

(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2019-59131

(P2019-59131A)

(43) 公開日 平成31年4月18日(2019.4.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 4 1 J 2/015 (2006.01)	B 4 1 J 2/015 1 0 1	2 C 0 5 6
B 4 1 J 2/14 (2006.01)	B 4 1 J 2/14 3 0 5	2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/01 (2006.01)	B 4 1 J 2/01 4 0 1	
	B 4 1 J 2/01 4 5 1	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-185856 (P2017-185856)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成29年9月27日 (2017. 9. 27)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区新宿四丁目1番6号
		(74) 代理人	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(72) 発明者	松原 圭孝
			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)	2C056 EA01 EA04 EB58 EC03 EC07
			EC42 FA10
			2C057 AF02 AF23 AG44 AL03 AL31
			AM03 AM16 AM21 AN01 BA04
			BA14

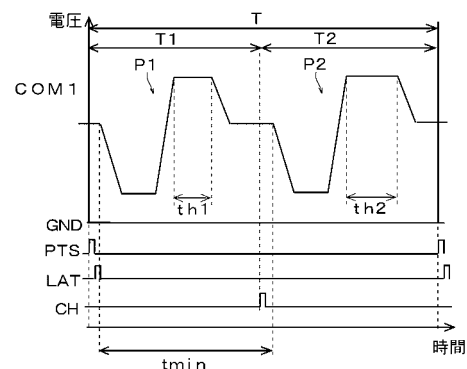
(54) 【発明の名称】 液体吐出装置

(57) 【要約】

【課題】 駆動周波数を高めた場合においても液体の吐出を安定させることが可能な液体吐出装置を提供する。

【解決手段】 駆動パルスによる圧力発生部の駆動周波数が最高となる最高駆動周波数で2つ以上の駆動パルスが連続して圧力発生部に印加される第1吐出期間と、最高駆動周波数の1周期又は2周期分の期間であって駆動パルスが圧力発生部に印加されない非吐出期間と、2つ以上の前記駆動パルスが圧力発生部に印加される第2吐出期間と、がこの順で連続する場合において、第1吐出期間の最後に圧力発生部に印加される後側駆動パルスのホールド波形要素の長さ t_{h2} が、後側駆動パルスの1つ前に圧力発生部に印加される前側駆動パルスのホールド波形要素の長さ t_{h1} よりも長いことを特徴とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体を吐出するノズルと、
前記ノズルに連通する圧力室と、
前記圧力室内の液体に圧力変動を生じさせる圧力発生部と、
前記圧力発生部に印加される駆動パルスが発生する駆動信号発生回路と、
を備える液体吐出装置であって、

前記駆動パルスは、前記圧力室の容積を収縮させて前記ノズルから液体を吐出させる収縮波形要素と、当該収縮波形要素により収縮された前記圧力室を膨張させる膨張波形要素と、前記収縮波形要素と前記膨張波形要素との間に発生され、前記圧力室の収縮状態を維持するホールド波形要素と、を有し、

前記駆動パルスによる前記圧力発生部の駆動周波数が最高となる最高駆動周波数で 2 つ以上の駆動パルスが連続して前記圧力発生部に印加される第 1 吐出期間と、前記最高駆動周波数の 1 周期又は 2 周期分の期間であって前記駆動パルスが前記圧力発生部に印加されない非吐出期間と、2 つ以上の前記駆動パルスが前記圧力発生部に印加される第 2 吐出期間と、がこの順で連続する場合において、前記第 1 吐出期間の最後に前記圧力発生部に印加される後側駆動パルスの前記ホールド波形要素の長さが、前記後側駆動パルスの 1 つ前に前記圧力発生部に印加される前側駆動パルスの前記ホールド波形要素の長さよりも長いことを特徴とする液体吐出装置。

【請求項 2】

前記前側駆動パルスと前記後側駆動パルスとは、前記ホールド波形要素の長さを除いて同一波形構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の液体吐出装置。

【請求項 3】

前記前側駆動パルスの前記ホールド波形要素の時間 t_{h1} は、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c に基づき、

$$T_c \times 0.5 \leq t_{h1} \leq T_c \times 0.55$$

に設定され、

前記後側駆動パルスの前記ホールド波形要素の時間 t_{h2} は、前記時間 t_{h1} 及び前記固有振動周期 T_c に基づき、

$$t_{h2} = t_{h1} \times 0.14 + T_c \times 0.55$$

に設定されたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の液体吐出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インクジェット式記録装置などの液体吐出装置に関し、特に、ノズルに連通する圧力室内の液体に圧力発生部の駆動によって圧力変動を生じさせることによりノズルから液体を吐出させる液体吐出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液体吐出装置は、液体を液滴としてノズルから吐出可能な液体吐出ヘッドを備え、この液体吐出ヘッドから各種の液体を吐出する装置である。この液体吐出装置の代表的なものとして、例えば、インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドという）を備え、この記録ヘッドのノズルから液体状のインクをインク滴として吐出させて画像等の記録を行うインクジェット式記録装置（プリンター）等の画像記録装置を挙げることができる。また、この他、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタに用いられる色材、有機 EL（Electro Luminescence）ディスプレイに用いられる有機材料、電極形成に用いられる電極材等、様々な種類の液体の吐出に液体吐出装置が用いられている。そして、画像記録装置用の記録ヘッドでは液状のインクを吐出し、ディスプレイ製造装置用の色材吐出ヘッドでは R（Red）・G（Green）・B（Blue）の各色材の溶液を吐出する。また、電極形成装置用の電極材吐出ヘッドでは液状の電極材料を吐出し、チップ製造装置用の生体有機物吐出ヘッドで

は生体有機物の溶液を吐出する。

【0003】

液体吐出装置の一種であるプリンターには、記録媒体に液体の一種であるインクを記録媒体に向けて吐出・着弾させて大きさの異なるドットを形成することで画像等を記録する多階調記録が可能なものがある（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に開示されているプリンターは、画像の構成単位である1画素に対応する駆動信号内の複数の駆動パルス（吐出パルス）の中から圧力発生部（圧力発生素子）に印加する駆動パルスを選択又は選択しないことで、1画素あたりの液体の吐出数を変更して階調記録を行うように構成されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-249686号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記のプリンターでは、記録速度の高速化の要請に対応するため、駆動パルスによって圧力発生部を駆動する周波数である駆動周波数が高められる傾向にある。そして、例えば、プリンターの仕様上の最高駆動周波数でノズルからインクが複数回吐出される吐出期間（第1吐出期間）の後に、当該ノズルからインクが吐出されない所定の非吐出期間経て当該ノズルからインクの吐出が再開される吐出期間（第2吐出期間）が続くような吐出パターンの場合、第1吐出期間の最後の吐出後のインクの残留振動により、非吐出期間に続く第2吐出期間においてノズルから吐出されるインク滴の飛翔速度（初速）や量（重量・体積）が目標とする値から変動し、吐出が不安定になりやすいという不具合があった。このような不具合は、駆動周波数が高められるほど顕著となる。このため、駆動周波数を高めることが困難となっていた。

20

【0006】

なお、このような課題は、ノズルからインクを吐出して画像等を記録するプリンターに限られず、圧力発生部を駆動させることでノズルから各種の液体を吐出する他の液体吐出装置においても同様に存在する。

30

【0007】

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、駆動周波数を高めた場合においても液体の吐出を安定させることが可能な液体吐出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の液体吐出装置は、上記目的を達成するために提案されたものであり、液体を吐出するノズルと、

前記ノズルに連通する圧力室と、

前記圧力室内の液体に圧力変動を生じさせる圧力発生部と、

40

前記圧力発生部に印加される駆動パルスを発生する駆動信号発生回路と、

を備える液体吐出装置であって、

前記駆動パルスは、前記圧力室の容積を収縮させて前記ノズルから液体を吐出させる収縮波形要素と、当該収縮波形要素により収縮された前記圧力室を膨張させる膨張波形要素と、前記収縮波形要素と前記膨張波形要素との間に発生され、前記圧力室の収縮状態を維持するホールド波形要素と、を有し、

前記駆動パルスによる前記圧力発生部の駆動周波数が最高となる最高駆動周波数で2つ以上の駆動パルスが連続して前記圧力発生部に印加される第1吐出期間と、前記最高駆動周波数の1周期又は2周期分の期間であって前記駆動パルスが前記圧力発生部に印加されない非吐出期間と、2つ以上の前記駆動パルスが前記圧力発生部に印加される第2吐出期

50

間と、がこの順で連続する場合において、前記第1吐出期間の最後に前記圧力発生部に印加される後側駆動パルスの前記ホールド波形要素の長さが、前記後側駆動パルスの1つ前に前記圧力発生部に印加される前側駆動パルスの前記ホールド波形要素の長さよりも長いことを特徴とする。

