

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4475331号
(P4475331)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl.	F I
FO2M 51/06 (2006.01)	FO2M 51/06 N
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00 E
HO1L 41/083 (2006.01)	FO2M 47/00 F
	HO1L 41/08 N
	HO1L 41/08 P

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-3411 (P2008-3411)	(73) 特許権者	00004260
(22) 出願日	平成20年1月10日 (2008.1.10)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2009-167801 (P2009-167801A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成21年7月30日 (2009.7.30)	(74) 代理人	100067596
審査請求日	平成21年6月26日 (2009.6.26)		弁理士 伊藤 求馬
		(72) 発明者	望月 孝一
			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	黒柳 正利
			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	中島 樹志
			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】 燃料噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

充電又は放電により伸縮する圧電アクチュエータの変位を、圧力伝達媒体を介して制御室内圧力の増減を行う駆動源とし、上記制御室内圧力の増減によってニードルを軸方向に昇降せしめ、該ニードルの先端に設けた弁体の離着座によってノズルの先端に設けた噴孔を開閉し、該噴孔から高圧燃料の噴射と停止とを行う燃料噴射装置であって、

上記制御室内圧力の変化過程における偏曲点を検出する偏曲点検出手段と、

検出された偏曲点において上記圧電アクチュエータの充電条件又は放電条件を変更する充放電条件変更手段と、を具備すること特徴とする燃料噴射装置。

【請求項2】

上記偏曲点検出手段は、上記圧電アクチュエータに発生するピエゾ電圧 V_p を測定する電圧測定回路を具備し、

該電圧測定回路により測定されたピエゾ電圧 V_p からピエゾ電圧 V_p の時間微分 dV_p / dt を算出し、その値と目標とする dV_p / dt とのズレによって偏曲点を検出することを特徴とする請求項1に記載の燃料噴射装置。

【請求項3】

上記偏曲点検出手段は、上記制御室内圧力 P_s を検出する圧力センサを具備し、

該圧力センサにより検出された制御室内圧力 P_s から制御室内圧力 P_s の時間微分 dP_s / dt を算出し、その値と目標とする dP_s / dt とのズレによって偏曲点を検出することを特徴とする請求項1に記載の燃料噴射装置。

【請求項 4】

上記偏曲点検出手段は、上記圧電アクチュエータの一部を、荷重検出センサとして利用し、該荷重検出センサの圧電効果により発生した荷重電圧 V_L から荷重電圧 V_L の時間微分 dV_L/dt を算出し、その値と目標とする dV_L/dt とのズレによって偏曲点を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

上記充放電条件変更手段は、充電パルス周期又は放電パルス周期の増減を行うことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射装置。

【請求項 6】

上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記制御圧室内の圧力減少により低下する上記ピエゾ電圧 V_p を増加すべく、充電パルス周期を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の燃料噴射装置。

10

【請求項 7】

上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記制御室内の圧力増加により上昇する上記ピエゾ電圧 V_p を減少すべく、放電パルス周期を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 8】

上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記弁体の着座直前に、上記放電パルス周期を減少させる制御を行うことを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射装置。

20

【請求項 9】

上記充放電条件変更手段は、充電パルス又は放電パルスのデューティ比をパルス幅の変調によって増減することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射装置。

【請求項 10】

上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記制御圧室内の圧力減少により低下する上記ピエゾ電圧 V_p を増加すべく、充電パルスのデューティ比を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の燃料噴射装置。

【請求項 11】

上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記制御室内の圧力増加により上昇する上記ピエゾ電圧 V_p を減少すべく、放電パルスのデューティ比を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の燃料噴射装置。

30

【請求項 12】

上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記弁体の着座直前に、上記放電パルスのデューティ比を減少させる制御を行うことを特徴とする請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電アクチュエータを駆動源とし、高圧燃料を噴射する燃料噴射装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

近年、環境保護の見地から、燃焼排気中のエミッション低減や更なる燃費向上のために、自動車エンジン等の内燃機関に高圧燃料を噴射する燃料噴射装置において、極めて高い精度での噴射量の調整と速やかな応答とが要求されている。このような燃料噴射装置の更なる噴射精度向上、応答性向上の要求に対し、従来の電磁弁を駆動源とする燃料噴射装置に比べ、発生力が大きく、応答性に優れた圧電アクチュエータを駆動源とする燃料噴射装置が種々と提案されている。

【0003】

50

特許文献 1 には、内燃機関に燃料を噴射する燃料噴射弁に係り、インジェクタ基体とノズルホルダと該ノズルホルダ内で摺動可能に保持される噴射弁体とからなり、上記噴射弁体は噴孔を開閉するシート面を具備し、上記噴射弁体を圧電アクチュエータによって駆動する燃料噴射弁において、上記噴射弁体に接続する第 2 の増幅ピストンを内蔵する第 1 の増幅ピストンを圧電アクチュエータによって駆動することを特徴とする燃料噴射弁が開示されている。

【 0 0 0 4 】

特許文献 2 には、ニードルの第 1 のガイド軸と第 2 のガイド軸の段差により形成される第 1 の下向きの受圧面を、電歪アクチュエータの変位に応じて圧力変化される制御圧力室に連通又は露呈させてあり、電歪アクチュエータに印加する電圧を 1 噴射時間内で任意に、あるいは数段階に変化させることで、ニードルのリフト量により決定される燃料噴射率をその 1 噴射期間内において、任意に、あるいは数段階に制御することを特徴とする燃料噴射弁及びその駆動方法が開示されている。

10

【特許文献 1】W O 2 0 0 5 / 0 7 5 8 2 2 A 1

【特許文献 2】特開平 1 1 - 2 0 0 9 8 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところが、従来の圧電アクチュエータを駆動源に用いた燃料噴射装置では、ニードルの駆動に伴って、圧電アクチュエータに作用する圧力が変化し、圧電効果によって駆動電圧と逆向きの電圧が発生する。これによって、燃料噴射装置の駆動速度が緩慢になり、応答性の低下や燃料噴射精度の低下を招く虞がある。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記実情に鑑みて、圧電アクチュエータを駆動源とする燃料噴射装置において、圧電アクチュエータに作用する圧力の変化に伴う応答性の低下を防ぐとともに、圧電アクチュエータの出力変位を所望の値に調整し、極めて高い精度で噴射制御できる燃料噴射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】

【 0 0 0 7 】

請求項 1 の発明では、充電又は放電により伸縮する圧電アクチュエータの変位を、圧力伝達媒体を介して制御室内圧力の増減を行う駆動源とし、上記制御室内圧力の増減によってニードルを軸方向に昇降せしめ、該ニードルの先端に設けた弁体の離着座によってノズルの先端に設けた噴孔を開閉し、該噴孔から高圧燃料の噴射と停止とを行う燃料噴射装置であって、上記制御室内圧力の変化過程における偏曲点を検出する偏曲点検出手段と、検出された偏曲点において上記圧電アクチュエータの充電条件又は放電条件を変更する充放電条件変更手段と、を具備する。

