(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4102511号
(P4102511)

(45)発行日　平成20年6月18日(2008.6.18)　(24)登録日　平成20年3月28日(2008.3.28)

(51)Int.Cl.　F I
B41J 2/045 (2006.01)　B41J 3/04 103A
B41J 2/055 (2006.01)

請求項の数 2　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平11-107214
(22)出願日　平成11年4月14日(1999.4.14)
(65)公開番号　特開2000-296610(P2000-296610A)
(43)公開日　平成12年10月24日(2000.10.24)
審査請求日　平成13年6月13日(2001.6.13)
審判番号　不服2005-17917(P2005-17917/J1)
審判請求日　平成17年9月16日(2005.9.16)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100101236
弁理士　栗原　浩之
(74)代理人　100128532
弁理士　村中　克年
(72)発明者　酒井　真理
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

合議体
審判長　長島　和子
審判官　尾崎　俊彦
審判官　名取　乾治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】インクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェット式記録装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ノズル開口に連通する圧力発生室と、該圧力発生室にインク供給路を介して連通するリザーバと、前記圧力発生室に付設されたアクチュエータとを有し、該アクチュエータを駆動して前記圧力発生室を膨張又は収縮させ、温度の低下に応じて粘度が増加するインクを前記リザーバから前記インク供給路を介して前記圧力発生室に供給すると共に前記ノズル開口から吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、

前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の駆動信号を出力する第１の工程と、インク吐出の反動によってメニスカスが振動しているタイミングで実行され、インクの温度が低い場合にそのインク吐出の反動によるメニスカスの振動の向きと同一方向にインクを押し出す若しくは引き込む方向に前記アクチュエータをインクが吐出されない程度にインク吐出後のメニスカス振動の振幅をインク吐出の反動によって発生するメニスカス振動の振幅よりも大きくするように駆動する第２の駆動信号を出力する第２の工程とを具備し、

前記第２の駆動信号は、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化の信号であり、且つ前記第１の駆動信号が出力されている期間と当該信号が出力されている期間との合計の１／２と前記第１の駆動信号と当該信号との間の期間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号と、

前記第１の駆動信号と同一符号の電圧変化であり且つインクが吐出されない程度の電圧

変化を生じさせる第１の信号と、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化を生じさせる第２の信号とを有し、且つ前記第１の駆動信号の出力開始から前記第１の信号の出力開始までの期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの自然数倍であり、前記第１の信号が出力される期間と、前記第２の信号が出力される期間との合計の１／２と、両信号の間の期間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号とを含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項２】

ノズル開口に連通する圧力発生室と、該圧力発生室にインク供給路を介して連通するリザーバと、前記圧力発生室に付設されたアクチュエータとを有し、該アクチュエータを駆動して前記圧力発生室を膨張又は収縮させ、温度の低下に応じて粘度が増加するインクを前記リザーバから前記インク供給路を介して前記圧力発生室に供給すると共に前記ノズル開口から吐出させるインクジェット式記録ヘッドを具備するインクジェット式記録装置において、

前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の駆動信号を出力する第１の工程と、インク吐出の反動によってメニスカスが振動しているタイミングで実行され、インクの温度が低い場合にそのインク吐出の反動によるメニスカスの振動の向きと同一方向にインクを押し出す若しくは引き込む方向に前記アクチュエータをインクが吐出されない程度にインク吐出後のメニスカス振動の振幅をインク吐出の反動によって発生するメニスカス振動の振幅よりも大きくするように駆動する第２の駆動信号を出力する第２の工程とを有する駆動信号を前記アクチュエータに出力する手段を具備し、

前記第２の駆動信号は、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化の信号であり、且つ前記第１の駆動信号が出力されている期間と当該信号が出力されている期間との合計の１／２と前記第１の駆動信号と当該信号との間の期間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号と、

前記第１の駆動信号と同一符号の電圧変化であり且つインクが吐出されない程度の電圧変化を生じさせる第１の信号と、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化を生じさせる第２の信号とを有し、且つ前記第１の駆動信号の出力開始から前記第１の信号の出力開始までの期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの自然数倍であり、前記第１の信号が出力される期間と、前記第２の信号が出力される期間との合計の１／２と、両信号の間の期間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号とを含むことを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板の表面にアクチュエータを設け、このアクチュエータの駆動によって圧力発生室に圧力を付与することによりノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板をアクチュエータにより変形させて、圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、例えば、アクチュエータとして圧電素子や静電アクチュエータを用いたものがある。また、圧電素子を用いたインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの２種類が実用化されている。

【０００３】
前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができて、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。
【０００４】
これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるという利点を有する。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、従来のインクジェット式記録ヘッドでは、各製品毎に圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃのばらつきが有るため、インクの供給の残留振動を十分にうち消すことは困難である。また、インクは低温では粘度が高くなってしまうため、低温ではインクの供給が遅くインク滴量が低下してしまうという問題がある。
【０００６】
また、この問題を解消するためにインク粘度を低くすると、高温で残留振動が抑制しきれず吐出が不安定になってしまうという問題がある。
【０００７】
さらに、低温ではインク供給不足となるため、例えば、顔料インクや、高濃度の染料を添加して印字濃度を向上させたインク等の粘度の高いインクを利用することができず、インクの選択範囲が制限されてしまうという問題がある。
【０００８】
本発明は、このような事情に鑑み、低温から高温まで安定した吐出が得られ、粘度の高いインクも使用することのできるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法を提供することを課題とする。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決する本発明の第１の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、該圧力発生室にインク供給路を介して連通するリザーバと、前記圧力発生室に付設されたアクチュエータとを有し、該アクチュエータを駆動して前記圧力発生室を膨張又は収縮させ、温度の低下に応じて粘度が増加するインクを前記リザーバから前記インク供給路を介して前記圧力発生室に供給すると共に前記ノズル開口から吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の駆動信号を出力する第１の工程と、インク吐出の反動によってメニスカスが振動しているタイミングで実行され、インクの温度が低い場合にそのインク吐出の反動によるメニスカスの振動の向きと同一方向にインクを押し出す若しくは引き込む方向に前記アクチュエータをインクが吐出されない程度にインク吐出後のメニスカス振動の振幅をインク吐出の反動によって発生するメニスカス振動の振幅よりも大きくするように駆動する第２の駆動信号を出力する第２の工程とを具備し、前記第２の駆動信号は、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化の信号であり、且つ前記第１の駆動信号が出力されている期間と当該信号が出力されている期間との合計の１／２と前記第１の駆動信号と当該信号との間の期間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号と、前記第１の駆動信号と同一符号の電圧変化であり且つインクが吐出されない程度の電圧変化を生じさせる第１の信号と、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化を生じさせる第２の信号とを有し、且つ前記第１の駆動信号の出力開始から前記第１の信号の出力開始までの期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの自然数倍であり、前記第１の信号が出力される期間と、前記第２の信号が出力される期間との合計の１／２と、両信号の間の期

