

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5331663号
(P5331663)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2M 51/08 (2006.01)
FO2M 51/06 (2006.01)
FO2M 51/00 (2006.01)FO2M 51/08
FO2M 51/06
FO2M 51/06
FO2M 51/00L
F
M
A

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-270971 (P2009-270971)
 (22) 出願日 平成21年11月30日 (2009.11.30)
 (65) 公開番号 特開2011-112008 (P2011-112008A)
 (43) 公開日 平成23年6月9日 (2011.6.9)
 審査請求日 平成24年4月11日 (2012.4.11)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 安部 元幸
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 日立オートモティブ
 システムズ株式会社内
 (72) 発明者 石川 亨
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 日立オートモティブ
 システムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電磁式燃料噴射弁の駆動回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弁座と当接することによって燃料通路を閉じ弁座から離れることによって燃料通路を開く弁体と、前記弁体との間で力を伝達して開閉弁動作を行わせる可動子と、前記可動子の駆動手段として設けられコイル及び磁気コアを有する電磁石と、前記弁体を前記駆動手段による駆動力の向きとは逆向きに付勢する付勢手段とを有する電磁式燃料噴射弁の駆動回路であって、前記コイルにバッテリ電圧より高い電圧に昇圧された電圧を印加する能力を備えた電磁式燃料噴射弁の駆動回路において、

前記電磁式燃料噴射弁が内燃機関の一行程中に少なくとも二回の燃料噴射を行うように駆動電流を与える、第一回目の噴射時に印加する第1の昇圧電圧による消費電力が、二回目以降のいずれかの噴射時に印加する第2の昇圧電圧による消費電力よりも小さくなるように、第1の昇圧電圧と第2の昇圧電圧の印加シーケンスが異なって設定されたことを特徴とする電磁式燃料噴射弁の駆動回路。

【請求項 2】

請求項1に記載の電磁式燃料噴射弁の駆動回路において、第1の昇圧電圧の印加を、スイッチングして供給することを特徴とする電磁式燃料噴射弁の駆動回路。

【請求項 3】

請求項2に記載の電磁式燃料噴射弁の駆動回路において、第1の昇圧電圧の印加時間が、第2の昇圧電圧の印加時間よりも短くなるように設定することで、第1の昇圧電圧と第2の昇圧電圧の印加シーケンスを異らせたことを特徴とする電磁式燃料噴射弁の駆動回

路。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の電磁式燃料噴射弁の駆動回路において、第 1 の昇圧電圧による電流のピーク値が第 2 の昇圧電圧による電流のピーク値よりも小さくなるように目標電流値を設定することで、第 1 の昇圧電圧と第 2 の昇圧電圧の印加シーケンスを異ならせたことを特徴とする電磁式燃料噴射弁の駆動回路。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の電磁式燃料噴射弁の駆動回路において、前記駆動回路が内蔵する駆動 I C は、第一回目の噴射時と第二回目以降のいずれかの噴射時との間に、該駆動 I C とは別のマイコンと通信を行うことによって、昇圧電圧の印加シーケンスを異なせることを特徴とする電磁式燃料噴射弁の駆動回路。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の電磁式燃料噴射弁の駆動回路において、前記駆動回路が内蔵する駆動 I C は、第一回目の噴射時と第二回目以降のいずれかの噴射時とに用いる電圧印加シーケンスを夫々記憶する機能を備えたことを特徴とする電磁式燃料噴射弁の駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁石によって弁体を駆動する電磁式燃料噴射弁の駆動回路に関する。

20

【背景技術】

【0002】

特開 2008 - 280876 号公報には、開弁状態から通電を終了して弁体が閉弁状態になった直後からコイルに通電を再開し、閉弁方向に付勢されている弁体および可動子を吸引する方向の磁気吸引力を、再開弁に備えて予め発生させておくことで、複数回の噴射を比較的短い時間間隔で行わせる方法が開示されている。

【0003】

特開平 5 - 296120 号公報には、従来技術として複数回の噴射時に対して同じ電圧印加シーケンスを行い、一回目と二回目の噴射時で駆動に用いられる電流値が変化する例が記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 280876 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 296120 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術においては、再開弁を素早く行わせるために、閉弁直後に通電を再開して可動子の動作を安定させる方法が開示されている。しかしながら、内燃機関の使用状態に鑑みると、一行程中の噴射回数が複数回に及ぶと、燃料噴射弁に対して昇圧された電力源（昇圧電源）からの通電回数が増え、また昇圧電源からの消費電力が増大してしまうという課題がある。

40

【0006】

昇圧電源は、一般的には誘導素子とスイッチング素子からなる昇圧回路と、昇圧された電力を蓄えるコンデンサから構成されている。昇圧電源から燃料噴射弁に通電する場合は、コンデンサからの放電によって電力が供給される。このため、昇圧電源から通電するとコンデンサは放電によって電圧が低下してしまう。