30

【 0 0 0 8 】

請求項 1 の発明によれば、上記制御室内圧力の変化に伴う上記圧電アクチュエータの圧電効果によって発生する、充電電圧又は放電電圧と逆向きの電圧によるピエゾ電圧の増減を充電条件又は放電条件の変更により修正することができ、所望の出力を極めて精度良く得ることができる。

40

したがって、圧電アクチュエータに作用する圧力の変化に伴う応答性の低下を防ぐとともに、圧電アクチュエータの出力変位を所望の値に調整し、極めて高い精度で噴射制御可能な燃料噴射装置が実現できる。

さらに、予め設定したタイミングにより、充電又は放電の条件を変更するのではなく、実際の偏曲点を検知して圧電アクチュエータの出力変位が調整されるので、装置の個体差を生ずることなく、極めて高い精度の燃料噴射装置が実現できる。

【 0 0 0 9 】

具体的には、上記偏曲点検出手段は、請求項 2 の発明のように、上記圧電アクチュエータに発生するピエゾ電圧 V_p を測定する電圧測定回路を具備し、該電圧測定回路により測

50

定されたピエゾ電圧 V_p からピエゾ電圧 V_p の時間微分 dV_p/dt を算出し、その値と目標とする dV_p/dt とのズレによって偏曲点を検出する構成としても良い。

【0010】

また、上記偏曲点検出手段は、請求項3の発明のように、上記制御室内圧力 P_s を検出する圧力センサを具備し、該圧力センサにより検出された制御室内圧力 P_s から制御室内圧力 P_s の時間微分 dP_s/dt を算出し、その値と目標とする dP_s/dt とのズレによって偏曲点を検出する構成としても良い。

【0011】

さらに、上記偏曲点検出手段は、請求項4の発明のように、上記圧電アクチュエータの一部を、荷重検出センサとして利用し、該荷重検出センサの圧電効果により発生した荷重電圧 V_L から荷重電圧 V_L の時間微分 dV_L/dt を算出し、その値と目標とする dV_L/dt とのズレによって偏曲点を検出する構成としても良い。

10

【0012】

請求項2、3、4の発明によれば、上記制御室内圧力の上昇又は下降において、偏曲点が発生した時点で、ピエゾ電圧を速やかに所望の値に修正できるので、極めて精度よく燃料噴射制御可能な燃料噴射装置が実現できる。

【0013】

請求項5の発明では、上記充放電条件変更手段は、充電パルス周期又は放電パルス周期の増減を行う。

【0014】

20

具体敵には、開弁時において、上記充放電条件変更手段は、請求項6の発明のように、上記制御室内の圧力減少により低下する上記ピエゾ電圧 V_p を増加すべく、充電パルス周期を増加させる制御を行う構成としても良い。

【0015】

また、閉弁時において、上記充放電条件変更手段は、請求項7の発明のように、上記制御室内の圧力増加により上昇する上記ピエゾ電圧 V_p を減少すべく、放電パルス周期を増加させる制御を行う構成としても良い。

【0016】

請求項5、6、7の発明によれば、圧力変化に伴う圧電効果により発生するピエゾ電圧 V_p の目標値からのズレが速やかに修正され、応答性及び噴射精度に優れた燃料噴射装置が実現できる。

30

【0017】

さらに、請求項8の発明のように、上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記弁体の着座直前に、上記放電パルス周期を減少させる制御を行う構成としても良い。

【0018】

請求項8の発明によれば、上記弁体の駆動速度を着座直前に緩慢にし、ニードルバウンスを抑制することができる。したがって、燃料噴射装置の噴射精度がさらに向上する。

【0019】

請求項9の発明では、上記充放電条件変更手段は、充電パルス又は放電パルスのデューティ比をパルス幅の変調によって増減する。

40

【0020】

具体的には、開弁時において、上記充放電条件変更手段は、請求項10の発明のように、上記制御室内の圧力減少により低下する上記ピエゾ電圧 V_p を増加すべく、充電パルスのデューティ比を増加させる制御を行う構成としても良い。

【0021】

また、閉弁時において、上記充放電条件変更手段は、請求項11の発明のように、上記制御室内の圧力増加により上昇する上記ピエゾ電圧 V_p を減少すべく、放電パルスのデューティ比を増加させる制御を行う構成としても良い。

【0022】

請求項9、10、11の発明によれば、パルス幅の変調によって、充電電圧又は放電電

50

圧の増減を行うことができるので、圧力変化に伴う圧電効果により発生するピエゾ電圧 V_p を速やかに所望の値に修正される。したがって、応答性及び噴射精度に優れた燃料噴射装置が実現できる。

【 0 0 2 3 】

さらに、請求項 1 2 の発明のように、上記充放電条件変更手段は、閉弁時において、上記弁体の着座直前に、上記放電パルスのデューティ比を減少させる制御を行う構成としても良い。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 2 の発明によれば、上記弁体の駆動速度を着座直前に緩慢にし、ニードルパウンスを抑制することができる。したがって、燃料噴射装置の噴射精度がさらに向上する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 5 】

図 1 を参照して、本発明の第 1 の実施形態における燃料噴射装置 1 の全体構成について説明する。なお、以下の説明において、図の上側を基端側、下側を先端側としている。

燃料噴射装置 1 は、図略の内燃機関に設けられ、燃料を高圧に加圧してコモンレール 30 に蓄圧するサプライポンプ 31 と、コモンレール 30 から供給された高圧燃料を該機関内に噴射する燃料噴射弁 10 と、図略の各種センサからの検出信号に基づいて、機関の運転状況に応じた最適な燃料噴射量、燃料噴射時期、燃料噴射圧力等を算出して、駆動制御装置 E D U 20 に駆動信号を出力するとともに、コモンレール 30、サプライポンプ 31、燃料噴射弁 10 の駆動制御を行う電子制御装置 E C U 21 とによって構成されている。

20

【 0 0 2 6 】

燃料噴射弁 10 は、略筒状の噴射弁基体 100 に内蔵された圧電アクチュエータ 110 を駆動源とし、充放電により伸縮する圧電アクチュエータ 110 の変位を、加圧ピストン 120 に伝達し、加圧ピストン 120 の軸方向移動により、制御室 160 内の圧力 P_s を増減させ、この制御室内圧力 P_s の増減に応じて軸方向に昇降するニードル 15 の先端に設けた弁体 153 により噴孔 106 を開閉して、燃料噴射弁 10 内に導入された高圧燃料の噴射と停止を制御している。

【 0 0 2 7 】

燃料噴射弁基体 100 は、内部に燃料流路 101 を設けた略筒状に形成され、燃料流路 101 の基端側が封止されている。

30

燃料噴射弁基体 100 の基端側には、コモンレール 30 に蓄圧された高圧燃料を燃料流路 101 に導入すべく高圧燃料導入孔 102 が穿設されている。

先端側には、基体径変部 103 において、燃料流路 102 の内径が径小に縮径されたノズル部 104 が形成され、ノズル部 104 の先端側はさらに径小に縮径されたシート部 105 が形成され、シート部 105 には、機関内に開口する噴孔 106 が穿設されている。

