

(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2008-49590
(P2008-49590A)

(43) 公開日 平成20年3月6日(2008.3.6)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 B 4 1 J 2/045 (2006.01) B 4 1 J 3/04 1 0 3 A 2 C 0 5 7
 B 4 1 J 2/055 (2006.01)

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-228233 (P2006-228233)
 (22) 出願日 平成18年8月24日 (2006.8.24)

(71) 出願人 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 100098073
 弁理士 津久井 照保
 (72) 発明者 寺前 浩文
 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
 Fターム(参考) 2C057 AF08 AG12 AG42 AM21 AM40
 AR08 AR16 AR20 BA03 BA14

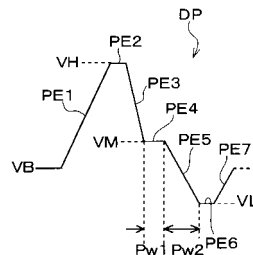
(54) 【発明の名称】 液体噴射装置、及び、液体噴射装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 液滴を安定して吐出することが可能な液体噴射装置、及び、液体噴射装置の制御方法を提供する。

【解決手段】 駆動信号発生回路は、圧力室を膨張させるための第1充電要素PE1と、膨張した圧力室を収縮させるためインク滴を吐出するための第1放電要素PE3と、圧力室をさらに収縮させてインク滴吐出後の圧力室内に生じる残留振動を抑制するための第2放電要素PE5とを吐出パルスDP中に含ませ、第1放電要素PE3の終端から第2放電要素PE5の始端までの時間Pw1を、圧電振動子20の固有振動周期Taの1/3~2/3の範囲内に設定する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノズル開口に連通する圧力室、及び、当該圧力室内の液体に圧力変動を生じさせ得る圧力発生手段を有し、当該圧力発生手段の作動によって圧力室内の液体をノズル開口から液滴として吐出する液体噴射ヘッドと、

前記圧力発生手段を駆動して液滴を吐出するための吐出パルスを含む駆動信号を吐出周期毎に発生する駆動信号発生手段と、

を備える液体噴射装置であって、

前記駆動信号発生手段は、

圧力室を膨張させるための膨張要素と、当該膨張要素によって膨張した圧力室を収縮させて液滴を吐出するための吐出要素と、圧力室をさらに収縮させて液滴吐出後の圧力室内に生じる残留振動を抑制するための制振要素とを前記吐出パルス中に含ませ、

前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定したことを特徴とする液体噴射装置。

10

【請求項 2】

前記駆動信号発生手段は、前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定したことを特徴とする請求項 1 に記載の液体噴射装置。

【請求項 3】

前記駆動信号発生手段は、前記制振要素の始端から終端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a 以上に設定したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の液体噴射装置。

20

【請求項 4】

ノズル開口に連通する圧力室、及び、当該圧力室内の液体に圧力変動を生じさせ得る圧力発生手段を有し、当該圧力発生手段の作動によって圧力室内の液体をノズル開口から液滴として吐出する液体噴射ヘッドと、

前記圧力発生手段を駆動して液滴を吐出するための吐出パルスを含む駆動信号を吐出周期毎に発生する駆動信号発生手段と、

を備える液体噴射装置の制御方法であって、

前記吐出パルスに、圧力室を膨張させるための膨張要素と、当該膨張要素によって膨張した圧力室を収縮させて液滴を吐出するための吐出要素と、圧力室をさらに収縮させて液滴吐出後の圧力室内に生じる残留振動を抑制するための制振要素とを含ませ、

前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定したことを特徴とする液体噴射装置の制御方法。

30

【請求項 5】

前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定したことを特徴とする請求項 4 に記載の液体噴射装置の制御方法。

【請求項 6】

前記制振要素の始端から終端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a 以上に設定したことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の液体噴射装置の制御方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インクジェット式プリンタ等の液体噴射装置、及び、液体噴射装置の制御方法に関するものであり、特に、駆動信号の供給によって圧力発生手段を作動させることによりノズル開口から液滴を吐出する液体噴射ヘッドを備える液体噴射装置、及び、その制御方法に関するものである。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

液体噴射装置は、液体を液滴として吐出可能な液体噴射ヘッドを備え、この液体噴射ヘッドから各種の液体を吐出する装置である。この液体噴射装置の代表的なものとして、例えば、吐出対象物としての記録紙等に対して液体状のインクをインク滴として吐出・着弾させてドットを形成することで記録を行うインクジェット式プリンタ（以下、単にプリンタという）等の画像記録装置を挙げることができる。また、近年においては、この画像記録装置に限らず、ディスプレイ製造装置などの各種の製造装置にも応用されている。

【 0 0 0 3 】

ここで、上記インクジェット式プリンタ（以下、単にプリンタと略記する）を例に挙げると、このプリンタは、共通インク室（リザーバ）から圧力室を通りノズル開口に至る一連のインク流路や、圧力室の容積を変動させるための圧力発生手段（例えば、圧電振動子）等を有する記録ヘッドを搭載し、また、圧力発生手段に供給する駆動信号を発生する駆動信号発生回路（駆動振動発生手段）を備えている。そして、駆動信号発生回路からの駆動信号に含まれる駆動パルスによって圧電振動子を駆動して圧力室内のインクに圧力変動を生じさせ、この圧力変動を利用してノズル開口からインク滴を吐出するように構成されている。この圧力変動に伴って圧力室内のインクには圧力室内が恰も音響管であるかのように振る舞うヘルムホルツ周波数の圧力振動が励起される。この圧力振動の振動周期を固有振動周期 T_c と表す。

