

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3804421号
(P3804421)

(45) 発行日 平成18年8月2日(2006.8.2)

(24) 登録日 平成18年5月19日(2006.5.19)

(51) Int. Cl.

F I

FO2M 61/10	(2006.01)	FO2M 61/10	D
FO2M 47/00	(2006.01)	FO2M 47/00	F
FO2M 61/16	(2006.01)	FO2M 47/00	P
FO2M 61/20	(2006.01)	FO2M 61/16	D
FO2M 45/08	(2006.01)	FO2M 61/20	P

請求項の数 10 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-275012 (P2000-275012)
 (22) 出願日 平成12年9月6日(2000.9.6)
 (65) 公開番号 特開2002-81358 (P2002-81358A)
 (43) 公開日 平成14年3月22日(2002.3.22)
 審査請求日 平成15年4月10日(2003.4.10)

(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 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也
 (72) 発明者 渡辺 義正
 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 大前 和広
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにした燃料噴射装置であって、

前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、高压燃料供給通路と前記第一圧力制御室とを第一入口通路によって連通すると共に前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第一出口通路によって連通し、前記高压燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高压燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記第一入口通路を介して前記第一圧力制御室内に流入する燃料流量よりも前記第二入口通路を介して前記第二圧力制御室内に流入する燃料流量が大きくなるように前記第一入口

10

20

通路及び前記第二入口通路を形成し、前記圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時、前記第三入口通路から前記圧力制御弁室内への燃料の流れが前記圧力制御弁によって遮断されると共に、前記第二圧力制御室内の燃料が前記第二出口通路を介して流出するようにした燃料噴射装置。

【請求項2】

燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全閉され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにした燃料噴射装置であって、

10

前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、高圧燃料供給通路と前記第一圧力制御室とを第一入口通路によって連通すると共に前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第一出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記第一圧力制御室から前記第一出口通路を介して流出する燃料流量よりも前記第二圧力制御室から前記第二出口通路を介して流出する燃料流量が小さくなるように前記第一出口通路及び前記第二出口通路を形成し、前記圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時、前記第三入口通路から前記圧力制御弁室内への燃料の流れが前記圧力制御弁によって遮断されると共に、前記第二圧力制御室内の燃料が前記第二出口通路を介して流出するようにした燃料噴射装置。

20

【請求項3】

燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全閉され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにした燃料噴射装置であって、

30

前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、高圧燃料供給通路と前記第一圧力制御室とを第一入口通路によって連通すると共に前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第一出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記第二圧力制御室から前記第二出口通路を介して前記圧力制御弁室内に流入する燃料流量係数が前記圧力制御弁室から前記第二出口通路を介して前記第二圧力制御室内に流入する燃料流量係数よりも小さくなるように前記第二出口通路を形成し、前記圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時、前記第三入口通路から前記圧力制御弁室内への燃料の流れが前記圧力制御弁によって遮断されると共に、前記第二圧力制御室内の燃料が前記第二出口通路を介して流出するようにした燃料噴射装置。

40

50

【請求項 4】

最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめることが要求されると、前記圧力制御弁を最小リフト位置から中間リフト位置まで移動させてその位置に維持し、次いで、最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめることが要求されると、前記圧力制御弁を中間リフト位置から最大リフト位置まで移動させてその位置に維持するようにした請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を所定期間全開せしめ、次いで、最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめることが要求されると、前記圧力制御弁を最小リフト位置から最大リフト位置に向かって移動させるのを開始すると共に、前記所定期間経過時に前記圧力制御弁が最大リフト位置に到達するように圧力制御弁の移動速度を設定した請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の燃料噴射装置。

10

【請求項 6】

主燃料を噴射する前に副燃料を噴射すべきときに、まず、前記圧力制御弁を中間リフト位置に配置し、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめて燃料噴射を実行し、次いで、所定時間経過後であって主燃料噴射前に、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置し、前記噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくした状態で全開するまでの間に燃料噴射を実行するようにした請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項 7】

主燃料を噴射した後に副燃料を噴射すべきときに、まず、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置し、前記噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくした状態で全開するまでの間に燃料噴射を実行し、次いで所定時間経過後に、前記圧力制御弁を中間リフト位置に配置し、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめて燃料噴射を実行するようにした請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の燃料噴射装置。

20

【請求項 8】

前記高圧燃料供給通路内の圧力が要求値よりも高いとき、前記圧力制御弁を中間リフト位置に配置し、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめて燃料噴射を実行するようにした請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項 9】

燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにした燃料噴射装置であって、

30

40

前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第一出口通路によって連通し、高圧燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路から前記第三入口通路を介して前記圧力制御弁室内に供給された燃料が前記第一出口通路を介して前記第一圧力制御室内に供給されるようにした燃料噴射装置。

【請求項 10】

最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開すべきとき、前記噴孔開閉弁の開弁動作時に、前記圧力制御弁を中間リフト位置よりも最大リフト位置側にシフトして配

50

置するようにした請求項 1、2、3 及び 9 の何れか一項に記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は燃料噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置が知られている。この種の燃料噴射装置の例としては、例えば特開平 8 - 334072 号公報に記載されたものがある。特開平 8 - 334072 号公報に記載された第一の燃料噴射装置では、噴孔から噴射すべき燃料を燃料噴射装置に供給する高圧燃料供給通路内の圧力を変更することにより、噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を変更せしめられる。また、特開平 8 - 334072 号公報に記載された第二の燃料噴射装置では、噴孔開閉弁の全開時に噴孔開閉弁が突き当てられる突き当て部の位置を変更するためにピエゾ式アクチュエータの伸長量を変更せしめられる。つまり、この燃料噴射装置では、突き当て部の位置がピエゾ式アクチュエータにより直接制御される。

10

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述したように特開平 8 - 334072 号公報に記載された第一の燃料噴射装置では、噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を変更せしめるために、高圧燃料供給通路内の圧力を変更しなければならない。また、特開平 8 - 334072 号公報に記載された第二の燃料噴射装置では、噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量の変更が、ピエゾ式アクチュエータの伸長量を変更することにより行われる。従って、最大リフト量を変更することが予定されていない場合であっても、温度が変化するとピエゾ式アクチュエータの伸長量（熱膨張量）が変化してしまい、最大リフト量も変化してしまう。つまり、特開平 8 - 334072 号公報に記載された第二の燃料噴射装置では、温度が変化したときに最大リフト量を正確に制御することができない。

20

【0004】

また特開平 8 - 334072 号公報には、高圧燃料供給通路内の圧力を変更することなく噴孔開閉弁が最大リフト量を小さくして全開された状態を噴孔開閉弁が全閉された状態に切り換えている期間中に、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開された状態にならないようにする方法について開示されていない。

30

【0005】

前記問題点に鑑み、本発明は、高圧燃料供給通路内の圧力を変更する必要なく噴孔開閉弁の最大リフト量を変更することができると共に、温度が変化した場合であっても噴孔開閉弁の最大リフト量を正確に制御することができることに加え、高圧燃料供給通路内の圧力を変更することなく噴孔開閉弁が最大リフト量を小さくして全開された状態を噴孔開閉弁が全閉された状態に切り換えている期間中に、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開された状態にならないようにすることができる燃料噴射装置を提供することを目的とする。

40

【0006】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明によれば、燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を

50

最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全閉され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにしたであって、前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、高压燃料供給通路と前記第一圧力制御室とを第一入口通路によって連通すると共に前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第一出口通路によって連通し、前記高压燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高压燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記第一入口通路を介して前記第一圧力制御室内に流入する燃料流量よりも前記第二入口通路を介して前記第二圧力制御室内に流入する燃料流量が大きくなるように前記第一入口通路及び前記第二入口通路を形成し、前記圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時、前記第三入口通路から前記圧力制御弁室内への燃料の流れが前記圧力制御弁によって遮断されると共に、前記第二圧力制御室内の燃料が前記第二出口通路を介して流出するようにした燃料噴射装置が提供される。

