

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3893953号
(P3893953)

(45) 発行日 平成19年3月14日(2007.3.14)

(24) 登録日 平成18年12月22日(2006.12.22)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2M 55/02 (2006.01)	FO2M 55/02	34OZ
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2M 55/02	33OB
FO2M 37/08 (2006.01)	FO2D 41/34	L
FO2M 51/02 (2006.01)	FO2M 37/08	E
FO2M 61/14 (2006.01)	FO2M 51/02	S
請求項の数 20 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2001-359936 (P2001-359936)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成13年11月26日(2001.11.26)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2003-161224 (P2003-161224A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成15年6月6日(2003.6.6)	(74) 代理人	100081776
審査請求日	平成16年1月23日(2004.1.23)		弁理士 大川 宏
		(72) 発明者	斎藤 公孝
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	谷 泰臣
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	上田 信司
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 燃料供給・噴射システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料タンク内に配置され燃料を供給する単一の電動ポンプユニットと、
その噴射口が燃焼室に露出するようにエンジン本体に装着され、加圧された燃料を燃焼室内に直接噴射する複数個の燃料噴射弁と、

前記電動ポンプユニットと各前記燃料噴射弁とを接続しその上に昇圧機構が配置されていない配管と、

前記燃料噴射弁の近傍に設けられた第1燃圧センサと、

前記電動ポンプユニットの出口に設けられた第2燃圧センサと、を備え、

該第1燃圧センサの検出結果から前記燃料噴射弁の駆動時間を算出し、バッテリーから該電動ポンプユニットへの電力の供給量を見込み算出し、該算出値を該第2燃圧センサの検出結果で補正し、

この補正した電力の供給量に基づいて前記電動ポンプユニットへ供給する電力値、すなわち、前記燃料タンクから前記配管を経由して前記燃料噴射弁へ送出する燃料の送出量を決定する前記電動ポンプユニットの燃料ポンプを駆動するための電動モータに供給する電力値、の調整が行われ、前記燃料噴射弁から前記燃焼室内に噴射される燃料の圧力である設定燃料圧力が設定されることを特徴とする燃料供給・噴射システム。

【請求項2】

燃料タンク内に配置され燃料を供給する単一の電動ポンプユニットと、

その噴射口が燃焼室に露出するようにエンジン本体に装着され、加圧された燃料を燃焼

10

20

室内に直接噴射する複数個の燃料噴射弁と、

前記電動ポンプユニットと各前記燃料噴射弁とを接続しその上に昇圧機構が配置されていない配管と、

前記電動ポンプユニットの出口に設けられた燃圧センサと、を備え、

該燃圧センサの検出結果に基づき前記燃料噴射弁の近傍の燃料圧力を推定し、該推定された燃料圧力に基づき前記燃料噴射弁の駆動時間を制御し、

前記推定された燃料圧力の値と前記駆動時間の値とに基づいて前記電動ポンプユニットへ供給する電力値、すなわち、前記燃料タンクから前記配管を経由して前記燃料噴射弁へ送出する燃料の送出量を決定する前記電動ポンプユニットの燃料ポンプを駆動するための電動モータに供給する電力値、の調整が行われ、前記燃料噴射弁から前記燃焼室内に噴射される燃料の圧力である設定燃料圧力が設定されることを特徴とする燃料供給・噴射システム。

10

【請求項 3】

前記電動ポンプユニットは、1個の電動モータと1個の燃料ポンプとから成る請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 4】

前記電動ポンプユニットは、1個又は2個の電動モータと1個又は2個の燃料ポンプとから成る請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 5】

前記燃料噴射弁の噴射口は複数の噴孔から成り、各噴孔は燃料がピストンの頂面に均等に分散する方向に形成されている請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

20

【請求項 6】

前記燃料噴射弁は前記エンジン本体の頂部に軸方向に装着されている請求項5記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 7】

前記燃料噴射弁の噴射口は複数の噴孔から成り、各噴孔は燃料がピストンの頂面及び排气弁に分散する方向に形成されている請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 8】

前記燃料噴射弁の噴射口は複数の噴孔から成り、各噴孔は燃料がピストンの頂面及び点火プラグに分散する方向に形成されている請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

30

【請求項 9】

前記燃料噴射弁は前記エンジン本体の側部に斜め方向に装着されている請求項6、7又は8記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 10】

前記燃料噴射弁の設定燃料圧力は1 M p a から5 M p a の範囲で何れかの圧力値に設定されている請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 11】

前記燃料噴射弁の設定燃料圧力は、エンジンの運転条件に応じて可変である請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

40

【請求項 12】

前記燃料噴射弁の設定燃料圧力は、エンジンの始動時、高負荷高回転時及び冷間時に高く、それ以外の時低くされている請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 13】

さらに、前記エンジン本体の吸気側に配置された過給機を含み、前記燃料噴射弁の設定燃料圧力は、該過給機の過給圧に応じて可変である請求項1又は請求項2記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 14】

前記燃料噴射弁からの燃料の噴射時、設定燃料圧力は前記燃焼室内の圧力に応じて可変

50

である請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 15】

前記配管は、前記電動ポンプユニットから前記エンジン本体まで伸びる燃料配管と、該エンジン本体の各燃焼室に燃料を分配するデリバリ配管と、を備え

前記燃料配管と各前記燃料噴射弁との結合部は、エンジンの出力軸と平行にされている請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 16】

前記電動ポンプユニットの回転数はエンジンの回転数と同期されない請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 17】

エンジンの始動時、スタータの駆動に先だって前記電動ポンプユニットが駆動され、運転キーがスタータ位置となったとき、前記電動ポンプユニットの駆動電流を低減させる請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 18】

運転キーの挿入後からスタート位置に回転されるまでの間、バッテリーの電力は前記電動ポンプユニットの駆動のみに使用される請求項 17 記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 19】

前記運転キーが前記スタータ位置に回転された後エンジンの回転数が所定値に達するまでの間、前記バッテリーの電力は前記電動ポンプユニット及び前記スタータの駆動に使用される請求項 17 記載の燃料供給・噴射システム。

【請求項 20】

前記運転キーが前記スタータ位置に回転された後、前記燃焼室内の燃料圧力が所定値に達するまでの間は、前記バッテリーの電力は前記スタータの駆動のみに使用される請求項 17 記載の燃料供給・噴射システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両において燃料タンク内の燃料を電動ポンプユニットで燃料噴射弁に供給し、該燃料噴射弁からエンジン本体の燃焼室内に噴射する燃料供給・噴射システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

