

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4492653号  
(P4492653)

(45) 発行日 平成22年6月30日(2010.6.30)

(24) 登録日 平成22年4月16日(2010.4.16)

|                   |                  |            |      |   |
|-------------------|------------------|------------|------|---|
| (51) Int.Cl.      |                  | F I        |      |   |
| <b>FO2M 51/00</b> | <b>(2006.01)</b> | FO2M 51/00 |      | A |
| <b>FO2M 51/06</b> | <b>(2006.01)</b> | FO2M 51/06 |      | N |
| <b>FO2D 41/04</b> | <b>(2006.01)</b> | FO2D 41/04 | 385C |   |

請求項の数 8 (全 16 頁)

|           |                              |           |                               |
|-----------|------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-207373 (P2007-207373) | (73) 特許権者 | 000004260                     |
| (22) 出願日  | 平成19年8月9日(2007.8.9)          |           | 株式会社デンソー                      |
| (65) 公開番号 | 特開2009-41451 (P2009-41451A)  |           | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地               |
| (43) 公開日  | 平成21年2月26日(2009.2.26)        | (74) 代理人  | 100121821                     |
| 審査請求日     | 平成20年12月9日(2008.12.9)        |           | 弁理士 山田 強                      |
|           |                              | (72) 発明者  | 福島 隆之                         |
|           |                              |           | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会<br>社デンソー内 |
|           |                              | 審査官       | 角田 貴章                         |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁充電制御装置及び燃料噴射弁充電制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料の噴射口を開閉する弁体、前記弁体の背圧を制御する背圧制御弁、及び前記背圧制御弁を作動させるピエゾ素子を備え、前記ピエゾ素子に充電された電力の電圧値が閾値を超えると、前記背圧制御弁が前記背圧を低下させる作動を開始して、前記弁体が開作動するよう構成された燃料噴射弁に適用され、前記ピエゾ素子への充電を制御する燃料噴射弁充電制御装置において、

前記ピエゾ素子に充電するにあたり、前記ピエゾ素子へ流す駆動電流の上昇と下降を複数回繰り返し行わせて前記電圧値を最大値まで上昇させる充電回路と、

前記駆動電流の上昇と下降とを切り替えるスイッチング回路と、  
を備え、

前記駆動電流が上昇する複数の上昇期間のうち、特定の上昇期間の中間に位置する中間期間で前記電圧値が前記閾値を超えることとなるようにすべく、前記特定の上昇期間が他の上昇期間よりも長くなるよう、前記スイッチング回路による前記切り替えのタイミングが設定されており、

かつ、前記内燃機関の運転状態に応じて、前記特定の上昇期間を変更して切り替えることを特徴とする燃料噴射弁充電制御装置。

【請求項2】

前記特定の上昇期間は、前記内燃機関の運転状態が高負荷の場合には低負荷の場合に比べて早い時期に現れる上昇期間に設定されることを特徴とする請求項1記載の燃料噴射弁

充電制御装置。

【請求項 3】

前記高負荷の場合には、前記特定の上昇期間を、前記複数の上昇期間のうち最初に現れる上昇期間に切り替えることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料噴射弁充電制御装置。

【請求項 4】

前記低負荷の場合には、前記特定の上昇期間を、前記複数の上昇期間のうち 2 番目に現れる上昇期間に切り替えることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の燃料噴射弁充電制御装置。

【請求項 5】

前記特定の上昇期間における前記駆動電流の上昇量が前記複数の上昇期間の中で最大となるよう、前記切り替えのタイミングが設定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁充電制御装置。

10

【請求項 6】

前記特定の上昇期間における前記駆動電流のピーク値が前記複数の上昇期間の中で最大となるよう、前記切り替えのタイミングが設定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁充電制御装置。

【請求項 7】

前記燃料噴射弁が備えられた内燃機関の運転中に、前記中間期間で前記電圧値が前記閾値を超えることとなるよう前記切り替えのタイミングを調整する調整手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁充電制御装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁充電制御装置と、  
ピエゾ素子をアクチュエータとして有する燃料噴射弁と、  
を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射弁充電制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピエゾ素子をアクチュエータとして有する燃料噴射弁に適用され、ピエゾ素子への充電を制御する充電制御装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

この種の燃料噴射弁は、燃料の噴射口を開閉する弁体、弁体の背圧を制御する背圧制御弁、及び背圧制御弁を作動させるピエゾ素子を備えている。そして、ピエゾ素子を充電により伸長させると、ピエゾ素子により背圧制御弁が作動して弁体の背圧が低下し、弁体が開作動して燃料が噴射口から噴射されることとなる。

【0003】

ピエゾ素子への充電を開始した後、充電された電力の電圧値が閾値  $V_{th}$  (図 5 (b) 参照) を超えた時点で背圧制御弁は作動を開始する。そして、上記ピエゾ素子への充電を制御する従来の充電制御装置は、ピエゾ素子へ流す駆動電流の上昇と下降を複数回繰り返して (図 5 (a) 参照) 電圧値を上昇させ (図 5 (b) 参照)、ピエゾ素子を充電させるのが一般的である。

40

【特許文献 1】特開 2006 - 144588 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、例えばピエゾ素子への充電量が同じであっても、その時の温度によってピエゾ素子の伸長量は異なる。また、弁体や背圧制御弁の弁座部が摩耗する等の経年変化により、ピエゾ素子への充電量が同じであっても、その時の摩耗量によってピエゾ素子の伸長量は異なる。つまり、ピエゾ素子の経年変化や温度特性等により、背圧制御弁が作動を開始

50

するタイミングにはばらつきが生じ得る。すると、弁体の開弁作動タイミング（噴射開始タイミング）にはばらつきが生じることとなる。本発明者は、このような噴射開始タイミングのばらつき原因をより詳細に追求した。

【0005】

すなわち、背圧制御弁が作動を開始する時の電圧値である前記閾値  $V_{th}$  に関し、図5 (b) 中の符号  $V_1$  に例示される如く、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅  $V_1$  が複数の電圧上昇期間に亘って存在する場合には、背圧制御弁の作動開始タイミングのばらつき幅は符号  $T_1$  に示す大きさとなる。これに対し、図5 (b) 中の符号  $V_2$  に例示される如く、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅  $V_2$  が特定の電圧上昇期間内のみ存在する場合には、背圧制御弁の作動開始タイミングのばらつき幅は符号  $T_2$  に示す大きさとなる。

10

【0006】

換言すれば、複数の電流上昇期間  $T_{U1}$  ,  $T_{U2}$  (図5 (a) 参照) のうちいずれの上昇期間でピエゾ素子の駆動電圧が閾値  $V_{th}$  を超えることとなるのかが不特定である場合には、背圧制御弁の作動開始タイミングのばらつき幅は  $T_1$  となり、特定の電流上昇期間 (例えば符号  $T_{U1}$  に示す期間) にて駆動電圧が閾値  $V_{th}$  を超えることとなる場合には、背圧制御弁の作動開始タイミングのばらつき幅は  $T_2$  となる。

【0007】

そして、ばらつき幅  $T_2$  は電流下降期間  $T_{D1}$  を含まないのに対し、ばらつき幅  $T_1$  は電流下降期間  $T_{D1}$  を含むこととなるので、 $T_1 > T_2$  となる。つまり、『何れの電流上昇期間  $T_{U1}$  ,  $T_{U2}$  にて駆動電圧が閾値  $V_{th}$  に達するかが不特定となっている場合には、背圧制御弁の作動開始タイミングのばらつき幅が大きくなり、ひいては噴射開始タイミングのばらつき幅が大きくなる』、との原因をつきとめた。