10

【0009】

請求項1に記載の燃料噴射装置では、圧力制御弁を中間リフト位置に配置するか、あるいは、最大リフト位置に配置するかを選択することにより、噴孔開閉弁の全開時の最大リフト量の変更せしめられる。つまり、最大リフト量を変更するために、圧力制御弁のリフト位置を変更すればよく、高压燃料供給通路内の圧力を変更する必要がない。また、最大リフト量を変更するために変更される対象が第一圧力制御室及び第二圧力制御室内の圧力であるため、ピエゾ式アクチュエータの伸長量を変更することにより最大リフト量を変更する場合のように温度変化に伴って最大リフト量が変化してしまうことがない。そのため、高压燃料供給通路内の圧力を変更する必要なく噴孔開閉弁の全開時の最大リフト量を変更することができると共に、温度が変化した場合であっても噴孔開閉弁の全開時の最大リフト量を正確に制御することができる。更に請求項1に記載の燃料噴射装置では、圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に噴孔開閉弁が全閉され、圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で噴孔開閉弁が全開され、圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で噴孔開閉弁が全開される。つまり、圧力制御弁リフト量を小さくするに従って噴孔開閉弁リフト量も小さくなる。そのため、噴孔開閉弁が最大リフト量を小さくして全開された状態から噴孔開閉弁が全閉された状態への切替期間中に、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開された状態になることはない。それゆえ、高压燃料供給通路内の圧力を変更することなく噴孔開閉弁が最大リフト量を小さくして全開された状態を噴孔開閉弁が全閉された状態に切り換えている期間中に、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開された状態にならないようにすることができる。すなわち、燃料噴射率を高くする必要がない噴孔開閉弁の閉弁動作中に燃料噴射率が高くなってしまふのを回避することができる。

20

30

【0011】

また、請求項1に記載の燃料噴射装置では、第一入口通路を介して第一圧力制御室内に流入する燃料流量よりも第二入口通路を介して第二圧力制御室内に流入する燃料流量が大きくなる。つまり、第二圧力制御室内の圧力が第一圧力制御室内の圧力よりも高くなりやすくされ、噴孔開閉弁の最大リフト量を大きくした状態よりも噴孔開閉弁の最大リフト量を小さくした状態になりやすくされる。そのため、圧力制御弁の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

40

【0012】

請求項2に記載の発明によれば、燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最

50

大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全閉され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにした燃料噴射装置であって、前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、高圧燃料供給通路と前記第一圧力制御室とを第一入口通路によって連通すると共に前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第一出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記第一圧力制御室から前記第一出口通路を介して流出する燃料流量よりも前記第二圧力制御室から前記第二出口通路を介して流出する燃料流量が小さくなるように前記第一出口通路及び前記第二出口通路を形成し、前記圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時、前記第三入口通路から前記圧力制御弁室内への燃料の流れが前記圧力制御弁によって遮断されると共に、前記第二圧力制御室内の燃料が前記第二出口通路を介して流出するようにした燃料噴射装置が提供される。

10

【0013】

20

請求項2に記載の燃料噴射装置では、第一圧力制御室から第一出口通路を介して流出する燃料流量よりも第二圧力制御室から第二出口通路を介して流出する燃料流量が小さくされる。つまり、第二圧力制御室内の圧力が第一圧力制御室内の圧力よりも高くなりやすくされ、噴孔開閉弁の最大リフト量を大きくした状態よりも噴孔開閉弁の最大リフト量を小さくした状態になりやすくされる。そのため、圧力制御弁の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

【0014】

請求項3に記載の発明によれば、燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全閉され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにした燃料噴射装置であって、前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、高圧燃料供給通路と前記第一圧力制御室とを第一入口通路によって連通すると共に前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第一出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記第二圧力制御室から前記第二出口通路を介して前記圧力制御弁室内に流入する燃料流量係数が前記圧力制御弁室から前記第二出口通路を介して前記第二圧力制御室内に流入する燃料流量係数よりも小さくなるように前記第二出口通路を形成し、前記圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時、前記第三入口通路から前記圧力制御弁室内への燃料の流れが前記圧力制御弁によって遮断されると共に、前記第二圧力制御室内の燃料が前記第二出口通路を介して流出するようにした燃料噴射装置が提供される。

30

40

50

【0015】

請求項3に記載の燃料噴射装置では、第二圧力制御室から第二出口通路を介して圧力制御弁室内に流入する燃料流量係数が圧力制御弁室から第二出口通路を介して第二圧力制御室内に流入する燃料流量係数よりも小さくされる。すなわち、燃料が第二圧力制御室から比較的流出しづらくされる。つまり、第二圧力制御室内の圧力が第一圧力制御室内の圧力よりも高くなりやすくされ、噴孔開閉弁の最大リフト量を大きくした状態よりも噴孔開閉弁の最大リフト量を小さくした状態になりやすくされる。そのため、圧力制御弁の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。更に、第二圧力制御室から第二出口通路を介して圧力制御弁室内に流入する燃料流量係数が圧力制御弁室から第二出口通路を介して第二圧力制御室内に流入する燃料流量係数よりも小さくされることにより、燃料が第二圧力制御室内に比較的流入しやすくされる。そのため、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開されている状態から噴孔開閉弁が全閉されている状態へ切り換えるときにその切換を促進することができる。つまり、噴孔開閉弁の閉弁速度を増加させることができる。

10

【0016】

請求項4に記載の発明によれば、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめることが要求されると、前記圧力制御弁を最小リフト位置から中間リフト位置まで移動させてその位置に維持し、次いで、最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめることが要求されると、前記圧力制御弁を中間リフト位置から最大リフト位置まで移動させてその位置に維持するようにした請求項1から3の何れか一項に記載の燃料噴射装置が提供される。

20

【0017】

請求項4に記載の燃料噴射装置では、最大リフト量を小さくした状態で噴孔開閉弁が全開せしめられ、次いで、最大リフト量を大きくした状態で噴孔開閉弁が全開せしめられる。そのため、噴孔開閉弁の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的低い燃料噴射を実行し、噴孔開閉弁の開弁期間後半に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行することができる。それゆえ、噴孔開閉弁の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行するのに伴ってNOx発生量が増加し燃焼騒音が増加してしまうのを抑制することができる。

【0018】

請求項5に記載の発明によれば、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を所定期間全開せしめ、次いで、最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめることが要求されると、前記圧力制御弁を最小リフト位置から最大リフト位置に向かって移動させるのを開始すると共に、前記所定期間経過時に前記圧力制御弁が最大リフト位置に到達するように圧力制御弁の移動速度を設定した請求項1から3の何れか一項に記載の燃料噴射装置が提供される。

30

【0019】

請求項5に記載の燃料噴射装置では、最大リフト量を小さくした状態で噴孔開閉弁が全開せしめられ、次いで、最大リフト量を大きくした状態で噴孔開閉弁が全開せしめられる。そのため、噴孔開閉弁の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的低い燃料噴射を実行し、噴孔開閉弁の開弁期間後半に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行することができる。それゆえ、噴孔開閉弁の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行するのに伴ってNOx発生量が増加し燃焼騒音が増加してしまうのを抑制することができる。

40

【0020】

請求項6に記載の発明によれば、主燃料を噴射する前に副燃料を噴射すべきときに、まず、前記圧力制御弁を中間リフト位置に配置し、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめて燃料噴射を実行し、次いで、所定時間経過後であって主燃料噴射前に、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置し、前記噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくした状態で全開するまでの間に燃料噴射を実行するようにした請求項1から3の何れか一項に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0021】

50

請求項 6 に記載の燃料噴射装置では、主燃料を噴射する前に副燃料を噴射すべきときに、まず、燃料噴射率が比較的低い燃料噴射が実行される。そのため、筒内圧及び筒内温度が低い主燃料噴射前に燃料噴射率が比較的高く燃料噴霧の貫徹力が比較的大きい燃料噴射が実行されるのに伴ってシリンダ壁面に燃料が付着してしまうのを抑制することができる。更に請求項 6 に記載の燃料噴射装置では、主燃料噴射前の燃料噴射率が比較的低い燃料噴射に次いで燃料噴射率が比較的高い燃料噴射が実行される。そのため、燃料噴霧の貫徹力が増加せしめられ、燃料噴霧を主燃料着火位置の近くに配置することができる。それゆえ、燃料噴霧を主燃料着火位置の近くに配置できないのに伴ってスモーク発生量が増加してしまうのを抑制することができる。

【 0 0 2 2 】

請求項 7 に記載の発明によれば、主燃料を噴射した後に副燃料を噴射すべきときに、まず、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置し、前記噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくした状態で全開するまでの間に燃料噴射を実行し、次いで所定時間経過後に、前記圧力制御弁を中間リフト位置に配置し、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめて燃料噴射を実行するようにした請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の燃料噴射装置が提供される。

