

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-155146
(P2018-155146A)

(43) 公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00 E	3G066
FO2M 51/00 (2006.01)	FO2M 47/00 A	
FO2M 51/06 (2006.01)	FO2M 51/00 E	
	FO2M 51/06 N	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-51477 (P2017-51477)
(22) 出願日 平成29年3月16日 (2017.3.16)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人 100106149
弁理士 矢作 和行
(74) 代理人 100121991
弁理士 野々部 泰平
(74) 代理人 100145595
弁理士 久保 貴則
(72) 発明者 堀部 宗尚
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(72) 発明者 植田 大治
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

最終頁に続く

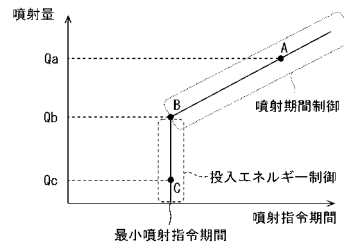
(54) 【発明の名称】 燃料噴射制御装置

(57) 【要約】

【課題】燃料圧が高圧化された場合であっても、高い精度で微小燃料量の噴射を行うことが可能な燃料噴射制御装置を提供する。

【解決手段】噴射すべき噴射量が、基準量である最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 未満である場合、ピエゾ素子への投入エネルギー量によって噴射量を制御する投入エネルギー制御を実行する。この投入エネルギー制御では、噴射指令期間は、最小噴射指令期間としつつ、ピエゾ素子に投入する電気エネルギーの総量を、噴射量 Q_b を得るために必要な電気エネルギーの総量よりも小さく制御する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エネルギーの投入によりピエゾ素子(57)が伸長するとノズル弁(32)が開弁し、エネルギーの放出により前記ピエゾ素子(57)が収縮すると前記ノズル弁(32)が閉弁するピエゾインジェクタ(24)を用いて、エンジン(23)に噴射する燃料量を制御する燃料噴射制御装置であって、

前記エンジンの運転状態に基づいて、目標燃料噴射量を算出する噴射量算出部(S110、S120)と、

前記噴射量算出部が算出した前記目標燃料噴射量が、所定の基準燃料噴射量未満であると、前記基準燃料噴射量を噴射するときに前記ピエゾ素子に投入する基準総エネルギー量よりも小さい、前記目標燃料噴射量に対応する総エネルギー量を算出する総エネルギー量算出部(S210)と、

前記総エネルギー量算出部によって算出された総エネルギー量となるように、前記ピエゾ素子に投入するエネルギー量を制御する投入エネルギー量制御部(S220、S230)と、を備える燃料噴射制御装置。

【請求項 2】

前記ピエゾインジェクタは、

高圧燃料が導入されて、前記ノズル弁の背圧を発生する背圧室(38)と、

前記背圧室と低圧通路との間に介設され、導入口を介して前記高圧燃料が導入される弁室(46)と、

前記弁室内に配設され、前記ピエゾ素子の伸長に応じて開弁方向に駆動されて、前記高圧燃料の導入口を閉塞するとともに、前記背圧室と前記低圧通路とを連通する弁体(47)と、を有し、

前記総エネルギー量算出部は、前記高圧燃料の圧力も考慮して、前記目標燃料噴射量に対応する総エネルギー量を算出する請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 3】

前記ピエゾインジェクタの噴射指令期間が最小噴射指令期間に定められたときに、前記ピエゾインジェクタから噴射される燃料量(Qb)が前記基準燃料噴射量として用いられる請求項1又は2に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】

前記目標燃料噴射量を噴射するための噴射指令期間は、前記基準燃料噴射量を噴射するための噴射指令期間と同じ長さに設定され、前記投入エネルギー量制御部は、その噴射指令期間内において、前記総エネルギー量算出部によって算出された総エネルギー量に対応するエネルギーを前記ピエゾ素子に投入する請求項3に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】

前記ピエゾインジェクタの噴射指令期間が最小噴射指令期間よりも長い噴射指令期間に定められたときに、前記ピエゾインジェクタから噴射される燃料量が前記基準燃料噴射量として用いられる請求項1又は2に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 6】

前記目標燃料噴射量を噴射するための噴射指令期間は、前記基準燃料噴射量に対する前記目標燃料噴射量の割合に応じて、前記基準燃料噴射量に対応する噴射指令期間よりも短く、かつ最小噴射指令期間よりも長い噴射指令期間に設定され、前記投入エネルギー量制御部は、設定された噴射指令期間内において、前記総エネルギー量算出部によって算出された総エネルギー量に対応するエネルギーを前記ピエゾ素子に投入する請求項5に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 7】

前記投入エネルギー量制御部は、複数回に分けて、前記ピエゾ素子へのエネルギーの投入を行うものであり、少なくとも1回のエネルギーの投入量を減少させて、エネルギーの投入速度を低下させることにより、前記基準燃料噴射量を噴射するときの総エネルギー量よりも小さい総エネルギー量を前記ピエゾ素子に投入する請求項1乃至6のいずれかに記

10

20

30

40

50

載の燃料噴射制御装置。

【請求項 8】

前記投入エネルギー量制御部は、複数回に分けて、前記ピエゾ素子へのエネルギーの投入を行うものであり、前記基準燃料噴射量を噴射する場合に比較して、エネルギーの投入回数を減少させることにより、前記基準燃料噴射量を噴射するときの総エネルギー量よりも小さい総エネルギー量を前記ピエゾ素子に投入する請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 9】

前記噴射量算出部が算出した前記目標燃料噴射量が、前記基準燃料噴射量以上である場合、前記目標燃料噴射量に応じた噴射指令期間を設定する噴射期間設定手段 (S 1 4 0) を備え、

前記目標燃料噴射量が前記基準燃料噴射量以上のときには、前記ピエゾインジェクタから噴射される燃料量は、前記噴射期間設定手段によって設定された噴射指令期間によって制御される請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 10】

前記ピエゾインジェクタから噴射された実際の燃料噴射量を推定する実噴射量推定部 (S 1 6 0) を備え、

前記実噴射量推定部によって推定された実際の燃料噴射量と前記目標燃料噴射量とが相違する場合、前記総エネルギー量算出部は、前記相違に応じて補正した総エネルギー量を算出する請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピエゾインジェクタを用いて、エンジンに噴射する燃料量を制御する燃料噴射制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ピエゾインジェクタを用いて、エンジンに噴射する燃料量を制御する燃料噴射制御装置として、例えば特許文献 1 に記載の装置が知られている。特許文献 1 の装置では、ピエゾインジェクタにおけるピエゾ素子積層体を充電するための充電制御パターンとして、メイン噴射用の第 1 充電制御パターンと、メイン噴射以外の微小噴射用の第 2 充電制御パターンを有している。

