

(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2010-90804

(P2010-90804A)

(43) 公開日 平成22年4月22日(2010.4.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00 E	3G066
FO2D 41/38 (2006.01)	FO2D 41/38 B	3G301
FO2M 61/10 (2006.01)	FO2M 61/10 D	
FO2M 51/00 (2006.01)	FO2M 51/00 A	
FO2M 51/06 (2006.01)	FO2M 51/06 N	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-261640 (P2008-261640)	(71) 出願人	000004695
(22) 出願日	平成20年10月8日 (2008.10.8)		株式会社日本自動車部品総合研究所
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
		(71) 出願人	000004260
			株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(74) 代理人	100093779
			弁理士 服部 雅紀
		(72) 発明者	伊藤 昌晴
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内
		(72) 発明者	野々山 由晴
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

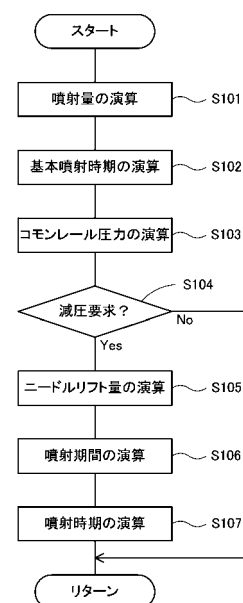
(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57) 【要約】

【課題】燃料噴射弁に供給される燃料圧力が目標燃料圧力より高いとき、燃料圧力を変更することなく、燃料噴射弁からの燃料噴射を制御する燃料噴射装置を提供する。

【解決手段】比較手段は、内燃機関の運転状態に応じた目標燃料圧力と圧力検出手段の検出した燃料圧力とを比較する(S104)。演算手段は、エンジンの運転状態に応じた目標コモンレール圧に対しコモンレール圧力センサの検出した実際のコモンレール圧が高いとき(S104: YES)、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差が大きくなるのに応じて、ノズルニードルのリフト量を小さく算出する(S105)。このため、駆動手段は、演算手段の算出した演算結果に基づく駆動パルスを駆動部に印加し、ノズルボディとノズルニードルとの間の流体通路の開口断面積を小さくする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料を吐出する燃料ポンプと、
前記燃料ポンプから吐出された燃料を貯留するコモンレールと、
噴孔および弁座を有するノズルボディ、前記ノズルボディ内に収容され前記弁座に離座または着座することで前記噴孔を開放または閉塞するノズルニードル、および、印加される駆動パルスに基づいて前記ノズルニードルを軸方向に往復移動させる駆動部を有し、前記コモンレールから供給される燃料を気筒に噴射供給する燃料噴射弁と、
前記コモンレール内から前記燃料噴射弁に供給される燃料圧力を検出する圧力検出手段と、

10

内燃機関の運転状態に応じた目標燃料圧力と前記圧力検出手段の検出した実際の燃料圧力とを比較する比較手段と、

前記比較手段の比較結果において、前記目標燃料圧力に対し前記実際の燃料圧力が高いとき、前記目標燃料圧力と前記実際の燃料圧力との圧力差が大きくなるのに応じて、前記ノズルニードルのリフト量を小さく算出する演算手段と、

前記演算手段の算出した演算結果に基づく駆動パルスを前記駆動部に印加する駆動手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の燃料噴射装置において、前記演算手段は、前記ノズルニードルのリフト量に代えてノズルニードルの上昇速度を算出するものであって、前記目標燃料圧力と前記実際の燃料圧力との圧力差が大きくなるのに応じて、前記ノズルニードルの上昇速度を小さく算出することを特徴とする内燃機関の燃料噴射装置。

20

【請求項 3】

前記演算手段は、前記燃料噴射弁から燃料の噴射供給が停止している噴射停止期間を演算し、前記噴射停止期間が所定時間より短いとき、前記目標燃料圧力と前記実際の燃料圧力との圧力差に応じて算出した前記ノズルニードルのリフト量を、前記内燃機関の運転状態に適した噴射率になる程度に小さくする側へ補正することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 4】

前記演算手段は、前記燃料噴射弁から燃料の噴射供給が停止している噴射停止期間を演算し、前記噴射停止期間が所定時間より短いとき、前記目標燃料圧力と前記実際の燃料圧力との圧力差に応じて算出した前記ノズルニードルの上昇速度を、前記内燃機関の運転状態に適した噴射率になる程度に小さくする側へ補正することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

30

【請求項 5】

前記演算手段は、前記ノズルニードルのリフト量および前記ノズルニードルの上昇速度の少なくともいずれか一方を算出するものであって、目標とする燃料噴射量が所定量より少ないときは、前記ノズルニードルのリフト量を小さく算出し、目標とする燃料噴射量が所定量より多いときは、相対的に前記ノズルニードルの上昇速度を小さく算出することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の内燃機関の燃料噴射装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料供給ポンプから圧送される燃料をコモンレール内に高圧状態で蓄え、この高圧燃料を燃料噴射弁（以下、「インジェクタ」という）から内燃機関の気筒へ噴射供給する燃料噴射装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、コモンレールを備えた燃料噴射装置は、内燃機関の回転数、負荷等による運転状態に基づき、制御目標としてコモンレール内の目標燃料圧力を算出し、燃料供給ポン

50

ブからの吐出量を制御している。

このような燃料噴射装置では、例えば、運転者が内燃機関を急減速させるためにアクセルペダルを戻すと、制御目標として算出される燃料噴射量がゼロとなり、インジェクタからの燃料噴射が中止される。その後、運転者がアクセルペダルを踏み込み操作し、内燃機関が加速状態に移行すると、そのときの運転状態に応じて燃料噴射量および燃料噴射時期が設定され、インジェクタからの燃料噴射が再開される。

