

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4626112号  
(P4626112)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月19日(2010.11.19)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 41/083 (2006.01)		HO 1 L 41/08		P
FO 2 D 41/20 (2006.01)		FO 2 D 41/20	3 8 0	
FO 2 M 51/00 (2006.01)		FO 2 M 51/00		E
HO 2 M 3/155 (2006.01)		FO 2 M 51/00		G
		HO 2 M 3/155		H

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-284938 (P2001-284938)  
 (22) 出願日 平成13年9月19日(2001.9.19)  
 (65) 公開番号 特開2003-92438 (P2003-92438A)  
 (43) 公開日 平成15年3月28日(2003.3.28)  
 審査請求日 平成19年10月30日(2007.10.30)

(73) 特許権者 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 100080045  
 弁理士 石黒 健二  
 (72) 発明者 長瀬 昇  
 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 森野 精二  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 審査官 河合 俊英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ピエゾ素子の放電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

温度によって容量負荷が変動する容量負荷変動体として印加電圧によって変位するピエゾ素子を用い、このピエゾ素子に蓄えられた電気エネルギーを放電させるピエゾ素子の放電装置であって、

前記ピエゾ素子に蓄えられた電気エネルギーを放電させるための放電スイッチと、

前記ピエゾ素子から放電される放電電流をモニタする電流モニタと、

前記ピエゾ素子の放電時に、前記電流モニタで検出される放電電流が遮断電流に達すると前記放電スイッチをオフさせる放電スイッチ制御手段とを具備し、

前記放電スイッチ制御手段は、前記ピエゾ素子の放電時に、前記遮断電流を時間とともに上昇するように設けられていて、前記ピエゾ素子の放電時の放電エネルギーを一定に保つことを特徴とするピエゾ素子の放電装置。

【請求項2】

請求項1に記載のピエゾ素子の放電装置において、

前記ピエゾ素子の負荷電圧をモニタする電圧モニタを備えるとともに、

前記放電スイッチ制御手段として、前記ピエゾ素子の放電時に、前記電流モニタで検出される放電電流が遮断電流に達すると前記放電スイッチをオフさせるとともに、前記電圧モニタで検出される負荷電圧が予め設定された零付近の設定電圧に低下すると前記放電スイッチをオフさせる放電スイッチ制御手段を具備することを特徴とするピエゾ素子の放電装置。

10

20

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、温度によって容量負荷が変動する容量負荷変動体をなす piezo素子の放電装置に関するものであり、例えば、アクチュエータとして用いられる piezo素子の放電装置に用いて好適な技術である。

【0002】

## 【従来の技術】

piezo素子は、温度等によって容量負荷が変動する。このため、piezo素子を一定電流で一定時間充電しても、piezo素子に蓄えられる充電エネルギーが温度によって変動してしまい、piezo素子の出力（伸び等）が一定にならない。

10

そこで、piezo素子に一定のエネルギーを充電させるには、温度補償を行う必要がある。

【0003】

温度特性を補償するマルチスイッチング方式と呼ばれる充電方法を、図7を参照して説明する。piezo素子を充電する指示が与えられると（例えば充放電信号TQのON）、先ず、充電スイッチをONしてpiezo素子を通電する。piezo素子の通電電流 $I_{pzt}$ が所定電流（例えば25A）に達したら、充電スイッチをOFFする。この1回目の充電スイッチのON時間を記憶しておく。充電スイッチのOFF後、エネルギー蓄積コイルに蓄えられたエネルギーがダイオードを介してpiezo素子に与えられ、piezo素子の充電が継続する。

1回目の充電スイッチのOFF後に電流 $I_{pzt}$ が0Aまで低下すると、1回目で記憶されたON時間だけ充電スイッチをONし、その後に電流 $I_{pzt}$ が0Aに低下すると再び1回目で記憶されたON時間だけ充電スイッチをONすることを複数回繰り返す。