【0003】

第 2 充電制御パターンでは、充電期間の前半、ピエゾ素子積層体の充電電圧の上昇速度を第 1 充電制御パターンよりも遅くしている。一方、充電期間の後半、ピエゾ素子積層体の充電電圧の上昇速度を第 1 充電制御パターンよりも速くしている。これにより、第 1 充電制御パターンと第 2 充電制御パターンとの充電完了到達タイミングを一定としつつ、第 2 充電制御パターンによる充電電圧が開弁開始値に達する時期を、第 1 充電制御パターンによる充電電圧が開弁開始値に達する時期よりも遅くするようにしている。それにより、微小燃料噴射時に、噴射期間の指令値をピエゾ素子積層体の充電期間以下にできなくとも、実噴射量を減量することを可能としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2016 - 84748 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した特許文献 1 では、複数回の噴射を行う場合、各噴射の噴射開始時期及び噴射期間の算出を行った後、例えば、メイン噴射であれば第 1 充電制御パターンを採用し、メイ

10

20

30

40

50

ン噴射以外の微小噴射（プレ噴射、パイロット噴射、アフター噴射、ポスト噴射）であれば第2充電制御パターンを採用して、それぞれピエゾ素子積層体の充電を行う。このように、特許文献1において、各噴射における燃料量は噴射期間によって制御される。

【0006】

ここで、ピエゾインジェクタから噴射される燃料圧は、燃費性能の向上や排ガスの浄化性の向上のため、益々高圧化される傾向にある。ピエゾインジェクタ内部の燃料圧が高圧化された場合に、特許文献1のように噴射量を噴射期間によって制御しようとする、微小噴射に対応する噴射期間はより短くすることが必要となる。しかしながら、この噴射期間を制御する噴射指令期間は、燃料噴射制御装置における演算能力などによる制約を受け、その短縮化には限界がある。

10

【0007】

本発明は、上述した点に鑑みてなされたものであり、燃料圧が高圧化された場合であっても、高い精度で微小燃料量の噴射を行うことが可能な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】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明による燃料噴射制御装置は、エネルギーの投入によりピエゾ素子（57）が伸長するとノズル弁（32）が開弁し、エネルギーの放出によりピエゾ素子が収縮するとノズル弁が閉弁するピエゾインジェクタ（24）を用いて、エンジン（23）に噴射する燃料量を制御するものであって、

20

エンジンの運転状態に基づいて、目標燃料噴射量を算出する噴射量算出部（S110、S120）と、

噴射量算出部が算出した目標燃料噴射量が、所定の基準燃料噴射量未満であると、基準燃料噴射量を噴射するときにピエゾ素子に投入する基準総エネルギー量よりも小さい、目標燃料噴射量に対応する総エネルギー量を算出する総エネルギー量算出部（S210）と

、
総エネルギー量算出部によって算出された総エネルギー量となるように、ピエゾ素子に投入するエネルギー量を制御する投入エネルギー量制御部（S220、S230）と、を備える。

【0009】

30

ピエゾ素子の伸長量は、ピエゾ素子に投入される総エネルギー量と相関関係を有する。本発明では、この関係を利用して、微小な燃料噴射量の制御を行うものである。そのため、総エネルギー量算出部は、算出された目標燃料噴射量が所定の基準燃料噴射量未満であると、基準燃料噴射量を噴射するときにピエゾ素子に投入する基準総エネルギー量よりも小さい、目標燃料噴射量に対応する総エネルギー量を算出する。この算出された総エネルギー量をピエゾ素子に投入することにより、ピエゾ素子の伸長量は目標燃料噴射量に対応したものとなる。この結果、本発明によれば、最小噴射指令期間の制約を受けずに、所望の微小燃料量の噴射を高い精度で行うことが可能となる。

【0010】

上記括弧内の参照番号は、本発明の理解を容易にすべく、後述する実施形態における具体的な構成との対応関係の一例を示すものにすぎず、なんら本発明の範囲を制限することを意図したものではない。

40

【0011】

また、上述した特徴以外の、特許請求の範囲の各請求項に記載した技術的特徴に関しては、後述する実施形態の説明及び添付図面から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態による燃料噴射制御装置が適用される燃料噴射制御システムの全体構成を示す構成図である。

【図2】ピエゾインジェクタの構造を説明するための概略断面図である。

50

【図 3】燃料噴射制御装置に含まれる、ピエゾインジェクタの駆動回路と、この駆動回路を制御するための ECU とを示した回路図である。

【図 4】燃料噴射制御装置にて実行される処理を示したフローチャートである。

【図 5】噴射量が最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 以上である場合には噴射期間制御を実行し、噴射量 Q_b 未満である場合には、投入エネルギー制御を実行することを示したグラフである。

【図 6】投入エネルギー制御の処理内容を示すフローチャートである。

【図 7】最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 未満の噴射量とエネルギー総量との関係の一例を示すグラフである。

【図 8】噴射すべき噴射量が最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 以上である場合に実行される噴射期間制御の一例を示すタイミングチャートである。

【図 9】噴射すべき噴射量が最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b である場合に実行される噴射期間制御の一例を示すタイミングチャートである。

【図 10】最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 未満の噴射量を噴射させるために実行される投入エネルギー制御の一例を示すタイミングチャートである。

【図 11】変形例を説明するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明に係る燃料噴射制御装置の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図 1 は、本実施形態による燃料噴射制御装置が適用される燃料噴射制御システムの全体構成を示す構成図である。

【0014】

図 1 に示すように、燃料タンク 20 内の燃料は、図示しない燃料フィルタを介して燃料ポンプ 21 によって汲み上げられる。燃料ポンプ 21 は、燃料調量弁を備えており、燃料噴射制御装置 1 による指示信号に応じた燃料量を吐出する。

【0015】

燃料ポンプ 21 から吐出された燃料は、コモンレール 22 に加圧供給（圧送）される。コモンレール 22 は、燃料ポンプ 21 から圧送された燃料を高圧状態で蓄え、高圧燃料通路を介して、ディーゼルエンジン 23 の各気筒（図 1 では、4 気筒を例示）に設けられたピエゾインジェクタ 24 に供給する。ピエゾインジェクタ 24 は、燃料タンク 20 に達する低圧燃料通路（図示せず）と接続されており、この低圧燃料通路を介して燃料を燃料タンク 20 に戻すことが可能に構成されている。