【0007】

コンデンサは放電後に、電力が昇圧回路によってチャージされ、昇圧された所定の電圧

50

に復帰するが、複数回の噴射を比較的短時間に行う場合には、二回目以降の噴射にチャージが間に合わないことがある。また、一行程に複数回噴射を行うと、前述のように昇圧電源からの消費電力が増大し、したがって昇圧回路からチャージするためには要する電力も増大してしまう。

【0008】

このため、スイッチング素子の発熱が増大して設計上の困難さを引き起こしたり、あるいは冷却のためにレイアウト性を犠牲にする必要が生じることがあった。また、電圧降下の影響を抑制するために、コンデンサの容量を大きくする方法も考えられるが、やはりレイアウト性の問題が生じやすく、なおかつ高コストになってしまうという課題がある。

【0009】

従来技術においては、このような駆動回路に係る課題とそれを回避する方法について十分な配慮がなされていなかった。また、特開平5-296120号公報に開示されているように、複数回噴射時に一回目と二回目の電圧印加シーケンスを異ならせる方法は開示されているが、複数回噴射時に二回目以降の噴射を高速に行わせ、なおかつ駆動回路の負荷を軽減する方法については十分な配慮がなされていなかった。

【0010】

一方で、燃料噴射弁の本体は、閉弁後の弁体のバウンド抑制や、最小噴射量の制御性向上のために、特開2008-280876号に示されているように可動子と弁体が互いに相対運動可能なような構成にすることがある。

【0011】

このような構成においては、閉弁後に弁体およびアンカは直ちには運動を停止せず、アンカは振動的な運動を継続することがある。アンカと弁体が互いに相対運動可能である構成では、弁体が弁座に衝突して閉弁した後にも、アンカは弁体と相対的に運動を継続する。その後、アンカが再び開弁可能な状態に復帰するまでには時間を要する場合があった。

【0012】

このため、噴射間隔を短縮して一行程に複数回噴射しようとするときに、制約になる場合があった。一行程中で複数回の噴射を行い、かつ噴射間隔を短縮することができない場合、噴射していない期間が長くなるため、必然的に一回あたりの噴射量を増やすか、合計の噴射量を減らすか、あるいは複数回噴射を行うエンジンの回転数範囲を低く設定するかのいずれかを行う必要がある。

【0013】

一回あたりの噴射量を増やす場合、噴射された燃料の微粒化性能の低下や、制御可能な最小噴射量の増大などが起こる場合がある。合計の噴射量を減らすと、エンジンのトルクを低下させざるを得なくなってしまう。また、エンジンの回転数範囲の制約は、複数回噴射のメリットを享受できる回転数範囲に制約がかかり、充分な性能を発揮させることが難しくなることがある。

【0014】

本発明の課題は、駆動回路の昇圧回路の負担を抑制しながら、一行程中に複数回の噴射が可能な駆動シーケンスを提供することにあり、特に燃料噴射弁の可動子と弁体が互いに相対運動可能なものについて大きな効果を得ようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、一回目の噴射時は二回目の噴射時よりも昇圧電源からの通電は少ない電力で行われるように、一回目と二回目以降の噴射時の電圧印加シーケンスを変える。一回目の噴射時には昇圧電源からの電力供給が少なくなるようにすることで、昇圧電源からの消費電力を抑制し、駆動回路に生じる負担を軽減する。一方で、二回目の噴射時には充分な電力を昇圧電源から供給することで、再開弁が素早く行われるようにする。一行程において、一回目の噴射より前の期間は、比較的長い噴射休止期間であり、このためパルスの印加開始から短いタイミングで開弁が開始される必要はない。したがって、昇圧電源からの電力供給を少なくすることで、パルス印加から

10

20

30

40

50

実際に弁体が開弁するまでの遅れ時間が大きくなつたとしても、大きな実害を生じずに済む。一方で、二回目の噴射時には一回目との噴射間隔を短縮する必要があるため、再開弁が素早く行われるように充分な電力を昇圧電源から供給する。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、弁体が閉弁した後に燃料噴射弁が開弁可能となるまでの時間を短縮しながら、駆動回路の負担を軽減することができる。これにより、例えば内燃機関の一行程中に複数回の燃料噴射を行うような場合においても、短い間隔で燃料噴射を行わせることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

10

【0017】

【図1】本発明に係る燃料噴射弁の実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明の第一実施例に係る燃料噴射弁の可動子及び弁体の衝突部近傍を拡大した断面図である。

【図3】従来技術による燃料噴射弁の可動子及び弁体の運動の様子を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の第一実施例に係る燃料噴射弁の駆動電流および可動子の運動を示すタイムチャートである。

【図5】本発明に係る駆動回路の例を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第二実施例に係る燃料噴射弁の駆動電流および可動子の運動を示すタイムチャートである。

20

【図7】本発明の第三実施例に係る燃料噴射弁の駆動電流および可動子の運動を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施例を説明する。

