の動作に関する噴射制御量の調停を行う基本噴射制御調停部を構成している。また、第3、第4の調停部543c、543dが、始動時における噴射制御量の調停を行う始動時噴射制御調停部を構成している。

【 0 1 3 8 】

前記第1～7の調停部543a～543gからの信号は、図5に示すように、制御出力階層550における制御出力部553（インジェクタ駆動制御部）に伝達される。この制御出力部553は、インジェクタ21、22のそれぞれの燃料噴射量を算出する噴射量算出部553aを有しており、噴射機能調停部543の第1の調停部543aからの噴射モードの要求値と、第2の調停部543bからの噴射時期の要求値とが伝達されて、噴射モードに規定されている噴射動作のそれぞれの噴射量を算出する。

【 0 1 3 9 】

すなわち、前記噴射量算出部553aには、噴射機能調停部543の第5～7の調停部543e～543gからもそれぞれ噴き分け率、噴射量補正係数および圧縮噴射上限の要求値が伝達され、空燃比の目標値（基本値として予め理論空燃比が設定されている）と、気筒2内への空気の充填量（共通エンジン情報に含まれている）と、噴き分け率とから燃料の噴射量を算出する。また、噴射量算出部553aは、噴射量補正係数を乗算して燃料噴射量を補正するとともに、圧縮行程での噴射動作についてはその噴射量を上限値までに制限する。

【 0 1 4 0 】

そうして算出された燃料噴射量の要求値と、噴射機能調停部543の第3の調停部54

10

20

30

40

50

3 c からの始動時の燃料噴射量の要求値とが、制御出力部 5 5 3 の噴射量選択部 5 5 3 b に入力されて、いずれかの要求値が選択される。すなわち、噴射量選択部 5 5 3 b には、噴射機能調停部 5 4 3 の第 4 の調停部 5 4 3 d からの始動完了判定値（例えばエンジン回転数）が伝達され、これが実際のエンジン回転数（共通エンジン情報に含まれている）未満であれば始動時の燃料噴射量が選択される。一方、実際のエンジン回転数が始動完了判定値以上になれば、前記のように噴射量算出部 5 5 3 a によって算出された燃料噴射量が選択される。

【 0 1 4 1 】

こうして選択された燃料噴射量の要求値と、現在の燃圧（共通エンジン情報に含まれている高圧燃料用デリバリパイプ 2 0 および低圧燃料用デリバリパイプ 2 3 の燃圧）と、各インジェクタ 2 1 , 2 2 の流量係数とに基づいて、噴射パルス算出部 5 5 3 c により、それぞれのインジェクタ 2 1 , 2 2 による各回の燃料噴射期間、即ち噴射パルス巾が算出される。こうして算出されたパルス巾の噴射信号（インジェクタ駆動信号）がインジェクタ 2 1 , 2 2 へ出力される。

10

【 0 1 4 2 】

- ポンプ制御量の調停 -

次に、ポンプ制御量の調停について図 6 を参照して説明する。上述したように噴射機能調停部 5 4 3 に設けられている第 8 の調停部 5 4 3 h は、ポンプ制御量の 1 つとして低圧ポンプ 2 4 の吐出量を調停する。この第 8 の調停部 5 4 3 h には、制御量調停階層 5 4 0 の要求出力部 5 1 4 (5 1 4 a) , 5 1 8 からそれぞれ、基本噴射要求に対応する吐出量および S & S 停止に対応する吐出量（即ち零）の要求値（信号）が伝達される。

20

【 0 1 4 3 】

すなわち、エンジン 1 の運転中には要求出力部 5 1 4 (5 1 4 a) からの基本噴射の要求値に応じて、インジェクタ 2 1 , 2 2 による噴射量に見合う燃料を吐出するように、低圧ポンプ 2 4 を駆動する要求値が伝達される。一方、S & S 停止の場合にはインジェクタ 2 1 , 2 2 の動作を停止させるのに対応して、第 8 の調停部 5 4 3 h には低圧ポンプ 2 4 の吐出量を零にする（動作停止）要求値が伝達される。