20

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、ピエゾ素子をアクチュエータとして有する燃料噴射弁に関し、噴射開始タイミングのばらつき幅を小さくできる燃料噴射弁充電制御装置及び燃料噴射弁充電制御システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について記載する。

30

【0010】

請求項1記載の発明では、燃料の噴射口を開閉する弁体、前記弁体の背圧を制御する背圧制御弁、及び前記背圧制御弁を作動させるピエゾ素子を備え、前記ピエゾ素子に充電された電力の電圧値（駆動電圧の値）が閾値を超えると、前記背圧制御弁が前記背圧を低下させる作動を開始して、前記弁体が開作動するよう構成された燃料噴射弁に適用され、前記ピエゾ素子への充電を制御する燃料噴射弁充電制御装置において、前記ピエゾ素子に充電するにあたり、前記ピエゾ素子へ流す駆動電流の上昇と下降を複数回繰り返して前記電圧値を最大値まで上昇させる充電回路と、前記駆動電流の上昇と下降とを切り替えるスイッチング回路と、を備え、前記駆動電流が上昇する複数の上昇期間（電流上昇期間）のうち、特定の上昇期間の中間に位置する中間期間で前記電圧値が前記閾値を超えることとなるようにすべく、前記特定の上昇期間が他の上昇期間よりも長くなるよう、前記スイッチング回路による前記切り替えのタイミングが設定されており、かつ、前記内燃機関の運転状態に応じて、前記特定の上昇期間を変更して切り替えることを特徴とする。

40

【0011】

本発明は前述した『何れの電流上昇期間  $T_{U1}$  ,  $T_{U2}$  にて駆動電圧が閾値  $V_{th}$  に達するかが不特定となっている場合には、背圧制御弁の作動開始タイミングのばらつき幅が大きくなり、ひいては噴射開始タイミングのばらつき幅が大きくなる』との知見を鑑みてなされている。

【0012】

以下、本発明による作用効果を図5 (b) の例示を参照しながら説明する。本発明に反

50

して、上昇期間  $T U 1$  のうち電流値がピークとなるタイミング近傍で駆動電圧の値が閾値  $V_{th}$  を超えることとなるよう設定した場合には、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が、符号  $V_1$  に例示される如く複数の電圧上昇期間に亘って存在してしまうおそれが生じる。これに対し、本発明では、複数の電流上昇期間  $T U 1$  ,  $T U 2$  のうち特定の上昇期間  $T U 1$  の中間に位置する中間期間  $T U M 1$  で駆動電圧の値が閾値  $V_{th}$  を超えることとなるようにすべく、前記特定の上昇期間が他の上昇期間よりも長くなるよう、スイッチング回路による切り替えのタイミングが設定されている。そのため、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が、符号  $V_1$  に例示される如く複数の電圧上昇期間に亘って存在してしまうおそれを低減でき、符号  $V_2$  に例示される如く電流下降期間  $T D 1$  を含まないようにできる。よって、背圧制御弁の作動開始タイミングのばらつき幅を小さくでき、ひいては噴射開始タイミングのばらつき幅を小さくできる。

10

## 【 0 0 1 7 】

ここで、本発明者が行った各種試験によれば、背圧制御弁又は弁体の作動開始タイミングを早い時期に現れる上昇期間に設定するほど、燃料噴射を開始するにあたり単位時間あたりの燃料噴射量（燃料噴射率）が急激に上昇することが分かった。例えば、図 6 ( b ) は、電流上昇期間  $T U 1$  に作動開始タイミングを設定した場合（図 6 ( a ) 参照）の燃料噴射率変化を示しており、電流上昇期間  $T U 2$  に作動開始タイミングを設定した場合（図 6 ( c ) 参照）の燃料噴射率変化（図 6 ( d ) 参照）に比べて急激に上昇する（ $R 1$  の傾きが  $R 2$  の傾きより大きい）。

## 【 0 0 1 8 】

20

この点に鑑み、請求項 2 記載の発明では、前記特定の上昇期間は、前記内燃機関の運転状態が高負荷の場合には低負荷の場合に比べて早い時期に現れる上昇期間に設定されることを特徴とする。これによれば、高負荷の場合には燃料噴射率が急激に上昇するので、内燃機関の出力を高めることができる。一方、低負荷の場合には燃料噴射率は緩やかに上昇する（図 6 ( d ) ）ので、内燃機関の出力を高めることはできないものの、前記特定の上昇期間を遅い時期に設定できるため、以下に説明する理由により充電回路及びスイッチング回路等にかかる回路効率を向上させることができる。

## 【 0 0 1 9 】

すなわち、ピエゾ素子への充電初期ほどピエゾ素子の電圧が低いため、電力供給源（例えば図 2 に例示される DC / DC コンバータ 2 ）とピエゾ素子との電位差が大きい。すると、 $P = V \cdot I$  により同じ電流でも消費電力が大きくなり回路での発熱が大きくなる。つまり、発熱による電力損失が大きいため回路効率が悪いと言える。よって、前記特定の上昇期間を遅い時期に設定できる請求項 2 記載の発明によれば、回路効率を向上できる。

30

## 【 0 0 2 0 】

また、本発明者が行った各種試験によれば、背圧制御弁又は弁体の作動開始タイミングを、複数の上昇期間のうち最初に現れる上昇期間に設定すると、燃料噴射を開始するにあたり燃料噴射率が最も急激に上昇することが分かった（図 6 ( a ) ( b ) 参照）。この点に鑑み、請求項 3 記載の発明では、前記高負荷の場合には、前記特定の上昇期間を、前記複数の上昇期間のうち最初に現れる上昇期間に切り替えることを特徴とする。よって、高負荷時における内燃機関の出力を高めることができる。

40

## 【 0 0 2 1 】

上述の如く、高負荷の場合には内燃機関の出力を高めることができ、低負荷の場合には回路負荷を低減させることができる。この点を鑑み請求項 4 記載の発明では、前記低負荷の場合には、前記特定の上昇期間を、前記複数の上昇期間のうち 2 番目に現れる上昇期間に切り替えることを特徴とする。よって、内燃機関の出力を適度に高めることができるとともに回路負荷を適度に低減させることができる。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 5 記載の発明では、前記特定の上昇期間における前記駆動電流の上昇量が前記複数の上昇期間の中で最大となるよう、前記切り替えのタイミングが設定されていることを特徴とする。これによれば、特定の上昇期間が長くなるので、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が、

50

符号 V 1 に例示される如く複数の電圧上昇期間に亘って存在してしまうおそれをより一層低減でき、特定の上昇期間で電圧値が閾値を超えることの確実性を向上できる。

【0023】

請求項 6 記載の発明では、前記特定の上昇期間における前記駆動電流のピーク値が前記複数の上昇期間の中で最大となるよう、前記切り替えのタイミングが設定されていることを特徴とする。

【0024】

ここで、上記発明の一態様として、スイッチング回路による切り替えタイミングの設定を固定させることが挙げられるが、このように設定を固定した後にピエゾ素子の経年変化等により閾値  $V_{th}$  が変化すると、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が複数の電圧上昇期間に亘って存在するようになることが懸念される。

