

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5286715号
(P5286715)

(45) 発行日 平成25年9月11日 (2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日 (2013.6.14)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/055 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 A

B 4 1 J 2/045 (2006.01)

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-227499 (P2007-227499)
 (22) 出願日 平成19年9月3日 (2007.9.3)
 (65) 公開番号 特開2009-56759 (P2009-56759A)
 (43) 公開日 平成21年3月19日 (2009.3.19)
 審査請求日 平成22年9月1日 (2010.9.1)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタ株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
 (74) 代理人 100101340
 弁理士 丸山 英一
 (72) 発明者 北見 亜紀子
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タ I J 株式会社内
 (72) 発明者 浅野 和夫
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タ I J 株式会社内

審査官 島▲崎▼ 純一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴吐出装置及び液滴吐出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液滴を吐出するための複数のノズルと、各ノズルに連通する複数の圧力室と、隣接する前記圧力室を仕切る隔壁の少なくとも一部を形成し、且つ駆動パルスの印加によりせん断モードで変形して前記圧力室内の圧力を変化させる圧電素子からなる圧力付与手段とを備えた液滴吐出ヘッドを有し、前記駆動パルスとして、前記圧力室の容積を膨張させた後、元の容積に戻す矩形波の膨張パルスと、膨張パルスに続いて前記圧力室の容積を収縮させた後、元の容積に戻す矩形波の収縮パルスを前記圧力付与手段に印加することにより前記圧力室内の圧力を変化させ、前記圧力室内の液体を前記ノズルから吐出させて基材上に付着させる液滴吐出装置であって、

基材上に付着させるための液滴の吐出に使用する前記駆動パルスの駆動周波数が、駆動パルスの駆動周波数と吐出される液滴の速度との関係を示す液滴の速度の駆動周波数依存性データにおいて駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定されていることを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 2】

前記駆動周波数領域内における液滴の速度の変動が、駆動周波数領域内における平均速度に対して±15%以内であることを特徴とする請求項1に記載の液滴吐出装置。

【請求項 3】

前記膨張パルスの駆動電圧を V_{on} (V)、前記収縮パルスの駆動電圧を V_{off} (V) としたとき、 V_{on} (V) と V_{off} (V) の比である $|V_{on}| / |V_{off}|$ が 2

であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 4】

液滴を吐出するための複数のノズルと、各ノズルに連通する複数の圧力室と、隣接する前記圧力室を仕切る隔壁の少なくとも一部を形成し、且つ駆動パルスの印加によりせん断モードで変形して前記圧力室内の圧力を変化させる圧電素子からなる圧力付与手段とを備えた液滴吐出ヘッドの前記圧力付与手段に、前記駆動パルスとして、前記圧力室の容積を膨張させた後、元の容積に戻す矩形波の膨張パルスと、膨張パルスに続いて前記圧力室の容積を収縮させた後、元の容積に戻す矩形波の収縮パルスを印加することにより前記圧力室内の圧力を変化させ、前記圧力室内の液体を前記ノズルから吐出させて基材上に付着させる液滴吐出方法であって、

10

駆動パルスの駆動周波数と吐出される液滴の速度との関係を示す液滴の速度の駆動周波数依存性データを予め計測し、

基材上に付着させるための液滴の吐出に使用する前記駆動パルスの駆動周波数を、前記駆動周波数依存性データにおいて駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定することを特徴とする液滴吐出方法。

【請求項 5】

前記駆動周波数領域内における液滴の速度の変動が、駆動周波数領域内における平均速度に対して $\pm 15\%$ 以内であることを特徴とする請求項 4 に記載の液滴吐出方法。

【請求項 6】

前記膨張パルスの駆動電圧を $V_{on}(V)$ 、前記収縮パルスの駆動電圧を $V_{off}(V)$ としたとき、 $V_{on}(V)$ と $V_{off}(V)$ の比である $|V_{on}|/|V_{off}|$ が 2 であることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の液滴吐出方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出装置及び液滴吐出方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

微小なインク滴を用いて画像を記録するためのインクジェットヘッド（以下、単にヘッドという場合がある）のようにノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドでは、圧力室内に圧力を付与することでノズルから液滴を吐出させ、記録紙等の記録媒体上に着弾させる。

30

【0003】

圧力室内に圧力を付与する圧力付与手段は様々であるが、その一つとして、圧電素子を用いてインク滴の吐出圧を得るようにした方式がある。

【0004】

ところが、複数の圧力室が一行に配設され、各圧力室に連通する複数のノズルを有するヘッドよりインク滴を吐出させる場合、インク滴を吐出する圧力室の圧電素子の振動あるいは振動により発生した圧力波が隣接する他の圧力室にまで伝搬して、隣接する他の圧力室のインク吐出に悪影響を及ぼすといういわゆるクロストーク現象が発生するという問題がある。