【実施例1】

【0019】

図1は、本発明に係る燃料噴射弁の断面図であり、図2は可動子の近傍の拡大図である。

30

【0020】

燃料噴射弁1は、大径部107aと、小径部107bと、大径部107aと小径部107bとの間をつなぐ縮径部107cとを有するハウジング107を有する。ハウジング107の大径部107aの内側には、磁気コア101（固定コア、可動鉄心或いは単にコアとも言う）、可動子102（可動コア或いは可動鉄心とも言う）、第1のロッドガイド104、付勢バネ106、ゼロ位置バネ108、バネ押さえ114が収容されている。ハウジング107の小径部107bの先端部には、弁座110と噴射孔111とが形成されたノズル112が固定され、ノズル112の内側に第2のロッドガイド113が収容されている。また、ハウジング107の大径部107aと小径部107bとにまたがって弁体103が収容されている。

40

【0021】

ハウジング107の大径部107aの外側には、コイル105と、このコイル105を取り囲むようにヨーク109とが設けられている。

【0022】

図1に示した燃料噴射弁1は、通常時閉型の電磁弁（電磁式燃料噴射弁）であり、コイル105に通電されていない状態では付勢バネ106によって弁体103のシート部103b（図2参照）がノズル112の弁座110に密着させられ、弁は閉じた状態になっている。なお、シート部103bは弁体103に構成されたロッド部103aの先端部に設けられている。この閉弁状態においては、可動子102はゼロ位置バネ108によって弁体103の衝突面103c側に密着せられ、可動子102とコア101との間には隙間が

50

ある状態となっている(図2参照)。弁体103の衝突面103cは、ロッド部103aの、シート部103bが形成された先端部とは反対側の端部に設けられている。

【0023】

第1のロッドガイド104は弁体103を内包するハウジング107の大径部107aの内側に固定されており、第1のロッドガイド104は弁体103がそのストローク方向に移動可能なように、ロッド部103aをガイドしている。また、この第1のロッドガイド104はゼロ位置バネ108のバネ座を構成している。第1のロッドガイド104は、弁体103のストローク方向において、可動子102よりもノズル112側に配置されている。

【0024】

ハウジング107の小径部107bの先端部には第2のロッドガイド113が設けられており、ロッド部103aの先端側(シート部103b側)で弁体103をそのストローク方向に移動可能なようにガイドしている。

【0025】

付勢バネ106はコア101の内径部に設けられており、その付勢力は、コア101の内径部に固定されるバネ押さえ114の押しこみ量によって組み立て時に調整されている。

【0026】

可動子102の内径部には弁体103のロッド部10aが貫通しており、可動子102は弁体103のストローク方向(ロッド部103aの軸方向)に弁体103に対して相対変位可能に組み付けられている。

【0027】

コイル105とコア101及び可動子102とは弁体103の駆動手段となる電磁石を構成する。第1の付勢手段となる付勢バネ106は駆動手段による駆動力の向きとは逆向き(閉弁方向)に弁体103を付勢する。また第2の付勢手段となるゼロ位置バネ108は付勢バネ106による付勢力よりも小さい付勢力で可動子102を駆動力の向き(閉弁方向)に付勢する。

【0028】

コイル105に電流が流れると、コア101、可動子102、ヨーク109から構成される磁気回路に磁束が生じ、可動子102とコア101の間の隙間にも磁束が通過する。この結果、可動子102には磁気吸引力が作用し、生じた磁気吸引力が付勢バネ106による力を超えたときに可動子102はコア101の側に変位する。可動子102が変位する際には、可動子側の衝突面102aと弁体側の衝突面103cとの間で力を伝達し(図2参照)、弁体103も同時に変位することで、弁体は開弁状態となる。この開弁状態における弁体103のリフト量は、弁体側の衝突面103cと弁座110に接触する弁体103のシート部103bとの距離L(図2参照)によって調整されている。

【0029】

開弁状態からコイル105に流れている電流を停止すると、磁気回路を流れる磁束が減少し、可動子102とコア101との間で働く磁気吸引力が低下する。ここで、弁体103にはたらく付勢バネ106による力は、弁体103から弁体側の衝突面103cおよび可動子側の衝突面102aを介して可動子102に伝達される。このため、磁気吸引力を付勢バネ106による力が上回ると可動子102および弁体103は閉弁方向に変位し、弁体103は閉弁状態となる。

【0030】

弁体103が閉弁状態となって弁体103の運動が停止した後においても、弁体103との間で相対運動が可能な可動子102は、運動を継続する。図3は、この様子を、可動子102及び弁体103の変位量で示したタイムチャートである。

【0031】

図3で示されたように、通電が完了(t_3)した後に閉弁が開始され、閉弁が完了(t_4)した後にも可動子102が運動を継続する。可動子102が運動を継続している間では