車両用の内燃機関の一つとして、火花点火式内燃機関（通称：ガソリン筒内直噴エンジン、以下「直噴エンジン」と言う）が知られている。第 15 図に示すように、直噴エンジンは、燃料をエンジン本体 100 の各燃焼室（筒）101 内に直接噴射する複数個の燃料噴射弁 102 を有する。直噴エンジンは、吸気管に燃料を噴射する形式のエンジンに比べて、吸気管は着燃料がないためレスポンスが良く、筒内冷却効果により吸入空気量が増大して出力が増大するとともにノック等の異常燃焼が発生し難い等の長所がある。

【0003】

燃料タンク 105 内の燃料は 2 個の燃料ポンプ 106、108 及び燃料配管 110、111 によって各燃料噴射弁 102 に供給される。2 個の燃料ポンプの一方は電動式ポンプ（通称：フィードポンプ）106 であり、燃料タンク 105 内に配置され、比較的低圧で作動する。他方は機械式ポンプ 108 であり、エンジン本体に設置され、比較的高圧で作動する。電動式ポンプ 106 と機械式ポンプ 108 とは燃料配管 110、111 により接続されている。

【0004】

詳述すると、電動式ポンプ 106 は燃料タンク 105 内の燃料を比較的低い圧力（0.3 から 0.5 MPa）で第 1 燃料配管 110 に圧送する。電動式ポンプ 106 と機械式ポンプ 108 との間では燃料圧力が低く、両者を接続する第 1 燃料配管 110 には耐圧性が必要とされないため、材質としてゴムを用いることもできる。機械式ポンプ 108 はエン

10

20

30

40

50

ジンの回転によって駆動され、低圧で圧送された燃料を高い圧力（5から14MPa）に昇圧して、第2燃料配管111に圧送する。第2燃料配管111には耐圧性が要求されるため、金属管が用いられる。

機械式ポンプ108によって昇圧された燃料はデリバリ配管112によって分岐され、各燃焼室（気筒）に対応して設けられた燃料噴射弁102に供給される。

【0005】

燃料噴射弁102はECU115の指示により開閉駆動される。ECU115は、燃圧センサ116や吸気圧センサ、空燃比センサ等（不図示）等で検出された燃料圧力値に応じ、燃料噴射量を算出する。これに基づき、昇圧された燃料が燃料噴射弁102から燃焼室101内に噴射される。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来の直噴エンジン用燃料供給・噴射システムは、燃料ポンプとして電動式ポンプ106及び機械式ポンプ108を採用し、設定噴射圧力として高い圧力（5から14MPa）が採用されていた。

【0007】

電動式ポンプ106及び機械式ポンプ108を採用した結果、第1に構造が複雑となり製造及び組立コストが上昇する。第2に、高い設定噴射圧力を採用した結果、高圧を得るために機械式ポンプ108の寸法や必要とされる駆動力が大きくなる。第3に、始動時に燃料の噴射量、微粒化が確保し難い。

20

【0008】

第3の不具合に関して、エンジンの始動時のように回転数が低い状態では、機械式ポンプ108は燃料を5から14MPaには昇圧できず、（電動ポンプによる0.2から0.5MPa程度に加圧されるに過ぎない）、燃料噴射弁102にはこの低圧の燃料が供給されるのみである。一方、燃料噴射弁102は所望の燃料圧力（5から14MPa）で燃料の微粒化、噴射量が確保できるように設計されている。そのため、該所定の圧力より低い状態（0.2から0.5MPa）/（5から14MPa）=1/10から1/70では筒内に噴射される燃料の微粒化が極めて悪く、また噴射量も充分でない。その結果、始動時の燃焼が悪化する、始動時間が長くなる、スモーク、HC等の有害排出ガスが多い等、の課題がある。

30

【0009】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、構造が簡単で製造・組立コストが低減でき、エンジンの始動時にも燃料の噴射量と微粒化が確保し易い好適な噴射が実現できる燃料供給・噴射システムを提供することを目的としてなされたものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本願発明者は、従来の電動式ポンプ及び機械式ポンプに代えて、電動式のポンプユニットを唯1個使用し、それに伴い種々の改良を施すことを思い付いて、本発明を完成した。

【0011】

即ち、本発明の燃料供給・噴射システムは、燃料タンク内に配置され燃料を供給する単一の電動ポンプユニットと、その噴射口が燃焼室に露出するようにエンジン本体に装着され、加圧された燃料を燃焼室内に直接噴射する複数個の燃料噴射弁と、電動ポンプユニットと各燃料噴射弁とを接続しその上に昇圧機構が配置されていない配管と、から成る基本構成を持ち、

40

第1の発明では、上記基本構成に燃料噴射弁の近傍に設けられた第1燃圧センサと、電動ポンプユニットの出口に設けられた第2燃圧センサと、を備え、第1燃圧センサの検出結果から燃料噴射弁の駆動時間を算出し、バッテリーから電動ポンプユニットへの電力の供給量を見込み算出し、算出値を第2燃圧センサの検出結果で補正し、この補正した電力の供給量に基づいて前記電動ポンプユニットへ供給する電力値、すなわち、燃料タンクから配管を經由して燃料噴射弁へ送出する燃料の送出量を決定する電動ポンプユニットの燃料

50

ポンプを駆動するための電動モータに供給する電力値、の調整が行われ、燃料噴射弁から燃焼室内に噴射される燃料の圧力である設定燃料圧力が設定されることを特徴とする。

また、第2の発明では、上記基本構成に電動ポンプユニットの出口に設けられた燃圧センサと、を備え、燃圧センサの検出結果に基づき燃料噴射弁の近傍の燃料圧力を推定し、推定された燃料圧力に基づき燃料噴射弁の駆動時間を制御し、推定された燃料圧力の値と駆動時間の値とに基づいて電動ポンプユニットへ供給する電力値、すなわち、燃料タンクから配管を経由して燃料噴射弁へ送出する燃料の送出量を決定する電動ポンプユニットの燃料ポンプを駆動するための電動モータに供給する電力値、の調整が行われ、燃料噴射弁から燃焼室内に噴射される燃料の圧力である設定燃料圧力が設定されることを特徴とする

10

【0012】

この燃料供給・噴射システムにおいて、燃料タンク内の燃料は、単一の電動ポンプユニットにより加圧され、燃料配管を介して燃料噴射弁に圧送され、燃料噴射弁から燃焼室に噴射される。