40

【0005】

このクロストークの発生を防止し、液滴吐出の安定性を向上させる方法として、特許文献 1 には、圧力室内に圧力変動を発生させる圧電素子を駆動する電気信号として、インク滴を吐出する際、ノズルとインクタンク内の液面の高さ（水頭差）を変化させた時に、インク滴速度の変化が小さく、かつ吐出周波数によるインク滴速度の変化が小さいパルス幅で駆動せしめることを特徴とするインクジェットヘッドの液滴吐出方法が提案されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来においては、上記インク滴の吐出は圧力室の音響的共振を利用し、駆動パルスのパルス幅を圧力室の音響的共振周期に適合させて印加し、インク滴の吐出に利用する方法が用いられている。このような駆動によって圧力室を駆動すると、効率良くインク滴を吐出することができるとして、使用されている。

【0007】

このため、特許文献1のような方法により駆動パルスのパルス幅を設定した場合、圧力室の音響的共振を十分利用できず、効率良くインク滴を吐出することができないという課題があった。

10

【0008】

更に、発明者らの知見によると、ある特定の吐出の繰り返しパターンで吐出する場合、インクの吐出不良（インクの不吐出を含む）が発生したりして、記録品位が大きく乱れるケースがあった。このようなインクの不安定吐出が発生し易い吐出パターンは、発明者らの研究により、複数の圧力室のうち、第1の圧力室とこの第1の圧力室に隣接する第2の圧力室においてインク吐出動作を交互に行うような吐出パターンであり、第2の圧力室からインク吐出を行わない状態で第1の圧力室から所定時間インク吐出させる第1のサイクルと、次に、第1の圧力室からインク吐出を行わない状態で第2の圧力室から所定時間インク吐出させる第2のサイクルを繰り返す場合に発生し易いことが判明した。例えば、図9に示すように、副走査方向に12個の圧力室と対応するノズルが配置されたヘッドを主走査方向に走査させながら、偶数番号のノズルの駆動と奇数番号のノズルの駆動を交互に間欠的に繰り返してドットを形成する場合である。

20

【0009】

特に、高周波駆動時において、吐出していない圧力室の両隣が吐出している圧力室である場合、その中央の吐出していない圧力室内の圧力振動の振幅が過剰に大きくなるという共振現象を起こしてしまい、その結果、吐出していない圧力室のノズルに形成されるインクのメニスカス（インクと外気の界面）が大きく振動し、メニスカスがノズル面にあふれるメニスカス溢れ現象が発生してしまう。そのような状態では、次のサイクルで吐出するタイミングとなった際に安定したインク吐出は行われず、ドットがかすれたり吐出不良になったりして、記録品位が著しく低下してしまうという不都合があった。

30

【0010】

また、吐出している圧力室への駆動パルスの印加により隣接する吐出していない圧力室に発生する圧力波は、時間の経過と共に減衰するので、例えば、次の駆動パルスで吐出するまでの時間間隔を長くし、駆動周波数を低くして駆動すれば良いが、そうすると全体の画像形成時間が遅くなる等の問題がある。

【0011】

特に、少なくとも一部が圧電材料で構成された隔壁によって隔てられた複数の圧力室を有する剪断モード型の液滴吐出ヘッドを駆動する場合、一つの圧力室の隔壁が吐出の動作をすると、隣の圧力室が直接的に影響を受けるため、クロストークの問題がより一層顕著となる。

40

【0012】

本発明の目的は、簡単な構成でかつコストアップを生じることがなく、隣接する圧力室間のクロストークに起因するメニスカス溢れを抑制して、高速で安定した駆動を可能とし、安定した液滴吐出が可能な液滴吐出装置及び液滴吐出方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の目的は、以下のような構成により達成される。

1.

液滴を吐出するための複数のノズルと、各ノズルに連通する複数の圧力室と、隣接する

50

前記圧力室を仕切る隔壁の少なくとも一部を形成し、且つ駆動パルスの印加によりせん断モードで変形して前記圧力室内の圧力を変化させる圧電素子からなる圧力付与手段とを備えた液滴吐出ヘッドを有し、前記駆動パルスとして、前記圧力室の容積を膨張させた後、元の容積に戻す矩形波の膨張パルスと、膨張パルスに続いて前記圧力室の容積を収縮させた後、元の容積に戻す矩形波の収縮パルスを前記圧力付与手段に印加することにより前記圧力室内の圧力を変化させ、前記圧力室内の液体を前記ノズルから吐出させて基材上に付着させる液滴吐出装置であって、

基材上に付着させるための液滴の吐出に使用する前記駆動パルスの駆動周波数が、駆動パルスの駆動周波数と吐出される液滴の速度との関係を示す液滴の速度の駆動周波数依存性データにおいて駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定されていることを特徴とする液滴吐出装置。

10

2 .

前記駆動周波数領域内における液滴の速度の変動が、駆動周波数領域内における平均速度に対して $\pm 15\%$ 以内であることを特徴とする前記1に記載の液滴吐出装置。

3 .

前記膨張パルスの駆動電圧を $V_{on}(V)$ 、前記収縮パルスの駆動電圧を $V_{off}(V)$ としたとき、 $V_{on}(V)$ と $V_{off}(V)$ の比である $|V_{on}|/|V_{off}|$ が2であることを特徴とする前記1又は2に記載の液滴吐出装置。

4 .