【0009】

本発明によれば、後側駆動パルスのホールド波形要素の長さが、後側駆動パルスの1つ前に圧力発生部に印加される前側駆動パルスのホールド波形要素の長さよりも長いことにより、第1吐出期間における液滴の吐出に伴って生じる振動（残留振動）を抑制することが可能となる。これにより、非吐出期間後の第2吐出期間において吐出が不安定になることが抑制される。その結果、駆動周波数を高めることが可能となる。

10

【0010】

また、上記構成において、前記前側駆動パルスと前記後側駆動パルスとは、前記ホールド波形要素の長さを除いて同一波形構成であることが望ましい。

【0011】

この構成によれば、前記前側駆動パルスと前記後側駆動パルスとでノズルから吐出される液滴の飛翔速度や量等の吐出特性を揃えることが可能となる。

【0012】

そして、上記各構成において、前記前側駆動パルスの前記ホールド波形要素の時間 t_{h1} は、前記圧力室内の液体の固有振動周期 T_c に基づき、

$$T_c \times 0.5 \leq t_{h1} \leq T_c \times 0.55$$

20

に設定され、

前記後側駆動パルスの前記ホールド波形要素の時間 t_{h2} は、前記時間 t_{h1} 及び前記固有振動周期 T_c に基づき、

$$t_{h2} = t_{h1} \times 0.14 + T_c \times 0.55$$

に設定された構成を採用することが望ましい。

【0013】

この構成によれば、前側駆動パルスでは収縮波形要素による液滴の吐出に伴って生じた振動を膨張波形要素により制振することができ、また、後側駆動パルスでは第1吐出期間における残留振動をより効果的に抑制することが可能となる。これにより、ノズルから吐出される液滴の飛翔速度をより高めると共に駆動周波数を高めることが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】液体吐出装置（プリンター）の一形態の構成を説明する斜視図である。

【図2】液体吐出装置の電氣的構成を説明するブロック図である。

【図3】液体吐出ヘッド（記録ヘッド）の部分断面図である。

【図4】第1駆動信号の一例を説明する波形図である。

【図5】第1駆動パルスの一例を説明する波形図である。

【図6】第2駆動パルスの一例を説明する波形図である。

【図7】第2駆動信号の一例を説明する波形図である。

【図8】第3駆動パルスの一例を説明する波形図である。

40

【図9】ラージドットを形成する場合の駆動パルスの選択パターンを示す波形図である。

【図10】ミドルドットを形成する場合の駆動パルスの選択パターンを示す波形図である。

。

【図11】スモールドットを形成する場合の駆動パルスの選択パターンを示す波形図である。

【図12】従来構成における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【図13】従来構成における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【図14】従来構成における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【図15】従来構成における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【図16】第1駆動パルスの第1収縮ホールド要素の時間に対する第2駆動パルスの第1

50

収縮ホールド要素の時間の割合とインクの吐出安定性についての合否との関係をインク滴速度別に示した表である。

【図 17】本発明における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【図 18】第 1 の実施形態の変形例における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【図 19】第 2 の実施形態における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【図 20】比較例としての従来構成における吐出パターンの一例について説明する波形図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を実施するための形態を、添付図面を参照して説明する。なお、以下に述べる実施の形態では、本発明の好適な具体例として種々の限定がされているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。また、以下においては、本発明の液体吐出装置として、インクジェット式記録装置（以下、プリンター）を例に挙げて説明する。

【0016】

図 1 は、プリンター 1 の一形態の構成を説明する斜視図、図 2 は、プリンター 1 の電氣的な構成を説明するブロック図である。本実施形態におけるプリンター 1 は、紙送り機構 3、キャリッジ移動機構 4、リニアエンコーダー 5、及び記録ヘッド 6 を有するプリントエンジン 2 と、このプリントエンジン 2 の各部を制御するプリンターコントローラー 7 と

【0017】

プリンターコントローラー 7 は、プリンターの各部の制御を行う制御ユニットである。本実施形態におけるプリンターコントローラー 7 は、制御回路 9 及び駆動信号発生回路 10 等を備えている。制御回路 9 は、プリンター全体の制御を行うための演算処理装置であり、図示しない CPU や記憶装置等から構成されている。制御回路 9 は、記憶装置に記憶されているプログラム等に従って、各ユニットを制御する。また、本実施形態における制御回路 9 は、外部機器等から受信した印刷データに基づき、印刷動作（液体吐出動作）の際、記録ヘッド 6 のノズル 21（図 3 参照）からどのタイミングでどの大きさのインク滴（液滴）を吐出させるかを示す吐出データを生成し、当該吐出データを記録ヘッド 6 のヘッドコントローラー 12 に送信する。

【0018】

また、制御回路 9 は、後述するようにキャリッジ 16 の移動（主走査）に伴ってリニアエンコーダー 5 から出力されるエンコーダー信号（エンコーダーパルス）からタイミング信号（タイミングパルス）PTS（図 4 及び図 7 参照）を生成するタイミングパルス生成手段として機能する。このタイミング信号 PTS は、駆動信号発生回路 10 が発生する駆動信号の発生開始タイミングを定める信号である。つまり、駆動信号発生回路 10 は、このタイミング信号 PTS を受信する毎に駆動信号 COM を出力する。換言すると、駆動信号発生回路 10 は、上記のタイミング信号 PTS に基づく周期（以下、単位周期 T という。）で駆動信号 COM を繰り返し発生する。本実施形態におけるプリンター 1 において、タイミング信号 PTS に基づく駆動信号 COM の発生周波数は、例えば、20〔kHz〕以上に設定されている。また、制御回路 9 は、印刷データのラッチタイミングを規定するラッチ信号 LAT、及び、駆動信号に含まれる各駆動パルスの選択タイミングを規定するチェンジ信号 CH を出力する。

【0019】

駆動信号発生回路 10 は、駆動信号の波形に関する波形データに基づいて、アナログの電圧信号を生成し、これを図示しない増幅回路により増幅して駆動信号 COM を生成する。本実施形態における駆動信号発生回路 10 は、上記の単位周期 T で、それぞれ、図 4 に示される第 1 駆動信号 COM1 と、図 7 に示される第 2 駆動信号 COM2 と、を繰り返し発生する。これらの第 1 駆動信号 COM1 及び第 2 駆動信号 COM2 の詳細については後

10

20

30

40

50

述する。駆動信号発生回路 10 により発生された駆動信号 COM 1 及び COM 2 は、記録ヘッド 6 のヘッドコントローラー 12 に送信される。

【0020】

次に、プリントエンジン 2 について説明する。このプリントエンジン 2 は、図 1 に示すように、紙送り機構 3、キャリッジ移動機構 4、リニアエンコーダー 5、及び、記録ヘッド 6 等を備えている。キャリッジ移動機構 4 は、液体吐出ヘッドの一種である記録ヘッド 6 が取り付けられたキャリッジ 16 と、このキャリッジ 16 を、タイミングベルト等を介して走行させる駆動モーター（例えば、DC モーター）等からなり（図示せず）、キャリッジ 16 に搭載された記録ヘッド 6 をガイドロッド 18 に沿って主走査方向に移動させる。紙送り機構 3 は、紙送りモーター及び紙送りローラー等からなり、記録媒体 S（液滴の着弾対象の一種）をプラテン上に順次送り出して副走査を行う。また、リニアエンコーダー 5 は、キャリッジ 16 に搭載された記録ヘッド 6 の走査位置に応じたエンコーダー信号を、主走査方向における位置情報としてプリンターコントローラー 7 の制御回路 9 に出力する。制御回路 9 は、リニアエンコーダー 5 側から受信したエンコーダー信号に基づいて記録ヘッド 6 の走査位置（現在位置）を把握することができる。

10

【0021】

このように構成されたプリンター 1 は、紙送り機構 3 によって記録媒体 S を順次搬送すると共に、記録媒体 S に対して記録ヘッド 6 を主走査方向に相対移動させながら、当該記録ヘッド 6 のノズル 21（図 3 参照）から液体の一種であるインク（インク滴）を吐出させて、記録媒体 S 上に当該インクを着弾させることにより画像等を記録する。なお、インクカートリッジ 17 がプリンターの本体側に配置され、当該インクカートリッジ 17 のインクが供給チューブを通じて記録ヘッド 6 側に送られる構成を採用することもできる。

20

【0022】

図 3 は、記録ヘッド 6 の内部構成を説明する要部断面図である。

本実施形態における記録ヘッド 6 は、ノズルプレート 22、流路基板 23、圧電素子 24、及びケース 20 等を積層して構成されている。ノズルプレート 22 は、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル 21 が列状に開設された板状の部材であり、例えば、シリコン単結晶基板あるいはステンレス等の金属板により作製される。本実施形態では、複数のノズル 21 から構成されるノズル列（ノズル群の一種）がノズルプレート 22 に 2 列並設されている。本実施形態におけるノズル列は、例えば合計 400 個のノズル 21 により構成されている。

