

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5740807号
(P5740807)

(45) 発行日 平成27年7月1日(2015.7.1)

(24) 登録日 平成27年5月15日(2015.5.15)

(51) Int. Cl. F 1
B 4 1 J 2/015 (2006.01) B 4 1 J 2/015 1 0 1
B 4 1 J 2/14 (2006.01) B 4 1 J 2/14 3 0 5

請求項の数 5 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-212904 (P2009-212904) (22) 出願日 平成21年9月15日 (2009.9.15) (65) 公開番号 特開2011-62821 (P2011-62821A) (43) 公開日 平成23年3月31日 (2011.3.31) 審査請求日 平成24年7月20日 (2012.7.20)</p>	<p>(73) 特許権者 000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 (74) 代理人 230100631 弁護士 稲元 富保 (72) 発明者 北岡 尚子 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内 審査官 小澤 尚由</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インクの液滴を吐出するノズル、ノズルが連通する加圧液室、加圧液室内に圧力を発生させる圧力発生手段を有する記録ヘッドと、

複数の駆動パルスの時系列で含む駆動波形を生成し、滴サイズに応じて前記駆動波形から1又は複数の前記駆動パルスを選択して前記液滴を吐出させる吐出パルスを生成して前記圧力発生手段に与えるヘッド駆動制御手段と、を備え、

前記ヘッド駆動制御手段は、

異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスを含んだ吐出パルスを生成し、

形成する液滴の前記滴サイズに応じて、前記異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスの波形要素の一部を異なる形状に変更した前記吐出パルスを生成し、

前記異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスには、前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に、2段階で前記加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる波形要素を有している2段階収縮駆動パルスと、前記2段階収縮駆動パルスの直後に、前記加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる直前に、少なくとも2段階で前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込む波形要素を有する2段階膨張駆動パルスとを含み、

前記2段階収縮駆動パルス及び前記2段階膨張駆動パルスを1印字周期内で連続して駆

動するときは、前記 2 段階収縮駆動パルス、メニスカスを引き込んだ直後に前記加圧液室を 1 段階で収縮させ、前記 2 段階膨張駆動パルス、前記加圧液室を 1 段階で膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に前記加圧液室を収縮させるように前記 2 段階収縮駆動パルス及び前記 2 段階膨張駆動パルスの一部を変更した吐出パルスを生成し、

前記 2 段階収縮駆動パルス及び前記 2 段階膨張駆動パルスを 1 印字周期内で連続して選択しないときは、前記 2 段階収縮駆動パルス及び前記 2 段階膨張駆動パルスのそれぞれ全部を選択して吐出パルスとする

ことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

インクの液滴を吐出するノズル、ノズルが連通する加圧液室、加圧液室内に圧力を発生させる圧力発生手段を有する記録ヘッドと、

複数の駆動パルスを時系列で含む駆動波形を生成し、滴サイズに応じて前記駆動波形から 1 又は複数の前記駆動パルスを選択して前記液滴を吐出させる吐出パルスを生成して前記圧力発生手段に与えるヘッド駆動制御手段と、を備え、

前記ヘッド駆動制御手段は、

異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスを含んだ吐出パルスを生成し、

形成する液滴の前記滴サイズに応じて、前記異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスの波形要素の一部を異なる形状に変更した前記吐出パルスを生成し、

各滴サイズの滴を形成するときに、時系列で最初に前記圧力発生手段に印加される駆動パルスは、前記加圧液室を収縮して液滴を吐出させる直前に、少なくとも 2 段階で前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込む波形要素を有し、

前記異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスには、前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に、2 段階で前記加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる波形要素を有している 2 段階収縮駆動パルスと、前記 2 段階収縮駆動パルスの直後に、前記加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる直前に、少なくとも 2 段階で前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込む波形要素を有する 2 段階膨張駆動パルスとを含み、

前記 2 段階収縮駆動パルス及び前記 2 段階膨張駆動パルスを 1 印字周期内で連続して駆動するときは、前記 2 段階収縮駆動パルス、メニスカスを引き込んだ直後に前記加圧液室を 1 段階で収縮させ、前記 2 段階膨張駆動パルス、前記加圧液室を 1 段階で膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に前記加圧液室を収縮させるように前記 2 段階収縮駆動パルス及び前記 2 段階膨張駆動パルスの一部を変更した吐出パルスを生成し、

前記 2 段階収縮駆動パルス及び前記 2 段階膨張駆動パルスを 1 印字周期内で連続して選択しないときは、前記 2 段階収縮駆動パルス及び前記 2 段階膨張駆動パルスのそれぞれ全部を選択して吐出パルスとする

ことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 3】

前記 2 段階収縮駆動パルスの前記加圧液室の収縮開始点と前記 2 段階膨張駆動パルスの前記加圧液室の収縮開始点との時間隔 T_d が前記加圧液室のヘルムホルツ共振周期 T_c の整数倍である

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】

前記 2 段階収縮駆動パルスの前記加圧液室の収縮開始点と前記 2 段階膨張駆動パルスの前記加圧液室の収縮開始点との時間隔 T_d が前記加圧液室のヘルムホルツ共振周期 T_c に対し、 $(N - 1 / 4) T_c < T_d < (N + 1 / 4) T_c$ (N : 自然数) の関係を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 5】

異なる滴サイズの液滴のうち単一の駆動パルスのみで液滴を形成する吐出パルスは、前

10

20

30

40

50

記加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる直前に2段階で前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込むパルスであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像形成装置に関し、特に液滴を吐出する記録ヘッドを備える画像形成装置におけるヘッドの駆動制御に関する。

【背景技術】

【0002】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ、これらの複合機等の画像形成装置として、例えばインク液滴を吐出する液体吐出ヘッド（液滴吐出ヘッド）からなる記録ヘッドを用いた液体吐出記録方式の画像形成装置としてインクジェット記録装置などが知られている。この液体吐出記録方式の画像形成装置は、記録ヘッドからインク滴を、搬送される用紙（紙に限定するものではなく、OHPなどを含み、インク滴、その他の液体などが付着可能なものの意味であり、被記録媒体あるいは記録媒体、記録紙、記録用紙などとも称される。）に対して吐出して、画像形成（記録、印字、印写、印刷も同義語で使用する。）を行なうものであり、記録ヘッドが主走査方向に移動しながら液滴を吐出して画像を形成するシリアル型画像形成装置と、記録ヘッドが移動しない状態で液滴を吐出して画像を形成するライン型ヘッドを用いるライン型画像形成装置がある。

【0003】

なお、本願において、液体吐出記録方式の「画像形成装置」は、紙、糸、繊維、布帛、皮革、金属、プラスチック、ガラス、木材、セラミックス等の媒体に液体を吐出して画像形成を行う装置を意味し、また、「画像形成」とは、文字や図形等の意味を持つ画像を媒体に対して付与することだけでなく、パターン等の意味を持たない画像を媒体に付与すること（単に液滴を媒体に着弾させること）をも意味する。また、「インク」とは、インクと称されるものに限らず、記録液、定着処理液、液体などと称されるものなど、画像形成を行うことができるすべての液体の総称として用い、例えば、DNA試料、レジスト、パターン材料、樹脂なども含まれる。また、「画像」とは平面的なものに限らず、立体的に形成されたものに付与された画像、また立体自体を3次元的に造形して形成された像も含まれる。

【0004】

また、液体吐出ヘッドを備える画像形成装置としては、記録ヘッドをキャリッジに搭載して用紙の送り方向と直交する主走査方向に移動させることで記録を行うシリアル型画像記録装置と、記録領域の略全幅にわたって液滴を吐出する複数の吐出口（ノズル）を列設したライン型ヘッドを用いるライン型画像記録装置がある。

【0005】

このような画像形成装置において、例えば1印刷周期内でそれぞれ液滴を吐出させる複数の駆動パルス（吐出パルス）を時系列的に生成して共通駆動波形として出力し、例えば相対的に大きなドットを形成するときには2以上の駆動パルスを選択して複数の液滴を吐出させることで、複数の液滴を飛翔中に合体させて着弾させることによって、複数のサイズのドットを形成し、また、共通駆動波形中に滴吐出を伴わないでヘッドを駆動する非吐出パルスを含ませ、同様に非吐出パルスを選択することで微駆動を行なうようになるものが知られている。

【0006】

ここで、従来、例えば、複数の波形要素によって構成される第1駆動パルスを1吐出周期内に少なくとも2つ有する第1駆動信号を発生可能な第1駆動信号発生手段と、複数の波形要素によって構成される第2駆動パルスを1吐出周期内に少なくとも1つ有する第2駆動信号を発生可能な第2駆動信号発生手段とを備えて、第1駆動パルスと第2駆動パルスの一部を選択して非吐出パルスを形成するものがある（特許文献1）。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

また、複数種類の吐出パルス及び液体のメニスカスを微振動させるために圧力発生素子に印加する微振動パルスを生成するための駆動信号を発生し、駆動信号からその一部を選択することによって微振動パルス及び吐出パルスを生成し、駆動信号の始端及び終端は共通の電位にあり、複数種類の吐出パルスの少なくとも1つは、共通の電位とは異なる電位に終端を有する波形要素と、共通の電位とは異なる電位にある終端を共通の電位にある点に接続するための調整波形要素とを含み、微振動パルスの一部を構成する波形要素が調整波形要素の少なくとも一部と兼用されている構成としたものがある（特許文献2、特許文献3）。

【 0 0 0 8 】

また、圧力室を膨張させ、変化後の膨張状態を保持する膨張波形要素と、膨張波形要素によって膨張状態が保持された圧力室をさらに膨張させる第1の充填波形要素と、第1の充填波形要素によって膨張された圧力室を収縮させてインク滴を吐出させる第1の吐出波形要素とを含む第1駆動パルスと、圧力室を収縮させ、この収縮状態を保持する収縮波形要素と、収縮波形要素によって収縮状態が保持された圧力室を膨張させてインクを充填する第2の充填波形要素と、第2の充填波形要素によって膨張された圧力室を収縮させてインク滴を吐出させる第2の吐出波形要素とを含む第2駆動パルスを生成し、第1駆動パルスと第2駆動パルスによって、階調の異なるパルスを発生させるものがある（特許文献4）。

【 0 0 0 9 】

また、少なくとも液滴を吐出する吐出パルスと、吐出パルスの前後に吐出パルスよりも電圧の小さい第1のダミーパルスと第2のダミーパルスを有する駆動波形から所要の波形を選択してヘッドを駆動し、第1のダミーパルスの一部と第2のダミーパルスの一部から吐出パルスよりもパルス幅が長く液滴を吐出しないエネルギーを発生する非吐出パルスを生成するものがある（特許文献5）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特許第 3 6 7 1 9 5 5 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 3 - 1 1 8 1 0 7 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 2 - 1 5 4 2 0 7 号公報