【0016】

図 2 を参照して、ピエゾインジェクタ 24 の構造について説明する。図 2 に示すように、ピエゾインジェクタ 24 のボディ 30 の先端には、円柱状のニードル収容部 31 が設けられている。このニードル収容部 31 は、大径部と小径部との 2 段構成となっている。ニードル収容部 31 には、その軸方向に変位可能なノズルニードル 32 が収容されている。そして、ニードル収容部 31 には、ボディ 30 に形成された供給路 33 を介して、上記高圧燃料通路からの高圧燃料が供給される。

【0017】

ノズルニードル 32 は、ニードル収容部 31 の小径部先端に形成されているニードルシート部 34 に着座することで、ニードル収容部 31 をディーゼルエンジン 23 の燃焼室から遮断する（ノズルニードル閉弁状態）。その一方、ノズルニードル 32 は、ニードルシート部 34 から離座することで、ニードル収容部 31 とディーゼルエンジン 23 の燃焼室とを連通させ、ニードル収容部 31 に連なる噴孔 35 から燃焼室へ高圧燃料を噴射する（ノズルニードル開弁状態）。

【0018】

ニードル収容部 31 内において、ノズルニードル 32 の背面側（ニードルシート部 34 に着座する側の反対側）には、ノズルシリング 36 が設けられている。ノズルシリング 36 は、ノズルニードル 32 の背面側端面及びボディ 30 の内面とともに、制御室 38 を形

10

20

30

40

50

成している。また、ノズルシリンダ 3 6 とノズルニードル 3 2 のフランジとの間にリターンズプリング 3 9 が設けられており、ノズルニードル 3 2 は、ニードルシート部 3 4 に着座する方向に、リターンズプリング 3 9 によって押圧されている。

【 0 0 1 9 】

制御室 3 8 には、制御プレート 4 0 が収容されている。この制御プレート 4 0 の中央には、オリフィスを含む貫通孔 4 1 が形成されている。制御室 3 8 は、ボディ 3 0 に形成された連通路 4 5 を介して、中間バルブ室 4 6 と連通している。中間バルブ室 4 6 は、その中に設けられた中間バルブ 4 7 が閉弁しているとき、オリフィスを含む連通路 4 4 を介して、ニードル収容部 3 1 内から高圧燃料が導入される。従って、中間バルブ 4 7 の閉弁時には、中間バルブ室 4 6 内の高圧燃料が連通路 4 5 を介して制御室 3 8 にも導入され、制御室 3 8 内は高圧燃料で満たされる。この制御室 3 8 内の高圧燃料による背圧によって、ノズルニードル 3 2 は、ニードルシート部 3 4 に着座する方向に押圧される。

10

【 0 0 2 0 】

また、制御室 3 8 において、ノズルニードル 3 2 の背面側端面と制御プレート 4 0 との間に制御室スプリング 4 2 が設けられている。この制御室スプリング 4 2 により、制御プレート 4 0 は、制御室 3 8 内の上方（ノズルニードル 3 2 から離れる方向）に向けて押圧され、ボディ 3 0 の内面に当接する。このボディ 3 0 の内面に当接した制御プレート 4 0 は、中間バルブ 4 7 が開弁状態から閉弁状態に切り替えられた時に、連通路 4 5 やオリフィスを含む供給路 4 3 を介して制御プレート 4 0 の上面に印加される高圧燃料により、ボディ 3 0 の内面から離れて下方（ノズルニードル 3 2 に近づく方向）に押し下げられる。そして、制御プレート 4 0 とノズルニードル 3 2 との間の空間に、貫通孔 4 1 を介して高圧燃料が導入されて、制御プレート 4 0 の上下面に印加される圧力差が小さくなると、制御プレート 4 0 は、制御室スプリング 4 2 の押圧力によってボディ 3 0 の内面に当接した状態に戻る。

20

【 0 0 2 1 】

中間バルブ室 4 6 に設けられた中間バルブ 4 7 は、スプリング 4 8 により閉弁方向への押圧力を受けている。この押圧力によって、中間バルブ 4 7 が、中間バルブ室 4 6 の上面に形成された開口部の角部であるバルブシート部 4 9 に着座することで、中間バルブ室 4 6 の、排出路 5 0 への開口部が閉塞され、中間バルブ室 4 6 と低圧燃料通路に連なる排出路 5 0 との連通が遮断される（中間バルブ閉弁状態）。

30

【 0 0 2 2 】

一方、中間バルブ 4 7 は、ピストンシリンダ 5 3 に変位可能に設けられた小径ピストン 5 1 のプレッシャピンと当接している。中間バルブ 4 7 が小径ピストン 5 1 のプレッシャピンによって下方に押し下げられることにより、中間バルブ 4 7 はバルブシート部 4 9 から離座し、連通路 4 4 の、中間バルブ室 4 6 における開口を閉塞するとともに、中間バルブ室 4 6 と排出路 5 0 とを連通する（中間バルブ開弁状態）。これにより、中間バルブ室 4 6 内の高圧燃料は、排出路 5 0 を介して低圧燃料通路に流出するため、中間バルブ室 4 6 内の燃料圧力は低下する。

【 0 0 2 3 】

なお、小径ピストン 5 1 は、ピストンシリンダ 5 3 との間に設けられたスプリング 5 2 によって中間バルブ 4 7 の方向への押圧力を受けている。この押圧力により、小径ピストン 5 1 のプレッシャピンの先端が中間バルブ 4 7 に当接する。ただし、中間バルブ室 4 6 内のスプリング 4 8 の押圧力は、スプリング 5 2 の押圧力よりも高く、また、中間バルブ室 4 6 内に導入された高圧燃料による圧力により、大径ピストン 5 5 によって小径ピストン 5 1 が下方に移動させられない限り、中間バルブ 4 7 は閉塞状態を維持する。

40

【 0 0 2 4 】

小径ピストン 5 1 のプレッシャピンが設けられた側と反対側の上面は、油密室 5 4 を介して、大径ピストン 5 5 の下面と対向している。大径ピストン 5 5 の上面はピエゾ素子 5 7 と連結されている。また、大径ピストン 5 5 は、スプリング 5 6 により、小径ピストン 5 1 から離れる方向に押圧力が印加されている。ピエゾ素子 5 7 は、大径ピストン 5 5 と