【0013】

【発明の実施の形態】

<電動ポンプユニット>

電動ポンプユニットの構成は、1個の電動モータと1個の燃料ポンプとから成ることができ、1個又は2個の電動モータと1個又は2個の燃料ポンプとから成ることもできる。

20

【0014】

次に、バッテリーによる電動ポンプユニットの駆動について説明する。エンジンの始動時、スタータの駆動に先だてて電動ポンプユニットを駆動することができる。そのためには、第1に、運転キーの挿入後からスタート位置に回転されるまでの間、バッテリーの電力を電動ポンプユニットの駆動のみに使用されることができる。第2に、運転キーがスタート位置に回転された後エンジンの回転数が所定値に達するまでの間、バッテリーの電力を電動ポンプユニット及びエンジン始動用の電気モータ（通称：スタータ）の駆動に使用することができる。第3に、運転キーがスタート位置に回転された後燃焼室内の燃料圧力が所定値に達するまでの間は、バッテリーの電力をスタータの駆動のみに使用することができる。

【0015】

電動ポンプユニットの回転数はエンジンの回転数と同期されないことが望ましい。

30

<燃料噴射弁>

燃料噴射弁の噴射口は複数の噴孔から成る。各噴孔を燃料が燃焼室内全体に分散する方向に形成することもできるし、各噴孔を燃料がピストンの頂面及び排気弁に分散する方向に形成することもできるし、各噴孔を燃料がピストンの頂面及び点火プラグに分散する方向に形成することもできる。これらの場合、燃料噴射弁はエンジン本体の側部に斜め方向に装着されることが望ましい。

【0016】

また、各噴孔を燃料がピストンの頂面に均等に分散する方向に形成することができ、この場合、燃料噴射弁はエンジン本体の頂部に軸方向に装着されることが望ましい。また、燃料噴射弁にヒータを内蔵して噴射口を高温にすることにより、混合気の気化の促進を図ることもできる。

40

【0017】

燃料噴射弁の設定燃料圧力について説明する。本発明のように唯1個の電動式ポンプユニットを採用した場合、従来の機械式ポンプのように燃料圧力として5から14Mpaを採用すると、電動ポンプの効率、耐久性、体格、駆動エネルギーの面で問題が発生するおそれがある。そのため、エンジン性能が維持できる最小限の燃料圧力を採用している。但し、燃料噴射弁から燃焼室（筒）内に燃料を直接噴射するため、燃料噴射圧力は圧縮工程中の燃焼室内の圧力より高く設定する必要がある。

【0018】

50

詳述すると、通常ガソリンエンジンの圧縮比は約10であり、大気圧0.1Mpaの空気を吸入して約10倍に圧縮すると、燃焼室の圧力は約1Mpaになる。従って、これ以上の燃料圧力であれば、圧縮工程中においても燃焼室内に燃料を噴射することができる。これより、本発明での高圧電動ポンプの設定燃圧最低値は1MPa(圧縮時筒内圧力)とする。

【0019】

図8(a)(b)は電動式ポンプユニットの設定燃料圧力と、ポンプ体格及び駆動エネルギーとの関係を示したグラフである。これによれば、設定燃料圧力が5Mpaを超えるとポンプ体格も駆動エネルギーも大きく増加することが判る。これを考慮して、設定燃料圧力の上限を5MPaとした。

10

【0020】

尚、燃料圧力を1から5Mpaの範囲においてエンジンの運転状況に応じて可変とすれば、エンジン性能の向上が図れる。また、多量噴射や微粒化が必要とされる始動時、高負荷回転時及び冷間時に高めに、それ以外の時に低く設定することが良い。

【0021】

また、燃料噴射弁からの燃料噴射時の設定燃料圧力は、噴射時の燃焼室内の圧力に応じて可変としたり、燃焼室内の圧力に応じて噴射時間を補正することができる。

<配管>

配管は、電動ポンプユニットからエンジン本体まで伸びる燃料配管と、エンジン本体の各燃焼室に燃料を分配するデリバリ配管とから成ることが望ましい。配管上に昇圧機構が配置されていないとは、電動式であるか機械式であるかを問わず、燃料の圧力を上昇させるポンプ手段等が存在しないことを意味する。

20

【0022】

燃料配管と各燃料噴射弁との結合部が剛性の場合、該結合部はエンジンの出力軸と平行にされることが望ましい。一方、可撓性の結合部は、エンジンの出力軸平行に伸びても、これと直交する方向に伸びても良い。

<その他の構成要素>

1 過給機

エンジン本体の吸気側に過給機を設け、燃料噴射弁の設定燃料圧力は1Mpaから5Mpaの範囲で該過給機の過給圧に応じて可変とすることができる。

30

2 燃圧センサ、ECU

燃料噴射弁の近傍において燃料配管又はデリバリ配管内に燃圧センサを設けることができる。該燃圧センサの検出結果に基づき電動ポンプユニットの出口の燃料圧力を推定し、該推定された燃料圧力に基づきECUにより電動ポンプユニットの回転数を制御することができる。電動ポンプユニットの出口での燃料圧力値の推定には、所定の推定式をECUに記憶させるか、又は燃料配管及びデリバリ配管のモデルを作製し、そのモデルからシミュレーションにより求めた推定値をECUに記憶させれば良い。

【0023】

また、電動ポンプユニットの出口に燃圧センサを設けることができる。該燃圧センサの検出結果に基づき燃料噴射弁の近傍の燃料圧力を推定し、該推定された燃料圧力に基づきECUにより燃料噴射弁の駆動時間を制御することができる。

40

【0024】

更に、燃料噴射弁の近傍に第1燃圧センサを設け、電動ポンプユニットの出口に第2燃圧センサを設けることができる。第1燃圧センサの検出結果からECUにおいて燃料噴射弁の駆動時間を算出し、電動ポンプユニットへの電力供給量を見込み算出する。そして、この算出値をECUにおいて第2燃圧センサの検出結果で補正する。

【0025】

【実施例】

以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。

<実施例>

50

(全体の構成、作動)