【 特許文献 4 】 特許第 4 0 3 2 3 3 8 号公報

【 特許文献 5 】 特許第 4 2 5 1 9 1 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

ところで、ヘッドから複数の液滴を吐出させて合体させることでサイズの異なる複数種類のドットを形成する場合、各滴サイズ（滴量）の液滴を吐出させるためには、各滴サイズの吐出に適したパルス形状（パルスを形成する要素を波形要素という。）と駆動タイミングが存在する。このとき、各滴サイズの液滴を吐出させる吐出パルス（圧力発生手段を駆動して液滴を吐出させるパルス）を、専用のパルスとして生成し、共通駆動波形内に埋め込むと、駆動波形全体の長さが長くなり、駆動周波数が低下して、印字速度が低下することになる。

【 0 0 1 2 】

ここで、特許文献1に開示されているように2つの駆動信号（本発明の駆動波形に相当する）を使用する構成は、駆動波形を生成、選択するための構成が複雑になる。また、特許文献2、3に開示されているように微振動パルスの一部に吐出パルスに埋め込まれた調整波形要素の一部を使用する構成にあっても、吐出パルスは専用化されており、駆動波形全体の長さが長くなって印字速度の高速化が難しい。また、特許文献4に開示されている第1、第2の駆動パルスによって階調の異なるパルスを発生させる構成にあっても、駆動

10

20

30

40

50

パルスの一部を使用するものの異なる滴サイズによって異なる形状の吐出パルスを形成するものではなく、駆動波形全体の長さが長くなって印字速度の高速化が難しい。また、特許文献5に開示の微駆動パルスを形成する構成にあっても、吐出パルスは専用化されており、駆動波形全体の長さが長くなって印字速度の高速化が難しい。

【0013】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、1印刷周期（1駆動周期ともいう。）の駆動波形全体の長さを短くして高速化を図れるとともに、滴サイズに対応した波形要素の吐出パルスを形成して吐出の信頼性を向上することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の課題を解決するため、本発明の請求項1に係る画像形成装置は、
インクの液滴を吐出するノズル、ノズルが連通する加圧液室、加圧液室内に圧力を発生させる圧力発生手段を有する記録ヘッドと、

複数の駆動パルスを時系列で含む駆動波形を生成し、滴サイズに応じて前記駆動波形から1又は複数の前記駆動パルスを選択して前記液滴を吐出させる吐出パルスを生成して前記圧力発生手段に与えるヘッド駆動制御手段と、を備え、

前記ヘッド駆動制御手段は、

異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスを含んだ吐出パルスを生成し、

形成する液滴の前記滴サイズに応じて、前記異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスの波形要素の一部を異なる形状に変更した前記吐出パルスを生成し、

前記異なる滴サイズの液滴の形成に使用される滴を吐出する駆動パルスには、前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に、2段階で前記加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる波形要素を有している2段階収縮駆動パルスと、前記2段階収縮駆動パルスの直後に、前記加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる直前に、少なくとも2段階で前記加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込む波形要素を有する2段階膨張駆動パルスとを含み、

前記2段階収縮駆動パルス及び前記2段階膨張駆動パルスを1印字周期内で連続して駆動するときは、前記2段階収縮駆動パルスを、メニスカスを引き込んだ直後に前記加圧液室を1段階で収縮させ、前記2段階膨張駆動パルスを、前記加圧液室を1段階で膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に前記加圧液室を収縮させるように前記2段階収縮駆動パルス及び前記2段階膨張駆動パルスの一部を変更した吐出パルスを生成し、

前記2段階収縮駆動パルス及び前記2段階膨張駆動パルスを1印字周期内で連続して選択しないときは、前記2段階収縮駆動パルス及び前記2段階膨張駆動パルスのそれぞれ全部を選択して吐出パルスとする

構成とした。

【発明の効果】

【0022】

本発明に係る画像形成装置によれば、1印刷周期（1駆動周期ともいう。）の駆動波形全体の長さを短くできて高速化を図れるとともに、滴サイズに対応した波形要素の吐出パルスを形成できて信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る画像形成装置の機構部の全体構成を説明する側面概略構成図である。

【図2】同機構部の要部平面説明図である。

【図3】同画像形成装置の記録ヘッドを構成する液体吐出ヘッドの一例を示す液室長手方向の断面説明図である。

【図4】同液体吐出ヘッドの液室短手方向の断面説明図である。

10

20

30

40

50

【図5】同画像形成装置の制御部の概要を示すブロック説明図である。

【図6】同制御部の印刷制御部及びヘッドドライバの一例を示すブロック説明図である。

【図7】本発明の第1実施形態の説明に供する説明図である。

【図8】同実施形態の駆動パルスの波形要素の説明に供する説明図である。

【図9】同じく駆動パルスの波形要素の説明に供する説明図である。

【図10】同じく駆動パルスの波形要素の説明に供する説明図である。

【図11】同じく駆動パルスの波形要素の説明に供する説明図である。

【図12】本発明の第2実施形態の説明に供する説明図である。

【図13】本発明の第3実施形態の説明に供する説明図である。

【図14】本発明の第4実施形態の説明に供する説明図である。

10

【図15】本発明の第5実施形態の説明に供する説明図である。

【図16】本発明の第6実施形態の説明に供する説明図である。

【図17】本発明の第7実施形態の説明に供する説明図である。

【図18】本発明の第8実施形態の説明に供する説明図である。

【図19】同じく同実施形態の説明に供する説明図である。

【図20】同じく同実施形態の説明に供する説明図である。

【図21】駆動周期と駆動波形長の関係の説明に供する説明図である。

【図22】同じく駆動パルス間隔の説明に供する説明図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

20

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。まず、本発明に係る画像形成装置の一例について図1及び図2を参照して説明する。なお、図1は同画像形成装置の全体構成を説明する側面説明図、図2は同装置の要部平面説明図である。

この画像形成装置はシリアル型インクジェット記録装置であり、装置本体1の左右の側板21A、21Bに横架したガイド部材である主従のガイドロッド31、32でキャリッジ33を主走査方向に摺動自在に保持し、図示しない主走査モータによってタイミングベルトを介して図2で矢示方向（キャリッジ主走査方向）に移動走査する。

【0025】

このキャリッジ33には、イエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（K）の各色のインク滴を吐出するための液体吐出ヘッドからなる記録ヘッド34a、34b（区別しないときは「記録ヘッド34」という。）を複数のノズルからなるノズル列を主走査方向と直交する副走査方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。

30

【0026】

記録ヘッド34は、それぞれ2つのノズル列を有し、記録ヘッド34aの一方のノズル列はブラック（K）の液滴を、他方のノズル列はシアン（C）の液滴を、記録ヘッド34bの一方のノズル列はマゼンタ（M）の液滴を、他方のノズル列はイエロー（Y）の液滴を、それぞれ吐出する。なお、記録ヘッド34としては、1つのノズル面に複数のノズルを並べた各色のノズル列を備えるものなどを用いることもできる。

【0027】

40

また、キャリッジ33には、記録ヘッド34のノズル列に対応して各色のインクを供給するための第2インク供給部としてのサブタンクであるサブタンク35a、35b（区別しないときは「サブタンク35」という。）を搭載している。このサブタンク35には、カートリッジ装填部4に着脱自在に装着される各色のインクカートリッジ（メインタンク）10y、10m、10c、10kから、供給ポンプユニット24によって各色の供給チューブ36を介して、各色の記録液が補充供給される。

【0028】

一方、給紙トレイ2の用紙積載部（圧板）41上に積載した用紙42を給紙するための給紙部として、用紙積載部41から用紙42を1枚ずつ分離給送する半月コ口（給紙コ口）43及び給紙コ口43に対向し、摩擦係数の大きな材質からなる分離パッド44を備え

50

、この分離パッド44は給紙コ口43側に付勢されている。

【0029】

そして、この給紙部から給紙された用紙42を記録ヘッド34の下方側に送り込むために、用紙42を案内するガイド部材45と、カウンタローラ46と、搬送ガイド部材47と、先端加圧コ口49を有する押さえ部材48とを備えるとともに、給送された用紙42を静電吸着して記録ヘッド34に対向する位置で搬送するための搬送手段である搬送ベルト51を備えている。

【0030】

この搬送ベルト51は、無端状ベルトであり、搬送ローラ52とテンションローラ53との間に掛け渡されて、ベルト搬送方向（副走査方向）に周回するように構成している。また、この搬送ベルト51の表面を帯電させるための帯電手段である帯電ローラ56を備えている。この帯電ローラ56は、搬送ベルト51の表層に接触し、搬送ベルト51の回転に従動して回転するように配置されている。この搬送ベルト51は、図示しない副走査モータによってタイミングを介して搬送ローラ52が回転駆動されることによって図2のベルト搬送方向に周回移動する。

【0031】

さらに、記録ヘッド34で記録された用紙42を排紙するための排紙部として、搬送ベルト51から用紙42を分離するための分離爪61と、排紙ローラ62及び排紙コ口である拍車63とを備え、排紙ローラ62の下方に排紙トレイ3を備えている。

【0032】

また、装置本体1の背面部には両面ユニット71が着脱自在に装着されている。この両面ユニット71は搬送ベルト51の逆方向回転で戻される用紙42を取り込んで反転させて再度カウンタローラ46と搬送ベルト51との間に給紙する。また、この両面ユニット71の上面は手差しトレイ72としている。

【0033】

さらに、キャリッジ33の走査方向一方側の非印字領域には、記録ヘッド34のノズルの状態を維持し、回復するための維持回復機構81を配置している。この維持回復機構81には、記録ヘッド34の各ノズル面をキャッピングするための各キャップ部材（以下「キャップ」という。）82a、82b（区別しないときは「キャップ82」という。）と、ノズル面をワイピングするためのワイパ部材（ワイパブレード）83と、増粘した記録液を排出するために記録に寄与しない液滴を吐出させる空吐出を行うときの液滴を受ける空吐出受け84と、キャリッジ33をロックするキャリッジロック87などを備えている。また、このヘッドの維持回復機構81の下方側には維持回復動作によって生じる廃液を収容するための廃液タンク100が装置本体に対して交換可能に装着される。

【0034】

また、キャリッジ33の走査方向他方側の非印字領域には、記録中などに増粘した記録液を排出するために記録に寄与しない液滴を吐出させる空吐出を行うときの液滴を受ける空吐出受け88を配置し、この空吐出受け88には記録ヘッド34のノズル列方向に沿った開口部89などを備えている。

【0035】

このように構成したこの画像形成装置においては、給紙トレイ2から用紙42が1枚ずつ分離給紙され、略鉛直上方に給紙された用紙42はガイド45で案内され、搬送ベルト51とカウンタローラ46との間に挟まれて搬送され、更に先端を搬送ガイド47で案内されて先端加圧コ口49で搬送ベルト51に押し付けられ、略90°搬送方向を転換される。

【0036】

このとき、帯電ローラ56に対してプラス出力とマイナス出力とが交互に繰り返すように電圧が印加され、搬送ベルト51が交番する帯電電圧パターンで帯電され、この帯電した搬送ベルト51上に用紙42が給送されると、用紙42が搬送ベルト51に吸着され、搬送ベルト51の周回移動によって用紙42が副走査方向に搬送される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