間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号とを含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【００１０】

かかる第１の態様では、第２の駆動信号によってアクチュエータが駆動されることにより、メニスカス振動の振幅が大きくなるが、その減衰期間が短縮され、吐出特性が安定する。具体的には、メニスカス振動によりインクが引き込まれると共にアクチュエータの駆動によってもインクが引き込まれるため、メニスカス振動が効果的に大きくなり、さらにメニスカス振動によりインクが押し出されると共にアクチュエータの振動によっても押し出されるため、メニスカス振動が効果的に大きくなる。また、メニスカス振動に同期してアクチュエータを駆動させることができ、メニスカス振動の振幅が確実に大きくなる。さらに、インクの温度に応じて、第２の駆動信号が調整されるため、インクの温度に拘わらず吐出特性を安定させることができる。

【００３０】

本発明の第２の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、該圧力発生室にインク供給路を介して連通するリザーバと、前記圧力発生室に付設されたアクチュエータとを有し、該アクチュエータを駆動して前記圧力発生室を膨張又は収縮させ、温度の低下に応じて粘度が増加するインクを前記リザーバから前記インク供給路を介して前記圧力発生室に供給すると共に前記ノズル開口から吐出させるインクジェット式記録ヘッドを具備するインクジェット式記録装置において、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の駆動信号を出力する第１の工程と、インク吐出の反動によってメニスカスが振動しているタイミングで実行され、インクの温度が低い場合にそのインク吐出の反動によるメニスカスの振動の向きと同一方向にインクを押し出す若しくは引き込む方向に前記アクチュエータをインクが吐出されない程度にインク吐出後のメニスカス振動の振幅をインク吐出の反動によって発生するメニスカス振動の振幅よりも大きくするように駆動する第２の駆動信号を出力する第２の工程とを有する駆動信号を前記アクチュエータに出力する手段を具備し、前記第２の駆動信号は、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化の信号であり、且つ前記第１の駆動信号が出力されている期間と当該信号が出力されている期間との合計の１／２と前記第１の駆動信号と当該信号との間の期間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号と、前記第１の駆動信号と同一符号の電圧変化であり且つインクが吐出されない程度の電圧変化を生じさせる第１の信号と、前記第１の駆動信号の電圧とは反対の符号の電圧変化を生じさせる第２の信号とを有し、且つ前記第１の駆動信号の出力開始から前記第１の信号の出力開始までの期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの自然数倍であり、前記第１の信号が出力される期間と、前記第２の信号が出力される期間との合計の１／２と、両信号の間の期間との合計の期間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－０．５）倍（ｎは自然数）である信号とを含むことを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

かかる第２の態様では、第２の工程を構成する駆動信号によってアクチュエータが駆動されることにより、メニスカス振動の振幅が大きくなるが、その減衰期間が短縮され、吐出特性が安定する。具体的には、メニスカス振動によりインクが引き込まれると共にアクチュエータの駆動によってもインクが引き込まれるため、メニスカス振動が効果的に大きくなり、さらにメニスカス振動によりインクが押し出されると共にアクチュエータの振動によっても押し出されるため、メニスカス振動が効果的に大きくなる。また、メニスカス振動に同期してアクチュエータを駆動させることができ、メニスカス振動の振幅が確実に大きくなる。さらに、インクの温度に応じて、第２の駆動信号が調整されるため、インクの温度に拘わらず吐出特性を安定させることができる。

【００３１】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【００３２】
（実施形態１）
図１には、本実施形態のインクジェット式記録装置の概略構成を示す。図１に示すように、インクジェット式記録装置は、プリンタコントローラ１０１とプリントエンジン１０２とから概略構成してある。
【００３３】
プリンタコントローラ１０１は、外部インターフェース１０３（以下、外部Ｉ／Ｆ１０３という）と、各種データを一時的に記憶するＲＡＭ１０４と、制御プログラム等を記憶したＲＯＭ１０５と、ＣＰＵ等を含んで構成した制御部１０６と、クロック信号を発生する発振回路１０７と、インクジェット式記録ヘッド１０８へ供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生回路１０９と、駆動信号や印刷データに基づいて展開されたドットパターンデータ（ビットマップデータ）等をプリントエンジン１０２に送信する内部インターフェース１１０（以下、内部Ｉ／Ｆ１１０という）とを備えている。
【００３４】
外部Ｉ／Ｆ１０３は、例えば、キャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータ等によって構成される印刷データを、図示しないホストコンピュータ等から受信する。また、この外部Ｉ／Ｆ１０３を通じてビジー信号（ＢＵＳＹ）やアクノレッジ信号（ＡＣＫ）が、ホストコンピュータ等に対して出力される。
【００３５】
ＲＡＭ１０４は、受信バッファ１１１、中間バッファ１１２、出力バッファ１１３、及び、図示しないワークメモリとして機能する。そして、受信バッファ１１１は外部Ｉ／Ｆ１０３によって受信された印刷データを一時的に記憶し、中間バッファ１１２は制御部１０６が変換した中間コードデータを記憶し、出力バッファ１１３はドットパターンデータを記憶する。なお、このドットパターンデータは、階調データをデコード（翻訳）することにより得られる印字データによって構成してある。なお、後述するように、本実施形態における印字データは４ビットの信号により構成してある。
【００３６】
また、ＲＯＭ１０５には、各種データ処理を行わせるための制御プログラム（制御ルーチン）の他に、フォントデータ、グラフィック関数等を記憶させてある。
【００３７】
制御部１０６は、受信バッファ１１１内の印刷データを読み出すと共に、この印刷データを変換して得た中間コードデータを中間バッファ１１２に記憶させる。また、中間バッファ１１２から読み出した中間コードデータを解析し、ＲＯＭ１０５に記憶させているフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して、中間コードデータをドットパターンデータに展開する。そして、制御部１０６は、必要な装飾処理を施した後に、この展開したドットパターンデータを出力バッファ１１３に記憶させる。
【００３８】
そして、インクジェット式記録ヘッド１０８の１行分に相当するドットパターンデータが得られたならば、この１行分のドットパターンデータは、内部Ｉ／Ｆ１１０を通じてインクジェット式記録ヘッド１０８に出力される。また、出力バッファ１１３から１行分のドットパターンデータが出力されると、展開済みの中間コードデータは中間バッファ１１２から消去され、次の中間コードデータについての展開処理が行われる。
【００３９】
プリントエンジン１０２は、インクジェット式記録ヘッド１０８と、紙送り機構１１４と、キャリッジ機構１１５とを含んで構成してある。
【００４０】
紙送り機構１１４は、紙送りモータと紙送りローラ等から構成してあり、記録紙等の印刷記憶媒体をインクジェット式記録ヘッド１０８の記録動作に連動させて順次送り出す。即ち、この紙送り機構１１４は、印刷記憶媒体を副走査方向に相対移動させる。
【００４１】