液滴を吐出するための複数のノズルと、各ノズルに連通する複数の圧力室と、隣接する前記圧力室を仕切る隔壁の少なくとも一部を形成し、且つ駆動パルスの印加によりせん断モードで変形して前記圧力室内の圧力を変化させる圧電素子からなる圧力付与手段とを備えた液滴吐出ヘッドの前記圧力付与手段に、前記駆動パルスとして、前記圧力室の容積を膨張させた後、元の容積に戻す矩形波の膨張パルスと、膨張パルスに続いて前記圧力室の容積を収縮させた後、元の容積に戻す矩形波の収縮パルスを印加することにより前記圧力室内の圧力を変化させ、前記圧力室内の液体を前記ノズルから吐出させて基材上に付着させる液滴吐出方法であって、

20

駆動パルスの駆動周波数と吐出される液滴の速度との関係を示す液滴の速度の駆動周波数依存性データを予め計測し、

基材上に付着させるための液滴の吐出に使用する前記駆動パルスの駆動周波数を、前記駆動周波数依存性データにおいて駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定することを特徴とする液滴吐出方法。

30

5 .

前記駆動周波数領域内における液滴の速度の変動が、駆動周波数領域内における平均速度に対して $\pm 15\%$ 以内であることを特徴とする前記4に記載の液滴吐出方法。

6 .

前記膨張パルスの駆動電圧を $V_{on}(V)$ 、前記収縮パルスの駆動電圧を $V_{off}(V)$ としたとき、 $V_{on}(V)$ と $V_{off}(V)$ の比である $|V_{on}|/|V_{off}|$ が2であることを特徴とする前記4又は5に記載の液滴吐出方法。

【発明の効果】

40

【0014】

本発明によれば、簡単な構成でかつコストアップを生じることがなく、隣接する圧力室間のクロストークに起因するメニスカス溢れを抑制して、高速で安定した駆動を可能とし、安定した液滴吐出が可能な液滴吐出装置及び液滴吐出方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に本発明に関する実施の形態の例を示すが、本発明の態様はこれらに限定されるものではない。

【0016】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

50

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明に係る液滴吐出装置が適用されるインクジェット記録装置の概略構成を示す図である。インクジェット記録装置 1 において、記録媒体 P (基材) は、搬送機構 3 の搬送ローラ対 3 2 に挟持され、更に、搬送モータ 3 3 によって回転駆動される搬送ローラ 3 1 により図示 Y 方向に搬送されるようになっている。

【 0 0 1 8 】

搬送ローラ 3 1 と搬送ローラ対 3 2 の間には、記録媒体 P の記録面 P S と対向するようにヘッド 2 が設けられている。このヘッド 2 は、記録媒体 P の幅方向に亘って掛け渡されたガイドレール 4 に沿って、不図示の駆動手段によって、上記記録媒体 P の搬送方向 (副走査方向) と略直交する図示 X - X ' 方向 (主走査方向) に沿って往復移動可能に設けら

10

【 0 0 1 9 】

また、インクジェット記録装置 1 は、制御部、記憶部 (図示せず) を含んで構成される。制御部は、インクジェット記録装置 1 全体を制御する部位であり、例えば、CPU (Central Processing Unit) と、プログラムを格納するメモリと、処理に必要な情報を一時的に格納するためのメモリとから構成されるマイクロコンピュータであり、メモリに格納されているプログラムを実行することによって所定の処理を行なう。

20

【 0 0 2 0 】

駆動パルス発生手段 1 0 0 は、制御部からの指示によって、ノズルから液滴を吐出するために、各圧力室にあるヒータあるいは圧電素子などの圧力付与手段に駆動信号、例えば電圧パルスなどの駆動パルスを与えて駆動する。ノズルから吐出される液滴は、駆動パルスの周波数である駆動周波数の 1 周期毎に 1 滴の液滴が吐出される。

【 0 0 2 1 】

記憶部は、液滴の吐出に使用する駆動パルスの周波数である駆動周波数などのデータを記憶する記憶媒体であり、半導体メモリなどで構成される読み取り書き込み可能なメモリでもよいし、磁気ディスク装置などの記憶装置であってもよく、その形態は問わない。

【 0 0 2 2 】

かかるヘッド 2 は、キャリッジ 5 の移動に伴って記録媒体 P の記録面 P S を図示 X - X ' 方向に移動し、この移動過程でインク滴を吐出することによって所望のインクジェット画像を記録するようになっている。

30

【 0 0 2 3 】

なお、図中、7 はインク受け器であり、ヘッド 2 が非記録時のホームポジション等の待機位置に設けられている。ヘッド 2 がこの待機位置にある時、このインク受け器 7 に向けてインク滴を少量はき捨てるようにする。ヘッド 2 がこの待機位置において長期間作動停止している時は、図示しないが、ヘッド 2 のノズル面にキャップを被せることにより保護するようになっている。また、8 は記録媒体 P を挟んで上記インク受け器 7 の反対位置に設けられたインク受け器であり、往復両方向で記録するとき、往動から復動に切り替えるときに、上記同様にはき捨てられたインク滴を受け入れる。