そこで、キャリッジ 3 3 を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド 3 4 を駆動することにより、停止している用紙 4 2 にインク滴を吐出して 1 行分を記録し、用紙 4 2 を所定量搬送後、次の行の記録を行う。記録終了信号又は用紙 4 2 の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了して、用紙 4 2 を排紙トレイ 3 に排紙する。

【 0 0 3 8 】

そして、記録ヘッド 3 4 のノズルの維持回復を行うときには、キャリッジ 3 3 をホーム位置である維持回復機構 8 1 に対向する位置に移動して、キャップ部材 8 2 によるキャッピングを行ってノズルからの吸引を行うノズル吸引、画像形成に寄与しない液滴を吐出する空吐出動作などの維持回復動作を行うことにより、安定した液滴吐出による画像形成を行うことができる。

10

【 0 0 3 9 】

次に、記録ヘッド 3 4 を構成している液体吐出ヘッドの一例について図 3 及び図 4 を参照して説明する。なお、図 3 は同ヘッドの液室長手方向に沿う断面説明図、図 4 は同ヘッドの液室短手方向（ノズルの並び方向）の断面説明図である。

【 0 0 4 0 】

この液体吐出ヘッドは、流路板 1 0 1 と、この流路板 1 0 1 の下面に接合した振動板 1 0 2 と、流路板 1 0 1 の上面に接合したノズル板 1 0 3 とを接合して積層し、これらによって液滴（インク滴）を吐出するノズル 1 0 4 が連通する流路であるノズル連通路 1 0 5 及び圧力発生室である加圧液室 1 0 6、液室 1 0 6 に流体抵抗部（供給路） 1 0 7 を通じてインクを供給するための共通液室 1 0 8 に連通するインク供給口 1 0 9 などを形成している。

20

【 0 0 4 1 】

また、振動板 1 0 2 を変形させて液室 1 0 6 内のインクを加圧するための圧力発生手段（アクチュエータ手段）である電気機械変換素子としての 2 個（図 3 では 1 列のみ図示）の積層型圧電部材 1 2 1 と、この圧電部材 1 2 1 を接合固定するベース基板 1 2 2 とを備えている。この圧電部材 1 2 1 には、分割しないスリット加工で溝を形成することで複数の圧電素子柱 1 2 1 A、1 2 1 B を形成している。この例では、圧電素子柱 1 2 1 A は駆動波形を印加する駆動圧電素子柱とし、圧電素子柱 1 2 1 B は駆動波形を印加しない非駆動圧電素子柱としている。また、圧電部材 1 2 1 の駆動圧電素子柱 1 2 1 A には図示しない駆動回路（駆動 IC）を搭載した FPC ケーブル 1 2 6 を接続している。

30

【 0 0 4 2 】

そして、振動板 1 0 2 の周縁部をフレーム部材 1 3 0 に接合し、このフレーム部材 1 3 0 には、圧電部材 1 2 1 及びベース基板 1 2 2 などで構成されるアクチュエータユニットを収納する貫通部 1 3 1 及び共通液室 1 0 8 となる凹部、この共通液室 1 0 8 に外部からインクを供給するための液体供給口であるインク供給穴 1 3 2 を形成している。

【 0 0 4 3 】

ここで、流路板 1 0 1 は、例えば結晶面方位（1 1 0）の単結晶シリコン基板を水酸化カリウム水溶液（KOH）などのアルカリ性エッチング液を用いて異方性エッチングすることで、ノズル連通路 1 0 5、液室 1 0 6 となる凹部や穴部を形成したものであるが、単結晶シリコン基板に限られるものではなく、その他のステンレス基板や感光性樹脂などを用いることもできる。

40

【 0 0 4 4 】

振動板 1 0 2 は、ニッケルの金属プレートから形成したもので、例えばエレクトロフォーミング法（電鍍法）で作製しているが、この他、金属板や金属と樹脂板との接合部材などを用いることもできる。この振動板 1 0 2 に圧電部材 1 2 1 の圧電素子柱 1 2 1 A、1 2 1 B を接着剤接合し、更にフレーム部材 1 3 0 を接着剤接合している。

【 0 0 4 5 】

ノズル板 1 0 3 は各液室 1 0 6 に対応して直径 1 0 ~ 3 0 μm のノズル 1 0 4 を形成し、流路板 1 0 1 に接着剤接合している。このノズル板 1 0 3 は、金属部材からなるノズル

50

形成部材の表面に所要の層を介して最表面に撥水層を形成したものである。

【0046】

圧電部材121は、圧電材料151と内部電極152とを交互に積層した積層型圧電素子(ここではPZT)である。この圧電部材121の交互に異なる端面に引き出された各内部電極152には個別電極153及び共通電極154が接続されている。なお、この実施形態では、圧電部材121の圧電方向としてd33方向の変位を用いて液室106内インクを加圧する構成としているが、圧電部材121の圧電方向としてd31方向の変位を用いて加圧液室106内インクを加圧する構成とすることもできる。

【0047】

このように構成した液体吐出ヘッドにおいて、例えば圧電素子121に印加する電圧を基準電位 V_e から下げることによって駆動圧電素子柱121Aが収縮し、振動板102が下降して液室106の体積が膨張することで、液室106内にインクが流入し、その後駆動圧電素子柱121Aに印加する電圧を上げて駆動圧電素子柱121Aを積層方向に伸長させ、振動板102をノズル104方向に変形させて液室106の体積を収縮させることにより、液室106内のインクが加圧され、ノズル104からインク滴が吐出(噴射)される。

10

【0048】

そして、駆動圧電素子柱121Aに印加する電圧を基準電位に戻すことによって振動板102が初期位置に復元し、液室106が膨張して負圧が発生するので、このとき、共通液室108から液室106内にインクが充填される。そこで、ノズル104のメニスカス面の振動が減衰して安定した後、次の液滴吐出のための動作に移行する。

20

【0049】

なお、このヘッドの駆動方法については上記の例(引き-押し打ち)に限るものではなく、駆動波形の与えた方によって引き打ちや押し打ちなどを行うこともできる。

【0050】

次に、この画像形成装置の制御部の概要について図5を参照して説明する。なお、同図は同制御部のブロック説明図である。

この制御部500は、この装置全体の制御を司る本発明に係る空吐出動作の制御を行う手段を兼ねるCPU501と、CPU501が実行するプログラム、その他の固定データを格納するROM502と、画像データ等を一時格納するRAM503と、装置の電源が遮断されている間もデータを保持するための書き換え可能な不揮発性メモリ504と、画像データに対する各種信号処理、並び替え等を行う画像処理やその他装置全体を制御するための入出力信号を処理するASIC505とを備えている。

30

【0051】

また、記録ヘッド34を駆動制御するためのデータ転送手段、駆動信号発生手段を含む印刷制御部508と、キャリッジ33側に設けた記録ヘッド34を駆動するためのヘッドドライバ(ドライバIC)509と、キャリッジ33を移動走査する主走査モータ554、搬送ベルト51を周回移動させる副走査モータ555、維持回復機構81のキャップ82やワイパ部材83の移動などを行なう維持回復モータ556を駆動するためのモータ駆動部510と、帯電ローラ56にACバイアスを供給するACバイアス供給部511などを備えている。

40

【0052】

また、この制御部500には、この装置に必要な情報の入力及び表示を行うための操作パネル514が接続されている。

【0053】

この制御部500は、ホスト側とのデータ、信号の送受を行うためのI/F506を持っていて、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置、イメージスキャナなどの画像読み取り装置、デジタルカメラなどの撮像装置などのホスト600側から、ケーブル或いはネットワークを介してI/F506で受信する。

【0054】

50

そして、制御部500のCPU501は、I/F506に含まれる受信バッファ内の印刷データを読み出して解析し、ASIC505にて必要な画像処理、データの並び替え処理等を行い、この画像データを印刷制御部508からヘッドドライバ509に転送する。なお、画像出力するためのドットパターンデータの生成はホスト600側のプリンタドライバ601で行っている。

【0055】

印刷制御部508は、上述した画像データをシリアルデータで転送するとともに、この画像データの転送及び転送の確定などに必要な転送クロックやラッチ信号、制御信号などをヘッドドライバ509に出力する以外にも、ROMに格納されている駆動パルスのパターンデータをD/A変換するD/A変換器及び電圧増幅器、電流増幅器等で構成される駆動信号生成部を含み、1の駆動パルス或いは複数の駆動パルスで構成される駆動信号をヘッドドライバ509に対して出力する。

10

【0056】

ヘッドドライバ509は、シリアルに入力される記録ヘッド34の1行分に相当する画像データに基づいて印刷制御部508から与えられる駆動波形を構成する駆動パルスを選択して吐出パルスを生成し、記録ヘッド7の液滴を吐出させるエネルギーを発生する圧力発生手段としての圧電素子に対して印加することで記録ヘッド34を駆動する。このとき、駆動信号を構成する駆動パルスの一部又は全部及び駆動パルスを形成する波形用要素の全部又は一部を選択することによって、例えば、大滴、中滴、小滴など、大きさの異なるドットを打ち分けることができる。

20

【0057】

I/O部513は、装置に装着されている各種のセンサ群515からの情報を取得し、プリンタの制御に必要な情報を抽出し、印刷制御部508やモータ制御部510、ACバイアス供給部511の制御に使用する。センサ群515は、用紙の位置を検出するための光学センサや、機内の温度を監視するためのサーミスタ、帯電ベルトの電圧を監視するセンサ、カバーの開閉を検出するためのインターロックスイッチなどがあり、I/O部513は様々なセンサ情報を処理することができる。

【0058】

次に、印刷制御部508及びヘッドドライバ509の一例について図6を参照して説明する。

30

印刷制御部508は、画像形成時に1印刷周期内に複数の駆動パルス（駆動信号）で構成される駆動波形（共通駆動波形）を生成して出力する駆動波形生成部701と、印刷画像に応じた2ビットの画像データ（階調信号0、1）と、クロック信号、ラッチ信号（LAT）、滴制御信号M0～M3を出力するデータ転送部702と、空吐出用の駆動波形を生成して出力する空吐出駆動波形生成部703とを備えている。

【0059】

なお、滴制御信号は、ヘッドドライバ509の後述するスイッチ手段であるアナログスイッチ715の開閉を滴毎に指示する2ビットの信号であり、共通駆動波形の印刷周期に合わせて選択すべき駆動パルス又は波形要素でHレベル（ON）に状態遷移し、非選択時にはLレベル（OFF）に状態遷移する。

40

【0060】

ヘッドドライバ509は、データ転送部702からの転送クロック（シフトクロック）及びシリアル画像データ（階調データ：2ビット/1チャンネル（1ノズル））を入力するシフトレジスタ711と、シフトレジスタ711の各レジスタ値をラッチ信号によってラッチするためのラッチ回路712と、階調データと制御信号M0～M3をデコードして結果を出力するデコーダ713と、デコーダ713のロジックレベル電圧信号をアナログスイッチ715が動作可能なレベルへとレベル変換するレベルシフタ714と、レベルシフタ714を介して与えられるデコーダ713の出力でオン/オフ（開閉）されるアナログスイッチ716とを備えている。