30

【0023】

流路基板 23 には、複数の圧力室 26 が、上記ノズルプレート 22 の各ノズル 21 に対応して複数形成されている。この流路基板 23 における圧力室 26 の列の外側には、共通液室 25 が形成されている。この共通液室 25 は、供給口 27 を介して各圧力室 26 と個々に連通している。また、共通液室 25 には、インクカートリッジ 17 側からのインクがケース 20 のインク導入路 28 を通じて導入される。流路基板 23 のノズルプレート 22 側とは反対側の上面には、弾性膜 30 を介して圧電素子 24（本発明における圧力発生部の一種）が形成されている。

【0024】

圧電素子 24 は、金属製の下電極膜と、例えばチタン酸ジルコン酸鉛等からなる圧電体層と、金属からなる上電極膜（何れも図示せず）とを順次積層することで形成されている。この圧電素子 24 は、所謂撓みモードの圧電素子であり、圧力室 26 の上部を覆うように形成されている。本実施形態において、2 列のノズル列に対応して 2 列の圧電素子列が、並設されている。各圧電素子 24 の端子部には、信号経路の一部を構成し配線部材の一種である COF（Chip On Film）等の配線基板 31 が電気的に接続されている。この配線基板 31 は、プリンターコントローラー 7 から送られてくる駆動信号を圧電素子 24 に印加する。本実施形態においてはこの配線基板 31 にヘッドコントローラー 12（図 2 参照）が設けられているが、これには限られず、ヘッドコントローラー 12 がインターポザーとして機能する別途の基板に配置される構成を採用することもできる。駆動信号発生回

40

50

路 10 側から配線基板 31 を通じて送られてきた駆動信号 COM1, COM2 は、制御回路 9 から送られてきた吐出データに基づき選択的に圧電素子 24 に印加される。駆動信号 COM1 及び COM2 に含まれる駆動パルス（後述する P1 ~ P3）が圧電素子 24 に印加されると、当該圧電素子 24 は、当該駆動パルスの電圧波形に応じて変形する。これにより、当該圧電素子 24 に対応する圧力室 26 内のインクに圧力変動が生じ、このインクの圧力変動によりノズル 21 からインクが吐出される。

【0025】

図 4 は本実施形態における第 1 駆動信号 COM1 の構成の一例を説明する波形図である。また、図 5 は第 1 駆動信号 COM1 に含まれる第 1 駆動パルス P1 の波形図、図 6 は第 1 駆動信号 COM1 に含まれる第 2 駆動パルス P2 の波形図である。なお、各図において横軸は時間を、縦軸は電圧（電位）を、それぞれ示している。本実施形態の第 1 駆動信号 COM1 は、上記のようにタイミング信号 PTS 及びラッチ信号 LAT で規定される単位周期 T で駆動信号発生回路 10 から繰り返し発生される。この単位周期 T は、ラッチ信号 LAT に応じて発生されるチェンジ信号 CH により前半部分の第 1 周期 T1 と後半部分の第 2 周期 T2 とに分けられる。本実施形態において、前半（第 1 周期 T1）において第 1 駆動パルス P1（本発明における前側駆動パルスの一種）が発生され、後半（第 2 周期 T2）において第 2 駆動パルス P2（本発明における後側駆動パルスの一種）が発生される。

【0026】

図 5 及び図 6 に示されるように、これらの各駆動パルス P1, P2 は、いずれも、第 1 予備膨張要素 p1 と、第 1 膨張ホールド要素 p2 と、第 1 収縮要素 p3（本発明における収縮波形要素に相当）と、第 1 収縮ホールド要素 p4（本発明におけるホールド波形要素に相当）と、第 1 復帰膨張要素 p5（本発明における膨張波形要素に相当）と、を備えている。ただし、第 1 駆動パルス P1 と第 2 駆動パルス P2 とでは、第 1 収縮ホールド要素 p4 の時間（第 1 収縮電位 VH1 を維持する時間）th1、th2 が互いに異なっている。より具体的には、第 2 駆動パルス P2 の第 1 収縮ホールド要素 p4 の時間 th2 は、第 1 駆動パルス P1 の第 1 収縮ホールド要素 p4 の時間 th1 よりも長く設定されている。そして、これらの駆動パルス P1, P2 は、第 1 収縮ホールド要素 p4 の時間 th1、th2 を除いて同じ波形構成となっている。すなわち、第 1 予備膨張要素 p1、第 1 膨張ホールド要素 p2、第 1 収縮要素 p3、及び第 1 復帰膨張要素 p5 の各波形要素の時間、電位（電位差）については、第 1 駆動パルス P1 と第 2 駆動パルス P2 とで同じとなっている。このため、各駆動パルスにより圧電素子 24 が駆動されて当該圧電素子 24 に対応するノズル 21 から吐出されるインク滴の量や飛翔速度（吐出特性）は、第 1 駆動パルス P1 と第 2 駆動パルス P2 とで同程度に揃えられている。

【0027】

第 1 予備膨張要素 p1 は、駆動パルスの電位変化の始点及び終点の電位である基準電位 VB から当該基準電位 VB よりも低い第 1 膨張電位 VL1 まで電位が変化する波形要素である。第 1 膨張ホールド要素 p2 は、第 1 予備膨張要素 p1 の終端電位である第 1 膨張電位 VL1 を一定時間維持する波形要素である。第 1 収縮要素 p3 は、第 1 膨張電位 VL1 から基準電位 VB よりも高い第 1 収縮電位 VH1 まで比較的急峻な電位勾配（単位時間当たりの電位変化率）で変化する波形要素である。第 1 収縮ホールド要素 p4 は、第 1 収縮電位 VH1 を所定時間維持する波形要素である。この第 1 収縮ホールド要素 p4 の第 1 収縮電位 VH1 を維持する時間に関し、上記したように、第 1 駆動パルス P1 では th1 に設定され、第 2 駆動パルス P2 では th1 よりも長い th2 に設定されている。各駆動パルス P1, P2 の第 1 収縮ホールド要素 p4 の時間の詳細については後述する。第 1 復帰膨張要素 p5 は、第 1 収縮電位 VH1 から基準電位 VB まで電位が復帰する波形要素である。

【0028】

圧電素子 24 に第 1 駆動パルス P1 が印加される直前（インクが吐出される前）の状態では、圧電素子 24 には基準電位 VB が継続して印加されており、圧力室 26 内には圧電

10

20

30

40

50

素子 2 4 の駆動に基づく圧力変化（圧力振動）は生じていない。この状態から上記の駆動パルス P 1, P 2 が圧電素子 2 4 に印加されると、まず、第 1 予備膨張要素 p 1 によって圧電素子 2 4 は圧力室 2 6 の外側（ノズル 2 1 から遠ざかる側）に向かって撓み、これに伴って圧力室 2 6 が基準電位 V B に対応する基準容積から第 1 膨張電位 V L 1 に対応する第 1 膨張容積まで膨張する。この膨張により、ノズル 2 1 におけるメニスカスが圧力室 2 6 側に大きく引き込まれる。そして、この圧力室 2 6 の膨張状態は、第 1 膨張ホールド要素 p 2 によって所定時間だけ維持された後、第 1 収縮要素 p 3 により圧電素子 2 4 が圧力室 2 6 の内側（ノズル 2 1 に近づく側）に向かって撓む。これに伴い、圧力室 2 6 は第 1 膨張容積から第 1 収縮電位 V H 1 に対応する第 1 収縮容積まで急激に収縮される。これにより、圧力室 2 6 内のインクが加圧されて、ノズル 2 1 内のメニスカスが吐出側（プラテン上の記録媒体 S 側）に押し出される。続いて、第 1 収縮ホールド要素 p 4 が供給され、圧力室 2 6 が収縮した状態が所定時間だけ維持される。すなわち、第 1 駆動パルス P 1 の場合、圧力室 2 6 の収縮状態が時間 t h 1 だけ維持され、第 2 駆動パルス P 2 の場合、圧力室 2 6 の収縮状態が時間 t h 1 よりも長い時間 t h 2 だけ維持される。この間に、インクが慣性によりノズル形成面におけるノズル 2 1 の開口よりも外側に押し出されて、記録ヘッド 6 が吐出可能なインク滴のサイズのうちの中間の大きさであるミドルドットに相当する量のインク滴がノズル 2 1 から吐出される。その後、第 1 復帰膨張要素 p 5 が圧電素子 2 4 に印加され、当該圧電素子 2 4 は基準位置まで変位する。これにより、圧力室 2 6 が収縮容積から基準容積まで膨張する。