20

このように、1回目で記憶したON時間で充電スイッチを繰り返してONすることにより、時間当たりの充電エネルギーが一定となり、piezo素子の温度補償充電が可能となる。

【0004】

一方、放電も図7に示すようにマルチスイッチング方式によって実行される。この放電方法は、piezo素子を放電する指示が与えられると（例えば充放電信号TQのOFF）、先ず、放電スイッチをONしてpiezo素子に蓄えられた電気エネルギーをエネルギー蓄積コイルを介して放電させる。放電電流 $I_{pzt}$ が所定の遮断電流（例えば20A）に達したら、放電スイッチをOFFする。すると、エネルギー蓄積コイルに蓄えられたエネルギーがダイオード

30

を介して電源に回収される。1回目の放電スイッチのOFF後に放電電流 $I_{pzt}$ が0Aまで低下すると、放電スイッチをONし、上記の作動を複数回繰り返す。

【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記に示した放電方法では、piezo素子の容量が温度によって変動するため、放電エネルギーが一定にならず、放電時間が変動してしまう不具合がある。

このため、例えば、piezo素子を用いたインジェクタでは、放電開始から放電完了時の時間が変動することにより、インジェクタの噴射時間が変化し、噴射量が変化する不具合が発生してしまう。

40

【0006】

一方、従来の技術では、放電の最後は、負荷電圧が下がり、放電電流 $I_{pzt}$ が遮断電流まで達しなくなる。このため、時間ガードを設けて放電スイッチをOFFさせていた。放電の最後に放電電流 $I_{pzt}$ が遮断電流まで達しない場合、最適なタイミングで放電スイッチをOFFしないとpiezo素子を完全に放電することができず、piezo素子に電圧が残ってしまう不具合がある。

このように、piezo素子に電圧が残ってしまうと、次の充電時間に影響がでてしまい、例えばpiezo素子を用いたインジェクタでは、次の充電開始から充電完了時の時間が変動することになり、インジェクタの噴射時間が変化し、噴射量が変化する不具合が発生してしまう。

50

【0007】

【発明の目的】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、第1の目的は、ピエゾ素子の放電エネルギーを一定にして放電時間の変動を抑えることのできるピエゾ素子の放電装置の提供にある。

また、本発明の第2の目的は、ピエゾ素子の放電の最後に放電電流が遮断電流まで達しない場合でも、最適なタイミングで放電スイッチをOFFし、ピエゾ素子をほぼ完全に放電することができるピエゾ素子の放電装置の提供にある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

〔請求項1の手段〕

ピエゾ素子の放電時は、放電スイッチをOFFするための遮断電流を時間とともに上昇させるため、放電エネルギーを一定にすることができる。

つまり、ピエゾ素子の容量が放電とともに減少していくが、これに対して遮断電流が増加していくので、その積である放電エネルギーを一定にすることができる。

このため、ピエゾ素子の容量が温度によって変化しても、放電エネルギーが一定に保たれるため、放電時間の変動を抑えることができる。

【0009】

〔請求項2の手段〕

ピエゾ素子の放電時は、電圧モニタで検出される負荷電圧が予め設定された零付近の設定電圧に低下した時に放電スイッチがオフされるため、ピエゾ素子の放電の最後に放電電流が遮断電流まで達しない場合でも、最適なタイミングで放電スイッチをOFFすることができる、ピエゾ素子をほぼ完全に放電することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、実施例および変形例を用いて説明する。

〔実施例〕

図1～図6を参照して実施例を説明する。なお、この実施例では、ピエゾ素子1を燃料噴射システムにおけるインジェクタ2のアクチュエータとして用いる場合を例に示す。

【0012】

ピエゾ素子1は、図5、図6に示すように、各気筒に取り付けられるインジェクタ2に取り付けられて燃料の噴射と停止を切り替えるアクチュエータとして作動するものであり、複数の板状ピエゾが電極を介して多数積層された構造を呈する。このピエゾ素子1は、充電に応動して伸長し、放電に応動して収縮するものである。