【0061】

50

このアナログスイッチ716は、各圧電素子121の選択電極（個別電極）154に接続され、駆動波形生成部701からの共通駆動波形が入力されている。したがって、シリアル転送された画像データ（階調データ）と制御信号MN0～MN3をデコーダ713でデコードした結果に応じてアナログスイッチ715がオンにすることにより、共通駆動波形を構成する所要の駆動パルス及び波形要素が通過して（選択されて）圧電素子121に印加される。

【0062】

空吐出駆動波形生成部703は、空吐出動作を行うときに、空吐出駆動波形を生成してアナログスイッチ716に出力する。なお、駆動波形生成部701からの共通駆動波形と空吐出駆動波形生成部703からの空吐出駆動波形とは、選択的に生成され、あるいは、選択的にアナログスイッチ716に入力される。

10

【0063】

次に、本発明の第1実施形態について図7をも参照して説明する。なお、実施形態の説明において、駆動パルスとは駆動波形を構成する要素としてパルスを示す用語として、吐出パルスとは圧力発生手段に印加されて滴を吐出させるパルスを示す用語とし、非吐出パルスとは圧力発生手段に印加されるが滴を吐出させないパルスを示す用語として用いる。

【0064】

この実施形態では、3種類のサイズの液滴（大滴、中滴、小滴）を吐出させる駆動波形の例である。駆動波形生成部701からは図7（a）に示すような駆動波形（共通駆動波形）Pvが出力される。この駆動波形Pvは、1印刷周期（1駆動周期）内で、駆動パルスP1～P6を時系列で生成した波形である。

20

【0065】

各駆動パルスの波形要素は、次のとおりである。

駆動パルスP1、P2、P3は、いずれも、図8に示すように、基準電位Veから所定のホールド電位まで立ち下がって加圧液室6を膨張させる波形要素（膨張波形要素）aと、立ち下がった電位（ホールド電位）を保持する波形要素（保持要素）bと、ホールド電位から立ち上がって加圧液室6を収縮させる波形要素（収縮波形要素）cとで構成される（ただし、ホールド電位は異なる。）。なお、ホールド電位とは当該駆動パルスのうちで最も加圧液室6を収縮させる状態の電位を意味するものとする。

【0066】

30

駆動パルスP4は、図9に示すように、基準電位Veから所定のホールド電位まで立ち下がって加圧液室6を膨張させる膨張波形要素aと、ホールド電位に保持する保持要素b1と、ホールド電位から所定の間電位まで立ち上がって加圧液室6を収縮させる（第1段階の収縮）波形要素c1と、中間電位を保持する保持要素b2と、中間電位から基準電位Veまで立ち上がって加圧液室6を収縮させる（第2段階の収縮）波形要素c2とで構成される。

【0067】

駆動パルスP5は、図10に示すように、基準電位Veから中間電位まで立ち下がって加圧液室6を膨張させる（第1段階の膨張）波形要素a1と、中間電位を保持する保持要素b1と、中間電位からホールド電位まで立ち下がって加圧液室6を膨張させる（第2段階の膨張）波形要素a2と、ホールド電位に保持する保持要素b2と、ホールド電位から基準電位Veまで立ち上がって加圧液室6を収縮させる波形要素cとで構成される。

40

【0068】

この加圧液室6を収縮させて液滴を吐出させる直前に2段階で加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込む波形要素を有する駆動パルスは、1段階目の加圧液室膨張開始点と2段階目の加圧液室膨張開始点との時間間隔Tsが前記加圧液室のヘルムホルツ共振周期Tcとした時に $0.3Tc < Ts < 0.7Tc$ の関係を満たすパルスとしている。これにより、滴曲がりの発生しにくい吐出パルスを得ることが可能となる。これは、1段階目の加圧液室の膨張によるメニスカスの引き込みが通常位置まで復帰（ $Tc = 0.5$ ）する近傍で2段階目の加圧液室の膨張を行うことで過度のメニスカスの引き込みや、気泡の巻き込

50

みを防止できるためである。

【 0 0 6 9 】

駆動パルス P 6 は、図 1 1 に示すように、基準電位 V e からホールド電位まで立ち下がり加圧液室 6 を膨張させる膨張波形要素 a と、ホールド電位を保持する保持要素 b と、ホールド電位から基準電位 V e を超えて中間電位まで立ち上がり加圧液室 6 を収縮させる収縮波形要素 d と、波形要素 d の立ち上がり電位を保持する保持要素 e 1 と、保持要素 e 1 で保持された電位から更に立ち上がり加圧液室 6 を収縮させる収縮波形要素 f と、収縮波形要素 f の立ち上がり電位を保持する保持要素 e 2 と、保持要素 e 2 の保持電位から基準電位 V e まで立ち下がる波形要素 g とで構成される。

【 0 0 7 0 】

データ転送部 7 0 2 からは図 7 (b) に示す滴制御信号 M 0 ~ M 3 が出力される。滴制御信号 M 0 は、大滴を形成する複数の滴を吐出させる駆動波形の駆動パルスの波形要素の全部又は一部を選択 (ここでは、P 2、P 3、P 6 の全部と P 4、P 5 の一部) して大滴用の吐出パルスを生成させる。滴制御信号 M 1 は、中滴を形成する滴を吐出させる駆動波形の駆動パルスの波形要素の全部又は一部を選択 (ここでは、P 6 の全部と P 5 の一部) して中滴用の吐出パルスを生成させる。滴制御信号 M 2 は、小滴を形成する滴を吐出させる駆動波形の駆動パルスの波形要素の全部又は一部を選択 (ここでは、P 4 の全部) して小滴用の吐出パルスを生成させる。滴制御信号 M 3 は、滴を吐出させないで駆動する駆動波形の駆動パルスの波形要素の全部又は一部を選択 (ここでは、P 1 の全部) して微駆動用の非吐出パルスを生成させる。

【 0 0 7 1 】

つまり、図 7 (c) に示すように、小滴は、駆動パルス P 4 を選択して吐出パルスを生成している。なお、駆動パルス P 2 ないし P 3 で小滴を吐出させる吐出パルスを生成することもできる。中滴は、連続する駆動パルス P 5 と駆動パルス P 6 を選択して吐出パルスを生成している。大滴は、連続する駆動パルス P 2 ~ P 6 を選択して吐出パルスを生成する。

【 0 0 7 2 】

このとき、連続する駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 のうちの駆動パルス P 5 を使用する中滴の吐出時には、駆動パルス P 5 の波形要素の全部を使用して吐出パルスを生成する。これに対し、連続する駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 を使用する大滴の吐出時には、駆動パルス P 4 の一部 (第 2 段階の収縮波形要素 c 2) と駆動パルス P 5 の一部 (第 1 段階の膨張波形要素 a 1) を使用しないで異なる形状の駆動パルス P 4、P 5 とした吐出パルスを生成する。

【 0 0 7 3 】

なお、圧力発生手段が圧電素子の場合、駆動パルス P 4 の保持要素 b 2 の電位が圧電素子に印加された状態が継続して、駆動パルス P 5 の保持要素 b 1 から第 2 段階の膨張波形要素 a 2 の印加が開始されるまでその電位が維持される (圧電素子の自然放電による電位の変化は除く。)。

【 0 0 7 4 】

また、駆動パルス P 4 の第 1 の加圧液室 6 の収縮開始点 (第 1 段階の収縮波形要素 c 1 の開始点) と駆動パルス P 5 の加圧液室 6 の収縮開始点 (収縮波形要素 c の開始点) の時間間隔 T d は、加圧液室 6 のヘルムホルツ共振周期 T c に対して、 $(N - 1 / 4) T c$ $T d$ $(N + 1 / 4) T c$ (N は自然数) を満たす関係で配置している。このようにすることで、P 5 の収縮開始時にはメニスカスの振動は吐出方向側に移動している状態となり、P 5 による滴吐出速度を上げることができ、大滴形成時に飛翔中に液滴を一つの滴にマージすることが容易になる。

【 0 0 7 5 】

上述したように、小滴吐出時に使用する駆動パルス P 4 を、加圧液室 6 を 2 段階で収縮させる吐出パルスとすることにより、大きな吐出速度を確保しながら、吐出滴量の小さい液滴の吐出を得ることができるようになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

また、中滴吐出時に使用する駆動パルス P 5 を、加圧液室を 2 段階で膨張させる吐出曲がりが発生しにくい吐出パルスとすることで、中滴吐出時の吐出滴曲がりを発生しにくくする効果が得られる。

【 0 0 7 7 】

また、大滴吐出時には短い駆動波形長で大きな吐出滴量を確保するため、駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 で連続駆動する必要があるが、連続する駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 によって吐出パルスを生成して駆動する場合、駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 間に凸パルス P a が形成されることになる。この凸パルス P a が存在すると、駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 に対して、ヘルムホルツ共振周期 T c の逆位相のメニスカス振動を 2 段階によって発生させることになり、駆動パルス P 5 によって吐出される滴速度（吐出エネルギー）を大きく低下させ、大滴吐出時の各滴が飛翔中に合体しにくくなる。また、逆位相の凸パルス P a の駆動により、メニスカス振幅が不安定化し吐出信頼性が低下する。なお、この場合、駆動パルス P 4 が 2 段階収縮駆動パルス（これを「第 3 の駆動パルス」という。）、駆動パルス P 5 が 2 段階膨張駆動パルス（これを「第 4 の駆動パルス」という。）に対応する。

10

【 0 0 7 8 】

そこで、大滴吐出時は、駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 の間に生じる凸パルス P a が吐出パルスとして印加されないように、駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 のパルス形状を変更することで、駆動パルス P 4 と駆動パルス P 5 の共振駆動を確保でき、高い吐出効率を得ることができ、さらに吐出信頼性も向上させることが可能となる。

20

【 0 0 7 9 】

このように、複数の滴サイズの滴形成に寄与する駆動パルスを選択して吐出パルスを生成するとき、滴サイズに応じて、複数の滴サイズの滴形成に寄与する駆動パルスの波形要素の一部を異なる形状に変更した吐出パルスを生成する構成とすることで、1 印刷周期（1 駆動周期ともいう。）の駆動波形全体の長さを短くできて高速化を図れるとともに、滴サイズに対応した波形要素の吐出パルスを形成できて信頼性が向上する。

