

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4803016号  
(P4803016)

(45) 発行日 平成23年10月26日(2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月19日(2011.8.19)

(51) Int.Cl.

F I

<b>FO2M 51/06</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 51/06	N
<b>FO2M 51/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 51/00	E
<b>FO2M 47/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 47/00	A
<b>HO1L 41/083</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 47/00	E
		FO2M 47/00	F

請求項の数 4 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-340893 (P2006-340893)  
 (22) 出願日 平成18年12月19日(2006.12.19)  
 (65) 公開番号 特開2008-151047 (P2008-151047A)  
 (43) 公開日 平成20年7月3日(2008.7.3)  
 審査請求日 平成21年1月26日(2009.1.26)

前置審査

(73) 特許権者 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 100123191  
 弁理士 伊藤 高順  
 (74) 代理人 100138542  
 弁理士 井口 亮社  
 (74) 代理人 100096998  
 弁理士 碓氷 裕彦  
 (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

審査官 赤間 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高压燃料通路(13)から燃料が導入される制御室(26)と、  
 弁体(21)により噴孔(24)を開閉するとともに、前記制御室(26)の燃料圧力  
 により前記弁体(21)が閉弁向きに付勢されるノズル(2)と、  
 前記制御室(26)と低压燃料通路(16)との間を開閉する制御バルブ(3)と、  
 電荷の充放電により伸縮するピエゾスタック(41)とを備え、  
 前記ピエゾスタック(41)の充電電圧が所定電圧になると前記制御バルブ(3)が駆  
 動され、前記制御室(26)と前記低压燃料通路(16)との間を開放して前記弁体(2  
 1)を開弁する燃料噴射弁(1)を複数有した燃料噴射装置に用いられ、  
 前記複数の燃料噴射弁(1)の各ピエゾスタックそれぞれに通電を行うための充電用ス  
 イッチ(204)が備えられており、当該充電用スイッチ(204)がオン/オフされる  
 ことで前記複数の燃料噴射弁(1)に備えられた前記各ピエゾスタック(41)それぞ  
 れに電圧を印加して前記各ピエゾスタックを充電する燃料噴射駆動回路(130)のうち、  
 前記充電用スイッチ(204)に前記各ピエゾスタック(41)を充電するためのパルス  
 状の充電制御信号を入力する燃料噴射制御装置であって、

前記ピエゾスタック(41)を前記パルス状の充電制御信号により複数回充電すること  
 で、前記燃料噴射弁(1)の前記ノズル(2)から1回の燃料噴射が行われる充電期間に  
 前記燃料噴射弁(1)を開弁し、前記充電期間において、前記燃料噴射駆動回路(130  
 )の前記充電用スイッチ(204)に最初に入力する前記充電制御信号のパルス幅を、前

記複数の燃料噴射弁（１）の各制御バルブ（３）がこの最初のパルス幅の範囲内で駆動され前記弁体（２１）を開弁するように、前記各ピエゾスタック（４１）の全てについて充電電圧が前記制御バルブ（３）の駆動必要電圧を超える大きさのパルス幅に設定していることを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項２】

前記燃料噴射駆動回路（１３０）に最初に入力される前記充電制御信号のパルス幅を第１のパルス幅とし、前記充電期間に前記燃料噴射駆動回路（１３０）の前記充電用スイッチ（２０４）に２回目以降に入力される前記充電制御信号のパルス幅を第２のパルス幅とすると、前記第１のパルス幅は前記第２のパルス幅よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項１に記載の燃料噴射制御装置。

10

【請求項３】

前記充電期間に前記燃料噴射駆動回路（１３０）の前記充電用スイッチ（２０４）に２回目以降に入力される前記充電制御信号は、前記各ピエゾスタック（４１）に流れる電流の合計が基準値を下回った後に前記燃料噴射駆動回路（１３０）に入力されるようになっていることを特徴とする請求項１または２に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項４】

前記第２のパルス幅は、前記燃料噴射駆動回路（１３０）の前記充電用スイッチ（２０４）に２回目以降に複数入力する前記充電制御信号によって、前記充電期間に前記各ピエゾスタック（４１）それぞれに一定の充電エネルギーを蓄えさせるパルス幅に設定されていることを特徴とする請求項１ないし３のいずれか１つに記載の燃料噴射制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、燃料を内燃機関に噴射するための燃料噴射制御装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来より、内燃機関では、燃料噴射は短い期間に精度良く行われることが求められており、ピエゾ電気素子はその応答性の良さから燃料噴射を行う燃料噴射弁（以下、インジェクタという）のバルブの開閉制御に適していることが知られている。

【０００３】

そこで、ピエゾ電気素子を備えたインジェクタにおいて、ピエゾ電気素子を数回に分けて充電することで駆動する方法が、例えば特許文献１で提案されている。当該特許文献１では、ピエゾ電気素子に印加する電圧を充電するための駆動回路にスイッチング素子を設け、当該スイッチング素子を所定時間ごとにオン／オフすることであらかじめ設定された電圧までピエゾ電気素子を充電し、充電した電圧でインジェクタの制御バルブを駆動してインジェクタから燃料を噴射する方法が提案されている。

30

【０００４】

上記のようにしてピエゾ電気素子を駆動する駆動回路の代表的な構成として、以下のものがある。当該駆動回路は、ピエゾ電気素子が多数積層されたピエゾスタックに直流電源からインジェクタを介して通電する第１の通電経路を有し、その経路中に直流電源を直接切り離すことができるスイッチング素子を備えている。当該スイッチング素子をオンする時間はあらかじめ設定されている。

40

【０００５】

また、駆動回路には直流電源をバイパスする第２の通電経路が設けられており、当該経路は例えば直流電源が逆バイアスとなるダイオードにより構成されている。当該ダイオードにはスイッチが並列に接続され、ピエゾ電気素子を駆動する際に当該スイッチがオンされるようになっている。

【０００６】

上記駆動回路の作動について、図７に示されるタイミングチャートを用いて説明する。まず、駆動回路は、時間  $t_1$  から時間  $t_3$  までの間に噴射を行う噴射信号および時間  $t_1$