【0025】

当該懸念に対し請求項 7 記載の発明では、前記燃料噴射弁が備えられた内燃機関の運転中に、前記中間期間で前記電圧値が前記閾値を超えることとなるよう前記切り替えのタイミングを調整する調整手段を備えることを特徴とする。よって、上述の如く経年変化等により閾値  $V_{th}$  が変化した場合であっても、設定された切り替えタイミングが前記変化に応じて調整されるので、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が複数の電圧上昇期間に亘って存在するようになるといった上記懸念を解消できる。

【0026】

請求項 8 記載の発明では、上記発明にかかる燃料噴射弁充電制御装置と、ピエゾ素子をアクチュエータとして有する燃料噴射弁と、を備えることを特徴とする燃料噴射弁充電制御システムである。この燃料噴射弁充電制御システムによれば、上述の各種効果を同様に発揮することができる。

【0027】

なお、上記発明を方法の発明としてとらえた、充電制御設定方法に適用してもよい。すなわち、「前記駆動電流が上昇する複数の上昇期間のうち、特定の上昇期間の中間に位置する中間期間で前記電圧値が前記閾値を超えることとなるよう、前記スイッチング回路による前記切り替えのタイミングを設定する設定方法を含むことを特徴とする燃料噴射弁充電制御設定方法」である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に基づいて説明する。

【0029】

(第1の実施形態)

まず、本実施形態に係るピエゾインジェクタ(燃料噴射弁)の構造を、図1を用いて説明する。当該ピエゾインジェクタ P I a , P I b は、ディーゼルエンジン(内燃機関)のコモンレール式燃料噴射装置における燃料噴射用インジェクタに適用されたものである。

【0030】

ピエゾインジェクタ P I a , P I b は、そのボディ 5 0 の先端に円柱状のニードル収納部 5 2 が設けられている。そして、ニードル収納部 5 2 には、その軸方向に変位可能なノズルニードル 5 4 (弁体)が収納されている。ノズルニードル 5 4 は、ボディ 5 0 の先端部に形成されている環状のニードルシート部 5 6 に着座する(閉作動する)ことで、ニードル収納部 5 2 を外部(内燃機関の燃焼室)から遮断して噴射口 5 7 を閉鎖する。一方、ニードルシート部 5 6 から離座する(開作動する)ことで、ニードル収納部 5 2 を外部と連通させて噴射口 5 7 を開ける。また、ノズルニードル 5 4 は、図示しないコモンレールから高圧燃料通路 5 8 へ供給された高圧燃料がニードル収納部 5 2 へと供給される。

【0031】

ノズルニードル 5 4 の背面側(ニードルシート部 5 6 と対向する側の反対側)は、背圧室 6 0 に対向している。背圧室 6 0 には、高圧燃料通路 5 8 からの燃料がオリフィス 6 4 を介して供給される。また、背圧室 6 0 には、ノズルニードル 5 4 をニードルシート部 5

10

20

30

40

50

6側へ押すニードルスプリング62が備えられている。

【0032】

背圧室60は、バランス三方弁66（背圧制御弁）を介して低圧燃料通路72に連通可能とされている。バランス三方弁66は、バルブスプリング70によってボディ50の後部側（図中、上方）に押されている。三方弁66は、バルブスプリング70によって及ぼされる力によって、その背面側が環状の低圧側バルブシート部74に着座するとともに、高圧側バルブシート部75から離座する。これにより、低圧燃料通路72と背圧室60とを遮断するとともに、バランス三方弁66が収容される収容室66aを介して高圧燃料通路58と背圧室60とを連通させる。

【0033】

一方、三方弁66は、バルブスプリング70によって及ぼされる力に抗してボディ50の先端側へ変位することで、低圧側バルブシート部74から離座するとともに、高圧側バルブシート部75に着座する。これにより、低圧燃料通路72と背圧室60とを連通させるとともに、高圧燃料通路58と背圧室60との収容室66aでの連通を遮断する。

【0034】

三方弁66のうち低圧側バルブシート部74側の面は、バルブピストン78の先端と対向している。一方、バルブピストン78の後部側は、ピエゾピストン80の先端と対向している。そして、バルブピストン78、ピエゾピストン80、及びボディ50の内周面によって変位拡大室82が区画形成されている。変位拡大室82は、ボディ50の先端側よりもボディ50の後方側の方が口径が大きくなるように縮径部を有して2つの円柱状の空間が直列に接続されたものである。変位拡大室82には、例えば燃料等の適宜の流体が充填されている。

【0035】

一方、ピエゾピストン80は、ピエゾスプリング84によってボディ50の後方へと押されている。更に、ピエゾピストン80は、そのボディ50の後方側がピエゾ素子Pa, Pb（図2参照）を多数積層してなる積層体（ピエゾスタック86）と連結されている。ピエゾ素子Pa, Pbは圧電効果により伸縮する容量性の負荷であり、その充電と放電とで伸長状態と縮小状態とが切り替えられる。これにより、ピエゾスタック86は三方弁66を作動させるアクチュエータとして機能する。

【0036】

ピエゾスタック86のうちピエゾピストン80と対向する側の裏面側はボディ50に固定されている。このため、ピエゾ素子Pa, Pbへ駆動電流が供給されずピエゾ素子Pa, Pbが縮小状態にあるときには、ピエゾスプリング84によってピエゾピストン80はボディ50の後方に位置することとなる。このとき、バルブピストン78が三方弁66をボディ50の先端側へ変位させないため、三方弁66により背圧室60と低圧燃料通路72とは遮断されている。このため、背圧室60内の燃料圧力（コモンレール圧）及びニードルスプリング62によってノズルニードル54は、ボディ50先端側へと押され、ニードルシート部56に着座した状態（閉弁状態）となる。

【0037】

一方、ピエゾ素子Pa, Pbに駆動電流が供給されることでピエゾ素子Pa, Pbが伸長状態となると、ピエゾピストン80は、ピエゾスプリング84の力に抗してボディ50の先端側へ移動する。これにより、バルブピストン78が三方弁66をボディ50の先端側へ変位させる（開弁させる）ようになるため、背圧室60が低圧燃料通路72と連通される。その結果、背圧室60内の燃料の圧力が低下し、ニードル収納部52内の高圧燃料がノズルニードル54をボディ50の後方へ押す力が、背圧室60内の燃料及びニードルスプリング62がノズルニードル54をボディ50の前方へ押す力よりも所定以上大きくなると、ノズルニードル54は、ニードルシート部56から離座した状態（開弁状態）となる。

【0038】

図2に、ピエゾ素子Pa, Pbへの充電及び放電を制御することでピエゾインジェクタ

10

20

30

40

50

PIa, PIbの駆動を制御する駆動装置(充電制御装置)の全体構成を示す。該図2に示されるように、本実施形態にかかる Piezoinjector PIa, PIbの駆動装置は、Piezoinjector PIa, PIbを駆動すべく、Piezo素子Pa, Pbの充電制御及び放電制御を行なうものであり、中央処理装置等を有してディーゼルエンジンを制御する電子制御装置30と、ドライバユニット1(充電回路)とを備えて構成されている。ちなみに、ドライバユニット1や電子制御装置30には、バッテリーBから電力が供給される。

