

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4290781号
(P4290781)

(45) 発行日 平成21年7月8日(2009.7.8)

(24) 登録日 平成21年4月10日(2009.4.10)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 41/09 (2006.01) HO 1 L 41/08 K
 HO 2 N 2/00 (2006.01) HO 2 N 2/00 A

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平10-96113	(73) 特許権者	390023711
(22) 出願日	平成10年4月8日(1998.4.8)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開平10-308542		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公開日	平成10年11月17日(1998.11.17)		ROBERT BOSCH GMBH
審査請求日	平成17年4月7日(2005.4.7)		ドイツ連邦共和国 シュツツガルト (
(31) 優先権主張番号	19714616.3		番地なし)
(32) 優先日	平成9年4月9日(1997.4.9)		Stuttgart, Germany
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣
		(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】 ピエゾ電気素子の充放電方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピエゾ電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)の充放電装置であって、充電も放電も、インダクタンスとして作用する1つの素子(2)を介して行われ、充電電流及び放電電流は、インダクタンスとして作用する素子を介して案内され、前記インダクタンスとして作用する素子(2)及び前記ピエゾ電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)は、直列に接続され、前記ピエゾ電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)の前記充電は、充電過程中充電スイッチ(3)を繰り返し閉じたり開いたりすることによって行われ、及び/又は、前記ピエゾ電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)の前記放電は、放電過程中放電スイッチ(5)を繰り返し閉じたり開いたりすることによって行われる装置において、

インダクタンスとして作用する1つの素子は、並列接続された多数の分路内に設けられたピエゾ電気素子(11₁, 12₁, ... 1n₁)の充放電のために使用され、各々の充電過程中充電される必要がある単数又は複数のピエゾ電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)は、配属された選択スイッチ(11₂, 12₂, ..., 1n₂)を介して選択されることを特徴とするピエゾ電気素子の充放電装置。

【請求項 2】

インダクタンスとして作用する素子(2)は、コイルとして使用される請求項1記載の装置。

【請求項 3】

充電スイッチを閉じることにより、インダクタンスとして作用する素子(2)内にエネルギーが蓄積され、前記充電スイッチを開くことにより、前記インダクタンスとして作用する素子(2)内に蓄積されたエネルギーが、 piezo 電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)に送出される請求項1又は2記載の装置。

【請求項4】

放電スイッチを閉じることにより、 piezo 電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)内に蓄積されたエネルギーが、インダクタンスとして作用する素子(2)に転送され、前記放電スイッチを開くことにより、インダクタンスとして作用する素子内に蓄積されたエネルギーが送出される請求項1～3までのいずれか1記載の装置。

【請求項5】

インダクタンスとして作用する素子から送出されたエネルギーが、給電電圧源(7, 8)の後ろに接続されたバッファコンデンサ(9)に送出される請求項4記載の装置。

【請求項6】

単数又は複数の piezo 電気素子(1; 11₁, 12₁, ... 1n₁)は、負電位に充電されないように保護されている請求項1～5までのいずれか1記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、 piezo 電気素子の充放電装置であって、充電も放電も、インダクタンスとして作用する1つの素子を介して行われ、充電電流及び放電電流は、インダクタンスとして作用する素子を介して案内され、インダクタンスとして作用する素子及び piezo 電気素子は、直列に接続され、 piezo 電気素子の充電は、充電過程中充電スイッチを繰り返し閉じたり開いたりすることによって行われ、及び/又は、 piezo 電気素子の放電は、放電過程中放電スイッチを繰り返し閉じたり開いたりすることによって行われる装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ここで詳細に考察している piezo 電気素子は、殊に(但し、排他的にではなく)、アクチュエータ乃至調整部材として使用される piezo 電気素子である。 piezo 電気素子は、公知のように、それに印加された電圧に依存して収縮又は膨張する特性を有しているので、そのような目的のために使われる。

【0003】

piezo 電気素子によって調整部材を実際に構成すると、殊に、当該調整部材が高速乃至頻繁に運動する場合には有利であることが分かる。

【0004】

piezo 電気素子を調整部材として使用すると、特に、内燃機関用の燃料噴射ノズルの場合、有利であることが分かる。 piezo 電気素子を燃料噴射ノズルに使うことができるということは、ヨーロッパ特許公開第0371469号公報及びヨーロッパ特許公開第0379182号公報に記載されている。

【0005】

piezo 電気素子は、前述のように、部分的に既に示されているように、容量性の負荷であり、その都度の充電状態に応じて、乃至、当該 piezo 電気素子に調整又は印加された電圧に応じて、収縮及び膨張する。

【0006】

piezo 電気素子の充放電のために、2つの基本的な原理が公知である。即ち、オーム抵抗を介しての充放電及びコイルを介しての充放電であり、オーム抵抗もコイルも、特に、充電時に生起する充電電流及び放電時に生起する放電電流を制限するために使われる。