【 0 0 2 3 】

請求項 7 に記載の燃料噴射装置では、主燃料を噴射した後に副燃料を噴射すべきときに、まず、燃料噴射率が比較的高い燃料噴射が実行される。そのため、燃料噴霧の貫徹力が増加せしめられ、筒内混合気の攪拌を促進することができる。それゆえ、筒内において微粒子を再燃焼させるのを促進することができる。更に請求項 7 に記載の燃料噴射装置では、主燃料噴射後の燃料噴射率が比較的高い燃料噴射に次いで燃料噴射率が比較的低い燃料噴射が実行される。そのため、機関排気通路内の触媒等に還元剤として H C を供給することができる。また、燃料噴霧の貫徹力が減少せしめられるため、燃焼が行われていない排気行程中に燃料がシリンダ壁面に付着してしまうのを抑制することができる。

【 0 0 2 4 】

請求項 8 に記載の発明によれば、前記高圧燃料供給通路内の圧力が要求値よりも高いとき、前記圧力制御弁を中間リフト位置に配置し、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開せしめて燃料噴射を実行するようにした請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の燃料噴射装置が提供される。

【 0 0 2 5 】

請求項 8 に記載の燃料噴射装置では、高圧燃料供給通路内の圧力が要求値よりも高いときに燃料噴射率が比較的低い燃料噴射が実行される。そのため、高圧燃料供給通路内の圧力が要求値よりも高いときに燃料噴射率が比較的高い燃料噴射が実行されるのに伴って異常な作動音が発生してしまうのを抑制することができる。また、高圧燃料供給通路内の圧力が要求値よりも高いときの異常な作動音を抑制するために電磁リリース弁を設けたり、燃料噴射装置のカラ打ちを実行する必要性を排除することができる。

【 0 0 2 6 】

請求項 9 に記載の発明によれば、燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記噴孔開閉弁の全開時のリフト量である最大リフト量を調節する最大リフト量調節手段を設け、最大リフト量を大きくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第一圧力制御室と、最大リフト量を小さくする側に前記最大リフト量調節手段を付勢する第二圧力制御室とを設け、前記第一圧力制御室内の圧力及び前記第二圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁を最小リフト位置に配置した時に前記噴孔開閉弁が全閉され、前記圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時に最大リフト量を大きくした状態で前記噴孔開閉弁が全開され、前記圧力制御弁を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置した時に最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁が全開されるようにした燃料噴射装置であって、前記圧力制御弁を圧力制御弁室内に配置し、前記第一圧力制御室と前記圧力制御弁室

10

20

30

40

50

とを第一出口通路によって連通し、高圧燃料供給通路と前記第二圧力制御室とを第二入口通路によって連通すると共に前記第二圧力制御室と前記圧力制御弁室とを第二出口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路と前記圧力制御弁室とを第三入口通路によって連通し、前記高圧燃料供給通路から前記第三入口通路を介して前記圧力制御弁室内に供給された燃料が前記第一出口通路を介して前記第一圧力制御室内に供給されるようにした燃料噴射装置が提供される。

【0027】

請求項9に記載の燃料噴射装置では、高圧燃料供給通路から第三入口通路を介して圧力制御弁室内に供給された燃料が第一出口通路を介して第一圧力制御室内に供給される。そのため、高圧燃料供給通路から第一圧力制御室内に燃料を供給するために高圧燃料供給通路と第一圧力制御室とを連通している通路を排除することができる。また、高圧燃料供給通路と第一圧力制御室とを連通している通路が設けられている場合よりも第一圧力制御室内の圧力が低くなりやすくされ、噴孔開閉弁の最大リフト量を大きくした状態よりも噴孔開閉弁の最大リフト量を小さくした状態になりやすくされる。そのため、圧力制御弁の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

10

【0028】

請求項10に記載の発明によれば、最大リフト量を小さくした状態で前記噴孔開閉弁を全開すべきとき、前記噴孔開閉弁の開弁動作時に、前記圧力制御弁を中間リフト位置よりも最大リフト位置側にシフトして配置するようにした請求項1、2、3及び9の何れか一項に記載の燃料噴射装置が提供される。

20

【0029】

請求項10に記載の燃料噴射装置では、最大リフト量を小さくした状態で噴孔開閉弁を全開すべきとき、噴孔開閉弁の開弁動作時に、圧力制御弁が中間リフト位置よりも最大リフト位置側にシフトして配置される。そのため、噴孔開閉弁の開弁動作時に圧力制御弁が中間リフト位置に配置される場合よりも噴孔開閉弁を開弁側に付勢する力を大きくすることができる。それゆえ、噴孔開閉弁を確実に開弁させることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

30

【0031】

図1は本発明の燃料噴射装置の第一の実施形態の全体構成図、図2は図1の拡大図である。図1及び図2において、1は燃料噴射用噴孔、2は燃料噴射用噴孔1を開閉するニードル弁、2aはニードル弁2の上側に配置されたコマンドピストン、3はニードル弁2及びコマンドピストン2aを開弁側に付勢する第一圧力制御室、4はニードル弁2及びコマンドピストン2aを開弁側に付勢する燃料だまり室である。5はニードル弁2の全開時のリフト量である最大リフト量を調節するリフトロックピストンである。つまり、所定の位置に位置せしめられたリフトロックピストン5にコマンドピストン2aが突き当てられた時のニードル弁2の位置が最大リフト位置となる。リフトロックピストン5は、第一圧力制御室3内の圧力により最大リフト量を大きくする側に付勢され、第二圧力制御室6内の圧力により最大リフト量を小さくする側に付勢される。

40

【0032】

第一圧力制御室3内の圧力が第二圧力制御室6内の圧力よりも低い時、リフトロックピストン5は下側に付勢され、突き当て面に突き当たるまで下側に移動せしめられる。一方、第一圧力制御室3内の圧力が第二圧力制御室6内の圧力よりも高い時、リフトロックピストン5は上側に付勢され、突き当て面に突き当たるまで上側に移動せしめられる。10は第一圧力制御室3及び第二圧力制御室6内の圧力を調節するための圧力制御弁、10aは圧力制御弁10を構成する棒状部材、10bは圧力制御弁10を構成する球状部材である。圧力制御弁10は圧力制御弁室8内に配置されている。11は圧力制御弁10を駆動するためのピエゾ式アクチュエータ、12は圧力制御弁10とピエゾ式アクチュエータ11

50

との間に配置された中間油圧室、13はニードル弁2を閉弁側に付勢するばねである。

【0033】

20は高圧の燃料(作動油)が流れる高圧燃料供給通路、21は高圧燃料供給通路20内よりも低圧の燃料が流れる低圧燃料リーク通路である。高圧燃料供給通路20内には、コモンレール(図示せず)から所定の圧力の燃料が供給されている。15は高圧燃料供給通路20と第一圧力制御室3とを連通する第一入口通路、15'は第一入口通路15に形成された絞り部である。16は第一圧力制御室3と圧力制御弁室8とを連通する第一出口通路、16'は第一出口通路16に形成された絞り部である。17は高圧燃料供給通路20と第二圧力制御室6とを連通する第二入口通路、17'は第二入口通路17に形成された絞り部である。18は第二圧力制御室6と圧力制御弁室8とを連通する第二出口通路、18'は第二出口通路18に形成された絞り部である。19は高圧燃料供給通路20と圧力制御弁室8とを連通する第三入口通路、19'は第三入口通路19に形成された絞り部である。

10

【0034】

図2に示すように、ピエゾ式アクチュエータ11が収縮されて圧力制御弁10が全閉されている時、つまり、圧力制御弁10が最小リフト位置に配置されている時(圧力制御弁リフト量 $CL = 0$)、圧力制御弁室8から低圧燃料リーク通路21内への燃料の流れが圧力制御弁10の棒状部材10aによって遮断される。また、高圧燃料供給通路20内の燃料は、第一入口通路15を介して第一圧力制御室3内に流入すると共に、第三入口通路19、圧力制御弁室8及び第一出口通路16を介して第一圧力制御室3内に流入する。その結果、第一圧力制御室3内の燃料がニードル弁2を下側(図1、図2)に付勢する力とばね13がニードル弁2を下側(図1、図2)に付勢する力との合力は、燃料だまり室4内の燃料がニードル弁2を上側(図1、図2)に付勢する力よりも大きくなる。そのため、ニードル弁2が全閉せしめられる(ニードル弁リフト量 $NL = 0$)。尚、この時、高圧燃料供給通路20内の燃料は、第二入口通路17を介して第二圧力制御室6内に流入すると共に、第三入口通路19、圧力制御弁室8及び第二出口通路18を介して第二圧力制御室6内に流入する。その結果、第二圧力制御室6内の燃料がリフトロックピストン5を下側(図1、図2)に付勢する力は、第一圧力制御室3内の燃料がリフトロックピストン5を上側(図1、図2)に付勢する力よりも大きくなる。そのため、リフトロックピストン5が下側(図1、図2)に突き当てられる。