図1に4気筒式の直噴エンジン及び燃料供給・噴射システム全体を示す。これから明かなように、直噴エンジンのエンジン本体(シリンダブロック)10には4個(1個のみ図示)のシリンダボア11が形成され、各シリンダボア11にはピストン12が滑合されている。各シリンダボア11には吸気管13及び排気管16が接続され、その開口部にはそれぞれ吸気弁14及び排気弁17が配置されている。吸気管13には吸気圧センサ18が配置され、排気管16には空燃比センサ19が配置されている。吸気管13の途中にはスロットル22aが配置され、アクセルペダル21の踏み量に応じて変化するスロットル開度をスロットル開度センサ22bにより検知する。エンジン本体10の頂部には点火プラグ23が取り付けられている。

10

【0026】

その一端がピストン12に枢着されたコンロッド26の他端は、クランク軸27に固定されたクランク28に枢着されている。クランク軸27はスタータ29により駆動され、その回転がクランク角センサ31により検出される。

【0027】

上記吸気圧センサ18、空燃比センサ19、スロットル開度センサ22b及びクランク角センサ31の信号がECU32に入力されている。

【0028】

次に、燃料供給・噴射システムについて、図1、図2、図3及び図4を参照しつつ説明する。燃料供給・噴射システムは、電動式ポンプユニット35と、燃料配管40及びデリバリ配管42と、燃料噴射弁45とを含む。

20

【0029】

図1に示すように、電動式ポンプユニット35は1個の電動モータ36と、該電動モータ36により駆動される1個の燃料ポンプ37とから成る。電動式ポンプユニット35は、燃料タンク38内に配置され、従来の電動式ポンプの数倍の高圧(ここでは、約2MPa)を発生させる。燃料ポンプ37の出口からエンジン本体10まで金属から成る燃料配管40が伸び、デリバリ配管42に接続されている。デリバリ配管42は金属から成り、図2に示すようにエンジン本体10の側部に出力軸の方向(x方向)と平行に取り付けられ、次述する4個の燃料噴射弁45にそれぞれ燃料を供給する。図3に示すように、デリバリ配管42中に配置された燃圧センサ43の信号がECU32に入力される。

30

【0030】

エンジン本体10の側部には、吸気管13に近接して、燃料噴射弁45がシリンダボア11の軸線に対して斜め方向に取り付けられ、先端の噴射口46は燃焼室15内に位置している。

【0031】

図4(a)に示すように、噴射口46は15個の円形の噴孔47a、47bから成り、そのうち10個の噴孔47aは大円上にほぼ等間隔で形成され、5個の噴孔47bは小円上にほぼ等間隔で形成されている。小円上の5個の噴孔47bも、大円上の10個の噴孔47aも燃料が噴射口46の中心から放射状に拡散する方向に形成されている。

【0032】

図1に戻って、電動モータ36の回転数及び燃料噴射弁45開閉の時期及び量はECU32からの信号により制御される。

40

【0033】

作動時、電動ポンプユニット35は燃料タンク38内の燃料を昇圧し、燃料配管40及びデリバリ配管42を介して、燃料噴射弁45に供給する。燃料噴射弁45はECU32の指示により開閉される。即ち、ECU32は、スロットル開度センサ22b、吸気圧センサ18、クランク角センサ31、空燃比センサ19等の検出値に応じ、燃焼室15に供給すべき噴射量を算出し、燃料噴射弁45の開閉を制御する。これに基づき、昇圧された燃料が燃料噴射弁45から燃焼室15内に噴射され、吸気管13から供給される空気と所定比で混合される。燃料と空気との混合気体はピストン12により圧縮され、その途中で点

50

火プラグ 2 3 により点火されて爆発する。

(各構成要素の構成、作動)

図 1 から明らかなように、燃料タンク 3 8 と燃料噴射弁 4 5 との間に配置される電動式ポンプユニット 3 5 が唯一個である。即ち、従来例における機械式ポンプ 1 0 8 は廃止されている。これにより、燃料供給・噴射システム全体の低コスト化、構造の簡素化が図れる。また、従来機械ポンプを駆動していた動力の損失が不要となり、エンジンの高出化、低燃費化が可能となる。

【 0 0 3 4 】

電動ポンプユニット 3 5 で加圧圧送された燃料は、燃料噴射弁 4 5 から燃焼室 1 5 内に噴射される。上述したように、本実施例では、直噴エンジンにおいて公知の燃料圧力 (5 から 1 4 M P a) よりも低い燃料圧力 (2 M P a) に設定している。燃料圧力が低いと、噴射される燃料の粒径が大きくなり、吸気管 1 3 から吸引される空気との混合が不足することがある。

10

【 0 0 3 5 】

これを考慮して、図 4 (a) に示すように、燃料噴射弁 4 5 の噴射口 4 6 に 1 5 個の噴孔 4 7 a、4 7 b を所定の位置に、軸方向に対して所定角度で斜め方向に形成されている。その結果、図 4 (b) (c) に示すように燃料は各噴孔 4 7 a、4 7 b から放射状に噴射され、燃焼室 1 5 内全体即ちピストン 1 2 の頂面 1 2 a 全体に行き渡る。従って、燃料圧力が 2 P M a でも燃料の粒径が大きくなること及び空気との混合が不足することが防止される。

20

【 0 0 3 6 】

次に、エンジン始動時の燃料の噴射について説明する。自動車では、始動時にエンジンが燃焼により自力で回転できるまで、エンジンを強制的にスタータ 2 9 で回転させる。エンジンを回転させている間スタータ 2 9 は大きな電力を必要とするため、電動ポンプユニット 3 5 の電動モータ 3 6 の駆動をスタータ 2 9 の駆動と協調させて制御する。

【 0 0 3 7 】

詳述すると、図 5 に示すように、運転キー 3 3 が挿入された時点で、バッテリーの電力により電動モータ 3 6 の駆動を開始し、燃料ポンプ 3 7 を駆動して燃料配管 4 0 及びデリバリ配管 4 2 から燃料噴射弁 4 5 に燃料を加圧圧送する。運転キー 3 3 がスタート位置になった時点で電動モータ 3 6 の駆動を一時中止し、スタータ 2 9 のみを駆動する。これにより、スタータ 2 9 にバッテリーからより多くの電力を供給して、その回転力を上げることができる。

30

【 0 0 3 8 】

スタータ 2 9 による回転力はエンジンが 1 0 0 から 2 0 0 r p m で回転する程度であるが、燃料の燃焼が始まってエンジンからトルクが発生するとエンジンの回転数は急激に増大する。そこで、エンジンの回転数が 4 0 0 r p m を超えた時点でスタータ 2 9 の駆動を停止し、再度電動モータ 3 6 を駆動する。