【0039】

次に、ドライバユニット1について説明する。バッテリーBから供給される電力は、まず昇圧回路であるDC/DCコンバータ2に供給される。DC/DCコンバータ2は、コイル2cと、NチャネルMOS(Metal Oxide Semiconductor)トランジスタからなる充電スイッチ2sとの直列接続体として構成されており、その一方の端子がバッテリーB側に、また他方の端子が接地側にそれぞれ接続されている。ちなみに、図中、ダイオード2dは、Nチャネルトランジスタを形成することで形成される寄生ダイオードであり、そのアノード側が接地側と、またカソード側がコイル2c側と接続される。DC/DCコンバータ2は、充電スイッチ2sがオン・オフの操作をされることで、バッテリーBの電圧(例えば「12V」)を、Piezo素子Pa, Pbの充電制御のための高電圧(例えば「200~300V」)に昇圧する。

【0040】

DC/DCコンバータ2の昇圧電圧は、ダイオード4を介してコンデンサ6に印加される。コンデンサ6は、その一方の端子がダイオード4のカソード側に接続され、また他方の端子が接地されている。そして、DC/DCコンバータ2の昇圧電圧がコンデンサ6に印加されると、コンデンサ6はPiezo素子Pa, Pbに供給するための電荷を蓄える。ちなみに、コンデンサ6は、Piezo素子Pa, Pbへの一回の充電動作にかかる電荷の供給によってはその電圧がほとんど変化しないような容量(例えば「数100μF」程度)を有することが望ましい。

【0041】

コンデンサ6のうちの高電位となる端子側、すなわち、ダイオード4のカソード側は、充電スイッチ10と充放電コイル12との直列接続体を介して、Piezo素子Pa, Pbの高電位となる端子側に接続されている。そして、Piezo素子Pa, Pbの低電位となる端子側は、それぞれ選択スイッチ14a, 14bと抵抗16a, 16bとからなる直列接続体を介して接地されている。

【0042】

ここで、充電スイッチ10は、NチャネルMOSトランジスタからなるスイッチング回路を構成する。また、図中、ダイオード10dは、トランジスタが形成されることで形成される寄生ダイオードで、そのアノードが充放電コイル12側に、またそのカソードがダイオード4側にそれぞれ接続されている。また、選択スイッチ14a, 14bは、それぞれNチャネルMOSトランジスタからなる。図中、ダイオードda, dbは、これらトランジスタが形成されることで形成される寄生ダイオードで、そのアノードが接地側に、またそのカソードがPiezo素子Pa, Pb側にそれぞれ接続されている。

【0043】

充電スイッチ10と充放電コイル12の間には、放電スイッチ18の一方の端子が接続されており、放電スイッチ18の他方の端子は接地されている。ここで、放電スイッチ18は、NチャネルMOSトランジスタからなるスイッチング回路を構成する。ちなみに、図中、ダイオード18dは、このトランジスタが形成されることで形成されるものであり、そのアノードが接地側に、またカソードが充電スイッチ10や充放電コイル12側に接続されている。

【0044】

一方、コントローラ20は、電子制御装置30からの指令に基づき、充電スイッチ10及び放電スイッチ18を操作する専用のハードウェアである。ちなみに、充電スイッチ10や放電スイッチ18を高速で駆動すべく、本実施形態では、図示しないドライバを介し

10

20

30

40

50

て、コントローラ 20 から充電スイッチ 10 や放電スイッチ 18 へ信号を出力するようにしている。このドライバは、コンデンサ 6 の高電位となる端子側から給電されるようにすることが望ましい。

【0045】

次に、電子制御装置 30 とコントローラ 20 とによって行なわれるピエゾ素子  $P_a$  ,  $P_b$  の充電制御及び放電制御について説明する。

【0046】

図 3 は、充電制御及び放電制御の状態を示すタイムチャートである。ここで、図 3 ( a ) は、その論理値を「H」とすることで、燃料の噴射時期及び噴射期間を指定するための信号である噴射信号 ( 図中、上記ピエゾ素子  $P_a$  に対応する信号である噴射信号  $IJT_a$  を例示 ) の推移を示している。図 3 ( b ) は、その論理値を「H」とすることで、選択スイッチ 14 a , 14 b のうちのうちのいずれかを選択的にオンとする制御信号 ( 図中、選択スイッチ 14 a の制御信号を例示 ) の推移を示している。図 3 ( c ) は、その論理値を「H」とすることで、充電スイッチ 10 の操作を通じたピエゾ素子  $P_a$  ,  $P_b$  の充電を行なう時期及び期間を指定するための信号である充電期間信号の推移を示している。図 3 ( d ) は、その論理値を「H」とすることで、放電スイッチ 18 の操作を通じたピエゾ素子  $P_a$  ,  $P_b$  の放電を行なう時期及び期間を指定するための信号である放電期間信号の推移を示している。図 3 ( e ) は、ピエゾ素子  $P_a$  ,  $P_b$  の高電位となる端子側の電位の推移を示している。

【0047】

この一連の制御においては、時刻  $t_1$  に、電子制御装置 30 からコントローラ 20 に噴射信号  $IJT_a$  が入力されると、コントローラ 20 では、以下のような処理を行なう。まず、この噴射信号  $IJT_a$  に基づき、上記充電期間信号を、時刻  $t_1$  から時刻  $t_2$  まで論理「H」となる態様にて生成するとともに、選択スイッチ 14 a を選択的にオンとすべく、選択制御信号を出力する。そして、生成された充電期間信号に基づき、充電スイッチ 10 をオン・オフ操作する。なお、充電期間信号を、電子制御装置 30 によって生成するようにしてもよい。

【0048】

ここで、スイッチング回路としての充電スイッチ 10 がオンとされることによって、図 4 ( a ) に示すように、コンデンサ 6、充電スイッチ 10、充放電コイル 12、ピエゾ素子  $P_a$ 、選択スイッチ 14 a、抵抗 16 a からなる閉ループ回路が形成される。これにより、コンデンサ 6 の電荷がピエゾ素子  $P_a$  に充電される。一方、充電スイッチ 10 のオン操作の後、この充電スイッチ 10 がオフとされることで、図 4 ( b ) に示すように、ダイオード 18 d、充放電コイル 12、ピエゾ素子  $P_a$ 、選択スイッチ 14 a、抵抗 16 a からなる閉ループ回路が形成される。これにより、充放電コイル 12 のフライホイールエネルギーが、ピエゾ素子  $P_a$  に充電される。

【0049】

上記態様にて充電スイッチ 10 が操作されることで、ピエゾ素子  $P_a$  が充電され、ピエゾ素子  $P_a$  の高電位となる端子側の電位が上昇する。なお、図 4 ( a ) に示す閉ループ回路は、充放電コイル 12 を介してコンデンサ 6 の電力が供給される電流通路であり、充電スイッチ 10 は、この電流通路を開閉制御する機能を有する。

【0050】

一方、図 3 に示す時刻  $t_3$  において噴射信号  $IJT_a$  が論理「L」となると、放電期間信号を、時刻  $t_3$  から時刻  $t_4$  まで論理「H」となる態様にて生成するとともに放電スイッチ 18 をオン・オフ操作する。

【0051】

すなわち、放電スイッチ 18 がオンとされることで、図 4 ( c ) に示すように、放電スイッチ 18、充放電コイル 12、ピエゾ素子  $P_a$ 、選択スイッチ 14 a、抵抗 16 a によって閉ループ回路が形成される。これにより、ピエゾ素子  $P_a$  が放電される。更に、放電スイッチ 18 のオン操作の後、放電スイッチ 18 がオフとされることで、図 4 ( d ) に示

