

(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2005-172002
(P2005-172002A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO2M 51/06	FO2M 51/06	3G066
HO1L 41/08	FO2M 51/06	
	HO1L 41/08	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-360454 (P2004-360454)	(71) 出願人	390023711
(22) 出願日	平成16年12月13日 (2004.12.13)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(31) 優先権主張番号	10357872.2		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(32) 優先日	平成15年12月11日 (2003.12.11)		ROBERT BOSCH GMBH
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (番地なし)
			Stuttgart, Germany
		(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100114890
			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ ンハルト
		(74) 代理人	230100044
			弁護士 ラインハルト・アインゼル

最終頁に続く

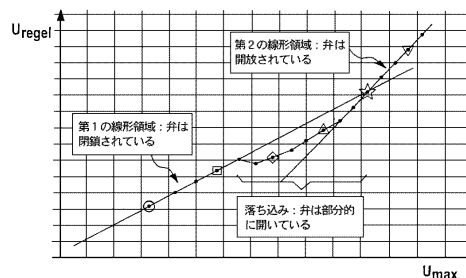
(54) 【発明の名称】 噴射弁のピエゾアクチュエータのための駆動制御電圧を求める方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 噴射弁のピエゾアクチュエータのための駆動制御電圧を求める方法を発展させ、内燃機関の各インジェクタに対して所要電圧を個別に、インジェクタのドリフトないしは経年変化状態に相応して求め、必要な場合にはこの所要電圧を適合して、インジェクタを常に安定的な状態で作動させることができるようにすることである。

【解決手段】 前記課題は、該ピエゾアクチュエータの充電後に発生した最大の第1の電圧と、該ピエゾアクチュエータの放電直前に発生した一定の第2の電圧とを、そのつど同じ時間間隔で該ピエゾアクチュエータに印加された異なる充電電流で検出し、該第2の電圧と該第1の電圧との間の関連性を評価して、該ピエゾアクチュエータの所要電圧を推定することによって解決される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

噴射弁(1)のピエゾアクチュエータ(2)のための駆動制御電圧を求める方法において、

該ピエゾアクチュエータ(2)の充電後に発生した最大の第1の電圧(U_{max})と、該ピエゾアクチュエータ(2)の放電直前に発生した一定の第2の電圧(U_{Regel})とを、そのつど同じ時間間隔で該ピエゾアクチュエータ(2)に印加された異なる充電電流(I)で検出し、

該第2の電圧と該第1の電圧との間の関連性を評価して、該ピエゾアクチュエータ(2)の所要電圧を推定することを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

該第2の電圧と該第1の電圧との間の関連性を、該第2の電圧と該第1の電圧との間の関数関係に基づいて評価する、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