【 0 0 3 9 】

このように、エンジン即ちスタータ 2 9 の始動よりも前に電動ポンプユニット 3 5 を駆動する。これにより、始動時から所望とする燃料圧力が確保でき、燃料噴射弁 3 5 から所望の微粒で所望の噴射量を燃焼室 1 5 内に噴射でき、良好な燃焼が実現できる。その結果、始動時間が短縮でき、スモーク及び H C が低減できる。従来例でもエンジンの始動時は電動式ポンプ 1 0 6 により燃料を供給するが、始動前に供給する考えはない。

40

【 0 0 4 0 】

次に、燃料配管 4 0 及びデリバリ配管 4 2 の損傷について図 2 をもとに説明する。燃料噴射弁 4 5 における燃料圧力 (約 2 M P a) は従来の燃料圧力よりも遙かに低いが、エンジン本体 1 0 が出力軸を中心として y 方向にローリング駆動を発生することがある。

【 0 0 4 1 】

これを考慮して、本実施例では、共に金属製で高耐圧性の燃料配管 4 0 及びデリバリ配管 4 2 を使用しているため、結合部 4 1 に伸縮力が作用しても、燃料配管 4 0 及びデリバリ

50

配管 4 2 が損傷したり、結合部 4 1 にゆるみが発生することが防止される。これに対して、結合部 4 1 をエンジン本体 1 0 の側方からこれと直交する方向に導くと、ローリング駆動に対し不利であり、結合部 4 1 において損傷が生ずる場合がある。

【 0 0 4 2 】

次に、燃料噴射弁 4 5 における燃料圧力の制御について図 3 をもとに説明する。電動式ポンプユニット 3 5 からエンジン本体 1 0 まで 2 から 3 m の距離があるため、燃料ポンプ 3 7 の出口とデリバリ配管 4 2 内とで燃料圧力に差が生じる。燃圧センサ 4 3 をデリバリ配管 4 2 に配置してデリバリ配管 4 2 の燃料圧力を検出すると、燃料ポンプ 3 7 の作動圧力を上げたとき応答遅れが生じる。よって、燃圧センサ 4 3 の検出値から直接電動ポンプユニット 3 5 の燃料圧力の大きさを判定しその作動圧力を制御すると、発散したり、オーバ

10

【 0 0 4 3 】

これを考慮して、本実施例ではデリバリ配管 4 2 に配置した燃圧センサ 4 3 の検出値から ECU 3 2 において燃料ポンプ 3 7 の出口での圧力値を推定し、それに対応するように電動モータ 3 6 の回転数を制御している。燃料ポンプ 3 7 の出口での圧力値の推定には、燃料配管 4 0 及びデリバリ配管 4 2 のモデルを作製し、そのモデルからシミュレーションにより求め ECU 3 2 に記憶させた推定値を使用している。

【 0 0 4 4 】

これは、単一の電動ポンプユニット 3 5 とエンジン本体 1 0 との間にかかなりの距離があるために必要となったものであり、従来例のように昇圧の大半をエンジン本体内に配置した

20

【 0 0 4 5 】

次に、電動モータ 3 6 即ち燃料ポンプ 3 7 を駆動する電力について図 6 をもとに説明する。ECU 3 2 はエンジンの運転状態に応じて最適の噴射量を算出し、燃料噴射弁 4 5 に該噴射量を指示する。つまり、燃料が噴射されると燃料配管 4 0 内の燃料圧力が低下するため電動ポンプユニット 3 5 からの燃料の圧送が必要となる。

【 0 0 4 6 】

これを考慮して、本実施例では、図 6 に示すように、燃料噴射量に応じてポンプ電力値を精度良く制御している。詳述すると、S 1 では、クランク角センサ 3 1 やスロットル開度センサ 2 2 b により検出されるエンジンの回転数に応じて噴射量を決定する。S 5 では、S 1 で決定した噴射量の混合気体を燃料噴射弁 4 5 から噴射する。S 2 では、S 1 で決定した噴射量 q を気筒数に 4 を乗じた全噴射量 ($q \times 4$) に更に係数 k_1 を乗じた値 W_p ($= k_1 \times q \times 4$) を見込みポンプ電力とする。S 3 では、S 6 で検出した燃圧からポンプ電力補正係数 k_2 を求め、 $W_p' = W_p \times K_2$ にてポンプ電力 W_p' を決定し、S 4 で燃料ポンプ 3 7 に供給する。

30

【 0 0 4 7 】

このように、噴射量に応じたポンプ電力値を上記燃圧センサ 4 3 の検出値で補正し、該補正した電力を電動モータ 3 6 に供給することにより、精度が高く応答性に優れた制御が達成される。これも、単一の電動ポンプユニット 3 5 による燃料圧力の昇圧により可能となったもので、エンジンの回転により機械式ポンプを駆動する従来例ではこのような制御は不

40

【 0 0 4 8 】

デリバリ配管 4 2 内の燃料圧力と各燃料噴射弁 4 5 への燃料の噴射信号 (噴射タイミング) との関係を図 7 に示す (各気筒のサイクル順番は # 1 # 3 # 4 # 2 である)。デリバリ配管 4 2 内の圧力は、燃料ポンプ 3 7 の回転に同期して圧力変動を生じており、燃料ポンプ 3 7 の圧送行程でデリバリ配管 4 2 中の燃料圧力が上昇する。これに対して、燃料噴射弁 4 5 はエンジンが 1 回転する間に燃料を 2 回噴射する。

【 0 0 4 9 】

これを考慮して、本実施例では ECU 3 2 により電動モータ 3 6 の回転数を調整することにより、図 7 に示すように、燃料ポンプ 3 7 が 1 回転する時間をエンジンが 1 回転する時

50

間よりも短くしている。これにより、燃料ポンプ 37 の回転とエンジンの回転とが同期せず、燃料圧力が変動しても、特定の気筒の燃料噴射弁 45 が他の燃料噴射弁 45 よりも低い又は高い圧力で燃料を噴射することが防止される。その結果、# 1、# 4、# 3 及び # 2 の気筒の筒内混合気はほぼ均一になり、トルク変動の発生や、エミッションの悪化が防止される。