【0007】

第1の変形、即ち、オーム抵抗を介しての充放電は、図9に示されている。

【0008】

図9に参照番号101で示されている充電乃至放電すべき piezo 電気素子は、充電トラン

10

20

30

40

50

ジスタ102及び放電トランジスタ103と接続されている。

【0009】

一方では、充電トランジスタ102は、充電増幅器104によって制御され、導通接続された状態では、 piezo電気素子101には、正の給電電圧が印加され、他方では、放電トランジスタ103は、放電増幅器105によって制御され、導通接続された状態では、 piezo電気素子101は接地される。

【0010】

充電トランジスタ102の導通接続された状態では、この充電トランジスタを通して充電電流が流れ、この充電電流によって、 piezo電気素子101が充電される。 piezo電気素子101の電荷が増大すると、この piezo電気素子に生じる電圧が上昇し、それに
10 応じて、この piezo電気素子の外寸も変化する。充電トランジスタ102の遮断状態では、つまり、充電過程の中断乃至終了状態では、 piezo電気素子101に蓄積された電荷乃至 piezo電気素子に、それによって調整された電圧は、依然として実質的に変化せず、従って、 piezo電気素子101の実際の外側の寸法は、依然として実質的に変化しない。

【0011】

放電トランジスタ103の導通接続状態では、この放電トランジスタを介して、放電電流が流れ、この放電電流によって、 piezo電気素子101が放電される。 piezo電気素子101の放電が増大すると、この piezo電気素子に生じる電圧は低下し、それに
20 応じて、この piezo電気素子の外寸も変化する。放電トランジスタ103の遮断、つまり、放電過程の中断乃至終了状態では、 piezo電気素子101に更に蓄積された電荷乃至この piezo電気素子に、それによって調整された電圧は維持され、従って、 piezo電気素子101の実際の外寸も維持され続ける。

【0012】

充電トランジスタ102及び放電トランジスタ103は、制御可能なオーム抵抗同様、充電電流乃至放電電流に対して作用する。そうすることによって、充電電流及び放電電流を制御することができる様になり、そうすることによって、充電過程及び放電過程を正確に
30 所望の通り経過させることができる。しかし、充電トランジスタ102を介して流れる充電電流、及び、放電トランジスタ103を通して流れる放電電流によって、そこに、相当大きな損失電力が発生する。トランジスタで消費される損失エネルギーは、充放電周期毎に、 piezo電気素子101に蓄積されたエネルギーの、少なくとも倍の高さである。この高い
損失エネルギーによって、充電トランジスタ102及び放電トランジスタ103が非常に強く加熱し、これは、欠点であることが分かる。

【0013】

特に、そのために、 piezo電気素子の充放電のための前述の第2の変形態様、即ち、この充電及び放電をコイルを介して行う。つまり、この第2の変形態様を実際に実施したものは、図10に示されている。

【0014】

図10に参照番号201で示されている充放電すべき piezo電気素子は、充電スイッチ202を介して閉じることができる充電電流回路及び放電スイッチ206を介して閉じることができる放電電流回路の構成部品であり、その際、充電電流回路は、充電スイッチ20
40 2、ダイオード203、充電コイル204、 piezo電気素子201、及び電圧源205の直列接続から構成されており、その際、放電電流回路は、放電スイッチ206、ダイオード207、放電コイル208、及び piezo電気素子201の直列接続から構成されている。

【0015】

充電電流回路のダイオード203は、充電電流回路内に、 piezo電気素子を放電する電流が流れるのを阻止する。ダイオード203及び充電スイッチ202は、一緒に半導体スイッチとして構成することができる。

【0016】

放電電流回路のダイオード207は、放電電流回路内に、 piezo電気素子を充電する電流
50

が流れるのを阻止する。ダイオード 207 及び充電スイッチ 206 は、ダイオード 203 及び充電スイッチ 202 と同様に一緒に半導体スイッチとして構成することができる。

【0017】

通常のように、開かれている充電スイッチ 202 が閉じられると、充電電流回路内に、充電電流が流れ、この充電電流によって、 piezo 電気素子 201 が充電される；つまり、piezo 電気素子 201 に蓄積された電荷、乃至、この piezo 電気素子 201 に充電により調整された電圧、それらと共に、piezo 電気素子 201 の実際の外寸も、piezo 電気素子 201 の充電後、実質的に変化しないままである。

【0018】

通常のように、同様に開かれている放電スイッチ 206 が閉じられると、放電電流回路内に、放電電流が流れ、この放電電流によって、piezo 電気素子 201 が放電される；つまり、piezo 電気素子 201 の充電状態、乃至、piezo 電気素子 201 に、充電により調整された電圧、それらと共に、piezo 電気素子 201 の実際の外寸も、piezo 電気素子 201 の放電後、実質的に変化しないままである。