50

連結する側の反対側がボディ 30 に固定されている。

【0025】

piezo素子 57 は、複数の圧電素子が積層されてなる積層体を備え、これが逆圧電効果により伸縮することによりアクチュエータとして機能する。具体的には、piezo素子 57 は、容量性の負荷であり、電気エネルギーが投入されて充電されることで伸長し、放電により電気エネルギーが放出されることで縮小する。

【0026】

上述した構成を有するpiezoインジェクタ 24 の作用について説明する。

【0027】

piezo素子 57 に電気エネルギーが投入されてpiezo素子 57 が伸長すると、大径ピストン 55 が小径ピストン 51 へ近づく方向に移動する。すると、油密室 54 を介して、大径ピストン 55 の移動が拡大して小径ピストン 51 に伝達され、小径ピストン 51 は、大径ピストン 55 よりも大きく中間バルブ 47 方向に移動する。これにより、中間バルブ 47 が押し下げられてバルブシート部 49 から離座して開弁状態となる。このとき、中間バルブ 47 は、中間バルブ室 46 とニードル収容部 31 とを連通する連通路 44 の、中間バルブ室 46 における開口を閉塞するとともに、中間バルブ室 46 を排出路 50 に連通する。このため、中間バルブ室 46 内の高圧燃料が低圧燃料通路に排出され、中間バルブ室 46 内の燃料圧力が低下する。この中間バルブ室 46 内の燃料圧力の低下に伴い、制御室 38 内の高圧燃料は、オリフィスを含む貫通孔 41 及び連通路 45 を介して中間バルブ室 46 へ流出する。この結果、制御室 38 内の燃料圧力、すなわち、ノズルニードル 32 の背圧が低下するため、ノズルニードル 32 が制御室 38 方向に移動して開弁する。

10

20

【0028】

piezo素子 57 に投入された電気エネルギーが放電により放出されてpiezo素子 57 が収縮すると、大径ピストン 55 及び小径ピストン 51 が中間バルブ室 46 から離れる方向に移動する。すると、スプリング 48 の押圧力により、中間バルブ 47 はバルブシート部 49 に着座して閉弁状態となる。これにより、中間バルブ室 46 と排出路 50 (低圧燃料通路) との連通は遮断され、さらに、連通路 44 の、中間バルブ室 46 内の連通路 44 の開口が開かれる。このため、中間バルブ室 46 には、オリフィスを含む連通路 44 を介して高圧燃料が導入され、徐々に燃料圧が増加していく。この中間バルブ室 46 内に導入された高圧燃料は、制御プレート 40 の上面に印加される。さらに、制御プレート 40 の上面には、オリフィスを含む供給路 43 からの高圧燃料も印加されている。

30

【0029】

制御プレート 40 の上面に印加される高圧燃料は、オリフィスを含む貫通孔 41 を介して制御室 38 内にも導入される。しかし、オリフィスの存在によって、制御室 38 内の燃料圧力が、制御プレート 40 の上面側の高圧燃料と同じ圧力となるには時間的な遅れが生じる。そのため、制御プレート 40 は、上下面に印加される燃料圧力の差圧により、ノズルニードル 32 に近づく方向に移動する。すると、制御プレート 40 の変位が、制御室スプリング 42 を介してノズルニードル 32 に伝達され、ノズルニードル 32 は、ニードルシート部 34 に着座するように変位する。その後、制御プレート 40 の上下面に印加される圧力差が小さくなると、制御プレート 40 は、制御室スプリング 42 の押圧力により、ボディ 30 の内面に当接した状態に戻る。

40

【0030】

先の図 1 に示した燃料噴射制御システムは、アクセルペダルの開度を検出するアクセル開度センサ、ディーゼルエンジン 23 のクランク位置や回転数を検出する回転センサ、コモンレール 22 内の燃料圧を検出する燃料圧センサ等、ディーゼルエンジン 23 の運転状態を検出する各種センサを備えている。これら各種センサの検出結果は、燃料噴射制御装置 1 に取り込まれる。そして、燃料噴射制御装置 1 は、こうした検出結果に基づき、piezoインジェクタ 24 や燃料ポンプ 21 等、ディーゼルエンジン 23 の各種アクチュエータを操作するための処理を実行する。以下に、燃料噴射制御装置 1 の行なう処理のうち、特にpiezoインジェクタ 24 を操作するための構成及び処理について詳しく説明する。

50

【 0 0 3 1 】

燃料噴射制御装置 1 は、図 3 に示すように、 piezoインジェクタ 2 4 の piezo素子 5 7 に電気エネルギーを投入（充電）したり、piezo素子 5 7 から電気エネルギーを放出（放電）したりするための駆動回路 1 0 と、この駆動回路 1 0 を制御するための ECU 1 9 とを備える。なお、図 3 では、piezo素子 5 7 を 1 つだけしか示していないが、駆動回路 1 0 は、図示しない切換スイッチにより処理対象とする piezo素子 5 7 を切り換えることにより、全ての piezo素子 5 7 の充放電処理を実行する。ただし、piezo素子 5 7 をいくつかのグループに分け、そのグループの数に対応する複数の駆動回路 1 0 を設けても良い。

【 0 0 3 2 】

駆動回路 1 0 は、図示されるように、DC - DCコンバータ 1 2 を備えている。この DC - DCコンバータ 1 2 は、バッテリー 1 1 の電圧（例えば「12V」）を、piezo素子 5 7 を充電するための高電圧（例えば「150 ~ 300V」）に昇圧する。DC - DCコンバータ 1 2 の昇圧電圧はコンデンサ 1 3 に印加される。これにより、コンデンサ 1 3 は、昇圧電圧まで充電される。なお、コンデンサ 1 3 は、piezo素子 5 7 の一回の充電処理によってはその電圧がほとんど変化しない容量を有するものであることが望ましい。

10

【 0 0 3 3 】

コンデンサ 1 3 の高電位側端子は、充電スイッチ 1 4 と充放電コイル 1 6 との直列回路を介して、piezo素子 5 7 の高電位端子側に接続されている。充電スイッチ 1 4 には、フリーホイールダイオード 1 4 a が並列接続されている。そして、piezo素子 5 7 の低電位端子側は、抵抗 1 8 を介して接地されている。

20

【 0 0 3 4 】

充電スイッチ 1 4 と充放電コイル 1 6 との間の接続線 1 2 a から接続線 1 2 b が分岐しており、分岐した接続線 1 2 b は、放電スイッチ 1 5 を介してグランド電位に接続されている。放電スイッチ 1 5 には、フリーホイールダイオード 1 5 a が並列接続されている。