20

30

【0035】

図3は圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時の図2と同様の拡大図である。図3に示すように、ピエゾ式アクチュエータ11が伸長されて圧力制御弁10が全開されている時、つまり、圧力制御弁10が最大リフト位置に配置されている時(圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$)、圧力制御弁室8から低圧燃料リーク通路21内への燃料の流れは圧力制御弁10によって遮断されない。一方で、高圧燃料供給通路20から第三入口通路19を介し圧力制御弁室8内への燃料の流れが圧力制御弁10の球状部材10bによって遮断される。その結果、圧力制御弁室8内の圧力が低下し、第二圧力制御室6内の燃料が第二出口通路18を介して流出せしめられ、第二圧力制御室6内の圧力が低下する。そのため、第二圧力制御室6内の燃料がリフトロックピストン5を下側(図1、図3)に付勢する力が低下し、リフトロックピストン5が上側(図1、図3)に移動せしめられて突き当てられる。また、第一圧力制御室3内の燃料も第一出口通路16を介して流出せしめられ、第一圧力制御室6内の圧力が低下する。そのため、第一圧力制御室3内の燃料がニードル弁2を下側(図1、図3)に付勢する力が低下し、ニードル弁2が上側(図1、図3)、つまり、開弁側に移動せしめられ全開せしめられる。すなわち、ニードル弁2は最大リフト量を大きくした状態で全開せしめられる(ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$)。

40

【0036】

図4は圧力制御弁が最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置されている時の図2と同様の拡大図である。図4に示すように、ピエゾ式アクチュエータ1

50

1 が所定量だけ伸長されて圧力制御弁 10 が中間リフト位置に配置されている時（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）、つまり、圧力制御弁 10 が全閉も全開もされていない時、圧力制御弁室 8 から低圧燃料リーク通路 21 内への燃料の流れは圧力制御弁 10 によって遮断されないものの、その流れは図 3 に示した場合よりも弱くなる。また、高圧燃料供給通路 20 から第三入口通路 19 を介し圧力制御弁室 8 内への燃料の流れも圧力制御弁 10 によって遮断されない。その結果、図 3 に示した場合ほど、圧力制御弁室 8 内の圧力が低下しない。そしてこの場合、第二圧力制御室 6 内の圧力は低下せず、第二圧力制御室 6 内の燃料がリフトロックピストン 5 を下側（図 1、図 4）に付勢する力は、第一圧力制御室 3 内に燃料がリフトロックピストン 5 を上側（図 1、図 4）に付勢する力よりも小さくならない。それゆえ、リフトロックピストン 5 が下側（図 1、図 4）に突き当てられる。一方、この時、第一圧力制御室 3 内の燃料が第一出口通路 16 を介して流出せしめられ、第一圧力制御室 3 内の圧力が低下するように、絞り部 15'、16'、17'、18'、19' の絞り度合いが設定されている。そのため、第一圧力制御室 3 内の燃料がニードル弁 2 を下側（図 1、図 4）に付勢する力が低下し、ニードル弁 2 が上側（図 1、図 4）、つまり、開弁側に移動せしめられ全開せしめられる。すなわち、ニードル弁 2 は最大リフト量を小さくした状態で全開せしめられる（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）。

【0037】

詳細には、第一入口通路 15 を介して第一圧力制御室 3 内に流入する燃料流量よりも第二入口通路 17 を介して第二圧力制御室 6 内に流入する燃料流量が大きくなるように、第一入口通路 15 の絞り部 15' 及び第二入口通路 17 の絞り部 17' の絞り度合いが設定されている。すなわち、絞り部 17' の内径が絞り部 15' の内径よりも大きくされている。そのため、第二圧力制御室 6 内の圧力が第一圧力制御室 3 内の圧力よりも高くなりやすくなり、リフトロックピストン 5 が下側（図 1、図 4）に突き当てられやすくなっている。その結果、最大リフト量を大きくした状態よりも最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 が全開せしめられやすくなっている。つまり、圧力制御弁 10 の中間リフト位置（図 4）として成立する圧力制御弁リフト量の範囲が拡大せしめられている。その結果、最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 を全開させるために圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性が低減せしめられている。本実施形態の変形例では、絞り部 17' の内径を絞り部 15' の内径よりも大きくする代わりに、流体研磨、電解研磨等によって絞り部 17' の入口を絞り部 15' の入口よりも丸みをもたせて、つまり、滑らかに形成することも可能である。あるいは、絞り部 17' を複数設け、絞り部 17' の本数が絞り部 15' の本数より多くなるようにすることも可能である。

【0038】

更に、第一圧力制御室 3 から第一出口通路 16 を介して流出する燃料流量よりも第二圧力制御室 6 から第二出口通路 18 を介して流出する燃料流量が小さくなるように第一出口通路 16 の絞り部 16' 及び第二出口通路 18 の絞り部 18' の絞り度合いが設定されている。すなわち、絞り部 16' の内径が絞り部 18' の内径よりも大きくされている。このことによっても、第二圧力制御室 6 内の圧力が第一圧力制御室 3 内の圧力よりも高くなりやすくなり、リフトロックピストン 5 が下側（図 1、図 4）に突き当てられやすくなっている。その結果、最大リフト量を大きくした状態よりも最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 が全開せしめられやすくなっている。つまり、圧力制御弁 10 の中間リフト位置（図 4）として成立する圧力制御弁リフト量の範囲が拡大せしめられている。その結果、最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 を全開させるために圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性が低減せしめられている。本実施形態の変形例では、絞り部 16' の内径を絞り部 18' の内径よりも大きくする代わりに、流体研磨、電解研磨等によって絞り部 16' の入口を絞り部 18' の入口よりも丸みをもたせて、つまり、滑らかに形成することも可能である。あるいは、絞り部 16' を複数設け、絞り部 16' の本数が絞り部 18' の本数より多くなるようにすることも可能である。

【0039】

10

20

30

40

50

その上、第二圧力制御室 6 から第二出口通路 18 を介して圧力制御弁室 8 内に流入する燃料流量係数が圧力制御弁室 8 から第二出口通路 18 を介して第二圧力制御室 6 内に流入する燃料流量係数よりも小さくなるように第二出口通路 18 の絞り部 18' の形状が設定されている。すなわち、圧力制御弁室 8 から第二圧力制御室 6 へ向かう方向にのみ絞り部 18' が流体研磨されている。このことによっても、第二圧力制御室 6 内の圧力が上昇しやすくなり、リフトロックピストン 5 が下側（図 1、図 4）に突き当てられやすくなっている。その結果、最大リフト量を大きくした状態よりも最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 が全開せしめられやすくなっている。つまり、圧力制御弁 10 の中間リフト位置（図 4）として成立する圧力制御弁リフト量の範囲が拡大せしめられている。その結果、最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 を全開させるために圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性が低減せしめられている。更に、最大リフト量を大きくした状態でニードル弁 2 が全開せしめられているときにニードル弁 2 が全閉される場合には、図 3 に示すようにリフトロックピストン 5 とコマンドピストン 2 a とが当接しているため、燃料が圧力制御弁室 8 から第二出口通路 18 を介して第二圧力制御室 6 内に流入しやすいように絞り部 18' が形成されていることにより、第二圧力制御室 6 内に流入する燃料によってニードル弁 2 の閉弁動作が促進されることになる。

【 0 0 4 0 】

図 5 は本実施形態の燃料噴射装置において最大リフト量を大きくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。図 5 に示すように、圧力制御弁 10 が最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図 2）から最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図 3）に移動されると、ニードル弁 2 が全閉位置（ニードル弁リフト量 $NL = 0$ ）から最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$ ）まで移動せしめられ、高い燃料噴射率 $I R h i g h$ で燃料が噴射される。次いで、圧力制御弁 10 が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図 3）から最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図 2）に移動されると、ニードル弁 2 が最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$ ）から全閉位置（ニードル弁リフト量 $NL = 0$ ）まで移動せしめられ、燃料噴射が停止される。尚、図中の一点鎖線は、圧力制御弁を中間リフト位置に配置した時にニードル弁が最大リフト量を大きくした状態で全開され、圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時にニードル弁が最大リフト量を小さくした状態で全開される燃料噴射装置を使用した場合の圧力制御弁リフト量を示している。この燃料噴射装置を使用した場合のニードル弁リフト量曲線及び燃料噴射率曲線は、本実施形態の燃料噴射装置を使用した場合のニードル弁リフト量曲線及び燃料噴射率曲線と同様になる。