【 0 0 8 0 】

すなわち、複数の駆動パルスの駆動間隔は、加圧液室の収縮開始点が個別液室のヘルムホルツ共振周期 T c の整数倍の関係を満たすように配置することで吐出効率を向上することができる。ところが、複数の液滴サイズにおいて、1 番最初に駆動する吐出パルスは、滴曲がり防止のために 2 段階でメニスカスを引き込む吐出パルスとすることが好ましいが、これを満たすように駆動波形を配置すると 2 段階でメニスカスを押出す吐出パルスの直後に、2 段階でメニスカスを引き込む吐出パルスを駆動する吐出パルス群が形成される場合がある。この場合、この 2 つの駆動パルスをヘルムホルツ共振周期 T c の整数倍の關係に配置したとしても、2 つの駆動パルス間に、ヘルムホルツ共振周期 T c の逆位相となる凸パルスが形成されることになって、2 つの駆動パルス間の吐出効率が低下する。さらには、逆位相の凸パルスはメニスカスの振幅を不安定化させ、次の吐出パルスの液滴の吐出が不安定化したり不吐出となったりする現象が発生し、吐出信頼性が低下することになる。

30

40

【 0 0 8 1 】

そこで、連続して出力される、2 段階でメニスカスを押出す駆動パルスと、2 段階でメニスカスを引き込む駆動パルスから吐出パルスを生成するときには、2 つの駆動パルスの一部を使用しない（選択しない）ようにすることで、2 つの吐出パルス間に逆位相の凸パルスが形成されていないようにして、吐出パルス間のメニスカス共振効果を効率よく利用でき、さらにはメニスカス振幅を不安定化させることを防止して、吐出信頼性を向上させることができる。

【 0 0 8 2 】

このように、駆動波形の滴形成に寄与する複数の駆動パルスには、加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に、2 段階で加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる波形

50

要素を有している第3の駆動パルスと、第3の駆動パルスの直後に、加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる直前に、少なくとも2段階で加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込む波形要素を有する第4の駆動パルスとを含み、第3及び第4の駆動パルスを1印字周期内で連続して駆動するとき、第3及び第4の駆動パルスの一部を選択せずに、第3の駆動パルスから加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に加圧液室を1段階で収縮させて液滴を吐出させる吐出パルスと、該吐出パルスの直後に、第4の駆動パルスから加圧液室を1段階で膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる吐出パルスとを生成し、3及び第4の駆動パルスを1印字周期内で連続して駆動しないとき、第3の駆動パルス及び第4の駆動パルスはそれぞれ全部を選択して吐出パルスとすることで、2つの吐出パルス間に逆位相の凸パルスが形成されないようにして、吐出パルス間のメニスカス共振効果を効率よく利用でき、さらにはメニスカス振幅を不安定化させることを防止して、吐出信頼性を向上させることができる。

10

【0083】

次に、本発明の第2実施形態について図12を参照して説明する。

この実施形態では、駆動波形P_vは、図12(a)に示すように、5個の駆動パルスP₁₁～P₁₅で構成されている。ここでは、駆動パルスP₁₂、P₁₄は、前記第1実施形態の駆動パルスP₅と同様に、2段階で加圧液室6を膨張させる膨張波形要素を有するパルスである。駆動パルスP₁₃は、前記第1実施形態の駆動パルスP₄と同様に、2段階で加圧液室6を収縮させる収縮波形要素を有するパルスである。駆動パルスP₁₅は、前記第1実施形態の駆動パルスP₆と同様である。

20

【0084】

そして、図12(b)に示すような滴制御信号M₀～M₃を与えることにより、図12(c)に示すように、駆動パルスP₁₂で小滴を吐出させ、駆動パルスP₁₄と駆動パルスP₁₅で中滴を吐出させ、駆動パルスP₁₁～P₁₅で大滴を吐出させる。

【0085】

このとき、駆動パルスP₁₃と駆動パルスP₁₄を連続して選択しない中滴の吐出時には、駆動パルスP₁₄は全体が吐出パルスとなる。

【0086】

これに対し、連続する駆動パルスP₁₃と駆動パルスP₁₄をいずれも選択する大滴の吐出時には、駆動パルスP₁₃の一部と駆動パルスP₁₄の一部を選択しないで吐出パルスを生成する。

30

【0087】

ここでも、駆動パルスP₁₃と駆動パルスP₁₄の間隔T_d(駆動パルスP₁₃の第1段階の加圧液室の収縮開始点と駆動パルスP₁₄の加圧液室の収縮開始点の時間間隔T_d)は、加圧液室6のヘルムホルツ共振周期T_cに対して、 $(N - 1 / 4) T_d$ $(N + 1 / 4)$ (Nは自然数)を満たす関係で配置している。

【0088】

また、駆動パルスP₁₂と駆動パルスP₁₃の一部で液滴が吐出しない程度にメニスカスを振動させる微駆動パルス(非吐出パルス)を生成している。駆動パルスP₁₂と駆動パルスP₁₃の一部を用いて微駆動パルスを生成することで、微駆動専用のパルスを設ける必要がなくなり、駆動波形長が短縮されて高周波駆動が可能となり、印字速度が向上するという効果を得ることが可能となる。つまり、ここでは、駆動パルスP₁₂が「第1の駆動パルス」、駆動パルスP₁₃が「第2の駆動パルス」に対応する。

40

【0089】

また、前記第1実施形態と同様に、中滴を形成する1滴目において加圧液室を2段階で膨張させる駆動パルスP₁₄を用いることで、液滴曲がりが発生しにくい中滴を形成することができる。

【0090】

また、駆動パルスP₁₂とP₁₃の一部で微駆動パルスを形成して駆動波形長を短縮し、更に2段階で加圧液室を膨張させる駆動パルスP₁₄により中滴の滴曲がりを防止しな

50

から、前記第1実施形態と同様に、大滴の吐出時には駆動パルスP13と駆動パルスP14の全体を選択することで形成される逆位相（駆動パルスP13による駆動によって発生する加圧液室6のヘルムホルツ共振周期 T_c と同じ周期を有するメニスカス振動の位相に対して逆の位相）の凸パルスPaを使用しない吐出パルスを生成する（駆動パルスP13とP14のパルス形状を吐出パルスとするときには変更する）ことで、高い吐出効率を確保しつつ吐出信頼性を確保することができる。

【0091】

また、この実施形態のように、各液滴サイズの液滴を吐出するときの1番最初に印加される吐出パルスを、2段階のメニスカス引込み工程を有する吐出パルスとすることにより、滴曲がりが発生しにくくなる。

10

【0092】

すなわち、撥水膜の磨耗や剥離によって、ノズル近傍の濡れ性の分布にムラや偏りができたり、ノズル近傍にインク固着が発生したりすると、メニスカス振動時にノズルに形成されるメニスカスが不均一になり、ノズルから吐出されるインク滴は曲がりやすくなる。特に、大滴や中滴を吐出した直後にはメニスカスがノズル近傍に溢れ、次に吐出される1番目の液滴が特に曲がりやすい傾向がある。そして、滴曲がりが発生すると、画像品質が低下してしまうが、基本的な吐出パルスとして、加圧液室を収縮して液滴を吐出させる直前に、1段階で加圧液室を膨張させてメニスカスを引込む吐出パルスがある。しかし、不均一に形成されたメニスカス状態での液滴吐出においては、1段階でのメニスカスの引込み工程より、2段階でのメニスカス引込み工程を設ける方が、滴曲がりが発生しにくくなる傾向がある。

20

【0093】

そこで、各液滴サイズの液滴を吐出する際の時系列で1番最初に駆動する（圧力発生手段に印加される）吐出パルスを、2段階のメニスカス引込み工程を有する吐出パルスとすることにより、耐久劣化後のノズルでも滴曲がりが発生しにくくなり、吐出信頼性が向上し、画像品質の経時劣化を軽減することができる。

【0094】

また、この実施形態では、加圧液室を収縮して液滴を吐出させる直前に、少なくとも2段階で加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込む波形要素を有する第1の駆動パルスと、加圧液室を膨張させてメニスカスを引き込んだ直後に、2段階で加圧液室を収縮させて液滴を吐出させる波形要素を有している第2の駆動パルスとを含み、液滴を吐出しない状態で圧力発生手段を駆動する非吐出パルスを生成するとき、第1の駆動パルスの波形要素の一部と第2の駆動パルスの波形要素の一部を選択して非吐出パルスを生成している。

30

【0095】

すなわち、印字中の吐出頻度の低いノズルにおいて、ノズル内のインクが乾燥増粘して吐出信頼性が低下する現象が発生する。吐出信頼性を確保するためには、吐出頻度の低いノズルにおいて定期的にメニスカスを振動させてノズル内部の増粘していないインクと常に攪拌させておく必要がある。この滴が吐出しない程度にメニスカスを振動させる微駆動パルスは、滴を吐出してはいけないため、吐出パルスを駆動することはできない。そこで、従前は微駆動専用の微駆動パルスを設けるものがあるが、それでは、駆動波形長が長くなり、駆動周波数が低下して、印字速度が低下することになる。

40

【0096】

これに対し、液滴が吐出しない程度にメニスカスを振動させて、ノズル内のインクの乾燥増粘を防止するための微駆動パルスを、駆動パルスの一部を選択して形成することで、微駆動専用のパルスを設ける必要がなくなる。微駆動専用のパルスが占有していた時間分だけ駆動波形長を短縮することができ、駆動周波数を増加して、印字速度を向上させることができる。

【0097】

次に、本発明の第3実施形態について図13を参照して説明する。

この実施形態では、駆動波形Pvは、図13(a)に示すように、5個の駆動パルスP

50

21 ~ P25で構成されている。ここでは、駆動パルスP21、P24は、前記第1実施形態の駆動パルスP5と同様に、2段階で加圧液室6を膨張させる膨張波形要素を有するパルスである。駆動パルスP23は、前記第1実施形態の駆動パルスP4と同様に、2段階で加圧液室6を収縮させる収縮波形要素を有するパルスである。駆動パルスP25は、前記第1実施形態の駆動パルスP6と同様である。

【0098】

そして、図13(b)に示すような滴制御信号M0 ~ M3を与えることにより、図13(c)に示すように、駆動パルスP24で小滴を吐出させ、駆動パルスP24とP25により中滴を吐出させ、駆動パルスP21 ~ P25により大滴を吐出させる。

【0099】

ここでも、連続する駆動パルスP23と駆動パルスP24のうちの駆動パルス23を使用しない中滴の吐出時には、駆動パルスP24は全体が使用されて吐出パルスが生成される。

【0100】

これに対し、駆動パルスP23と駆動パルスP24をいずれも使用する大滴の吐出時には、駆動パルスP23の一部と駆動パルスP24の一部の波形要素を使用しないで吐出パルスを生成する。駆動パルスP23と駆動パルスP24の間隔Td(駆動パルスP23による加圧液室6の第1段階の収縮開始点と駆動パルスP24の加圧液室6の収縮開始点の時間間隔Td)は、加圧液室6のヘルムホルツ共振周期Tcに対して、 $(N - 1 / 4) Td$ ($N + 1 / 4$) (Nは自然数)を満たす関係で配置している。

【0101】

また、駆動パルスP21とP23の一部を選択して、液滴が吐出しない程度にメニスカスを振動させる微駆動パルスを生成する。

【0102】

そして、ここでは、全てのサイズの液滴を吐出させる1滴目の駆動パルスは、必ず加圧液室を2段階で膨張させる駆動パルスとし、液滴吐出曲がりを防止する効果を確保している。すなわち、小滴吐出では駆動パルスP24、中滴吐出の1滴目は駆動パルスP24、大滴吐出の1滴目は駆動パルスP21の、2段階で加圧液室6を膨張させる駆動パルスとしている。