【 0 0 2 8 】

圧電アクチュエータ 110 は、例えば、P Z T 等の圧電セラミック材料からなり、厚さ方向に分極した圧電セラミック層が分極方向を交互に替えて数十から数百枚積層された積層型圧電素子 111 が用いられている。

積層型圧電素子 111 の各圧電セラミック層の層間に形成された内部電極は一層毎に側面方向に左右交互に引き出されて側面電極 112、113 と接続され、さらに外部の E D U 20 に接続されている。

40

【 0 0 2 9 】

圧電アクチュエータ 110 は、噴射弁基体 100 内に収納され、圧電アクチュエータ 110 の基端側に形成された基端側保護層 114 の上端面が、噴射弁基体 100 との電氣的絶縁性を確保しつつ噴射弁基体 100 の内壁に接し、先端側に形成された先端側保護層 115 の下端面が、圧電アクチュエータ 110 と同軸に配された加圧ピストン 120 に接している。

【 0 0 3 0 】

加圧ピストン 120 は、略柱軸状に形成され、基端側には外周方向に張り出したピスト

50

ン鏝部 1 2 1 が形成されている。加圧ピストン 1 2 0 は、略筒状に形成されたピストン案内シリンダ 1 2 2 内に摺動可能に保持されている。

ピストン案内シリンダ 1 2 2 の先端側下端には外周方向に張り出したシリンダ鏝部 1 2 3 が形成されている。ピストン鏝部 1 2 1 とシリンダ鏝部 1 2 3 との間には、ピストン戻しバネ 1 2 4 が配設され、ピストン 1 2 0 を圧電アクチュエータ 1 1 0 側方向に付勢している。

【 0 0 3 1 】

ピストン案内シリンダ 1 2 2 の先端側には、隔壁部 1 2 5 が配設され、ピストン 1 2 0 の下端面とピストン案内シリンダ 1 2 2 の内周壁と隔壁部 1 2 5 の上面とによって加圧室 1 2 6 が区画されている。加圧室 1 2 6 内には圧力伝達媒体として、噴射弁基体 1 0 0 内に導入された高圧燃料の一部が導入されている。

10

【 0 0 3 2 】

ニードル 1 5 は、基端側には径大となるニードル大径部 1 5 0 が形成され、先端側には第 1 の径変部 1 5 1 を介して、径小となるニードル小径部 1 5 2 が形成され、さらに先端側には、さらに径小に縮径された第 2 の径変部 1 5 3 が形成され、さらにその先端側には弁体 1 5 4 が形成されており、弁体 1 5 4 の先端面はシート部 1 0 5 の内周壁に当接する弁体シート面 1 5 5 が形成されている。

【 0 0 3 3 】

内挿シリンダ 1 3 0 は、略筒状に形成され、隔壁部 1 2 5 の先端側に配設されている。ニードル大径部 1 5 0 は、内挿シリンダ 1 3 0 の内周に摺動可能に保持され、ニードル小径部 1 5 2 は、ノズル部 1 0 4 の内周に摺動可能に保持されている。内挿シリンダ 1 3 0 の内周壁と、第 1 の径変部 1 5 1 の底面と、燃料流路 1 0 1 からノズル部 1 0 4 へ縮径する基体径変部 1 0 3 の内壁上面とによって制御室 1 6 0 が区画されている。

20

【 0 0 3 4 】

第 2 の径変部 1 5 3 と弁体 1 5 4 の外周面とノズル部 1 0 4 の内周壁とによって、燃料貯留室 1 8 0 が区画されている。

【 0 0 3 5 】

隔壁部 1 2 5 と内挿シリンダ 1 3 0 とには、加圧室 1 2 6 と制御室 1 6 0 とを連通する連通流路 1 2 7、1 3 1 が形成されている。加圧室 1 2 6 内の圧力が圧力伝達媒体として導入された高圧燃料を介して連通流路 1 2 7、1 3 1 で連通された制御室 1 6 0 に伝達されている。

30

【 0 0 3 6 】

ニードル 1 5 の背面と隔壁部 1 2 5 の先端側底面と内挿シリンダ 1 3 0 の内周壁とによって、背圧室 1 7 0 が区画されている。

隔壁部 1 2 5 には、燃料流路 1 0 2 と背圧室 1 7 0 とを連通する背圧導入流路 1 7 1 が形成され、燃料流路 1 0 2 内の高圧燃料が背圧室 1 7 0 に導入されている。

【 0 0 3 7 】

背圧室 1 7 0 は、ニードル 1 5 の背面に配設され、ニードル 1 5 を閉弁方向に付勢する背圧バネ 1 7 2 を収納するバネ室を兼ねている。

ニードル 1 5 には、背面側室 1 7 0 と燃料貯留室 1 8 0 とを連通するニードル内流路 1 5 6 が形成されている。

40

【 0 0 3 8 】

制御室 1 6 0 内の圧力は、第 1 の径変部 1 5 1 の底面に対して開弁方向に作用し、背圧バネ 1 7 2 のバネ圧は、ニードル 1 5 の閉弁方向に作用している。

背圧室 1 7 0 内の圧力は、ニードル 1 5 の背面に対して閉弁方向に作用し、燃料貯留室 1 8 0 内の圧力は、第 2 の径変部 1 5 3 の底面に対して開弁方向に作用し、互いにバランスしている。

【 0 0 3 9 】

圧電アクチュエータ 1 1 0 への E D U 2 0 からの充放電によって、圧電アクチュエータ 1 1 0 が伸縮し、圧電アクチュエータ 1 1 0 の伸縮によって加圧ピストン 1 2 0 が軸方向

50

に上下動し、加圧ピストン 120 の上下動によって、加圧室 126 内の圧力が増減し、加圧室 126 内の圧力の増減によって、制御室 160 内の圧力 P_S が増減する。

【0040】

制御室 160 内の圧力 P_S が背圧バネ 172 のバネ圧以上となるとニードル 15 が上昇し、弁体シート面 155 がシート部 105 の内周壁から離座し、噴孔 106 が開口し、燃料貯留室 180 内の高圧燃料が、機関内に噴射される。

制御室 160 内の圧力 P_S が背圧バネ 172 のバネ圧以下となるとニードル 15 が下降し、弁体シート面 155 がシート部 105 の内周壁に着座し、噴孔 106 が閉鎖され、燃料貯留室 180 内の高圧燃料の噴射が停止される。

【0041】

図 2 を参照して本発明の効果について説明する。本図中 (a) は、ECU 21 から発信される燃料噴射弁駆動信号 SG_{INJ} を示し、(b) は、本実施形態における駆動電流 I_p の制御例を示し、(c) は、実施例として本実施形態におけるピエゾ電圧 V_p の変化を実線で示し、比較例として従来のピエゾ電圧 V_p の変化を点線で示し、(d) は、実施例として本実施形態における圧電アクチュエータの変位 X_p の変化を実線で示し、比較例として従来の変位 X_p の変化を点線で示し、(e) は、実施例として本実施形態における制御室内圧力 P_S の変化を実線で示し、比較例として従来の制御室圧力 P_S の変化を点線で示し、(f) は、実施例として本実施形態におけるニードルリフト X_N の変化を実線で示し、比較例として従来のニードルリフト X_N の変化を点線で示したタイムチャート図である。