【 0 0 4 1 】

図 6 は本実施形態の燃料噴射装置において最大リフト量を小さくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。図 6 に示すように、圧力制御弁 10 が最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図 2）から中間リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）（図 4）に移動されると、ニードル弁 2 が全閉位置（ニードル弁リフト量 $NL = 0$ ）から最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）まで移動せしめられ、低い燃料噴射率 $I R l o w$ で燃料が噴射される。次いで、圧力制御弁 10 が中間リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）（図 4）から最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図 2）に移動されると、ニードル弁 2 が最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）から全閉位置（ニードル弁リフト量 $NL = 0$ ）まで移動せしめられ、燃料噴射が停止される。尚、図中の一点鎖線は、圧力制御弁を中間リフト位置に配置した時にニードル弁が最大リフト量を大きくした状態で全開され、圧力制御弁を最大リフト位置に配置した時にニードル弁が最大リフト量を小さくした状態で全開される燃料噴射装置を使用した場合の圧力制御弁リフト量を示しており、二点鎖線はその場合のニードル弁リフト量

10

20

30

40

50

を示しており、三点鎖線はその場合の燃料噴射率を示している。この燃料噴射装置を使用した場合、圧力制御弁を最大リフト位置から最小リフト位置まで移動させている間に圧力制御弁が一時的に中間リフト位置に配置され、その結果、ニードル弁リフト量を増加させる必要がないにもかかわらずニードル弁リフト量が一時的に増加し、また、燃料噴射率を増加させる必要がないにもかかわらず燃料噴射率が一時的に増加してしまう。

【0042】

図7は本実施形態の燃料噴射装置において最初に最大リフト量を小さくした状態でニードル弁を全開させ、次いで最大リフト量を大きくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。図7に示すように、まず、圧力制御弁10が最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図2）から中間リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）（図4）に移動されると、ニードル弁2が全閉位置（ニードル弁リフト量 $NL = 0$ ）から最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）まで移動せしめられ、低い燃料噴射率 $IRlow$ で燃料が噴射される。次いで、圧力制御弁10が中間リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）（図4）から最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図3）に移動されると、ニードル弁2が最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）から最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$ ）まで移動せしめられ、高い燃料噴射率 $IRhigh$ で燃料が噴射される。最後に、圧力制御弁10が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図3）から最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図2）に移動されると、ニードル弁2が最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）から全閉位置（ニードル弁リフト量 $NL = 0$ ）まで移動せしめられ、燃料噴射が停止される。

【0043】

図8は本実施形態の変形例の燃料噴射装置において最初に最大リフト量を小さくした状態でニードル弁を全開させ、次いで最大リフト量を大きくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。図8に示すように、まず、圧力制御弁10を最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図2）から最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図3）に向かって移動させるのが開始され、最大リフト量を小さくした状態でニードル弁2を全開させることが要求される期間の経過後に圧力制御弁10が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図3）に到達するように圧力制御弁10の移動速度が比較的低速に設定される。その結果、要求された期間中、ニードル弁2が最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）に維持され、低い燃料噴射率 $IRlow$ で燃料が噴射される。次いで、圧力制御弁10が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図3）に到達すると、ニードル弁2が最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）から最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$ ）まで移動せしめられ、高い燃料噴射率 $IRhigh$ で燃料が噴射される。最後に、圧力制御弁10が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図3）から最小リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = 0$ ）（図2）に移動されると、ニードル弁2が最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）から全閉位置（ニードル弁リフト量 $NL = 0$ ）まで移動せしめられ、燃料噴射が停止される。

【0044】

図9は本実施形態の燃料噴射装置において主燃料噴射前に副燃料を噴射させ主燃料噴射後に更なる副燃料を噴射させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。図9に示すように、まず、圧力制御弁10が中間リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）（図4）に配置され、

ニードル弁 2 が最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）に配置され、予混合圧縮着火（UNIBUS）又は機関冷間時始動のために低い燃料噴射率 $IRlow$ で早期パイロット噴射が行われる。次いで、所定期間燃料噴射が停止された後に、圧力制御弁 10 が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図 3）に配置され、ニードル弁 2 が最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$ ）に向かって移動せしめられ、比較的高い燃料噴射率で近接パイロット噴射が行われる。

【0045】

次いで図 5 に示した場合と同様にして主燃料が噴射され、その後、再び圧力制御弁 10 が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図 3）に配置され、ニードル弁 2 が最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$ ）に向かって移動せしめられ、比較的高い燃料噴射率でアフター噴射が行われる。次いで、所定期間燃料噴射が停止された後に、再び、圧力制御弁 10 が中間リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）（図 4）に配置され、ニードル弁 2 が最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）に配置され、機関排気通路内に配置された NO_x 触媒等に還元剤としての HC を供給するために低い燃料噴射率 $IRlow$ でポスト噴射が行われる。

【0046】

更に本実施形態では、例えば機関高速高負荷状態からの急減速時、あるいは、レーシング後のアクセルオフ時のように、高圧燃料供給通路 20 内の圧力が所定の要求値よりも高い時、圧力制御弁 10 が中間リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{small}$ ）（図 4）に配置され、ニードル弁 2 が最大リフト量を小さくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{small}$ ）に配置され、低い燃料噴射率 $IRlow$ で燃料が噴射される。次いで、高圧燃料供給通路 20 内の圧力が所定の要求値以下になった時には、圧力制御弁 10 が最大リフト位置（圧力制御弁リフト量 $CL = CL_{max}$ ）（図 3）に配置され、ニードル弁 2 が最大リフト量を大きくした状態の全開位置（ニードル弁リフト量 $NL = NL_{max}$ ）に配置され、高い燃料噴射率 $IRhigh$ で燃料が噴射される。本実施形態では、機関運転状態に基づいて高圧燃料供給通路 20 内の圧力が所定の要求値よりも高いか否かを推定するが、本実施形態の変形例では、その代わりに、高圧燃料供給通路 20 内に配置されたセンサによって高圧燃料供給通路 20 内の圧力が所定の要求値よりも高いか否かが判定される。

【0047】

また本実施形態では、燃料噴射率を切り換えるために高圧燃料供給通路 20 内の圧力を変更するのではなく、高圧燃料供給通路 20 内の圧力を所定値に維持しつつ、圧力制御弁 10 のリフト位置を変更することによって燃料噴射率が切り換えられる。詳細には、高圧燃料供給通路 20 内の圧力が、従来の高圧燃料供給通路 20 内の圧力の最高値と最低値との間のほぼ中間値に設定されている。つまり、機関低速低負荷時に低い燃料噴射率が要求されるときには、高圧燃料供給通路 20 内の圧力を最低値に設定して最大リフト量を大きくした状態でニードル弁 2 を全開させるのではなく、高圧燃料供給通路 20 内の圧力を中間値に設定して最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 が全開せしめられる（図 4）

【0048】

本実施形態によれば、圧力制御弁 10 を中間リフト位置（図 4）に配置するか、あるいは、最大リフト位置（図 3）に配置するかを選択することにより、ニードル弁 2 の全開時の最大リフト量を変更せしめられる。つまり、ニードル弁 2 の最大リフト量を変更するために、圧力制御弁 10 のリフト位置を変更すればよく、高圧燃料供給通路 20 内の圧力を変更する必要がない。また、ニードル弁 2 の最大リフト量を変更するために変更される対象が第一圧力制御室 3 及び第二圧力制御室 6 内の圧力であるため、ピエゾ式アクチュエータの伸長量を変更することにより最大リフト量を直接変更する従来の場合のように温度変化に伴って最大リフト量が変化してしまうことがない。そのため、高圧燃料供給通路 20 内

10

20

30

40

50

の圧力を変更する必要なくニードル弁 2 の全開時の最大リフト量を変更することができると共に、温度が変化した場合であってもニードル弁 2 の全開時の最大リフト量を正確に制御することができる。