40

【 0 0 2 4 】

本発明に係る液滴吐出装置及び液滴吐出方法は、液滴を吐出するための複数のノズルと、各ノズルに連通する複数の圧力室と、前記圧力室内の圧力を変化させる圧力付与手段とを備えた液滴吐出ヘッドであれば、どのようなタイプの液滴吐出ヘッドにも適用でき、また、圧力室内に満たされる液体はどのような液体であっても良い。以下の説明では、圧力室内の容積を膨張又は収縮させることによって圧力を変化させる圧力付与手段を備え、圧力室内に満たされる液体としてインクを使用した液滴吐出ヘッドであるせん断モード (シェアモード) タイプのインクジェットヘッド 2 を用いて説明する。

【 0 0 2 5 】

50

せん断モードタイプのヘッドでは、圧力室の隔壁を圧力付与手段である圧電素子により構成し、この圧電素子を変形することによりノズルからインク滴を吐出する。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、液滴吐出ヘッドの一態様であるせん断モードタイプのインクジェットヘッドの概略構成を示す図であり、(a) は一部断面で示す斜視図、(b) はインク供給部を備えた状態の断面図である。

【 0 0 2 7 】

なお、以下、圧力室に関する構成は、全圧力室で共通なので、個々の圧力室に関する構成を表示するアルファベットの添え字は省略して、総括的に表記する場合がある。

【 0 0 2 8 】

図 3 (a) ~ (c) はその動作を示す図である。

【 0 0 2 9 】

図 2 及び図 3 において 1 0 0 は駆動パルス発生手段、2 はヘッド、2 1 はインクチューブ、2 2 はノズル形成部材、2 3 はノズル、2 4 はカバープレート、2 5 はインク供給口、2 6 は基板、2 7 は隔壁、L は圧力室の長さ、D は圧力室の深さ、W は圧力室の幅である。そして、インク圧力室である圧力室 2 8 が隔壁 2 7、カバープレート 2 4 及び基板 2 6 によって形成されている。

【 0 0 3 0 】

ヘッド 2 は、図 3 に示すように、カバープレート 2 4 と基板 2 6 の間に、電気・機械変換手段である P Z T 等の圧電材料からなる複数の隔壁 2 7 A、2 7 B、2 7 C、2 7 D で隔てられた圧力室 2 8 が多数並設されたせん断モードタイプのヘッドである。図 3 では多数の圧力室 2 8 の一部である 3 本 (2 8 A、2 8 B、2 8 C) が示されている。圧力室 2 8 の一端 (以下、これをノズル端という場合がある) はノズル形成部材 2 2 に形成されたノズル 2 3 につながり、他端 (以下、これをマニホールド端という場合がある) はインク供給口 2 5 を経て、インクチューブ 2 1 によって図示されていないインクタンクに接続されている。そして、各圧力室 2 8 内の隔壁 2 7 表面には両隔壁 2 7 の上方から基板 2 6 の底面に亘って繋がる電極 2 9 A、2 9 B、2 9 C が密着形成され、各電極 2 9 A、2 9 B、2 9 C は駆動パルス発生手段 1 0 0 に接続している。

【 0 0 3 1 】

次に、ヘッド 2 の製造方法と構成材料について説明する。

【 0 0 3 2 】

基板 2 6 上に互いに分極方向が異なる 2 枚の圧電材料 2 7 a、2 7 b を接着剤を介して上下に貼り合わせ、その上側の圧電材料 2 7 a からダイヤモンドブレード等により、圧力室 2 8 となる複数の溝が全て同じ形状で平行に切削加工される。これにより隣接する圧力室 2 8 は、矢印の方向に分極された側壁 2 7 によって区画される。また、圧力室 2 8 は、圧力室 2 8 の出口側 (図 2 における左側) の深溝部 2 8 a と、該深溝部 2 8 a から圧力室 2 8 の入口側 (図 2 における右側) に行くに従って徐々に浅くなる浅溝部 2 8 b とを有している。

【 0 0 3 3 】

各隔壁 2 7 は、ここでは図 3 の矢印で示すように分極方向が異なる 2 枚の圧電材料 2 7 a、2 7 b によって構成されているが、圧電材料は例えば符号 2 7 a の部分のみであってもよく、隔壁 2 7 の少なくとも一部にあればよい。

【 0 0 3 4 】

圧電材料 2 7 a、2 7 b に使用される圧電材料としては、電圧を加えることにより変形を生じるものであれば特に限定されず、公知のものが用いられ、有機材料からなる基板であっても良いが、圧電性非金属材料からなる基板が好ましく、この圧電性非金属材料からなる基板として、例えば成形、焼成等の工程を経て形成されるセラミックス基板、又は塗布や積層の工程を経て形成される基板等がある。有機材料としては、有機ポリマー、有機ポリマーと無機物とのハイブリッド材料が挙げられる。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