【0042】

図略の各種センサから運転状況を示すデータが ECU 21 に入力され、運転状況に応じた燃料噴射条件が ECU 21 によって判断され、ECU 21 からの燃料噴射弁駆動信号 SG_{INJ} を受けて、EDU 20 から、圧電アクチュエータ 110 に所定のパルス周期で駆動電流 I_p が充電又は放電される。

【0043】

開弁指令を受けると、充電電流 I_p として一定の周期 t_0 のパルス電流が圧電アクチュエータ 110 に充電され、逆圧電効果により、圧電アクチュエータ 110 が伸長し、加圧ピストン 120 を押圧する。このとき、圧電アクチュエータ 110 は、加圧ピストン 120 から圧縮方向の反力を受けて、圧電効果により、ピエゾ電圧 V_p と同方向の電圧が発生する。

【0044】

これが繰り返されることによりピエゾ電圧 V_p が重畳的に上昇し、ピエゾ電圧 V_p の上昇に伴い圧電アクチュエータ 110 の変位 X_p も増加する。圧電アクチュエータ 110 の伸長に伴い、加圧ピストン 120 が下降し、制御室 160 内の圧力 P_S が上昇する。制御室 160 内の圧力 P_S が、背圧バネ 172 のバネ圧即ち開弁圧 P_{OPN} 以上になるとニードル 15 が上昇し始める。

【0045】

ニードル 15 が上昇を始めると、制御室 160 内の容積が増加し、制御室 160 内の圧力 P_S が瞬間的に低下する。これに伴い、圧電アクチュエータ 110 に作用する圧力が下がるので、圧電効果によって、充電電圧と逆向きの電圧が発生し、圧電アクチュエータ 110 の駆動が緩慢になる虞がある。

そこで、本発明の要部である、制御室 120 内の圧力 P_S の変化を検出する偏曲点検出手段 201 によって、制御室 120 内の圧力変化過程で生じる偏曲点を検知し、充放電条件変更手段 202 によって、速やかに充電電流 I_p を増加すれば、理想的な充電電圧 V_{IDEA} に近い状態に修正することができる。

【0046】

本実施形態においては、偏曲点検出手段 201 として、EDU 20 に圧電アクチュエータ 110 のピエゾ電圧 V_p を測定する駆動電圧測定回路を設け、ピエゾ電圧 V_p の微小時間変化 dV_p / dt を監視する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

偏曲点検出手段 2 0 1 によって、 dV_p / dt の変化に偏曲点が検知された場合、圧電アクチュエータ 1 2 0 の充電条件を、充放電条件変更手段 2 0 2 によって、充電電圧 V_p が上昇する方向、即ち、充電電流 I_p のパルス周期を増加する制御がなされる。より具体的な偏曲点検出手段 2 0 1、及び、充放電条件変更手段 2 0 2 については、図 4、5 を参照して後述する。

【 0 0 4 8 】

充電電流 I_p のパルス周期の増加によって、充電電圧が上昇し、制御室 1 6 0 内の圧力 P_S の低下による充電電圧の低下を早期に挽回でき、ニードル 1 5 が離座した後も、ピエゾ電圧 V_p の上昇が抑制されることがない。

10

したがって、制御室 1 6 0 内の圧力 P_S が開弁圧力 P_{OPN} 以上になった後も制御室 1 6 0 内の圧力 P_S が上昇を続け、ニードル 1 5 が速やかに上昇し、噴孔 1 0 6 が速やかに完全解放さるので、高圧燃料の噴射が速やかに開始され、速やかに安定する。

【 0 0 4 9 】

一方、閉弁指令を受けると、放電電流 I_p として一定の周期のパルス電流が圧電アクチュエータ 1 1 0 から放電され、逆圧電効果により、圧電アクチュエータ 1 1 0 が収縮し、加圧ピストン 1 2 0 を押圧する圧力が低下し、ピストン戻しバネ 1 2 4 によって加圧ピストン 1 2 0 が上昇し始める。

このとき、圧電アクチュエータ 1 1 0 は、加圧ピストン 1 2 0 からの圧縮力が減少するので、圧電効果により、ピエゾ電圧 V_p と同方向の電圧が放電される。

20

【 0 0 5 0 】

これが繰り返されることによりピエゾ電圧 V_p が重疊的に下降し、ピエゾ電圧 V_p の下降に伴い圧電アクチュエータ 1 1 0 の変位 X_p も減少する。圧電アクチュエータ 1 1 0 の収縮に伴い、加圧ピストン 1 2 0 が上昇し、制御室 1 6 0 内の圧力 P_S が下降する。制御室 1 6 0 内の圧力 P_S が、開弁圧保持圧 P_{HLD} 以下になるとニードル 1 5 が下降し始める。

【 0 0 5 1 】

この時、制御室 1 6 0 内の容積が減少し、制御室 1 6 0 内の圧力 P_S が瞬間的に増加する。このため、圧電アクチュエータ 1 1 0 に作用する圧力が上がり、圧電効果によって、放電電圧と逆向きの電圧が発生し、圧電アクチュエータ 1 1 0 の駆動が緩慢になる虞がある。

30

そこで、本発明の要部である、偏曲点検出手段 2 0 1 によって、制御室 1 2 0 内の圧力 P_S の変化過程で生じる偏曲点を検知し、充放電条件変更手段 2 0 2 によって、速やかに放電電流 I_p を増加させれば、所望の放電電圧に修正することができる。

【 0 0 5 2 】

放電電流 I_p の増加によって、制御室 1 6 0 内の圧力 P_S の上昇によるピエゾ電圧 V_p の低下の抑制を早期に挽回し、ニードル 1 5 が着座した後も、ピエゾ電圧 V_p の下降が抑制されることがない。したがって、制御室 1 6 0 内の圧力 P_S が開弁保持圧 P_{HLD} 以下になった後も制御室 1 6 0 内の圧力 P_S が下降を続け、ニードル 1 5 が速やかに下降し、高圧燃料の噴射が速やかに停止される。

40

【 0 0 5 3 】

本実施形態によれば、図 2 (f) に示すように開弁開始 OP_{STR1} から開弁完了 OP_{STP1} までの応答時間が比較例として示した従来の燃料噴射装置において開弁開始 OP_{STR2} から開弁完了 OP_{STP2} までの応答時間に比べて早くなり、また、閉弁開始 CL_{STR1} から閉弁完了 CL_{STP1} までの応答時間が比較例において閉弁開始 CL_{STR2} から閉弁完了 CL_{STP2} までの応答時間に比べて早くなる。