50

から時間  $t_3$  よりも短い時間  $t_2$  までの間にピエゾスタックを充電する充電期間信号がそれぞれ入力されることでピエゾスタックへの充電を行う状態となる。なお、駆動回路には、ダイオードに並列に接続されたスイッチをオンする制御信号も入力され、時間  $t_1$  から時間  $t_5$  までの間、インジェクタの駆動が可能となる。

【0007】

時間  $t_1$  にスイッチング素子にあらかじめ設定されたパルス幅のパルス信号が入力されると、第1の通電経路にピエゾスタックへの漸増する充電電流が流れる。そして、スイッチング素子がオフされると、第2の通電経路にフライホイール作用でピエゾスタックへの漸減する充電電流が流れる。このようにピエゾスタックに充電電流が流れる間、ピエゾスタックに印加される充電電圧、すなわちピエゾ電圧は増加し続ける。

10

【0008】

そして、ピエゾ電流が漸減して0になると再びスイッチング素子がオンされる。このようなスイッチング素子のオン/オフが繰り返されるに伴って、ピエゾスタックに印加されるピエゾ電圧が上昇していく。当該充電方式は、マルチスイッチング方式（以下、MS方式という）として知られている。

【0009】

上記のようにして、ピエゾスタックにピエゾ電圧を充電していき、ピエゾスタックに充電されたピエゾ電圧が一定値（制御バルブ駆動必要電圧）を超えると、インジェクタの制御バルブが開き、ノズルから燃料噴射が行われる。

【0010】

20

続いて、図7に示される時間  $t_3$  で噴射信号がオフになると、時間  $t_3$  から時間  $t_4$  の間に放電期間信号がオンとなり、ピエゾスタックに充電されたピエゾ電圧が放電される。これは、駆動回路に備えられ、ピエゾスタックに充電された電圧をグランドに放電する放電用スイッチがオン/オフされることで行われる。

【0011】

具体的には、図7に示されるように、時間  $t_3$  で放電用スイッチがオンされると、ピエゾ電流が充電時と逆方向に流れ、負のピエゾ電流が流れる。そして、ピエゾ電流が一定値を超えると、駆動回路によって放電用スイッチはオフされ、ピエゾ電流が0になると再び放電用スイッチがオンされる。これが繰り返し行われることで、ピエゾスタックに充電されたピエゾ電圧が放電される。このようにして、インジェクタから燃料噴射を行うことができる。

30

【0012】

上記MS方式は、ピエゾ電気素子の充電速度（駆動速度）を精度良くコントロールすることができ、最大充電電流を抑えることができるため、故障の原因となるピエゾ電気素子の発熱を抑制することができる。

【特許文献1】特開平10-308542号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、上記従来の技術では、MS方式によってピエゾスタックにピエゾ電圧を充放電するに際し、特に充電する場合においては、内燃機関に設置された複数のインジェクタにそれぞれ備えられた各ピエゾスタックの電気特性（例えば温度特性）の差によって、燃料噴射のための制御バルブを開けるピエゾ電圧（制御バルブ駆動必要電圧）にばらつきが生じてしまう。これにより、各インジェクタの制御バルブが動き始めるタイミングがそれぞれ異なってしまう。

40

【0014】

すなわち、図7に示されるように、各インジェクタの制御バルブの動き始めのタイミングが、スイッチング素子を駆動するパルス信号のうち何回目の充電ステップにあるかによってそれぞれ異なってしまう、各インジェクタの制御バルブの動作（バルブリフト）の開始タイミングに差が生じてしまう。これにより、各インジェクタの噴射開始時間がばらつ

50

いてしまい、各インジェクタの噴射量もばらついてしまう。

【0015】

本発明は、上記点に鑑み、内燃機関に設置される複数のインジェクタにおいて、各インジェクタから燃料噴射するに際し、各インジェクタの制御バルブのバルブリフトの開始タイミングのばらつきを低減することができる燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するため、本発明は、電荷の充放電により伸縮するピエゾスタック(41)の充電電圧が所定電圧になると制御バルブ(3)が駆動され、制御室(26)と低圧燃料通路(16)との間を開放して弁体(21)を開弁する燃料噴射弁(1)を複数有した燃料噴射装置に用いられ、充電用スイッチ(204)のオン/オフによって各燃料噴射弁(1)の各ピエゾスタック(41)それぞれに電圧を印加して各ピエゾスタック(41)を充電する燃料噴射駆動回路(130)の充電用スイッチ(204)に各ピエゾスタック(41)を充電するためのパルス状の充電制御信号を入力する燃料噴射制御装置であって、ピエゾスタック(41)をパルス状の充電制御信号により複数回充電することで、燃料噴射弁(1)のノズル(2)から1回の燃料噴射が行われる充電期間に前記燃料噴射弁(1)を開弁し、充電期間において、燃料噴射駆動回路(130)の充電用スイッチ(204)に最初に入力する充電制御信号のパルス幅を、複数の燃料噴射弁(1)の各制御バルブ(3)がこの最初のパルス幅の範囲内で駆動され弁体(21)を開弁するように、各ピエゾスタック(41)の全てについて充電電圧が制御バルブ(3)の駆動必要電圧を超える大きさのパルス幅に設定していることを特徴としている。

【0017】

これにより、燃料噴射駆動回路(130)の各充電用スイッチ(204)に入力する最初の充電制御信号のみで各燃料噴射弁(1)の各制御バルブ(3)すべてを駆動することができる。すなわち、各燃料噴射弁(1)の各制御バルブ(3)の駆動タイミングをほぼ同じ時点とすることができる。したがって、各燃料噴射弁(1)の各制御バルブ(3)のバルブリフトの開始タイミングのばらつきを低減することができ、ひいては内燃機関への燃料噴射量の精度を向上させることができる。

【0018】

また、燃料噴射駆動回路(130)に最初に入力される充電制御信号のパルス幅を第1のパルス幅とし、充電期間に燃料噴射駆動回路(130)の充電用スイッチ(204)に2回目以降に入力される充電制御信号のパルス幅を第2のパルス幅とすると、第1のパルス幅は第2のパルス幅よりも大きく設定されていることが好ましい。