【 0 1 4 4 】

そして、図 6 に示すように、第 8 の調停部 5 4 3 h における低圧ポンプ吐出量調停部 5 4 3 h a では、予め定められた規則に従って調停が行われ、ポンプ吐出量の要求値の信号が下限ガード部 5 4 3 h b に伝達される。ここでは要求値が下限ガード値と比較され、下限ガード値以上であれば要求値が、一方、下限ガード値未満であれば下限ガード値が、それぞれ出力されて低圧ポンプ 2 4 の駆動の制御出力部 5 5 4 へ伝達される。

30

【 0 1 4 5 】

例えば、S & S 停止の要求値（ポンプ吐出量は零）が選択された場合、低圧ポンプ 2 4 の動作が停止され、エンジン 1 の停止中の電力消費を削減できるので、燃費の低減に有利になるが、低圧ポンプ吐出量調停部 5 4 3 h a において S & S 停止の要求値が選択されていても、低圧ポンプ 2 4 を動作させたい場合があり、この場合には下限ガード値を適切に設定することで、低圧ポンプ 2 4 を駆動することができる。

【 0 1 4 6 】

40

具体的に、停止中のエンジン 1 を成層始動するときには、気筒 2 の圧縮行程で燃料を噴射させるために高圧ポンプ 2 5 を動作させることになるが、このときに燃料の配管中に気泡があると、高圧ポンプ 2 5 の最初の 1、2 回転では燃料が送り出されず、始動応答性が低下してしまう。そこで、成層始動に備えて低圧ポンプ 2 4 だけを動作させ、配管中の燃料の圧力上昇によって気泡を消滅させる。

【 0 1 4 7 】

そのために例えば車両の電源オンで、成層始動の要求出力部 5 1 7 から第 8 の調停部 5 4 3 h の下限プレ調停部 5 4 3 h c に、低圧ポンプ 2 4 の吐出量下限値（零でない）の信号が伝達される。図示は省略するが下限プレ調停部 5 4 3 h c には、他にも吐出量下限値の信号が伝達されており、ここで予め定められた規則に従って調停される。そして、零で

50

ない吐出量下限値の信号が下限ガード部 5 4 3 h b に伝達されて、制御出力部 5 5 4 へ伝達されることで、低压ポンプ吐出量調停部 5 4 3 h a から伝達される吐出量の要求値が零であっても低压ポンプ 2 4 を駆動することができる。

【 0 1 4 8 】

同様に、第 9 の調停部 5 4 3 i は、ポンプ制御量の 1 つとして高圧ポンプ 2 5 の目標燃圧を調停する。図 6 に示すように第 9 の調停部 5 4 3 i には、制御量調停階層 5 4 0 の要求出力部 5 1 4 (5 1 4 a) , 5 1 6 , 5 1 7 からそれぞれ、基本噴射、触媒急速暖機および成層始動に対応する目標燃圧の要求値の信号が伝達される。例えば、基本の噴射が気筒 2 の圧縮行程での燃料噴射を行わない場合、高圧ポンプ 2 5 の動作によって燃料の圧力を上昇させる必要はない。

10

【 0 1 4 9 】

一方で成層始動のように気筒 2 の圧縮行程で燃料を噴射させる場合は、高圧ポンプ 2 5 の動作によって燃料の圧力を所定以上に上昇させる必要があり、そのための高い目標燃圧の要求値が伝達される。また、触媒急速暖機のために成層燃焼状態とする場合も同様に高い目標燃圧の要求値が伝達される。これらの要求値が、第 9 の調停部 5 4 3 i における高圧ポンプ目標燃圧調停部 5 4 3 i a において予め定められた規則に従って調停される。

【 0 1 5 0 】

そうして調停された高圧ポンプ目標燃圧の要求値の信号が、高圧ポンプ目標燃圧調停部 5 4 3 i a から下限ガード部 5 4 3 i b に伝達されて、下限ガード値と比較される。下限ガード値以上であれば要求値が、下限ガード値未満であれば下限ガード値が、それぞれ上限ガード部 5 4 3 i c に伝達されて、今度は上限ガード値と比較される。そして、上限ガード値未満であれば要求値が、上限ガード値以上であれば上限ガード値が、それぞれ出力されて、高圧ポンプ 2 5 の駆動の制御出力部 5 5 5 へ伝達される。