【0029】

図 7 は本実施形態における第 2 駆動信号 C O M 2 の構成の一例を説明する波形図である。また、図 8 は第 2 駆動信号 C O M 2 に含まれる第 3 駆動パルス P 3 の波形図である。本実施形態における第 2 駆動信号 C O M 2 は、第 1 駆動信号 C O M 1 と同様にタイミング信号 P T S 及びラッチ信号 L A T で規定される単位周期 T で駆動信号発生回路 1 0 から繰り返し発生される。この第 2 駆動信号 C O M 2 では、単位周期 T において第 3 駆動パルス P 3 のみが発生される。本実施形態における第 3 駆動パルス P 3 は、記録ヘッド 6 のノズル 2 1 から吐出可能なインク滴のサイズのうち最も小さいインク滴（スモールドット）を吐出するための駆動パルスである。図 8 に示されるように、本実施形態における第 3 駆動パルス P 3 は、第 2 予備膨張要素 p 1 1 と、第 2 膨張ホールド要素 p 1 2 と、第 2 収縮要素 p 1 3 と、第 1 中間ホールド要素 p 1 4 と、再膨張要素 p 1 5 と、第 2 中間ホールド要素 p 1 6 と、再収縮要素 p 1 7 と、再収縮ホールド要素 p 1 8 と、第 2 復帰膨張要素 p 1 9 と、からなる。

【0030】

第 2 予備膨張要素 p 1 1 は、基準電位 V B から当該基準電位 V B よりも低い第 2 膨張電位 V L 2 まで一定勾配で電位が変化する波形要素である。第 2 膨張ホールド要素 p 1 2 は、第 2 予備膨張要素 p 1 1 の終端電位である第 2 膨張電位 V L 2 を一定時間維持する波形要素である。第 2 収縮要素 p 1 3 は、第 2 膨張電位 V L 2 から当該第 2 膨張電位 V L 2 よりも高く且つ後述する第 2 収縮電位 V H 2 よりも低い第 1 中間収縮電位 V M 1 まで電位が変化する波形要素である。第 1 中間ホールド要素 p 1 4 は、第 1 中間収縮電位 V M 1 を一定時間維持する波形要素である。再膨張要素 p 1 5 は、第 1 中間収縮電位 V M 1 から当該第 1 中間収縮電位 V M 1 よりも低く且つ第 2 膨張電位 V L 2 よりも高い第 2 中間電位 V M 2 まで電位が下降する波形要素である。第 2 中間ホールド要素 p 1 6 は、第 2 中間電位 V M 2 を一定時間維持する波形要素である。再収縮要素 p 1 7 は第 2 中間電位 V M 2 から第 1 中間収縮電位 V M 1 よりも高い第 2 収縮電位 V H 2 まで電位が変化する波形要素である。再収縮ホールド要素 p 1 8 は、第 2 収縮電位 V H 2 を一定時間維持する波形要素である。第 2 復帰膨張要素 p 1 9 は、第 2 収縮電位 V H 2 から基準電位 V B まで電位が復帰する波形要素である。

【0031】

上記の第 3 駆動パルス P 3 が圧電素子 2 4 に印加されると、まず、第 2 予備膨張要素 p 1 1 によって圧電素子 2 4 は圧力室 2 6 の外側に向かって撓み、これに伴って圧力室 2 6

が基準電位 V_B に対応する基準容積から第 2 膨張電位 V_{L2} に対応する第 2 膨張容積まで膨張し、ノズル 21 におけるメニスカスが圧力室 26 側に大きく引き込まれる。この圧力室 26 の膨張状態は、第 2 膨張ホールド要素 p_{12} によって所定時間だけ維持される。第 2 膨張ホールド要素 p_{12} によるホールドの後、第 2 収縮要素 p_{13} により圧電素子 24 が圧力室 26 の内側に向かって急激に撓む。これに伴い、圧力室 26 は第 2 膨張容積から第 1 中間収縮電位 V_{M1} に対応する中間収縮容積まで収縮される。これにより、圧力室 26 内のインクが加圧されて、メニスカスが吐出側に押し出される。この後、第 1 中間ホールド要素 p_{14} が圧電素子 24 に印加され、圧力室 26 が収縮した状態が所定時間だけ維持される。

【0032】

続いて、再膨張要素 p_{15} が圧電素子 24 に印加されることにより、当該圧電素子 24 が圧力室 26 の外側に向かって急激に撓む。これに伴い、圧力室 26 は、中間収縮容積から第 2 中間電位 V_{M2} に対応する中間膨張容積まで再度膨張する。ここで、ノズル 21 の内部では、中央部（ノズル 21 の仮想的な中心軸に近い部分）のインクほど圧力室 26 内の圧力変化に追従して動きやすい一方、ノズル内壁面に近い部分ほどその粘性が影響して圧力変化に追従し難いため移動速度が遅くなる。このため、圧力室 26 を急激に膨張させると、主にメニスカスの中央部が圧力室 26 側に再度引き込まれる一方、メニスカスにおいてノズル 21 の内壁面に近い部分は、中央部よりも吐出側に位置する。圧力室 26 の膨張状態は、第 2 中間ホールド要素 p_{16} によって所定時間だけ維持される。

【0033】

第 2 中間ホールド要素 p_{16} の後、再収縮要素 p_{17} により圧電素子 24 が圧力室 26 の内側に向かってより大きく撓む。これに伴い、圧力室 26 は中間膨張容積から第 2 収縮電位 V_{H2} に対応する第 2 収縮容積まで急激に収縮される。これにより、圧力室 26 内のインクが加圧されて、圧力変化に追従しやすいメニスカスの中央部が吐出側に押し出される。圧力室 26 の収縮状態は、再収縮ホールド要素 p_{18} により所定時間だけ維持される。再収縮ホールド要素 p_{18} の後、第 2 復帰膨張要素 p_{19} が圧電素子 24 に印加され、当該圧電素子 24 は基準位置まで変位する。これにより、圧力室 26 が第 2 収縮容積から基準容積まで膨張する。上記の再収縮要素 p_{17} により慣性力によって主にメニスカスの中央部が吐出方向へ伸びつつある状態でこの方向とは逆方向にノズル 21 内のインクが引き込まれるので、メニスカスの中央部分の吐出側に押し出された部分がノズル 21 内のインクから分離し、この分離した部分が、第 1 駆動パルス P_1 又は第 2 駆動パルス P_2 により吐出されるインク滴よりも微小なスモールドットに対応するインク滴として記録媒体 S に向けて飛翔する。

【0034】

図 9～図 11 は記録階調に応じた駆動パルスの選択パターンについて説明する波形図である。より具体的には、図 9 はラージドットを記録する際の駆動パルスの選択パターン、図 10 はミドルドットを記録する際の駆動パルスの選択パターン、図 11 はスモールドットを記録する際の駆動パルスの選択パターンをそれぞれ示している。本実施形態では、記録媒体 S における 1 つの画素（画像等の構成単位）の形成領域に対し、ドットを形成しない非記録も含めて合計 4 階調の表現が可能となっている。すなわち、単位周期 T 内で圧電素子 24 に印加する駆動パルスの数や種類を変えることで 1 つの画素領域（記録媒体 S における仮想上の画素形成領域）に対して記録されるドットの大きさを異ならせることができる。単位周期 T 内における駆動パルスの選択は、印刷データに基づいて行われる。例えば、画素領域にドットを形成しない非記録の場合、何れの駆動パルスも圧電素子 24 に印加されない。このため、単位周期 T においてノズル 21 からはインク（インク滴）が吐出されない。また、単位周期 T において画素領域にラージドットを形成する場合、図 9 に示されるように、第 1 駆動信号 COM_1 の単位周期 T 内の 2 つの駆動パルス P_1 及び P_2 が選択されて圧電素子 24 に順次印加されることで、単位周期 T 内でインク滴の吐出動作が 2 回連続して行われる。これにより、ノズル 21 からミドルドットに相当する量のインク滴が 2 回連続して吐出され、記録媒体 S の画素領域に各インク滴が着弾して 2 つのドット

が形成される。そして、これらのドットによりラージドットが構成される。

【0035】

単位周期 T において画素領域にミドルドットを形成する場合、図 10 に示されるように、第 1 駆動信号 $COM1$ の第 2 周期 $T2$ における第 2 駆動パルス $P2$ のみが選択されて圧電素子 24 に印加される（第 1 周期 $T1$ では基準電位 VB で一定）。これにより、単位周期 T 内ではインク滴の吐出動作が 1 回行われる。これにより、ノズル 21 からミドルドットに相当する量のインク滴が 1 回吐出され、当該インク滴が記録媒体 S に着弾すると当該記録媒体 S には 1 つのドットが形成される。本実施形態においては、この 1 つドットによりミドルドットが構成される。そして、単位周期 T において画素領域にスモールドットを形成する場合、図 11 に示されるように、第 2 駆動信号 $COM2$ の単位周期 T における第 3 駆動パルス $P3$ のみが圧電素子 24 に印加されることで、単位周期 T でノズル 21 から 1 回だけインクが吐出される。これにより、ノズル 21 からスモールドットに相当する量のインク滴が 1 回吐出され、記録媒体 S には 1 つのドットが形成され、これがスモールドットとなる。