所定の第1の電流から開始して、該ピエゾアクチュエータ(2)に印加される電流(I)を段階的に減少/上昇させ、

該第2の電圧と該第1の電圧との間の関数関係を各電流ごとに検出および記憶し、

該第1の電圧後の該第2の電圧の最初の微分および後続の微分から、該ピエゾアクチュエータ(2)の所要電圧を推定する、請求項2記載の方法。

【請求項 4】

該ピエゾアクチュエータ(2)に印加される電流を、所定の第1の値から開始して段階的に減少/上昇させて、該第2の電圧と該第1の電圧との間の関数関係を求め、

前記関数関係の線形領域を求め、

隣接する2つの線形領域の交点を求め、この値を該ピエゾアクチュエータ(2)の所要電圧とする、請求項1または2記載の方法。

20

【請求項 5】

隣接する線形領域に対して平行に、それぞれ所定の値だけシフトされた直線を形成し、この公差領域の交点を求め、

第2の電圧 第1の電圧ダイアグラムにて求められた第2の電圧の値を、該ピエゾアクチュエータ(2)の所要電圧とする、請求項4記載の方法。

30

【請求項 6】

該第2の電圧と該第1の電圧との間の関連性を、特性曲線の形態で制御装置に記憶する、請求項1から5までのいずれか1項記載の方法。

【請求項 7】

前記制御装置に記憶された特性を、所定の作動時間の経過後に、新たに検出された特性曲線と比較し、

ずれがある場合には、噴射弁において変化があったことを推定する、請求項6記載の方法。

【請求項 8】

噴射弁において変化が検出された場合、該第2の電圧と該第1の電圧との間の関連性を、噴射弁の作動時に新たに求め、特性曲線を制御装置に記憶する、請求項7記載の方法。

40

【請求項 9】

該第2の電圧と該第1の電圧との間の関係を、内燃機関の負荷状態が一定である場合、たとえば内燃機関のアイドル時に検出する、請求項8記載の方法。

【請求項 10】

噴射弁のピエゾアクチュエータ(2)のための駆動制御電圧を求める装置において、

該ピエゾアクチュエータの充電後に発生した最大の第1の電圧(U_{max})と、該ピエゾアクチュエータの放電直前に発生した一定の第2の電圧(U_{Regel})とを、そのつど同じ時間間隔で該ピエゾアクチュエータ(2)に印加される異なる充電電流(I)で検出するためのセンサが設けられており、

50

該第 2 の電圧と該第 1 の電圧との間の関連性を検出するための回路手段が設けられており、

該 piezoアクチュエータ (2) の所要電圧を前記関連性に基づいて求めるための評価手段が設けられていることを特徴とする装置。

【請求項 1 1】

前記回路手段および前記評価手段は、制御装置 (2 0) の一部である、請求項 1 0 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、噴射弁の piezoアクチュエータのための駆動制御電圧を求めるための、独立請求項 1 の上位概念による方法と、噴射弁の piezoアクチュエータのための駆動制御電圧を求めるための、独立請求項 1 0 の上位概念による装置に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば DE 1 0 0 3 2 0 2 2 A 1 から、上位概念の形式の噴射弁の piezoアクチュエータのための駆動制御電圧を求める方法が公知である。この方法では噴射プロセス後に、ハイドロリックカプラ内の圧力に相応するパラメータを測定し、このパラメータによって所定のアルゴリズムを使用して、piezoアクチュエータの駆動制御電圧の値を求める。

【0003】

piezoアクチュエータを有する噴射弁、いわゆるインジェクタでは、製造時に非常に狭い公差を守らなければならない。というのも、高い生産量を達成し、インジェクタの安定した特性を寿命全体にわたって保証しなければならないからだ。狭い公差が必要である理由はとりわけ、インジェクタの特性を監視するためのセンサによってコストが上昇するのを防ぐためである。製造時に公差が非常に狭くなるのを回避し、ひいては製造コストが高くなるのを回避できるようにするため、インジェクタのドリフト特性を最小にすることが公知である。このドリフト特性はたとえば、温度が変化した場合、圧電セラミックスの摩擦、疲労または経年変化によって切替鎖 (Schaltkette) における力の比が変化した場合に発生する。この前提となっているのは、インジェクタパラメータが変化することによって噴射量に及ぼされる影響が少ない、可能な限り安定的な動作点でインジェクタを作動させることである。このような安定的な動作点を見つけるために、インジェクタを最終検査の枠内で、増加する電圧によって作動させ、どのような電圧で噴射を開始するかを検出する。この電圧にはオフセットが加えられ、このようにして求められた値がインジェクタの所要電圧として定義される。別の手段は、量ドリフトを予め推定し、制御装置にて補正特性曲線を介して少なくとも部分的に補償する手段である。

【0004】

しかし予め定義された特性曲線による補償は、多気筒内燃機関に設けられた個々のインジェクタが異なってドリフトし、センサの欠落によってこのことが検出されず、制御装置にて考慮されない場合に、限界に達してしまう。さらに所要電圧を求める公知の方法によって、弁閉鎖部材が第 2 の弁座に到達完了する電圧を検出することができない。しかし、この電圧を知ることは、安定的な動作点の前提条件である。