10

20

30

40

50



すように、コンデンサ 6、ダイオード 10 d、充放電コイル 12、 piezo素子 P a、選択スイッチ 14 a、抵抗 16 a によって閉ループ回路が形成される。これにより、充放電コイル 12 のフライホイールエネルギーがダイオード 10 d を介してコンデンサ 6 に回収される。

【 0 0 5 2 】

上記態様にて放電スイッチ 18 が操作されることで、piezo素子 P a が放電され、piezo素子 P a の高電位となる端子側の電位が低下する。そして、放電をする制御期間の終了後の時刻 t 5 に、選択スイッチ 14 a をオフとする。以上説明した態様にて、充電スイッチ 10 のオン・オフ操作や、放電スイッチ 18 のオン・オフ操作を行なうことで、piezo素子 P a , P b の充放電制御をすることができる。

10

【 0 0 5 3 】

ここで、上記充電制御及び放電制御について、図 5 に基づいて更に詳述する。図 5 は、1 燃焼サイクルあたりに燃料を 1 回噴射する場合の噴射態様を現しているが、1 燃焼サイクルあたりに複数回噴射する場合にも同様に適用できる。

【 0 0 5 4 】

図 5 ( a ) は、piezo素子 P a , P b へ流す電流（駆動電流）の推移を示している。図 5 ( b ) は、piezo素子 P a , P b の高電位となる端子側の電圧（駆動電圧）の推移を示している。図 5 ( c ) は、piezo素子 P a , P b に蓄えられた電気エネルギーの推移を示している。図 5 ( d ) は、先の図 2 に示した充電スイッチ 10 をオンさせる充電指令信号のオン・オフ操作状態の推移を示している。図 5 ( e ) は、ノズルニードル 54 のリフト量変化を示している。図 5 ( f ) は、単位時間あたりの実際の燃料噴射量（実燃料噴射率）の変化を示している。

20

【 0 0 5 5 】

この図 5 に示す一連の処理においては、まず時刻 t 1 において電子制御装置 30 から噴射信号（I J T a , I J T b）が出力されると、先の図 3 ( b ) 及び図 3 ( c ) に示した態様にて選択スイッチ 14 a , 14 b の操作や、充電期間信号の生成が行なわれる。そして、充電期間信号に応じてコントローラ 20 では以下の処理を行なう。すなわち、充電期間信号によって指定される充電期間 t 1 ~ t 2、充電スイッチ 10 をオン・オフ操作する（図 5 ( d ) 参照）ことにより piezo素子 P a , P b に充電する。

【 0 0 5 6 】

充電期間 t 1 ~ t 2 においては、充電指令信号のオン信号をトリガとして充電スイッチ 10 がオン作動したタイミング t 1 で駆動電流は上昇し始め、piezo素子 P a , P b に所定量の電荷が溜まった時点で駆動電流は下降し始める。つまり、図 4 ( a ) の如く充電スイッチ 10 をオンさせることによる充電期間中では、電流上昇期間 T U 1 にて駆動電流が上昇する。その後、図 4 ( b ) の如く充電スイッチ 10 オフ後のフライホイールエネルギーによる充電期間中では、電流下降期間 T D 1 にて駆動電流が下降する。

30

【 0 0 5 7 】

その後再び、充電指令信号に基づき充電スイッチ 10 がオン作動したタイミングで駆動電流は上昇し始め、piezo素子 P a , P b に所定量の電荷が溜まった時点で駆動電流は下降し始める。このような駆動電流の上昇と下降を複数回繰り返しながら（図 5 ( a ) 参照）、駆動電圧及び電気エネルギーを上昇させて（図 5 ( b ) ( c ) 参照）充電する。

40

【 0 0 5 8 】

放電期間 t 3 ~ t 4 においては、放電スイッチ 18 をオン操作したタイミングで駆動電流は下降し始め、piezo素子 P a , P b から所定量の電荷が放電された時点で駆動電流は上昇し始める。このような駆動電流の下降と上昇を複数回繰り返しながら（図 5 ( a ) 参照）、駆動電圧及び電気エネルギーを下降させて（図 5 ( b ) ( c ) 参照）放電する。

【 0 0 5 9 】

piezo素子 P a , P b への充電を開始した後、駆動電圧の値が閾値 V th（図 5 ( c ) 参照）を超えた時点で、三方弁 66 は低圧側バルブシート部 74 からの離座を開始して開弁作動を開始する。その後、三方弁 66 は、低圧側バルブシート部 74 及び高圧側バルブシ

50

ート部 75 の両シート部 74 , 75 から離座した状態となり、その後、高圧側バルブシート部 75 に着座した状態となる。

【 0060 】

すると、 $t_5$  時点にてノズルニードル 54 は開弁作動を開始してリフト量が増大する（図 5 ( e ) 参照）。そして、リフト量増大にともない実燃料噴射率は上昇し始め（図 5 ( f ) 参照）、噴射口 57 からの燃料噴射を開始する。一方、放電期間  $t_3 \sim t_4$  にて放電されると、ノズルニードル 54 は閉弁作動を開始してリフト量が減少する。そして、リフト量減少にともない実燃料噴射率は下降し始め、 $t_6$  時点にて三方弁 66 は低圧側バルブシート部 74 に着座した状態となり、燃料噴射を終了する。

【 0061 】

ここで、上記閾値  $V_{th}$  は、 piezo 素子  $P_a$  ,  $P_b$  の経年変化や温度特性、 piezo インジェクタ  $PI_a$  ,  $PI_b$  の個体差等により変化するため、三方弁 66 が開弁作動を開始するタイミングにばらつきが生じ得る。また、 piezo インジェクタ  $PI_a$  ,  $PI_b$  の固体差によっても上記ばらつきが生じ得る。よって、ノズルニードル 54 がニードルシート部 56 から離座する開弁作動タイミング（噴射開始タイミング）にばらつきが生じることとなる。

【 0062 】

本実施形態では、駆動電流が上昇する複数の上昇期間  $T_{U1}$  ,  $T_{U2}$  ,  $T_{U3}$  ,  $T_{U4}$  ,  $T_{U5}$  のうち、最初に現れる上昇期間  $T_{U1}$ （特定の上昇期間）の中間に位置する中間期間  $T_{UM1}$  で駆動電圧値が閾値  $V_{th}$  を超えることとなるよう、充電スイッチ 10 をオン作動させるトリガ信号としての充電指令信号を生成している。具体的には、このように設定された充電指令信号の波形は、不等ピッチとなるよう生成されている。すなわち、上昇期間  $T_{U1}$  の開始トリガとなる充電スイッチ 10 のオンタイミングから、次の上昇期間  $T_{U2}$  の開始トリガとなる充電スイッチ 10 のオンタイミングまでのピッチを  $P_1$  とし、それ以降のピッチを  $P_2$  ,  $P_3$  ,  $P_4$  とすると、 $P_2$  ,  $P_3$  ,  $P_4$  は等ピッチであるのに対し、 $P_1$  は  $P_2$  ,  $P_3$  ,  $P_4$  よりも長くなるよう設定されている。