【 0 0 0 3 】

しかし、燃料噴射が再開されるときのコモンレール内の燃料圧力は、急減速に伴う燃料噴射の中止によって減圧されておらず、減速前の目標燃料圧力近傍に保持されている。このため、燃料噴射再開時の目標燃料圧力より実際の燃料圧力が高くなってしまい、インジェクタの噴孔の開放と同時に燃料が短期間で過剰に噴射されるという問題があった。燃料が気筒内に短期間で過剰に噴射されると、内燃機関の燃焼速度が過度に加速することで、内燃機関の燃焼騒音が生じ、さらに、内燃機関を搭載した車両等に加速ショックが発生することがあった。

【 0 0 0 4 】

この問題に対処するため、特許文献 1 では、コモンレールに減圧調整弁を設け、コモンレール内の燃料圧力を目標燃料圧力に減圧している。

また、特許文献 2 では、インジェクタのノズルニードルが噴孔を開放する時間よりも短い時間で電磁弁を駆動し、高圧燃料を低圧部位へ逃がすいわゆる空打ち駆動を行うことで、インジェクタに供給される燃料圧力を目標燃料圧力に減圧している。

しかし、コモンレールに減圧調整弁を設けることは、製造コストを増加することになる。また、空打ち駆動は、電磁弁を短時間で素早く駆動させなければならず、駆動回路の限界から駆動電流が不足することがあり、燃料圧力をすばやく減圧することができない虞がある。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 1 1 4 4 8 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 1 7 3 1 9 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明は、燃料噴射弁に供給される燃料圧力が目標燃料圧力より高いとき、燃料圧力を変更することなく、燃料噴射弁からの燃料噴射を制御する燃料噴射装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

請求項 1 に記載の発明によると、比較手段は、内燃機関の運転状態に応じた目標燃料圧力と圧力検出手段の検出した実際の燃料圧力とを比較する。演算手段は、目標燃料圧力に対し実際の燃料圧力が高いとき、目標燃料圧力と実際の燃料圧力との圧力差が大きくなるに従って、ノズルニードルのリフト量を小さく算出する。このため、駆動手段は、演算手段の算出した演算結果に基づく駆動パルスを駆動部に印加し、噴孔またはノズルボディとノズルニードルとの間の流体通路の開口断面積を小さくする。これにより、目標燃料圧力より実際の燃料圧力が高いときであっても、燃料噴射弁から噴射される燃料の噴射率を運転状態に適した噴射率にすることができる。この結果、内燃機関の燃焼速度が過度に活発になることを抑制し、内燃機関の燃焼騒音およびこの内燃機関を搭載した車両の加速ショックを抑制することができる。なお、噴射率とは、単位時間当たりの燃料噴射量をいう。

また、コモンレール内の燃料圧力を変更する減圧調整弁を廃止することによって燃料噴射装置の製造工程を簡素とし、製造コストを削減することができる。

さらに、目標燃料圧力より実際の燃料圧力が高いとき、実際の燃料圧力を変更することなく噴射率を適正にすることができるので、燃料噴射装置の応答性を向上することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載の発明によると、演算手段は、目標燃料圧力と実際の燃料圧力との圧力差が大きくなるに従って、ノズルニードルの上昇速度を小さく算出する。このため、制御回路は、演算手段の算出した演算結果に基づき、駆動部に印加する駆動パルスを制御し、噴射初期の噴孔またはノズルボディとノズルニードルとの間の流体通路の開口断面積を小さくする。これにより、噴射初期の噴射率が小さくなるので、噴射初期の燃料の噴霧化を抑制することで、内燃機関の燃焼速度が過度に速くなることを抑制することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に記載の発明によると、演算手段は、燃料噴射弁から燃料の噴射供給が停止している噴射停止期間を演算し、噴射停止期間が所定時間より短いとき、目標燃料圧力と実際の燃料圧力との圧力差に応じて算出したノズルニードルのリフト量を、内燃機関の運転状態に適した噴射率になる程度に小さくする側へ補正する。噴射停止期間が短いとき、気筒内の温度は、制御目標としての気筒内温度より高くなっている。気筒内の温度が高いと、噴射率に対して燃焼が活発になる。このため、演算手段は、燃焼が過度に活発にならないよう、ノズルニードルのリフト量を小さくする側へ補正する。これにより、噴射率を高精度に制御し、燃料噴射制御の精度を向上することができる。

10

【 0 0 1 0 】

請求項 4 に記載の発明によると、演算手段は、噴射停止期間が所定時間より短いとき、内燃機関の運転状態に適した噴射率となるようにノズルニードルの上昇速度を小さくする側へ補正する。このため、燃焼が過度に活発になることを抑制することができる。これにより、噴射率を高精度に制御し、燃料噴射制御の精度を向上することができる。

20

【 0 0 1 1 】

請求項 5 に記載の発明によると、演算手段は、目標とする燃料噴射量が所定量より少ないときは、ノズルニードルのリフト量を小さく算出し、目標とする燃料噴射量が所定量より多いときは、相対的にノズルニードルの上昇速度を小さく算出する。噴射期間には一定の制限があるため、燃料噴射量がある一定の所定量よりも多くなると、噴射初期から噴射期間を通して噴射率が大きくなり、内燃機関の燃焼速度が過度に速くなる可能性がある。内燃機関の燃焼速度は、噴射初期の噴射率に関係している。このため、目標とする燃料噴射量が所定量より多いときは、相対的にノズルニードルの上昇速度を小さく算出することで、噴射初期の噴射率を小さくする。これにより、燃料噴射量が多いときであっても、内燃機関の燃焼速度が過度に速くなることを抑制することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の実施形態を図に基づいて説明する。

(第 1 実施形態)

本発明の第 1 実施形態のディーゼル内燃機関（以下、単に「エンジン」という）の概略構成を図 1 に示す。エンジン 1 は、内部に筒状の気筒 2 を複数有するシリンダブロック 3 と、このシリンダブロック 3 の端部に設けられるシリンダヘッド 5 とを備えている。各気筒 2 には、ピストン 6 が往復移動可能に収容されている。各ピストン 6 は、コネクティングロッド 7 を介してエンジン 1 の出力軸である図示しないクランクシャフトに連結されている。