【0013】

ピエゾ素子1が搭載されるインジェクタ2は、例えばコモンレール式のエンジン燃料噴射システムに適用される。

この燃料噴射システムの一例を図5を参照して説明する。

インジェクタ2は、エンジンの各気筒に対応して取り付けられている（図5ではインジェクタ2を1つのみ図示）。各インジェクタ2のピエゾ素子1の充放電を制御する充放電回路3は、エンジン制御装置（以下、ECU）4から与えられる信号（充放電信号TQ）によってピエゾ素子1の充放電を行うように設けられている。つまり、ECU4から与えられる信号によって充放電回路3がインジェクタ2内に搭載されたピエゾ素子1を充電すると、ピエゾ素子1が伸長してインジェクタ2が開いてコモンレール5に蓄えられた高圧燃料を各気筒の燃焼室内に噴射する。噴射後、ECU4から与えられる信号によって充放電回路3がインジェクタ2内に搭載されたピエゾ素子1を放電すると、ピエゾ素子1が収縮してインジェクタ2が閉じて燃料噴射が停止する。

【0014】

コモンレール5には、燃料タンク6の燃料が高圧サプライポンプ7により圧送されており、コモンレール5の内部に高圧燃料が蓄えられる。また、コモンレール5からインジェク

10

20

30

40

50

タ 2 に供給される燃料は、燃焼室への噴射の他に、インジェクタ 2 の制御油圧としても用いられるものであり、インジェクタ 2 から低圧のドレーンライン 8 を経て燃料タンク 6 に還流するようになっている。

コモンレール 5 には、燃料圧を検出するための圧力センサ 9 が取り付けられている。ECU 4 は、圧力センサ 9 の出力に基づいて調整弁 10 の開度を制御してコモンレール 5 への燃料の圧送量を調整し、コモンレール 5 の内圧を適正な圧力に保っている。

【 0 0 1 5 】

インジェクタ 2 の構造を図 6 を参照して説明する。

インジェクタ 2 は、棒状体を呈するもので、図中下側がエンジンの燃焼室壁を貫通し、先端部が燃焼室内に突出するものである。インジェクタ 2 は、下側から上に向かって順に、

10

【 0 0 1 6 】

ノズル部 11 は、ニードル 14 の大径部 15 がノズルホルダー 16 内に摺動自在に支持されるものであり、ニードル 14 の先端円錐部 17 がノズルホルダー 16 の先端部に形成された環状シート 18 に着座または離座する。ニードル 14 の先端側の外周空間 19 には、上述したコモンレール 5 から高圧通路 20 を介して高圧燃料が導入され、ニードル 14 の離座時に噴孔 21 から燃料が噴射される。ニードル 14 の先端側の外周空間 19 に供給される高圧燃料は、大径部 15 の段差面 15 a に作用して、ニードル 14 を上向き（離座方向）にリフトするように作用している。

【 0 0 1 7 】

20

大径部 15 の上側の背圧室 22 には、高圧通路 20 からインオリフィス 23 を介して燃料が供給されており、背圧室 22 に供給される高圧燃料は大径部 15 の上面 15 b に作用して、スプリング 24 とともにニードル 14 を下向き（着座方向）に押しつけるように作用している。

背圧室 22 の背圧は、背圧制御部 12 で切り替えられるものであり、その背圧制御部 12 はピエゾ駆動部 13 によって駆動される。

【 0 0 1 8 】

背圧室 22 は、アウトオリフィス 25 を介して、背圧制御部 12 の弁室 26 に連通している。

この弁室 26 は、天井面 26 a が上向きの円錐形状に形成されており、天井面 26 a の最上部で低圧室 27 とつながっている。この低圧室 27 は、低圧通路 28 を介して上述したドレーンライン 8 に通じている。