【0019】

これにより、2回目以降にピエゾスタックに流す電流を抑えることができ、ピエゾスタックの発熱を抑制することができる。

【0020】

この場合、燃料噴射駆動回路(130)の充電用スイッチ(204)に2回目以降に入力される充電制御信号は、各ピエゾスタック(41)に流れる電流の合計が基準値を下回った後に燃料噴射駆動回路(130)に入力されるようにすることができる。これにより、ピエゾスタック(41)に常に大きな電流が流れた状態にしないようにすることができ、ピエゾスタック(41)の発熱を抑制することができる。

【0021】

また、2回目以降に入力される充電制御信号の第2のパルス幅は、燃料噴射駆動回路(130)の充電用スイッチ(204)に2回目以降に複数入力する充電制御信号によって、充電期間に各ピエゾスタック(41)それぞれに一定の充電エネルギーを蓄えさせるパルス幅に設定されていることが好ましい。これにより、充電期間に数回にわたってピエゾスタック(41)に一定の充電エネルギーを蓄積させて制御バルブ(3)を開けた状態を維持することができる。

## 【 0 0 2 2 】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 3 】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

## 【 0 0 2 4 】

## ( 第 1 実施形態 )

以下、本発明の第 1 実施形態について図を参照して説明する。本実施形態で示される燃料噴射システムは、内燃機関（より詳細にはディーゼルエンジン、図示せず）のシリンダ内に高圧燃料を噴射するシステムであり、燃料噴射制御装置は、シリンダ内に噴射する高圧燃料の噴射制御を行うものである。

## 【 0 0 2 5 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る燃料噴射システムを示した図である。なお、図 1 では、当該システムを構成するインジェクタを断面図で示してある。図 1 に示されるように、燃料噴射システムは、燃料噴射弁（以下、インジェクタという）1 と、燃料タンク 1 0 と、リターン経路 1 1 0 と、背圧弁 1 2 0 と、燃料噴射駆動回路 1 3 0 と、燃料噴射制御装置 1 4 0 とを備えて構成されている。

## 【 0 0 2 6 】

インジェクタ 1 は、内燃機関のシリンダに取り付けられ、当該シリンダ内に燃料を噴射するものである。このようなインジェクタのボデー 1 a は、図示しない蓄圧器からの高圧燃料が導入される燃料入口部 1 1 と、インジェクタ 1 内部の燃料を燃料タンク 1 0 0 に向けて流出させる燃料出口部 1 2 とを備えている。

## 【 0 0 2 7 】

ボデー 1 a の軸方向一端側に、開弁時に燃料を噴射するノズル 2 が配置されている。このノズル 2 は、ボデー 1 a に摺動自在に保持されたニードル 2 1（本発明の弁体に相当）と、当該ニードル 2 1 を閉弁向きに付勢するノズルスプリング 2 2 と、ニードル 2 1 のピストン部 2 1 a が挿入されたノズルシリンダ 2 3 とを有している。

## 【 0 0 2 8 】

ボデー 1 a の軸方向一端には、高圧燃料通路 1 3 を介して燃料入口部 1 1 と連通する噴孔 2 4 が形成され、この噴孔 2 4 から高圧燃料を内燃機関の気筒内に噴出させるようになっている。この噴孔 2 4 の上流側にテーパ状の弁座 2 5 が形成されており、ニードル 2 1 に形成されたシート部 2 1 b が弁座 2 5 に接離することにより噴孔 2 4 が開閉される。

## 【 0 0 2 9 】

ピストン部 2 1 a は、ノズルシリンダ 2 3 に摺動自在に且つ液密的に挿入されており、ピストン部 2 1 a とノズルシリンダ 2 3 とにより、内部の燃料圧力が高圧と低圧に切り替えられる制御室 2 6 が形成されている。そして、ニードル 2 1 は、制御室 2 6 内の燃料圧力により閉弁向きに付勢されるとともに、燃料入口部 1 1 から高圧燃料通路 1 3 を介して噴孔 2 4 側に導かれる高圧燃料により開弁向きに付勢される。

## 【 0 0 3 0 】

ボデー 1 a の軸方向中間部には、制御室 2 6 の圧力を制御する制御バルブ 3 が収納されるバルブ室 1 4 が形成されている。このバルブ室 1 4 は、連絡通路 1 5 を介して制御室 2 6 と常時連通されている。バルブ室 1 4 は、高圧燃料通路 1 3 から分岐された高圧連絡通路 1 3 a が接続されている。また、バルブ室 1 4 は、低圧燃料通路 1 6 を介して燃料出口部 1 2 に接続されている。

## 【 0 0 3 1 】

制御バルブ 3 は、バルブ室 1 4 と高圧連絡通路 1 3 a との間およびバルブ室 1 4 と低圧燃料通路 1 6 との間を開閉する弁体 3 1 と、バルブ室 1 4 と高圧連絡通路 1 3 a との間が開かれるとともにバルブ室 1 4 と低圧燃料通路 1 6 との間が閉じられる向きに弁体 3 1 を

10

20

30

40

50

付勢するバルブスプリング 3 2 とを有している。

【 0 0 3 2 】

ボデー 1 a の軸方向他端側には、制御バルブ 3 を駆動するアクチュエータ 4 が収納されるアクチュエータ室 1 7 が形成されている。このアクチュエータ室 1 7 は、低圧連絡通路 1 6 a を介して低圧燃料通路 1 6 に接続されている。

【 0 0 3 3 】

アクチュエータ 4 は、 piezo 素子が多数積層されて電荷の充放電により伸縮する piezo スタック 4 1 と、 piezo スタック 4 1 の伸縮変位を制御バルブ 3 の弁体 3 1 に伝達する伝達部とを備えている。