【0036】

図 12～図 15 は、比較例としての従来構成のプリンターにおけるインク滴の吐出パターンについて説明する波形図である。従来構成のプリンターでは、第 1 駆動信号 $COM1$ において、単位周期 T 内に同一形状の駆動パルスが 2 つ連続している。

この種のプリンターでは、記録速度の高速化の要請に対応するため、駆動パルスによって圧電素子を駆動する周波数（駆動パルスが圧電素子に印加される周波数）である駆動周波数が高められる傾向にある。駆動周波数が高められた場合に問題となるのが、インクの吐出に伴って生じる振動（残留振動）によるインクの吐出特性に対する影響である。すなわち、同一ノズルから比較的高い駆動周波数でインクを連続して吐出させる場合に、先の吐出により生じた残留振動が収束しないうちに次の吐出が行われるため、この残留振動の位相によっては次に吐出されるインク滴の量や飛翔速度が増減する（すなわち、吐出が不安定になる）虞がある。この点に関し、従来 of プリンターでは、例えば、図 12 に示されるように、プリンターの仕様上の最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t_{min} （例えば、 $25[\mu s]$ ））で同一ノズルからインク滴を連続的に吐出させる吐出パターンの場合、パルス印加周期 t_{min} で連続する各駆動パルスのうちの前側の駆動パルスによる吐出で生じた残留振動に対して、後側の駆動パルスによる吐出により生じる振動が逆位相となるような関係となるように設定されている。このため、このような吐出パターンでは、従来よりも短いパルス印加周期 t_{min} で駆動パルスを印加すると、先の吐出による残留振動が減衰する前に後の吐出のための駆動パルスが印加されることになるが、先の吐出による残留振動と次の吐出のための駆動パルスの最初の要素で発生する振動との関係が逆位相であるため、先の吐出による残留振動を次の吐出で制振しながら連続的に吐出が行われるので、吐出特性は比較的安定する。また、単位周期 T 内に駆動パルスが 1 つだけの駆動波形では、図 13 に示されるように、スモールドットを連続して記録する場合、図 12 の最高駆動周波数（パルス印加周期 t_{min} ）よりも低い駆動周波数（パルス印加周期 t_{max} ）で同一ノズルからインク滴が連続的に吐出される。このようにスモールドットを連続して吐出させる吐出パターンの場合、先の吐出から次の吐出までの時間が図 12 の場合よりも長くなり、先の吐出で生じた残留振動は次の吐出までの間に減衰するので、吐出特性は比較的安定する。また、図 14 に示されるように、ミドルドットを連続して記録する場合も、最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t_{min} ）よりも低い駆動周波数（パルス印加周期 $t_{min} \times 2$ ）で同一ノズルからインク滴が連続的に吐出されるため、先の吐出で生じた残留振動は次の吐出までの間に減衰するので、吐出特性は比較的安定する。

【0037】

ところが、図 15 に示されるように、インクを吐出するための駆動パルスが最高駆動周波数で 2 つ以上連続して圧電素子 24 に印加される第 1 吐出期間（図 15 の例では、単位周期 $T(n)$ ）と、最高駆動周波数におけるパルス周期の 2 周期分の期間であって、インクを吐出するための駆動パルスが圧電素子 24 に印加されない非吐出期間（図 15 の例で

は、単位周期 $T(n+1)$ と、インクを吐出するための駆動パルスが圧電素子 24 に 2 つ以上印加される第 2 吐出期間（図 15 の例では、単位周期 $T(n+2)$ ）と、がこの順で連続する場合、すなわち、最高駆動周波数でのインクの連続吐出が断続的に行われる吐出パターンの場合、第 1 吐出期間で生じる残留振動が、非吐出期間中も振動し続け、第 2 吐出期間の最初の駆動パルスの第 1 予備膨張要素 p 1 の位相と残留振動の位相とが同位相となるため、第 2 吐出期間の最初の駆動パルスによる残留振動が大きくなり、さらに次の駆動パルスが最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t_{min} ）で連続して印加されるため、さらに残留振動による影響を受け第 2 吐出期間における吐出が不安定になりやすいという課題があった。

【0038】

本発明に係るプリンター 1 では、最高駆動周波数で連続する駆動パルス、具体的には、ラージドットを形成するための第 1 駆動パルス P 1 及び第 2 駆動パルス P 2 に関し、第 2 駆動パルス P 2 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h2} を、第 1 駆動パルス P 1 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h1} よりも長く設定することで、上記問題を解決している。以下、この点について説明する。

【0039】

図 16 は、第 1 駆動パルス P 1 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h1} に対する第 2 駆動パルス P 2 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h2} の割合（〔%〕）と、インクの吐出安定性についての可否との関係を、ノズル 21 から吐出されるインク滴の初速（インク滴速度〔 m/s 〕）別に示した表である。この表では、上記の最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t_{min} ）でインクの連続吐出が断続的に行われる吐出パターン（2 回連続吐出する第 1 吐出期間、最高駆動周波数の 2 周期分の非吐出期間、2 回連続吐出する第 2 吐出期間がこの順に連続する吐出パターン）において、第 2 吐出期間でノズル 21 から吐出されるインク滴の実際のインク滴速度や量（重量・体積）の目標値からのずれがプリンター 1 の仕様上の許容範囲内である場合を合格「○」とし、許容範囲外となった場合を不合格「×」としている。また、インク滴速度は、プリンター 1 において駆動パルス P 1、P 2 の電圧 V_d の大きさ（第 1 膨張電位 V_{L1} と第 1 収縮電位 V_{H1} との電位差：図 5 及び図 6 参照）によって規定される目標値である。したがって、インク滴速度が 6.0〔 m/s 〕の場合、7.0〔 m/s 〕の場合、8.0〔 m/s 〕の場合で電圧 V_d の大きさが異なる（この順に大きくなる）。つまり、インク滴速度を速めるために電圧 V_d を大きくすると、それに応じて吐出による圧力室 26 内の残留振動も大きくなる。なお、上述したように第 1 駆動パルス P 1 と第 2 駆動パルス P 2 とは、第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h1} 、 t_{h2} を除き、同じ波形構成となっている。また、従来の構成では、図 16 中において矢印で示されるように、一般的には駆動パルス P 1、P 2 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h1} 、 t_{h2} にそれぞれ対応する波形要素の時間については同じ値、すなわち、 $(t_{h2}/t_{h1}) \times 100 = 100$ 〔%〕に設定されている。

【0040】

図 16 に示されるように、インク滴速度がこの表の中で最低の 6.0〔 m/s 〕の場合、吐出安定性については、 t_{h1} に対する t_{h2} の割合が 154〔%〕である場合を除いて合格「○」となっている。これは、上記の最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t_{min} ）であっても、インクの吐出に伴う残留振動の大きさも最も小さくなるため、次の駆動パルスが印加されるまでに残留振動が十分に減衰しているためである。しかしながら、インク滴速度が 6.0〔 m/s 〕の場合、記録媒体 S へのインク滴の着弾精度が悪化し、記録画像等の画質に悪影響が生じるおそれがある。このため、実用的なインク滴速度は、7.0〔 m/s 〕以上である。次に、従来構成のプリンターで一般的なインク滴速度である 7.0〔 m/s 〕の場合、 t_{h1} に対する t_{h2} の割合が 105〔%〕以上、125〔%〕以下の範囲では吐出安定性が合格「○」であるが、当該割合が 100〔%〕以下、又は 133〔%〕以上では吐出安定性が不合格「×」となっている。 t_{h1} に対する t_{h2} の割合が 100〔%〕以下、又は 133〔%〕以上の範囲となる構成（従来の構成を含む）では、駆動周波数を上記の最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t_{min} ）としたこ

10

20

30

40

50

とにより、先に図 12 を参照して説明したように、第 1 吐出期間で発生した残留振動の位相と第 2 吐出期間の最初に印加される第 1 駆動パルス P 1 による振動の位相とが同位相となることにより、第 2 吐出期間における吐出が不安定になりやすいためである。すなわち、従来の構成では、上記の最高駆動周波数でインクの連続吐出が断続的に行われる吐出パターンにおいて吐出が不安定になる。しかし、 t_{h1} に対する t_{h2} の割合が 105 [%] 以上、125 [%] 以下の範囲となる構成では、駆動周波数が上記の最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t_{min} ）であって、第 1 駆動パルス P 1 の残留振動と第 2 駆動パルス P 2 自身により発生した振動との複合振動が発生しても、第 2 駆動パルス P 2 の第 1 復帰膨張要素 p 5 により当該複合振動を十分に制振することができる。これにより、上記の最高駆動周波数でインクの連続吐出が断続的に行われる吐出パターンであっても、安定して吐出することができる。