【 0 0 4 9 】

更に本実施形態によれば、圧力制御弁 1 0 を最小リフト位置 (図 2) に配置した時にニードル弁 2 が全閉され、圧力制御弁 1 0 を最大リフト位置 (図 4) に配置した時に最大リフト量を大きくした状態でニードル弁 2 が全開され、圧力制御弁 1 0 を最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置 (図 3) に配置した時に最大リフト量を小さくした状態でニードル弁 2 が全開される。つまり、圧力制御弁リフト量を小さくするに従ってニードル弁リフト量も小さくなる。そのため、ニードル弁 2 が最大リフト量を小さくして全開された状態 (図 4) からニードル弁 2 が全閉された状態 (図 2) への切替期間中に、ニードル弁 2 が最大リフト量を大きくして全開された状態 (図 3) になることはない。それゆえ、高圧燃料供給通路 2 0 内の圧力を変更することなくニードル弁 2 が最大リフト量を小さくして全開された状態 (図 4) をニードル弁 2 が全閉された状態 (図 2) に切り替えている期間中に、ニードル弁 2 が最大リフト量を大きくして全開された状態 (図 3) にならないようにすることができる。すなわち、図 6 に三点鎖線で示したように燃料噴射率を高くする必要がないニードル弁 2 の閉弁動作中に燃料噴射率が高くなってしまふのを回避することができる。

10

【 0 0 5 0 】

更に本実施形態によれば、第一入口通路 1 5 を介して第一圧力制御室 3 内に流入する燃料流量よりも第二入口通路 1 7 を介して第二圧力制御室 6 内に流入する燃料流量が大きくされる。つまり、第二圧力制御室 6 内の圧力が第一圧力制御室 3 内の圧力よりも高くなりやすくされ、ニードル弁 2 の最大リフト量を大きくした状態 (図 3) よりもニードル弁 2 の最大リフト量を小さくした状態 (図 4) になりやすくされる。そのため、圧力制御弁 1 0 の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

20

【 0 0 5 1 】

更に本実施形態によれば、第一圧力制御室 3 から第一出口通路 1 6 を介して流出する燃料流量よりも第二圧力制御室 6 から第二出口通路 1 8 を介して流出する燃料流量が小さくされる。つまり、第二圧力制御室 6 内の圧力が第一圧力制御室 3 内の圧力よりも高くなりやすくされ、ニードル弁 2 の最大リフト量を大きくした状態 (図 3) よりもニードル弁 2 の最大リフト量を小さくした状態 (図 4) になりやすくされる。そのため、圧力制御弁 1 0 の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

30

【 0 0 5 2 】

更に本実施形態によれば、第二圧力制御室 6 から第二出口通路 1 8 を介して圧力制御弁室 8 内に流入する燃料流量係数が圧力制御弁室 8 から第二出口通路 1 8 を介して第二圧力制御室 6 内に流入する燃料流量係数よりも小さくされる。すなわち、燃料が第二圧力制御室 6 から比較的流出しづらくされる。つまり、第二圧力制御室 6 内の圧力が第一圧力制御室 3 内の圧力よりも高くなりやすくされ、ニードル弁 2 の最大リフト量を大きくした状態 (図 3) よりもニードル弁 2 の最大リフト量を小さくした状態 (図 4) になりやすくされる。そのため、圧力制御弁 1 0 の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。更に、第二圧力制御室 6 から第二出口通路 1 8 を介して圧力制御弁室 8 内に流入する燃料流量係数が圧力制御弁室 8 から第二出口通路 1 8 を介して第二圧力制御室 6 内に流入する燃料流量係数よりも小さくされることにより、燃料が第二圧力制御室 6 内に比較的流入しやすくされる。そのため、ニードル弁 2 が最大リフト量を大きくして全開されている状態 (図 3) からニードル弁 2 が全閉されている状態 (図 2) へ切り換えるときにその切替を促進することができる。つまり、ニードル弁 2 の閉弁速度を増加させることができる。

40

【 0 0 5 3 】

50

更に本実施形態によれば、図7に示したように、最大リフト量を小さくした状態でニードル弁2が全開せしめられ、次いで、最大リフト量を大きくした状態でニードル弁2が全開せしめられる。そのため、ニードル弁2の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的低い燃料噴射を実行し、ニードル弁2の開弁期間後半に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行することができる。それゆえ、ニードル弁2の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行するのに伴ってNOx発生量が増加し燃焼騒音が増加してしまうのを抑制することができる。

【0054】

更に本実施形態の変形例によれば、図8に示したように、最大リフト量を小さくした状態でニードル弁2が全開せしめられ、次いで、最大リフト量を大きくした状態でニードル弁2が全開せしめられる。そのため、ニードル弁2の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的低い燃料噴射を実行し、ニードル弁2の開弁期間後半に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行することができる。それゆえ、ニードル弁2の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行するのに伴ってNOx発生量が増加し燃焼騒音が増加してしまうのを抑制することができる。

【0055】

更に本実施形態によれば、図9に示したように、主燃料を噴射する前に副燃料を噴射すべきときに、まず、燃料噴射率が比較的低い早期パイロット噴射が実行される。そのため、筒内圧及び筒内温度が低い主燃料噴射前に燃料噴射率が比較的高く燃料噴霧の貫徹力が比較的大きい燃料噴射が実行されるのに伴ってシリンダ壁面に燃料が付着してしまうのを抑制することができる。更に主燃料噴射前の燃料噴射率が比較的低い早期パイロット噴射に次いで燃料噴射率が比較的高い近接パイロット噴射が実行される。そのため、燃料噴霧の貫徹力が増加せしめられ、燃料噴霧を主燃料着火位置の近くに配置することができる。それゆえ、燃料噴霧を主燃料着火位置の近くに配置できないのに伴ってスモーク発生量が増加してしまうのを抑制することができる。

【0056】

更に本実施形態によれば、図9に示したように、主燃料を噴射した後に副燃料を噴射すべきときに、まず、燃料噴射率が比較的高いアフター噴射が実行される。そのため、燃料噴霧の貫徹力が増加せしめられ、筒内混合気の攪拌を促進することができる。それゆえ、筒内において微粒子を再燃焼させるのを促進することができる。更に主燃料噴射後の燃料噴射率が比較的高いアフター噴射に次いで燃料噴射率が比較的低いポスト噴射が実行される。そのため、機関排気通路内の触媒等に還元剤としてHCを供給することができる。また、燃料噴霧の貫徹力が減少せしめられるため、燃焼が行われていない排気行程中に燃料がシリンダ壁面に付着してしまうのを抑制することができる。

【0057】

更に本実施形態によれば、高圧燃料供給通路20内の圧力が要求値よりも高いときに燃料噴射率が比較的低い燃料噴射が実行される。そのため、高圧燃料供給通路20内の圧力が要求値よりも高いときに燃料噴射率が比較的高い燃料噴射が実行されるのに伴って異常な作動音が発生してしまうのを抑制することができる。また、高圧燃料供給通路20内の圧力が要求値よりも高いときの異常な作動音を抑制するために電磁リリーフ弁を設けたり、燃料噴射装置のカラ打ちを実行する必要性を排除することができる。

【0058】

以下、本発明の燃料噴射装置の第二の実施形態について説明する。本実施形態の燃料噴射装置の構成は、後述する点を除いて第一の実施形態の燃料噴射装置の構成とほぼ同様である。

【0059】

図10は本実施形態の燃料噴射装置の図2と同様の拡大図である。図10に示すように、本実施形態の燃料噴射装置は第一入口通路15及びその絞り部15'が排除されている点が第一の実施形態の燃料噴射装置と異なる。詳細には、本実施形態においては、高圧燃料供給通路20から第三入口通路19を介して圧力制御弁室8内に供給された燃料が第一出

10

20

30

40

50

口通路16を介して第一圧力制御室3内に供給される。そのため、高圧燃料供給通路20から第一圧力制御室3内に燃料を供給するために高圧燃料供給通路20と第一圧力制御室3とを連通している通路を排除しても、第一圧力制御室3内の燃料を供給することができる。また、高圧燃料供給通路20と第一圧力制御室3とを連通している通路が設けられている場合よりも第一圧力制御室3内の圧力が低くなりやすくされ、ニードル弁2の最大リフト量を大きくした状態よりもニードル弁2の最大リフト量を小さくした状態になりやすくされる。そのため、圧力制御弁10の中間リフト位置(図4)の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

【0060】

図11は本実施形態の燃料噴射装置において最大リフト量を小さくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。図11に示すように、本実施形態では、ニードル弁2を確実に開弁させるために、まず、圧力制御弁10が最小リフト位置(圧力制御弁リフト量 $CL=0$) (図2)から中間リフト位置(圧力制御弁リフト量 $CL=CL_{small}$) (図4)よりも少し大きいリフト位置まで移動せしめられる。その結果、ニードル弁2の開弁動作が確実に開始する。次いで、圧力制御弁10が中間リフト位置(圧力制御弁リフト量 $CL=CL_{small}$) (図4)まで戻されると、ニードル弁2が最大リフト量を小さくした状態の全開位置(ニードル弁リフト量 $NL=NL_{small}$)に維持され、低い燃料噴射率 I_{Rlow} で燃料が噴射される。次いで、圧力制御弁10が中間リフト位置(圧力制御弁リフト量 $CL=CL_{small}$) (図4)から最小リフト位置(圧力制御弁リフト量 $CL=0$) (図2)に移動されると、ニードル弁2が最大リフト量を小さくした状態の全開位置(ニードル弁リフト量 $NL=NL_{small}$)から全閉位置(ニードル弁リフト量 $NL=0$)まで移動せしめられ、燃料噴射が停止される。