キャリッジ機構１１５は、インクジェット式記録ヘッド１０８を搭載可能なキャリッジと、このキャリッジを主走査方向に沿って走行させるキャリッジ駆動部とから構成してあり、キャリッジを走行させることによりインクジェット式記録ヘッド１０８を主走査方向に移動させる。なお、キャリッジ駆動部は、タイミングベルトを用いたもの等、キャリッジを走行させ得る機構であれば任意の構成を採り得る。

【００４２】

インクジェット式記録ヘッド１０８は、副走査方向に沿って多数のノズル開口を有し、ドットパターンデータ等によって規定されるタイミングで各ノズル開口からインク滴を吐出する。

【００４３】

以下、かかるインクジェット式記録ヘッド１０８について詳細に説明する。まず、要部断面を示す図３を参照して、インクジェット式記録ヘッド１０８の機械的構成について説明する。

【００４４】

図示するように、圧力発生室を形成する基板となるスペーサ１は、例えば、１５０μｍ程度の厚みを有するジルコニア（ZrO_2）などのセラミックス板で、圧力発生室２となる貫通孔を形成して構成される。

【００４５】

スペーサ１の一方面は、例えば、厚さ１０μｍのジルコニアの薄板からなる弾性板３により封止され、弾性板３の表面には下電極４が形成されている。また、下電極４の上には、圧力発生室２毎に独立して圧電体層５が固定されている。この圧電体層５は、圧電材料からなるグリーンシートを貼付したり、圧電材料をスパッタリングする等の方法により形成される。さらに、各圧電体層５の表面には、それぞれ上電極６が形成されている。従って、下電極４と、各圧力発生室２毎に設けられた圧電体層５上の上電極６との間に、印刷データに基づいて電圧を印加することにより、各圧電体層５は弾性板３と共にたわみ変形する。

【００４６】

スペーサ１の他方面は、厚さ１５０μｍのジルコニアの薄板からなるインク供給口形成基板７により封止されている。インク供給口形成基板７は、ノズルプレートのノズル開口と圧力発生室２とを接続するノズル連通孔８と、後述するリザーバ１１と圧力発生室２とを接続するインク供給口９を穿設して構成されている。

【００４７】

一方、リザーバ形成基板１０は、インク流路を構成するのに適した、例えば、１５０μｍのステンレス鋼などの耐食性を備えた板材に、外部のインクタンクからインクの供給を受けて圧力発生室２にインクを供給するリザーバ１１と、圧力発生室２と後述するノズル開口１３とを連通するノズル連通孔１２とを有する。リザーバ形成基板１０のスペーサ１の反対側は、圧力発生室２と同一の配列ピッチでノズル開口１３が形成されたノズルプレート１４により封止されている。

【００４８】

ここで、上述したセラミックス製の各部材は積層された後焼結されて一体的に形成されており、リザーバ形成基板１０及びノズルプレート１４は、接着剤層１５及び１６を介して固着されている。なお、リザーバ形成基板１０及びノズルプレート１４もセラミックスとして一体的に形成することもできる。

【００４９】

このように形成されたインクジェット式記録ヘッド１０８は、各圧力発生室２に対向してたわみ振動モードの圧電素子５を有する。また、この圧電素子５には、図示しないフレキシブルケーブルを介して電気信号、例えば、後述する駆動信号（ＣＯＭ）や印字データ（ＳＩ）等を供給する。

【００５０】

そして、このような構成を有するインクジェット式記録ヘッド１０８では、充電されるこ

とにより圧電素子５が下に凸にたわみ変形して圧力発生室２が収縮する。この収縮に伴って圧力発生室２におけるインク圧力が高くなる。一方、放電することにより圧電素子５のたわみ変形が引き戻され、収縮した圧力発生室２が膨張する。この膨張に伴ってリザーバ１１のインクがインク供給口９を通って圧力発生室２内に流入する。このように、圧電素子５を充放電させることにより圧力発生室２の容積が変化するので、各圧電素子５に対して充放電を制御することにより、所望のノズル開口１３から所望の大きさのインク滴を吐出させることができる。

【００５１】

次に、このインクジェット式記録ヘッド１０８の電気的構成について説明する。

【００５２】

このインクジェット式記録ヘッド１０８は、図１に示すように、シフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３、スイッチ１４４及び圧電素子５等を備えている。さらに、図２に示すように、これらのシフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３、スイッチ１４４及び圧電素子５は、それぞれ、インクジェット式記録ヘッド１０８の各ノズル開口１３毎に設けたシフトレジスタ素子１４１Ａ～１４１Ｎ、ラッチ素子１４２Ａ～１４２Ｎ、レベルシフタ素子１４３Ａ～１４３Ｎ、スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎ、圧電素子５Ａ～５Ｎから構成してあり、シフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３、スイッチ１４４、圧電素子５の順で電気的に接続してある。

【００５３】

なお、これらのシフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３及びスイッチ１４４は、駆動信号発生回路１０９が発生した駆動信号から駆動パルスを生成する。ここで、駆動パルスとは実際に圧電素子５に印加される印加パルスのことであり、そして、駆動信号とは駆動パルスを生成するために必要な元波形により構成される一連のパルス信号（元駆動パルス）のことである。また、スイッチ１４４はスイッチ手段としても機能する。