10

そして、より望ましい（すなわち、記録媒体 S に対するインク滴の着弾精度が表中で最も高い）インク滴速度である 8.0 [m/s] の場合、 t_{h1} に対する t_{h2} の割合が 111 [%] 以上、125 [%] 以下の範囲では吐出安定性が合格「○」であるが、当該割合が 105 [%] 以下、又は 133 [%] 以上では吐出安定性が不合格「×」となっている。つまり、インク滴速度が 8.0 [m/s] となるように駆動パルスの電圧が従来よりも高められた場合であっても、 t_{h1} に対する t_{h2} の割合が 111 [%] 以上、125 [%] 以下の範囲となるように第 1 駆動パルス P 1 及び第 2 駆動パルス P 2 のそれぞれの第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間が設定されることにより、最高駆動周波数で連続的にインク滴が吐出された後の残留振動が抑えられるので、上記の最高駆動周波数でインクの吐出が断続的に行われる吐出パターンにおいても第 2 吐出期間における吐出安定性が確保される。

20

【0041】

本発明に係るプリンター 1 では、インク滴速度が従来よりも高い 8.0 [m/s] に設定された場合であっても、上述したように最高駆動周波数でインクの吐出が断続的に行われる吐出パターンにおいて吐出安定性が確保されるべく、 t_{h1} に対する t_{h2} の割合が 111 [%] 以上、125 [%] 以下の範囲となるように、第 1 駆動パルス P 1 及び第 2 駆動パルス P 2 のそれぞれの第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間が設定されている。より具体的には、第 1 駆動パルス P 1 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h1} については、圧力室 26 内のインクの固有振動周期（ヘルムホルツ周期） T_c に基づき、以下の式（1）を満たすように設定される。

30

$$T_c \times 0.5 \leq t_{h1} \leq T_c \times 0.55 \quad \cdots (1)$$

これにより、第 1 駆動パルス P 1 では第 1 収縮要素 p 3 によるインク滴の吐出に伴って生じた振動を第 1 復帰膨張要素 p 5 により制振することができる。

これに対し、 t_{h1} の 111 [%] 以上、125 [%] 以下の範囲を満たすような第 2 駆動パルス P 2 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h2} については、第 1 駆動パルス P 1 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の時間 t_{h1} 及び固有振動周期 T_c に基づき、以下の式（2）で求められる。

$$t_{h2} = t_{h1} \times 0.14 + T_c \times 0.55 \quad \cdots (2)$$

これにより、第 2 駆動パルス P 2 では第 1 吐出期間における残留振動をより効果的に抑制することが可能となる。これにより、ノズル 21 から吐出されるインク滴の飛翔速度をより高めると共に駆動周波数をより高めることが可能となる。

40

なお、固有振動周期 T_c は、一般的には次式で表すことができる。

$$T_c = 2\pi \sqrt{[(M_n + M_s) / (M_n \times M_s \times (C_c + C_i))]}$$

上記式において、 M_n はノズル 21 におけるイナータンス（単位断面積あたりのインクの質量）、 M_s は供給口 27 におけるイナータンス、 C_c は圧力室 26 のコンプライアンス（単位圧力あたりの容積変化、柔らかさの度合いを示す。）、 C_i はインクのコンプライアンス（ $C_i = \text{体積 } V / [\text{密度 } \rho \times \text{音速 } c^2]$ ）である。

【0042】

図 17 は、本発明が適用されたプリンター 1 における吐出パターンの一例を説明する波

50

形図である。このように、本発明に係るプリンター 1 では、インクを吐出するための駆動パルスが最高駆動周波数で 2 つ以上（図 17 の例では 4 つ）連続して圧電素子 24 に印加される第 1 吐出期間（図 17 の例では単位周期 $T(n) \sim T(n+1)$ ）と、最高駆動周波数における 1 周期又は 2 周期分の非吐出期間（図 17 の例では単位周期 $T(n+2)$ ）と、インクを吐出するための駆動パルスが圧電素子 24 に 2 つ以上（図 17 の例では 2 つ）印加される第 2 吐出期間（図 17 の例では単位周期 $T(n+3)$ ）と、がこの順で連続する場合において、第 1 吐出期間の最後に圧電素子 24 に印加される第 2 駆動パルス P_2 の第 1 収縮ホールド要素 p_4 の長さ t_{h2} が、第 2 駆動パルス P_2 の 1 つ前に圧電素子 24 に印加される第 1 駆動パルス P_1 の第 1 収縮ホールド要素 p_4 の長さ t_{h1} よりも上記式（2）に基づき長くなるように設定されている。これにより、このような吐出パターンであっても、第 1 吐出期間の最後の駆動パルスである第 2 駆動パルス P_2 によって残留振動が抑えられるので、非吐出期間の後の第 2 吐出期間での吐出が不安定となることが抑制される。その結果、高駆動周波数化に対応することが可能となる。また、第 1 駆動パルス P_1 と第 2 駆動パルス P_2 とは、第 1 収縮ホールド要素 p_4 の時間 t_{h1} 、 t_{h2} を除き、同じ波形構成となっているので、第 1 駆動パルス P_1 と第 2 駆動パルス P_2 とでノズル 21 から吐出されるインク滴の飛翔速度や量等の吐出特性を揃えることが可能となる。その結果、記録画像等の画質を良好に維持することが可能となる。

【0043】

なお、図 17 に例示した吐出パターンは一例であり、第 1 吐出期間、非吐出期間、第 2 吐出期間がこの順に連続する吐出パターンであれば、種々の吐出パターンに本発明を適用することが可能である。また、上記第 1 収縮ホールド要素 p_4 の時間 t_{h1} 、 t_{h2} に関し、第 1 吐出期間、非吐出期間、第 2 吐出期間がこの順に連続する吐出パターンとなる場合にのみ t_{h2} が t_{h1} よりも長くなるように設定されればよく、このような吐出不安定とならない吐出パターン（例えば、途中で非吐出期間が無い吐出パターン）においては、 t_{h1} と t_{h2} とが同じ値に設定されても良い。

【0044】

図 18 は、本発明に係る駆動信号の変形例について説明する波形図であり、ラージドット、ミドルドット、及びスモールドットをそれぞれ形成する場合の駆動パルスの選択パターンがタイミング信号 P_{TS} 及びラッチ信号 L_{AT} （ L_{AT1} 、 L_{AT2} ）と対応付けて示されている。上記第 1 の実施形態では、1 つのタイミング信号 P_{TS} に対して 1 つのラッチ信号 L_{AT} を発生する構成（1 P_{TS} ・1 L_{AT} ）を例示したが、これには限られず、図 18 に示されるように、1 つのタイミング信号 P_{TS} に対して 2 つのラッチ信号 L_{AT} を発生する構成（1 P_{TS} ・2 L_{AT} ）を採用することも可能である。すなわち、この変形例では、第 1 の実施形態における半分の周波数の P_{TS} 信号であっても第 1 の実施形態と同等の記録解像度が得られる。

【0045】

本変形例において制御回路 9 は、タイミング信号 P_{TS} の生成に伴って 1 つ目のラッチ信号 L_{AT1} を発生した後、1 画素分に対応する規定時間の経過を条件に 2 つ目のラッチ信号 L_{AT2} を発生するように構成されている。なお、各駆動パルス $P_1 \sim P_3$ の波形構成は、上記第 1 の実施形態における各駆動パルス $P_1 \sim P_3$ の波形構成と同じである。このため、本変形例においても、第 1 の実施形態と同様に、第 1 吐出期間の最後に圧電素子 24 に印加される第 2 駆動パルス P_2 の第 1 収縮ホールド要素 p_4 の長さ t_{h2} が、第 2 駆動パルス P_2 の 1 つ前に圧電素子 24 に印加される第 1 駆動パルス P_1 の第 1 収縮ホールド要素 p_4 の長さ t_{h1} よりも上記式（2）に基づき長くなるように設定されている。これにより、第 1 吐出期間、非吐出期間、第 2 吐出期間がこの順に連続する吐出パターンであっても、第 1 吐出期間の最後の駆動パルスである第 2 駆動パルス P_2 によって残留振動が抑えられるので、非吐出期間の後の第 2 吐出期間での吐出が不安定となることが抑制される。