【 0 0 3 5 】

上記のように構成された駆動回路 1 0 において、充電スイッチ 1 4 がオンされると、コンデンサ 1 3 から、充電スイッチ 1 4 及び充放電コイル 1 6 を介して、piezo素子 5 7 に漸増する電流が流れる。この状態から充電スイッチ 1 4 がオフされると、充放電コイル 1 6 に発生する誘導起電力が、フリーホイールダイオード 1 5 a に対し順バイアスとなり、充放電コイル 1 6、piezo素子 5 7、及びフリーホイールダイオード 1 5 a からなる閉回路に、漸減する電流が流れる。すなわち、充電スイッチ 1 4 をオン、オフすることにより、図 8 などに示すように、piezo素子 5 7 には、piezo素子 5 7 を充電する piezo電流が流れる。

30

【 0 0 3 6 】

一方、放電スイッチ 1 5 がオンされると、piezo素子 5 7 から、充放電コイル 1 6 及び放電スイッチ 1 5 を介してグランドへと、漸増する電流が流れる。この状態から放電スイッチ 1 5 がオフされると、充放電コイル 1 6 に発生する誘導起電力が、フリーホイールダイオード 1 4 a に対し順バイアスとなり、piezo素子 5 7、充放電コイル 1 6、フリーホイールダイオード 1 4 a、及びコンデンサ 1 3 からなる閉回路に、漸減する電流が流れる。すなわち、放電スイッチ 1 5 をオン、オフすることにより、図 8 などに示すように、piezo素子 5 7 には、piezo素子 5 7 を放電する piezo電流が流れる。

40

【 0 0 3 7 】

ECU 1 9 は、CPU、ROM、RAM、レジスタ、及び I/Oポートなどを備えて構成されたマイクロコンピュータ（所謂マイコン）を有している。ECU 1 9 において、マイコンの CPU が、RAM やレジスタの一時記憶機能を利用しつつ、ROM に予め記憶された制御プログラム、バスを介して取得した各種データなどに基づいて、上述した駆動回路 1 0 の充電スイッチ 1 4 や放電スイッチ 1 5 をオン、オフするための制御信号を生成して出力する。

【 0 0 3 8 】

ここで、ディーゼルエンジンにおいては、エンジン騒音や振動の低下、排ガスの浄化性

50

能の向上などのために、メイン噴射に加えて、プレ噴射、パイロット噴射、アフター噴射、ポスト噴射などの微小噴射を行うことが一般的になっている。このような微小噴射を行う場合に、ピエゾインジェクタ 2 4 の内部に導入される燃料圧がさらに高圧化されると、従来のように噴射期間によって噴射量を制御するタイプのものでは、燃料噴射制御装置 1 における演算速度等の限界により微小噴射に関して十分な精度が得られない虞がある。

【 0 0 3 9 】

そこで、本実施形態による燃料噴射制御装置 1 では、微小噴射を行う場合、噴射期間ではなく、ピエゾ素子 5 7 に投入する電気エネルギーにより噴射量を制御することとした。

【 0 0 4 0 】

ピエゾ素子 5 7 の充電時に、ピエゾ素子 5 7 に投入される電気エネルギーは、ピエゾ素子 5 7 の端子電圧とピエゾ素子 5 7 に流れるピエゾ電流との積により決まる。ピエゾ素子 5 7 の端子電圧は、ピエゾ電流の通電に応じて増加していく。ピエゾ電流は、図 8 などに示すように、充電スイッチ 1 4 のオン期間中、時間の経過とともに漸増し、充電スイッチ 1 4 をオフした時点から漸減する。このオン期間の長さにより、ピエゾ電流の電流値の大きさが決まる。このため、充電スイッチ 1 4 のオン期間により、ピエゾ素子 5 7 へ投入する電気エネルギーを制御することができる。

10

【 0 0 4 1 】

そして、ピエゾインジェクタ 2 4 は、図 8 などに示すように、充電スイッチ 1 4 のオン、オフが繰り返されて、ピエゾ素子 5 7 に投入された電気エネルギー総量が所定のバルブ開弁必要エネルギーに達すると、そのときのピエゾ素子 5 7 の伸長量による小径ピストン 5 1 の変位により中間バルブ 4 7 がバルブシート部 4 9 から離座し始め、中間バルブ 4 7 は開弁を開始する。

20

【 0 0 4 2 】

このように、ピエゾ素子 5 7 の伸長量は、ピエゾ素子 5 7 に投入される電気エネルギー総量と相関関係を有する。本実施形態による燃料噴射制御装置 1 では、この関係を利用することにより、微小な燃料噴射量の制御を高精度に行うことが可能となる。以下、燃料噴射制御装置 1 にて実行される処理を、図 4 のフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、最初のステップ S 1 0 0 では、要求噴射量、噴射回数及び噴射時期の算出のために必要な、各種のセンサの検出結果を取得する。例えば、燃料噴射制御装置 1 は、アクセル開度センサ、回転センサ、コモンレール燃料圧センサ、水温センサ等から検出結果を取得する。そして、ステップ S 1 1 0 において、取得した検出結果に基づき、要求噴射量を算出する。例えば、アクセル開度センサによって検出されるアクセルペダルの操作量（アクセル開度）と、回転センサの検出結果から得られるエンジン回転速度とに基づいて、アクセル開度に応じて要求されるエンジントルクを生成するための噴射量を要求噴射量として算出する。

30

【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 2 0 では、ステップ S 1 1 0 にて算出した要求噴射量や、エンジン回転速度などに基づき、エンジンの各気筒の一燃焼サイクル中で、分割噴射を行うか否かを判定する。この際、分割噴射を行うと判定した場合には、さらに、ディーゼルエンジンの運転状態に基づき、分割噴射を行う回数、各噴射の噴射時期、及び各噴射における噴射量を算出する。一方、分割噴射を行わないと判定した場合には、1 回の噴射の噴射時期を算出する。

40

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 3 0 では、最も早く噴射時期が到来する噴射を対象として、その噴射の噴射量が、基準量以上であるか否かを判定する。ここで、基準量は、ピエゾインジェクタ 2 4 の噴射期間が最小噴射指令期間に定められたときに、ピエゾインジェクタ 2 4 から噴射される噴射量に対応する値に定めることができる。この判定処理において、噴射量が基準量以上であると判定されるとステップ S 1 4 0 の処理に進み、基準量未満であると判定されるとステップ S 1 5 0 の処理に進む。