40

【 0 0 1 3 】

各気筒 2 のシリンダヘッド 5 側で、シリンダブロック 3 の内壁と、シリンダヘッド 5 のピストン 6 側の内壁と、ピストン 6 のシリンダヘッド 5 側の端部とによって形成される空間は燃焼室 8 である。シリンダヘッド 5 には、吸気ポート 11 および排気ポート 12 が形成されている。吸気ポート 11 および排気ポート 12 は、それぞれ燃焼室 8 と連通している。吸気管 13 および排気管 14 は、それぞれシリンダヘッド 5 の吸気ポート 11 および排気ポート 12 に接続している。このため、吸気管 13 内の吸気通路 15 は吸気ポート 11 を経由して燃焼室 8 と連通し、排気管 14 内の排気通路 16 は排気ポート 12 を経由して燃焼室 8 と連通している。吸気通路 15 には、スロットル弁 17 が設けられ、燃焼室 8

50

に流入する吸入空気量を調節する。

【0014】

吸気管13と排気管14とにEGR装置18が接続している。EGR装置18に設けられたEGR通路19は、吸気通路15と排気通路16とをバイパスし、排気通路16を流れるEGRガスを吸気通路15へ還流する。EGR装置18には、EGR通路19を開閉するEGR弁20が設けられ、EGRガスの流量を制御している。

【0015】

燃料ポンプとしての高圧ポンプ21は、制御回路4からの制御指令に従って、燃料タンク22に蓄えられた燃料を図示しない低圧ポンプを経て吸入し、自身の内部で加圧する。そして、高圧ポンプ21は、加圧した高圧燃料を供給配管23を経由し、蓄圧配管である

10

【0016】

シリンダヘッド5には各気筒2に対応させてインジェクタ10が取付けられ、噴孔側の端部を燃焼室8に露出している。各インジェクタ10は、コモンレール24に接続しており、制御回路4によって印加される駆動パルスに従って、コモンレール24から供給される高圧燃料を、燃焼室8に噴射供給する。インジェクタ10の構成については後述する。

【0017】

エンジン1には、運転状態を検出するための各種センサが設けられている。

コモンレール24には、圧力検出手段としてのコモンレール圧力センサ25が設けられ、コモンレール24内の燃料圧力(以下、「コモンレール圧」という)を検出している。コモンレール圧は、コモンレール24からインジェクタ10に供給される燃料圧力となる。

20

【0018】

吸気管13には、吸気温センサ26およびインテークマニホールド内圧センサ27が設けられ、それぞれ、吸気通路15を流れる吸入空気の温度および吸入空気圧を検出している。吸入空気量センサ28は、気筒2内に導入される吸入空気量を検出する。シリンダブロック3に形成される冷却水路には、水温センサ29が設けられ、冷却水の温度を検出している。

【0019】

クランク角センサ30およびNEセンサ31は、クランクシャフトの近傍に設けられ、クランクシャフトが所定角度回転するごとにパルス信号を出力することでそれぞれクランク角およびエンジン回転数を検出している。アクセル開度センサ32は、図示しないアクセルペダル装置に設けられ、運転者のアクセルペダルの踏込み量を検出している。

30

【0020】

制御回路4は、CPU、およびROM、RAM等のメモリを有するマイクロコンピュータによって構成されている。制御回路4には、上述した各種センサの検出した検出信号が入力され、CPUはこれらの検出信号に基づき、ROMに記憶されている制御プログラム、制御マップ等に従って演算処理を行う。RAMは、この演算結果を一時的に記憶する。制御回路4は、この演算処理によってエンジン1の運転状態を検出し、インジェクタ10の駆動部に印加する駆動パルスを制御する。このようにして、制御回路4は、特許請求の範囲の「比較手段」、「演算手段」および「駆動手段」として機能する。

40

【0021】

インジェクタ10の構成を図2および図3を参照して説明する。インジェクタ10は、ボディ33、ノズルニードル34および駆動部35等を備えている。

ボディ33は、略円筒状に形成された第1ボディ36、第2ボディ37、第3ボディ38およびノズルボディ39をこの順で接続することで構成されている。第1ボディ36、第2ボディ37、第3ボディ38およびノズルボディ39は、リテーニングナット40の締付けによって結合されている。ボディ33の内部には、コモンレール24から高圧燃料が供給される高圧通路41、この高圧通路41と連通する第1背圧室42、燃料溜り室4

50

3 および燃料通路 4 4 等が形成されている。ノズルボディ 3 9 は、燃料通路 4 4 を形成する内壁面に弁座 4 5 を有し、弁座 4 5 の先端にサック室 4 6 を形成している（図 3 参照）。ノズルボディ 3 9 の端部には、サック室 4 6 の内部と外部を連通する複数の噴孔 4 7 が形成されている。

【 0 0 2 2 】

ボディ 3 3 の内部には、略円柱状に形成されたノズルニードル 3 4、ニードルストッパ 4 8 およびバランスピストン 4 9 が噴孔 4 7 側からこの順で収容されている。ノズルニードル 3 4、ニードルストッパ 4 8 およびバランスピストン 4 9 は、それぞれボディ 3 3 の内壁に液密に摺接し、軸方向に往復移動可能である。

【 0 0 2 3 】

第 1 スプリング 5 0 は、ニードルストッパ 4 8 の反噴孔側に形成される第 2 背圧室 6 2 に収容され、ニードルストッパ 4 8 およびノズルニードル 3 4 を噴孔 4 7 側へ付勢している。バランスピストン 4 9 は、第 1 背圧室 4 2 に供給される高圧燃料により噴孔 4 7 側へ付勢されている。ノズルニードル 3 4 の噴孔 4 7 側で円錐状に形成されているシート部 5 1 は、弁座 4 5 に着座または離座可能である。ノズルニードル 3 4 は、燃料通路 4 4 とサック室 4 6 との間の燃料流れを規制し、噴孔 4 7 を開放または閉塞する。