30

【 0 0 1 9 】

また、弁室 26 の底面 26 b には、高圧通路 20 と分岐する高圧制御通路 29 が開口している。

さらに、弁室 26 内には、下面が水平にカットされたボール弁 30 が配置されている。このボール弁 30 は、上下動可能な弁体であり、下降時にはカット面が弁室 26 の底面 26 b に着座して弁室 26 と高圧制御通路 29 の連通を閉じ、上昇時には上の球面で弁室 26 の天井面 26 a に着座して弁室 26 と低圧室 27 の連通を閉じる。

【 0 0 2 0 】

40

このように、ボール弁 30 が下降して弁室 26 と高圧制御通路 29 の連通が閉じられると、背圧室 22 が弁室 26、低圧室 27、低圧通路 28 を介してドレーンライン 8 に連通し、結果的に背圧室 22 の圧力が下がり、ニードル 14 が離座する。

逆に、ボール弁 30 が上昇して弁室 26 と低圧室 27 の連通が閉じられると、背圧室 22 と低圧室 27 の連通が遮断されて、背圧室 22 が高圧通路 20 のみと連通し、ニードル 14 の背圧が高まり、ニードル 14 が着座する。

【 0 0 2 1 】

ピエゾ駆動部 13 は、ピエゾ素子 1 の伸長によってボール弁 30 を押し下げるものであり、低圧室 27 の上方に形成された変位拡大室 31 の上側に大径ピストン 32、変位拡大室 31 の下側に小径ピストン 33 を備え、大径ピストン 32 の上側に多数積層されたピエゾ

50

素子 1 が配置されている。

大径ピストン 3 2 は、その下方に配置したスプリング 3 4 によってピエゾ素子 1 に押しつけられており、積層されたピエゾ素子 1 の伸縮量と同じだけ上下方向に変位する。

【 0 0 2 2 】

変位拡大室 3 1 には、燃料が充填されており、ピエゾ素子 1 の伸長によって上側の径ピストン 3 2 が下降し、変位拡大室 3 1 の燃料が加圧されると、その加圧力によって下側の小径ピストン 3 3 が下方へ押し下げられる。この時、小径ピストン 3 3 は大径ピストン 3 2 よりも小径となっているため、ピエゾ素子 1 の伸長量が拡大されて小径ピストン 3 3 に伝えられる。

【 0 0 2 3 】

噴射時は、先ず、ピエゾ素子 1 が充電されてピエゾ素子 1 が伸長する。すると、大径ピストン 3 2 および小径ピストン 3 3 が下降してボール弁 3 0 が押し下げられ、背圧室 2 2 の背圧が低下する。これにより、ニードル 1 4 が離座して燃料の噴射が開始される。

噴射停止時は、先ず、ピエゾ素子 1 が放電されてピエゾ素子 1 が収縮する。すると、大径ピストン 3 2 および小径ピストン 3 3 が上昇してボール弁 3 0 の押し下げを解除する。ボール弁 3 0 には、高圧制御通路 2 9 から高圧燃料が作用しているため、ボール弁 3 0 が上昇して、弁室 2 6 と低圧室 2 7 の連通を遮断する。すると、背圧室 2 2 の背圧が上昇し、ニードル 1 4 が着座して燃料の噴射が停止する。

【 0 0 2 4 】

図 3 に本発明を適用したピエゾ素子 1 の充放電回路 3 を示す。

充放電回路 3 は、直流電源 4 0 と、ピエゾ素子 1 を充電させるための充電スイッチ 4 1 と、ピエゾ素子 1 を放電させるための放電スイッチ 4 2 と、充放電されるピエゾ素子 1 を選択するための選択スイッチ 4 3 と、エネルギー蓄積コイル 4 4 と、複数のダイオード 4 5 とから構成されている。