【 0 0 3 4 】

伝達部は以下のように構成されている。アクチュエータシリンダ 4 2 に第 1 ピストン 4 3 および第 2 ピストン 4 4 が摺動自在に且つ液密的に挿入されており、第 1 ピストン 4 3 と第 2 ピストン 4 4 との間には、燃料が充填された液室 4 5 が形成されている。

【 0 0 3 5 】

第 1 ピストン 4 3 は、第 1 スプリング 4 6 により piezo スタック 4 1 側に向かって付勢されており、 piezo スタック 4 1 により直接駆動されるようになっている。そして、 piezo スタック 4 1 の伸長時には、第 1 ピストン 4 3 により液室 4 5 の圧力が高められるようになっている。

【 0 0 3 6 】

第 2 ピストン 4 4 は、第 2 スプリング 4 7 により制御バルブ 3 の弁体 3 1 側に付勢されており、液室 4 5 の圧力を受けて作動して弁体 3 1 を駆動するようになっている。そして、第 2 ピストン 4 4 は、 piezo スタック 4 1 の伸長時には、高圧化された液室 4 5 の圧力を受けて作動して、バルブ室 1 4 と高圧連絡通路 1 3 a との間が閉じられるとともにバルブ室 1 4 と低圧燃料通路 1 6 との間が開かれる位置に弁体 3 1 を駆動する。一方、 piezo スタック 4 1 の収縮時、すなわち液室 4 5 の圧力が低いときには、第 2 ピストン 4 4 は、第 2 スプリング 4 7 に抗して制御バルブ 3 のバルブスプリング 3 2 により第 1 ピストン 4 3 側に押し戻される。

【 0 0 3 7 】

燃料タンク 1 0 0 と燃料出口部 1 2 とを接続するリターン経路 1 1 0 には、低圧燃料通路 1 6 側の圧力を制御する背圧弁 1 2 0 が配置されている。なお、蓄圧器内に蓄えられた高圧燃料の圧力が 1 0 0 M P a 以上であるのに対し、背圧弁 1 2 0 は低圧燃料通路 1 6 側の圧力を 1 M P a 程度に制御する。

【 0 0 3 8 】

piezo スタック 4 1 には、燃料噴射駆動回路 1 3 0 を介して電力が供給されるようになっている。この燃料噴射駆動回路 1 3 0 は、 piezo スタック 4 1 の伸び量を変化させるために、 piezo スタック 4 1 への印加電圧を制御可能になっている。また、燃料噴射駆動回路 1 3 0 は、 piezo スタック 4 1 への印加電圧および piezo スタック 4 1 への通電タイミングについて燃料噴射制御装置 1 4 0 により制御される。

【 0 0 3 9 】

燃料噴射制御装置 1 4 0 は、図示しない CPU、ROM、EEPROM、RAM 等からなる周知のマイクロコンピュータを備え、マイクロコンピュータに記憶したプログラムに従って演算処理を行うものである。当該燃料噴射制御装置 1 4 0 として、例えば ECU が採用される。そして、燃料噴射制御装置 1 4 0 には、吸入空気量、アクセルペダルの踏み込み量、内燃機関回転数、蓄圧器内の燃料圧等を検出する各種センサ（図示せず）から信号が入力される。以上が、本実施形態に係る燃料噴射システムの全体構成である。

【 0 0 4 0 】

図 2 は、上記インジェクタ 1 の piezo スタック 4 1 および燃料噴射駆動回路 1 3 0 を回路図で示したものである。図 2 に示されるように、バッテリー 2 0 1 の電圧が DC / DC コンバータ 2 0 2 によって一定の電圧（例えば数百 V）に変換される。DC / DC コンバータ 2 0 2 の 2 端子間にはバッファ用としてのコンデンサ 2 0 3 が接続されており、当該コ

10

20

30

40

50

ンデンサ 203 の一端側に充電用スイッチ 204 とダイオード 205 とで構成される充電回路が接続され、コンデンサ 203 の他端側にグラウンド 206 が接続されている。

【0041】

当該充電回路の充電用スイッチ 204 は、複数のインジェクタ 1 の各ピエゾスタック 41 それぞれに通電を行うためのスイッチであり、例えば MOSFET 等のトランジスタで構成されるスイッチング素子が採用され、燃料噴射制御装置 140 から入力される充電制御信号に従ってオン/オフするようになっている。当該充電制御信号は、噴射信号と共に燃料噴射駆動回路 130 に入力される充電期間信号がオンになっている間、充電用スイッチ 204 に入力される。

【0042】

上記充電期間信号がオンになっている間が充電期間に相当する。本実施形態では、後で詳しく説明するが、MS 方式によって充電期間にピエゾスタック 41 を複数回充電することでインジェクタ 1 のノズル 2 から 1 回の燃料噴射を行う。

【0043】

また、充電回路とグラウンド 206 との間に、放電用スイッチ 207 とダイオード 208 とで構成される放電回路と抵抗 209 とが接続されている。放電用スイッチ 207 として、例えば充電用スイッチ 204 と同様のスイッチング素子が採用され、燃料噴射制御装置 140 から入力される放電制御信号に従ってオン/オフするようになっている。当該放電制御信号は、噴射信号がオフになると共に燃料噴射駆動回路 130 から入力される放電期間信号がオンになっている間、放電用スイッチ 207 に入力される。

【0044】

そして、充電回路と放電回路との間にコイル 210 の一端が接続され、当該コイル 210 の他端とグラウンド 206 との間に 2 つの抵抗 211、212 が直列に接続されている。本実施形態では、これら各抵抗 211、212 の接続点 a の電位（以下、ピエゾ電圧という）が図示しない計測器により計測され、燃料噴射制御装置 140 に入力される。

【0045】

さらに、コイル 210 の他端とグラウンド 206 との間には、ピエゾ回路 213 と、抵抗 214 とが直列に接続されている。本実施形態では、例えば 4 つのインジェクタ 1 が内燃機関に設置されているとすると、ピエゾ回路 213 は、図 1 に示されるピエゾスタック 41 を 4 つ並列に接続したものとなる。