【 0 0 0 4 】

ところで、インク滴吐出後には、圧力室内におけるインクの残留振動が問題となる。即ち、この残留振動によってメニスカスの挙動が乱れ、これによりインク滴が不用意に吐出されてしまったり、次に行うインク滴の吐出動作に悪影響を及ぼしたりする虞がある。特に、記録速度の高速化や記録画像の高解像度化に伴って、極く微小（例えば、数 μl ）なインク滴を非常に短い時間（例えば、数 μs ）で連続的に吐出する場合、上記の残留振動を可及的に抑制することが望まれる。このため、この種のプリンタでは、駆動信号中においてインク滴を吐出するための波形要素（吐出要素）の後に制振要素を含ませ、この制振要素によって残留振動を低減するようにしている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 1 2 7 4 1 8 号公報（図 3）

【 発明の開示 】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

ところで、圧力発生手段である圧電振動子も、その形状や材質等によって定まる固有の振動形態を持っている。この圧電振動子に固有の振動周期は、例えば、 T_a として表される。この固有振動周期 T_a の振動は、当該 T_a よりも短い時間で伸縮動作を行うことによって発振される。この圧電振動子の残留振動も、インク滴の吐出特性に悪影響を及ぼす虞がある。特に、1つの圧電材料を櫛歯状に切り分けて作成された振動子ユニットを用い、切り分けられた各圧電振動子を複数のノズル開口に対してそれぞれ対応させている構成では、あるノズル開口においてインク滴を吐出したときの残留振動が、同一振動子ユニットの他の圧電振動子に伝播することにより、当該他の圧電振動子を駆動してノズル開口からインク滴を吐出する際に、インク滴の液量の変動、飛翔速度の変動、或いは飛翔曲がり等の吐出特性の低下が生じる虞がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、液滴吐出後の残留振動を抑制して液滴を安定して吐出することが可能な液体噴射装置、及び、液体噴射装置の制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の液体噴射装置は、上記目的を達成するために提案されたものであり、ノズル開口に連通する圧力室、及び、当該圧力室内の液体に圧力変動を生じさせ得る圧力発生手段

10

20

30

40

50

を有し、当該圧力発生手段の作動によって圧力室内の液体をノズル開口から液滴として吐出する液体噴射ヘッドと、

前記圧力発生手段を駆動して液滴を吐出するための吐出パルスを含む駆動信号を吐出周期毎に発生する駆動信号発生手段と、

を備える液体噴射装置であって、

前記駆動信号発生手段は、

圧力室を膨張させるための膨張要素と、当該膨張要素によって膨張した圧力室を収縮させて液滴を吐出するための吐出要素と、圧力室をさらに収縮させて液滴吐出後の圧力室内に生じる残留振動を抑制するための制振要素とを前記吐出パルス中に含ませ、

前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定したことを特徴とする。

10

【0009】

この構成によれば、吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定することにより、液滴吐出後の圧力発生手段の振動が液滴の吐出方向とは反対方向に変位しているタイミングで制振要素が圧力発生手段に印加されるので、液滴吐出後の圧力発生手段の残留振動を抑制することができる。これにより、圧力発生手段の残留振動に起因する液滴吐出特性の低下を防止することができる。

【0010】

上記構成において、前記駆動信号発生手段が、前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定する構成を採用することが望ましい。

20

【0011】

この構成によれば、吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定し、尚且つ、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定することにより、液滴吐出後の圧力発生手段の残留振動とメニスカスの残留振動の両方を効果的に抑制することができる。これにより、液滴を一層安定して吐出することが可能となる。

【0012】

また、上記構成において、前記駆動信号発生手段が、前記制振要素の始端から終端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a 以上に設定することが望ましい。

30

【0013】

この構成によれば、制振要素を圧力発生手段に印加する際に、固有振動周期 T_a の振動を発振させないようにすることができる。これにより、次の吐出動作への悪影響を防止することができる。

【0014】

また、本発明の液体噴射装置の制御方法は、上記目的を達成するために提案されたものであり、ノズル開口に連通する圧力室、及び、当該圧力室内の液体に圧力変動を生じさせ得る圧力発生手段を有し、当該圧力発生手段の作動によって圧力室内の液体をノズル開口から液滴として吐出する液体噴射ヘッドと、

40

前記圧力発生手段を駆動して液滴を吐出するための吐出パルスを含む駆動信号を吐出周期毎に発生する駆動信号発生手段と、

を備える液体噴射装置の制御方法であって、

前記吐出パルスに、圧力室を膨張させるための膨張要素と、当該膨張要素によって膨張した圧力室を収縮させて液滴を吐出するための吐出要素と、圧力室をさらに収縮させて液滴吐出後の圧力室内に生じる残留振動を抑制するための制振要素とを含ませ、

前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定したことを特徴とする。

【0015】

この構成によれば、吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発

50

生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定することにより、液滴吐出後の圧力発生手段の振動が液滴の吐出方向とは反対方向に変位しているタイミングで制振要素が圧力発生手段に印加されるので、液滴吐出後の圧力発生手段の残留振動を抑制することができる。これにより、圧力発生手段の残留振動に起因する液滴吐出特性の低下を防止することができる。