20

【 0 1 5 1 】

通常は高圧ポンプ目標燃圧調停部 5 4 3 i a からの目標燃圧の要求値は、上下限の範囲内において成層始動や触媒急速暖機のために必要な燃圧が得られるように高圧ポンプ 2 5 からの燃料の吐出圧が上昇される。また、目標燃圧の要求値が上下限の範囲から逸脱しても実際の目標燃圧は上下限の範囲内に収まるように、高圧ポンプ 2 5 の動作が制限される。例えば、筒内噴射用インジェクタ 2 1 の O リングの保護のために燃料の噴射圧力を低下させるときには、要求出力部 5 1 9 から高圧ポンプ 2 5 の目標燃圧の上限値の信号が第 9

30

【 0 1 5 2 】

その上限値の信号は、第 9 の調停部 5 4 3 i の上下限プレ調停部 5 4 3 i d に伝達されて、予め定められた規則に従って調停される。そして、調停された上限値が上限ガード部 5 4 3 i c に伝達されると、前記のように高圧ポンプ目標燃圧調停部 5 4 3 i a から目標燃圧の要求値が伝達されていても、それ以下の上限ガード値が選択されて制御出力部 5 5 5 へ伝達される。

【 0 1 5 3 】

よって、制御出力部 5 5 5 からの駆動信号を受けて動作する高圧ポンプ 2 5 は、その目標燃圧が前記の上限値以下に制限されるようになり、インジェクタ 2 1 の O リングなどの保護が図られる。また、同様にして下限ガード部 5 4 3 i b により目標燃圧の要求値の下限が設定されることで、高圧ポンプ目標燃圧調停部 5 4 3 i a から高圧ポンプ 2 5 を停止させるような要求値が伝達されていても、必要に応じて高圧ポンプ 2 5 を動作させることができる。

40

【 0 1 5 4 】

前記のように第 8、第 9 の調停部 5 4 3 h , 5 4 3 i において燃料ポンプ 2 4 , 2 5 からの燃料の吐出量や吐出圧 (目標燃圧) の制御量 (噴射制御量) を、インジェクタ 2 1 , 2 2 の制御量 (噴射制御量) と関連づけて調停することで、燃料の噴射機能に関わる各種要求を同時性を確保しながら調停し、良好な混合気形成による良好な燃焼を実現できる。しかも、燃料の吐出量や吐出圧の上限値ないし下限値は別途、プレ調停することによって

50

、噴射制御量とは独立にポンプ制御量を制御する要求にも応えることができる。

【0155】

- 本実施形態の制御装置の奏する効果 -

以上、説明したとおり本実施形態の制御装置では、まず、階層構造の最上位の要求発生階層510からその下位の物理量調停階層520、制御量設定階層530、制御量調停階層540を経て制御出力階層550まで一方向に信号が伝達されるので、制御演算負荷の低減が図られる。

【0156】

しかも、ドライバビリティ、排気ガスおよび燃費というエンジン1の基本的な機能要求をトルク、効率および空燃比という3種の物理量の組み合わせによって表現し、物理量調停階層520にて調停するようにしているので、それらの基本的な要求をバランス良く満たした好適な状態でエンジン1を運転することができる。

10

【0157】

一方、マルチ噴射など燃料の噴射態様の要求や成層始動、触媒急速暖機などの要求は、物理量調停を介さずに直接的に制御量調停階層540に伝達し、調停するようにしており、言い換えるとエンジン1の機能に関する各種の要求を物理量調停と制御量調停のうち、適したものに振り分けて処理することにより、制御の演算負荷を徒に増大させることなく、各種の機能要求をいずれも好適に実現することができる。