【 0 0 5 0 】

これに対して、図 7 に二点鎖線で示すように、電動ポンプユニット 35 の回転とエンジンの回転とが同期していると、燃料圧力の変動により特定の気筒の燃料噴射弁 45 が他の燃料噴射弁 45 よりも低い又は高い圧力の燃料を噴射することがある。その結果、例えば # 1、# 4 の燃料噴射弁 45 が低い圧力で噴射し、# 3、# 2 の燃料噴射弁 45 が高い圧力で噴射し、# 1、# 4 の気筒の燃焼室 15 内混合気は薄く、# 3、# 2 の筒内の燃焼室 15 内の混合気は濃くなる。

10

< 変形例 >

1 電動ポンプユニット

図 9 (a) に示す変形例は、1 個の電動モータ 51 と、該電動モータ 51 によって駆動される第 1 燃料ポンプ 52 及び第 2 燃料ポンプ 54 とで構成されている。第 1 燃料ポンプ 52 の吐出部 53 と第 2 燃料ポンプ 54 の吸込み部 55 とが結合されている。電動ポンプユニット 50 をこのように構成することにより、吐出圧が高まる効果がある。

【 0 0 5 1 】

図 9 (b) に示す変形例は、第 1 電動モータ 57 及び第 2 電動モータ 60 と、該第 1 電動モータ 57 によって駆動される第 1 燃料ポンプ 58 及び第 2 電動モータ 60 により駆動される第 2 燃料ポンプ 61 とで構成されている。第 1 燃料ポンプ 58 の吐出部 59 と第 2 燃料ポンプ 61 の吸込み部 62 とが結合されている。

20

電動ポンプユニット 63 をこのように構成することにより、第 1 燃料ポンプ 58 及び第 2 燃料ポンプ 61 が最も効率の良い駆動トルクで駆動される効果がある。

2 噴射口の噴孔

図 10 (a) に示す変形例では、燃料噴射弁 45 をエンジン本体 10 の頂部に設け、その噴射口 46 に形成し軸方向に開口する噴孔から燃料の噴霧を燃料室 15 全体に均等に分布するように噴射しても良い。

【 0 0 5 2 】

図 10 (b) に示す変形例では、燃料噴射弁 45 の噴射口 46 が、ピストン 12 の頂面 12 a に燃料を均等に噴射する噴孔と、2 個の排気弁 17 に燃料を噴射する噴孔とから成る。頂面 12 a を噴射する大半 (例えば 11 個) の噴孔は軸方向に対して斜め方向に形成され、排気弁を噴射する残り (例えば 4 個) の噴孔は軸方向に形成されている。排気弁 17 は燃焼室 15 内において最も高温となる部位であり、ここに燃料を衝突させることにより燃料の気化が促進され、燃焼室 15 内に良質な混合気が形成できる。

30

【 0 0 5 3 】

図 10 (c) に示す変形例では、燃料噴射弁 45 の噴射口 46 が、ピストン 12 の頂面 12 a に燃料を均等に噴射する噴孔と、点火プラグ 23 に燃料を噴射する噴孔とから成る。頂面 12 a を噴射する大半 (例えば 13 個) の噴孔は軸方向に対して斜め方向に形成され、点火プラグ 23 を噴射する残り (例えば 2 個) の噴孔は軸方向に形成されている。こうして点火プラグ 23 付近に濃い混合気を形成することにより、着火性をより向上させることができる。

40

3 デリバリ配管

第 11 図に示す変形例では、燃料配管 40 の結合部 41 a をエンジンの振動を吸収できる高耐圧のフレキシブルな管 (金網とゴムと樹脂とから成る) で形成している。この場合、結合部 41 a の配管方向は、出力軸と直交する方向にすることができる (勿論、エンジンの出力軸と平行にすることもできる) 。

4 燃圧センサ

図 12 (a) の変形例では、燃圧センサ 65 を燃料ポンプ 37 の出口の近傍に設けている

50

。この場合、燃圧センサ 65 の検出値から直接燃料ポンプ 37 の設定圧力を制御することができるが、燃料噴射弁 45 の噴射時間とデリバリ配管 42 内の圧力とによって決定される噴射量を精度良く制御できない。燃料ポンプ 37 の出口の近傍とデリバリ配管 42 内とは燃料圧力の差が生じており、燃圧センサ 65 の検出値から噴射時間を決定すると噴射量に誤差が生じる。

【 0054 】

従って、この場合は所定の推定式又は燃料ポンプ 37、燃料配管 40、デリバリ配管 42 及び燃料噴射弁 45 のモデルから推定した推定値に基づき、燃圧センサ 65 の検出値からデリバリ配管 42 内の圧力を推定して噴射時間を決定することが好ましい。

【 0055 】

図 12 (b) の変形例では、デリバリ配管 42 に第 1 燃圧センサ 67 を配置し、燃料ポンプ 37 の出口の近傍に第 2 燃圧センサ 68 を配置している。この場合、第 1 燃圧センサ 67 の検出値から噴射時間を決定し、第 2 燃圧センサ 68 の検出値で燃料ポンプ 45 の設定圧力を制御することが好ましい。

<5>始動時の協調制御

バッテリーによってスタータ 29 に供給される電力量には限界値があり、バッテリーの充電量や温度などによって異なる。スタータ 29 の駆動に要する電力がこの限界値以内であれば、使用電力が残っている。これを考慮して、図 13 (a) の変形例では、運転キー 33 がスタート位置となったとき、電動モータ 36 の駆動を完全に停止しないで、スタータ 29 を駆動してもなお残っている電力で電動モータ 36 を駆動する。即ち、スタータ 29 の駆動を電動モータ 36 の駆動よりも優先させるのである。

【 0056 】

スタータ 29 や電動モータ 36 は、車両に装着されている他の電機部品と比較し、極めて大きな電力を必要とする。スタータ 29 で要求される電力と、電動モータ 36 で要求される電力とを単純に加算すると、バッテリーの供給能力を超える場合が多い。この点より、始動時の電動モータ 36 とスタータ 29 との協調制御が有効となる。

【 0057 】

図 13 (b) の変形例では、運転キー 33 が挿入された時点で電動モータ 36 の駆動を開始する。運転キー 33 がスタート位置になったとき、燃料圧力が所定圧力 (P m) に達していない場合は、スタータ 29 を駆動することなく電動モータ 36 の駆動を継続する。これに対して、燃料圧力が所定燃圧 P m を超えていれば電動モータ 36 の駆動を中止し、スタータ 29 の駆動を開始する。その後、エンジンの回転数が 400 r p m を超えた時点でスタータ 29 の駆動を停止し、再度電動モータ 36 を駆動する。