【0046】

具体的に、ピエゾ回路 213 には、ピエゾスタック 41 と抵抗 215 a とで構成される並列回路と、駆動スイッチ 215 b とダイオード 215 c とで構成される並列回路とが直列に接続された経路が形成されている。当該経路が内燃機関のうち 1 つのシリンダに対応しており、本実施形態では内燃機関に 4 つのインジェクタ 1 が設置されているため、ピエゾ回路 213 には、各ピエゾスタック 41 と抵抗 216 a、217 a、218 a とでそれぞれ構成される並列回路と、駆動スイッチ 216 b、217 b、218 b とダイオード 216 c、217 c、218 c とでそれぞれ構成される並列回路とが直列に接続された他の経路が形成されている。

【0047】

上記ピエゾ回路 213 の各駆動スイッチ 215 b、216 b、217 b、218 b は、燃料噴射制御装置 140 からそれぞれに入力される駆動制御信号に従ってオン/オフすることで、内燃機関の各シリンダに対応したインジェクタ 1 による燃料噴射が制御される。

【0048】

また、ピエゾ回路 213 と抵抗 214 との接続点 b に流れる電流（以下、ピエゾ電流という）が図示しない計測器により計測され、燃料噴射制御装置 140 に入力される。以上が、本実施形態に係るシステムを駆動する回路構成である。

【0049】

次に、図 1 および図 2 に示されるインジェクタ 1 のピエゾスタック 41 を駆動する作動について、図を参照して説明する。本実施形態では、ピエゾスタック 41 を MS 方式によ

10

20

30

40

50

って駆動する場合について説明する。

【 0 0 5 0 】

図 3 は、上記各ピエゾスタック 4 1 に充電電圧を印加して図 1 に示されるインジェクタ 1 の制御バルブ 3 を開ける内容を示したフローチャートである。図 3 に示されるフローは、内燃機関を始動させるためにキースイッチがスタータ ON 位置に操作されて、燃料噴射制御装置 1 4 0 に電源が投入されることにより開始される。

【 0 0 5 1 】

なお、以下で示される各信号のパルス幅等は、それぞれ燃料噴射制御装置 1 4 0 にあらかじめ記憶された値が用いられる。また、以下では、図 2 に示されるピエゾ回路 2 1 3 の全てのピエゾスタック 4 1 を駆動する作動について説明する。

10

【 0 0 5 2 】

ステップ 3 0 0 では、時点  $t_1$  で噴射信号、充電期間信号、充電制御信号、駆動制御信号がオンされる。この様子を図 4 のタイミングチャートに示す。本実施形態では、噴射信号は時点  $t_1$  から時点  $t_3$  までの間、充電期間信号は時点  $t_1$  から時点  $t_2$  までの間、駆動制御信号は時点  $t_1$  から時点  $t_5$  までの間、それぞれオンするように燃料噴射制御装置 1 4 0 に設定されている。

【 0 0 5 3 】

噴射信号は、インジェクタ 1 から燃料噴射させるための許可信号である。また、充電制御信号は、一定のパルス幅でオンする。なお、各時点  $t_1 \sim t_5$  は、時点  $t_1$  から時点  $t_2$ 、時点  $t_3$ 、時点  $t_4$ 、時点  $t_5$  の順に時間が経過していくものとする。これら各時点は、内燃機関（エンジン）によって決まる。

20

【 0 0 5 4 】

駆動制御信号が図 2 に示される各駆動スイッチ 2 1 5 b、2 1 6 b、2 1 7 b、2 1 8 b にそれぞれ入力され、充電用スイッチ 2 0 4 に一定のパルス幅の充電制御信号が入力される。このため、図 4 に示されるように、充電制御信号がオンになっている間、接続点 a に流れるピエゾ電流は急激に増加する。そして、充電制御信号がオフになると、フライホイール作用によってピエゾスタック 4 1 に流れる電流は急激に減少する。一方、接続点 a におけるピエゾ電圧は、ピエゾ電流が 0 になるまで増加し続ける。

【 0 0 5 5 】

上記のように、充電制御信号はパルス信号である。上記のように噴射信号および充電期間信号がオンになると共に、本ステップで充電用スイッチ 2 0 4 に最初に入力される充電制御信号のパルス幅は、充電用スイッチ 2 0 4 がオンになっている間に、各インジェクタ 1 の各ピエゾスタック 4 1 がそれぞれ充電され、充電によってすべてのインジェクタ 1 の各制御バルブ 3 すべてが駆動される（動き始める）パルス幅に設定されている。以下、本ステップにて充電用スイッチ 2 0 4 に入力する最初の充電制御信号のパルス幅を第 1 のパルス幅という。

30

【 0 0 5 6 】

すなわち、第 1 のパルス幅は、充電期間に燃料噴射駆動回路 1 3 0 の充電用スイッチ 2 0 4 に最初に入力する充電制御信号のパルス幅が、各インジェクタ 1 の各制御バルブ 3 すべてが駆動される一定電圧を各ピエゾスタック 4 1 すべてに充電できるパルス幅に設定されている。

40

【 0 0 5 7 】

図 4 に示されるように、各インジェクタ 1 の各ピエゾスタック 4 1 において、制御バルブ 3 を駆動するために必要な一定電圧（ピエゾ電圧）の値、すなわち制御バルブ駆動必要電圧は各インジェクタ 1 の各ピエゾスタック 4 1 でばらついている。しかし、本ステップでは、充電用スイッチ 2 0 4 に入力する最初の充電制御信号のパルス幅を上記のように設定してあるので、当該最初の充電制御信号のみで各インジェクタ 1 の各制御バルブ 3 すべてを駆動することができる。

【 0 0 5 8 】

このようにして、充電用スイッチ 2 0 4 に入力する最初の充電制御信号によって各イン

50

ジェクタ 1 の制御バルブ 3 すべてを駆動することで、図 4 に示されるように、バルブリフトする時点が各インジェクタ 1 においてほぼ同じ時点とすることができる。したがって、各インジェクタ 1 の制御バルブ 3 のバルブリフトの開始タイミングのばらつきを低減することができ、各インジェクタ 1 からほぼ同時に燃料噴射を行うことができる。