したがって、極めてニードル 1 5 の応答性が極めて良くなり、高圧燃料の噴射精度が高くなり、燃料噴射装置 1 の信頼性が向上する。

【 0 0 5 4 】

ここで、比較のために示した、従来の燃料噴射装置における問題点について、図 3 を参

50

照して説明する。

従来の燃料噴射装置においては、圧電アクチュエータの駆動電流 I_p は、一定周期 t_0 で充電と放電とが行われている。

ニードル 15 が開弁方向に駆動された直後から開弁までの過程において、制御室 160 の容積がニードル 15 の上昇に伴って増加し、制御室 160 内の圧力 P_S の上昇が抑制される。

このため、圧電アクチュエータ 110 に作用する圧力は相対的に減圧される。このとき、圧電効果により充電電圧と逆向きの電圧が発生し、ピエゾ電圧 V_p の上昇に偏曲点 V_{p1} が生まれ、理想的なピエゾ電圧 V_{IDEA} に比べて、偏曲点 V_{p1} 以後のピエゾ電圧 V_p の上昇が緩慢になる。このため圧電アクチュエータ 110 の変位 X_p の伸長速度も緩慢になる。

10

したがって、ニードル 15 の開弁開始 OP_{STRZ} から開弁完了 OP_{STPZ} までの時間が長くなる。

【0055】

また、ニードル 15 が閉弁方向に駆動された直後から閉弁までの過程において、制御室 160 の容積がニードル 15 の下降に伴って減少し、制御室 160 内の圧力 P_S の減少が抑制される。この時、圧電アクチュエータ 110 には、圧電効果により放電電圧と逆向きの電圧が発生し、ピエゾ電圧 V_p の下降に偏曲点 V_{p2} が生まれ、理想的なピエゾ電圧 V_{IDEA} に比べて、偏曲点 V_{p2} 以後のピエゾ電圧 V_p の下降が緩慢になる。このため圧電アクチュエータ 110 の変位 X_p の収縮速度が緩慢になる。

20

したがって、ニードル 15 の閉弁開始 CL_{STRZ} から閉弁完了 CL_{STPZ} までの時間が長くなる。

以上により、従来の一定パルス周期で、充放電を行う燃料噴射装置においては、開弁及び閉弁に伴う制御室内の圧力の変化によって、ピエゾ電圧 V_p の増減が理想状態 V_{IDEA} から外れ、燃料噴射精度の低下を招く虞がある。

【0056】

図 4、5 を参照して、上述した偏曲点検出手段 201 及び充放電条件変更手段 202 について詳述する。

図 4 は、燃料噴射弁 10 の開弁時、即ち、圧電アクチュエータ 110 の充電時におけるタイムチャートの一例を示し、本図中 (a) は、機関の運転状況に応じて ECU 21 から発信される燃料噴射弁 10 を駆動する駆動信号 SG_{INJ} を示し、(b) は、ECU 21 から駆動信号 SG_{INJ} を受けた EDU 20 から圧電アクチュエータ 110 への充電を制御すべく発信されるスイッチング信号 SG_{SW} を示し、(c) は、スイッチング信号 SG_{SW} に従って流れる駆動電流 I_p を示し、(d) は、駆動電流 I_p によって圧電アクチュエータ 110 に充電されるピエゾ電圧 V_p を示す。

30

【0057】

図 4 に示すように、ECU 21 からの燃料噴射弁駆動信号 SG_{INJ} が ON となると、EDU 20 から一定周期 t_0 で、圧電アクチュエータ 110 への充電が開始される。パルス電流 I_p が重畳的に充電されることにより、ピエゾ電圧 V_p が上昇する。制御室 160 内の圧力 P_S が、開弁圧 P_{OPN} 以上になり、ニードル 15 が開弁を開始し、制御室 160 内の圧力 P_S が瞬間的に下がり始めると、ピエゾ電圧 V_p に偏曲点が生じる。このとき、充電電流 I_p の周期が t_0 から t_1 に切り換えられ、充電電流 I_p が増加する。速やかにピエゾ電圧 V_p が上昇し、目標電圧 V_{TRG} に到達する。本実施形態によれば、比較例として示した従来の一定パルス周期で充電電流を印加する場合に比べ、理想的なピエゾ電圧 V_{IDEA} の上昇に極めて近いピエゾ電圧 V_p の変化を示す。

40

【0058】

図 5 に、本実施形態における偏曲点検出手段 201 及び充放電条件変更手段 202 の開弁時における制御方法を示す制御フローチャートの具体例を示す。

S100 では、ECU 21 から燃料噴射弁 10 の駆動信号が EDU 20 に入力され、燃料噴射弁 10 が駆動準備状態となる。

50

S 1 1 0では、スイッチング信号がONとなり、E D U 2 0によって駆動電流 I_p が出力制御される。このとき、充電条件として、充電電流 I_p のパルス周期は初期パルス周期 t_0 に設定され、圧電アクチュエータ1 1 0の充電が開始される。

S 1 2 0では、圧電アクチュエータ1 1 0に充電されたピエゾ電圧 V_p の微小時間変化 dV_p/dt がモニタされる。

S 1 3 0では、目標とする dV_p/dt と実際の読み取り値とのズレによって、ピエゾ電圧の偏曲点の有無を判断する。

読み取り値と目標値とのズレが大きく、ピエゾ電圧 V_p の上昇に偏曲点が検知された場合には、S 1 4 0に進む。

S 1 4 0では、 dV_p/dt について読み取り値と目標値とのズレを補正するように、充電条件変更手段2 0 2によって、スイッチング信号を例えば第2のパルス周期 t_1 に変更し、充電電流 I_p を増加する制御がなされる。

次いでS 1 2 0に戻り dV_p/dt を読み取り、再度S 1 3 0で偏曲点の有無が判定される。

読み取り値と目標値とのズレが小さくなり、ピエゾ電圧 V_p の上昇に偏曲点が検知されなくなった場合には、S 1 5 0に進む。

S 1 5 0では、 dV_p/dt を積算し、圧電アクチュエータ1 1 0のピエゾ電圧 V_p が算出される。

S 1 6 0では、得られたピエゾ電圧 V_p が目標電圧 V_{TRG} に到達しているか否かが判定される。

ピエゾ電圧 V_p が目標電圧 V_{TRG} に到達していない場合には、S 1 2 0へ戻り、充電を継続する。

S 1 2 0からS 1 6 0を繰り返し、ピエゾ電圧 V_p が目標電圧 V_{TRG} に到達した場合には、S 1 7 0に進み、スイッチング信号がOFFとなり、充電が終了する。

【0059】

燃料噴射弁1 0の閉弁時即ち圧電アクチュエータ1 1 0の放電時には、類似のフローチャートに従って、 dV_p/dt をモニタしつつ、ピエゾ電圧 V_p の下降に偏曲点が検知された場合には、放電電流 I_p を増加すべく、放電周期 T の変更がなされ、放電を完了するまでの放電条件が制御される。具体的には、制御室内の圧力 P_s の増加により上昇するピエゾ電圧 V_p を減少すべく、放電パルス周期 T を増加させる制御を行う。

【0060】

図6を参照して本発明の第2の実施形態における燃料噴射装置1 aについて説明する。なお、上記実施形態と同一の構成については同じ符号を付したので説明を省略し、本実施形態における特徴的な部分についてのみ説明する。(以下の実施形態についても同様である。)