【 0058 】

所定の燃料圧力がない状態では燃料噴射量や噴霧の微粒化が悪いため、スタータ 29 でエンジンを回しても良好な燃焼が実現できない。しかし、所定燃料圧力になるまでスタータ 29 の駆動を遅らせることにより、良好な燃焼を実現して始動性を改善することができる。

6 噴射時間の筒内圧力による補正

燃焼室 15 内の圧力 (以下「筒内圧力」と言う) による噴射時間の補正について説明する。図 14 (b) に示すように、燃焼室 15 内の圧力は吸気行程ではほぼ一定であり、圧縮行程において漸増し、その途中で燃料が点火される。燃料噴射弁 45 から燃焼室 15 への燃料の噴射量は、噴射時における燃焼室 15 内の圧力 (以下「噴射時筒内圧力」と言う) P c に影響される。同じ噴射時間であっても、吸気行程及び圧縮行程の前半のように噴射時筒内圧力 P c が低い程多量の燃料が噴射され、圧縮行程の後半のように噴射時筒内圧力 P c が高い程少量の燃料が噴射される。従って、燃焼室 15 内において精度の良い噴射を実現するためには、噴射時筒内圧力 P c によって噴射時間を補正することが望ましい。

【 0059 】

具体的には、図 14 (a) に示すように、エンジンの運転条件に応じて E C U 32 が噴射時間及び噴射時期を決定する。筒内圧力センサ等の圧力検出手段で燃焼室 15 内の筒内圧

10

20

30

40

50

力 P_c を検出し、その検出値を ECU 32 に入力する。そして、検出された噴射時筒内圧力 P_c が低いとき程噴射時間即ち燃料噴射弁 45 の開弁時間を短く補正し、噴射時筒内圧力 P_c が高いとき程噴射時間を長く補正する。このように、噴射時間を筒内圧力 P_c で補正することにより、噴射時筒内圧力 P_c の高低に応じた量の燃料が噴射される。

【0060】

尚、筒内圧力 P_c は、燃焼室 15 内に充填された混合気体の量又は吸入した空気の量と噴射時期とから予め設定された関数によって算出したり、又は噴射時期から予め設定されたマップにより求めることもできる。

【0061】

また、上記のように噴射時間を補正することなく、噴射時筒内圧力 P_c に応じて設定燃料圧力 P_f を補正することによっても、精度の高い筒内噴射を実現できる。具体的には、噴射量は設定燃料圧力 P_f と噴射時筒内圧力 P_c との差 ($P_f - P_c$) の平方根に比例するので、噴射時筒内圧力 P_c は前述の方法で算出し、($P_f - P_c$) の平方根が一定となるように、噴射時筒内圧力 P_c が高いときは設定燃料圧力 P_f も高く、噴射時筒内圧力 P_c が低い時は設定燃料圧力 P_f も低くする。これによっても、噴射時筒内圧力 P_c の高低に応じた量の燃料が噴射される。

【0062】

【発明の効果】

以上述べてきたように、本発明の燃料供給・噴射システムによれば、燃料タンク内の燃料は、単一の電動ポンプユニットにより燃料噴射弁に供給され、燃料噴射弁から燃焼室に噴射される。従って、構造が簡単で製造・組立コストが低減でき、エンジンの始動時にも好適な噴射が実現でき、燃料の微粒化が確保し易い効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す全体図である。

【図2】エンジン本体、燃料噴射弁及びデリバリ配管等を示す斜視図である。

【図3】燃料噴射弁、デリバリ配管及び ECU 等の関係を示す説明図である。

【図4】(a) は噴射口の噴孔を示す正面図、(b) 及び (c) は噴孔からの燃料の噴射を示す斜視図である。

【図5】電動ポンプユニットとスタータとの協調制御を示す説明図である。

【図6】電動ポンプユニットの駆動電力の補正を示す説明図である。

【図7】デリバリ配管内の燃料圧力と燃料噴射弁への燃料の噴射信号との関係を示す説明図である。

【図8】(a) 及び (b) は燃料圧力と体格及び駆動エネルギーとの関係を示す説明図である。

【図9】(a) 及び (b) は電動ポンプユニットの変形例を示す説明図である。

【図10】(a) (b) 及び (c) は燃料噴射弁の噴射口の変形例を示す説明図である。

【図11】燃料配管のデリバリ配管の結合部の変形例を示す説明図である。

【図12】(a) 及び (b) は燃圧センサの配置場所の変形例を示す説明図である。

【図13】(a) 及び (b) は電動ポンプユニットとスタータとの協調制御の変形例を示す説明図である。

【図14】(a) 及び (b) は噴射時間の筒内圧力による補正を示す説明図である。

【図15】従来の燃料供給・噴射システムを示す要部説明図である。

【符号の説明】

10 : エンジン本体	12 : ピストン
13 : 吸気管	15 : 燃焼室
32 : ECU	35 : 電動ポンプユニット
36 : 電動モータ	37 : 燃料ポンプ
38 : 燃料タンク	40 : 燃料配管
41 : 結合部	42 : デリバリ配管
43 : 燃圧センサ	45 : 燃料噴射弁