【0016】

上記構成において、前記吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定することが望ましい。

【0017】

この構成によれば、吐出要素の終端から前記制振要素の始端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定し、尚且つ、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定することにより、液滴吐出後の圧力発生手段の残留振動とメニスカスの残留振動の両方を効果的に抑制することができる。これにより、液滴を一層安定して吐出することが可能となる。

10

【0018】

上記構成において、前記制振要素の始端から終端までの時間を、前記圧力発生手段の固有振動周期 T_a 以上に設定することが望ましい。

【0019】

この構成によれば、制振要素を圧力発生手段に印加する際に、固有振動周期 T_a の振動を発振させないようにすることができる。これにより、次の吐出動作への悪影響を防止することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。なお、以下においては、本発明の液体噴射装置の一例として図1に示すインクジェット式プリンタ（以下、プリンタと略記する）を例示する。

【0021】

図1はプリンタの電気的な構成を示すブロック図である。このプリンタは、プリンタコントローラ1とプリントエンジン2とで概略構成されている。プリンタコントローラ1は、ホストコンピュータ等の外部装置との間でデータの授受を行う外部インタフェース（外部I/F）3と、各種データ等を記憶するRAM4と、各種データ処理のための制御ルーチン等を記憶したROM5と、各部の制御を行う制御部6と、クロック信号を発生する発振回路7と、記録ヘッド10へ供給する駆動信号を発生する駆動信号発生回路8（本発明における駆動信号発生手段の一種）と、吐出データや駆動信号等を記録ヘッド10に出力するための内部インタフェース（内部I/F）9とを備えている。

30

【0022】

制御部6は、各部の制御を行うほか、外部装置から外部I/F3を通じて受信した印刷データを、ドットパターンに対応した吐出データに変換し、この吐出データを内部I/F9を通じて記録ヘッド10側に出力する。また、制御部6は、発振回路7からのクロック信号に基づいて記録ヘッド10に対してラッチ信号やチャンネル信号等を供給する。これらのラッチ信号やチャンネル信号に含まれるラッチパルスやチャンネルパルスは、後述する駆動信号を構成する各パルスの供給タイミングを規定する。

40

【0023】

駆動信号発生回路8は、制御部6によって制御され、圧電振動子20（図2参照）を駆動するための駆動信号を発生する。本実施形態における駆動信号発生回路8は、インク滴を吐出して記録紙上にドットを形成するための吐出パルスや、ノズル開口37（図2参照）に露出したインクの自由表面（メニスカス）を微振動させてインクを攪拌するための微振動パルス等を一記録周期（一吐出周期）内に含む駆動駆動信号COMを発生するように構成されている。

【0024】

50

次に、プリントエンジン 2 側の構成について説明する。プリントエンジン 2 は、記録ヘッド 10 と、キャリッジ移動機構 12 と、紙送り機 13 と、リニアエンコーダ 14 とから構成されている。記録ヘッド 10 は、シフトレジスタ (SR) 15、ラッチ 16、デコーダ 17、レベルシフタ 18、スイッチ 19、及び圧電振動子 20 を備えている。プリンタコントローラ 1 からの吐出データ (SI) は、発振回路 7 からのクロック信号 (CK) に同期して、シフトレジスタ 15 にシリアル伝送される。この吐出データは、2 ビットのデータであり、例えば、非記録 (微振動)、小ドット、中ドット、大ドットからなる 4 階調の記録階調 (吐出階調) を表す階調情報によって構成されている。具体的には、非記録は階調情報「00」、小ドットは階調情報「01」、中ドットが階調情報「10」、大ドットが階調情報「11」と表される。

10

【0025】

シフトレジスタ 15 には、ラッチ 16 が電氣的に接続されており、プリンタコントローラ 1 からのラッチ信号 (LAT) がラッチ 16 に入力されると、シフトレジスタ 15 の吐出データをラッチする。このラッチ 16 にラッチされた吐出データは、デコーダ 17 に入力される。このデコーダ 17 は、2 ビットの吐出データを翻訳してパルス選択データを生成する。このパルス選択データは、駆動信号 COM を構成する各パルスに各ビットを夫々対応させることで構成されている。そして、各ビットの内容、例えば、「0」、「1」に応じて圧電振動子 20 に対する吐出パルスの供給又は非供給が選択される。

【0026】

そして、デコーダ 17 は、ラッチ信号 (LAT) 又はチャンネル信号 (CH) の受信を契機にパルス選択データをレベルシフタ 18 へ出力する。この場合、パルス選択データは、上位ビットから順にレベルシフタ 18 へ入力される。このレベルシフタ 18 は、電圧増幅器として機能し、パルス選択データが「1」の場合、スイッチ 19 を駆動できる電圧、例えば数十ボルト程度の電圧に昇圧された電気信号を出力する。レベルシフタ 18 で昇圧された「1」のパルス選択データは、スイッチ 19 に供給される。このスイッチ 19 の入力側には、駆動信号発生回路 8 からの駆動信号 COM が供給されており、スイッチ 19 の出力側には、圧電振動子 20 が接続されている。