10

20

30

40

50

、可動子 102 と磁気コア 101 の距離が大きく、弁体 103 と可動子 102 が当接する面が離れているため、可動子 102 が運動を継続している間に再び通電を開始しても磁気吸引力が充分に大きくなるまでに時間を要してしまう。このため、近接して複数回の燃料噴射を行わせるためには、噴射終了後に一定の待ち時間が必要になることがある。また、急速に大電流を投入することで複数回噴射の間隔を短縮することも可能であるが、筒内噴射エンジンに用いられる燃料噴射弁では、大電流を投入するためには高い電圧が必要であり、この高い電圧は非噴射期間に昇圧されてコンデンサに蓄えた高圧電源によって供給される。この高い電圧は高圧電源から電荷を放出（コンデンサからの放電）することによって得られるため、近接した時間内に複数回の噴射を行う場合には、前に開弁した際の放電の後に行う蓄電が間に合わず、十分な効果を得にくい場合がある。また、エンジンの一行程中に複数回の噴射を行わせると、高圧電源からの充放電の回数が増加することになり、したがって昇圧回路の動作回数や動作時間及び消費電力が増加し、素子の発熱も大きくなってしまう。

【0032】

このような問題に対応するように駆動回路を製作すると、電圧降下を抑制するためにコンデンサの容量を大きくしたり、あるいは大きい消費電力に耐える電子素子の選定や放熱構造を採用する必要が生じて、結果としてコストの上昇を招いたり、あるいは実装が困難になってしまったことがあった。

【0033】

そこで、本実施例では、高圧電源からの電圧印加シーケンスを一回目の噴射と二回目以降の噴射で異らせ、一回目の噴射は二回目の噴射よりも高圧電源の消費電力が小さくなるように設定する。

【0034】

図 4 は、本発明にかかる燃料噴射弁の駆動シーケンスを示す図である。図 4 に示した駆動シーケンスでは、高圧電源からの供給時間を、一回目の噴射時には、二回目の噴射時よりも短く設定することで、一回目の噴射時の高圧電源の消費電力が二回目よりも小さくなるように設定されている。図 4 においては、最初の高電圧印加 402 ($t_{12} \sim t_{13}$) の方が、二回目の高電圧印加 408 ($t_{15} \sim t_{16}$) よりも短い印加時間になるように設定されており、この結果高電圧印加に投入される電力が少なく済むようになっている。

【0035】

一回目の噴射時には、図 4 の電圧印加 401 のように、始めに昇圧されていないバッテリ電圧からの電圧印加を所定の期間 ($t_{10} \sim t_{12}$) 行い、所定の電流値に制御しながら行う。この電圧印加 401 によって生じる電流 403 では、燃料噴射弁の可動子 102 は変位を開始せず、したがって開弁しない。このように、予め燃料噴射弁 1 の磁気回路中に開弁にはやや不足する程度の磁気吸引力を発生させておくことで、高圧電源からの電流 404 およびその電力供給が少ない場合においても燃料噴射弁 1 の開弁が可能になる。また、予め電流 403 によって燃料噴射弁 1 の磁気回路中に磁束を生じさせておくと、コイル 105 のインダクタンスが低下して電流 404 の立ち上がりが二回目の噴射時の高電圧印加による電流 409 よりも素早くなる。この結果、高電圧印加 402 の時間が短い場合においても、電流 404 を急速に立ち上げて開弁に必要な電流を供給することができるようになる。

【0036】

また、一般に高電圧印加終了後にはダイオード等によって逆電圧を発生させ、電流の立ち下りを高速に行わせることが、印加電圧 411 および 412 のように行われる。ここで、一回目の噴射時には高電圧印加 402 の終了後の逆電圧 411 印加までの間に、電圧を印加せずに電流をコイルの両端間で還流させる期間 410 を設けると良い。急速に電流を立ち下げるときに電流を還流させることによって、高電圧印加による電流 404 を有効に活用し、電流値の降下を緩やかにすることによって、電流よりも遅れて立ち上がる磁気吸引力の上昇を補助することができる。このようにすることによって、高電圧印加 402 の期間が短い場合であっても、開弁をより安定して行わせることができる。

10

20

30

40

50

【0037】

一方で、二回目の噴射パルス407による電圧印加時には、高電圧印加408の期間を最初の噴射時の高電圧印加402よりも長くとる。このようにすることで、駆動電流409を可能な限り高速に投入できるようになり、可動子が一回目の噴射終了後に運動を継続していても、可動子を磁気吸引力によって引き戻して再噴射させることができる。

【0038】

このように設定した場合、パルス406による通電開始から噴射開始までの開弁遅れ時間が一回目の噴射時には長くなってしまうが、この問題は予め噴射パルスを開弁遅れ時間が長くなってしまう分だけ早いタイミングで与えることで解消できる。一方で、一回目の噴射後に二回目の噴射を行う時点では、高圧電源からの電力を一回目よりも多く使うことができ、したがって一回目と二回目の噴射間隔を短くしても安定した噴射動作が可能になる。