10

【0019】

充電コイル 204 及び放電コイル 206 は、充電電流に対して、乃至、放電電流に対して、実質的に、インダクタンスとして作用する素子を構成する；つまり、充電コイル 204 及び piezo 電気素子 201 並びに放電コイル 206 及び piezo 電気素子 201 は、piezo 電気素子の充電乃至放電時に、その都度、LC 直列振動回路を構成する。

【0020】

図 10 に関して説明した形式の回路、及び、その種の回路を用いて piezo 電気素子を充電する方法は、ヨーロッパ特許公開第 0371469 号公報及びヨーロッパ特許公開第 0379182 号公報から公知である。

20

【0021】

前述の各刊行物から公知の、前述の基本原理由る方法及び装置は、請求項 1 の上位概念の方法乃至請求項 10 の上位概念の装置である。

【0022】

図 10 の回路では、充電電流回路も放電電流回路も、定格値のオーム抵抗とは関係ないので、piezo 電気素子の充電及び放電によって（オーム抵抗を充電電流と放電電流が流れることによって）発生される熱エネルギーは極めて僅かである。

30

【0023】

他方、その種の回路を実際に実施する場合に、殊に、かなりの大きさの充電コイル 204 及び放電コイル 208 のために、比較的多くのスペースを必要とし、それにより、piezo 電気素子の、充放電電流に対して実質的にインダクタンスとして作用する素子を介しての充放電は、所定の場合には可能でなく、又は、何れにせよ、即座には可能でない。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、冒頭に記載した装置を改善して、それにより、狭隘な状態下でも piezo 電気素子を効率良く充放電することができるようにすることにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】

この課題は、本発明によると、インダクタンスとして作用する 1 つの素子が、並列接続された多数の分路内に設けられた piezo 電気素子の充放電のために使用され、各々の充電過程中充電される必要がある単数又は複数の piezo 電気素子は、配属された選択スイッチを介して選択されることによって解決される。

40

【0026】

【発明の実施の形態】

少なくとも部分的に、piezo 電気素子の充放電を、充放電電流に対して実質的にインダクタンスとして作用する素子を介して、つまり、例えば、コイル又はコイル同様に作用する素子を介して行うことにより、充電電流路及び放電電流路を実質的に電気負荷とは無関係

50

にしておくことができ、そうすることによって、一方では、エネルギー消費を極めて小さくすることができる（と言うのは、損失電力が小さく、放電時に、 piezo 電気素子から取り出されたエネルギーを電圧源の方に帰還するか、又は、コンデンサに蓄積することができるからである）。また、そうすることによって、他方では、充放電時に生起する回路の発熱を極めて小さくすることができる。その結果、そうすることによって、それぞれの構成部品（電流源を含む）を比較的僅かな出力用に構成することができ、従来、場合により必要だった冷却用の手段を完全になくすか、又は、何れにせよ、その大きさを極めて小さくすることができる。

【0027】

充電電流及び放電電流を、インダクタンスとして作用する同じ素子を介して案内する、即ち、充電電流及び放電電流を、例えば、同じコイル又はコイル同様に作用する素子を介して案内することによって、更に、多数の構成部品、より正確に言うと、インダクタンスとして作用する素子の個数を最小に保持することができ、つまり、この点から相当大量の素子数であることから、考察している装置構成の大きさに及ぼす影響は計り知れないものがある。

10

【0028】

従って、簡単且つエレガントなやり方で、狭隘な状態下でも、piezo 電気素子を効率良く充放電することができる。

【0029】

本発明の装置は、更に、従来技術の装置に比して、簡単且つ安価に製造することができる。

20

【0030】

本発明の有利な実施例については、従属請求項に記載されている。

【0031】

【実施例】

以下、本発明について、図示の実施例を用いて説明する。

【0032】

piezo 電気素子（その充電及び放電については、以下詳細に説明する）は、例えば、内燃機関の燃料噴射ノズル（殊に、所謂コモンレールインジェクタ）の調整部材として組み込むことができる。しかし、piezo 電気素子の、その種の用途に限定されるものではなく、piezo 電気素子は、基本的に、任意の目的の任意の装置に使うことができる。