【0158】

また、本実施形態では、制御量調停階層540の噴射機能調停部543において、インジェクタ21, 22の制御量(噴射制御量)と燃料ポンプ24, 25の制御量(ポンプ制御量)とを互いに関連づけて一体的に調停するようにしている。これにより、燃料噴射に関わる噴射制御量とポンプ制御量との調停の同時性を確保し、良好な混合気形成による良好な燃焼を実現できる。

20

【0159】

その上さらに本実施形態では、前記の噴射機能調停部543において、エンジン1の運転中に噴射制御量を調停する第1、第2、第5~7の調停部543a, 543b, 543e~543g(基本噴射制御調停部)とは別に、始動時の噴射制御量を調停する第3、4の調停部543c, 543d(始動時噴射制御調停部)を設けているので、運転中と始動時との双方で互いに異なる噴射制御の要求を、それぞれ異なるロジックにより好適に調停

30

【0160】

- その他の実施形態 -

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば前記の実施形態ではエンジン1への基本的な機能要求としてドライバビリティ、排気ガスおよび燃費の3つを挙げており、これらをトルク、効率および空燃比の3つの物理量で表現して調停するようにしているが、これに限定されることはない。

【0161】

また、前記3つの物理量ではなく、アクチュエータ7, 8, ...の制御量で表現して調停する機能要求も、前記実施形態で挙げているF/C前燃圧低減や成層始動、触媒急速暖機などに限定されない。それ以外にも例えば、フェールセーフ、OBDなど各種機能要求が挙げられる。

40

【0162】

また、前記の実施形態では、エンジン1の運転条件および運転状態に関する信号(共通情報)を共通信号配信システムによって配信しているが、これらも要求値とともに階層内を上位の階層から下位の階層へ配信するようにしてもよい。

【0163】

また、前記の実施形態では本発明の制御装置を、筒内噴射用インジェクタ21およびボ

50

ート噴射用インジェクタ 2 2 を備えたエンジン 1 に適用した場合について説明したが、これにも限定されず、本発明は、少なくとも筒内噴射用インジェクタ 2 1 を備えたエンジンの制御装置として適用可能である。

【 0 1 6 4 】

さらに、エンジン 1 のアクチュエータも前記実施形態のイグナイタ 7、スロットルバルブ 8、インジェクタ 2 1、2 2、燃料ポンプ 2 4、2 5 などに限定されない。例えば、バルブタイミング可変装置 (V V T)、バルブリフト量可変装置 (V V L)、外部 E G R 装置を制御対象のアクチュエータとすることもできる。気筒停止機構や圧縮比可変機構を備えるエンジンでは、それらの機構も制御対象のアクチュエータとすることができる。

【 0 1 6 5 】

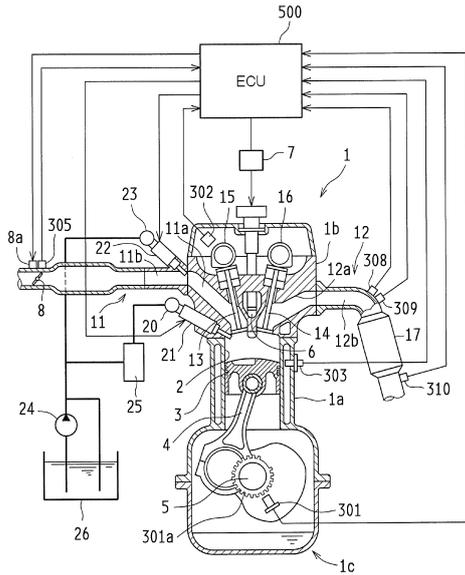
さらにまた、前記の実施形態では、本発明の制御装置を車両に搭載される火花点火式エンジン 1 に適用した場合について説明したが、本発明は火花点火式エンジン 1 以外のエンジン、例えばディーゼルエンジンにも適用可能であり、電動機も備えたハイブリッドシステムに備わるエンジンにも適用可能である。