【 0063 】

そのため、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が、符号  $V_1$  に示す如く複数の電圧上昇期間に亘って存在してしまうおそれを低減でき、符号  $V_2$  に示す如く電流下降期間  $T_{D1}$  を含まないようにできる。よって、三方弁 66 の作動開始タイミングのばらつき幅を小さくでき、ひいては噴射開始タイミングのばらつき幅を小さくできる。

【 0064 】

当該中間期間  $T_{UM1}$  は、電流上昇期間  $T_{U1}$  の両端期間（例えば  $T_{U1}$  の 10% に相当する期間）を除いた中間部分の期間として設定して好適である。或いは、上昇開始時点  $t_1$  での駆動電流値 0 A からピーク電流値（例えば 2.5 A）まで上昇する間のうち、所定上昇量（例えば電流上昇期間  $T_{U1}$  全体で上昇する量  $A$ （図 5 ( a ) 参照）の 10% に相当する量）に対応する期間を中間期間  $T_{UM1}$  として設定して好適である。

【 0065 】

最初に現れる上昇期間  $T_{U1}$ （特定の上昇期間）における駆動電流のピーク値  $A_1$ （図 5 ( a ) 参照）が他の上昇期間  $T_{U2}$  ,  $T_{U3}$  ,  $T_{U4}$  ,  $T_{U5}$  の中で最大となるよう、充電指令信号のオン・オフ信号波形は生成されている。また、特定の上昇期間  $T_{U1}$  における駆動電流の上昇量  $A$  が他の上昇期間  $T_{U2}$  ,  $T_{U3}$  ,  $T_{U4}$  ,  $T_{U5}$  の中で最大となるよう、充電指令信号のオン・オフ信号波形は生成されている。これによれば、特定の上昇期間  $T_{U1}$  が長くなるので、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が、符号  $V_1$  に例示される如く複数の電圧上昇期間に亘って存在してしまうおそれをより一層低減でき、特定の上昇期間  $T_{U1}$  で電圧値が閾値を超えることの確実性を向上できる。

【 0066 】

（第 2 の実施形態）

本実施形態では、特定の上昇期間の中間期間  $T_{UM1}$  で駆動電圧値が閾値  $V_{th}$  を超えることとなるよう、充電指令信号のオン・オフ信号波形を生成している点では、第 1 の実施

10

20

30

40

50

形態と共通する。さらに、本実施形態では、ディーゼルエンジンの運転状態に応じて、前記特定の上昇期間を他の上昇期間に切り替えている。

【0067】

具体的には、図6(a)に示す如くエンジンの高負荷運転時には、特定の上昇期間を最初の上昇期間TU1とし、上昇期間TU1の中間期間TUM1で駆動電圧値が閾値V<sub>th</sub>を超えるようオン・オフ信号波形(充電指令信号波形1)を生成する。つまり、上昇期間TU1の開始トリガとなる充電指令信号のオン信号による充電スイッチ10のオンタイミングから、次の上昇期間TU2の開始トリガとなる充電指令信号のオン信号による充電スイッチ10のオンタイミングまでのピッチP1を、それ以降のピッチP2, P3, P4よりも長く設定している。

10

【0068】

一方、図6(c)に示す如く低負荷運転時には、特定の上昇期間を2番目に現れる上昇期間TU2とし、上昇期間TU2の中間期間TUM2で駆動電圧値が閾値V<sub>th</sub>を超えるようオン・オフ信号波形を生成する。つまり、ピッチP2を他のピッチP1, P3, P4よりも長く設定している。

【0069】

エンジンの高負荷運転時には、特定の上昇期間TU1における駆動電流のピーク値A1(図6(a)参照)が他の上昇期間TU2, TU3, TU4, TU5の中で最大となるよう、充電指令信号のオン・オフ信号波形は生成されている。また、特定の上昇期間TU1における駆動電流の上昇量A1が他の上昇期間TU2, TU3, TU4, TU5の中で最大となるよう、充電指令信号のオン・オフ波形は生成されている。よって、特定の上昇期間TU1が長くなるので、第1の実施形態と同様にして特定の上昇期間TU1で電圧値が閾値を超えることの確実性を向上できる。

20

【0070】

エンジンの低負荷運転時には、特定の上昇期間TU2における駆動電流のピーク値A2(図6(c)参照)が他の上昇期間TU1, TU3, TU4, TU5の中で最大となるよう、充電指令信号のオン・オフ波形は生成されている。また、特定の上昇期間TU2における駆動電流の上昇量A2が他の上昇期間TU1, TU3, TU4, TU5の中で最大となるよう、充電指令信号のオン・オフ波形は生成されている。よって、特定の上昇期間TU2が長くなるので、第1の実施形態と同様にして特定の上昇期間TU2で電圧値が閾値を超えることの確実性を向上できる。

30

【0071】

図7は、電子制御装置30、コントローラ20及びピエゾインジェクタPIa, PIbの作動の流れを示す流れ図であり、先ず、電子制御装置30はエンジンの運転状態が高負荷であるか否かを判定する(S10)。例えば、エンジン回転速度やスロットル開度、吸気圧等の値が大きいほど高負荷であると判定すればよい。高負荷運転であると判定した場合には、充電指令信号のオン・オフ波形として図6(a)に示す波形1を選択する(S20)。高負荷運転でないと判定した場合には、図6(c)に示す波形2を選択する(S30)。

【0072】

次に、電子制御装置30は、選択した充電指令信号の波形を指令する噴射信号IJTa, IJTbをコントローラ20に出力する(S40)。当該噴射信号IJTa, IJTbが入力されたコントローラ20は、選択した充電指令信号の波形を出力する(S50)。すると、図6(a)又は図6(c)に示すように駆動電流が上昇と下降を繰り返すことでピエゾ素子Pa, Pbは充電され、ピエゾインジェクタPIa, PIbは燃料噴射作動を開始する(S60)。

40

【0073】

以上詳述した本実施形態によれば、上記第1の実施形態と同様の効果に加え、以下の効果が奏される。すなわち、エンジンの高負荷運転時には、駆動電圧値が閾値V<sub>th</sub>を超える特定の上昇期間を最初の上昇期間TU1とし、低負荷運転時には、2番目に現れる上昇期

50

間  $T U 2$  とするようオン・オフ信号波形を生成する。これによれば、図 6 ( b ) ( d ) に示すように高負荷の場合には燃料噴射率が急激に上昇する (  $R 1$  の傾きが  $R 2$  の傾きより大きい ) ので、エンジンの出力を高めることができる。一方、低負荷の場合には燃料噴射率は緩やかに上昇する (  $R 2$  の傾きが  $R 1$  の傾きより小さい ) ので、エンジンの出力を高めることはできないものの、ドライバユニット 1 における発熱を低減でき、回路効率を向上させることができる。

【 0 0 7 4 】

( その他の実施形態 )

本発明は上記実施形態の記載内容に限定されず、上記各実施形態の特徴的構造をそれぞれ任意に組み合わせるようにしてもよい。また、例えば次のように実施しても良い。

【 0 0 7 5 】

( 1 ) 上記第 1 の実施形態では、充電指令信号のオン・オフ波形、つまり充電スイッチ 1 0 のオン・オフ信号波形を固定させるようにしている。このようにオン・オフ信号波形を固定すると、ピエゾ素子  $P a$  ,  $P b$  の経年変化等により閾値  $V_{th}$  が変化した場合、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が複数の電圧上昇期間に亘って存在するようになることが懸念される。