10

【0039】

一回目と二回目の噴射間隔を短くできることで、エンジンの一行程中に噴射を行えない時間を少なくすることができる。このような分割噴射をエンジンの高負荷領域で行う場合においても、噴射可能期間が短くなるより高回転まで分割噴射を行わせることができるようになる。

【0040】

このように、一回目の噴射時に昇圧電圧を印加する期間を二回目よりも短くすることで、エンジンの一行程中に複数回の噴射を行ったとしても、昇圧電源の消費電力が著しく大きくなってしまうのを抑制することができる。この結果、大きいコンデンサや冷却構造及び高価な電子素子などを使用しなくても分割噴射を行わせることができたり、あるいは分割噴射が可能なエンジンの運転範囲を拡大することができる。

20

【0041】

上述のように一回目と二回目の高電圧の印加シーケンスを変える方法としては、ECU（エンジンコントロールユニット）と燃料噴射弁1の駆動IC（駆動のための集積回路）との間の通信を、一回目の噴射パルスの開始後に行って、二回目の噴射までの間に設定値を変えることで行っても良い。

【0042】

図5に例を示すように、燃料噴射弁1の駆動IC503は燃料噴射弁1への電圧印加シーケンスを制御する集積回路で、ECUから入力された噴射パルスに対して、予めECUとの通信によって設定された駆動シーケンスに基づいた電圧印加および駆動電流制御を行うように、燃料噴射弁1に接続されたFETやトランジスタなどのスイッチング素子504, 505や、昇圧回路502を制御するものである。駆動シーケンスとして設定できる値としては、高電圧を印加する前のバッテリ電圧印加時間や、その電流値、高電圧印加時の最大電流値およびその保持時間、開弁状態を保持するための保持電流値が設定できるようになっていると良い。

30

【0043】

このようなICを用いる場合には、噴射パルスを入力すると予め設定した駆動シーケンスを行ってしまうので、一回目と二回目の噴射を区別することができない。そこで、前述のように一回目の噴射パルス開始後に設定値を変える通信をECUが行い、二回目の噴射より前に設定が変更されるようにECUがプログラムされていると良い。特に噴射間隔が短いことが望ましいエンジンの高負荷条件下では、噴射期間を比較的長く取ることが可能なので、上記のような通信を行うことが比較的簡単にできる。

40

【0044】

図5の駆動回路について、さらに詳細に説明する。燃料噴射弁1のコイルの一方の端子にはスイッチング素子504を介してコンデンサ501が接続され、コンデンサ501には昇圧回路502が接続されている。燃料噴射弁1のコイルの他方の端子はスイッチング素子505, 抵抗506を介して接地されている。スイッチング素子504, 505のベースには駆動IC503からの信号線511が接続され、駆動IC503からの信号によ

50

つてスイッチング素子 504, 505 が個別に ON, OFF されるように構成されている。駆動 I C 503 と制御ユニットである E C U (エンジンコントロールユニット) 510 との間には通信線 512 が設けられ、さらに E C U 510 からは信号線 513 によって噴射パルスが駆動 I C 503 に指令されるように構成されている。燃料噴射弁 1 とスイッチング素子 504との間には、ダイオード 514 を介してバッテリ電圧 515 が接続されている。ダイオード 514 とバッテリ電圧 516 との間の配線部と燃料噴射弁 1 とスイッチング素子 505との間の配線部はスイッチング素子 507 を介して接続されている。なお、ダイオード 514 とバッテリ電圧 515 との間の配線部とスイッチング素子 507との間にはダイオード 515 が設けられている。また、スイッチング素子 507 と燃料噴射弁 1 との間の配線部と、スイッチング素子 505 と抵抗 506 との間の配線部とが、ツェナーダイオード 508 を介して接続されている。スイッチング素子 507 のベースには駆動 I C 503 からの信号線 511 の一本が接続され、駆動 I C 503 からの信号によってスイッチング素子 507 が他のスイッチング素子 504, 505 とは個別に ON, OFF されるように構成されている。10

【0045】

コンデンサ 501 には昇圧回路 502 から電荷が蓄えられる。図 4 の t_{10} から t_{12} までの期間は燃料噴射弁 1 にバッテリ電圧 516 が印加される。この場合、スイッチング素子 504 は OFF され、スイッチング素子 505 が ON される。特に、 t_{11} から t_{12} の期間では、スイッチング素子 505 の ON, OFF を繰り返すことによって、駆動電流 403 が第 1 の設定値に維持される。 t_{12} から t_{13} の期間では、スイッチング素子 504 とスイッチング素子 505 の両方が ON される。 t_{13} でスイッチング素子 504 は OFF され、 t_{14} までの期間は駆動電流が第 2 の設定値に維持されるよう (405)、スイッチング素子 505 の ON, OFF を繰り返す。 t_{14} から t_{15} の期間は、スイッチング素子 504, 505 は共に OFF される。20