セラミックス基板としては、 $PZT(PbZrO_3 - PbTiO_3)$ 、第三成分添加 PZT があり、第三成分としては $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ 、 $Pb(Mn_{1/3}Sb_{2/3})O_3$ 、 $Pb(Co_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ 等があり、さらに $BaTiO_3$ 、 ZnO 、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 等を用いて形成することができる。

【0036】

また、塗布や積層の工程を経て形成される基板として、例えば、ゾルーゲル法、積層基板コーティング等で形成することができる。

【0037】

圧電材料27aの上面には、全圧力室28に亘って深溝部28a上を覆うようにカバープレート24が接着剤を介して接着されると共に、各圧力室28の浅溝部28b上に、圧力室28内へのインク流入口77が形成されている。

10

【0038】

カバープレート24の接着後、ノズル23が開設された1枚のノズル形成部材22が接着剤を介して接着される。

【0039】

カバープレート24及び基板26の材料は、特に限定されず、有機材料からなる基板であっても良いが、非圧電性非金属材料からなる基板が好ましく、この非圧電性非金属材料からなる基板として、アルミナ、窒化アルミニウム、ジルコニア、シリコン、窒化シリコン、シリコンカーバイド、石英、分極されていない PZT の少なくとも1つから選ばれることが好ましい。有機材料としては、有機ポリマー、有機ポリマーと有機物とのハイブリッド材料が挙げられる。

20

【0040】

また、ノズル形成部材23の材料としては、ポリイミド樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、液晶ポリマー、アロマトニックポリアミド樹脂、ポリエチレンナフタレート樹脂、ポリサルフォン樹脂等の合成樹脂のほか、ステンレス等の金属材料を用いることもできる。

【0041】

各圧力室28内には、その両側面から底面にかけて金属電極29が形成されており、この金属電極29は、浅溝部28bを通して圧電材料27aの後部側表面まで延びている。各金属電極29には、この後部側表面において異方導電性フィルム78を介してフレキシブルケーブル6が接着されており、駆動パルス発生手段100から各金属電極29に駆動パルスを印加することにより側壁27をせん断変形させ、その変形時の圧力により圧力室28内のインクをノズルプレート22に形成されたノズル23から吐出するようになっている。

30

【0042】

金属電極29に用いられる金属としては、白金、金、銀、銅、アルミニウム、パラジウム、ニッケル、タンタル、チタンを用いることができ、特に、電気的特性、加工性の点から、金、アルミニウム、銅、ニッケルが好ましく、めっき、蒸着、スパッタで形成される。

【0043】

せん断モードタイプのヘッド2は、以上のように圧電材料27a、27bに圧力室28を形成して、その側壁27に金属電極29を形成するだけで、ヘッドの主要部分を構成できるので、製造が簡単で、多数の圧力室28を高密度に配置できるために、高精細な画像記録を行う上で好ましい態様である。

40

【0044】

次に、吐出動作について説明する。

【0045】

各隔壁27表面に密着形成された電極29A、29B、29Cに駆動パルス発生手段100から駆動パルスが印加されると、以下に例示する動作によってインク滴をノズル23から吐出する。なお、図3ではノズルは省略してある。

50

【 0 0 4 6 】

なお、かかるヘッド 2 では、以上のように、隔壁 2 7 の変形によって圧力室 2 8 内のインクに正負の圧力が付与されるものであり、この隔壁 2 7 は圧力付与手段を構成している。

【 0 0 4 7 】

図 4 は、本発明に係る実施の形態の液滴吐出方法における駆動パルスを示している。図 4 において、横軸は時間、縦軸は駆動電圧を表す。

【 0 0 4 8 】

(1) かかるヘッド 2 は、図 3 (a) に示す状態において、電極 2 9 A 及び 2 9 C をアースに接続すると共に電極 2 9 B に、矩形波からなる膨張パルス (正電圧) を印加すると、まず、パルスの最初の立ち上がり (P 1) によって、隔壁 2 7 B、2 7 C を構成する圧電材料 2 7 a、2 7 b の分極方向に直角な方向の電界が生じ、2 7 a、2 7 b とともに隔壁の接合面にズリ変形を生じ、図 3 (b) に示すように隔壁 2 7 B 及び隔壁 2 7 C は互いに外側に向けて変形し、圧力室 2 8 B の容積が膨張する。これにより圧力室 2 8 B 内のインクに負の圧力が生じてインクが流れ込む (D r a w) 。

【 0 0 4 9 】

なお、A L (A c o u s t i c L e n g t h) とは、上述したように、圧力室の音響的共振周期の $1 / 2$ である。この A L は、電気・機械変換手段である隔壁 2 7 に矩形波のパルスを印加して吐出するインク滴の速度を測定し、矩形波の電圧値を一定にして矩形波のパルス幅を変化させたときに、インク滴の飛翔速度が最大になるパルス幅として求められる。本実施形態のヘッド 2 の A L は $2 \sim 6 (\mu s)$ であるが、この値は、ヘッドの構造やインクの密度等に依存して決まるものである。