20

【0027】

そして、パルス選択データは、スイッチ 19 の作動、つまり、駆動信号中の駆動パルスの圧電振動子 20 への供給を制御する。例えば、スイッチ 19 へ入力されるパルス選択データが「1」である期間中は、スイッチ 19 が接続状態になって、対応する吐出パルスが圧電振動子 20 に供給され、この吐出パルスの波形に倣って圧電振動子 20 の電位レベルが変化する。一方、パルス選択データが「0」である期間中は、レベルシフタ 18 からはスイッチ 19 を作動させるための電気信号が出力されない。このため、スイッチ 19 は切断状態となり、圧電振動子 20 へは吐出パルスが供給されない。

30

【0028】

このような動作を行うデコーダ 17、レベルシフタ 18、スイッチ 19、及び制御部 6 は、パルス選択供給手段として機能し、吐出データに基づき、駆動信号の中から必要な吐出パルスを選択して圧電振動子 20 に印加 (供給) する。その結果、吐出データを構成する階調情報に応じた量のインク滴がノズル開口から吐出される。また、非記録の階調情報の場合には、例えば、微振動パルスが圧電振動子 20 に供給されて、メニスカスの微振動が行われる。

40

【0029】

図 2 は、上記記録ヘッド 10 の構成を説明する要部断面図である。この記録ヘッド 10 は、ケース 23 と、このケース 23 内に収納される振動子ユニット 24 と、ケース 23 の底面 (先端面) に接合される流路ユニット 25 等を備えている。上記のケース 23 は、例えば樹脂により作製され、その内部には振動子ユニット 24 を収納するための収納空部 26 が形成されている。振動子ユニット 24 は、圧力発生手段の一種として機能する圧電振動子 20 と、この圧電振動子 20 が接合される固定板 28 と、圧電振動子 20 に駆動信号等を供給するためのフレキシブルケーブル 29 とを備えている。図 3 に示すように、圧電

50

振動子 20 は、圧電体層と電極層とを交互に積層した圧電板を櫛歯状に切り分けることで作製された積層型であって、積層方向に直交する方向に伸縮可能な縦振動モードの圧電振動子である。

【0030】

流路ユニット 25 は、流路形成基板 30 の一方の面にノズルプレート 31 を、流路形成基板 30 の他方の面に振動板 32 をそれぞれ接合して構成されている。この流路ユニット 25 には、リザーバ 33 (共通液体室) と、インク供給口 34 と、圧力室 35 と、ノズル連通口 36 と、ノズル開口 37 とを設けている。そして、インク供給口 34 から圧力室 35 及びノズル連通口 36 を経てノズル開口 37 に至る一連のインク流路が、各ノズル開口 37 に対応して形成されている。

10

【0031】

上記ノズルプレート 31 は、ドット形成密度に対応したピッチ (例えば 360 dpi) で複数のノズル開口 37 が列状に穿設されたステンレス等の金属製の薄いプレートである。このノズルプレート 31 には、ノズル開口 37 を列設してノズル列 (ノズル群) が複数設けられており、1つのノズル列は、例えば 360 個のノズル開口 37 によって構成される。

【0032】

上記振動板 32 は、支持板 38 の表面に弾性体膜 39 を積層した二重構造である。本実施形態では、金属板の一種であるステンレス板を支持板 38 とし、この支持板 38 の表面に樹脂フィルムを弾性体膜 39 としてラミネートした複合板材を用いて振動板 32 を作製している。この振動板 32 には、圧力室 35 の容積を変化させるダイヤフラム部 40 が設けられている。また、この振動板 32 には、リザーバ 33 の一部を封止するコンプライアンス部 41 が設けられている。

20

【0033】

上記のダイヤフラム部 40 は、エッチング加工等によって支持板 38 を部分的に除去することで作製される。即ち、このダイヤフラム部 40 は、圧電振動子 20 の自由端部の先端面が接合される島部 42 と、この島部 42 を囲う薄肉弾性部 43 とからなる。上記のコンプライアンス部 41 は、リザーバ 33 の開口面に対向する領域の支持板 38 を、ダイヤフラム部 40 と同様にエッチング加工等によって除去することにより作製され、リザーバ 33 に貯留された液体の圧力変動を吸収するダンパーとして機能する。なお、本実施形態においては、振動板 32 を、支持板 38 及び弾性体膜 39 の 2つの部材から構成した例を示したが、これには限られない。例えば、振動板 32 を単一の部材から構成して、ダイヤフラム部 40 における薄肉弾性部 43 に対応する部分や、コンプライアンス部 41 に対応する部分を薄肉化する構成を採用しても良い。

30

【0034】

そして、上記の島部 42 には圧電振動子 20 の先端面が接合されているので、この圧電振動子 20 の自由端部を伸縮させることで圧力室 35 の容積を変動させることができる。この容積変動に伴って圧力室 35 内のインクに圧力変動が生じる。そして、記録ヘッド 10 は、この圧力変動を利用してノズル開口 37 からインク滴を吐出させるようになっている。

40

【0035】

次に、上記駆動信号発生回路 8 について説明する。

図 4 は、駆動信号発生回路 8 の構成を説明するブロック図である。この駆動信号発生回路 8 は、駆動信号を構成する各吐出パルスを生成する波形生成回路 45 と、この波形生成回路 45 からの信号に対する電流増幅を行う電流増幅回路 50 とから概略構成されている。