【００５４】

このような電気的構成を有するプリントヘッド１０８では、図４に示すように、発振回路１０７からのクロック信号（ＣＫ）に同期して、ドットパターンデータを構成する印字データ(ＳＩ）が出力バッファ１１３からシフトレジスタ１４１へシリアル伝送され、順次セットされる。この場合、まず、全ノズル開口１３の印字データにおける最上位ビットのデータがシリアル伝送され、この最上位ビットのデータシリアル伝送が終了したならば、上位から２番目のビットのデータがシリアル伝送される。以下同様に、下位ビットのデータが順次シリアル伝送される。

【００５５】

そして、当該ビットの印字データが全ノズル分シフトレジスタ素子１４１Ａ～１４１Ｎにセットされたならば、制御部１０６は、所定のタイミングでラッチ回路１４２へラッチ信号（ＬＡＴ）を出力させる。このラッチ信号により、ラッチ回路１４２は、シフトレジスタ１４１にセットされた印字データをラッチする。このラッチ回路１４２がラッチした印字データ（ＬＡＴｏｕｔ）は、電圧増幅器であるレベルシフタ１４３に印加される。このレベルシフタ１４３は、印字データが例えば「１」の場合に、スイッチ１４４が駆動可能な電圧値、例えば、数十ボルトまでこの印字データを昇圧する。そして、この昇圧された印字データはスイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎに印加され、スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎは、当該印字データにより接続状態になる。

【００５６】

そして、各スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎには、駆動信号発生回路１０９が発生した基本駆動信号（ＣＯＭ）も印加されており、スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎが接続状態になると、このスイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎに接続された圧電素子５Ａ～５Ｎに駆動信号が印加される。

【００５７】

このように、例示したインクジェット式記録ヘッド１０８では、印字データによって圧電素子５に駆動信号を印加するか否かを制御することができる。例えば、印字データが「１」の期間においてはラッチ信号（ＬＡＴ）により、スイッチ１４４が接続状態となるので、駆動信号（ＣＯＭｏｕｔ）を圧電素子５に供給することができ、この供給された駆動信号（ＣＯＭｏｕｔ）により圧電素子５が変位（変形）する。また、印字データが「０」の期間においてはスイッチ１４４が非接続状態となるので、圧電素子５への駆動信号（ＣＯＭｏｕｔ）の供給は遮断される。なお、この印字データが「０」の期間において、各圧電素子５は直前の電荷を保持するので、直前の変位状態が維持される。

【００５８】

ここで、本実施形態の駆動波形について説明する。なお、図５（ａ）は、実施形態１の駆動信号（ＣＯＭｏｕｔ）の波形の一例を示す図であり、図５（ｂ）は、この波形に対応するメニスカスの変動を示す図である。

【００５９】

図５（ａ）に示す本実施形態の波形は、ノーマルドットのインク滴を吐出させる駆動波形である。この駆動波形は、両電極間の電圧を最低電圧V_L、例えば０Ｖのままインク滴の吐出のタイミングを図る第１のホールド工程ａを有し、次いで、両電極間の電圧を最大電圧V_H、例えば３０Ｖ程度に上げて圧力発生室２を収縮させてインク滴を吐出する第１の収縮工程（第１の駆動信号を出力する第１の工程）ｂを有し、この直後に、圧力発生室２が最も収縮した状態を保持する第２のホールド工程ｃを有する。ここで、図５（ｂ）に示すように、実際には、インクが吐出されるタイミングは第１の収縮工程ｂよりも若干遅れ、第２のホールド工程ｃにおいて吐出される。そして、インクが吐出されると、その反動によってインクにはメニスカス振動が発生する。

【００６０】

本実施形態では、第２のホールド工程ｃの後にインクのメニスカス振動を大きくするタイミングで第１の膨張工程（第２の駆動信号を出力する第２の工程）ｄを実行しメニスカス振動の抑制を図っている。すなわち、所定のタイミングで第１の膨張工程ｄを実行することにより、初めはメニスカス振動の振幅は大きくなるものの、インクの粘性により振動の減衰期間を短くすることができる。また、メニスカスのノズル開口への復帰が速やかに短時間で行われ、安定した吐出特性と必要十分なインク量を得ることができる。

【００６１】

ここで、第１の収縮工程ｂの駆動信号の出力と第１の膨張工程ｄの駆動信号の出力との間の期間Ｔ１、すなわち、本実施形態では、第１の収縮工程ｂの駆動信号が出力されている期間と第１の膨張工程ｄの駆動信号が出力されている期間との和の１／２と第２のホールド期間ｃとの合計の期間Ｔ１が、圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの略（ｎ－１／２）倍（ｎは自然数）であることが好ましい。これにより、メニスカス振動によってインクが引き込まれると共に第１の膨張工程ｄでの圧電素子の駆動によってインクが引き込まれ、メニスカス振動の振幅が効果的に大きくなりインク供給が加速され、駆動可能な最大周波数が著しく向上する。

【００６２】

また、このような効果は、特に低温下での使用等によりインクの粘度が高い場合ほど顕著である。このため、例えば、本実施形態では、インクの温度を検出し、その温度に応じて第１の膨張工程ｄにおいて駆動電圧の変化の割合を調整することにより、メニスカス振動の振幅の大きさを調整するようにした。これにより、インクの温度変化によるインク吐出特性の変化を防止することができる。

【００６３】

ここで、メニスカス振動の振幅の大きさを調整する駆動波形としては、特に限定されないが、例えば、本実施形態では、インクの温度が低い場合には、図５（ａ）に実線で示すように、第１の膨張工程ｄの駆動電圧の変化期間を短く、すなわち駆動電圧の変化の割合を大きく調整して、メニスカス振動の振幅を大きくする。そして、インクの温度が高くなるにつれて、図５（ａ）に点線に示すように、第１の膨張工程ｄの駆動電圧の変化時間を長

く、すなわち駆動電圧の変化の割合を小さく調整して、メニスカス振動の振幅が大きくなる割合を徐々に減少させるようにした。これにより、インクの温度が低い場合には、図５（ｂ）に実線で示すように、メニスカス振動の振幅が大きくなるものの、メニスカス振動の振幅が大きいのでインクは急速に供給される。また、インク粘度が高いため、振動の減衰期間は短くなる。一方、インクの温度が高い場合には、図５（ｂ）に点線で示すように、メニスカス振動が打ち消されて振動が減衰される。この時は、インク粘度が低いため、インクを供給する速度が速い。