【 0 0 5 0 】

また、パルスとは、一定電圧波高値の矩形波であり、0 V を 0 %、波高値電圧を 1 0 0 % とした場合に、パルス幅とは、電圧の 0 V からの電圧の立ち上がり始め又は立ち下がり始めの 1 0 % から波高値電圧からの立ち下がり始め又は立ち上がり始めの 1 0 % との間の時間として定義する。更に、ここで矩形波とは、電圧の 1 0 % と 9 0 % との間の立ち上がり時間、立ち下がり時間のいずれもが A L の $1 / 2$ 以内、好ましくは $1 / 4$ 以内であるような波形を指す。

【 0 0 5 1 】

(2) 圧力室 2 8 B 内の圧力波は、1 A L 時間毎に反転を繰り返すので、この最初の P 1 の印加から 1 A L 時間経過後に電位を 0 に戻す (P 2) と、隔壁 2 7 B、2 7 C は膨張位置から図 3 (a) に示す中立位置に戻り、圧力室 2 8 B 内のインクに高い圧力が掛かる。

【 0 0 5 2 】

引き続いて、矩形波からなる収縮パルス (負電圧) を印加する。まず収縮パルスの立ち下がり (P 3) によって、図 3 (c) に示すように、隔壁 2 7 B 及び 2 7 C は互いに逆方向に変形し、圧力室 2 8 B の容積が収縮する。この収縮により圧力室 2 8 B 内のインクに更に高い圧力を掛け (R e i n f o r c e)、ノズル 2 3 の開口からインク柱を突出させる。

【 0 0 5 3 】

(3) 1 A L 時間経過すると、圧力室 2 8 B 内のインクの圧力波は負圧に反転する。

【 0 0 5 4 】

(4) 更に 1 A L 時間経過すると、圧力波が反転して正圧となるので、電位を 0 に戻し (P 4)、隔壁 2 7 B、2 7 C を収縮位置から中立位置に戻すと、圧力室 2 8 B の容積が膨張する。この膨張の負圧による圧力波と前記正圧の圧力波は、位相が $1 8 0 ^{\circ}$ ずれているので、相殺してキャンセルし合い、圧力波は早期に減衰することになる。その後、インク柱は、メニスカスから分離してインク滴として飛翔する。

【 0 0 5 5 】

これらの一連の動作により圧力室 2 8 B 内のインクの一部がインク滴としてノズル 2 3

10

20

30

40

50

から飛翔する。

【 0 0 5 6 】

このような液滴吐出方法は、いわゆる D R R (D r a w - R e l e a s e - R e i n f o r c e) 方式による液滴吐出方法であり、膨張パルスのパルス幅はインク滴の吐出力に大きく影響し、1 A L にこのパルス幅が一致したときにインク滴吐出力(吐出速度)は最大となる。また、収縮パルスは、膨張パルスの立ち下がり時(P 2)、つまり、1 A L の経過後に印加される。このため、上述の如く膨張パルスのパルス幅を1 A L に設定することにより、膨張パルスの立ち上がり時(P 1)に発生した負の圧力波が、圧力室を伝播して正圧に反転すると同時に、膨張パルスの立ち下がり(P 2)及び収縮パルスの立ち下がり(P 3)による圧力室の収縮により発生した正圧が加わり、これらが相俟って最も効率

10

【 0 0 5 7 】

また、収縮パルスのパルス幅を2 A L としているので、圧力波をキャンセルし、より短周期での駆動が可能になる。

【 0 0 5 8 】

この収縮パルスのパルス幅は、上記の実施形態では2 A L としたが、1 . 5 A L ~ 2 . 5 A L 時間の範囲内に設定すればよい。この範囲内に設定することにより、圧力波をキャンセルできる。

【 0 0 5 9 】

また、膨張パルスのパルス幅は、上記の実施形態では1 A L としたが、0 . 7 A L ~ 1 . 3 A L の範囲内に設定すればよい。この範囲を外れると圧力波による吐出効率が下がり、駆動電圧が大きく上昇する。

20

【 0 0 6 0 】

駆動パルスの周期 t は、A L の奇数倍とすることが好ましい。例えば、図4に示すように、膨張パルスの時間をA L 、その後の収縮パルスの時間を2 A L 、そして次の駆動パルスまでのアース電位の時間を2 A L として、全体を5 A L の時間で1駆動パルス、即ち1周期が終了する。このように、t = 5 A L の時間で各圧力室を駆動すると、インク滴の飛翔を効率よく行うことができる。

【 0 0 6 1 】

また、図4の駆動パルスでは、膨張パルスの駆動電圧 V o n (V) と収縮パルスの駆動電圧 V o f f (V) の比を $| V o n | > | V o f f |$ とすることが好ましい。このように $| V o n | > | V o f f |$ の関係とすると、圧力室内へのインクの供給を促進する効果があり、特に、高粘度インクで高周波駆動を行う場合に好ましい。なお、この電圧 V o n と電圧 V o f f の基準電圧は0とは限らない。この電圧 V o n と電圧 V o f f は、それぞれ基準電圧からの差分の電圧である。また、 $| V o n | / | V o f f | = 2$ とすることがより好ましい。