**【 0 0 5 9 】**

本ステップにおいて、充電用スイッチ 2 0 4 に入力する最初の充電制御信号のパルス幅は、例えば試験によって設定することができる。例えば、内燃機関に複数のインジェクタ 1 を設置し、最初の充電制御信号のパルス幅をパラメータとして変化させたときに、最初の充電制御信号によって各インジェクタ 1 の各制御バルブ 3 すべてが駆動することを検出する試験を行うこと等により得られる。

10

**【 0 0 6 0 】**

ステップ 3 1 0 では、ピエゾ電流が 0 になったか否かが判定される。すなわち、燃料噴射制御装置 1 4 0 にて図 2 に示される回路のうち接続点 b に流れるピエゾ電流（各ピエゾスタック 4 1 に流れる電流の合計）がモニタされ、ピエゾ電流が 0 になったか否かが判定される。例えば、電流を 0 とみなす基準値が設けられ、ピエゾ電流が当該基準値を下回るか否かが判定される。

**【 0 0 6 1 】**

本ステップで、ピエゾ電流が 0 になっていないと判定されると、本ステップにて繰り返しピエゾ電流がモニタされる。一方、本ステップでピエゾ電流が 0 になったと判定されると、ステップ 3 2 0 に進む。

20

**【 0 0 6 2 】**

ステップ 3 2 0 では、一定のパルス幅（以下で定義する第 2 のパルス幅に相当）の充電制御信号が充電用スイッチ 2 0 4 に入力される。本ステップでは、ステップ 3 0 0 で充電用スイッチ 2 0 4 に入力された充電制御信号のパルス幅よりも小さいパルス幅の信号が充電用スイッチ 2 0 4 に入力される。つまり、本ステップでは、充電用スイッチ 2 0 4 に入力する 2 回目以降の充電制御信号のパルス幅があらかじめ設定されている。以下、本ステップにて充電用スイッチ 2 0 4 に入力する 2 回目以降の充電制御信号のパルス幅を第 2 のパルス幅という。

**【 0 0 6 3 】**

上述のように、第 2 のパルス幅はステップ 3 0 0 で設定された第 1 のパルス幅よりも小さくされている。つまり、充電制御信号の第 1 のパルス幅は第 2 のパルス幅よりも大きくなっている。これにより、第 2 のパルス幅の充電制御信号による各ピエゾスタック 4 1 への充電に際し、各ピエゾスタック 4 1 に常に大きな電流を流さないようにすることができ、ピエゾスタック 4 1 の発熱を抑制することができる。

30

**【 0 0 6 4 】**

また、充電制御信号の第 2 のパルス幅は、燃料噴射駆動回路 1 3 0 の充電用スイッチ 2 0 4 に 2 回目以降に複数入力する前記充電制御信号によって、充電期間に各ピエゾスタック 4 1 それぞれに一定の充電エネルギーを蓄えさせるパルス幅に設定されている。これにより、充電用スイッチ 2 0 4 に最初に入力される第 1 のパルス幅の充電制御信号、2 回目以降に入力される複数の第 2 のパルス幅の充電制御信号によって、所望の充電エネルギーを各ピエゾスタック 4 1 に与えることができるようになっている。

40

**【 0 0 6 5 】**

ステップ 3 3 0 では、ステップ 3 1 0 と同様に、ピエゾ電流が 0 になったか否かが判定される。本ステップで、ピエゾ電流が 0 になっていないと判定されると、本ステップにて繰り返しピエゾ電流がモニタされ、本ステップでピエゾ電流が 0 になったと判定されると、ステップ 3 4 0 に進む。

**【 0 0 6 6 】**

ステップ 3 4 0 では、充電期間信号がオンであるか否かが判定される。当該充電期間信号がオンの間、充電用スイッチ 2 0 4 への充電制御信号の入力が許可されているため、充電制御信号が繰り返し充電用スイッチ 2 0 4 に入力されることとなる。本ステップにて充

50

電期間信号がオンであると判定されるとステップ320に戻る。これにより、図4に示されるように、充電期間信号がオンになっている間、ピエゾ電流が0になるたびに第2のパルス幅の充電制御信号が充電用スイッチ204に入力され、ピエゾ電圧が上昇していくと共に、制御バルブ3の開放状態が維持される。

【0067】

そして、本ステップにて充電期間信号がオンでないと判定されると、本フローは終了する。すなわち、各インジェクタ1の各ピエゾスタック41の充電が終了する。以上が、各インジェクタ1の各ピエゾスタック41を充電する作動である。

【0068】

続いて、ピエゾスタック41に充電された電圧を放電する作動について説明する。図5は、上記各ピエゾスタック41に充電された電圧を放電して図1に示されるインジェクタ1の制御バルブ3を閉じる内容を示したフローチャートである。図5に示されるフローは、図3に示されるフローが終了すると開始する。

10

【0069】

ステップ400では、噴射信号がオフしたか否かが判定される。本ステップにて噴射信号がオフしていないと判定されると、引き続き噴射信号がオフされたかがモニタされる。また、本ステップにて噴射信号がオフされたと判定されるとステップ410に進む。なお、本実施形態では、図4に示される時点t3にて噴射信号がオフされる。

【0070】

ステップ410では、図4に示される時点t3で放電期間信号および放電制御信号がオンされる。本実施形態では、放電期間信号は時点t3から時点t4までの間、オンするように燃料噴射制御装置140に設定されている。これにより、図2に示される放電用スイッチ207がオンされる。

20

【0071】

ステップ420では、放電制御信号がオンになってからピエゾ電流が一定値以上になったか、または一定時間経過したかが判定される。本ステップにて、各条件のいずれも満たさないと判定されると、本ステップにて繰り返し、上記条件が判定される。そして、本ステップにて、少なくともいずれか一方を満たすと判定されるとステップ430に進む。