【００６４】

なお、インクの温度の検出は、インク自体の温度を検出することに限定されず、例えば、インクが収容されたインクカートリッジ又はインクカートリッジを保持したヘッドの温度、あるいはインクカートリッジ近傍の環境温度を検出するようにしてもよい。

【００６５】

以上のように、インクのメニスカス振動の振幅を大きくすることにより、メニスカスの復帰時間、つまりインク供給に要する時間が短くなり、インク量を高い周波数で確保しながら安定した吐出特性を得ることができる。特に、インクの粘度が高い場合に効果的であり、従来では使うことのできなかった粘度の高いインクも利用することができ、インクの選択範囲が広がる。さらに、インクの温度に応じて、メニスカス振動の振幅が大きくなる割合を調整するようにすれば、インクの温度に拘わらず、安定した吐出特性を得ることができる。

【００６６】

（実施形態２）

図６は、実施形態２に係る駆動波形を示す図である。

【００６７】

実施形態１では、第１の膨張工程ｄの駆動電圧の変化の割合を変化させて、駆動信号が出力されている期間を調整するようにしたが、本実施形態では、図６に示すように、例えば、駆動電圧の変化の割合が実施形態１の第１の膨張工程ｄと同一である第１の膨張工程ｄ１と、この第１の膨張工程ｄ１よりも駆動電圧の変化の割合が小さい第２の膨張工程ｄ２との２段階として、温度に応じて第２の膨張工程ｄ２の期間を調整するようにした。すなわち、インクの温度が低いほど、第２の膨張工程ｄ２の期間を短くするようにして、第１の膨張工程ｄ１及び第２の膨張工程ｄ２全体で、駆動信号が出力されている期間を調整するようにした以外は、実施形態１と同様である。

【００６８】

このような駆動波形では、実施形態１と同様に、インクの温度に拘わらず、吐出特性を安定させることができる。

【００６９】

（実施形態３）

図７は、実施形態３に係る駆動波形の一例及びメニスカス振動を示す図である。

【００７０】

本実施形態は、インクの温度が低いほどメニスカス振動の振幅が大きくなるようにした他の例である。すなわち、図７（ａ）に示すように、第２のホールド期間ｃ１を長くして第１の収縮工程ｂの駆動信号の出力と第１の膨張工程ｄ３の駆動信号の出力との間の期間Ｔ１を変化させることにより、メニスカス振動の振幅が大きくなる割合を調整するようにした以外は、実施形態１と同様である。

【００７１】

ここで、第１の収縮工程ｂの駆動信号の出力と第１の膨張工程ｄ３の出力との間の期間Ｔ１は、インクの温度が低いほど、圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの（ｎ－１／２）倍（ｎは自然数）に近いことが好ましく、インクの温度が高いほど、圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの自然数倍に近いことが好ましい。これにより、インクの温度が低い場合には、メニスカス振動の振幅を効果的に大きくすることができ、インクの温度が高い場合には、第１の膨張工程ｄ３の駆動信号による圧電素子の駆動によってインクに

メニスカス振動とは反対方向の力が働き、メニスカス振動の振幅が小さくなる。

【００７２】

このように、本実施形態では、インクの温度に応じて、第２のホールド工程ｃ１を長くして第１の収縮工程ｂの出力と第１の膨張工程ｄ３の出力との間の期間Ｔ１を調整するようにした。これにより、インクの温度によって、メニスカス振動の波形の位置はずれるものの、実施形態１と同様に、インクの温度の変化に拘わらず吐出特性を安定させることができる。

【００７３】

（実施形態４）

図８は、実施形態４に係る駆動波形を示す図である。

【００７４】

本実施形態では、第２の駆動信号を出力する第２の工程として、第１の膨張工程ｄの後に、第３のホールド工程ｅを介して第２の収縮工程（「第１の信号」に相当）ｆ、第４のホールド工程ｇ及び第２の膨張工程（「第２の信号」に相当）ｈをさらに実行するようにした以外は、実施形態１と同様である。

【００７５】

ここで、第１の収縮工程ｂの駆動信号の出力と第２の収縮工程ｆの駆動信号の出力との間の期間Ｔ２、すなわち、本実施形態では、第１の収縮工程ｂの駆動信号の出力が開始されてから第２の収縮工程ｆの駆動信号の出力が開始されるまでの期間Ｔ２は、圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの自然数倍に近いことが好ましい。また、第２の収縮工程ｆの駆動信号の出力と第２の膨張工程ｈの駆動信号の出力との間の期間Ｔ３、すなわち、第２の収縮工程ｆの駆動信号が出力されている期間と第１の膨張工程ｈの駆動信号が出力されている期間との和の１／２と第３のホールド期間ｇとの合計の期間Ｔ３が、圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの（ｎ－１／２）倍（ｎは自然数）に近いことが好ましい。

【００７６】

これにより、第２の収縮工程ｆが、メニスカス振動によってインクが押し出されるタイミングで実行され、且つ第２の膨張工程ｈがインクが引き込まれるタイミングで実行される。したがって、メニスカス振動の振幅がさらに大きくなり、メニスカスが復帰する期間がより短縮され、インク吐出特性をより確実に安定させることができる。また、このように第２の収縮工程ｆで出力される駆動信号の変化の割合及び第２の膨張工程ｈで出力される駆動信号の割合は常に一定として、例えば、インクの温度に応じて第３のホールド工程ｇの期間を調整して、異なるタイミングで駆動信号を出力するようにすれば、インクの温度に拘わらず確実にメニスカス振動の振幅を小さくすることができる。

【００７７】

ここで、本発明の駆動方法及び従来の駆動方法により、すなわち図９に示す駆動波形を下記表に示すように設定して、圧電素子を駆動しメニスカスの重量変位を計算したところ、以下のような結果が得られた。なお、図９に示す駆動波形は、第１の収縮工程ｂの前に、インク吐出の準備を行うための準備の収縮工程ｉ、準備のホールド工程ｊ及び準備の膨張工程ｋを設けたものである。