【 0 0 2 5 】

直流電源 4 0 は、車載のバッテリー 4 6 から数十～数百 V の直流電圧を発生させる DC / DC コンバータ 4 7、この DC / DC コンバータ 4 7 に並列接続されたバッファコンデンサ 4 8 を備える。このバッファコンデンサ 4 8 は、比較的静電容量の大きなもので、ピエゾ素子 1 の充電作動時にも一定の電圧を保つようになっている。

【 0 0 2 6 】

充電スイッチ 4 1、放電スイッチ 4 2 および選択スイッチ 4 3 は、充放電コントローラ ( 図示しない ) によって ON-OFF 制御されるものであり、M O S F E T 等の半導体スイッチング素子でも良いし、機械的なりレスイッチであっても良い。

エネルギー蓄積コイル 4 4 は、直流電源 4 0 と各ピエゾ素子 1 を電気的に接続するための通電経路に介在されて、通電経路を流れる電気エネルギーを蓄えるものである。

【 0 0 2 7 】

次に、充電スイッチ 4 1 および放電スイッチ 4 1 を制御してピエゾ素子 1 を充放電させる充放電コントローラについて説明する。

充放電コントローラは、E C U 4 から与えられる充放電信号 T Q が ON すると充電スイッチ 4 1 を ON-OFF 制御してピエゾ素子 1 の充電を行い、充放電信号 T Q が OFF すると放電スイッチ 4 2 を ON-OFF 制御してピエゾ素子 1 の放電を行うように設けられている。

【 0 0 2 8 】

先ず、充放電コントローラによるピエゾ素子 1 の充電について説明する。

この実施例の充電方法は、従来技術で説明したものと同一マルチスイッチング方式であり、充放電コントローラは、充電スイッチ 4 1 を ON してからピエゾ素子 1 の通電電流が所定電流 ( 例えば 2.5 A ) に達するまでの時間を記憶する記憶手段 ( 図示しない ) を備える。

【 0 0 2 9 】

充放電コントローラは、E C U 4 から与えられる充放電信号 T Q が ON すると、充電スイッチ 4 1 を ON する。そして、ピエゾ素子 1 の通電電流が所定電流 ( 例えば 2.5 A ) に達したら充電スイッチ 4 1 を OFF し、この 1 回目の充電スイッチ 4 1 の ON 時間を記憶する。1 回

10

20

30

40

50

目の充電スイッチ41のOFF後にピエゾ素子1の電流が0Aまで低下すると、1回目で記憶されたON時間だけ充電スイッチ41をONし、その後電流が0Aに低下すると再び1回目で記憶されたON時間だけ充電スイッチ41をONすることを複数回繰り返す。この充電方法によって、時間当たりの充電エネルギーが一定となり、温度が変動してピエゾ素子1の容量が変化しても、ピエゾ素子1に一定の電気エネルギーを蓄えることができる。

#### 【0030】

この充電作動を図4を用いて説明する。

ECU4から与えられる充放電信号TQがONすると、まず、充電スイッチ41をONする。すると、図4の実線A1に示すように、バッファコンデンサ48に蓄えられた高電圧が充電スイッチ41、エネルギー蓄積コイル44を介してピエゾ素子1に与えられる。この時、ピエゾ素子1が充電されるとともに、エネルギー蓄積コイル44にエネルギーが蓄積される。ピエゾ素子1の通電電流はモニタされており、ピエゾ素子1の通電電流が所定電流（例えば25A）に上昇したら、充電スイッチ41がOFFされる。

10

#### 【0031】

充電スイッチ41がOFFされると、図4中の実線A2に示す状態が生じる。即ち、エネルギー蓄積コイル44に蓄えられたエネルギーがダイオード45を介してピエゾ素子1に与えられる状態が続き、ピエゾ素子1の充電が継続される。モニタされるピエゾ素子1の通電電流が所定電流（例えば0A）に低下したら、再び1回目で記憶されたON時間だけ充電スイッチ41がONされ、図4中の実線A1の状態に戻される。以下、充電スイッチ41のON-OFFを繰り返す。