【符号の説明】

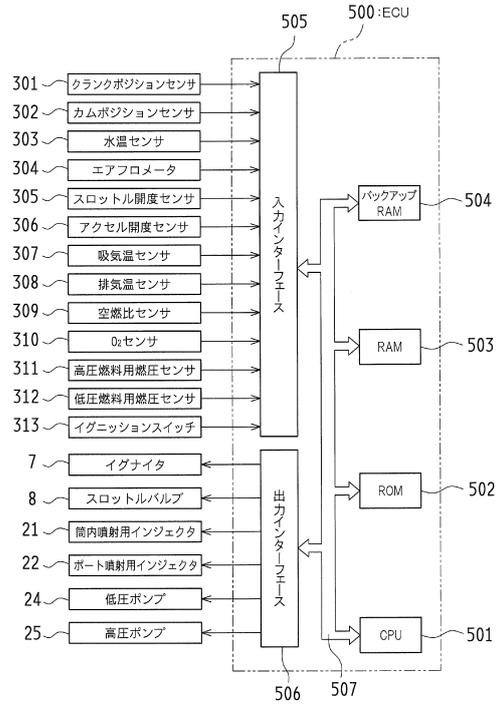
【 0 1 6 6 】

1	エンジン (内燃機関)	
2	気筒	
7	イグナイタ (アクチュエータ)	
8	スロットルバルブ (アクチュエータ)	20
1 1 a	吸気ポート	
2 1	筒内噴射用インジェクタ (第 1 噴射弁、燃料噴射弁 : アクチュエータ)	
2 2	ポート噴射用インジェクタ (第 2 噴射弁、燃料噴射弁 : アクチュエータ)	
2 4	低圧ポンプ (燃料ポンプ : アクチュエータ)	
2 5	高圧ポンプ (燃料ポンプ : アクチュエータ)	
5 0 0	E C U	
5 1 0	要求発生階層	
5 2 0	物理量調停階層	
5 3 0	制御量設定階層	
5 4 0	制御量調停階層	30
5 4 3	噴射機能調停部	
5 4 3 a	第 1 の調停部 (基本噴射制御調停部)	
5 4 3 b	第 2 の調停部 (基本噴射制御調停部)	
5 4 3 c	第 3 の調停部 (始動時噴射制御調停部)	
5 4 3 d	第 4 の調停部 (始動時噴射制御調停部)	
5 4 3 e	第 5 の調停部 (基本噴射制御調停部)	
5 4 3 f	第 6 の調停部 (基本噴射制御調停部)	
5 4 3 g	第 7 の調停部 (基本噴射制御調停部)	
5 4 3 h	第 8 の調停部 (ポンプ制御調停部)	
5 4 3 h b	下限ガード部 (吐出量制限部)	40
5 4 3 i	第 9 の調停部 (ポンプ制御調停部)	
5 4 3 i b	下限ガード部 (目標燃圧制限部)	
5 4 3 i c	上限ガード部 (目標燃圧制限部)	