【0061】

本実施形態によれば、図11に示したように、最大リフト量を小さくした状態でニードル弁2を全開すべきとき、ニードル弁2の開弁動作時に、圧力制御弁10が中間リフト位置よりも最大リフト位置側にシフトして配置される。そのため、ニードル弁2の開弁動作時に圧力制御弁10が中間リフト位置に配置される場合よりもニードル弁2を開弁側に付勢する力を大きくすることができる。それゆえ、ニードル弁2を確実に開弁させることができる。

【0062】

【発明の効果】

本願の発明によれば、高圧燃料供給通路内の圧力を変更する必要なく噴孔開閉弁の全開時の最大リフト量を変更することができると共に、温度が変化した場合であっても噴孔開閉弁の全開時の最大リフト量を正確に制御することができる。更に噴孔開閉弁が最大リフト量を小さくして全開された状態から噴孔開閉弁が全閉された状態への切換期間中に、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開された状態になることはない。それゆえ、高圧燃料供給通路内の圧力を変更することなく噴孔開閉弁が最大リフト量を小さくして全開された状態を噴孔開閉弁が全閉された状態に切り換えている期間中に、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開された状態にならないようにすることができる。すなわち、燃料噴射率を高くする必要がない噴孔開閉弁の閉弁動作中に燃料噴射率が高くなってしまいうのを回避することができる。

【0063】

特に、請求項1又は2に記載の発明によれば、圧力制御弁の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

【0064】

請求項3に記載の発明によれば、圧力制御弁の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができ

10

20

30

40

50

る。更に、噴孔開閉弁が最大リフト量を大きくして全開されている状態から噴孔開閉弁が全開されている状態へ切り換えるときにその切換を促進することができる。つまり、噴孔開閉弁の開弁速度を増加させることができる。

【0065】

請求項4又は5に記載の発明によれば、噴孔開閉弁の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的低い燃料噴射を実行し、噴孔開閉弁の開弁期間後半に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行することができる。それゆえ、噴孔開閉弁の開弁期間初期に燃料噴射率が比較的高い燃料噴射を実行するのに伴ってNOx発生量が増加し燃焼騒音が増加してしまうのを抑制することができる。

【0066】

請求項6に記載の発明によれば、筒内圧及び筒内温度が低い主燃料噴射前に燃料噴射率が比較的高く燃料噴霧の貫徹力が比較的大きい燃料噴射が実行されるのに伴ってシリンダ壁面に燃料が付着してしまうのを抑制することができる。更に、燃料噴霧の貫徹力が増加せしめられ、燃料噴霧を主燃料着火位置の近くに配置することができる。それゆえ、燃料噴霧を主燃料着火位置の近くに配置できないのに伴ってスモーク発生量が増加してしまうのを抑制することができる。

【0067】

請求項7に記載の発明によれば、燃料噴霧の貫徹力が増加せしめられ、筒内混合気の攪拌を促進することができる。それゆえ、筒内において微粒子を再燃焼させるのを促進することができる。更に、機関排気通路内の触媒等に還元剤としてHCを供給することができる。また、燃料噴霧の貫徹力が減少せしめられるため、燃焼が行われていない排気行程中に燃料がシリンダ壁面に付着してしまうのを抑制することができる。

【0068】

請求項8に記載の発明によれば、高圧燃料供給通路内の圧力が要求値よりも高いときに燃料噴射率が比較的高い燃料噴射が実行されるのに伴って異常な作動音が発生してしまうのを抑制することができる。また、高圧燃料供給通路内の圧力が要求値よりも高いときの異常な作動音を抑制するために電磁リリーフ弁を設けたり、燃料噴射装置のカラ打ちを実行する必要性を排除することができる。

【0069】

請求項9に記載の発明によれば、高圧燃料供給通路から第一圧力制御室内に燃料を供給するために高圧燃料供給通路と第一圧力制御室とを連通している通路を排除することができる。また、圧力制御弁の中間リフト位置の範囲を拡大することができ、圧力制御弁リフト量を正確に制御しなければならない必要性を低減することができる。

【0070】

請求項10に記載の発明によれば、噴孔開閉弁の開弁動作時に圧力制御弁が中間リフト位置に配置される場合よりも噴孔開閉弁を開弁側に付勢する力を大きくすることができる。それゆえ、噴孔開閉弁を確実に開弁させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料噴射装置の第一の実施形態の全体構成図である。

【図2】図1の拡大図である。

【図3】圧力制御弁が最大リフト位置に配置されている時の図2と同様の拡大図である。

【図4】圧力制御弁が最小リフト位置と最大リフト位置との間の中間リフト位置に配置されている時の図2と同様の拡大図である。

【図5】第一の実施形態の燃料噴射装置において最大リフト量を大きくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。

【図6】第一の実施形態の燃料噴射装置において最大リフト量を小さくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。

【図7】第一の実施形態の燃料噴射装置において最初に最大リフト量を小さくした状態で

10

20

30

40

50

ニードル弁を全開させ、次いで最大リフト量を大きくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。

【図 8】第一の実施形態の変形例の燃料噴射装置において最初に最大リフト量を小さくした状態でニードル弁を全開させ、次いで最大リフト量を大きくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。

【図 9】第一の実施形態の燃料噴射装置において主燃料噴射前に副燃料を噴射させ主燃料噴射後に更なる副燃料を噴射させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。

10

【図 10】第二の実施形態の燃料噴射装置の図 2 と同様の拡大図である。

【図 11】第二の実施形態の燃料噴射装置において最大リフト量を小さくした状態でニードル弁を全開させることが要求される場合の圧力制御弁リフト量、ニードル弁リフト量及び燃料噴射率の関係を示した図である。

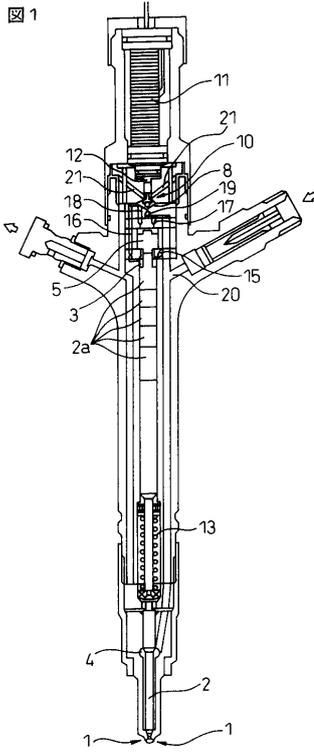
【符号の説明】

- 1 ... 燃料噴射用噴孔
- 2 ... ニードル弁
- 3 ... 第一圧力制御室
- 4 ... 燃料だまり室
- 5 ... リフトロックピストン
- 6 ... 第二圧力制御室
- 8 ... 圧力制御弁室
- 10 ... 圧力制御弁
- 11 ... ピエゾ式アクチュエータ
- 13 ... ばね
- 15 ... 第一入口通路
- 16 ... 第一出口通路
- 17 ... 第二入口通路
- 18 ... 第二出口通路
- 19 ... 第三入口通路
- 15', 16', 17', 18', 19' ... 絞り部
- 20 ... 高圧燃料供給通路
- 21 ... 低圧燃料リーク通路