上記実施形態においては、偏曲点検出手段2 0 1として、ピエゾ電圧 V_p を測定する電圧測定回路をE D U 2 0に設けたが、本実施形態においては、図6に示すように、偏曲点検出手段2 0 1 aとして、圧電アクチュエータ1 1 0の一部を圧電アクチュエータ1 1 0に作用する圧力を検出するための圧力センサ1 9 0として用いている構成としても良い。圧力センサ1 9 0に圧力が作用すると圧電効果により電圧 $V_p(a)$ が発生する。加圧センサ1 9 0は、圧電素子1 9 1に発生した電圧を側面電極1 9 2、1 9 3から取り出し、これを変換回路2 0 3 aで荷重変換し、これを制御室1 6 0内の圧力 P_s の変化を間接的に示す情報としてE D U 2 0でモニタし、圧電アクチュエータ1 1 0 aに作用する制御室内圧力 P_s の変化の影響を充放電条件変更手段2 0 2 aによって補正する。

【0061】

図7を参照して、本発明の第3の実施形態における燃料噴射装置1 bについて説明する。本実施形態においては、偏曲点検出手段2 0 1 bとして、圧力センサ1 8 0を加圧室設けて、直接的に制御室1 6 0内の圧力 P_s を検出する。

【0062】

図8は、開弁時におけるタイムチャートの一例を示し、本図中(a)は、機関の運転状

10

20

30

40

50

況に応じて ECU 21 b から発信される燃料噴射弁 10 b を駆動する駆動信号 SG_{INJ} を示し、(b)は、ECU 21 b から駆動信号 SG_{INJ} を受けた EDU 20 b から圧電アクチュエータ 110 への充電を制御すべく発信されるスイッチング信号 SG_{SW} を示し、(c)は、スイッチング信号 SG_{SW} に従って流れる駆動電流 I_p を示し、(d)は、制御室 160 内の圧力 P_s の変化を示す。

【0063】

図 8 に示すように、ECU 21 b からの燃料噴射弁駆動信号 SG_{INJ} が ON となると、EDU 20 b から一定周期 t_0 で、圧電アクチュエータ 110 への充電が開始される。制御室 160 内の圧力 P_s が、開弁圧 P_{OPN} 以上になり、ニードル 15 が開弁を開始し、制御室 160 内の圧力 P_s が瞬間的に下がり始めると、制御室 160 内の圧力 P_s に偏曲点が生じる。このとき、充電電流 I_p の周期が t_0 から t_1 に切り換えられ、充電電流 I_p が増加し、圧電アクチュエータ 110 の伸長速度の低下が挽回される。したがって、速やかに制御室 160 内の圧力 P_s が上昇し目標圧力 P_{TRG} に到達する。

10

【0064】

図 9 に、本発明の第 3 の実施形態における開弁時の制御フローチャートの具体例を示す。

S 200 では、ECU 21 b から燃料噴射弁 10 b の駆動信号が EDU 20 b に入力され、燃料噴射弁 10 b が駆動準備状態となる。

S 210 では、スイッチング信号が ON となり、EDU 20 b によって駆動電流 I_p が出力制御される。このとき、充電条件として、充電電流 I_p のパルス周期は初期パルス周期 t_0 に設定され、圧電アクチュエータ 110 b の充電が開始される。

20

S 220 では、圧電アクチュエータ 110 b に充電されたピエゾ電圧 V_p の微小時間変化 dV_p/dt がモニタされる。

S 230 では、制御室 160 内の圧力 P_s の微小時間変化 dP/dt がモニタされる。

S 240 では、目標とする dP/dt と実際の読み取り値とのズレによって、ピエゾ電圧の偏曲点の有無を判断する。

読み取り値と目標値とのズレが大きく、制御室 160 内の圧力 P_s の上昇に偏曲点が検知された場合には、S 250 に進む。

S 250 では、 dP/dt について読み取り値と目標値とのズレを補正するように、充電条件変更手段 202 b によって、スイッチング信号を例えば第 2 のパルス周期 t_1 に変更し、充電電流 I_p を増加する制御がなされる。

30

次いで S 220、S 230 に戻り dV_p/dt 及び dP/dt を読み取り、再度 S 240 で偏曲点の有無が判定される。

読み取り値と目標値とのズレが小さくなり、制御室 160 内の圧力 P_s の上昇に偏曲点が検知されなくなった場合には、S 260 に進む。

S 260 では、 dV_p/dt を積算し、圧電アクチュエータ 110 のピエゾ電圧 V_p が算出される。

S 270 では、得られたピエゾ電圧 V_p が目標電圧 V_{TRG} に到達しているか否かが判定される。

ピエゾ電圧 V_p が目標電圧 V_{TRG} に到達していない場合には、S 220 へ戻り、充電を継続する。

40

S 220 から S 270 を繰り返し、ピエゾ電圧 V_p が目標電圧 V_{TRG} に到達した場合には、S 280 に進み、スイッチング信号が OFF となり、充電が終了する。

【0065】

燃料噴射弁 10 b の閉弁時、即ち、圧電アクチュエータ 110 b の放電時には、類似のフローチャートに従って、 dV_p/dt 及び dP/dt をモニタしつつ、制御室 160 内の圧力 P_s の下降に偏曲点が検知された場合には、放電電流 I_p を増加すべく、放電周期の変更がなされ、放電を完了するまでの放電条件が制御される。具体的には、制御室内圧力 P_s の増加により上昇するピエゾ電圧 V_p を減少すべく、放電パルス周期 T を増加させる制御を行う。

50

【0066】

また、本実施形態において、 dV_p/dt のモニタを廃し、 dP/dt のモニタのみとし、 dV/dt の積算に換えて、 dP/dt の積算を行って、制御室160内圧力 P_s が目標の圧力 P_{TRG} に達した場合にスイッチング信号をOFFとするフローとしても良い。

【0067】

図10、図11に本発明の第4の実施形態における開弁時のタイムチャート及び、制御フローチャートの具体例を示す。

上記実施形態においては、充放電条件変更手段202、202a、202bでは、偏曲点が検知された場合に、充電電流又は、放電電流のパルス周期を変更し、充電電圧又は、放電電圧の増減を行う制御としたが、本実施形態において、図10及び、図11に示すように、パルス周期は一定のまま、デューティ比を増減して、充電電圧又は、放電電圧の増減を行うPWM(Pulse Width Modulation、パルス幅変調)制御としても良い。

本実施形態においては、上記実施形態における制御フローチャートと略同様のフローチャートが適用できるが、初期設定として、S310において、デューティ比Rの初期値を $R_0 = t_0 / T_0$ とし、S350においてスイッチング周期Tの変更に代えて、例えば、開弁時にはデューティ比Rを $R_1 = t_1 / T_0$ に変更する等のデューティ比Rの変更を行う制御をとした点が相違する。

パルス幅の変調によって、充電電圧又は放電電圧の増減を行うことができるので、圧力変化に伴う圧電効果により発生するピエゾ電圧 V_p が速やかに所望の値に修正される。