【 0 0 7 6 】

これに対し他の実施形態として、充電指令信号のオン・オフ波形を可変とし、ディーゼルエンジンの運転中に、中間期間で駆動電圧値が閾値  $V_{th}$  を超えることとなるようピッチ  $P 1$  の長さを調整して上昇期間  $T U 1$  の長さを調整してもよい。これによれば、上述の如く設定されたオン・オフ信号波形が閾値  $V_{th}$  の変化に応じて調整されるので、閾値  $V_{th}$  のばらつき幅が複数の電圧上昇期間に亘って存在するようになるといった上記懸念を解消できる。

【 0 0 7 7 】

なお、エンジン運転中にオン・オフ信号波形を可変とするにあたり、実際の閾値  $V_{th}$  が複数の上昇期間  $T U 1 \sim T U 5$  のいずれで現れているかを推定する必要が生じる。当該検出の具体例として、ピエゾインジェクタ  $P I a$  ,  $P I b$  から実際に燃料が噴射される時の噴射タイミングを検出し、その噴射タイミングから三方弁 6 6 の作動開始タイミングを推定して閾値  $V_{th}$  が複数の上昇期間  $T U 1 \sim T U 5$  のいずれで現れているかを推定することが挙げられる。また、噴射タイミングを推定する具体例としては、 $A / F$  センサの検出値、燃焼タイミング ( 着火タイミング ) 及びエンジン回転速度の少なくとも 1 つの値から噴射タイミングを推定することが挙げられる。

【 0 0 7 8 】

( 2 ) 上記第 1 の実施形態では、充電指令信号のオン・オフ波形を固定させるにあたり、特定の上昇期間が 1 番目に現れる上昇期間  $T U 1$  となるよう設定しているが、本発明の実施にあたり、特定の上昇期間が 2 番目に現れる上昇期間  $T U 2$  となるよう設定してもよい。

【 0 0 7 9 】

( 3 ) 上記実施形態では、充電指令信号のオン作動 ( 充電スイッチ 1 0 のオン作動 ) を駆動電流の上昇開始トリガとし、その後、ピエゾ素子  $P a$  ,  $P b$  に所定量の電荷が溜まったことを駆動電流の下降開始トリガとしている。これに対し、充電指令信号のオフ作動を駆動電流の下降開始トリガとしてもよい。或いは、図 6 ( a ) 中の一点鎖線に示すように、駆動電流が所定の上限值 に達したことを駆動電流の下降開始トリガとしてもよいし、駆動電流が所定の下限值 に達したことを駆動電流の上昇開始トリガとしてもよい。

【 0 0 8 0 】

( 4 ) 上記実施形態では、特定の上昇期間  $T U 2$  における駆動電流のピーク値  $A 2$  ( 図 6 ( c ) 参照 ) が他の上昇期間  $T U 1$  ,  $T U 3$  ,  $T U 4$  ,  $T U 5$  の中で最大となるよう、充電指令信号のオン・オフ波形、つまり充電スイッチ 1 0 のオン・オフ信号波形は生成されている。これに対し、上昇期間  $T U 2$  における駆動電流のピーク値  $A 2$  を最初の上昇期間  $T U 1$  のピーク値  $A 1$  と同じにしてもよいし、ピーク値  $A 1$  より小さくしてもよい。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

(5) 上記実施形態に係るピエゾインジェクタPIa, PIbは、ピエゾ素子Pa, Pbにより三方弁66を作動させ、この三方弁66の作動によりノズルニードル54を作動させている。本発明はこのようなタイプのピエゾインジェクタPIa, PIbへの適用に限られるものではなく、例えば、三方弁66を廃止して、ピエゾ素子Pa, Pbによりノズルニードル54を直接作動させる直動タイプのピエゾインジェクタに適用させてもよい。

【0082】

(6) 上記実施形態では、電流上昇期間TU1の10%に相当する両端期間を除いた期間を中間期間TUM1として設定しているが、前記両端期間は電流上昇期間TU1の10%に限らず、例えば20%、5%、又は3%でもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】本発明の一実施形態に係るピエゾインジェクタの構造を示す断面図。

【図2】第1の実施形態に係る駆動装置(充電制御装置)の全体構成を示すブロック図。

【図3】同実施形態の充放電制御を説明するタイムチャート。

【図4】同実施形態に関し、(a)(b)は充電制御時における電流の流通態様を示す図、(c)(d)は放電制御時における電流の流通態様を示す図。

【図5】同実施形態にかかる充電制御及び放電制御態様を示すタイムチャート。

【図6】第2の実施形態に係る駆動電流及び燃料噴射率の変化を示す図であり、(a)(b)はエンジン高負荷時の変化、(c)(d)は低負荷時における変化を示す。

20

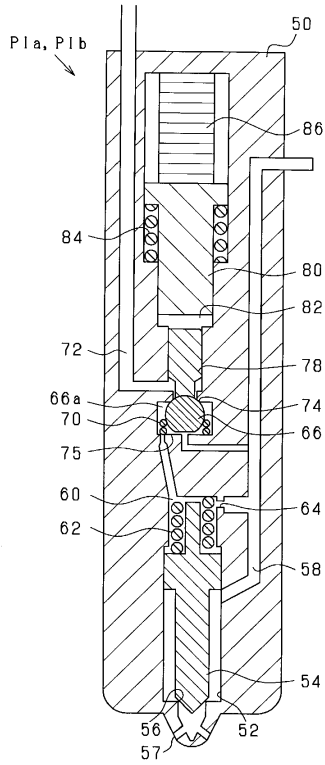
【図7】第2の実施形態において、電子制御装置、コントローラ及びピエゾインジェクタの作動の流れを示す流れ図。

【符号の説明】

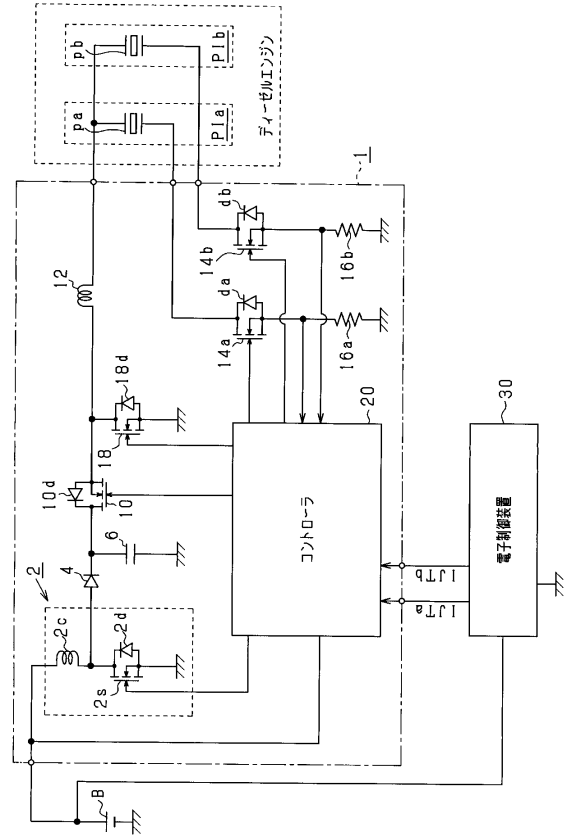
【0084】

1...ドライバユニット(充電回路, スイッチング回路)、10...充電スイッチ(スイッチング回路)、54...ノズルニードル(弁体)、57...噴射口、66...三方弁(背圧制御弁)、Pa, Pb...ピエゾ素子、PIa, PIb...ピエゾインジェクタ(燃料噴射弁)、Vth...閾値。