【0036】

波形生成回路 45 は、波形メモリ 51 と、第 1 波形ラッチ回路 (ラッチ 1) 52 と、第 2 波形ラッチ回路 (ラッチ 2) 53 と、加算器 54 と、デジタルアナログ変換器 (D/A 変換器) 55 と、電圧増幅回路 56 とを備えている。波形メモリ 51 は、複数種類の電圧

50

変化量のデータを個別に記憶する変化量データ記憶手段として機能する。第1波形ラッチ回路52は、第1タイミング信号に同期して波形メモリ51の所定アドレスに記憶された電圧変化量のデータを保持するようになっている。加算器54には、第1波形ラッチ回路52と第2波形ラッチ回路53とが接続されており、第1波形ラッチ回路52の出力と第2波形ラッチ回路53の出力とが入力されるように構成されている。そして、この加算器54は、変化量データ加算手段として機能し、ラッチ回路52, 53の出力信号同士を加算して出力する。

【0037】

第2波形ラッチ回路53は、第2タイミング信号に同期して加算器54から出力されたデータ(電圧情報)を保持する出力データ保持手段である。D/A変換器55は、第2波形ラッチ回路53の後段に接続されており、第2波形ラッチ回路53が保持する出力信号をデジタル信号からアナログ信号に変換する。電圧増幅回路56は、D/A変換器55の出力側に接続されており、このD/A変換器55で変換されたアナログ信号を駆動信号の電圧まで増幅する。

10

【0038】

電流増幅回路50は、電圧増幅回路56の出力側、即ち、波形生成回路45の後段に接続されており、電圧増幅回路56で電圧が増幅された信号に対する電流増幅を行って駆動信号COMとして出力する。

【0039】

上記の構成を有する駆動信号発生回路8では、駆動信号の生成に先立って、電圧変化量を示す複数の変化量データを波形メモリ51の記憶領域に個別に記憶させる。例えば、制御部6は、変化量データとこの変化量データに対応するアドレスデータとを波形メモリ51に出力する。そして、波形メモリ51は、変化量データをアドレスデータで指定される記憶領域に記憶する。なお、本実施形態において、変化量データは正負の情報(増減情報)を含んだデータで構成され、アドレスデータは4ビットのアドレス信号で構成される。

20

【0040】

このようにして、複数種類の変化量データが波形メモリ51に記憶されると、駆動信号の生成が可能になる。駆動信号の生成は、変化量データを第1波形ラッチ回路52にセットし、所定の更新周期毎に、第1波形ラッチ回路52にセットした変化量データを第2波形ラッチ回路53からの出力電圧に加算することで行う。

30

【0041】

本実施形態では、第1波形ラッチ回路52への変化量データのセットを、波形メモリ51に入力された4ビットのアドレス信号と、第1波形ラッチ回路52に入力される第1タイミング信号とによって行う。即ち、波形メモリ51は、アドレス信号に基づいて対象となる変化量データを選択する。そして、第1タイミング信号が入力されると、第1波形ラッチ回路52は、選択された変化量データを波形メモリ51から読み出して保持する。

【0042】

第1波形ラッチ回路52に保持された変化量データは加算器54に入力される。この加算器54には、第2波形ラッチ回路53が保持している出力電圧も入力されているので、加算器54からの出力データは第1波形ラッチ回路52が保持する変化量データと第2波形ラッチ回路53が保持する出力電圧とが加算された電圧値となる。ここで、変化量データには正負の情報が含まれているので、変化量データが正の値の場合には、加算器54からの出力データは出力電圧よりも高い電圧値になる(つまり、増加する)。一方、変化量データが負の値の場合には、加算器54からの出力データは出力電圧よりも低い電圧値になる(つまり、減少する)。なお、変化量データが値「0」の場合には、加算器54からの出力データは出力電圧と同じ電圧値になる。そして、加算器54からの出力データは、第2タイミング信号に同期して第2波形ラッチ回路53に取り込まれて保持される。つまり、第2波形ラッチ回路53からの出力電圧は、第2タイミング信号に同期して更新される。そして、第2波形ラッチ回路53からの出力電圧は、D/A変換器55によってデジタル信号からアナログ信号に変換された後、電圧増幅回路56及び電流増幅回路50を経

40

50

て駆動信号COMとして出力される。

【0043】

図5は、上記構成の駆動信号発生回路8が発生する駆動信号COMに含まれる吐出パルスDPの構成を説明する波形図である。この吐出パルスDPは、基準電位VBから最高電位VHまで比較的穏やかな勾配で電位を上昇させる第1充電要素PE1（膨張要素の一種）と、最高電位VHを極く短時間維持する第1ホールド要素PE2と、最高電位VHから中間電位VMまで比較的急峻な勾配で電位を降下させる第1放電要素PE3（吐出要素の一種）と、中間電位VMを所定の時間維持する第2ホールド要素PE4と、第1放電要素PE3よりも緩やかな勾配で中間電位VMから最低電位VLまで電位を降下させる第2放電要素PE5（制振要素の一種）と、最低電位VLを所定時間維持する第3ホールド要素PE6と、最低電位VLから基準電位VBまで電位を復帰させる第2充電要素PE7とにより構成されている。