【0046】

図 19 は、本発明の第 2 の実施形態における駆動信号について説明する波形図であり、

ラージドット、ミドルドット、及びスモールドットをそれぞれ形成する場合の駆動パルスの選択パターンがタイミング信号 P T S 及びラッチ信号 L A T と対応付けて示されている。上記第 1 の実施形態では、第 1 駆動信号 C O M 1 と第 2 駆動信号 C O M 2 の 2 つの駆動信号が発生される構成を例示したが、これには限られない。本実施形態では、1 つの駆動信号のみが駆動信号発生回路 1 0 から発生される点で第 1 の実施形態と異なっている。本実施形態における駆動信号は、単位周期 T において上記第 1 の実施形態における第 2 駆動パルス P 2、前側第 1 駆動パルス P 1 a、後側第 1 駆動パルス P 1 b の順に発生する。単位周期 T 内の第 2 駆動パルス P 2、前側第 1 駆動パルス P 1 a、及び後側第 1 駆動パルス P 1 b は、最高駆動周波数（最短のパルス印加周期 t m i n（例えば、25〔μs〕））で発生する。なお、本実施形態における第 1 駆動パルス P 1 a、P 1 b の波形構成は、上記第 1 の実施形態における第 1 駆動パルス P 1 と同一であり、また、本実施形態における第 2 駆動パルス P 2 の波形構成は、上記第 1 の実施形態における第 2 駆動パルス P 2 の波形構成と同じである。

10

【0047】

本実施形態においてラージドットを形成する場合、単位周期 T 内の第 2 駆動パルス P 2、前側第 1 駆動パルス P 1 a、及び、後側第 1 駆動パルス P 1 b が選択されて圧電素子 2 4 に順次印加されることで、単位周期 T 内でインク滴の吐出動作が 3 回連続して行われる。また、ミドルドットを形成する場合、単位周期 T 内の第 2 駆動パルス P 2、及び、後側第 1 駆動パルス P 1 b が選択されて圧電素子 2 4 に順次印加されることで、単位周期 T 内でインク滴の吐出動作が 2 回連続して行われる。さらに、スモールドットを形成する場合、単位周期 T 内の前側第 1 駆動パルス P 1 a のみが選択されて圧電素子 2 4 に順次印加されることで、単位周期 T 内でインク滴の吐出動作が 1 回行われる。

20

【0048】

本実施形態における構成では、ミドルドットを連続して形成する場合、図 19 に示されるように、連続する単位周期 T (n) と単位周期 T (n+1) において先の単位周期 T (n) の最後に発生される後側第 1 駆動パルス P 1 b と次の単位周期 T (n+1) の最初に発生される第 2 駆動パルス P 2 とが、最高駆動周波数で 2 つ以上連続して圧電素子 2 4 に印加されることになる。このため、この 2 つの駆動パルスが発生される期間 T d 1 が第 1 吐出期間に相当する。また、この第 1 吐出期間である期間 T d 1 の後には、駆動パルスが選択されない期間 T r（前側第 1 駆動パルス P 1 a 1 つ分の期間）が続き、この期間 T r が非吐出期間に相当する。そして、連続する単位周期 T (n+1) と単位周期 T (n+2) において先の単位周期 T (n+1) の最後に発生される後側第 1 駆動パルス P 1 b と次の単位周期 T (n+2) の最初に発生される第 2 駆動パルス P 2 とが発生される期間 T d 2 が第 2 吐出期間に相当する。すなわち、本実施形態においてミドルドットを連続して形成する場合に、第 1 吐出期間 (T d 1)、非吐出期間 (T r)、及び、第 2 吐出期間 (T d 2) がこの順に連続する。

30

【0049】

本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、第 1 吐出期間の最後に圧電素子 2 4 に印加される第 2 駆動パルス P 2 の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の長さ t h 2 が、第 2 駆動パルス P 2 の 1 つ前に圧電素子 2 4 に印加される後側第 1 駆動パルス P 1 b の第 1 収縮ホールド要素 p 4 の長さ t h 1 よりも上記式 (2) に基づき長くなるように設定されている。これにより、本実施形態においてミドルドットを連続して形成する場合のように、第 1 吐出期間、非吐出期間、第 2 吐出期間がこの順に連続する吐出パターンであっても、第 1 吐出期間の最後の駆動パルスである第 2 駆動パルス P 2 によって残留振動が抑えられるので、非吐出期間の後の第 2 吐出期間での吐出が不安定となることが抑制される。

40

【0050】

図 20 は、第 2 の実施形態の比較例としての従来構成における駆動信号について説明する波形図であり、ラージドット、ミドルドット、及びスモールドットをそれぞれ形成する場合の駆動パルスの選択パターンが示されている。この従来構成では、駆動信号に含まれる各駆動パルス P d はいずれも同一構成（同一波形）となっており、単位周期において圧

50

電素子に印加する駆動パルスの変更することでラージドット、ミドルドット、及びスモールドットをそれぞれ形成する構成となっている。すなわち、この構成においてラージドットを形成する場合、単位周期 T において 3 つの駆動パルス P_d が選択されて圧電素子に順次印加される。同様に、ミドルドットを形成する場合、単位周期 T において 2 つの駆動パルス P_d が選択されて圧電素子に順次印加され、スモールドットを形成する場合、単位周期 T において 1 つの駆動パルス P_d が選択されて圧電素子に印加される。

【0051】

ここで、本発明が適用されない従来構成のプリンターでは、上記第 2 の実施形態においてミドルドットを連続して形成する場合のように第 1 吐出期間、非吐出期間、第 2 吐出期間がこの順に連続する吐出パターンでは吐出が不安定となる。このため、従来構成では、単位周期中の 2 つの駆動パルス P_d を順次選択して複数の単位周期に亘ってミドルドットを連続的に形成する場合、図 20 に示されるように、各駆動パルス P_d が均等間隔 T_x で配置される構成を採る必要があった。これにより、ラージドットまたはスモールドットを形成するための駆動信号とミドルドットを形成するための駆動信号とを共通化することができず、それぞれ別の駆動信号とする必要があり、その結果、回路構成が複雑化するという問題があった。これに対し、本発明の第 2 の実施形態の構成では、ラージドット、ミドルドット、及び、スモールドットを形成するための駆動信号を共通化することができるので、回路構成を簡素化することが可能となる。

10

【0052】

なお、上記各実施形態では、圧力発生部として所謂撓み振動型の圧電素子を例示したが、これには限られない。例えば、所謂縦振動型の圧電素子を圧力発生部として採用する構成においても本発明を適用することができる。この場合、上記の各駆動パルスの波形の極性が反転することになる。

20

【0053】

そして、本発明は、圧力発生部を駆動させることでノズルから液滴を吐出する構成を有する液体吐出装置であれば、プリンターに限らず、プロッター、ファクシミリ装置、コピー機等、各種のインクジェット式記録装置や、記録装置以外の液体吐出装置、例えば、ディスプレイ製造装置、電極製造装置、チップ製造装置等にも適用することができる。

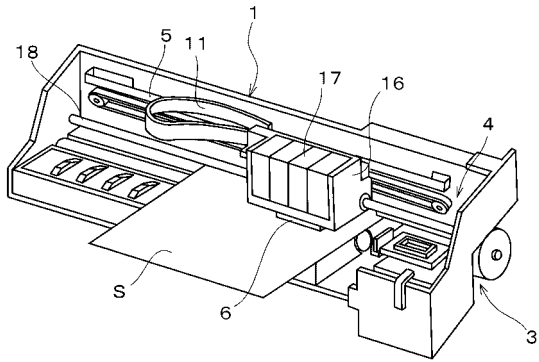
【符号の説明】

【0054】

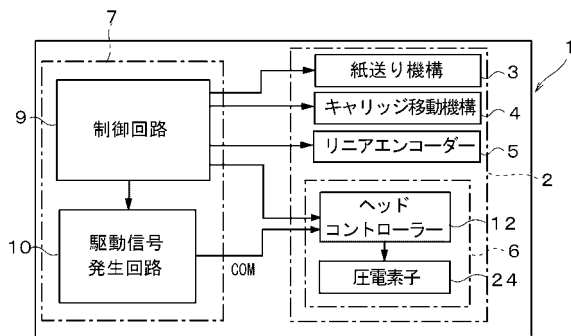
1 … プリンター、 2 … プリントエンジン、 3 … 紙送り機構、 4 … キャリッジ移動機構、 5 … リニアエンコーダー、 6 … 記録ヘッド、 7 … プリンターコントローラー、 9 … 制御回路、 10 … 駆動信号発生回路、 12 … ヘッドコントローラー、 16 … キャリッジ、 17 … インクカートリッジ、 18 … ガイドロッド、 20 … ケース、 21 … ノズル、 22 … ノズルプレート、 23 … 流路基板、 24 … 圧電素子、 25 … 共通液室、 26 … 圧力室、 27 … 供給口、 28 … インク導入路