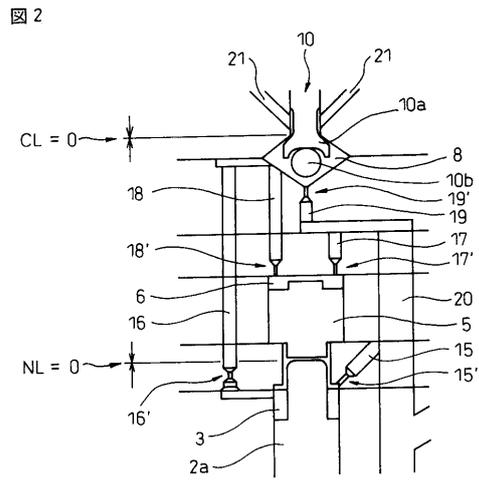
20

30

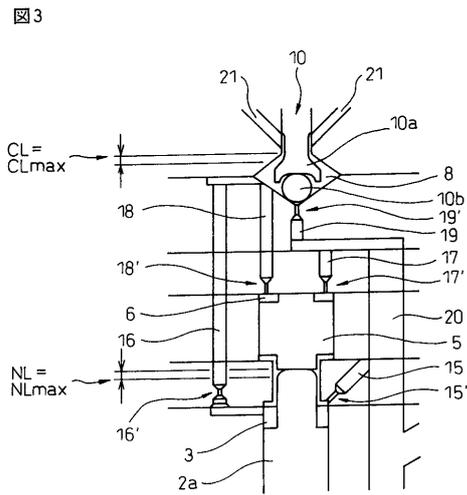
【 図 1 】



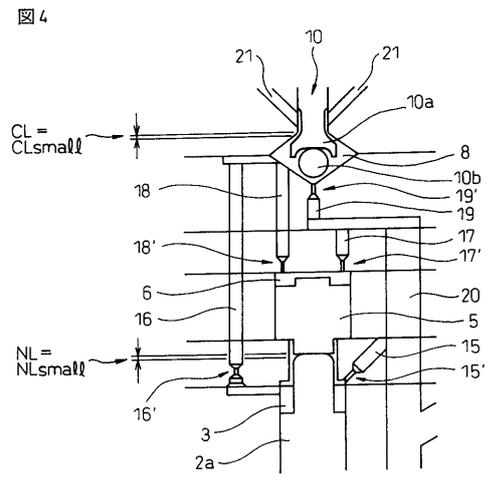
【 図 2 】



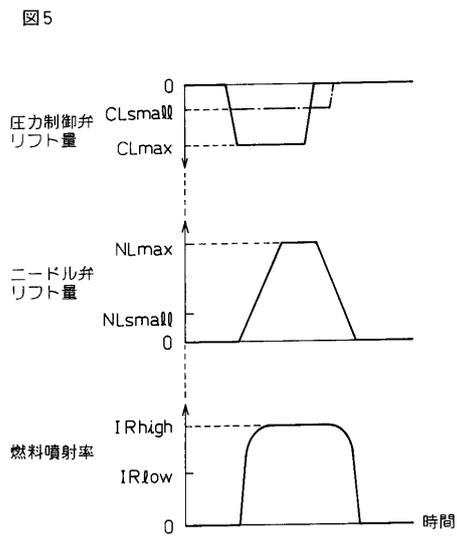
【 図 3 】



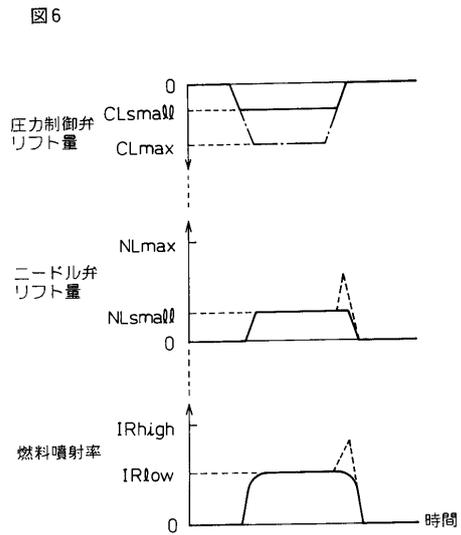
【 図 4 】



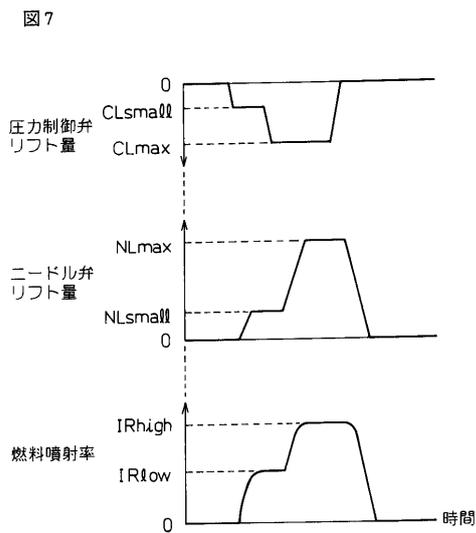
【 図 5 】



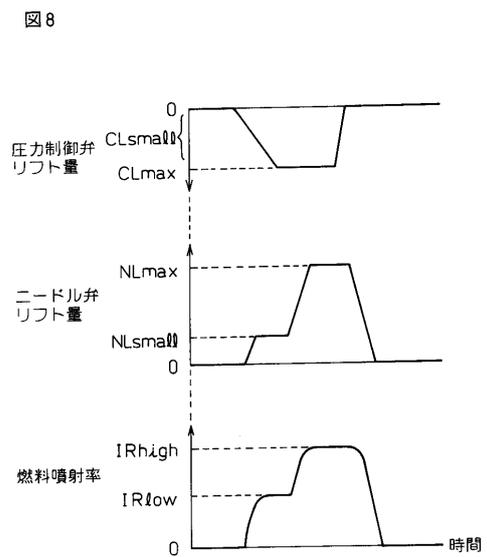
【 図 6 】



【 図 7 】

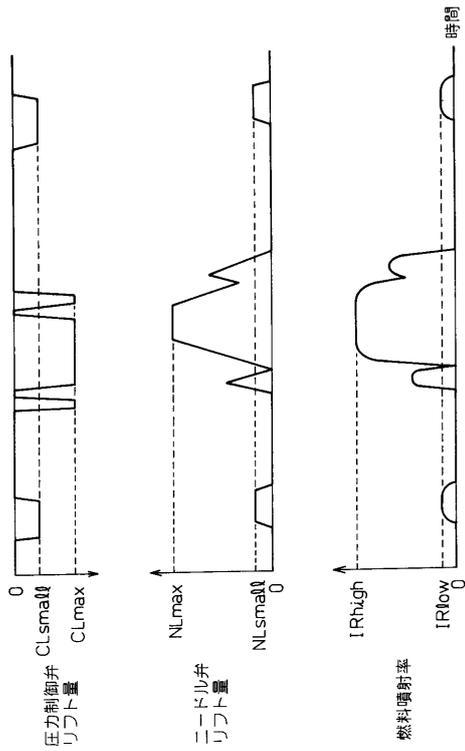


【 図 8 】



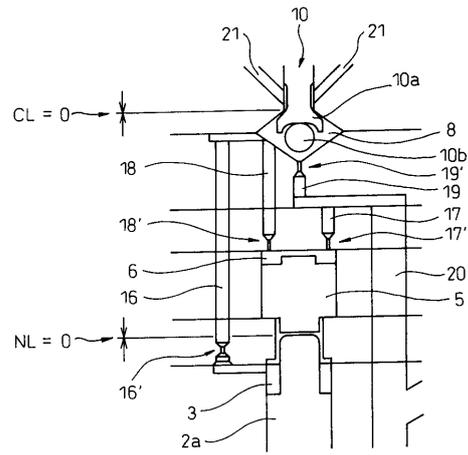
【 図 9 】

図 9



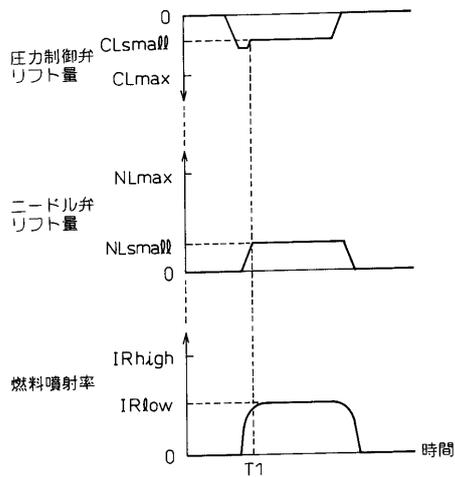
【 図 10 】

図 10



【 図 11 】

図 11



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
F 0 2 M 45/08 Z

審査官 八板 直人

(56) 参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 2 1 1 2 0 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 1 6 7 0 (J P , A)
国際公開第 9 9 / 0 1 5 7 7 9 (W O , A 1)
特開 2 0 0 0 - 1 6 1 1 7 3 (J P , A)
特開平 0 8 - 3 0 3 2 9 0 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F02M 47/00
F02M 47/02
F02M 61/16
F02M 61/20
F02M 45/08
F02D 41/38