【0072】

ステップ430では、放電制御信号がオフされる。すなわち、放電用スイッチ207がオフされる。そして、ステップ440では、ステップ310と同様にピエゾ電流が0になったか否かが判定される。本ステップで、ピエゾ電流が0になっていないと判定されると、本ステップにて繰り返しピエゾ電流がモニタされ、本ステップでピエゾ電流が0になったと判定されると、ステップ450に進む。

30

【0073】

ステップ450では、放電期間信号がオンであるか否かが判定される。本ステップにて放電期間信号がオンになっていると判定されると、ステップ410に戻る。すなわち、放電期間信号がオンになっている間、ステップ410からステップ450までを繰り返すことで、各インジェクタ1の各ピエゾスタック41に充電されたピエゾ電圧が放電される。そして、本ステップにて放電期間信号がオフになったと判定されると、本フローは終了する。

40

【0074】

上記のように、各インジェクタ1の各ピエゾスタック41に充電を行うことで制御バルブ3を駆動することによる効果について説明する。図6は、例えばピエゾスタック41の充電エネルギーに対するインジェクタ1の噴射量を示した図である。図中、破線は従来のMS方式によるもの、実線は本発明によるものである。

【0075】

図6に示されるように、従来のMS方式では、各インジェクタ1によって噴射時期にばらつきがあったため、最初の充電制御信号で制御バルブ3が駆動される場合や2回目以降の充電制御信号で制御バルブ3が駆動される場合があった。このため、最初の充電制御信

50

号で制御バルブ3が駆動されインジェクタ1の噴射量は一度飽和し、2回目以降の充電制御信号で他のインジェクタの制御バルブ3が駆動されることで再びインジェクタ1の噴射量が最大値まで増加していた。このように、従来では各インジェクタ1によって噴射時期がばらついていた。

【0076】

しかしながら、本実施形態では、最初の充電制御信号ですべてのインジェクタ1の制御バルブ3を駆動しているため、インジェクタ1の噴射量は一度で最大値まで増加する。すなわち、各インジェクタ1の噴射タイミングのばらつきを低減できているので、各インジェクタ1からほぼ同時に燃料噴射を行うことができている。

【0077】

以上説明したように、本実施形態では、インジェクタ1のピエゾスタック41にMS方式にて充電電圧を印加して制御バルブ3を駆動するに際し、インジェクタ1のピエゾスタック41への通電を許可する充電用スイッチ204に入力する最初の充電制御信号のパルス幅を、当該充電用スイッチ204がオンになっている間に、各インジェクタ1の各ピエゾスタック41に印加されるピエゾ電圧によって、すべてのインジェクタ1の制御バルブ3すべてが駆動されるパルス幅に設定することが特徴となっている。言い換えると、充電用スイッチ204に入力する最初の充電制御信号の第1のパルス幅を2回目以降の第2のパルス幅よりも大きくすることが特徴となっている。

【0078】

これにより、内燃機関に複数のインジェクタ1が設置された場合であって、各インジェクタ1の制御バルブ3を駆動するピエゾ電圧にばらつきがあったとしても、最初の充電制御信号によってすべてのインジェクタ1の制御バルブ3を駆動する（動き始めさせる）ことができ、ひいては各インジェクタ1の制御バルブ3のパルプリフトの開始タイミングのばらつきを低減することができる。

【0079】

（他の実施形態）

図1に示されるインジェクタ1の構成は一例であって、当該図1に示されるものに限定されることはない。同様に、図2に示される回路構成も一例を示すものであって、他の回路構成に対して本発明を適用することもできる。

【0080】

なお、各図中に示したステップは、各種処理を実行する手段に対応するものである。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の一実施形態に係る燃料噴射システムを示した図である。

【図2】インジェクタのピエゾスタックおよび燃料噴射駆動回路を示した回路図である。

【図3】各ピエゾスタックに充電電圧を印加して図1に示されるインジェクタの制御バルブを開ける内容を示したフローチャートである。

【図4】ピエゾスタックを駆動する内容を示したタイミングチャートである。

【図5】各ピエゾスタックに充電された電圧を放電して図1に示されるインジェクタの制御バルブを閉める内容を示したフローチャートである。

【図6】ピエゾスタックの充電エネルギーに対するインジェクタの噴射量を示した図である。

【図7】従来において、インジェクタの制御バルブを駆動するタイミングチャートである。

【符号の説明】

【0082】

1...燃料噴射弁、13...高圧燃料通路、14...バルブ室、15...連絡通路、16...低圧燃料通路、2...ノズル、21...ニードル、24...噴孔、26...制御室、3...制御バルブ、41...ピエゾスタック、130...燃料噴射駆動回路、140...燃料噴射制御装置、204...充電用スイッチ。