【００７８】

【表１】

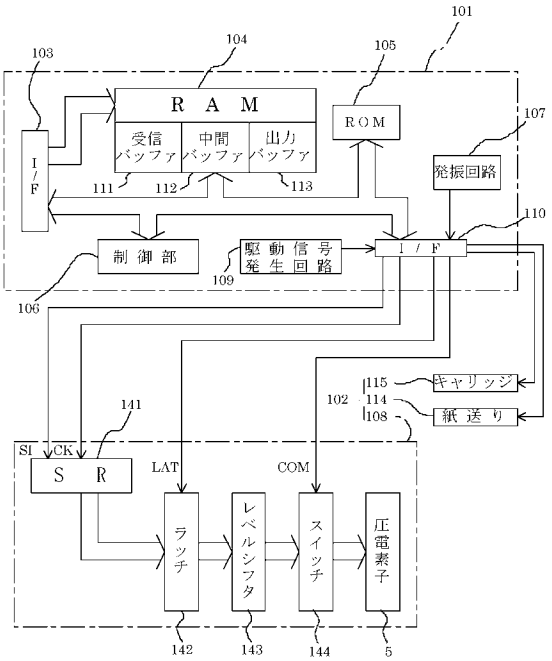
	実施例１	実施例２	比較例
準備の収縮工程（ｉ）	５（μｓ）	５（μｓ）	５（μｓ）
準備のホールド工程（ｊ）	２７（μｓ）	２７（μｓ）	２７（μｓ）
準備の膨張工程（ｋ）	５（μｓ）	５（μｓ）	５（μｓ）
第１の収縮工程（ｂ）	２（μｓ）	２（μｓ）	２（μｓ）
第２のホールド工程（ｃ）	８（μｓ）	４（μｓ）	８（μｓ）
第１の膨張工程（ｄ）	４（μｓ）	１０（μｓ）	１５（μｓ）

【００７９】
駆動波形をこのように設定し、例えば、インクの温度５℃、アクチュエータの最大駆動周波数１４．４ｋＨｚ、インク振動の固有周期Ｔｃを１５μｓとした場合のメニスカス重量の変位を計算した結果を図１０に示す。図１０（ａ）、（ｂ）に示す駆動波形は、それぞれ、実施形態１及び実施形態３の駆動方法を用いた例であり、インクのメニスカス振動の振幅が大きくなるように、第１の収縮工程ｂの駆動振動の出力と第１の膨張工程ｄの駆動信号の出力との間の期間を調整した例である。すなわち、図１０（ａ）に示す実施形態１の駆動波形は、第１の膨張工程ｄの駆動電圧の変化の割合を調整した例であり、（ｂ）に示す実施形態３の駆動波形は、第２のホールド工程ｃの期間を調整した例である。これら実施形態１及び３の駆動波形では、メニスカス振動の振幅は、最大で－２５ｎｇ以上と大きいものの、次にインクが吐出までにメニスカスは復帰している。また、十分に振動を減衰させることができ、所望の吐出量（２０ｎｇ）を確実に得ることができることが分かる。一方、図１０（ｃ）に示す従来例の駆動波形では、メニスカス振動の振幅は、－２０ｎｇ程度と小さいものの、メニスカスがノズル開口に復帰しておらず、所望の吐出量を得ることができないことが分かった。
【００８０】
（他の実施形態）
以上、本発明の各実施形態を説明したが、圧電素子の駆動波形は、上述の駆動波形に限定されず、例えば、図示した台形波形の他、矩形の波形などでもよい。また、インクを吐出するための波形のパターンも、特に限定されず、例えば、図１１に示すように、インク吐出のための第１の収縮工程ｂ１の前に準備の膨張工程ｋ１を設けるようにしてもよく、これにより、インクの吐出速度が増加され吐出特性がさらに向上される。
【００８１】
また、本発明の駆動方法を実現できるインクジェット式記録ヘッドの構成は、特に限定されるものではない。例えば、セラミック基板の代わりに、シリコン基板に薄膜プロセスで圧電アクチュエータを形成すると共に異方性エッチングにより圧力発生室を形成したインクジェット式記録ヘッドにも適用できるし、また、ノズル開口の位置、リザーバの位置などのインク供給の構造なども特に限定されない。また、たわみ変形型圧電アクチュエータによるインクジェット式記録ヘッドに限定されず、縦変位型インクジェット式記録ヘッドの駆動にも適用できる。
【００８２】
図１２には、縦振動型圧電アクチュエータを有するインクジェット式記録ヘッドの一例を示す。図示するように、スペーサ２１には、圧力発生室２２が形成され、スペーサ２１の両側は、ノズル開口２３を有するノズルプレート２４と、弾性板２５とにより封止されている。また、スペーサ２１には、圧力発生室２２にインク供給口２６を介して連通するリザーバ２７が形成されており、リザーバ２７には、図示しないインクタンクが接続される。