20

#### 【0032】

次に、充放電コントローラによるピエゾ素子1の放電について、図1、図2を参照して説明する。

ピエゾ素子1を放電する放電スイッチ42は、充放電コントローラに設けられた放電スイッチ制御手段50によってON-OFF制御される。

#### 【0033】

放電スイッチ制御手段50は、充放電信号TQがONからOFFに反転すると、電流モニタ51で検出される放電電流1が遮断電流2に達すると放電スイッチ42をOFFさせるものであり、遮断電流2は図2に示すように時間とともに上昇するように設けられている。

30

遮断電流2を上昇させる回路は、図1に示すようにリファレンスコンデンサ52と第1コンパレータ53を用いたものであり、充放電信号スイッチ54がOFF（充放電信号TQのOFFに相当する）すると、リファレンスコンデンサ52の充電が開始されて第1コンパレータ53の基準電圧が上昇し、結果的に遮断電流2が時間とともに上昇する。なお、図2の実線3は第1コンパレータ53の出力を示すものであり、実線4は放電スイッチ42のON-OFFの切替状態を示すものである。

#### 【0034】

一方、放電スイッチ制御手段50には、ピエゾ素子1の放電の最後に放電電流1が遮断電流2まで達しない場合でも、電圧モニタ55で検出されるピエゾ素子1の負荷電圧5が、予め設定された零付近の設定電圧に低下すると放電スイッチ42をOFFし、放電スイッチ42を最適なタイミングでOFFするように設けられている。

40

放電スイッチ42を適切なタイミングでOFFさせる回路は、第2コンパレータ56と設定電圧57を用いたものであり、ピエゾ素子1の負荷電圧5と約0Vの設定電圧57とを比較し、ピエゾ素子1の負荷電圧5が約0Vの設定電圧57より下回ると、第2コンパレータ56がLo信号を出力して、図2の実線4に示すように放電スイッチ42を最適なタイミングでOFFする。

#### 【0035】

第1、第2コンパレータ53、56の出力は、アンド回路58に入力されており、両方の出力がHi信号の場合だけ放電スイッチ42をONするように設けられている。つまり、少なくとも第1、第2コンパレータ53、56の一方がLo信号を出力する時は、放電スイッチ

50

4 2 をOFF するように設けられている。

【 0 0 3 6 】

次に、放電作動を図 4 を用いて説明する。

ECU 4 から与えられる充放電信号 T Q がONからOFF に反転すると、先ず、放電スイッチ 4 2 がONする。すると、図 4 中の破線 B 1 に示すように、 piezo素子 1 に蓄えられていた電圧がエネルギー蓄積コイル 4 4、放電スイッチ 4 2 を介して流れ、piezo素子 1 に蓄積されていた電気エネルギーがエネルギー蓄積コイル 4 4 に転送され、piezo素子 1 の放電が進む。piezo素子 1 の電流はモニタされており、piezo素子 1 の電流が時間の経過とともに上昇する遮断電流に達したら、放電スイッチ 4 2 をOFF する。

【 0 0 3 7 】

放電スイッチ 4 2 がOFF すると、図 4 の破線 B 2 に示す状態が生じる。即ち、エネルギー蓄積コイル 4 4 に蓄えられたエネルギーがダイオード 4 5 を介してバッファコンデンサ 4 8 に回生される。そして、piezo素子 1 の電流が 0 A に低下したら、再び放電スイッチ 4 2 をONし、図 4 中の破線 B 1 の状態に戻す。以下、放電スイッチ 4 2 のON-OFFを繰り返す。

以上の作動によってpiezo素子 1 に蓄積された電気エネルギーが放電される。

【 0 0 3 8 】

〔実施例の効果〕

上述したように、piezo素子 1 の放電時は、放電スイッチ 4 2 をOFF するための遮断電流を時間とともに上昇させている。これによって、piezo素子 1 の容量が放電とともに減少していくが、これに対して遮断電流が増加していくので、その積である放電エネルギーが一定になる。つまり、piezo素子 1 の容量が温度によって変化しても、放電エネルギーが一定に保たれる。