50

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 4 0 では、噴射すべき噴射量は基準量以上であり、その噴射すべき噴射量の噴射のために最小噴射指令期間以上の噴射指令期間を設定することが可能であるので、従来と同様に、噴射期間により噴射量を制御する噴射期間制御を実行する。すなわち、本実施形態では、図 5 に示すように、噴射しようとする噴射量が $Q a$ であり、最小噴射指令期間に対応する噴射量 $Q b$ 以上である場合には、噴射期間制御を実行し、噴射期間によって噴射量を制御する。

【 0 0 4 7 】

噴射すべき噴射量が $Q a$ である場合の噴射期間制御の一例が図 8 のタイミングチャートに示されている。この場合、コモンレール 2 2 における燃料圧力に応じて、要求噴射量 $Q a$ に対応する噴射指令期間が、マップ等により設定される。噴射指令期間がスタートすると、上述したように、充電スイッチ 1 4 のオン、オフが開始され、ピエゾ素子 5 7 に電気エネルギーが投入される。投入された電気エネルギーの総量が、バルブ開弁必要エネルギーに達すると、中間バルブ 4 7 が開弁を開始する。

10

【 0 0 4 8 】

なお、図 8 において、噴射期間の初期に、充電のためのピエゾ電流のピーク値を、その後の充電のためのピエゾ電流のピーク値よりも低下させている理由は、中間バルブ 4 7 の急激な変位を防止して、騒音等の発生を抑制するためである。ただし、充電のためのピエゾ電流のピーク値は、噴射指令期間中、一定であっても良い。

【 0 0 4 9 】

ピエゾインジェクタ 2 4 のノズルニードル 3 2 は、中間バルブ 4 7 の開弁が開始されて、制御室 3 8 内の背圧が低下することにより、開弁し始める。このため、中間バルブ 4 7 の開弁開始とノズルニードル 3 2 の開弁開始とは時間的なずれがある。ノズルニードル 3 2 が開弁を開始することにより燃料の噴射が開始され、図 8 に示すように、ノズルニードル 3 2 が全開位置に達するまで燃料噴射率が徐々に増加していく。

20

【 0 0 5 0 】

そして、噴射指令期間が終了すると、放電スイッチ 1 5 のオン、オフが開始され、ピエゾ素子 5 7 に蓄積された電気エネルギーの放出が開始される。この電気エネルギーの放出により、ピエゾ素子 5 7 の電気エネルギーが減少すると、あるタイミングで中間バルブ 4 7 が閉弁位置へ向かって変位を開始する。そして、ピエゾ素子 5 7 の電気エネルギーがバルブ開弁必要エネルギーまで低下したときに、中間バルブ 4 7 は閉弁状態となる。

30

【 0 0 5 1 】

このような中間バルブ 4 7 の閉弁方向への変位に伴い、制御プレート 4 0 の上下面に印加される燃料圧に差圧が生じ、この差圧によって制御プレート 4 0 がノズルニードル 3 2 へ向かって変位し始める。それにより、ノズルニードル 3 2 のバルブ位置が閉弁位置に近づく。その結果、燃料噴射率は徐々に低下し、ノズルニードル 3 2 が閉弁位置に達したとき燃料噴射が停止される。

【 0 0 5 2 】

噴射期間制御では、このようにして、燃料の噴射が開始されてから停止されるまでにピエゾインジェクタ 2 4 から噴射される燃料の総量が、噴射期間に応じたものとなるように制御される。

40

【 0 0 5 3 】

噴射すべき噴射量が、最小噴射指令期間に対応する噴射量 $Q b$ である場合の噴射期間制御の一例が図 9 のタイミングチャートに示されている。ピエゾ素子 5 7 に投入される電気エネルギーの総量は、ピエゾインジェクタ 2 4 に導入される燃料圧力が同じであれば、噴射量 $Q a$ の場合と同じであるが、噴射指令期間は、噴射量 $Q a$ の場合よりも短くなっている。ただし、最小噴射指令期間は、燃料噴射制御装置 1 における演算能力、演算周期、充電処理のための時間などによる制約を受ける。そのため、最小噴射指令期間の短縮化には自ずと限界がある。

【 0 0 5 4 】

50

ステップ S 1 5 0 では、噴射すべき噴射量が基準量未満であり、噴射期間制御によっては、目標とする噴射量を精度良く噴射することができないため、ピエゾ素子 5 7 への投入エネルギー量によって噴射量を制御する投入エネルギー制御を実行する。この投入エネルギー制御では、図 5 に示すように、噴射指令期間は、最小噴射指令期間としつつ、ピエゾ素子 5 7 に投入する電気エネルギーの総量を、噴射量 Q_b を得るために必要な電気エネルギーの総量よりも小さく制御する。

【 0 0 5 5 】

この投入エネルギー制御について、図 6、図 7、図 1 0 などを参照しつつ説明する。図 6 は、投入エネルギー制御の処理内容を示すフローチャートである。図 7 は、最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 未満の噴射量とエネルギー総量との関係の一例を示すグラフである。図 1 0 は、最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 未満の噴射量 Q_c を噴射させるための投入エネルギー制御の一例を示すタイミングチャートである。この図 1 0 のタイミングチャートには、最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b を噴射する際の様子点が点線で示されている。

10

【 0 0 5 6 】

投入エネルギー制御では、まず、図 6 のフローチャートのステップ S 2 1 0 において、噴射すべき噴射量に対応する電気エネルギーの総量を求める。例えば、図 7 に示すように、噴射すべき噴射量が、噴射量 Q_b 未満の噴射量 Q_c である場合、図 7 に示す噴射量と電気エネルギーとの関係に従って、噴射量 Q_b に対応する電気エネルギーの総量 E_b を基準とし、噴射量エネルギー感度 (P_{c0} , Q_b , Q_c) を減じることにより、噴射量 Q_c に対応する電気エネルギーの総量を求める。

20

【 0 0 5 7 】

図 7 に示す噴射量と電気エネルギー総量との関係は、予め実験的に測定され、ECU 1 9 の ROM 等のメモリに保存される。ただし、噴射量と電気エネルギー総量との関係は、ピエゾインジェクタ 2 4 に導入される種々の燃料圧力において測定され、保存される。燃料圧力が変わると、中間バルブ 4 7 のバルブ開弁必要エネルギー等も変化し、その結果、噴射量と電気エネルギー総量との関係も変化するためである。なお、図 7 に示す噴射量と電気エネルギー総量との関係は、関数として保存しても良いし、マップとして保存しても良い。特に、関数として保存する場合には、噴射量と電気エネルギー総量との関係は、線形式で近似しても良い。