【特許文献 1】 DE 1 0 0 3 2 0 2 2 A 1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって本発明の課題は、冒頭に記載された形式の噴射弁の piezoアクチュエータのための駆動制御電圧を求める方法を発展させ、内燃機関の各インジェクタに対して所要電圧を個別に、インジェクタのドリフトないしは経年変化状態に相応して求め、必要な場合にはこの所要電圧を適合して、インジェクタを常に安定的な状態で作動させることができるようにすることである。こうすることによってとりわけ、インジェクタにおいて piezo

10

20

30

40

50

アクチュエータがハイドロリックカプラに対して作用させるストロークまたは力が、たとえば経年変化によって変化したか否かを作動中に識別し、たとえばストロークの縮小および力の低下を、 piezoアクチュエータに印加される電圧の上昇によって補償できるようにしなければならない。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題は、該 piezoアクチュエータの充電後に発生した最大の第1の電圧と、該 piezoアクチュエータの放電直前に発生した一定の第2の電圧とを、そのつど同じ時間間隔で該 piezoアクチュエータに印加された異なる充電電流で検出し、該第2の電圧と該第1の電圧との間の関連性を評価して、該 piezoアクチュエータの所要電圧を推定することによ

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明の基本思想は、圧電セラミックス自体をセンサとして使用することである。こうすることによって付加的なセンサは必要なくなり、付加的なセンサのためのコストは発生しない。こうするため、piezoアクチュエータの充電後に発生した最大の第1の電圧と、該 piezoアクチュエータの放電直前に発生した第2の電圧とを、その都度同じ時間間隔で piezoアクチュエータに加えられた異なる充電電圧で検出し、第2の電圧と第1の電圧との関連性を評価し、この関連性から piezoアクチュエータの所要電圧ひいては閉鎖部材の位置を推定する。その際にはとりわけ、弁閉鎖部材が第1の弁座から離れ第2の弁座に到達する時期に関する予測が行われる。

20

【0008】

有利には、第2の電圧と第1の電圧との関連性を、第2の電圧と第1の電圧との間の関数関係に基づいて評価する。

【0009】

この関数関係を求めるため、有利には所定の第1の電流から開始して、piezoアクチュエータに印加される電圧が段階的に減少され、第2の電圧と第1の電圧との関数関係が各電流ごとに求められて記憶される。第1の電圧後の第2の電圧の最初の微分および後続の微分から、すなわち、勾配、最大値、独立変数とされた第1の電圧と従属変数とされた第2の電圧との間の関数関係の最大値を求めることにより、piezoアクチュエータの所要電

30

【0010】

別の有利な実施形態では、piezoアクチュエータに印加される電圧を、第1の所定の値から出発して段階的に減少させ、第2の電圧と第1の電圧との間の関数関係を求める。この場合、関数関係の線形の領域が求められ、隣接する線形領域間の交点が求められる。この値が、piezoアクチュエータの所要電圧とされる。

【0011】

別の有利な実施形態では、隣接する線形領域に対して平行に、所定の値だけシフトされた直線が形成され、この公差領域の交点が求められ、このようにして求められた第2の電圧の値が piezoアクチュエータの所要電圧とされる。この場合、その都度求められた第2の電圧は駆動制御電圧として記憶され、piezoアクチュエータは、弁封鎖部材が第2の弁座に到達完了するこの駆動電圧によって、場合によってはこの駆動電圧にオフセットが加えられて作動する。所要電圧は前記のように個別に求められて監視されるので、上位の制御装置によって、個々のインジェクタの制御電圧が常に、その都度の経年変化状態に相応する所要電圧に適合されるように構成することができる。こうすることによって、インジェクタの噴射量ドリフトが寿命全体にわたって低減され、piezoアクチュエータとハイドロリックカプラと切替弁とから成る切替鎖における許容公差が大きくなる。こうすることによっても、製造時のコストが格段に削減される。