【 0 0 2 4 】

駆動部 3 5 は、ピエゾアクチュエータ 5 2 およびピエゾピストン 5 3 等を備えている。ピエゾアクチュエータ 5 2 は、ピエゾ素子を複数積層することにより構成され、第 1 ボディ 3 6 内に形成された低圧室 5 4 に収容されている。低圧室 5 4 は低圧部位としての燃料タンク 2 2 に連通している。低圧室 5 4 に供給される低圧燃料は、低圧通路 5 8 を経由して第 2 背圧室 6 2 へ供給される。

【 0 0 2 5 】

第 2 スプリング 6 4 は、ピエゾピストン 5 3 の噴孔 4 7 側に形成された第 1 圧力室 5 5 に収容され、ピエゾピストン 5 3 およびピエゾアクチュエータ 5 2 を反噴孔側へ付勢している。

ピエゾピストン 5 3 の内部には、第 1 圧力室 5 5 と低圧室 5 4 とを連通する連通路 5 9 が形成されている。連通路 5 9 の途中には、低圧室 5 4 から第 1 圧力室 5 5 への燃料の流れを許容し、第 1 圧力室 5 5 から低圧室 5 4 への燃料の流れを規制する逆止弁 6 0 が設けられている。

【 0 0 2 6 】

ピエゾピストン 5 3 の噴孔 4 7 側に形成される第 1 圧力室 5 5 は、圧力通路 5 6 を経由してニードルストッパ 4 8 の噴孔側に形成される第 2 圧力室 5 7 と連通している。このため、ピエゾアクチュエータ 5 2 が伸長し、ピエゾピストン 5 3 が噴孔 4 7 側へ移動すると、ニードルストッパ 4 8 の噴孔 4 7 側の端面に第 2 圧力室 5 7 内の燃料圧力が作用する。

【 0 0 2 7 】

次に、インジェクタ 1 0 の作動について説明する。

ピエゾアクチュエータ 5 2 に充電がされていないとき、ピエゾアクチュエータ 5 2 は収縮している。このとき、第 1 背圧室 4 2 の燃料圧力がバランスピストン 4 9 の反噴孔側端部に作用する力（ F_1 ）と、第 1 スプリング 5 0 の付勢力（ F_2 ）との合力は、燃料溜り室 4 3 および燃料通路の燃料圧力がノズルニードル 3 4 の噴孔側の面 6 1、6 2 に作用する力（ F_3 ）と、第 2 圧力室 5 7 の燃料圧力がニードルストッパ 4 8 の噴孔側の端部に作用する力（ F_4 ）との合力より大きい。このため、ノズルニードル 3 4 のシート部 5 1 は、弁座 4 5 に着座し、燃料通路 4 4 とサック室 4 6 との間を閉塞している。これにより、噴孔 4 7 からの燃料噴射は停止している。

【 0 0 2 8 】

制御回路 4 からピエゾアクチュエータ 5 2 に駆動パルスが印加され、ピエゾアクチュエータ 5 2 に充電が開始されると、ピエゾアクチュエータ 5 2 は充電量に伴って軸方向に伸長する。このため、ピエゾピストン 5 3 は、噴孔 4 7 側へ移動し、第 1 圧力室 5 5 の容積を減少する。第 1 圧力室 5 5 と低圧室 5 4 との燃料流れは逆止弁 6 0 によって規制されて

10

20

30

40

50

いるので、第 1 圧力室 5 5 と圧力通路 5 6 を経由して連通する第 2 圧力室 5 7 の燃料圧力が上昇する。第 2 圧力室 5 7 の燃料圧力がニードルストップバ 4 8 の噴孔側の端部に作用する力 (F 4) と、燃料溜り室 4 3 および燃料通路の燃料圧力がノズルニードル 3 4 の噴孔側の面 6 1、6 2 に作用する力 (F 3) との合力が、第 1 背圧室 4 2 の燃料圧力がバランスピストン 4 9 の反噴孔側端部に作用する力 (F 1) と、第 1 スプリング 5 0 の付勢力 (F 2) との合力より大きくなると、ノズルニードル 3 4、ニードルストップバ 4 8 およびバランスピストン 4 9 は、反噴孔側へ移動する。ノズルニードル 3 4 のシート部 5 1 が弁座 4 5 から離座すると、燃料通路 4 4 とサック室 4 6 とが連通し、噴孔 4 7 から燃料が噴射される。

【 0 0 2 9 】

制御回路 4 の指令によりピエゾアクチュエータ 5 2 の放電が開始されると、ピエゾアクチュエータ 5 2 は軸方向に収縮する。このため、第 1 圧力室 5 5 およびこれに連通する第 2 圧力室 5 7 の燃料圧力が低下する。第 1 背圧室 4 2 の燃料圧力がバランスピストン 4 9 の反噴孔側端部に作用する力 (F 1) と、第 1 スプリング 5 0 の付勢力 (F 2) との合力が、燃料溜り室 4 3 および燃料通路 4 4 の燃料圧力がノズルニードル 3 4 の噴孔側の面 6 1、6 2 に作用する力 (F 3) と、第 2 圧力室 5 7 の燃料圧力がニードルストップバ 4 8 の噴孔側の端部に作用する力 (F 4) との合力より大きくなると、ノズルニードル 3 4、ニードルストップバ 4 8 およびバランスピストン 4 9 は、噴孔 4 7 側へ移動する。ノズルニードル 3 4 のシート部 5 1 が弁座 4 5 に着座すると、燃料通路 4 4 とサック室 4 6 との間が閉塞し、噴孔 4 7 からの燃料噴射が停止する。

【 0 0 3 0 】

次に本実施形態の噴射制御処理について図 4 に基づいて説明する。図 4 に示す噴射制御処理のフローは、エンジンの運転開始時、例えば、運転者が車両のイグニッションキーを ON したときに開始される。或いは、運転者がアクセルペダルの踏込みを一旦中止した後、再度アクセルペダルを踏込んだことをアクセル開度センサ 3 2 が検出し、この検出信号が制御回路 4 に入力されたときに噴射制御処理を開始するようにしても良い。なお、噴射制御処理のフローは、図 4 に示す一連の処理を実行すると一旦終了するが、再び、処理の先頭から開始される。