30

【 0 0 6 2 】

かかるせん断モードタイプのインクジェットヘッドでは、隔壁27の変形は壁の両側に設けられる電極に掛かる電圧差で起こるので、インク吐出を行う圧力室の電極に負電圧を掛ける代わりに、インク吐出を行う圧力室の電極を接地して、その両隣の圧力室の電極に正電圧を掛けるようにしても同様に動作させることができる。この後者の方法によれば、正電圧だけで駆動できるため、電源コストの点で好ましい態様である。

40

【 0 0 6 3 】

次に、本発明の実施形態に係わる液滴吐出方法の1例である時分割駆動について説明する。

【 0 0 6 4 】

前述のような少なくとも一部が圧電材料で構成された隔壁27によって隔てられた複数の圧力室28を有するヘッド2を駆動する場合、一つの圧力室28の隔壁が吐出の動作をすると、隣の圧力室28が影響を受けるため、通常、複数の圧力室28のうち、互いに1本以上の圧力室28を挟んで離れている圧力室28をまとめて1つの組となすようにして

50

、2つ以上の組に分割し、各組毎にインク吐出動作を時分割で順次行うように駆動制御される。

【0065】

即ち、 n 個の圧力室を所定の複数を単位として m の単位に区分し、各単位の1圧力室を時間間隔 t の周期で駆動して、 m 周期で n 個の圧力室を駆動する。そして、エンコーダパルス D により基本周期 T を形成し、基本周期 T を繰り返すことにより、キャリッジを往復移動させて記録媒体に画像を記録する。

【0066】

ここで、 $m = 3$ 、 $n = 9$ とした吐出動作について図5～図7を用いて更に説明する。図5に示す例では、ヘッドは圧力室が $A1$ 、 $B1$ 、 $C1$ 、 $A2$ 、 $B2$ 、 $C2$ 、 $A3$ 、 $B3$ 、 $C3$ の9つの圧力室28で構成されているとし、図4の駆動パルスで駆動する場合について説明する。また、このときの A 、 B 、 C の各組の圧力室28の電極に印加される駆動パルスのタイミングチャートを図6、7に示す。図6、7は縦軸には圧力室 $A1 \sim C3$ を、また、横軸には時間をとってある。

【0067】

図6に示すように、初め第1周期 $t1$ の駆動パルス Pa を $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ の3圧力室に同時に印加し駆動すると、これら $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ の3圧力室の側壁が同時に変化し、各ノズルからインク滴が飛翔する。前記のようにインク滴を飛翔する圧力室は初め体積を増加した後、急激に体積を縮小する。図5には、各圧力室が縮小した時の状態を示してある。以下同様に、図6に示すように、第2周期 $t2$ の駆動パルス Pb を $B1$ 、 $B2$ 、 $B3$ の3圧力室に同時に印加して駆動した後、更に第3周期 $t3$ の駆動パルス Pc を $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$ の3圧力室に同時に印加して駆動すると、各側壁が逐次変形し、 $t1$ 、 $t2$ 、 $t3$ の3周期で、各圧力室の駆動が一巡し、9個の圧力室全てが駆動されてインク滴を飛翔することになる。ここで、 Pa 、 Pb 、 Pc は、同一の駆動パルスであり図4に示した駆動パルスを用い、 $t1$ 、 $t2$ 、 $t3$ は図4の周期 t に等しく設定される。

【0068】

また、1つの圧力室の駆動周期 T は、ヘッド2が主走査方向に走査される時の最小画素ピッチを走査する時間であり、 $1/T$ が駆動周波数に相当する。

【0069】

ここで、実際には前記のように常に、全ての圧力室が駆動されるとは限らず、画像データに従って、選択された圧力室のみ駆動し、インク滴を飛翔させて画像を形成する。例えば、図9に示すようなパターンで吐出する場合は、図7に示すように1つおきの圧力室 $A1$ 、 $C1$ 、 $B2$ 、 $A3$ 、 $C3$ の駆動を所定回数繰り返した後、図7とは逆に、1つおきの圧力室 $A1$ 、 $C1$ 、 $B2$ 、 $A3$ 、 $C3$ をアースし、1つおきの圧力室 $B1$ 、 $A2$ 、 $C2$ 、 $B3$ に駆動パルスを印加し駆動を所定回数繰り返す。この動作を交互に繰り返す。

【0070】

次に、ノズルのスタガー配列について説明する。既に述べたように、本発明の実施の形態では複数の圧力室を主走査方向に直角な配列、即ち、縦配列に構成したヘッドをキャリッジで移動させながら画像を形成する。

【0071】

図10は縦に配列した圧力室のノズルをスタガー配列し、インク滴で縦線を形成する場合の基本動作を示す図である。図は実際ヘッドの構造とは多少異なるが、分かり易いように、ノズル形成部材22のノズル23部分を裏側から示し、各ノズル23に対応した(図5に示した)圧力室の符号を示してある。