30

【0033】

piezo 電気素子は、充電に応動して膨張し、放電に応動して収縮することが前提である。しかし、本発明は、当然、これとは正反対の場合でも使用することができる。

【0034】

以下、図1を用いて、本発明の、piezo 電気素子の充電及び放電のための装置の第1の実施例について説明する。

【0035】

piezo 電気素子（考察している実施例では、充電用である）は、図1では、参照番号1で示されている。

40

【0036】

図1から分かるように、piezo 電気素子1の端子の一方は、持続的に接地されており（電圧源の第1の極と接続されており）、それに対して、piezo 電気素子の端子の他方は、コイル2と、充電スイッチ3とダイオード4との並列接続とを介して電圧源の第2の極と接続されており、更に、コイル2と、放電スイッチ5とダイオード6との並列接続とを介して電圧源の第1の極と接続されている。

【0037】

電圧源は、バッテリー7（例えば、自動車のバッテリー）、バッテリーの後ろに接続された直流電圧変換器8、直流電圧変換器の後ろに接続された、バッファコンデンサとして使われるコンデンサ9から構成されている。この装置構成によって、バッテリー電圧（例えば、12

50

V) は、実質的に任意の他の直流電圧に変換され、給電電圧として用いられる。

【0038】

piezo電気素子1の充電及び放電は、考察している実施例では、クロック同期して行われる。即ち、充電スイッチ3及び放電スイッチ5は、充放電過程中繰り返し開閉される。

【0039】

その際、生じる状態については、後で、図2～5を用いて説明する。その際、図2及び3には、piezo電気素子1の充電状態が示されており、図4及び5には、piezo電気素子1の放電状態が示されている。

【0040】

piezo電気素子1の充電及び放電が行われない場合には、その場合に限って、充電スイッチ3及び放電スイッチ5は、開かれている。この状態では、図1に示されている回路は、定常状態である。即ち、piezo電気素子1の充電状態は、依然として実質的に変わらず、電流は流れない。

10

【0041】

piezo電気素子の充電開始によって、充電スイッチ3は、繰り返し開閉され、その際、放電スイッチ5は開かれている。

【0042】

充電スイッチ3が閉じると、図2に示されている状態が生じる。即ち、piezo電気素子1、コンデンサ9及びコイル2の直列接続から構成された閉電流回路が形成され、この閉電流回路には、図2に矢印で示されている電流 $i_{LE}(t)$ が流れる。この電流によって、コイル2に、エネルギーが蓄積される。その際、図2のエネルギー流は、コンデンサ9とpiezo電気素子1との正の電位差によって生じる。

20

【0043】

充電スイッチ3が閉じた後、充電スイッチ3が短時間(例えば、数 μs)開かれると、図3に示された状態が生じる。即ち、piezo電気素子1、ダイオード6及びコイル2の直列接続から構成された閉電流回路が形成され、この閉電流回路には、図3に矢印で示された電流 $i_{LA}(t)$ が流れる。この電流によって、コイル2に蓄積されたエネルギーが完全にpiezo電気素子1に流れる。piezo電気素子へのエネルギー供給に相応して、piezo電気素子に生じる電圧は上昇し、piezo電気素子の外寸も大きくなる。コイル2からpiezo電気素子1へのエネルギー転送後、再び、図1の回路の既述の定常状態に達する。

30

【0044】

定常状態に達してから、又は、定常状態に達する前に既に、又は、定常状態に達してから後初めて(充電過程の所望の時間経過に応じて)、充電スイッチ3は、新たに閉じられ、再び開かれ、その際、前述の過程が繰り返される。充電スイッチ3の新たな開閉によって、piezo電気素子1に蓄積されたエネルギーが増大し(piezo電気素子1に蓄積されたエネルギーと新たに供給されるエネルギーとが加算される)、それに応じて、piezo電気素子に生じる電圧及びpiezo電気素子の外寸は増大する。

【0045】

充電スイッチ3の既述の開閉を多数回繰り返すと、piezo電気素子に生じる電圧及びpiezo電気素子の拡がりが増大する(この点については、後述の図6の説明を参照されたい)。

40

【0046】

充電スイッチ3が所定回数閉じられる、乃至、piezo電気素子1が所望の充電状態に達すると、piezo電気素子の充電は、充電スイッチ3が開かれることによって終了される。

【0047】

piezo電気素子1が再度放電される必要がある場合、このpiezo電気素子1の放電は、放電スイッチ5を繰り返し開閉することによって行われ、この際、充電スイッチ3は、依然として開かれている。

【0048】

放電スイッチ5が閉じられた場合、図4に示された状態が生じる。即ち、piezo電気素子

50

1とコイル2との直列接続から構成された閉電流回路が形成され、この閉電流回路に、図4に矢印によって示された電流 $i_{E E}(t)$ が流れる。この電流によって、 piezo電気素子に蓄積されたエネルギー(同エネルギーの一部が)コイル2に転送される。piezo電気素子1からコイル2へのエネルギーの転送に相応して、piezo電気素子に生じる電圧及びpiezo電気素子の外寸が低減される。