【 0 0 3 1 】

噴射制御処理が開始されると、制御回路 4 は、先ずステップ S 1 0 1 (以下「ステップ」を省略し、記号 S で表す) を実行する。S 1 0 1 では、制御回路 4 は、アクセル開度センサ 3 2 から読み込んだアクセル開度および NE センサ 3 1 から読み込んだエンジンの回転数等をもとに、エンジン 1 の運転状態から必要とされる燃料噴射量を演算する。

【 0 0 3 2 】

続く S 1 0 2 では、制御回路 4 は、S 1 0 1 で算出した燃料噴射量およびクランク角センサ 3 0 から読み込んだクランク角等をもとに、エンジンの回転に同期するタイミングで燃料噴射を行う基本噴射時期を演算する。制御回路 4 は、例えば、圧縮行程におけるピストン 6 の上死点直前で高圧燃料を噴射するように駆動パルスの開始時期を算出する。

【 0 0 3 3 】

次の S 1 0 3 では、制御回路 4 は、アクセル開度およびエンジンの回転数等をもとに、予めメモリに記憶した制御マップによって、エンジン 1 の運転状態に応じた制御目標としての目標コモンレール圧を演算する。

続く S 1 0 4 では、制御回路 4 は比較手段として機能し、コモンレール圧力センサ 2 5 から読み込んだ実際のコモンレール圧と、S 1 0 3 で算出した目標コモンレール圧とを比較する。実際のコモンレール圧が目標コモンレール圧より高い場合、比較手段はコモンレール圧に減圧要求があると判定し (S 1 0 4 : YES)、処理を S 1 0 5 へ移行する。実際のコモンレール圧が目標コモンレール圧以下の場合 (S 1 0 4 : NO)、処理は終了する。

【 0 0 3 4 】

S 1 0 5 では、制御回路 4 は演算手段として機能し、ノズルニードル 3 4 のニードルリ

10

20

30

40

50

フト量を演算する。演算手段は、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差が大きくなるのに応じて、ニードルリフト量を小さく算出する。続く S 1 0 6 では、演算手段は、S 1 0 5 で算出したニードルリフト量および S 1 0 1 で算出した噴射量に基づいて噴射期間を演算する。次の S 1 0 7 では、演算手段は、S 1 0 2 で算出した基本噴射時期および S 1 0 6 で算出した噴射期間等をもとに噴射時期を演算する。

【 0 0 3 5 】

制御回路 4 は駆動手段として機能し、上述した噴射制御処理によって演算手段が算出した演算結果に基づく駆動パルスをインジェクタ 1 0 のピエゾアクチュエータ 5 2 に印加する。

S 1 0 4 において減圧要求があるとき (S 1 0 4 : Y E S)、駆動手段は、演算手段が S 1 0 5 ~ S 1 0 7 で算出した演算結果に基づき、ピエゾアクチュエータ 5 2 に印加する駆動パルスを所定の回数で停止する。このときの、ノズルニードル 3 4 の作動を図 3 に示す。ノズルニードル 3 4 は、リフト量の小さい状態で停止している。このとき、シート部 4 2 と弁座 4 5 との間の開口断面積 b (以下、「通路断面積 b 」という) は、複数の噴孔 4 7 の開口断面積 a の総和 (以下、「噴孔断面積 a 」という) 以下となっている。この状態において、噴孔 4 7 から噴射される燃料の噴射率は、コモンレール圧および通路断面積 b に相関する。

【 0 0 3 6 】

これに対し、S 1 0 4 において減圧要求がないとき (S 1 0 4 : N O)、駆動手段は、演算手段が S 1 0 1 および S 1 0 2 で算出した演算結果に基づく駆動パルスをピエゾアクチュエータ 5 2 に印加する。このとき、ノズルニードル 3 4 のリフトによって、通路断面積 b は噴孔断面積 a より大きくなる。この状態において、噴射率は、コモンレール圧および噴孔断面積 a に相関する。

【 0 0 3 7 】

S 1 0 4 において減圧要求がないときにおける (S 1 0 4 : N O) 噴射時間と噴射率との関係を図 5 に示す。図 5 では、実際のコモンレール圧が相対的に大きいときの噴射時間と噴射率との関係を実線で示し、実際のコモンレール圧が相対的に小さいときの噴射時間と噴射率との関係を点線で示している。

実際のコモンレール圧が相対的に大きいとき、時刻 T_0 から時刻 T_2 の間では、通路断面積 b が大きくなるに従い、噴射率が大きくなる。時刻 T_2 から時刻 T_3 の間では、通路断面積 b が噴孔断面積 a より大きくなるので、噴射率は、コモンレール圧および噴孔断面積 a に相関し、略一定のピーク値 R_1 を推移する。時刻 T_3 から時刻 T_5 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなる。これにより、一回の燃料噴射が終了する。

【 0 0 3 8 】

実際のコモンレール圧が相対的に小さいとき、時刻 T_0 から時刻 T_1 の間では、通路断面積 b が大きくなるに従い、噴射率が大きくなる。時刻 T_1 から時刻 T_4 の間では、コモンレール圧および噴孔断面積 a に相関し、略一定のピーク値 R_2 を推移する。噴孔断面積 a が同じであっても、実際のコモンレール圧の違いによって、噴射率のピーク値 R_2 はピーク値 R_1 より小さい値となっている。時刻 T_4 から時刻 T_5 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなり、燃料噴射が終了する。

【 0 0 3 9 】

S 1 0 4 において減圧要求があるとき (S 1 0 4 : Y E S) における噴射時間と噴射率との関係を図 6 に示す。図 6 では、比較例として、ニードルリフト量が大きく、通路断面積 b が噴孔断面積 a より大きくなるときの噴射時間と噴射率との関係を実線で示している。比較例において、時刻 T_0 から時刻 T_2 の間では、通路断面積 b が大きくなるに従い、噴射率が一気に大きくなる。時刻 T_2 から時刻 T_3 の間では、通路断面積 b が噴孔断面積 a より大きくなるので、噴射率は、コモンレール圧および噴孔断面積 a に相関し、略一定のピーク値 R_3 を推移する。この噴射率のピーク値 R_3 は、エンジンの運転状態に適合する噴射率より大きい。このため、噴射燃料の噴霧化がよくなり、燃焼が活発になる。時刻