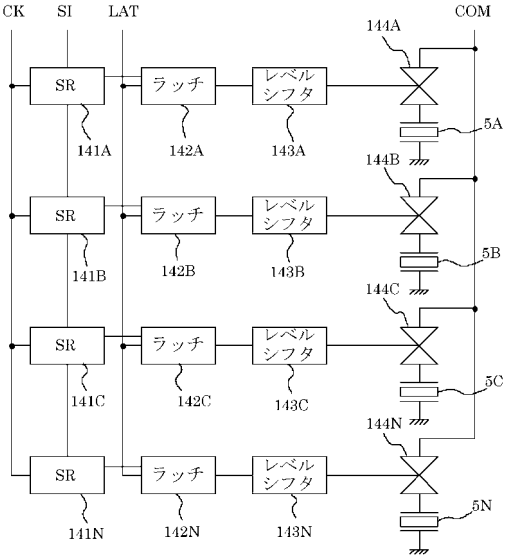
【００８３】
一方、弾性板２５の圧力発生室２２とは反対側には、圧電素子２８の先端が当接している。圧電素子２８は、圧電材料２９と、電極形成材料３０及び３１とを交互にサンドイッチ状に挟んで積層構造になるように構成され、振動に寄与しない不活性領域が固定基板３２に固着されている。なお、固定基板３２と、弾性板２５、スペーサ２１及びノズルプレート２４とは、基台３３を介して一体的に固定されている。
【００８４】
このように構成されたインクジェット式記録ヘッドは、圧電素子２８の電極形成材料３０及び３１に電圧が印加されると、圧電素子２８がノズルプレート２４側に伸張するから、弾性板２５が変位し、圧力発生室２２の容積が圧縮される。従って、例えば、予め電圧を３０Ｖ程度印加した状態から電圧を除去し、圧電素子２８を収縮させてインクをリザーバ２７からインク供給口２６を介して圧力発生室２２に流れ込ませることができる。また、その後、電圧を印加することにより、圧電素子２８を伸張させて弾性板２５により圧力発生室２２を収縮させ、ノズル開口２３からインク滴を吐出させることができる。
【００８５】
よって、かかるインクジェット式記録ヘッドを駆動する場合でも、上述した駆動方法を用いることにより、高い周波数でもインク量を低下させることなく、比較的小さな体積のインク滴を吐出することができる。
【００８６】
また、以上説明したインクジェット式記録ヘッドでは、電圧を印加することにより、圧力発生室を収縮させるものを例示したが、電圧を印加することにより、圧力発生室を膨張させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にも本発明の駆動方法を適用することができる。
【００８７】
このような構造のインクジェット式記録ヘッドの一例を図１３に示す。図１３のインクジェット式記録ヘッドは、図１２の圧電素子２８の代わりに圧電素子２８Ａを有する以外は同様な構造を有する。圧電素子２８Ａは、圧電体材料２９Ａの中に電極形成材料３０Ａ及び３１Ａを交互に縦に配置して積層したものである。従って、両電極形成材料３０Ａ及び３１Ａに電圧を印加すると圧電素子２８Ａが収縮して圧力発生室２２が膨張し、この状態から電圧の印加を解除すると圧力発生室２２が収縮し、ノズル開口２３からインク滴を吐出させることができる。上述した駆動方法の収縮及び膨張の際の電圧の印加及び解除を逆に行うことにより、同様な駆動方法を実施できる。
【００８８】
図１４に、かかるインクジェット式記録ヘッドでの駆動信号の例を示す。図１３のインクジェット式記録ヘッドの各駆動信号は、図１１の各駆動信号に対応し、同様の作用を有する工程には同じ符号を付して説明は省略する。この場合に異なるのは、例えば、準備の膨張工程ｉ及び第１の膨張工程ｄでは、上述した場合と異なって電圧を印加し、逆に、例えば、第１の収縮工程ｂでは、電圧の印加を解除するという点であり、作用効果は上述した場合と同様である。
【００８９】
【発明の効果】
以上説明したように本発明では、圧力発生室を収縮させてノズル開口からインクを吐出させる第１の駆動信号を出力する第１の工程と、吐出されたインクのメニスカス振動の振幅を大きくする第２の駆動信号を出力する第２の工程とを有するため、第１の工程での圧力発生室の収縮により吐出されたインク滴のメニスカス振動の復帰期間を短縮することができ、高い駆動周波数で十分なインク量が得られる。吐出特性が安定し、画質を向上することができる。また、インクの粘度が高い場合に特に効果的であり、従来では粘度が高くて使えなかったインクも利用することができ、インクの選択範囲が広がるという効果を奏する。
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録装置の概略構成を示すブロック図である。
【図２】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドの回路構成を示す回路図である。
【図３】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。
【図４】本発明の実施形態１に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【図５】本発明の実施形態１に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【図６】本発明の実施形態２に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【図７】本発明の実施形態３に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【図８】本発明の実施形態４に係る駆動信号の波形の変形例を示す図である。
【図９】本発明の駆動方法と従来の駆動方法とによるメニスカス振動の比較に用いた駆動信号の波形を示す図である。
【図１０】本発明の実施形態１と３に係るメニスカス振動及び従来の駆動信号の波形によるメニスカス振動を示す図である。
【図１１】本発明の他の実施形態に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【図１２】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの例を示す断面図である。
【図１３】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの例を示す断面図である。
【図１４】本発明の他の実施形態に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【符号の説明】
１　スペーサ
２　圧力発生室
３　弾性板
５　圧電体層
７　インク供給口形成基板
１１　リザーバ
１３　ノズル開口

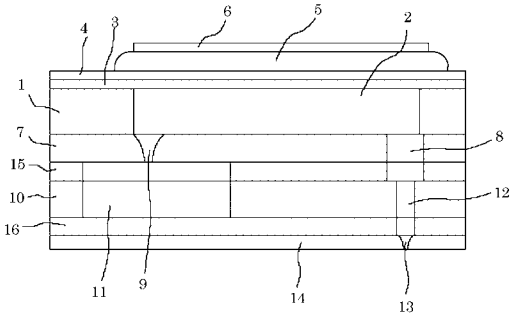
【図１】


101
103
104
105
R A M
受信バッファ
中間バッファ
出力バッファ
ROM
107
I/F
111
112
113
発振回路
110
制御部
駆動信号発生回路
109
I / F
106
115
キャリッジ
102
114
108
紙送り
141
SI
CK
S R
LAT
COM
ラッチ
レベルシフタ
スイッチ
圧電素子
142
143
144
5

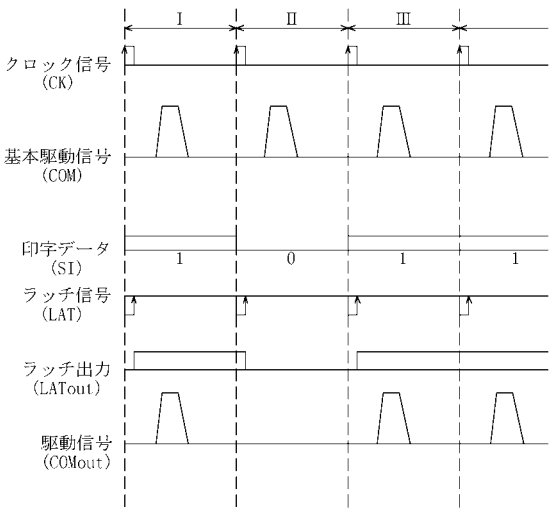
【図２】


CK
SI
LAT
COM
144A
SR
ラッチ
レベルシフタ
5A
141A
142A
143A
144B
5B
141B
142B
143B
144C
5C
141C
142C
143C
144N
5N
141N
142N
143N