【0049】

放電スイッチ5が閉じられた後直ぐに(例えば、数 μs)、放電スイッチが開かれると、図5に示された状態が生じる。即ち、piezo電気素子1、コンデンサ9、ダイオード4及びコイル2の直列接続から構成された閉電流回路が形成され、この閉電流回路には、図5に矢印で示したような電流 $i_{E A}(t)$ が流れる。この電流によって、コイル2に蓄積されたエネルギーは、完全にコンデンサ9に戻って蓄積される。コイル2からコンデンサ9へのエネルギー転送が行われた後、再度、図1の回路の既述の定常状態が達成される。

10

【0050】

定常状態に達してから、又は、定常状態に達する前に既に、又は、定常状態に達してから後初めて(放電過程の所望の時間経過に応じて)、放電スイッチ5は、新たに閉じられ、再び開かれ、その際、前述の過程が繰り返される。放電スイッチ5の新たな開閉によって、piezo電気素子1に蓄積されたエネルギーは、更に低減し、それに応じて、piezo電気素子に生じる電圧及びpiezo電気素子の外寸は同様に低減する。

【0051】

放電スイッチ5の既述の開閉が多数回繰り返されると、piezo電気素子に生じる電圧及びpiezo電気素子の拡がりは、段階的に低減する(この点については、図6の説明を参照されたい)。

20

【0052】

放電スイッチ3が、所定回数開閉され、乃至、piezo電気素子が所望の放電状態に達すると、piezo電気素子の放電は、放電スイッチ5が開かれることによって終了される。

【0053】

図1に示された回路が作動されると、より正確に言うと、既述のように、piezo電気素子1の充電及び放電が行われると、図6に示されている電流及び電圧経過特性が生じる。

【0054】

図6に示された曲線には、測定量を示す記号が付けられている。用いられている記号は、以下のことを意味する：

30

【0055】

コンデンサ9に生じる電圧 U_B

【0056】

piezo電気素子1に生じる電圧

【0057】

コイル2を流れる電流

【0058】

図6に示された電流及び電圧経過特性から、充電過程(時間スケール上の約 $100\mu s \sim 300\mu s$ の領域)及び放電過程(時間スケール上の約 $400\mu s \sim 600\mu s$ の領域)が分かる；即ち、そのことは、前述の、図1の回路の構成、機能及び動作形式の理解から即座に分かるので、これ以上詳細に説明しない。

40

【0059】

図6から分かるように、piezo電気素子1に生じる電圧は、均一旦つ認識し得る程度に良好に制御することができる経過特性を有している。

【0060】

それと同時に、piezo電気素子の充電及び放電が行われる図1の回路は、考えられる限り、簡単に構成することができ、効率も最適である。このために、殊に3つの要因が寄与する。即ち、

【0061】

50

1) 同一のコイル(即ち、コイル2)を介して充電及び放電が行われ、

【0062】

2) オーム抵抗での熱発生による損失エネルギーは、無視し得る程度に僅かであり、

【0063】

3) ピエゾ電気素子に蓄積されたエネルギーは、実質的に完全にコンデンサ9に戻して蓄積され、従って、即座に再利用することができる。

【0064】

最初に挙げた点によって、構成素子の個数、殊に、元来比較的大きなコイルの個数を最小に保持することができる。第2及び第3の点によって、バッテリー7及び直流電圧変換器8を比較的小さな出力に構成することができる。

10

【0065】

前述の点は全て、単独でも組み合わせても、ピエゾ電気素子の充電及び放電のために設けられる回路を極めて小さなスペースに収容することができ、その製造及び作動コストを極めて小さく保持することができるか、又は、少なくとも、それに寄与する。

【0066】

ピエゾ電気素子の充電及び放電用の既述の方法の本質的技術思想の前述のものによって、乃至、この方法を実施するのに適した回路によって、ただ1つのピエゾ電気素子を順次連続して充電及び放電するのではなく、順次連続して多数のピエゾ電気素子を順次連続して充電及び放電することができる。

【0067】

このことを行うことができる回路は、図7に示されている。

20

【0068】

図7に示されている回路は、図1に示された回路を基礎としており、相互に、相応の素子は、同じ参照番号で示されている。図1の唯一のピエゾ電気素子1は、その他のダイオード10と多数個(n個)のピエゾ分岐回路11, 12, ..., 1nとの並列接続に代えられており、その際、各ピエゾ分岐回路は、ピエゾ電気素子11₁, 12₁, ..., 1n₁の直列接続と、選択スイッチ11₂, 12₂, ..., 1n₂とダイオード11₃, 12₃, ..., 1n₃との並列接続とから構成されている。

【0069】

ダイオード10によると、ピエゾ電気素子に正の電圧が発生するのが阻止される。と言うのは、ピエゾ電気素子が、それに正の電圧が発生することによって、場合によっては破損されることがあるからである。