10

【0044】

この吐出パルスDPが圧電振動子20に供給されると次のように作用する。まず、第1充電要素PE1が供給されて圧電振動子20が収縮すると、圧力室35が基準電位VBに対応する基準容積から最高電位VHで規定される最大容積に膨張する。この圧力室35の膨張状態は、第1ホールド要素PE2の供給期間中に亘って維持される。その後、第1放電要素PE3が供給されることにより圧電振動子20が急激に伸長して圧力室35の容積が収縮する。これにより、圧力室35内のインクが加圧され、ノズル開口37から数p1のインク滴が吐出される。この圧力室35の収縮状態は、第2ホールド要素PE4の供給期間に亘って維持される。この間に、インク滴の吐出によって吐出方向に突出したメニスカスが、再び圧力室側へと引き込まれる。このタイミングにあわせて第2放電要素PE5が圧電振動子20に供給される。これにより、圧電振動子20がさらに伸長して圧力室35の容積が収縮する。これにより、インク滴の吐出に伴うメニスカスの残留振動が抑制される。その後、第3ホールド要素PE6及び第2充電要素PE7が圧電振動子20に順次供給されて圧力室35が基準容積に復帰する。

20

【0045】

次に、インク滴の吐出に伴って生じる残留振動の抑制について説明する。

上述したように、インク滴を吐出する際、圧力室35内のインクには圧力室内が恰も音響管であるかのように振る舞う固有振動周期Tcの圧力振動が励起される。この残留振動によってメニスカスが不安定となっている状態で次のインク滴の吐出を行うと、インク滴の飛翔速度の低下や飛翔曲がり等の吐出特性の低下を招く虞があるため、制振要素としての第2放電要素PE5を吐出パルスDPに含ませ、この第2放電要素PE5を圧電振動子20に供給することによって残留振動を抑制している。

30

【0046】

ところで、圧力発生手段である圧電振動子20も、その形状や材質等によって定まる固有の振動形態を持っている。

図6は、インク滴吐出後の圧電振動子20に生じる残留振動の様子を示した図であり、(a)は圧電振動子20に固有の振動周期（固有振動周期Ta）よりも長い時間で当該圧電振動子20を伸張させた場合、(b)は固有振動周期Taよりも短い時間で圧電振動子20を伸張させた場合、をそれぞれ示している。なお、同図においてMxで示す点がインク滴を吐出すべく圧電振動子20が最も伸張したタイミングである。また、波形が上へ向かうほど圧電振動子20がより伸張した状態であり、逆に下に向かうほど、より収縮した状態であることを示す。同図(a)に示すように、圧電振動子20を固有振動周期Taよりも長い時間で伸張させた場合には、当該周期Taの振動は発振されないため、吐出後の残留振動の振幅は比較的小さい。これに対し、同図(b)に示すように、固有振動周期Taよりも短い時間で圧電振動子20を伸張させた場合には、その当該周期Taの振動が発振されることにより、吐出後の残留振動の振幅が(a)の場合と比較して大きくなる。

40

【0047】

上記吐出パルスDPでは、微小なインク滴を高速に吐出させるために、第1放電要素P

50

E 3 の圧電振動子 20 への供給期間が固有振動周期 T_a よりも短く設定されている。このため、第 1 放電要素 P E 3 の圧電振動子 20 への供給によってインク滴を吐出する際に、圧電振動子 20 に固有振動周期 T_a の振動が励起される。この圧電振動子 20 の残留振動が、インク滴の吐出特性に悪影響を及ぼす虞がある。具体的には、圧電振動子 20 の残留振動が、同一振動子ユニット 24 の他の圧電振動子 20 に伝播することにより、当該他の圧電振動子 20 を駆動してインク滴を吐出する際に、インク滴の液量の変動、飛翔速度の変動、或いは飛翔曲がり等が生じる虞がある。

【 0 0 4 8 】

このため、上記プリンタでは、インク滴の吐出後、制振が行われるタイミングを最適化することにより、圧電振動子 20 の残留振動を可及的に抑制している。具体的には、図 5 に示すように、駆動信号発生回路 8 が吐出パルス D P を生成する際に、吐出要素である第 1 放電要素 P E 3 の終端から制振要素である第 2 放電要素 P E 5 の始端までの時間 (P w 1) を、圧電振動子 20 の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内に設定する。これにより、インク滴吐出後の圧電振動子 20 の振動がインク滴の吐出方向とは反対方向 (圧力室 35 を膨張させる方向) に変位しているタイミングで第 2 放電要素 P E 5 が圧電振動子 20 に印加されるので、図 7 に示すように、インク滴吐出後の圧電振動子 20 の残留振動を効率良く抑制することができる。これにより、微小なインク滴をより高速に吐出する場合においても、圧電振動子 20 の残留振動に起因する他の圧電振動子 20 (他のノズル開口 37) における吐出特性の低下を防止することができる。特に、P w 1 を上記範囲内に設定した場合、固有振動周期 T_a の振動が励起されてから速やかに制振が行われるので、より早い段階で残留振動を抑制することができる。