したがって、上記実施形態と同様に、応答性及び噴射精度に優れた燃料噴射装置が実現できる。

また、充放電条件の具体的な変更手段として、上述したスイッチング周期の変更とデューティ比の変更とを組み合わせた制御を行っても良い。

【0068】

更に、開弁時におけるニードルバウンスを防ぐために、弁体153のシート面155がシート部105の内周壁に着座する直前に、放電パルス周期Tを減少させる制御を行ったり、放電パルスのデューティ比Rを減少させる制御を行う構成を追加しても良い。ニードル15の駆動速度を着座直前に緩慢にし、ニードルバウンスを抑制することができる。

【0069】

なお、本発明は上記実施形態に限定するものではなく、制御室の圧力変動により圧電アクチュエータに生じる圧電効果の影響を相殺すべく、制御室の圧力変動を偏曲点の検出により速やかに検知して、圧電アクチュエータの駆動電流をフィードバック制御する本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0070】

例えば、本発明は、燃料噴射弁として上記実施形態に示したニードル内に設けたニードル内流路を経由して燃料貯留室に高圧燃料を導入する構造のものに限定するものではなく、高圧燃料を直接に燃料貯留室に導入する構造の燃料噴射弁等にも適宜採用し得るものであり、また、上記実施形態に示した単数の噴孔を開閉する燃料噴射弁に限らず、ノズル部の先端を閉じ燃料を貯留するサック室を設け、該サック室に複数の噴孔を穿設した構造でも良い。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】は、本発明の第1の実施形態における燃料噴射装置の全体構成図。

【図2】(a)から(f)は、本発明の第1の実施形態における効果を比較例と共に示すタイムチャート図。

【図3】(a)から(f)は、従来の燃料噴射装置における問題点を示すタイムチャート図。

【図4】(a)から(d)は、本発明の第1の実施形態における開弁時のタイムチャート

10

20

30

40

50

図。

【図 5】は、本発明の第 1 の実施形態における開弁時の制御フローチャート図。

【図 6】は、本発明の第 2 の実施形態における燃料噴射装置の全体構成図。

【図 7】は、本発明の第 3 の実施形態における燃料噴射装置の全体構成図。

【図 8】(a) から (d) は、本発明の第 3 の実施形態における開弁時のタイムチャート図。

【図 9】は、本発明の第 3 の実施形態における開弁時の制御フローチャート図。

【図 10】(a) から (d) は、本発明の第 4 の実施形態における開弁時のタイムチャート図。

【図 11】は、本発明の第 4 の実施形態における開弁時の制御フローチャート図。

10

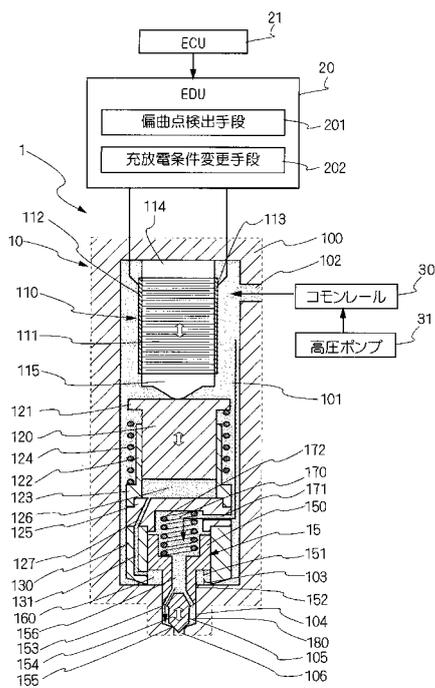
【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

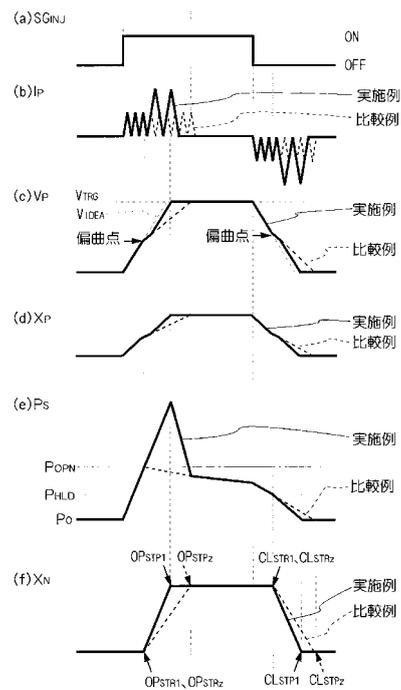
1	燃料噴射装置	
1 0	燃料噴射弁	
1 0 0	噴射弁基体	
1 0 1	燃料流路	
1 0 2	高圧燃料導入孔	
1 0 3	基体径変部	
1 0 4	ノズル部	
1 0 5	シート部	20
1 0 6	噴孔	
1 1 0	圧電アクチュエータ	
1 1 1	積層型圧電素子	
1 1 2、1 1 3	側面電極	
1 1 4	基端側保護層	
1 1 5	先端側保護層	
1 2 0	加圧ピストン	
1 2 1	ピストン鏝部	
1 2 2	ピストン案内シリンダ	
1 2 3	シリンダ鏝部	30
1 2 4	ピストン戻しバネ	
1 2 5	隔壁部	
1 2 6	加圧室	
1 2 7、1 3 1	連通流路	
1 3 0	内挿シリンダ	
1 5	ニードル	
1 5 0	ニードル大径部	
1 5 1	第 1 の径変部	
1 5 2	ニードル小径部	
1 5 3	第 2 の径変部	40
1 5 4	弁体	
1 5 5	弁体シート面	
1 5 6	ニードル内流路	
1 6 0	制御室	
P_s	制御室内圧力	
1 7 0	背圧室	
1 7 1	背圧導入流路	
1 7 2	背圧バネ	
1 8 0	燃料貯留室	
2 0	E D U	50

- 2 0 1 制御室内圧力変化検出手段
- 2 0 1 充放電条件変更手段
- 2 1 E C U
- 3 0 コモンレール
- 3 1 サプライポンプ (高圧ポンプ)