40

【実施例】

【0012】

50

本発明の別の利点および構成が、本発明の実施例の以下の説明および図面に記載されている。

【0013】

図1に概略的に示された噴射弁は、中央に孔を有し、上部にアジャスティングピストン3を有している。このアジャスティングピストン3はピエゾアクチュエータ2を有しており、該ピエゾアクチュエータ2に固定的に結合されている。アジャスティングピストン3は、上方に対してハイドロリックカブラ4を封止しており、下方に対しては、第1の弁座6への連通路12を有する開口が設けられており、閉鎖部材12を有するピストン5が配置されている。この閉鎖部材12は二重閉鎖式の制御弁として構成されており、アクチュエータ2が静止フェーズにある場合、第1の弁座6を封止する。アクチュエータ2の操作時、すなわち端子+、-に駆動制御電圧Uを印加した場合、アクチュエータ2はアジャスティングピストン3を操作し、ハイドロリックカブラ5を介してピストン5を閉鎖部材12とともに、第2の弁座7へ押進する。第2の弁座の下方には、相応の通路にニードル弁11が配置されている。このニードル弁11によって高圧通路(コモンレール圧)における吐出口13が、どのような駆動電圧Uが印加されたかに応じて閉鎖または開放される。この高圧は被噴射媒体によって、吸入口9を介して供給される。前記被噴射媒体は、たとえば内燃機関では燃料である。吸入スロットル8および吐出スロットル10を介して、ニードル弁11およびハイドロリックカブラ4の方向に、供給される媒体の供給量が制御される。ハイドロリックカブラ4は、一方ではピストン5のストロークを増幅し、他方では制御弁をアクチュエータ2の静的な温度膨張から切り離すというタスクを有する。ピストンの再充填は、図1には示されていない。

【0014】

次に、この噴射弁の動作を詳細に説明する。アクチュエータ2の各駆動制御時には、アジャスティングピストン3がハイドロリックカブラ4の方向に移動される。ここでは、ピストン5も閉鎖部材12とともに、第2の弁座7へ移動される。リークギャップを介して、ハイドロリックカブラ4内に存在する媒体たとえば燃料の一部が押出される。したがって、2つの噴射の間にハイドロリックカブラ4を再充填して、該ハイドロリックカブラ4の機能の確実性を維持しなければならない。

【0015】

供給通路9には高圧 P_1 が存在する。コモンレールシステムの場合、この高圧 P_1 はたとえば200~1800バールの間である。この高圧はニードル弁11に対して作用し、燃料が流出しないように該ニードル弁11を閉鎖状態に維持する。ここで駆動制御電圧Uにしたがってアクチュエータ2が操作され、閉鎖部材12が第2の弁座の方向に移動されると、高圧領域内の圧力は縮小し、ニードル弁11は噴射通路を開放する。

【0016】

ここで本発明の基本思想は、ピエゾアクチュエータ2自体をセンサとして使用し、噴射弁またはインジェクタ1の所要電圧を個別に求めることである。こうするため噴射弁1またはインジェクタに、その都度等しい充電時間で、異なる電流を印加し、ピエゾアクチュエータ2の充電後に発生した最大の第1の電圧 U_{max} と、該ピエゾアクチュエータ2の放電直前に発生した一定の電圧 U_{Regel} とが、その都度等しい時間間隔で該ピエゾアクチュエータ2に印加される異なる充電電流Iで検出され、第1の電圧と第2の電圧との間の関係が連続的に記録される。ここで、ピエゾアクチュエータ2によって操作された弁閉鎖部材12が完全に閉鎖されるかまたは完全に開放されている場合、すなわち、第1の弁座6または第2の弁座7に到達した場合、図3および図4に示された線形経過が得られる。この特性曲線は制御装置(図示されていない)に格納され、噴射弁1またはインジェクタの新品時の状態を表す。噴射弁1の作動時に検出された電圧 U_{max} 、 U_{Regel} を評価し、格納された特性曲線と比較することによって、特性が新品時の状態に対して変化したか否かが検出される。すなわち、たとえばドリフトが存在するか否かが検出される。そうである場合、特性曲線は作動時に、内燃機関の負荷状態が一定であるとき、たとえばアイドリング時に電流を上記のように変化させることによって、改めて検出される。こ