【0046】

噴射制御パルス 407 に対応して、 t_{15} から t_{16} の期間は、スイッチング素子 504, 505 は共に ON され、燃料噴射弁 1 のコイルには電圧 408 が印加される。 t_{16} から t_{17} の期間は、スイッチング素子 504 は OFF され、駆動電流が第 2 の設定値に維持されるよう (413)、スイッチング素子 505 の ON, OFF を繰り返す。30

【0047】

図 5 に示すように、燃料噴射弁 1 の駆動はスイッチング素子 504 及び 505 を用いることによって行わせることができるが、燃料噴射弁 1 の駆動電流値を一定に保つ場合のように駆動電流を急峻に変化させたくない場合と、噴射制御パルスの停止する場合のように駆動電流を急峻に変化させたい場合とがある。これを制御するために、スイッチング素子 507 を用いる。40

【0048】

通常、スイッチング素子 505 により、燃料噴射弁 1 への駆動電流を遮断した時には、スイッチング素子 505 の上流 509 の電位は著しく上昇する。このようなフライバック電圧への対処法としては、燃料噴射弁 1 へ還流させることでフライバック電圧を抑える方法と、ツェナーダイオードなどによって逆電圧をかけながら接地させる方法がある。40

【0049】

図 5において、スイッチング素子 507 を ON にした状態では、フライバック電圧は燃料噴射弁 1 へ還流されるため、燃料噴射弁 1 の両端の電位差は逆電圧とはならず、電流変化は緩やかになる。一方で、スイッチング素子 507 を OFF にした状態では大きなフライバック電圧が生じ、点 509 の電位が上昇する。ここで、フライバック電圧によってスイッチング素子 505 が破損しないようにするため、ツェナーダイオード 508 を用いると良い。スイッチング素子 507 が OFF の状態でスイッチング素子 505 が OFF になると、ツェナーダイオード 508 のツェナー電圧が点 509 の電位となり、燃料噴射弁 1 には逆電圧がかかった状態となり、電流を素早く変化させることができる。50

【0050】

本実施例に係る燃料噴射弁及びその駆動方法を用いることによって、エンジンの一行程中に複数回の燃料噴射を行わせることが容易となり、高負荷でのすすの低減や、始動や暖機時の弱成層運転による未燃炭化水素成分の排出抑制などを図ることができる。

【0051】

なお、一行程中に3回以上の噴射を行わせる場合には、二回目以降のいずれかの噴射時の昇圧電源からの消費電力より、一回目の噴射時の昇圧電源からの消費電力が小さくなるように設定すると良い。特に、噴射の時間間隔が短くなるタイミングで、大きい電力を投入するようにすることで、最小の噴射時間間隔を短く設定できるようになる。

【実施例2】

【0052】

10

図6は、本発明に係る燃料噴射弁の駆動方法の実施形態の例であって、一回目の噴射と二回目以降のいずれかの噴射の電圧印加シーケンスを変化させる方法として、昇圧電源によって投入される電流値のピーク値が、一回目の噴射時には二回目以降の噴射時よりも小さくなるように設定する。

【0053】

図6において、一回目の噴射時の昇圧電源による印加電圧603の噴射期間($t_{12} \sim t_{13}$)は、一回目のピーク電流の目標値605に昇圧電源からの投入電流607達するまでの期間で定まるように設定されている。

【0054】

回路上は、図5におけるシャント抵抗506の電位を駆動IC503に入力し、設定値との比較を駆動IC503が行うことによって昇圧電源電圧の印加時間を決定する。

20

【0055】

二回目の噴射時には、ピーク電流の目標値を目標値606のように一回目の噴射時よりも大きく設定することで、一回目の噴射時には二回目の噴射時よりも少ない消費電力で開弁できるように設定する。

【0056】

このように、ピーク電流の目標値605及び606を用いることによって、一回目と二回目以降の電圧印加シーケンスを異ならせることができる。

【0057】

スイッチング素子504, 505, 507のON, OFFは実施例1と同様に行われる。

30

【実施例3】

【0058】

図7は、本発明に係る燃料噴射弁の駆動方法の実施形態の例であって、一回目の噴射時に印加する昇圧電源からの電圧印加703を、スイッチングすることによって、二回目以降の電圧印加704よりも消費電力を低減させた例である。

【0059】

このように、昇圧電源から供給した電圧をスイッチングして印加することによって、一回目のピーク電流705を一定値に保ちながら弁体を開弁させることができる。

【0060】

40

スイッチングすることにより、昇圧電源によって投入される電流が過剰になるのを防ぎながら、なおかつ磁気吸引力が十分に立ち上がるのを待って開弁sなせることができるため、一回目の噴射をより安定して行わせられる。

【0061】

特に、過剰な電流値に到達するのを防げるため、一回目の噴射量が微小であっても、これを正確に計量して噴射することを行わせやすくなる。

【0062】

図7の t_{10} から t_{21} までの期間は燃料噴射弁1にバッテリ電圧515が印加される。この場合、スイッチング素子504はOFFされ、スイッチング素子505がONされる。 t_{21} から t_{22} の期間では、スイッチング素子504がONされ、スイッチング素子505