【 0 0 4 9 】

また、駆動信号発生回路 8 は、上述したようにインク滴吐出後におけるメニスカス残留振動を抑制するべく、第 1 放電要素 P E 3 の終端から第 2 放電要素 P E 5 の始端までの時間 (P w 1) を最適化している。即ち、当該時間を、圧電振動子 20 の固有振動周期 T_a の $1/3 \sim 2/3$ の範囲内であって、尚且つ、圧力室 35 内のインクの固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定している。このように、第 1 放電要素 P E 3 の終端から第 2 放電要素 P E 5 の始端までの時間を固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定すると、インク滴吐出後のメニスカスの振動がインク滴の吐出方向とは反対方向 (圧力室 35 側に引き込まれる方向) に変位しているタイミングで第 2 放電要素 P E 5 が圧電振動子 20 に印加されるので、インク滴吐出後のメニスカスの残留振動を可及的に早い段階で抑制することができる。その結果、同一ノズル開口 37 から短い周期で連続的にインク滴を吐出する場合においても、前回の吐出動作によるメニスカスの残留振動が次の吐出動作に対して悪影響を及ぼすことを防止することができる。その結果、記録ヘッド 10 の高周波駆動が可能となる。

【 0 0 5 0 】

さらに、本実施形態においては、第 2 放電要素 P E 5 の始端から終端までの時間、即ち、第 2 放電要素 P E 5 の発生時間 (P w 2) を、圧電振動子 20 の固有振動周期 T_a 以上に設定している。これにより、この第 2 放電要素 P E 5 によって圧電振動子 20 を駆動しても固有振動周期 T_a の振動を発振させないようにすることができる。これにより、次の吐出動作への悪影響をより確実に防止することができる。

【 0 0 5 1 】

図 8 は、インク滴を吐出したときのメニスカスの振動状態を示すグラフであり、(a) は吐出後に制振を行わない構成の場合、(b) は本発明を適用した場合を示している。なお、グラフにおいて横軸は経過時間を表し、縦軸はメニスカスの吐出方向の位置を表している。縦軸における 0 の位置はノズル面に対応しており、これよりも波形が上へ向かうほどノズル面よりも外側 (吐出側) にメニスカスが突出し、逆に下へ向かうほど圧力室側にメニスカスが引き込まれることを意味する。また、D で示す時点が、インク滴の吐出タイミングである。図 8 (a) に示すように、制振を行わない場合においては、インク滴の吐出後に比較的振幅の大きい固有振動周期 T_c の残留振動が生じているのに対し、図 8 (b) に示すように、本発明を適用した場合には、図 8 (a) と比べて、上記残留振動が低く

抑えられていることが分かる。

【0052】

また、第1放電要素PE3の終端から第2放電要素PE5の始端までの時間Pw1を、固有振動周期Tcの1/3以下であって、圧電振動子20の固有振動周期Taの1/3~2/3の範囲外に設定した場合、固有振動周期Tcの残留振動に重畳するように、このTcの振動よりも周期が短い圧電振動子の固有振動周期Taの残留振動が発生し、このTaの残留振動の振幅が、図8において0で示す位置よりも上側に突出してしまう虞がある。しかしながら、本実施形態のように、第1放電要素PE3の終端から第2放電要素PE5の始端までの時間Pw1を、固有振動周期Tcの1/3以下であって、圧電振動子20の固有振動周期Taの1/3~2/3の範囲内に設定すると、周期Tcの残留振動及び周期Taの残留振動の両方を抑制することができるため、残留振動の振幅が0の位置よりも上に出ることがない。

10

【0053】

ところで、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて種々の変形が可能である。

例えば、上記実施形態では、本発明における吐出パルスDpの一例として、図5に示す吐出パルスDpを挙げて説明したが、吐出パルスの形状はこれには限られない。少なくとも、圧力室を膨張させるための膨張要素と、膨張した圧力室を収縮させてインク滴を吐出するための吐出要素と、圧力室をさらに収縮させて吐出後の圧力室内に生じる残留振動を抑制するための制振要素とを含む構成の吐出パルスであれば、任意の波形のものを用いることができる。

20

【0054】

また、上記実施形態では、本発明における圧力発生手段として所謂縦振動モードの圧電振動子20を例示したが、これに限定されるものではなく、インク滴(液滴)の吐出後の残留振動が問題となる圧力発生手段であれば本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】プリンタの電氣的な構成を説明するブロック図である。

【図2】記録ヘッドの構成を説明する要部断面図である。

【図3】振動子ユニットの構成を説明する斜視図である。

30

【図4】駆動信号発生回路の電氣的構成を説明するブロック図である。

【図5】吐出パルスの構成を説明する波形図である。

【図6】インク滴吐出後の圧電振動子に生じる残留振動の様子を示した図であり、(a)は固有振動周期Taよりも長い時間で圧電振動子を伸張させた場合、(b)は固有振動周期Taよりも短い時間で圧電振動子を伸張させた場合をそれぞれ示す。