30

【0070】

それぞれのピエゾ分岐回路で並列に設けられている選択スイッチ-ダイオード対、即ち、選択スイッチ11₂及びピエゾ分岐回路11のダイオード11₃、ピエゾ分岐回路12の選択スイッチ12₂及びダイオード12₃、ピエゾ分岐回路1n₃の選択スイッチ1n₂及びダイオード1n₃は、電気スイッチによって、例えば、MOS-FETのような非励振ダイオードによって構成することができる。

【0071】

ピエゾ電気素子11₁, 12₁, ..., 1n₁の充電及び放電は、図1のピエゾ電気素子の充電及び放電と同様に行われる。即ち、充電のために、充電スイッチ3が繰り返し開閉され、放電のためには、放電スイッチ5が繰り返し開閉される。

40

【0072】

充電スイッチ3の繰り返し開閉時に、ピエゾ電気素子11₁, 12₁, ..., 1n₁の単数乃至複数の、どのピエゾ電気素子が充電されるのかについては、選択スイッチ11₂, 12₂, ..., 1n₂によって決められ;つまり、その都度、充電スイッチ3の繰り返し開閉の間選択スイッチ11₂, 12₂, ..., 1n₂が閉じられている全てのピエゾ電気素子11₁, 12₁, ..., 1n₁が充電される。

【0073】

一般に、充電過程以外で、配属された選択スイッチ11₂, 12₂, ..., 1n₂を閉じる

50

ことによって、充電すべき piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ が選択され、当該スイッチを開くことによって、この選択が中止されるが、しかし、所定の場合、例えば、piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ の複数を同時に種々異なる強さに充電する必要がある場合には、充電過程でも選択スイッチ $11_2, 12_2 \dots 1n_2$ を開閉してよい。

【0074】

選択された piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ の充電時に生じる過程は、実質的に、図1の回路で生じる過程と同一である。図2及び3、及び、それに関する説明も当てはまるが、唯一相違する点は、piezo 電気素子1ではなくて、piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ の1つ又は複数が充電される点である。

10

【0075】

piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ の放電は、配属の選択スイッチ $11_2, 12_2 \dots 1n_2$ の調整とは無関係に行われる。と言うのは、piezo 電気素子の放電を生じさせる放電電流は、各 piezo 電気素子に配属されたダイオード $11_3, 12_3 \dots 1n_3$ を介して流れるからである。従って、この放電過程によって、完全に充電された全ての piezo 電気素子又は部分的に充電された piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ が放電される。

【0076】

piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ の放電時に生じる過程は、実質的に、図1の回路で生じる過程と同一である。図4及び5、及び、それに関する説明も当てはまるが、唯一相違する点は、piezo 電気素子1ではなくて、piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ の1つ又は複数が放電される点である。

20

【0077】

図7に示された回路が、piezo 電気素子 $11_1, 12_1 \dots 1n_1$ が、前述の充放電の場合と同様に順次連続して個別に充放電されるように作動されると、図8に示された電流及び電圧経過特性が生じる。

【0078】

図8に示された曲線には、その測定量を示す記号が付されている。使用されている記号は、以下のことを示す：

【0079】

コンデンサ9に生じる電圧 U_B 、

30

【0080】

コイル2を流れる電流、

【0081】

piezo 電気素子 11_1 に生じる電圧、

【0082】

piezo 電気素子 12_1 に生じる電圧、

【0083】

piezo 電気素子 $1n_1$ に生じる電圧。

【0084】

図8に示された電流及び電圧経過特性は、piezo 電気素子 11_1 の充放電過程を示し（時間スケール上で約 $0.1 \text{ ms} \sim 0.7 \text{ ms}$ の領域内）、piezo 電気素子 12_1 の充放電過程（時間スケール上で約 $0.8 \text{ ms} \sim 1.4 \text{ ms}$ の領域内）、及び piezo 電気素子 $1n_1$ の充放電過程（時間スケール上で約 $1.5 \text{ ms} \sim 2.1 \text{ ms}$ の領域内）を示し、即ち、そのことは、前述の、図7の回路の構成、機能及び動作形式の理解から即座に分かるので、これ以上詳細に説明しない。

40

【0085】

図8から分かるように、piezo 電気素子に生じる電圧は、ほぼ直線経過であって、認識し得る程度に良好に制御できる経過特性を有している。

【0086】

50

それと同時に、 piezo電気素子の充電及び放電が行われる図7の回路を、考えられる限り簡単に構成して、効率を最適にすることができる。と言うのは、図1の回路の場合に既述したように、特に、同一のコイル（即ち、コイル2）を介して充電及び放電を行うことができ、オーム抵抗内の熱発生によって損失エネルギーが無視し得る程度に僅かであり、piezo電気素子に蓄積されたエネルギーは、実質的に完全にコンデンサ9に戻して蓄積され、従って、即座に再利用することができるからである。