10

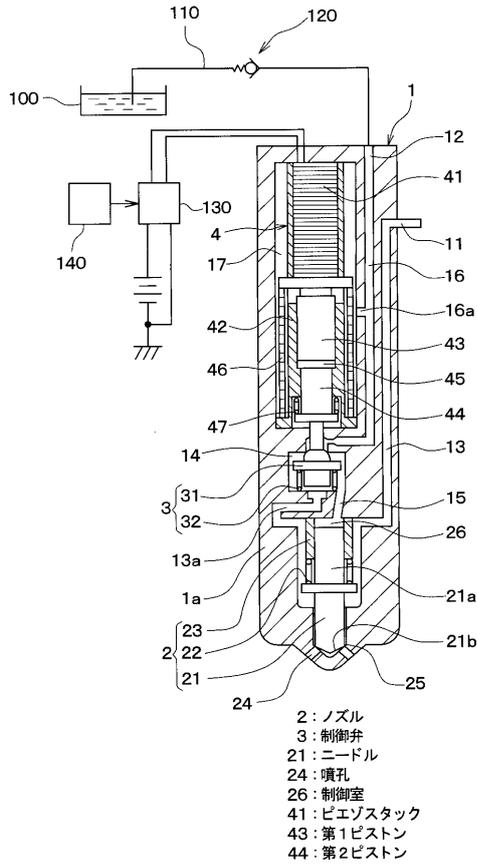
20

30

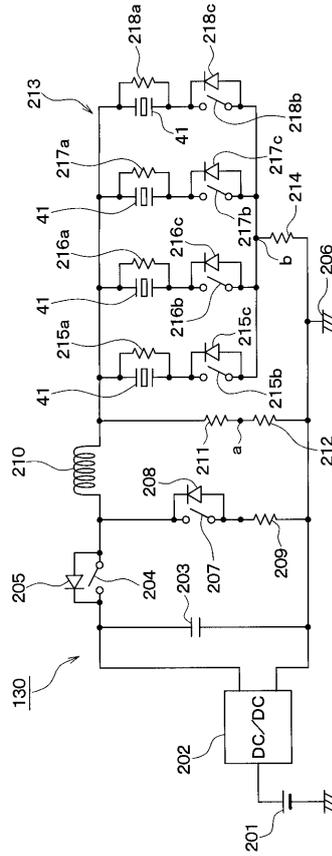
40

50

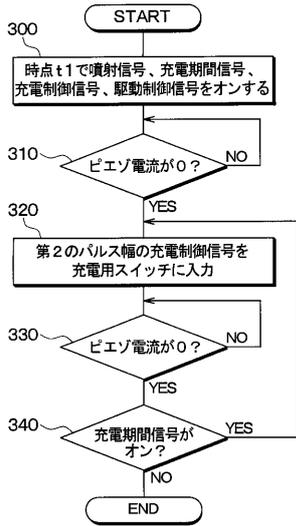
【図1】



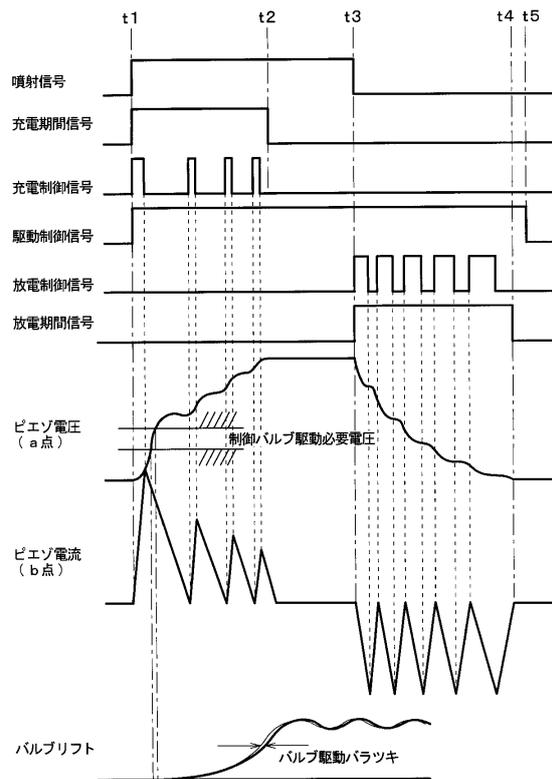
【図2】



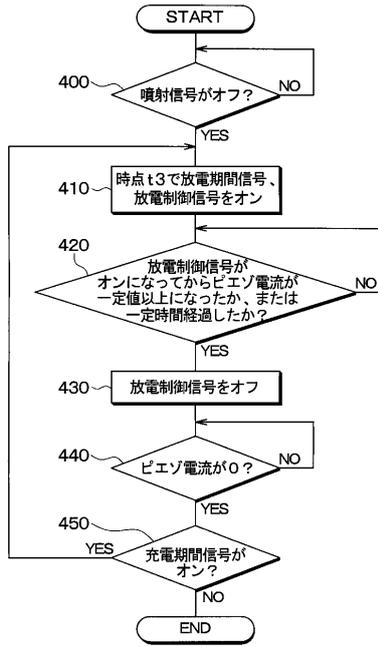
【図3】



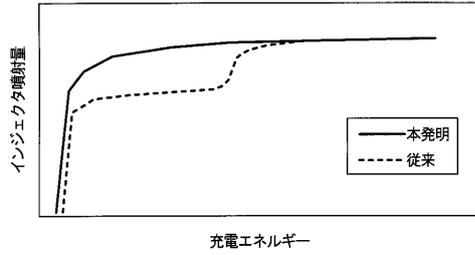
【図4】



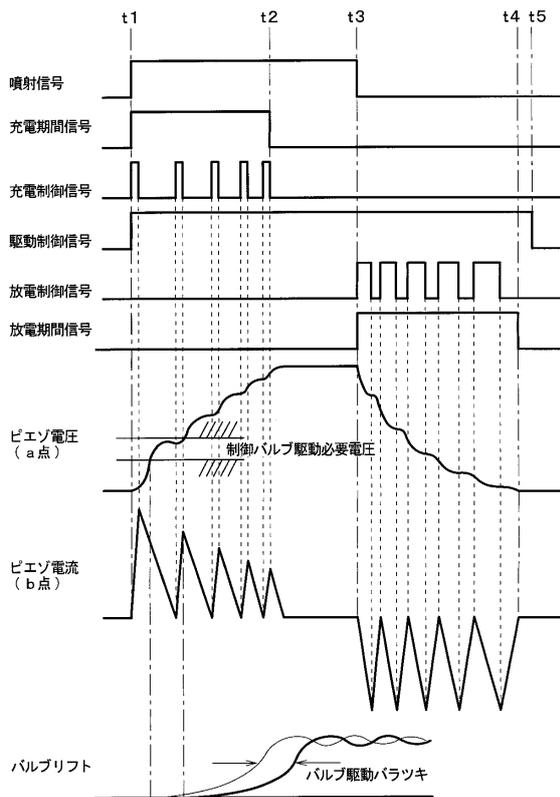
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 41/08 P

(56)参考文献 特開2001-241350(JP,A)  
特開2006-217693(JP,A)  
特開2002-136156(JP,A)  
特開2006-165011(JP,A)  
特開2003-243739(JP,A)  
特開2003-227392(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 2 M 4 7 / 0 0  
F 0 2 M 5 1 / 0 0  
F 0 2 M 5 1 / 0 6  
H 0 2 N 2 / 0 0  
H 0 1 L 4 1 / 0 8 3