T 3 から時刻 T 5 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなる。

【 0 0 4 0 】

これに対して、本実施形態の噴射制御によって、通路断面積 b を噴孔断面積 a より小さくするようにニードルリフト量を小さくしたときの噴射時間と噴射率との関係を点線で示す。本実施形態では、演算手段は、S 1 0 5 において、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差が相対的に小さいとき、通路断面積 b と噴孔断面積 a との差が相対的に小さくなるようにニードルリフト量を算出する。一方、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差が相対的に大きいとき、通路断面積 b と噴孔断面積 a との差が相対的に大きくなるようにニードルリフト量を算出する。時刻 T 0 から時刻 T 1 の間では、ノズルニードル 3 4 は、S 1 0 5 において演算手段が算出した所定の位置までリフトし、通路断面積 b が大きくなるに従って噴射率が大きくなる。噴射率はエンジンの運転状態に適合したピーク値 $R 4$ で維持される。時刻 T 1 から時刻 T 4 の間では、ノズルニードル 3 4 は所定の位置で停止したまま通路断面積 b が一定に保たれているので、噴射率も一定のピーク値 $R 4$ を維持している。時刻 T 4 から時刻 T 5 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなり、燃料噴射が終了する。

10

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、目標コモンレール圧より実際のコモンレール圧が高いときであっても、噴射率のピーク値 $R 4$ を、運転状態に適合した値にすることができる。この結果、燃料の噴霧化を抑制することで、燃焼が過度に活発になることを抑制し、エンジンの燃焼騒音およびこのエンジンを搭載した車両の加速ショックを抑制することができる。

20

【 0 0 4 2 】

また、コモンレール内の燃料圧力を変更する減圧調整弁を廃止することによって製造コストを削減することができる。さらに、実際のコモンレール圧を変更することなく噴射率を適正にすることができるので、燃料噴射装置の応答性を向上することができる。

(第 2 実施形態)

【 0 0 4 3 】

本発明の第 2 実施形態の噴射制御処理を、図 7 に基づいて説明する。図 7 において、S 2 0 1 ~ S 2 0 4 および S 2 0 7 はそれぞれ第 1 実施形態の S 1 0 1 ~ S 1 0 4 および S 1 0 7 に相当するので説明を省略する。

S 2 0 5 では、制御回路 4 は演算手段として機能し、ノズルニードル 3 4 のニードル上昇速度を演算する。演算手段は、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差が大きくなるのに応じて、ニードル上昇速度を小さくなるように算出する。続く S 2 0 6 では、演算手段は、S 2 0 5 で算出したニードル上昇速度および S 2 0 1 で算出した噴射量に基づいて噴射期間を演算する。

30

【 0 0 4 4 】

制御回路 4 は駆動手段として機能し、演算手段が算出した演算結果に基づく駆動パルスインジェクタ 1 0 のピエゾアクチュエータ 5 2 に印加する。

S 2 0 4 において減圧要求があるとき (S 2 0 4 : Y E S)、駆動手段は、演算手段が S 2 0 5 ~ S 2 0 7 で算出した演算結果に基づき、ピエゾアクチュエータ 5 2 に印加する駆動パルスの電圧を低下する。このとき、ピエゾアクチュエータの充電速度が遅くなるので、ノズルニードルの上昇速度が小さくなる。このため、通路断面積 b は、徐々に大きくなる。

40

【 0 0 4 5 】

S 2 0 4 において減圧要求があるとき (S 2 0 4 : Y E S) における噴射時間と噴射率との関係を図 8 に示す。図 8 では、比較例として、ニードルリフト速度が大きく、通路断面積 b が噴孔断面積 a より大きくなるときの噴射時間と噴射率との関係を実線で示している。時刻 T 0 から時刻 T 1 の間では、通路断面積 b が大きくなるに従い、噴射率が一気に大きくなる。時刻 T 1 から時刻 T 2 の間では、通路断面積 b が噴孔断面積 a より大きくなるので、噴射率は、コモンレール圧および噴孔断面積 a に相関し、略一定のピーク値 $R 5$ を推移する。この噴射率のピーク値 $R 5$ は、エンジンの運転状態に適合する噴射率より大

50

きい。このため、噴射燃料の噴霧化がよくなり、燃焼が活発になる。時刻 T_2 から時刻 T_3 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなる。一回の噴射期間中の燃料噴射量は、 S_{201} で算出した燃料噴射量より多くなる。

【0046】

これに対して、本実施形態の噴射制御によって、通路断面積 b が徐々に大きくなるようにニードル上昇速度を小さくしたときの噴射時間と噴射率との関係を点線で示す。時刻 T_0 から時刻 T_2 の間では、ノズルニードルは、 S_{205} において算出した所定のリフト速度で作動する。通路断面積 b が大きくなるに従って噴射率が大きくなる。しかし、噴射率がピーク値 R_6 に到達するまでの時間 $T_0 - T_2$ は、実線で記載した比較例の噴射率がピーク値 R_5 に到達するまでの時間 $T_0 - T_1$ より長くなっている。時刻 T_2 から時刻 T_3 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなり、燃料噴射が終了する。

10

【0047】

本実施形態では、目標コモンレール圧より実際のコモンレール圧が高いときであっても、ノズルニードルの上昇速度を小さくすることで、噴射初期の噴射率を小さくすることができる。この結果、噴射初期の燃料の噴霧化を抑制することで、燃焼速度が過度に速くなるのを抑制し、エンジンの燃焼騒音およびこのエンジンを搭載した車両の加速ショックを抑制することができる。

【0048】

(第3実施形態)

本発明の第3実施形態の噴射制御処理について図9に基づいて説明する。図9において、 $S_{301} \sim S_{304}$ および S_{308} はそれぞれ第1実施形態の $S_{101} \sim S_{104}$ および S_{107} に相当するので説明を省略する。