10

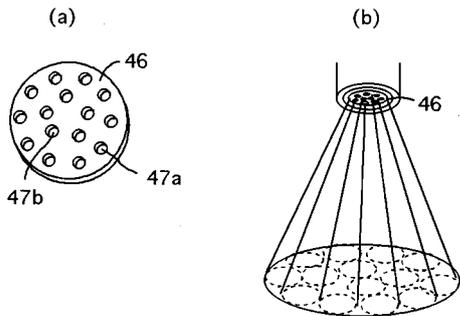
20

30

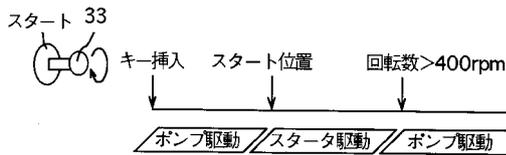
40

50

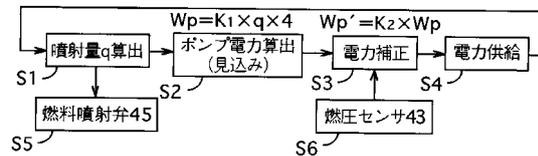
【 図 4 】



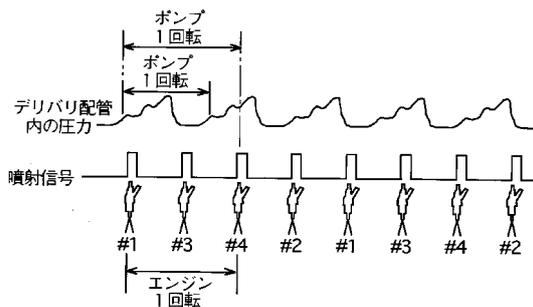
【 図 5 】



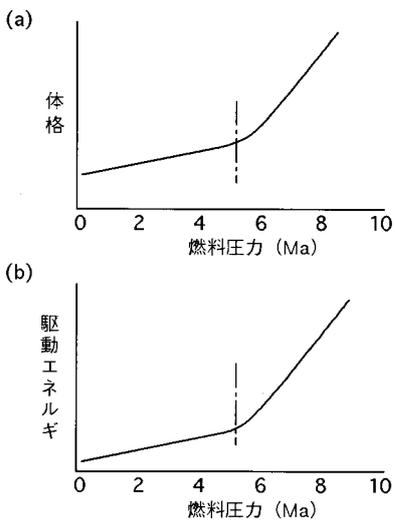
【 図 6 】



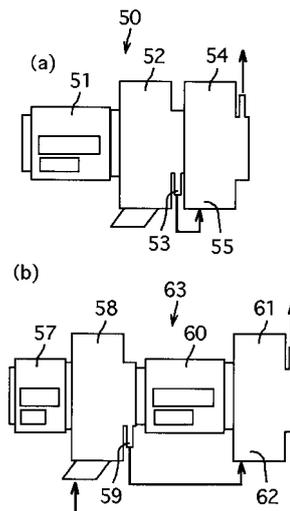
【 図 7 】



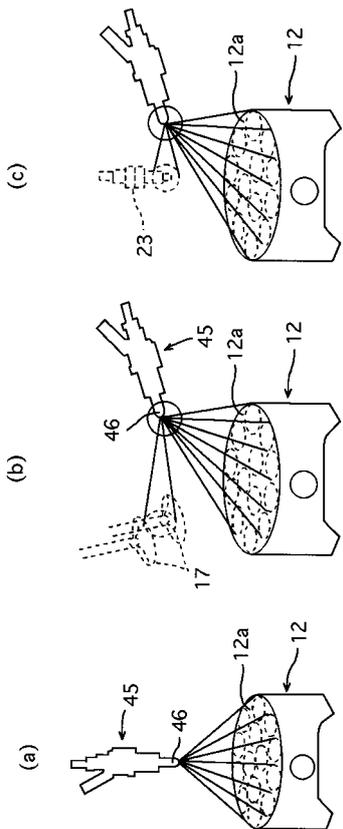
【 図 8 】



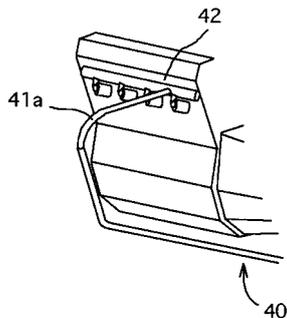
【 図 9 】



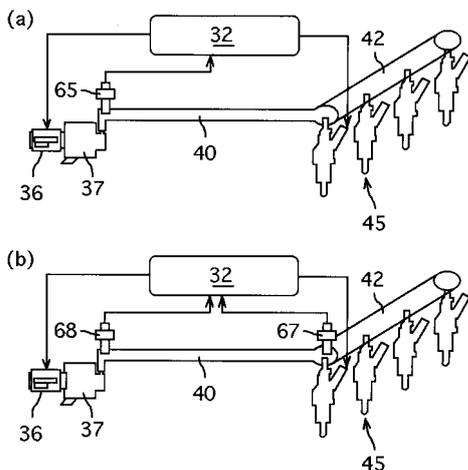
【図10】



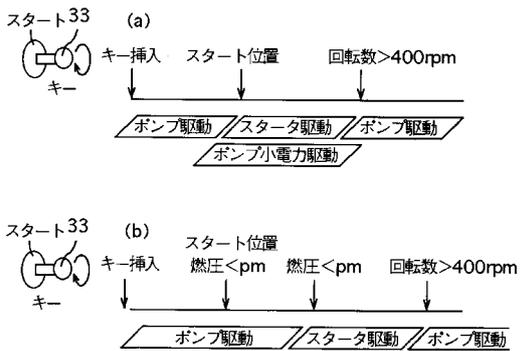
【図11】



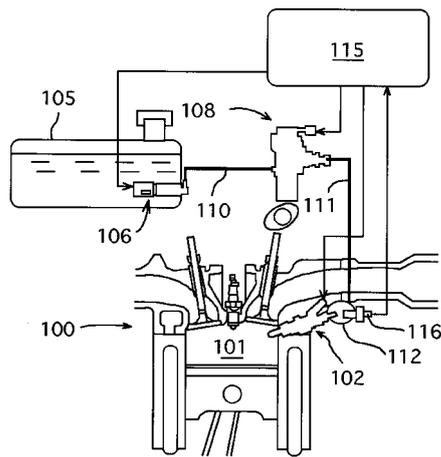
【図12】



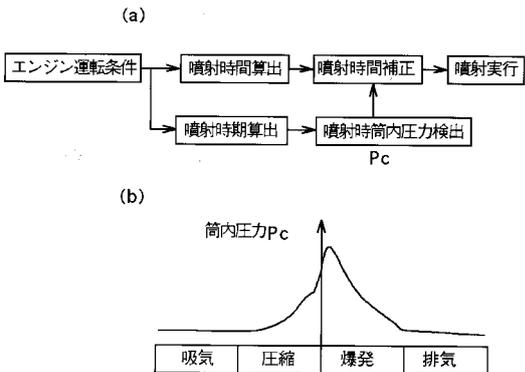
【図13】



【図15】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
F 0 2 M 61/18 (2006.01) F 0 2 M 61/14 3 1 0
F 0 2 M 69/04 (2006.01) F 0 2 M 61/18 3 2 0 Z
F 0 2 N 11/08 (2006.01) F 0 2 M 69/04 P
F 0 2 N 11/08 L
F 0 2 N 11/08 Y

(72)発明者 森 幸雄
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 丹羽 豊
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 佐々木 芳枝

(56)参考文献 特開平10-318067(JP,A)
特開平09-310661(JP,A)
特開2000-136763(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02M 37/00- 71/04
F02N 11/08
F02D 41/00- 41/40