この結果、piezo素子 1 の容量が温度によって変化しても、放電時間の変動を抑えることができる。このため、piezo素子 1 の容量が温度によって変化しても、放電開始から放電完了までの時間が変動しなくなり、インジェクタ 2 の噴射時間が変化せず、噴射量が変化する不具合がない。

【 0 0 3 9 】

一方、piezo素子 1 の放電時は、piezo素子 1 の負荷電圧が予め設定された約 0 V に低下した時に放電スイッチ 4 2 をOFF しているため、piezo素子 1 の放電の最後に放電電流が遮断電流まで達しない場合でも、最適なタイミングで放電スイッチ 4 2 をOFF することができ、piezo素子 1 をほぼ完全に放電することができる。

この結果、放電時にpiezo素子 1 に電圧が残る不具合がなく、次回の充電時間等に影響を与えない。このように、次回の充電時間が変動しなくなるため、インジェクタ 2 の噴射時間が変化しなくなり、噴射量が変化する不具合がない。

【 0 0 4 0 】

〔変形例〕

上記の実施例では、piezo素子 1 を用いたアクチュエータを、燃料噴射システムにおけるインジェクタ 2 に適用した例を示したが、piezo素子 1 を他のアクチュエータ（例えば、光学系計測装置における光軸可変用のアクチュエータ）に適用しても良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】放電スイッチ制御手段の電気回路図である。

【図 2】放電時の作動を示すタイムチャートである。

【図 3】充放電回路の電気回路図である。

【図 4】充放電回路の作動説明図である。

【図 5】燃料噴射システムの概略図である。

【図 6】インジェクタの断面図である。

【図 7】piezo素子を流れる電流の説明図である。

【符号の説明】

1 piezo素子（容量負荷変動体）

10

20

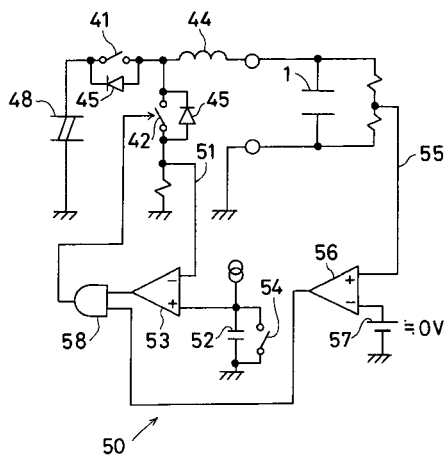
30

40

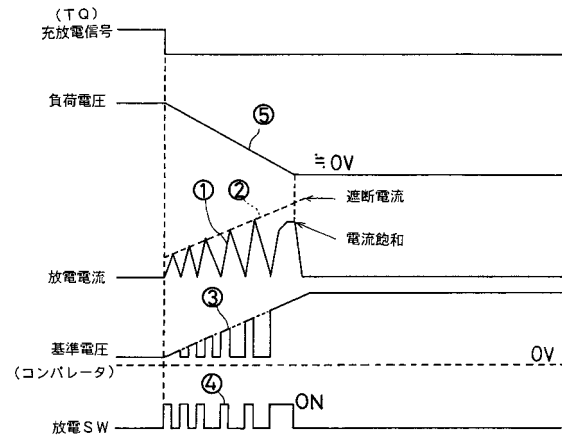
50

- 4 0 直流電源
- 4 1 充電スイッチ
- 4 2 放電スイッチ
- 4 4 エネルギー蓄積コイル
- 5 0 放電スイッチ制御手段
- 5 1 電流モニタ
- 5 2 リファレンスコンデンサ
- 5 3 第1コンパレータ
- 5 4 充放電信号スイッチ
- 5 5 電圧モニタ
- 5 6 第2コンパレータ
- 5 7 設定電圧
- 5 8 アンド回路