のようにして噴射弁 1 の所要電圧を、以下に記載されているように検出し、ピエゾアクチュエータ 2 を該ピエゾアクチュエータ 2 に対して最適な電圧によって作動させることができる。とりわけこうすることによって、経年変化および温度ドリフト等の作用を識別および補償することができ、このような悪影響を特性曲線によって、従来技術から公知であるように補償する必要はない。

【0017】

本方法を以下で、図 2 ~ 4 と関連して詳細に説明する。ここで利用されるのは、圧電セラミックスは長さ膨張に相応して電圧を誘導するという物理的作用である。この電圧が検出される。充電フェーズでは、電氣的に容量として作用するピエゾアクチュエータ 2 に、異なる電流 I によって給電される（図 2 の最上部の図を参照されたい）。こうすることによって、電流が上昇すると電圧は上昇する（図 2 の中央の図を参照されたい）。圧電セラミックスの膨張は、印加される電界ひいては電圧に対しても近似的に比例しているの
10
ので、ピエゾアクチュエータ 2 は膨張し、ピストン 5 および弁閉鎖部材 1 2 から成る切替弁がハイドロリックカブラ 4 を介して移動される。噴射弁 1 の通常の作動時には、エネルギー上の理由から電流が遮断された後、ピストン 5 および弁閉鎖部材 1 2 から成る切替弁は第 2 の弁座 7 に到達する。噴射弁 1 ひいてはピエゾアクチュエータ 2 が、固有速度とハイドロリックカブラ 4 内に蓄積された圧力エネルギーとによってさらに運動すると、圧電効果に基づいて、充電が一定の場合には電圧は低減する。このことは、電圧 時間ダイアグラム（図 2 の中央の図）において、顕著な最大値を有する明確な折れ目として顕れている。この最大値が遮断電圧 U_{max} である。この電圧は、弁閉鎖部材 1 2 が第 2 の弁座 7 にある
20
ストッパに到達するまで低減される。ここでピエゾアクチュエータ 2 は、ピエゾアクチュエータ 2 とハイドロリックカブラ 4 と、ピストン 5 および弁閉鎖部材 1 2 から構成された制御弁とから成る切替鎖の剛性に依存して、短い区間をさらに移動した後、ばね的に戻されて徐々に振動停止する。ばね的に戻されるということは、移動方向が逆になることを意味し、電圧特性曲線において顕著な最小値で示されている（図 2 の中央の図）。その後、電圧は一定のレベルに、プラトー電圧 U_{Regel} に安定する。 U_{Regel} の高さはここでは、ピエゾアクチュエータ 2 の容量および充電に依存し、膨張ひいては実現された切替弁ストロークにも依存する。噴射弁またはインジェクタ 1 の所要電圧を求めるため、ピエゾアクチュエータ 2 は一定の充電時間で、まず低い電流によって作動される。ここでは、アクチュエータ 2 は小さいストロークだけを行い、切替弁 1 3 は閉鎖されたままである
30
。すなわち、切替弁 1 3 は第 1 の弁座 6 に留まる。電圧 U_{max} および U_{Regel} が検出された後、電流 I が噴射サイクルごとに段階的に上昇され、連続的に第 1 の電圧または遮断電圧 U_{max} と、第 2 の電圧またはプラトー電圧 U_{Regel} とが記録される。図 3 に示されているように、特性曲線 U_{Regel} U_{max} は線形に上昇する。電流 I の所定の値に達すると、切替弁は開放され、弁閉鎖部材 1 2 はここでは第 1 の弁座 6 から移動する。弁閉鎖部材 1 2 が充電フェーズ時に移動し、同時にピエゾアクチュエータ 2 がストロークを行うと（図 2、最下部の図）、第 2 の電圧またはプラトー電圧 U_{Regel} は圧電効果により低下し、特性曲線は落ち込み、最小値が形成される。電流が上昇すると、ピエゾアクチュエータ 2 の膨張は大きくなる。ピエゾアクチュエータ 2 に対する充電も上昇すると、 U_{Regel} U_{max} 特性曲線は再び上昇する。電流が上昇して弁閉鎖部材 1
40
2 が第 2 の弁座 7 に到達すると、 U_{Regel} U_{max} 特性曲線は、弁が閉鎖されている場合と同様に再び線形となり、しかも勾配が大きくなる。ここでピエゾアクチュエータ 2 の所要電圧は、種々の手段で検出することができる。