【0087】

第1に挙げた点によって、構成素子の個数、殊に、元来比較的大きなコイルの個数を最小に保持することができる。第2及び第3に挙げた点によって、バッテリー7及び直流電圧変換器8を比較的小さな出力用に構成することができる。

10

【0088】

前述の点の全てによって、単独であれ、組み合わせであれ、ここで考察している、piezo電気素子の充電及び放電用の回路（図7の回路）を、極めて小さなスペースに収容し、その製造及び作動コストを最小に保持することができるか、又は、少なくとも、それらのことに寄与する。

【0089】

ここで説明している実施例では、それぞれ1つのコイルが、インダクタンスとして作動する素子として使われている。しかし、これに制限されない。そのコイルの代わりに（相応に変形された回路構成及び回路動作の場合）、インダクタンスとして作動する他の素子、例えば、トランスジューサー、トランス等を用いることもできる。

20

【0090】

既述のように、充電及び放電をクロック制御により構成することにも制限されない。充電乃至放電は、択一選択的に、又は補完的に他の形式で実行してもよい。特に、充電乃至放電を完全に、又は、部分的に、振動回路として作動する単数又は複数の放電電流回路を介して行うようにしてもよい。

【0091】

【効果】

本発明の装置及び本発明の装置によると、簡単且つエレガントな形式で、狭隘な状態でも、piezo電気素子を効率的に充電及び放電することができ、従来技術の装置に比して、簡単且つ安価に製造することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法によるpiezo電気素子の充放電に適した本発明の回路を示す図

【図2】第1の充電期間中（充電スイッチ3が閉じられている）図1の回路で生じる状態の説明に供する図

【図3】第2の充電期間中（充電スイッチ3が再度開かれている）図1の回路で生じる状態の説明に供する図

【図4】第1の放電期間中（放電スイッチ5が閉じられている）図1の回路で生じる状態の説明に供する図

【図5】第2の放電期間中（放電スイッチ5が再度開かれている）図1の回路で生じる状態の説明に供する図

40

【図6】図1の回路の作動時に生じる電圧及び電流経過特性の時間経過を示す図

【図7】本発明の方法による多数のpiezo電気素子の順次連続的な充放電に適した本発明の回路を示す図

【図8】図7の回路の作動時に生じる電圧及び電流経過特性の時間経過を示す図

【図9】充放電電流に対してオーム抵抗として作動する素子を介してpiezo電気素子を充電及び放電するための従来の回路を示す図

【図10】充放電電流に対してコイルとして作動する素子を介してpiezo電気素子を充電及び放電するための従来の回路を示す図

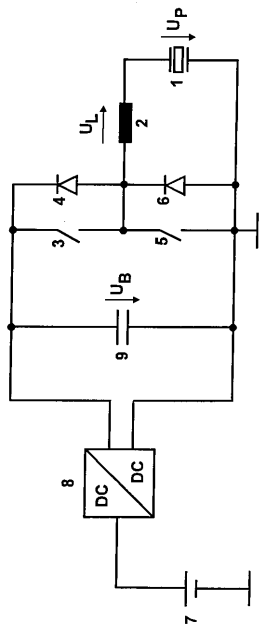
【符号の説明】

1, 101, 201 piezo電気素子

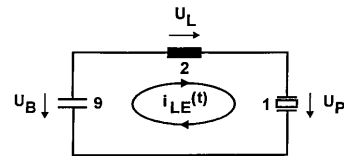
50

- 2 コイル
- 3, 202 充電スイッチ
- 4, 6, 203, 207 ダイオード
- 5, 206 放電スイッチ
- 7 バッテリ
- 8 直流電圧変換器
- 9 コンデンサ
- 102 充電トランジスタ
- 103 放電トランジスタ
- 104 充電増幅器
- 105 放電増幅器
- 204 充電コイル
- 205 電圧源
- 208 放電コイル