【0103】

また、駆動波形長を短縮するために、微駆動専用の微駆動パルスを設けることなく、駆動パルスP21とP23の一部で微駆動パルスを形成し、液滴が吐出しない程度にメニスカスを振動させる。

【0104】

また、前記第1、第2実施形態と同様に、大滴の吐出するときに連続する駆動パルスP23とP24については、駆動パルスP23とP24の間の凸パルスPaが形成されてないように駆動パルスP23とP24の一部を使用しない(駆動パルスP23とP24の形状を変更する)ことで、高い吐出効率と吐出信頼性を確保している。

【0105】

次に、本発明の第4実施形態について図14を参照して説明する。

この実施形態では、駆動波形Pvは、図14(a)に示すように、5個の駆動パルスP31 ~ P35で構成されている。ここでは、駆動パルスP31、P32、P34は、前記第1実施形態の駆動パルスP5と同様に、2段階で加圧液室6を膨張させる膨張波形要素を有するパルスである。駆動パルスP33は、前記第1実施形態の駆動パルスP4と同様に、2段階で加圧液室6を収縮させる収縮波形要素を有するパルスである。駆動パルスP45は、前記第1実施形態の駆動パルスP6と同様である。

【0106】

そして、図14(b)に示すような滴制御信号M0 ~ M3を与えることにより、図14(c)に示すように、駆動パルスP32で小滴を吐出させ、駆動パルスP34とP35により中滴を吐出させ、駆動パルスP31 ~ P35により大滴を吐出させる。

10

20

30

40

50

【0107】

ここでも、連続する駆動パルスP33と駆動パルスP34のうちの駆動パルスP33を使用しない中滴の吐出時には、駆動パルスP34は全体が使用されて吐出パルスが生成される。

【0108】

これに対し、駆動パルスP33と駆動パルスP34をいずれも使用する大滴の吐出時には、駆動パルスP33の一部と駆動パルスP34の一部の波形要素を使用しないで吐出パルスを生成する。駆動パルスP33と駆動パルスP34の間隔Td(駆動パルスP33による加圧液室6の第1段階の収縮開始点と駆動パルスP34の加圧液室6の収縮開始点の時間間隔Td)は、加圧液室6のヘルムホルツ共振周期Tcに対して、 $(N-1/4)Td < (N+1/4)Tc$ (Nは自然数)を満たす関係で配置している。

10

【0109】

また、駆動パルスP21とP23の一部を選択して、液滴が吐出しない程度にメニスカスを振動させる微駆動パルスを生成する。

【0110】

そして、前記第3実施形態と同様に、全てのサイズの液滴を吐出させる1滴目の駆動パルスは、必ず加圧液室6を2段階で膨張させる駆動パルスとし、全てのサイズの液滴について吐出時の滴曲がり防止する。すなわち、この第4実施形態では、小滴吐出では駆動パルスP32、中滴吐出の1滴目は駆動パルスP34、大滴吐出の1滴目は駆動パルスP31で形成し、駆動パルスP31、P32及びP34は、前述したように、加圧液室6を2段階で膨張させる駆動パルスとしている。

20

【0111】

また、微駆動専用の駆動パルスを用いることなく、駆動パルスP31とP33の一部で液滴が吐出しない程度にメニスカスを振動させる微駆動パルスを形成し、駆動波形長を短縮させる。

【0112】

また、前記各実施形態と同様、大滴の吐出するときに連続する駆動パルスP33とP34については、駆動パルスP33とP34の間の凸パルスPaが形成されていないように駆動パルスP33とP34の一部を使用しない(駆動パルスP33とP34の形状を変更すること)ことで、高い吐出効率と吐出信頼性を確保している。

30

【0113】

次に、上記第1ないし第4実施形態における駆動パルスの形状について具体的な条件を特定して第5ないし第8実施形態として説明する。次のような条件の下における各駆動パルスの各電圧変化部分(立ち上がり、立下り部分)の変位時間及び変位停止時間(保持時間)は、ヘッドの個別液室のヘルムホルツ共振周期Tcに対して、下記のような時間領域に設定することで、高い吐出効率や曲がり難い駆動パルスを得ることができる。

【0114】

まず、第5実施形態について図15を参照して説明する。

前記第1ないし第4実施形態における、2段階で加圧液室6を膨張させる駆動パルス(2段階引込み停止型プル(Pull)波形ともいう。)は、図15に示す波形要素を有している。図15における第1の膨張時間(第1の引込み時間)Ta1、第2の膨張時間(第2の引込み時間)Tb1、第1の収縮時間(第1の押し出し時間)Tc1は、個別液室6のヘルムホルツ共振周期Tcに対して、次のような関係を有している。

40

【0115】

$$(1/2 - 1/8) \times Tc < Ta1 < (1/2 + 1/8) \times Tc \quad \dots \text{条件 1 - 1}$$

$$(1/2 - 1/8) \times Tc < Tb1 < (1/2 + 1/8) \times Tc \quad \dots \text{条件 1 - 2}$$

$$1/10 \times Tc < Tc1 < 1/3 \times Tc \quad \dots \text{条件 1 - 3}$$

$$1/5 < Va1/Vb1 < 1/1 \quad \dots \text{条件 1 - 4}$$

【0116】

上記条件1-1を適用することによって、図15に示す駆動パルスによる吐出滴につい

50

て、前の（先行する）吐出滴によって発生するメニスカス振動の影響による吐出滴速度 V_j の変動量を低減することができる（前の吐出滴の影響を受けにくくなる。）。例えば、大滴吐出直後には、ノズルに形成されたメニスカスに大きな周期のリフィル振動が発生するが、その状況における駆動において、2段引込み波形の引込み時間（2段階の膨張波形の膨張時間）を条件 1 - 1 とすることで、滴速度の低下を低減することができ、吐出滴の着弾位置ズレ量を低減することができる。

【0117】

また、吐出滴の吐出曲がり量を低減することができる。すなわち、前の滴の吐出直後はノズルからメニスカスが溢れ気味となり、次の駆動パルスにおいて吐出曲がりが発生しやすい状況となる。ここで、条件 1 - 1 を満たす 2 段引込み型プル波形では、メニスカスをノズル内部に一度引込み、メニスカスの引込み変位速度が「0」となる近傍にて吐出動作（引き打ち）が開始されるため、メニスカスが溢れた状態からの駆動において、吐出曲がりが発生しにくくなる。あるいは、吐出曲がり量を低減することができる。

10

【0118】

さらに、条件 1 - 2、条件 1 - 3 を適用することで、高い吐出効率を得る（変位量に対して大きな滴速度 V_j や吐出滴量 M_j を得る）ことができる。

【0119】

また、第 1 の引込み電圧 V_{a1} と第 2 の引込み電圧 V_{b1} を条件 1 - 4 の範囲内にするこで、上述した効果（メニスカス変動時の滴速度変動量の低減と曲がり量の低減）を得ることができ、さらには V_{a1} / V_{b1} を大きくする（引込み電圧 V_{a1} を大きくする）に従ってその効果が高まる。

20

【0120】

次に、第 6 実施形態について図 16 を参照して説明する。

前記第 1 ないし第 4 実施形態における、2 段階で加圧液室 6 を収縮させる駆動パルス（2 段押し型プッシュ（Push）波形ともいう。）は、図 16 に示す波形要素を有している。図 16 における膨張時間（引込み時間） T_{a2} 、第 1 の収縮時間（第 1 の押し時間） T_{b2} 、第 2 の押し時間 T_{c2} は、個別液室 6 のヘルムホルツ共振周期 T_c に対して、次のような関係を有している。

【0121】

$$\begin{aligned} (1/2 - 1/8) \times T_c \quad T_{a2} \quad (1/2 + 1/8) \times T_c & \dots \text{条件 2 - 1} \\ (1/2 - 1/8) \times T_c \quad T_{b2} \quad (1/2 + 1/8) \times T_c & \dots \text{条件 2 - 2} \\ 1/10 \times T_c \quad T_{c2} \quad 1/3 \times T_c & \dots \text{条件 2 - 3} \\ 1/5 \quad V_{a2} / V_{b2} \quad 1/1 & \dots \text{条件 2 - 4} \end{aligned}$$

30

【0122】

上記の条件 2 - 1 及び条件 2 - 3 を満足することによって、図 16 に示す駆動パルスにおいて高い吐出効率を得ることができる。また、条件 2 - 2 を満足することにより、当駆動パルス直後に駆動する次の駆動パルスに与える影響を低減することができる。すなわち、図 16 の第 1 の引込み変位（膨張波形要素）と第 1 の押し変位（第 1 の収縮波形要素）によって液滴が吐出されると同時に、ノズルに形成されたメニスカスに周期 T_c の振動が発生するが、条件 2 - 2 を満たす第 2 の押し変位（第 2 の収縮波形要素）は、第 1 の引込み変位と第 1 の押し変位によって発生するメニスカス振動の逆位相のメニスカス振動を発生させる変位を発生させるため、第 1 の引込み変位と第 1 の押し変位によって発生した大きなメニスカス振動が減衰される効果を得ることができる。

40

【0123】

これにより、図 16 の駆動パルスの駆動によって発生したメニスカス振動の振幅が減衰され、次の吐出滴の吐出特性への影響が小さくなり、さらに次の吐出滴において吐出曲がりが発生するおそれを低減することができる。

【0124】

次に、本発明の第 7 実施形態について図 17 を参照して説明する。

前記第 1 ないし第 4 実施形態における、1 段階で加圧液室 6 を膨張及び収縮させる単純

50

プル型の駆動パルスは、図 17 に示す波形要素を有している。図 17 における膨張時間（引込み時間及び保持時間） $T a 3$ 、収縮時間（押し出し時間） $T c 2$ 、個別液室 6 のヘルムホルツ共振周期 $T c$ に対して、次のような関係を有している。

【0125】

$$\begin{aligned} (1/2 - 1/8) \times T c & \quad T a 3 & \quad (1/2 + 1/8) \times T c & \quad \dots \text{条件 2 - 1} \\ 1/10 \times T c & \quad T c 3 & \quad 1/3 \times T c & \quad \dots \text{条件 2 - 2} \end{aligned}$$

【0126】

上記の条件 2 - 1 及び条件 2 - 2 を満足することで、図 17 に示す駆動パルスにおいて高い吐出効率を得ることができる。

【0127】

次に、本発明の第 8 実施形態について図 18 ないし図 20 を参照して説明する。

前記第 1 ないし第 4 実施形態における、吐出滴量によって駆動パルスの波形要素の一部を使用して生成する吐出パルスは、図 18 ないし図 20 に示すような波形形状を有している。ここで、各駆動パルスの第 1 の引込み時間 $T a 4$ 及び $T a 5$ 、第 1 の押し出し時間 $T c 4$ 及び $T c 5$ 、両駆動パルスのパルス間隔 $T d 6$ は、次の条件を満たしている。