【図7】本発明を適用した場合における圧電振動子の残留振動の様子を示した図である。

【図8】インク滴を吐出したときのメニスカスの振動状態を示すグラフであり、(a)は吐出後の制振を行わない構成の場合、(b)は本発明を適用した場合を示す。

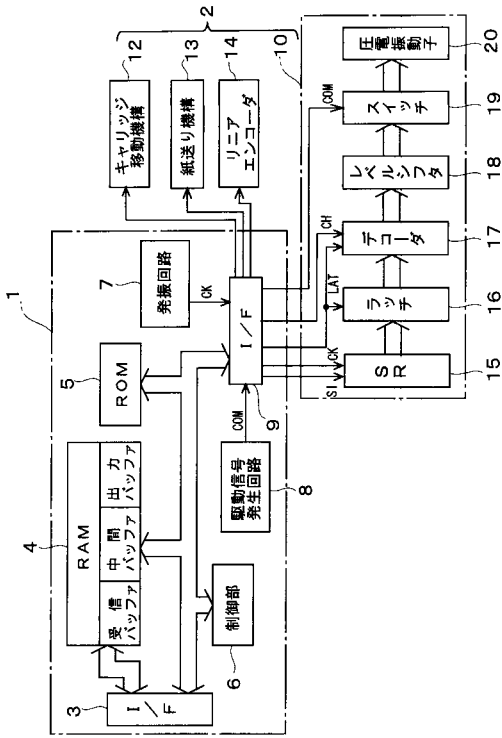
【符号の説明】

【0056】

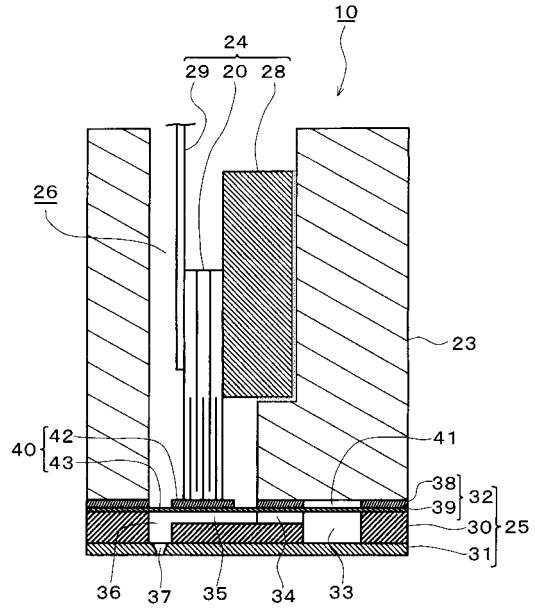
40

1...プリンタコントローラ, 2...プリントエンジン, 6...制御部, 8...駆動信号発生回路, 10...記録ヘッド, 20...圧電振動子, 24...振動子ユニット, 35...圧力室, 37...ノズル開口

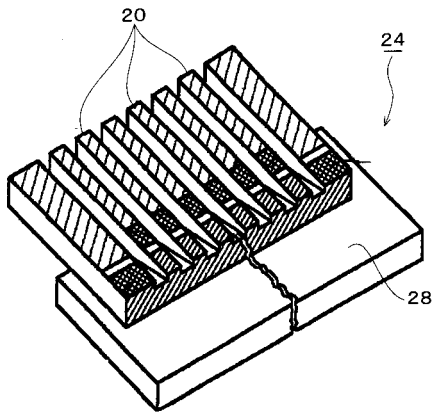
【図 1】



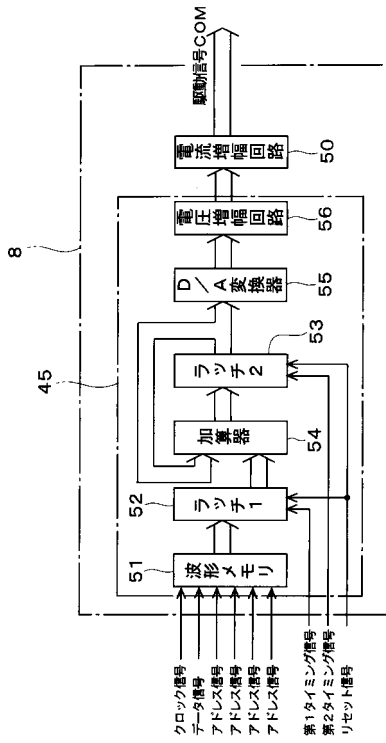
【図 2】



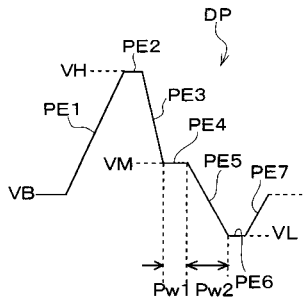
【図 3】



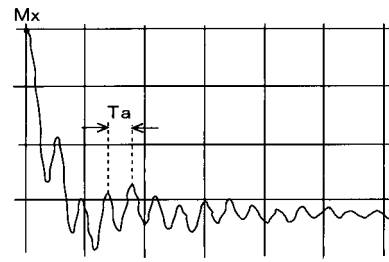
【図 4】



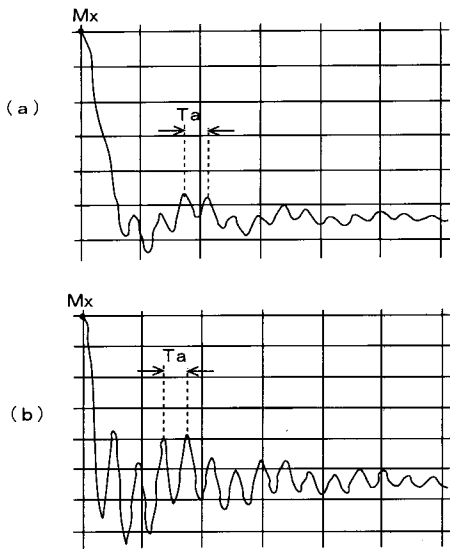
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】