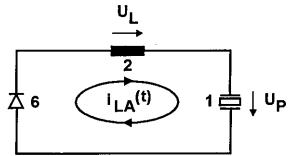
【図1】



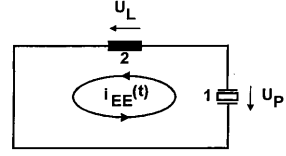
【図2】



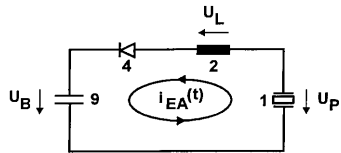
【 図 3 】



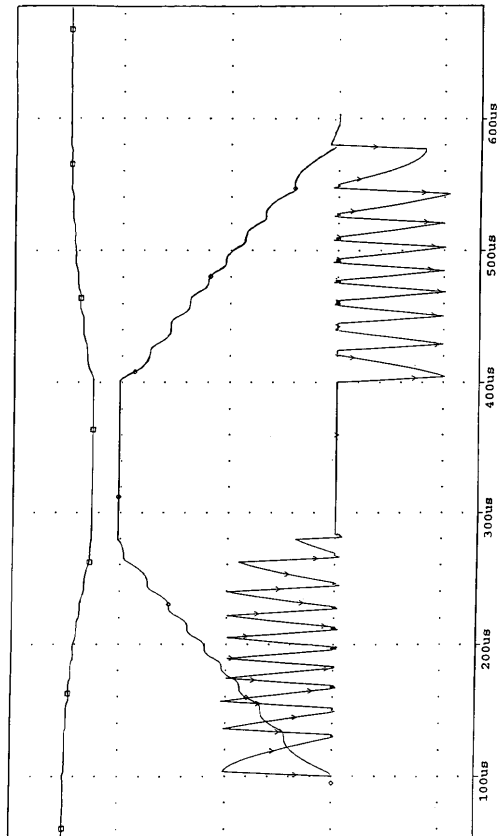
【 図 4 】



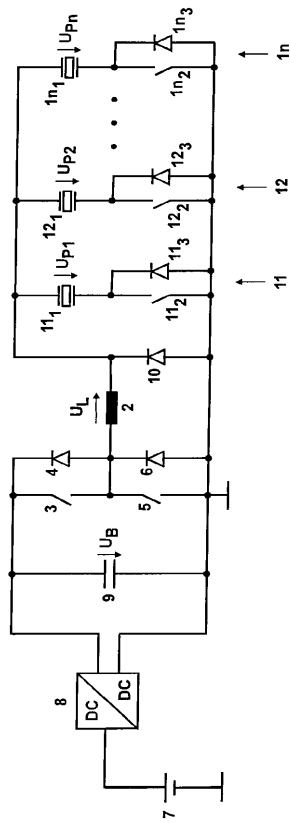
【 図 5 】



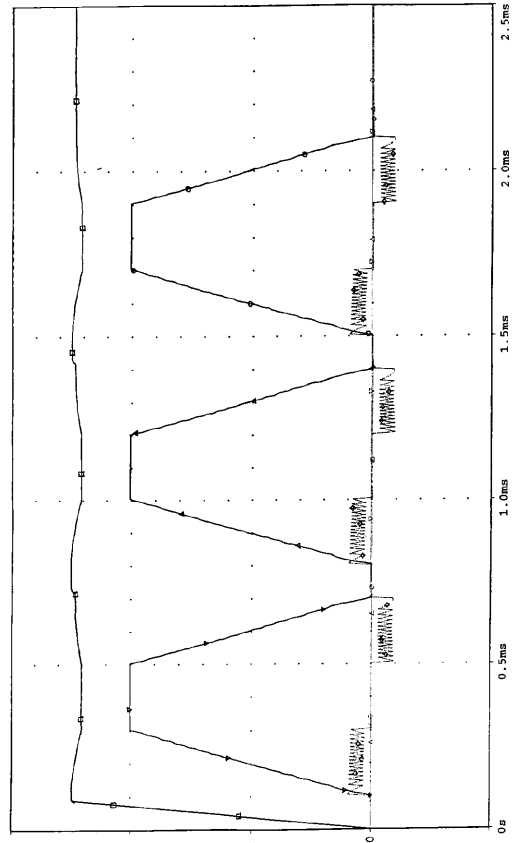
【 図 6 】



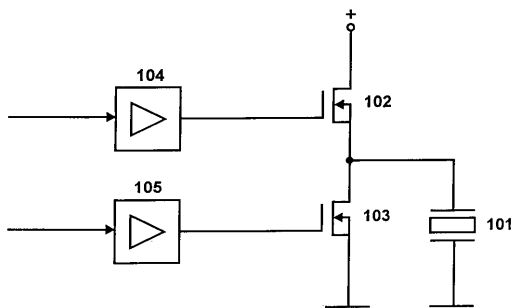
【 図 7 】



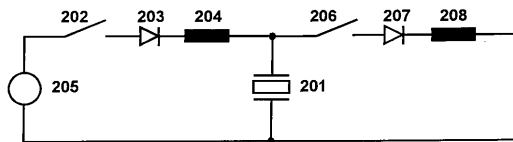
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 イェルク ライネケ

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト カレーシュトラーセ 6

(72)発明者 アレクサンダー ホック

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト クニットリンガー シュトラーセ 1

審査官 小野田 誠

(56)参考文献 特開平03-027782(JP,A)

特表2000-502844(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41/09

H02N 2/00