20

S_{305} では、演算手段は、アクセル開度センサから読み込んだアクセル開度の情報から、インジェクタからの燃料噴射が停止している噴射停止期間を演算する。続く S_{306} では、演算手段は、噴射停止期間が所定時間よりも短いとき、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差に応じて算出したニードルリフト量を、エンジンの運転状態に適応した噴射率となるよう、さらに小さく補正する。

【0049】

S_{304} において減圧要求があるとき ($S_{304} : YES$) における噴射時間と噴射率との関係を図10に示す。図10では、噴射停止期間が所定時間より長いときの噴射時間と噴射率との関係を実線で示し、噴射停止期間が所定時間より短いときの噴射時間と噴射率との関係を点線で示している。

30

噴射停止期間が所定時間より長いとき、時刻 T_0 から時刻 T_1 の間では、ノズルニードルは、 S_{306} において目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差に応じて算出した所定の位置までリフトし、通路断面積 b が大きくなるに従って噴射率が大きくなる。噴射率は、エンジンの運転状態に適応した噴射率のピーク値 R_7 で維持される。時刻 T_1 から時刻 T_2 の間では、噴射率はピーク値 R_7 を維持している。時刻 T_2 から時刻 T_3 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなり、燃料噴射が終了する。 S_{307} において算出した時刻 T_0 から時刻 T_3 までの噴射期間により、 S_{101} で算出した燃料噴射量が噴射される。

40

【0050】

噴射停止期間が所定時間より短いとき、エンジンの回転数が下がっているのに関わらず、気筒内の温度は噴射停止前の気筒内温度が維持されており、制御目標としての気筒内温度より高くなっている。このため、 S_{306} において、演算手段は、燃焼が過度に活発にならないよう、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差に応じて算出したノズルリフト量をさらに小さくするように補正する。

【0051】

時刻 T_0 から時刻 T_1 の間では、ノズルニードルは、 S_{306} において算出した所定の位置までリフトし、噴射率は、エンジンの運転状態に適応したピーク値 R_8 で維持される。時刻 T_1 から時刻 T_4 の間では、噴射率はピーク値 R_8 を維持している。時刻 T_4 か

50

ら時刻 T 5 の間では、通路断面積 b が小さくなるに従い噴射率が小さくなり、燃料噴射が終了する。S 3 0 7 において算出した時刻 T 0 から時刻 T 5 までの噴射期間により、S 1 0 1 で算出した燃料噴射量が噴射される。

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、演算手段は、インジェクタから燃料の噴射供給が停止している噴射停止期間を演算し、目標コモンレール圧と実際のコモンレール圧との圧力差に応じて算出したノズルニードルのリフト量を、エンジンの運転状態に適応した噴射率になるように補正する。噴射停止期間が短いと、気筒内の温度は、制御目標としての気筒内温度より高くなり、噴射率に対して燃焼が活発になる。このため、演算手段は、噴射率がエンジンの運転状態に適応するようにノズルニードルのリフト量を補正する。これにより、噴射率を高精度に制御し、燃料噴射制御の精度を向上することができる。

10

【 0 0 5 3 】

(他の実施形態)

上述した複数の実施形態では、演算手段は、ニードルリフト量またはニードル上昇速度を小さく算出した。しかし、噴射期間には一定の制限があるため、目標とする燃料噴射量がある一定の所定量よりも多くなると、噴射初期から噴射率が大きくなり、内燃機関の燃焼速度が過度に速くなる可能性がある。内燃機関の燃焼速度は、噴射初期の噴射率に依存している。そこで、目標とする燃料噴射量が所定量より少ないときは、ノズルニードルのリフト量を小さく算出することで、噴射期間を通して噴射率を適正にし、一方、目標とする燃料噴射量が所定量より多いときは、相対的にノズルニードルの上昇速度を小さく算出することで、噴射初期の噴射率を小さくしてもよい。

20

【 0 0 5 4 】

また、上述した第 3 実施形態では、演算手段は、噴射停止期間に応じてニードルリフト量を補正した。これに対し、噴射停止期間に応じてニードル上昇速度を補正してもよい。

このように、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、上記複数の実施形態を組み合わせることに加え、種々の実施形態に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 5 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態におけるエンジンの概略構成図。