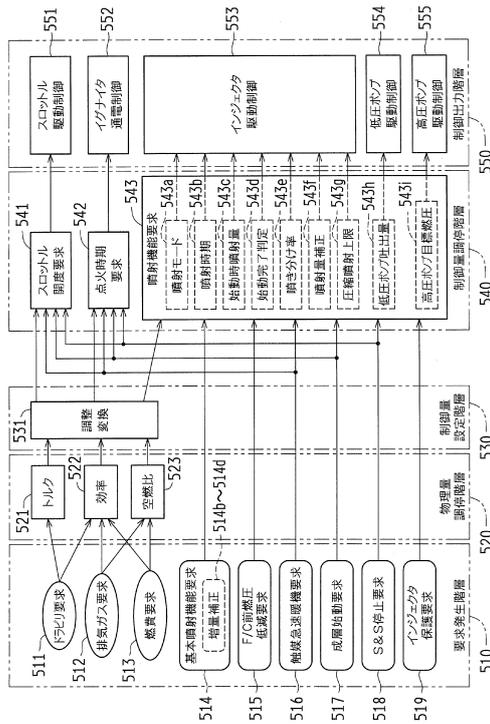
【図1】



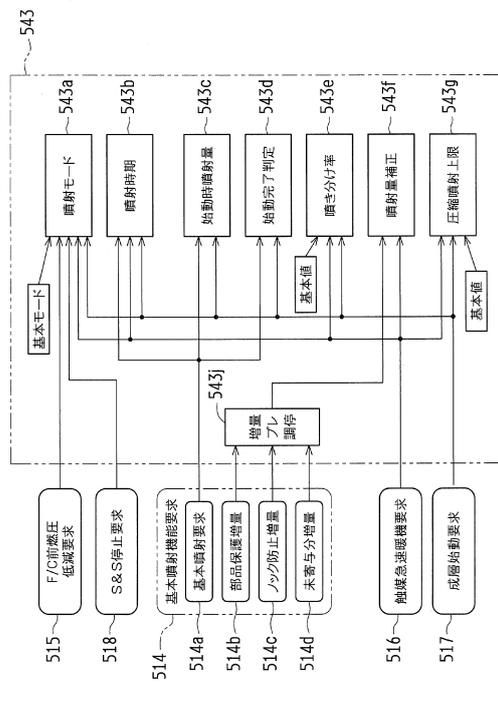
【図2】



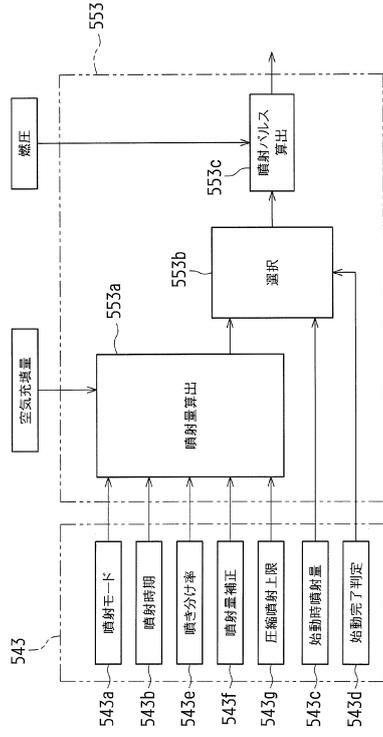
【図3】



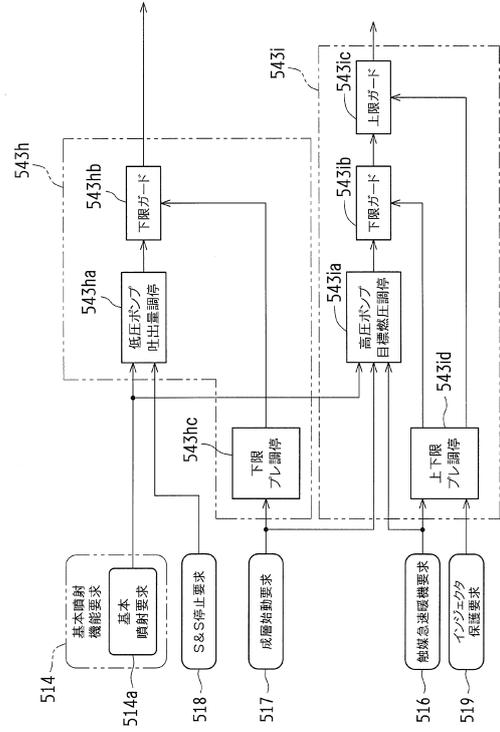
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 41/34 C
F 0 2 D 41/34 H
F 0 2 D 41/34 E
F 0 2 D 41/06 3 3 0 A

(56)参考文献 特開2010-053705(JP,A)
特開昭60-003462(JP,A)
特開2002-130014(JP,A)
特開2012-122404(JP,A)
特開2010-265877(JP,A)
特開2009-047102(JP,A)
特開平09-158803(JP,A)
特開平07-174038(JP,A)
特開2007-239488(JP,A)
特開2012-251510(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 4 3 / 0 0 4 5 / 0 0
F 0 2 D 4 1 / 0 0 4 1 / 4 0