30

【 0 0 5 8 】

上記のようにして、基準量未満の噴射量に対応する電気エネルギー総量を求めると、次に、図 6 のフローチャートのステップ S 2 2 0 において、基準とする電気エネルギーの総量 E_b に対する大きさに基づき、予め定められ記憶された関係に従って、充電スイッチ 1 4 をオンするオン期間を短縮した通電パターンを設定する。このオン期間を短縮するために用いる関係は、駆動回路 1 0 のコンデンサ 1 3 の充電電圧、充放電コイル 1 6 のインダクタンス、ピエゾ素子 5 7 の容量、抵抗 1 8 の抵抗値などから定められ、ECU 1 9 の ROM 等のメモリに保存される。

【 0 0 5 9 】

例えば、噴射すべき噴射量を Q_c とする場合、図 1 0 のタイミングチャートに示すように、すべての充電スイッチ 1 4 のオン期間を、噴射量 Q_b のときの充電スイッチ 1 4 のオン期間よりも短縮しても良い。これにより、図 1 0 に示すように、ピエゾ素子 5 7 へのエネルギーの投入速度が低下され、ピエゾ素子 5 7 に投入する電気エネルギーの総量を、噴射量 Q_b に対応する電気エネルギーの総量 E_b よりも、噴射量エネルギー感度 (P_{c0} , Q_b , Q_c) 分だけ減少させることができる。その結果、図 1 0 に示すように、ノズルニードル 3 2 の開弁開始を遅くし、かつノズルニードル 3 2 の閉弁終了を早めることができ、噴射総量は、噴射量 Q_b よりも小さい噴射量 Q_c に制御される。

40

【 0 0 6 0 】

なお、ピエゾ素子 5 7 に投入する電気エネルギーの総量を、基準とする電気エネルギーの総量 E_b よりも小さくするために、すべての充電スイッチ 1 4 のオン期間を短縮するの

50

ではなく、少なくとも1回のオン期間を短縮するようにしても良い。あるいは、例えば、図10に点線で示す、 piezo電流の通電によるエネルギーの投入の少なくとも1つを省略し、すなわち、エネルギーの投入回数を少なくすることにより、piezo素子57に投入する電気エネルギーの総量を減少させることもできる。

【0061】

そして、ステップS230において、設定した通電パターンに従って、充電スイッチ14をオン、オフすることにより、piezo素子57に投入する電気エネルギー総量を、目標とするエネルギー総量に制御する。

【0062】

再び、図4のフローチャートに戻り説明を続ける。上述したステップS150にて投入エネルギー制御が実行されると、続くステップS160において、実際にpiezoインジェクタ24から噴射された燃料噴射量を算出し、保存しておく。この実際の燃料噴射量は、例えば、piezoインジェクタ24内に燃料圧力を測定する圧力センサを設け、当該圧力センサによって測定される、ノズルニードル32が開弁したときのpiezoインジェクタ24内の燃料圧力の低下度合から算出することができる。

【0063】

ステップS170では、ステップS120で算出された回数の噴射が全て完了したか否かを判定する。すべての噴射が完了していないと判定した場合には、ステップS130の処理に戻る。一方、すべての噴射が完了したと判定した場合には、ステップS180の処理に進む。

【0064】

ステップS180では、検定要求が生じているか否かを判定する。検定要求とは、狙いとする噴射量に対応するよう、piezo素子57に投入した電気エネルギー総量と、実際の噴射量とが対応しているかどうかを確認するための要求を意味する。この検定要求は、例えば、車両が走行を開始するときや、所定の時間が経過するごとに、燃料噴射制御装置1によって発生される。検定要求が生じていると判定した場合、ステップS190の処理に進み、生じていないと判定した場合、図4のフローチャートに示す処理を終了する。

【0065】

ステップS190では、ステップS120で算出された、各分割噴射の噴射量と、ステップS160にて算出され保存された実際の噴射量との噴射量差を比較する。この際、基準量未満の微小噴射が複数回行われた場合には、それら複数回の噴射における噴射量差の平均を求めても良い。

【0066】

続くステップS200では、噴射量差が許容範囲を超えている場合には、図6に示す噴射量と電気エネルギー総量との関係を補正する。これにより、piezoインジェクタ24における各部の劣化や摩耗などにより、噴射量と電気エネルギーの総量との関係が変化しても、そのような変化によらず、piezoインジェクタ24から狙いとする噴射量を噴射させることができる。

【0067】

以上、本発明による好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上述した実施形態になんら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

【0068】

例えば、上述した実施形態は、最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b を基準量とし、噴射すべき噴射量が基準量以上であれば、噴射期間制御を実行し、基準量未満であれば、投入エネルギー制御を実行するものであった。

【0069】

しかしながら、最小噴射指令期間に対応する噴射量 Q_b 以外の噴射量を基準量としても良い。例えば、図11に示すように、最小噴射指令期間よりも長い噴射指令期間に対応する噴射量 Q_a を基準量としても良い。この場合も、噴射すべき噴射量が、基準量以上であ

10

20

30

40

50

れば噴射期間制御を実行し、基準量未満であれば投入エネルギー制御を実行する。ただし、投入エネルギー制御においては、図 1 1 に示すように、噴射量 Q_a の噴射指令期間から最小噴射指令期間に向けて、噴射すべき噴射量が少なくなるほど、噴射指令期間も短くなるようにする。あるいは、噴射指令期間として、噴射量 Q_a の噴射指令期間と同じ噴射指令期間を使用しても良い。

【 0 0 7 0 】

また、上述した実施形態では、ピエゾインジェクタ 2 4 内に燃料圧力を測定する圧力センサを設け、この圧力センサによって測定される、ノズルニードル 3 2 が開弁したときのピエゾインジェクタ 2 4 内の燃料圧力の低下度合から、実際の燃料噴射量を算出することについて説明した。この構成に加えて、さらに、燃料の性状を検出する性状センサを設け、燃料の性状を加味して、燃料噴射量の算出を行っても良い。例えば、ディーゼルエンジンにおいては、寒冷地向けの燃料の性状は、寒冷地以外向けの燃料の性状とは異なる。これらの燃料は、燃料密度が異なるため、燃料の性状を検出して燃料噴射量の算出に反映させることにより、その算出精度を高めることができる。

10

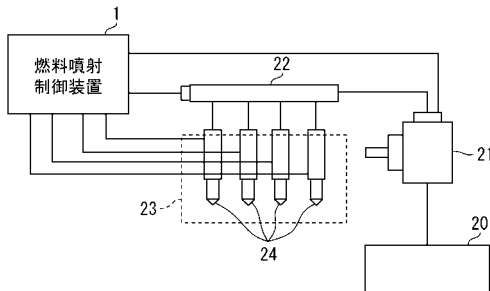
【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