30

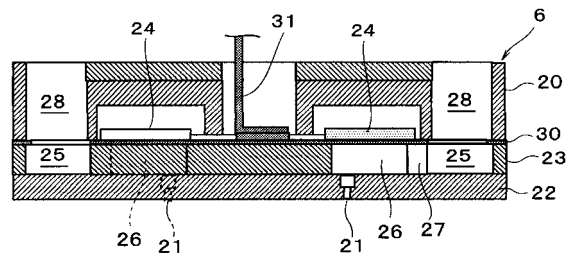
【図 1】



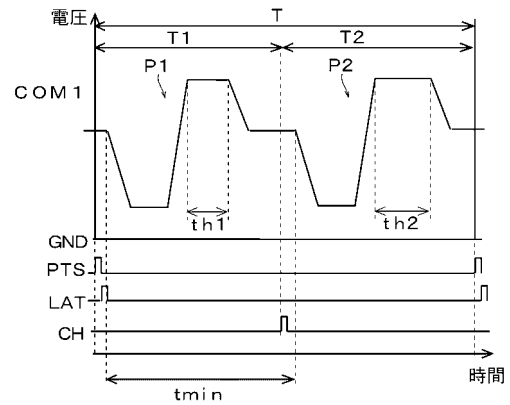
【図 2】



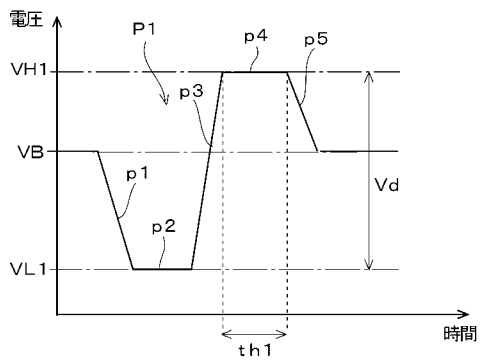
【図 3】



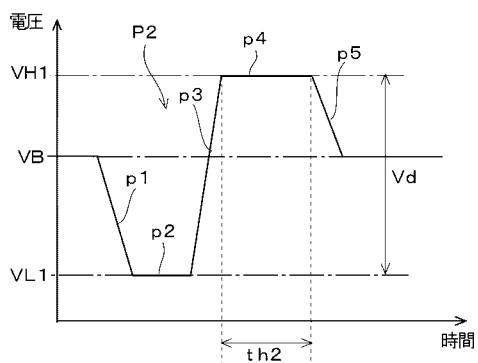
【図 4】



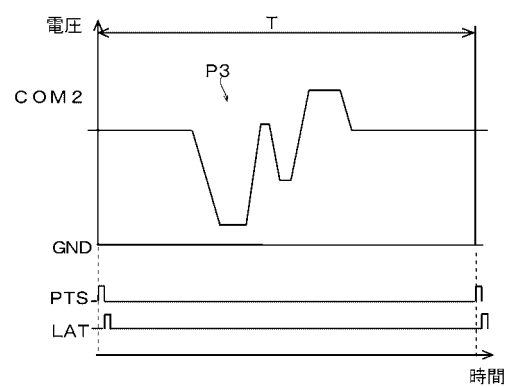
【図 5】



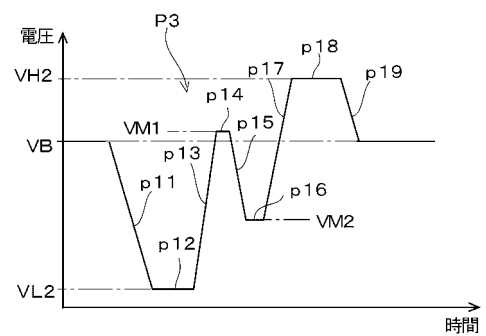
【図 6】



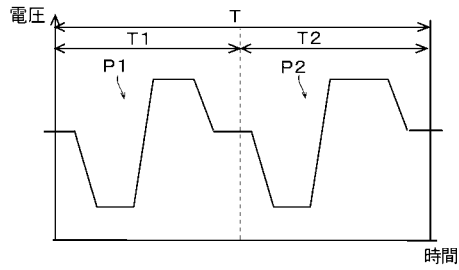
【図 7】



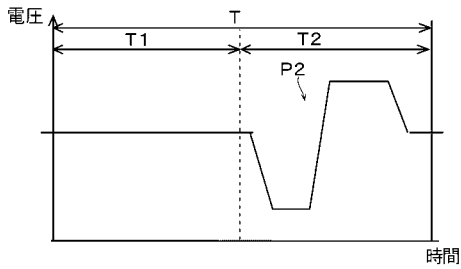
【図 8】



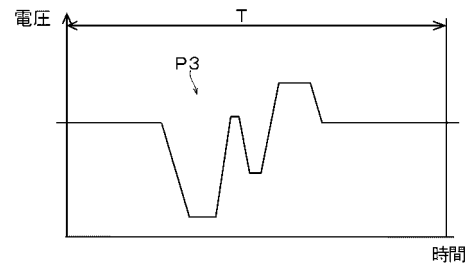
【図 9】



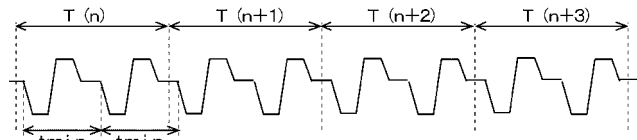
【図 10】



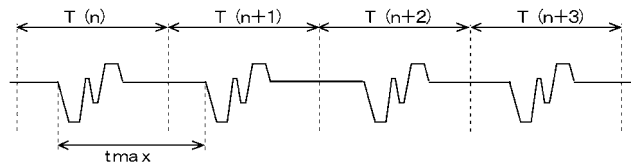
【図 11】



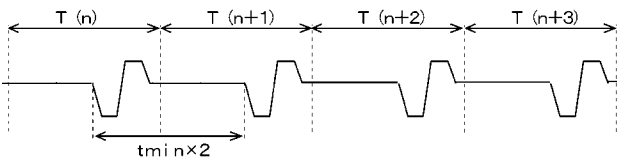
【図 12】



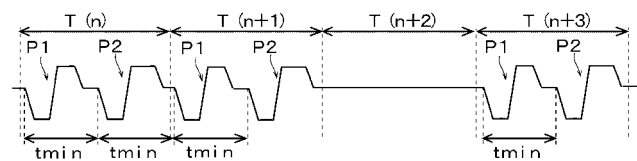
【図 13】



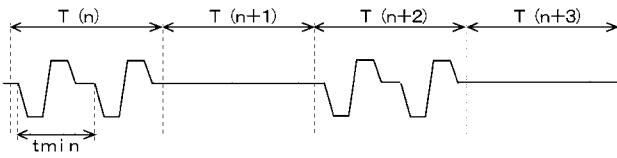
【図 14】



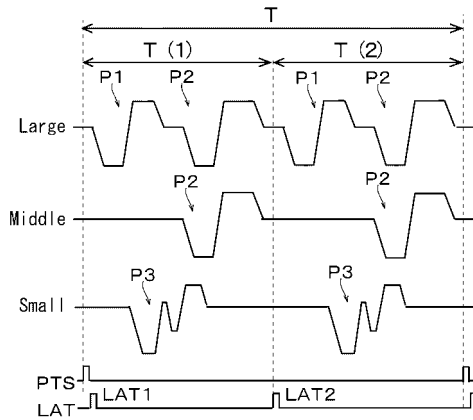
【図 17】



【図 15】



【図 18】



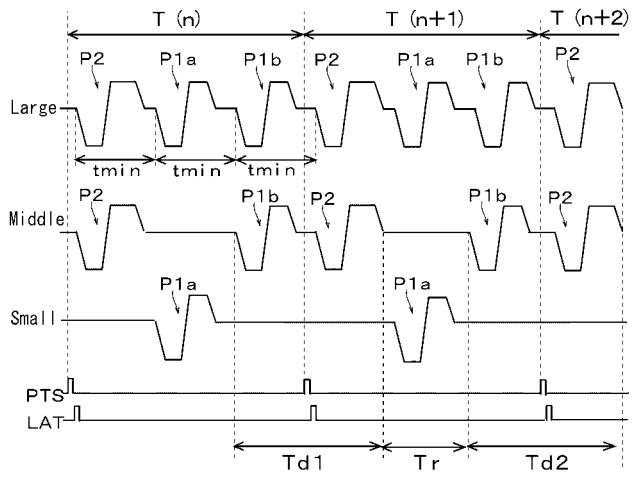
【図 16】

インク滴速度 [m/s]	(th2/th1) × 100[%]										
	87	91	95	100	105	111	118	125	133	143	154
6.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
7.0	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×
8.0	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×

従来構成

本発明

【図 19】



【図 20】