30

【図 2】本発明の第 1 実施形態におけるインジェクタの断面図。

【図 3】本発明の第 1 実施形態におけるインジェクタの要部断面図。

【図 4】本発明の第 1 実施形態における噴射制御のフロー図。

【図 5】本発明の第 1 実施形態における噴射時間と噴射率との関係図。

【図 6】本発明の第 1 実施形態における噴射時間と噴射率との関係図。

【図 7】本発明の第 2 実施形態における噴射制御のフロー図。

【図 8】本発明の第 2 実施形態における噴射時間と噴射率との関係図。

【図 9】本発明の第 3 実施形態における噴射制御のフロー図。

【図 10】本発明の第 3 実施形態における噴射時間と噴射率との関係図。

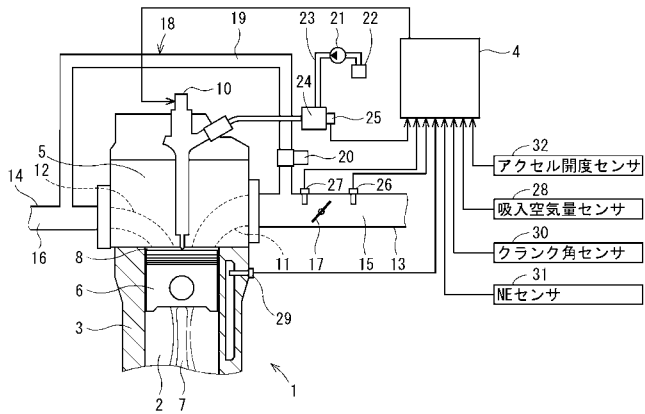
【符号の説明】

40

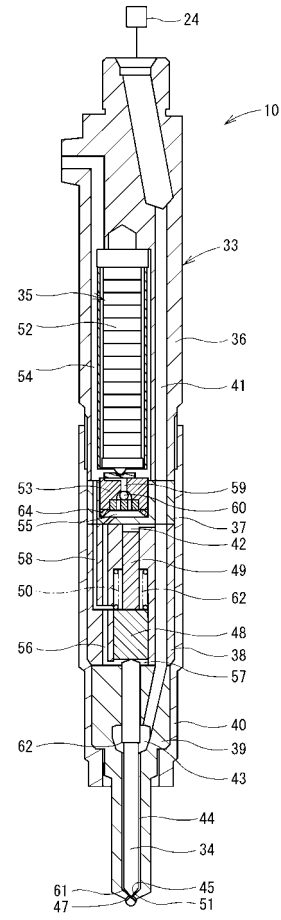
【 0 0 5 6 】

1 : エンジン (内燃機関)、2 : 気筒、4 : 制御回路、10 : インジェクタ (燃料噴射弁)、21 : 高圧ポンプ (燃料ポンプ)、24 : コモンレール、25 : コモンレール圧力センサ (圧力検出手段)、34 : ノズルニードル、35 : 駆動部、39 : ノズルボディ、45 : 弁座、47 : 噴孔

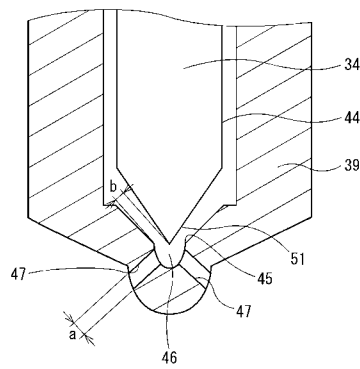
【図 1】



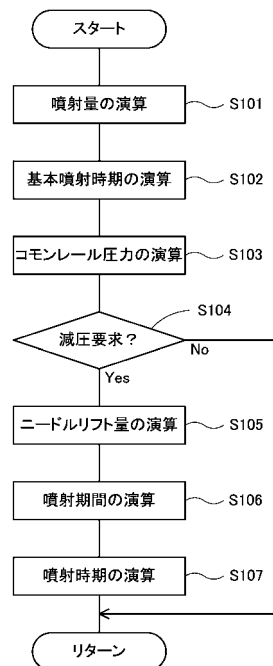
【図 2】



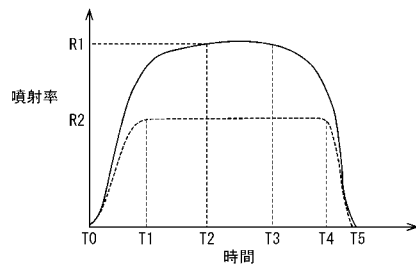
【図 3】



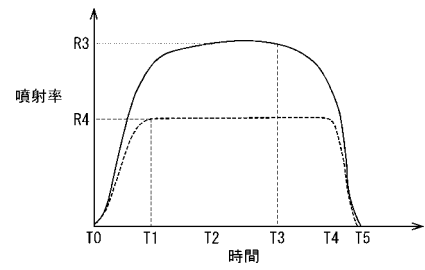
【図 4】



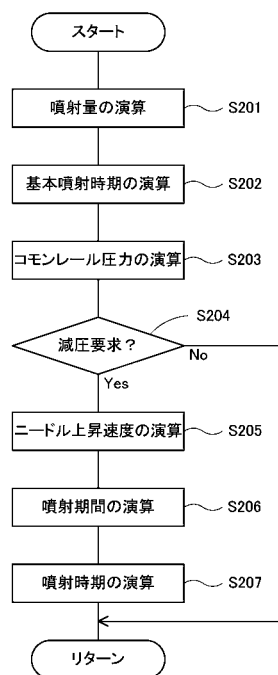
【図 5】



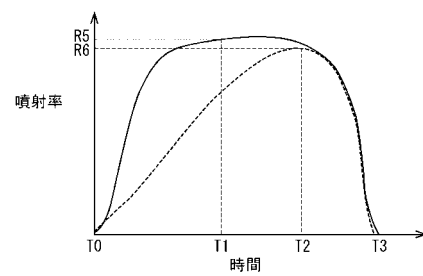
【図 6】



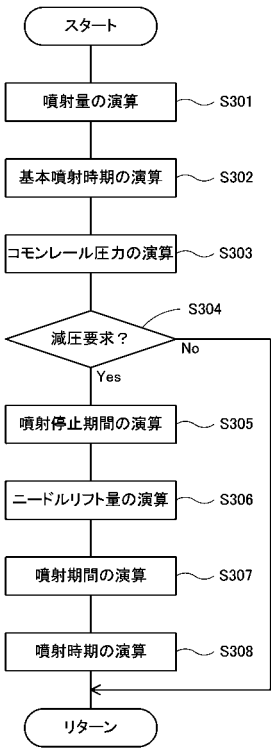
【図 7】



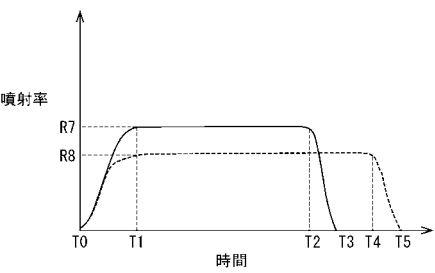
【図 8】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 淳

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

F ターム(参考) 3G066 AA07 AA13 AB02 AC09 AD12 BA13 BA19 BA22 BA51 BA61
CC01 CC06T CC08U CC14 CC52 CC56 CC64U CC69 CD26 CE27
DA01 DA04 DA08 DB01 DB17 DC04 DC05 DC06 DC09 DC11
DC13 DC14 DC18 DC19
3G301 HA02 HA13 JA04 JA11 JA37 KA11 LB11 LC05 MA11 MA18
MA27 NA06 NA08 NB14 NC02 ND02 NE06 PA01Z PA07Z PA10Z
PB08Z PE01Z PE03Z PE08Z PF03Z