50

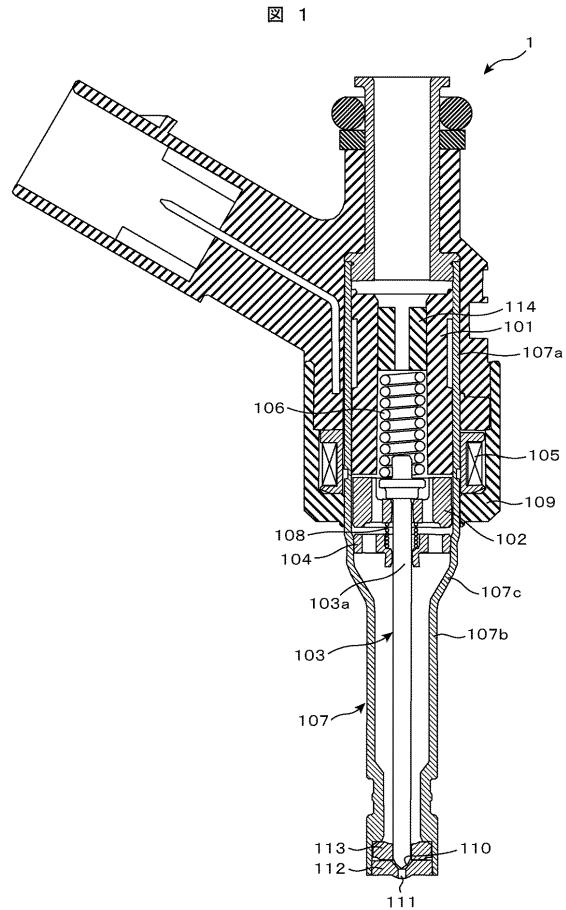
のON, OFFを繰り返す。 t_{22} から t_{24} の期間はスイッチング素子504はOFFされ、駆動電流が設定値に維持されるよう、スイッチング素子505のON, OFFを繰り返す。移行は、実施例1または実施例2と同様である。

【符号の説明】

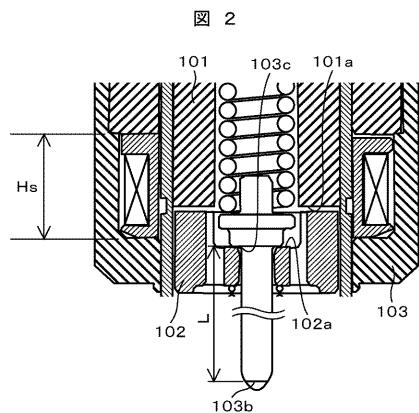
【0063】

101	磁気コア	10
102	可動子(アンカ)	
102a	可動子側の衝突面	
103	弁体	
103c	弁体側の衝突面	
104	第1のロッドガイド	
105	コイル	
106	付勢バネ	
107	ハウジング	
108	ゼロ位置バネ	
109	ヨーク	
110	弁座	
111	噴射孔	
112	ノズル	
113	第2のロッドガイド	20
401	バッテリ電圧の印加	
402	一回目の昇圧電圧印加	
403	電流	
404, 409	昇圧電源による電流	
405	保持電流	
406, 407, 601, 602, 701, 702	駆動パルス	
408	二回目の昇圧電圧印加	
410	電流の還流期間	
411, 412	急峻立ち下げの逆電圧印加	
501	コンデンサ	30
502	昇圧回路	
503	駆動IC	
504, 505	スイッチング素子	
506	シャント抵抗	
603, 604, 703, 704	昇圧電源からの電圧印加	
605, 606	ピーク電流目標値	
607, 608, 705, 706	昇圧電源からの駆動電流	