【0128】

$$\begin{aligned} (1/2 - 1/8) \times T c & \quad T a 4 & \quad (1/2 + 1/8) \times T c & \quad \dots \text{条件 3 - 1} \\ (1/2 - 1/8) \times T c & \quad T a 5 & \quad (1/2 + 1/8) \times T c & \quad \dots \text{条件 3 - 2} \\ 1/10 \times T c & \quad T c 4 & \quad 1/3 \times T c & \quad \dots \text{条件 3 - 3} \\ 1/10 \times T c & \quad T c 5 & \quad 1/3 \times T c & \quad \dots \text{条件 3 - 4} \\ (Z - 1/4) \times T c & \quad T d 6 & \quad (Z + 1/4) \times T c & \quad (Z : \text{自然数}) \dots \text{条件 3 - 5} \end{aligned}$$

【0129】

上記の条件 3 - 1 ~ 3 - 4 を満足することで、各駆動パルスにおいて高い吐出効率を得ることができる。

【0130】

また、条件 3 - 5 を満足することで、2 つの駆動パルスの共振によりさらに高い吐出効率を得ることができる。

【0131】

例えば、第 1 ないし第 4 実施形態において、中滴の 1 滴目を吐出する駆動パルスは、大滴の 4 滴目を吐出する駆動パルスと同じ駆動パルスである。本実施形態で示したような中滴波形構成（後端駆動パルスの連続駆動）においては、大滴駆動時の 4 滴目の吐出速度の方が、中滴駆動時の 1 滴目の吐出速度より速くなる条件でなければ、大滴駆動時に 1 ないし 3 滴目と 4 ないし 5 滴目が飛翔中にマージしにくくなってしまう。どのような駆動条件においても確実に大滴がマージするよう余裕度を確保するためには、条件 3 - 5 に示した条件を満足することが好ましい。条件 3 - 5 を満足することで、第 1 ないし第 4 実施形態において、大滴駆動時の 4 滴目の駆動パルスは、3 滴目の駆動パルスの共振駆動効果を得ることが可能となり、4 滴目の吐出速度が増加し、大滴駆動時に確実にマージさせることができる。

【0132】

次に、前述したように微駆動パルス（非吐出パルス）を滴吐出に寄与する駆動パルスの一部を用いて生成することと本発明における駆動パルスから吐出パルスを生成することとの関係について図 21 及び図 22 を参照して説明する。

図 21 に示すように、駆動周期（1 印刷周期） $T y$ に対して、駆動波形の波形長 $T x$ は短くなければいけない。このとき、波形長に余裕があれば（駆動周期に対して、目的の仕様を満たす駆動波形の波形長が十分短ければ）、前述した第 1 実施形態のように微駆動専用パルスを設けることが可能であるが、より高周波駆動を行うためには、波形長 $T x$ には余裕がなくなるため、波形長 $T x$ を短縮する必要がある、微駆動専用パルスが占有している波形長を短縮することが行われる。

【0133】

また、複数の駆動パルスで複数の液滴を吐出させて飛翔中にマージさせる駆動を実施す

10

20

30

40

50

る駆動方法では、大滴や中滴を確実にマージさせるため、あるいは、大滴や中滴の速度（着弾位置）を調整するために、各駆動パルスの配置（間隔）は、広がったり狭まったりする。例えば、 $1.0T_c$ や $2.0T_c$ といった共振駆動や、 $1.5T_c$ といった非共振駆動のように、駆動タイミングを調整することで滴速度を調整する。

【0134】

そして、上記のような滴速度調整のために、図22にも示すように、非吐出専用の駆動パルスの有無に関わらず、駆動パルス間隔 T_p を広くとる必要のある箇所が発生するため、その広い駆動パルス間隔箇所を有効利用して、非吐出パルス（微駆動）を形成して、波形長を短縮し、高周波駆動を可能にしている。

【0135】

すなわち、大滴、中滴、小滴の着弾位置は同じになるようにする（大中小いずれの滴でも狙いのドット（ピクセル）の中心に着弾するようにする）ことが好ましい。例えば、2パルス目が小滴として駆動される場合、2滴目だけの駆動で目的の滴速度の滴が吐出される。そして、大滴吐出時には、全ての駆動パルスを選択し、それらの滴が全てマージし、小滴と同じ滴速度で用紙に着弾しなければならない。つまり、2滴目だけで駆動したときに一気に目的速度の滴が吐出されてしまうが、1滴目、2滴目の吐出で一気に目的速度に到達してしまうと、後続滴とマージしなくなってしまうために、2滴目は1滴目の駆動により滴速度が遅くなるようにしなければならない。そして、1滴目と2滴目の駆動タイミングは $1.5T_c$ 以上の非共振間隔とすることが好ましい。

【0136】

このような理由で決められた駆動パルス間隔の中に、非吐出パルスを埋め込むための間隔を有効利用し、微駆動専用パルスを設ける必要をなくする。

【0137】

そこで、前述したように、吐出パルス（駆動パルス）の駆動間隔が、加圧液室の収縮開始点が加圧液室のヘルムホルツ共振周期 T_c の整数倍の関係を満たすように駆動パルスを配置することで、吐出効率が向上する。そして、2段階でメニスカスを引き込む駆動パルスの一部と、2段階でメニスカスを押出す駆動パルスの一部で、微駆動パルスを形成するような吐出パルス群で、駆動波形長を短縮するために複数の液滴サイズの吐出に寄与する駆動パルスを有し、複数の液滴サイズにおいて1番最初に駆動する駆動パルスは、滴曲がり防止のために2段階でメニスカスを引き込む駆動パルスとすると、2段階でメニスカスを押出す駆動パルスの直後に、2段階でメニスカスを引き込む駆動パルスを駆動する吐出パルス群が形成される場合がある。

【0138】

ところが、この2つの駆動パルスをヘルムホルツ共振周期 T_c の整数倍の關係に配置したとしても、2つの駆動パルスの連続選択で形成されるパルス形状は、2つの駆動パルスの間に、ヘルムホルツ共振周期 T_c の逆位相となる凸状パルスが生成されることになってしまい、吐出パルス間の吐出効率が低下する。さらには、逆位相の凸状パルスはメニスカスの振幅を不安定化させ、次の吐出パルスの液滴の吐出が不安定化したり不吐出となったりする現象が発生し、吐出信頼性が低下することがある。

【0139】

そのため、前記実施形態のように、2段階でメニスカスを押出す駆動パルスと、2段階でメニスカスを引き込む駆動パルスが連続駆動される場合には、2つの駆動パルスの一部を選択せずに、2つの駆動パルスで形成される逆位相の凸状パルスを駆動しないことで、吐出パルス間のメニスカス共振効果を効率よく利用でき、さらにはメニスカス振幅を不安定化させることを防止して、吐出信頼性を向上させることが可能となるのである。

【0140】

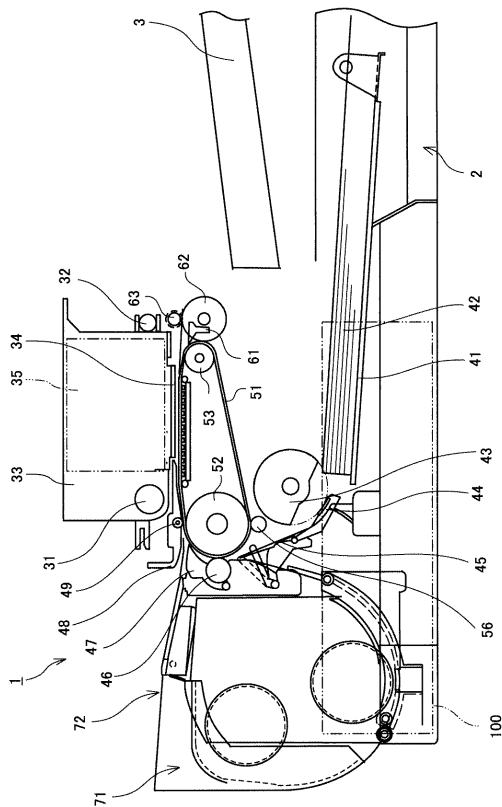
なお、本発明に係る画像形成装置は、プリンタ単機能構成のものに限らず、プリンタ/ファクシミリ/複写などの複合機能を有する画像形成装置であってもよい。

【符号の説明】

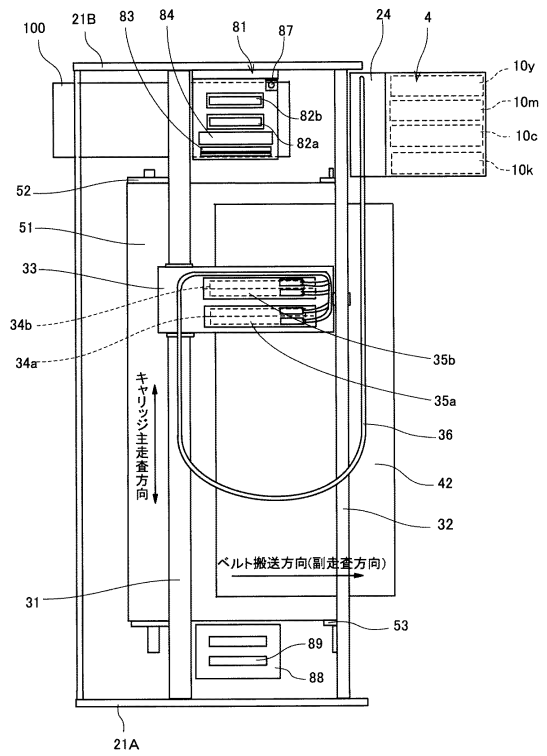
【0141】

- 10 インクカートリッジ
- 33 キャリッジ
- 34、34a、34b 記録ヘッド(液体吐出ヘッド)
- 81 維持回復機構
- 82a キャップ
- 508 印刷制御部
- 701 駆動波形生成部
- 702 データ転送部