【0018】

第 1 の手段は、図 4 に示されているように、切替弁の閉鎖時（弁閉鎖部材 1 2 は第 1 の弁座 6 に存在する）に線形の部分を延伸し、隣接する第 2 の線形の部分（切替弁は開放されている - 弁閉鎖部材 1 2 は第 2 の弁座 7 に存在する）の交点を求める手段である。 U_{max} におけるダイアグラム U_{Regel} 中の交点 U_{Regel} がこの場合、ピエゾアクチュエータ 2 の所要電圧として記憶される。

【0019】

別の手段は、いわゆる「公差帯域」を、特性曲線の第2の線形部分を中心として設け、前記の延伸された第1の線形部分と公差帯域との交点を求める手段である。前記公差帯域はすなわち、それぞれ比較的大きな値および比較的小さな値に対して平行に延在する直線である。前記交点が、所要電圧とされる。

【0020】

別の手段は、 U_{Regel} U_{max} 特性曲線の最初の微分および後続の微分を形成し、隣接する線形領域の勾配の変化を検出し、異なる勾配の隣接する線形領域の交点に基づいて、所要電圧を推定する手段である。

【0021】

特性曲線を検出するためには、電流のレベルを段階的に変化させる必要がある。このような変化を車両において作動中に行わなければならない場合、高い電流から開始してこの電流を減少させることが提案される。ピエゾアクチュエータ2の所要電圧が上記のように検出されれば、電流Iをさらに低減させる必要はない。というのも、第1の線形領域へ移行することによって弁閉鎖部材12はもはや開放されず、噴射を行わなくなるからだ。すなわち、第1の弁座6にとどまるからだ。このことによって、機関の回転数は不所望に、格段に変化してしまうことがある。それに対して特性曲線を大きな電流から開始すると、車両の運転者が特性曲線の検出に関して何も気づくことはない。というのも、噴射量の変化は最小だからだ。

10

【0022】

U_{max} と U_{Regel} との間の関連性は、弁閉鎖部材12が所定の最終状態に達した場合に線形である。すなわち、弁閉鎖部材12が閉鎖状態にとどまっている場合つまり弁座6にとどまっている場合、または、弁閉鎖部材12が完全に開放されている場合つまり第2の弁座7にて停止した場合に線形である。それに対して弁閉鎖部材12が部分的のみ開放されている場合、最終位置は決まっていない。このことは、 U_{Regel} U_{max} 特性曲線にて落ち込みとして示されている。したがって U_{Regel} U_{max} 特性曲線からは結果として、安定的な作動に必要なピエゾアクチュエータ2の所要電圧が求められる。噴射弁1の終了テスト時に特性曲線を求めて制御装置に格納することによってさらに、新品時の状態とのずれを作動中に識別することができる。特性曲線を作動中に新たに形成することにより、各個別の噴射弁1のその時点の所要電圧を求め、経年変化現象によって変化した噴射弁1の開口および閉鎖の特性を識別できるだけでなく、これによって引き起こされた噴射不足も除去することができる。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】噴射弁の構成の概略図である。