【図1】

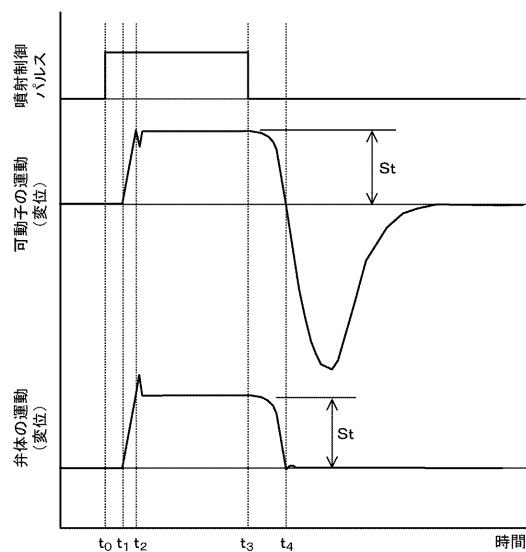


【図2】



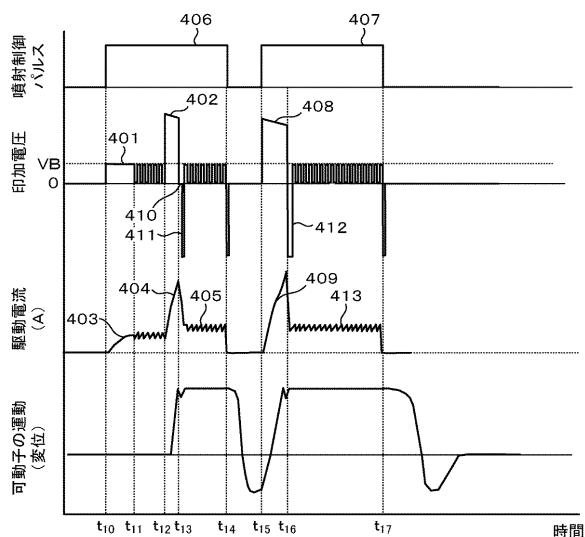
【図3】

図3

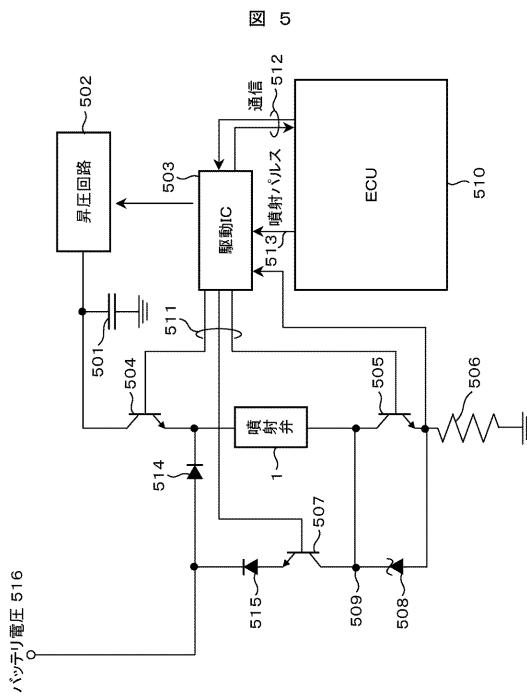


【図4】

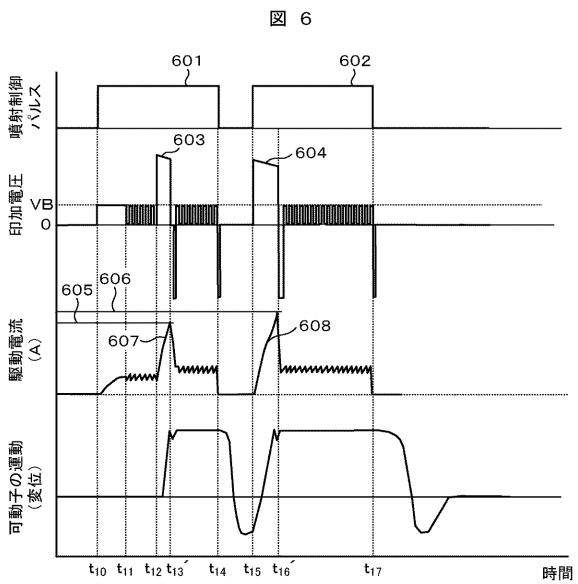
図4



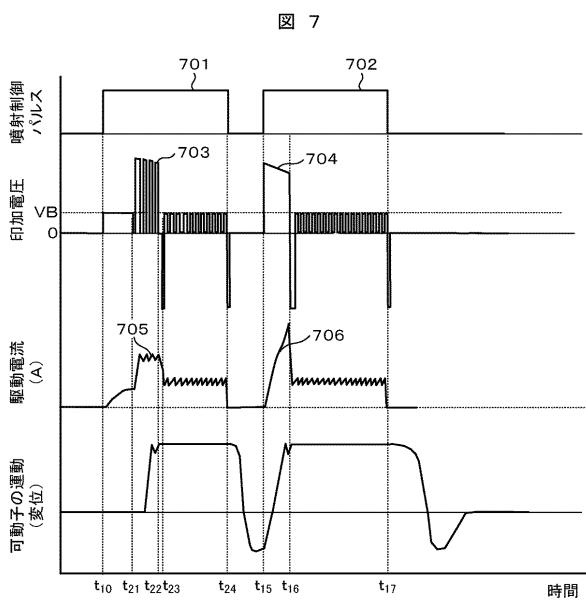
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 黒 拓也

茨城県ひたちなか市高場2520番地
式会社内

日立オートモティブシステムズ株

(72)発明者 松村 哲生

茨城県ひたちなか市高場2520番地
式会社内

日立オートモティブシステムズ株

審査官 赤間 充

(56)参考文献 特開2008-280876(JP, A)

特開2009-121482(JP, A)

特許第3021182(JP, B2)

特開2000-130230(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02M 51/00

F02M 51/06

F02M 51/08