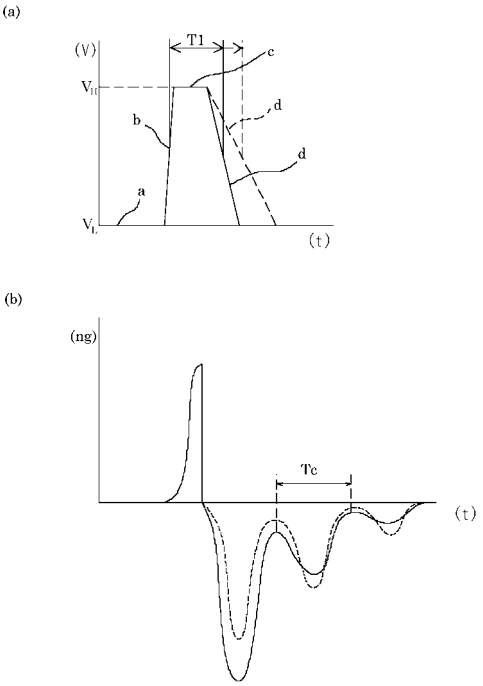
【図３】


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

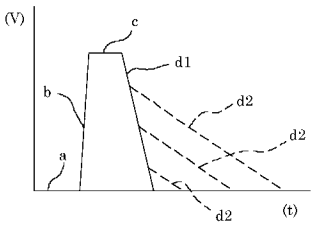
【図４】


I
II
III
クロック信号
(CK)
基本駆動信号
(COM)
印字データ
(SI)
1
0
1
1
ラッチ信号
(LAT)
ラッチ出力
(LATout)
駆動信号
(COMout)

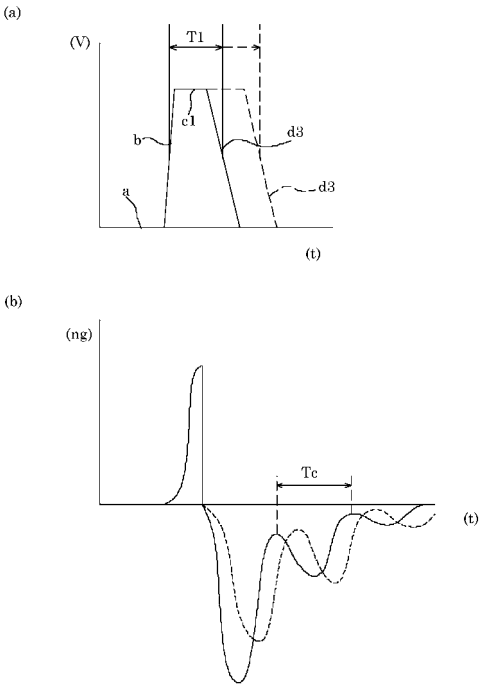
【図５】


(a)
(V)
T1
c
V_H
b
d
d
a
V_L
(t)
(b)
(ng)
Tc
(t)

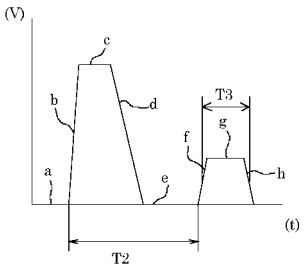
【図６】



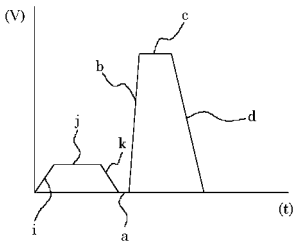
【図７】



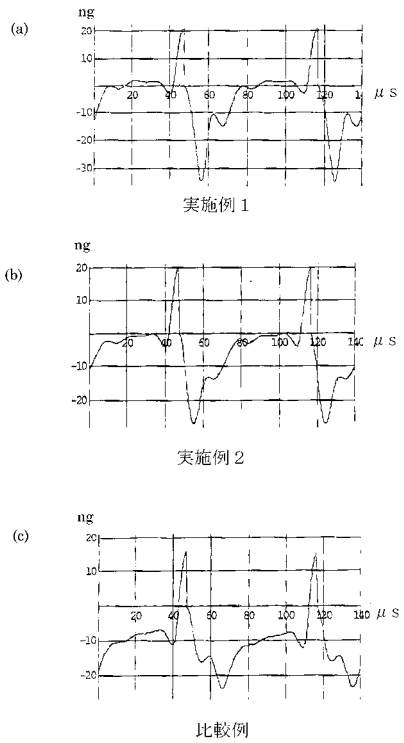
【図８】



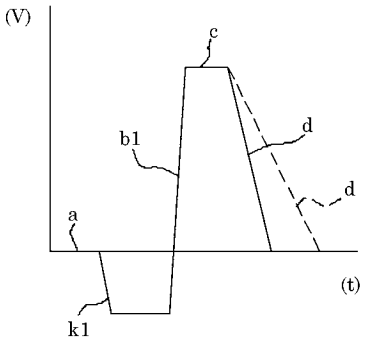
【図９】



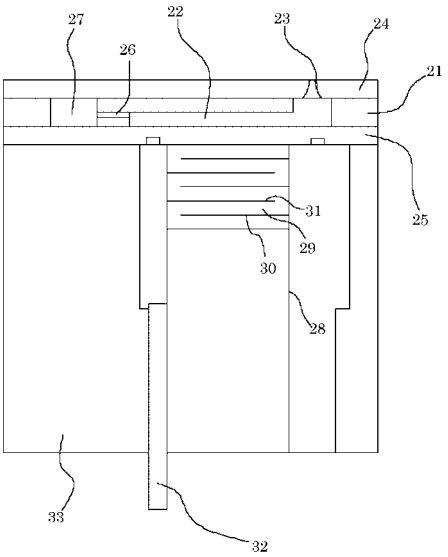
【図１０】



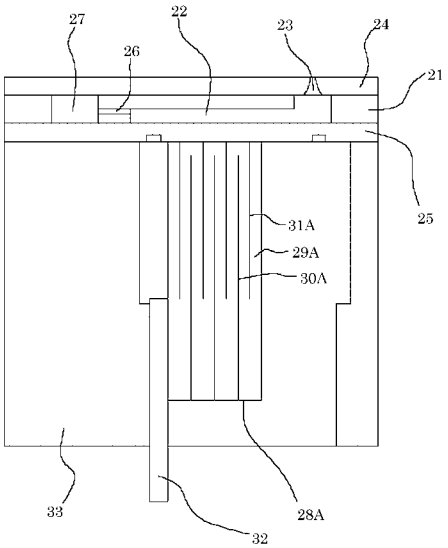
【図１１】



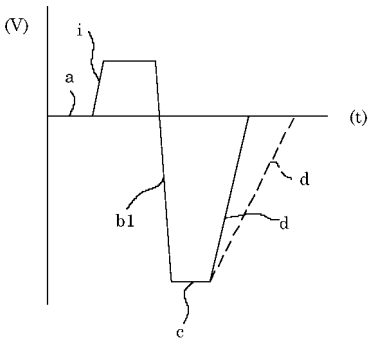
【図１２】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(56)参考文献　特開平１０－２５００６１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B41J2/045
B41J2/055