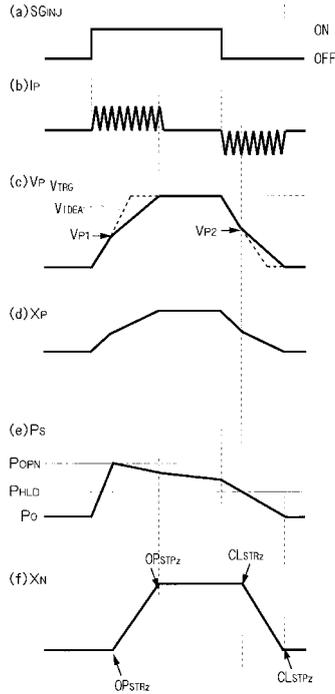
【 図 1 】



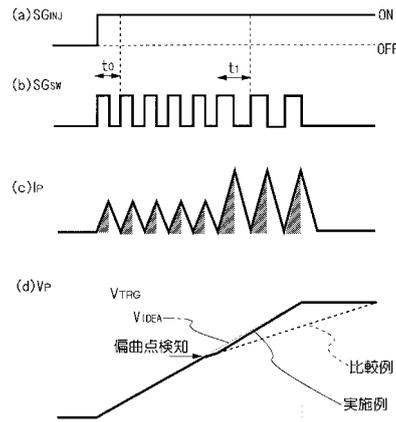
【 図 2 】



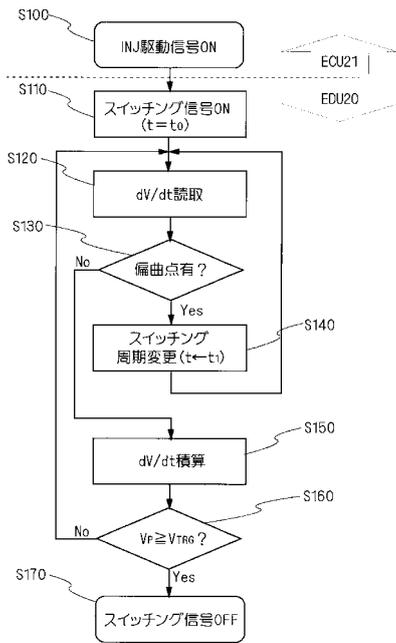
【図3】



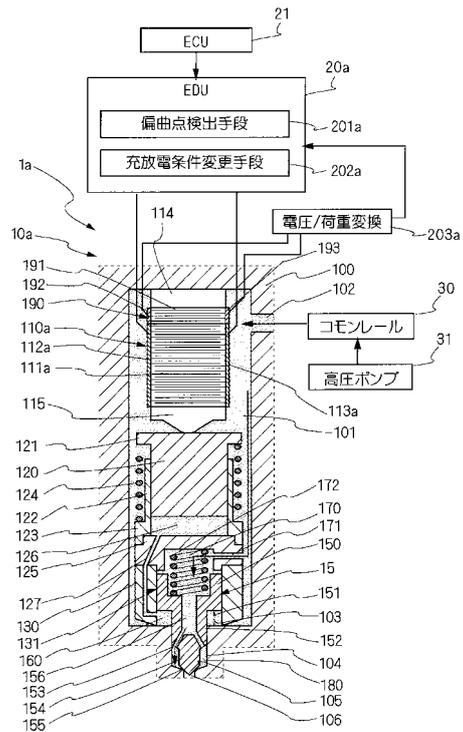
【図4】



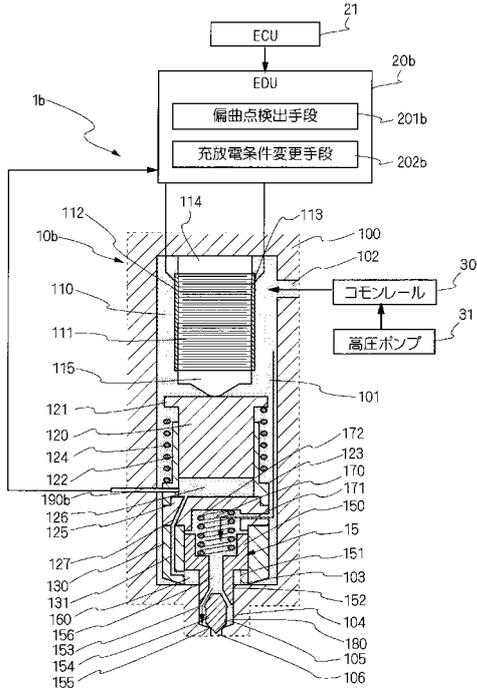
【図5】



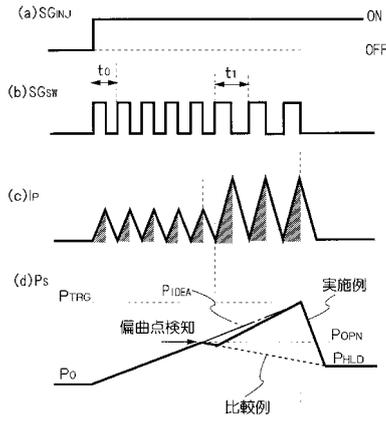
【図6】



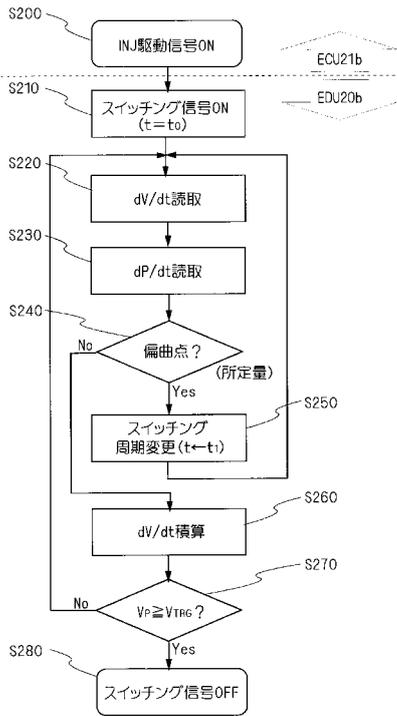
【図7】



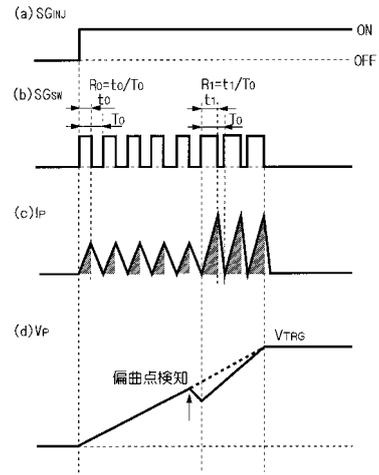
【図8】



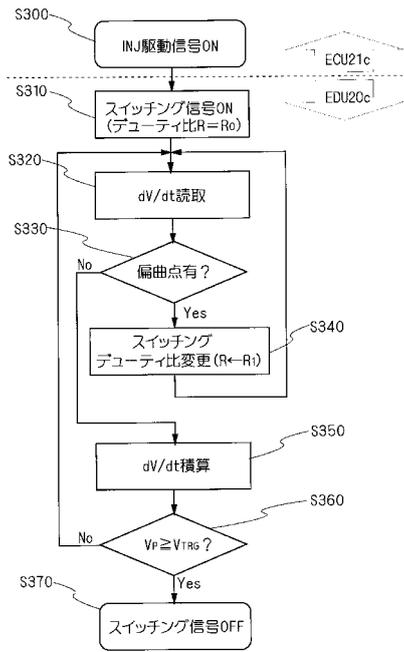
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

審査官 赤間 充

- (56)参考文献 特開平11-200981(JP,A)
特開2006-144588(JP,A)
特開2000-027689(JP,A)
特開2007-205173(JP,A)
特開2003-227392(JP,A)
特開昭62-199961(JP,A)
国際公開第2005/075822(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| F02M | 47/00 |
| F02M | 51/00 |
| F02M | 51/06 |
| H01L | 41/083 |