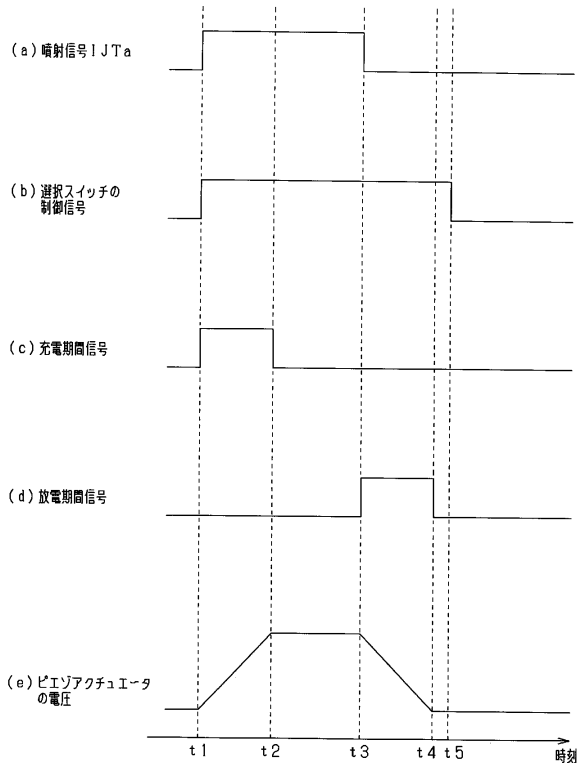
【図1】



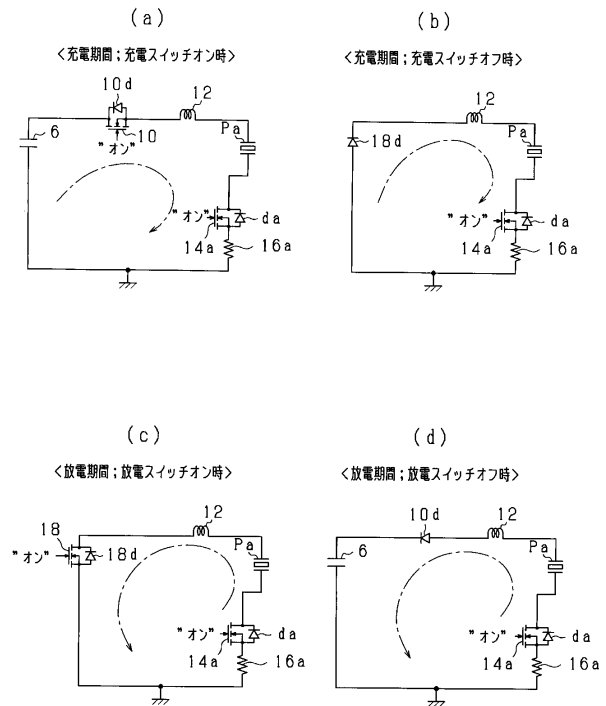
【図2】



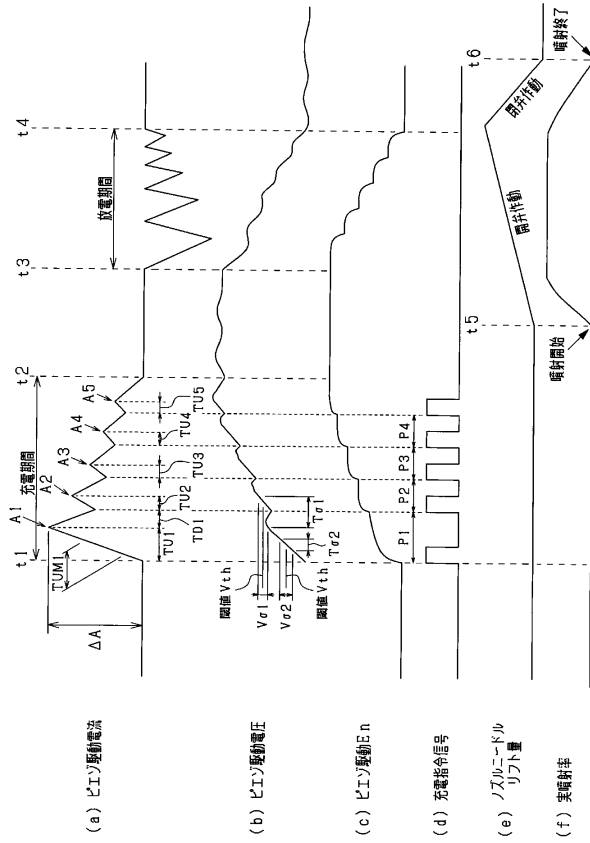
【図3】



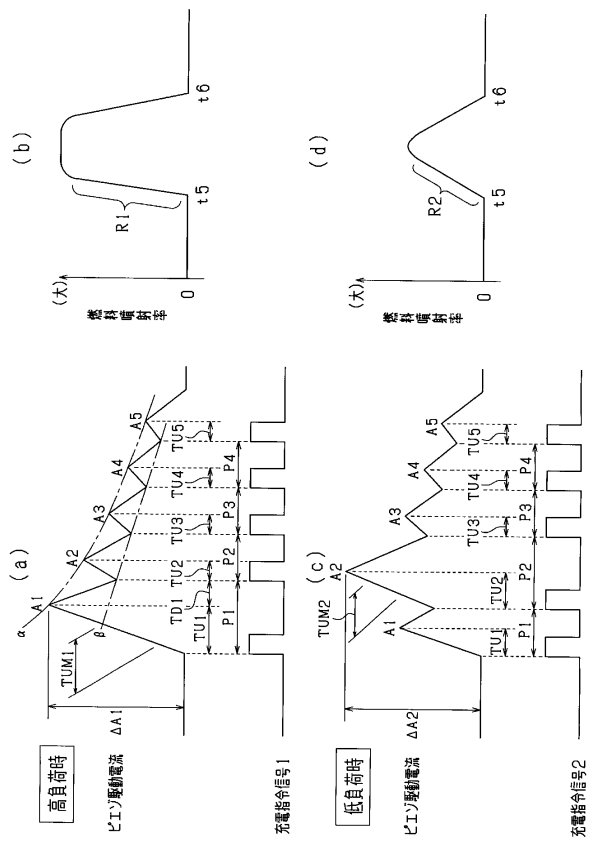
【図4】



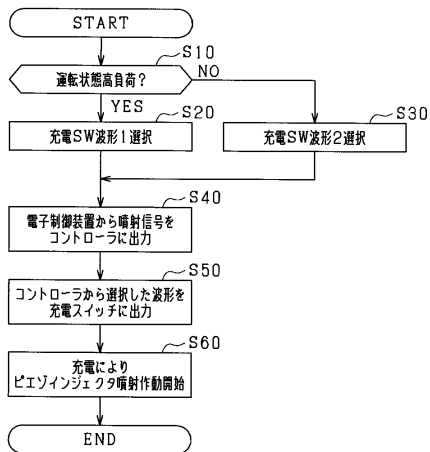
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-115616(JP,A)  
特開2004-076646(JP,A)  
特開2006-348912(JP,A)  
特開昭63-088247(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02M 39/00-71/04