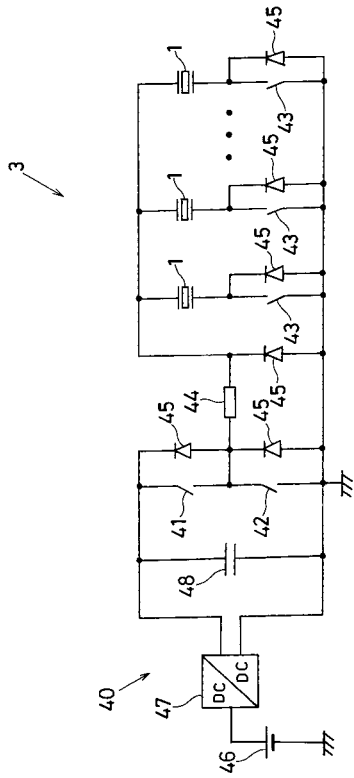
【図1】



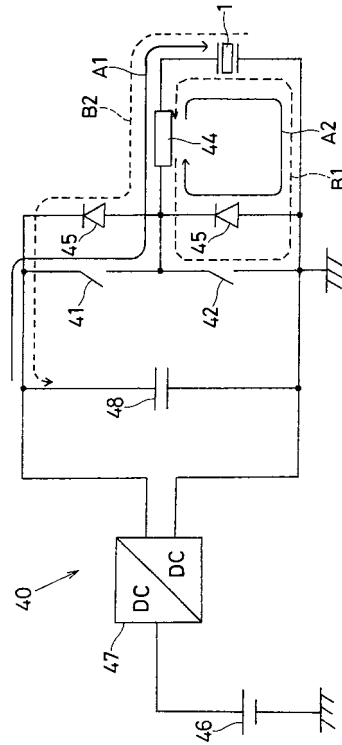
【図2】



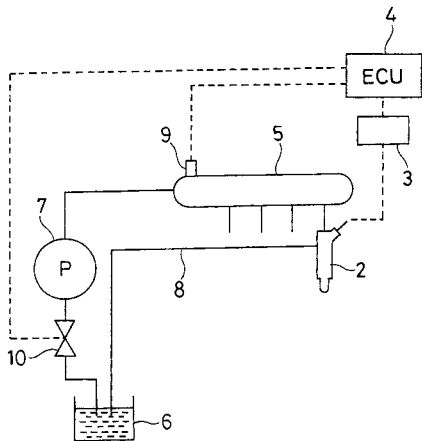
【図3】



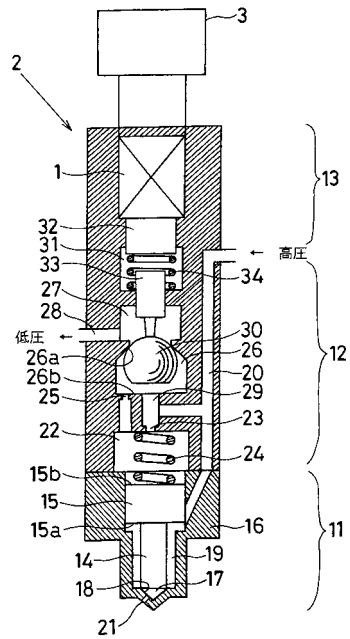
【図4】



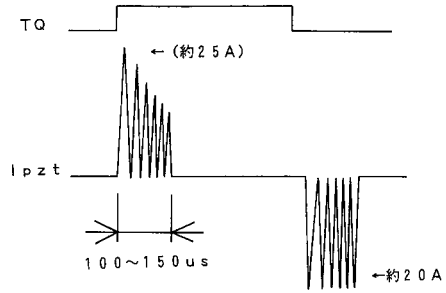
【図5】



【図6】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特表平07-508637(JP,A)  
特表2001-502120(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41/083

F02D 41/20

F02M 51/00

H02M 3/155