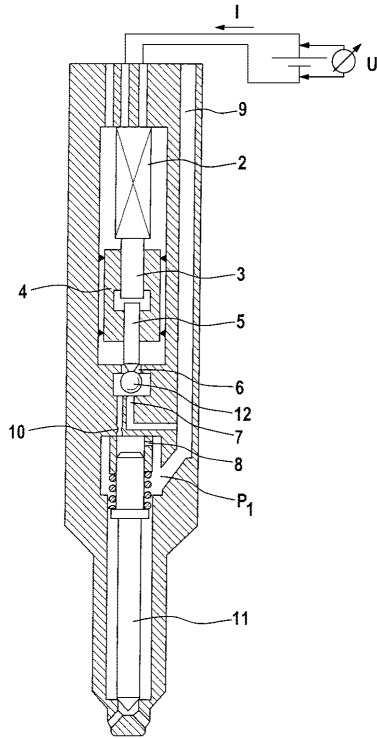
【図2】ピエゾアクチュエータに印加される充電電圧と、該ピエゾアクチュエータに印加される電圧と、これらによって引き起こされる切替弁ストロークとを、時間上にプロットして示した概略図である。

【図3】第1の電圧に対する第2の電圧の関数関係が、異なる充電電流で示されたダイアグラムに基づく所要電圧の検出の概略図である。

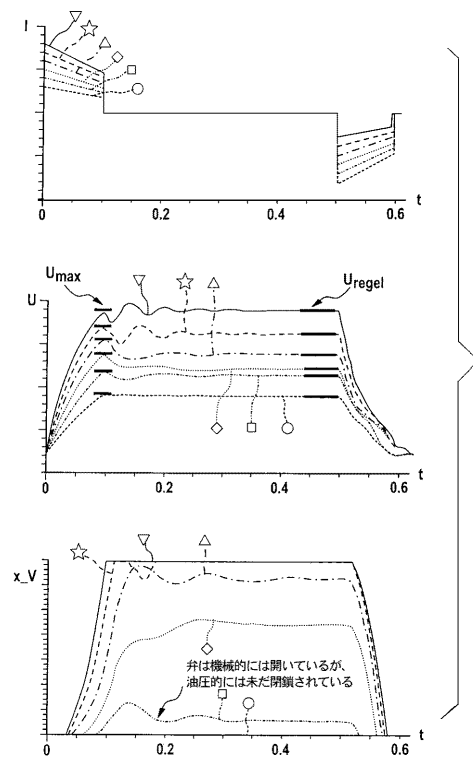
【図4】第1の電圧に対する第2の電圧の関数関係が、異なる充電電流で示されたダイアグラムに基づく所要電圧の検出の別の実施例の概略図である。

40

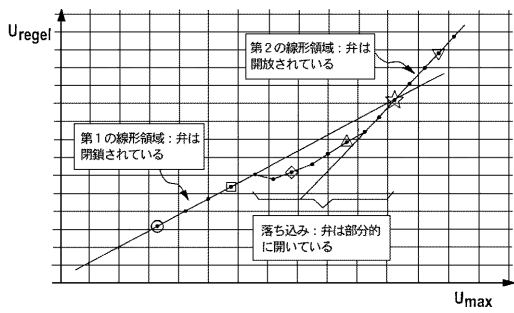
【 図 1 】



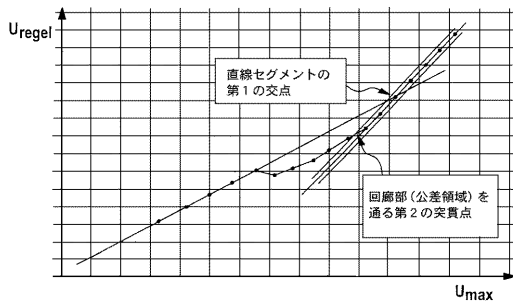
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 アンドレアス ラウ

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト レンゲフェルトヴェーク 1 0

Fターム(参考) 3G066 BA69 CC01 CC14 CE27 CE29 DB07 DC01