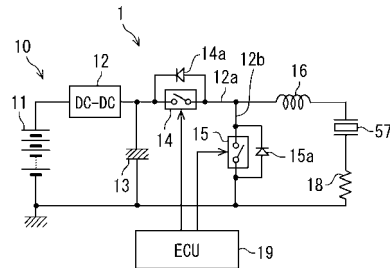
1 : 燃料噴射制御装置、 1 0 : 駆動回路、 1 1 : バッテリ、 1 2 : DC - DC コンバータ、 1 2 a : 接続線、 1 2 b : 接続線、 1 3 : コンデンサ、 1 4 : 充電スイッチ、 1 4 a : フリーホイールダイオード、 1 5 : 放電スイッチ、 1 5 a : フリーホイールダイオード、 1 6 : 充放電コイル、 1 8 : 抵抗、 1 9 : ECU、 2 0 : 燃料タンク、 2 1 : 燃料ポンプ、 2 2 : コモンレール、 2 3 : ディーゼルエンジン、 2 4 : ピエゾインジェクタ

20

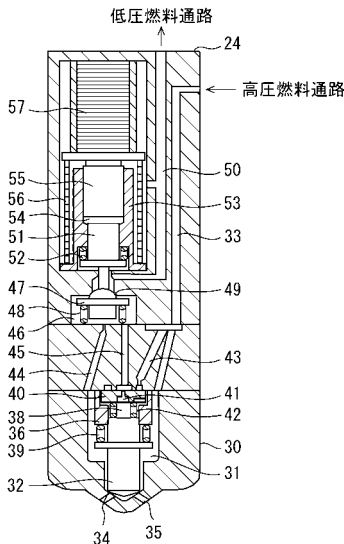
【 図 1 】



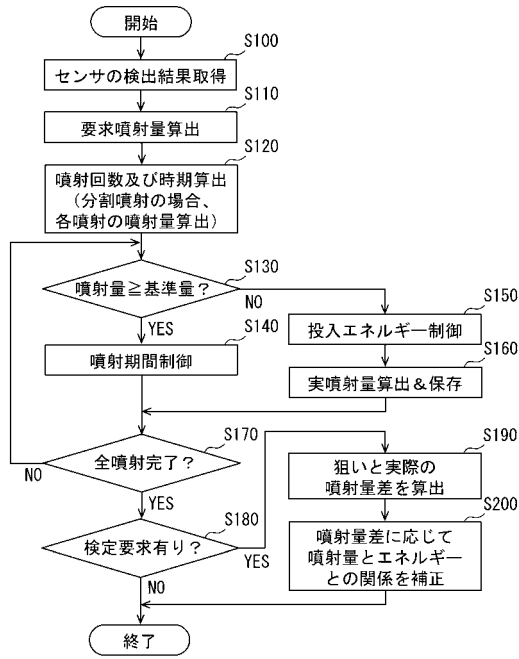
【 図 3 】



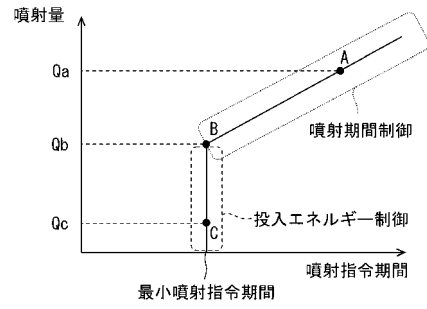
【 図 2 】



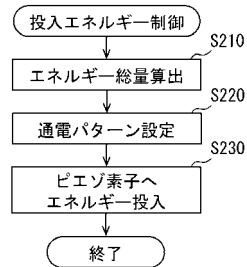
【 図 4 】



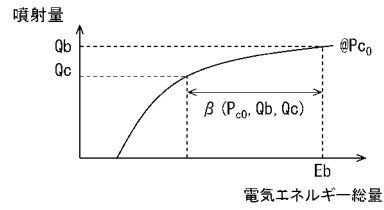
【 図 5 】



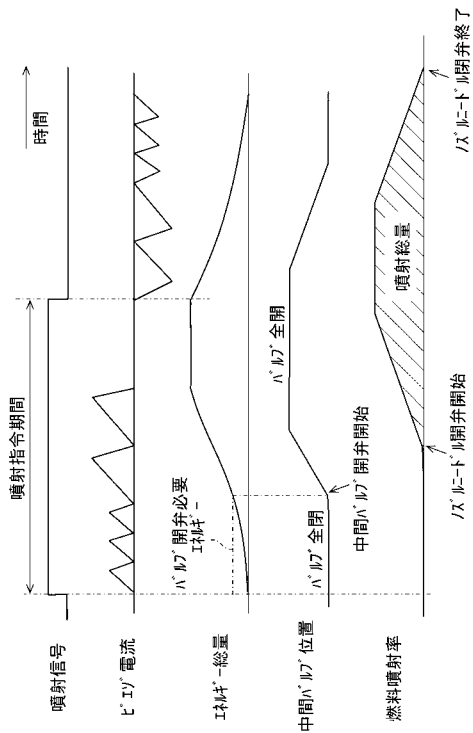
【 図 6 】



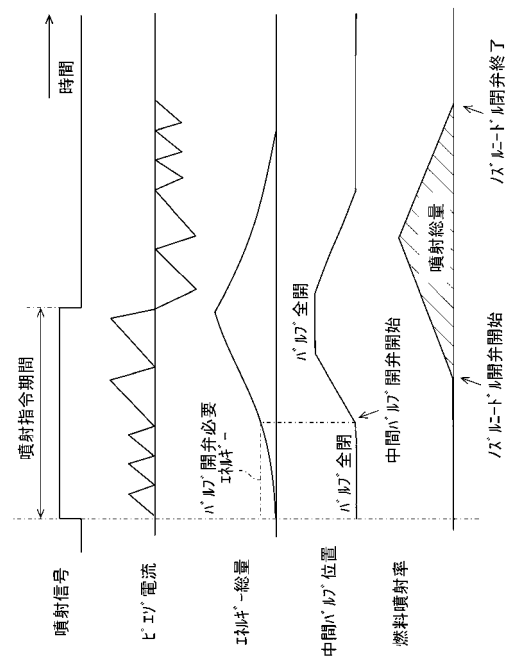
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G066 BA51 CC08T CC08U CC14 CD26 CE13 CE27 DA01