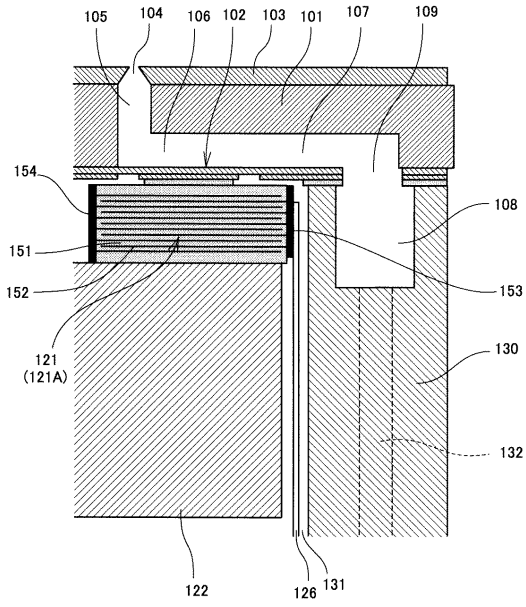
【図1】



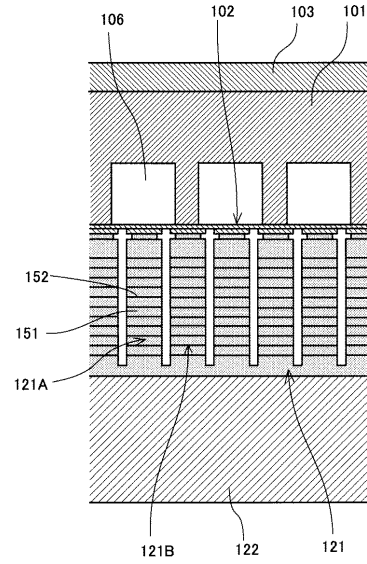
【図2】



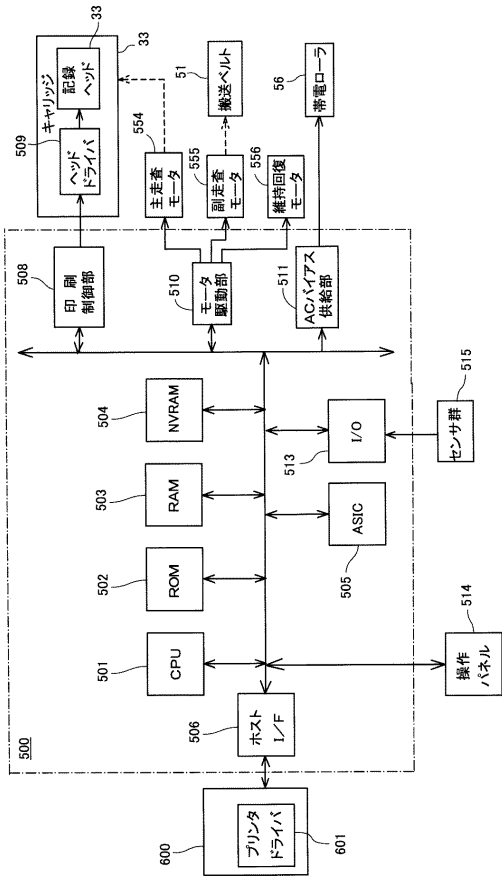
【図3】



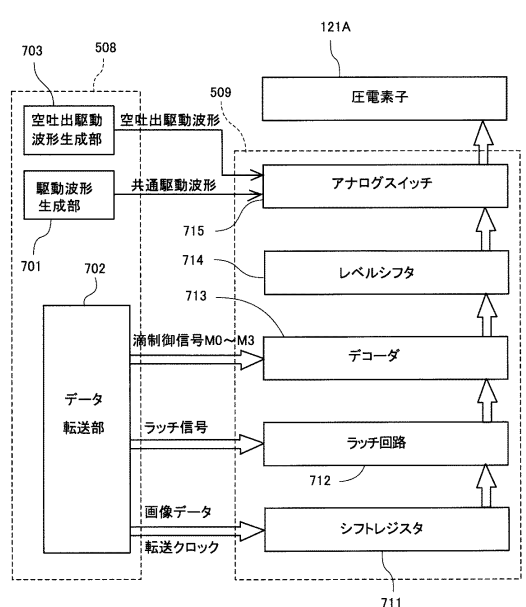
【図4】



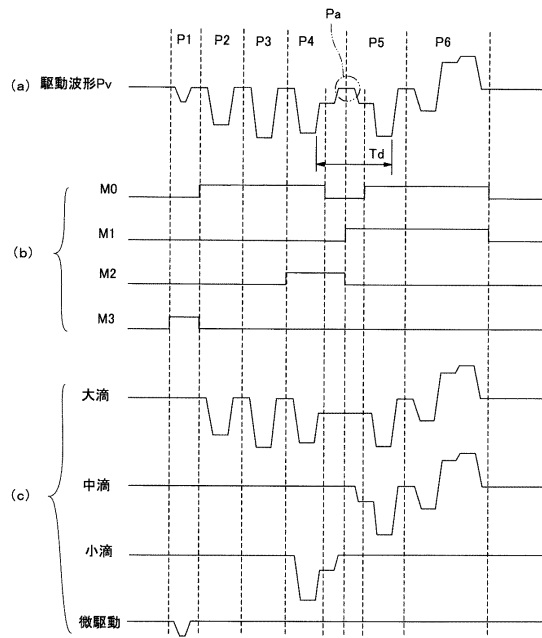
【図5】



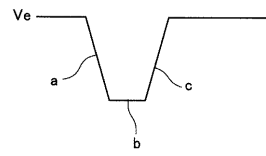
【図6】



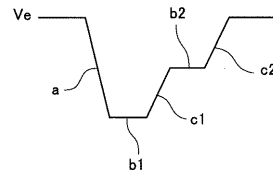
【図7】



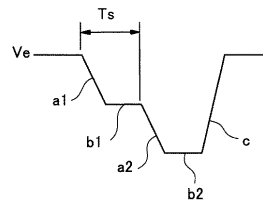
【図8】



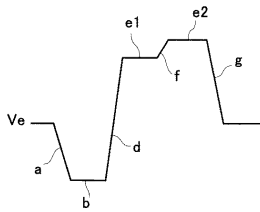
【図9】



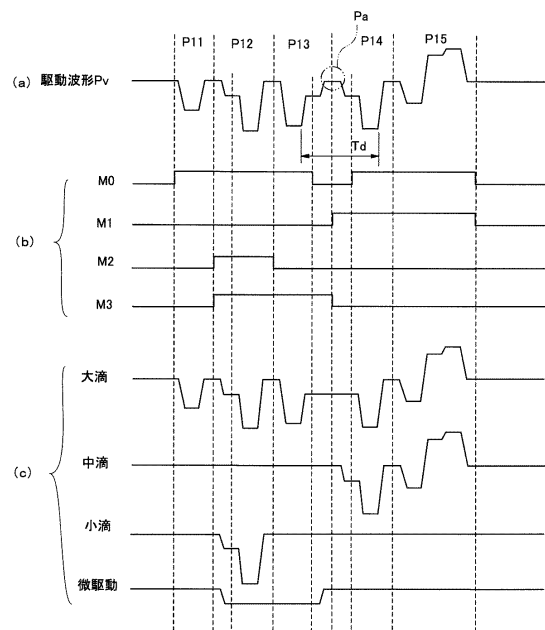
【図10】



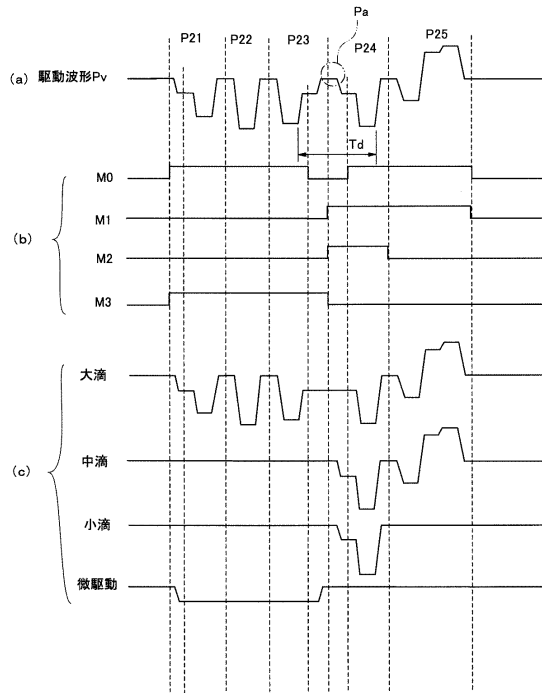
【図11】



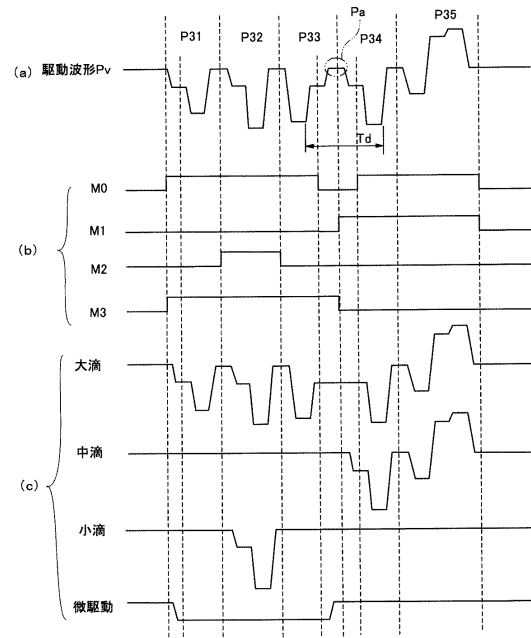
【図12】



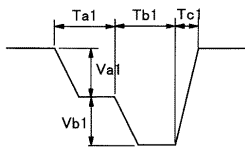
【 図 1 3 】



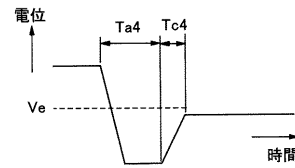
【 図 1 4 】



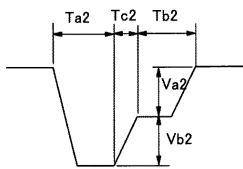
【 図 1 5 】



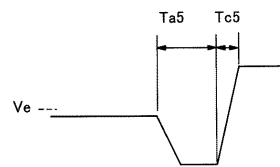
【 図 1 8 】



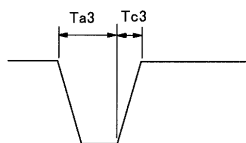
【 図 1 6 】



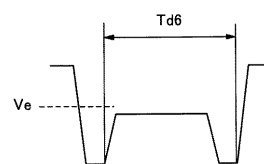
【 図 1 9 】



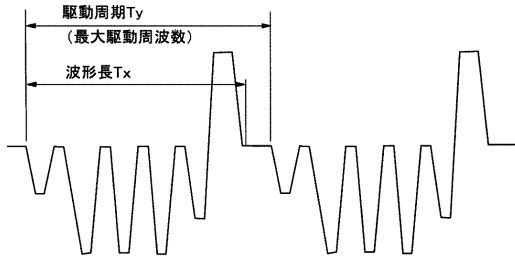
【 図 1 7 】



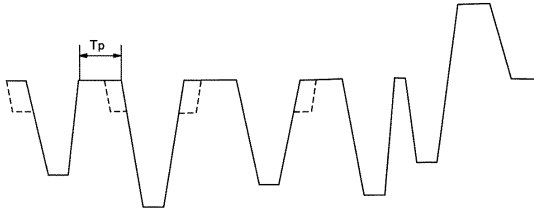
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-081014(JP,A)
特開2009-132088(JP,A)
特開2003-237113(JP,A)
特開2002-154207(JP,A)
特開2003-118107(JP,A)
特開2005-199662(JP,A)
特開2003-237066(JP,A)
特開2004-148532(JP,A)
特開2001-171115(JP,A)
特開2001-146003(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/01 - 2/215