【0072】

ヘッド2は一定速度で矢印方向に移動する。最初に第1周期で圧力室 $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ が駆動されて、インク滴が実線で示すよう飛翔する(白丸で示す)。次に、ヘッド2が左に移動し圧力室 $B1$ 、 $B2$ 、 $B3$ のZ2位置にあるノズルがZ1位置に来た時、第2周期の駆動が行われて破線で示すようインク滴が飛翔する(二重丸で示す)。更にヘッド2が左に移動し、同様圧力室 $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$ のZ3位置にあったノズルがZ1位置に来た時

10

20

30

40

50

、第3周期の駆動が行われ、点線で示すようインク滴（黒丸で示す）が飛翔されて、図示のようなドットラインを形成する。

【0073】

スタガー量である主走査方向の各ノズルの間隔、即ち、図10の位置Z1と位置Z2間及び位置Z2と位置Z3間をXとする。

【0074】

このように、A相、B相、C相の順でインク吐出動作を行っても図10に示すように画素が副走査方向に並ぶように各相のノズルの位置は主走査方向でXずつ僅かにずれた位置に設定され、スタガー配列されている。

【0075】

ここで、前述のように、特に、少なくとも一部が圧電材料で構成された隔壁によって隔てられた複数の圧力室を有する切断モード型の液滴吐出ヘッドを駆動する場合、一つの圧力室の隔壁が吐出の動作をすると、隣の圧力室が直接的に影響を受けるため、クロストークの問題がより一層顕著となる。

【0076】

例えば、図5に示すようにインク滴の吐出制御対象相がB相であった場合、このB相の圧力室に挟まれたA、C各相の圧力室における片側の隔壁も変形することになる。上述の場合には、圧力室A1、C1、A2、C2、A3、C3の片側の隔壁が変形している。このため、吐出制御対象でないA、C各相の圧力室A1、C1、A2、C2、A3、C3においてもインク吐出が起こらない程度の圧力変動が生じる。

【0077】

更に、発明者らの知見によると、ある特定の吐出の繰り返しパターンで吐出する場合、インクの吐出不良（インクの不吐出を含む）が発生したりして、記録品位が大きく乱れるケースがあった。このようなインクの不安定吐出が発生し易い吐出パターンは、発明者らの研究により、複数の圧力室のうち、第1の圧力室とこの第1の圧力室に隣接する第2の圧力室においてインク吐出動作を交互に行うような吐出パターンであり、第2の圧力室からインク吐出を行わない状態で第1の圧力室から所定時間インク吐出させる第1のサイクルと、次に、第1の圧力室からインク吐出を行わない状態で第2の圧力室から所定時間インク吐出させる第2のサイクルを繰り返す場合に発生し易いことが判明した。例えば、図9に示すように、副走査方向に12個の圧力室と対応するノズルが配置されたヘッドを主走査方向に走査させながら、偶数番号のノズルの駆動と奇数番号のノズルの駆動を交互に間欠的に繰り返してドットを形成する場合である。

【0078】

特に、高周波駆動時において、吐出していない圧力室の両隣が吐出している圧力室である場合、その中央の吐出していない圧力室内の圧力振動の振幅が過剰に大きくなるという共振現象を起こしてしまい、その結果、吐出していない圧力室のノズルに形成されるインクのメニスカス（インクと外気の界面）が大きく振動し、メニスカスがノズル面にあふれるメニスカス溢れ現象が発生してしまう。そのような状態では、次のサイクルで吐出するタイミングとなった際に安定したインク吐出は行われず、ドットがかすれたり吐出不良になったりして、記録品位が著しく低下してしまうという不都合があった。

【0079】

また、吐出している圧力室への駆動パルスの印加により隣接する吐出していない圧力室に発生する圧力波は、時間の経過と共に減衰するので、例えば、次の駆動パルスで吐出するまでの時間間隔を長くし、駆動周波数を低くして駆動すれば良いが、そうすると全体の画像形成時間が遅くなる等の問題がある。

【0080】

そのため、どのような吐出パターンを繰り返して吐出する場合でも隣接する圧力室間のクロストークに起因するメニスカス溢れを抑制して、高速で安定した駆動を可能とし、安定した液滴吐出が可能な液滴吐出方法を選定しなければならない。

【0081】

10

20

30

40

50

発明者らは、これらの課題に対して、鋭意研究を行い、液滴吐出速度および吐出安定性の駆動周波数特性には相関があることを見出した。特に本実施形態の様に、圧力波の共振周波数を備えた圧力室を有するヘッドでは、圧力波の共振周波数に依存して特に強い相関が見られる。具体的には、駆動周波数の上昇に対して液滴速度が上昇する領域と駆動周波数の低下に対して液滴速度が低下する領域とが繰り返すような液滴速度の駆動周波数依存性が見られ、駆動周波数の上昇に対して液滴速度が上昇する領域に液滴の吐出に使用する駆動周波数を設定すると、クロストークの発生しやすい特定の吐出の繰り返しパターンで吐出する場合でも、インクの吐出不良（インクの不吐出を含む）が発生しにくくなり、逆に駆動周波数の低下に対して液滴速度が低下する領域では、インクの吐出不良（インクの不吐出を含む）が発生しやすくなるという知見を得た。これらの知見により、駆動パルスの駆動周波数と吐出される液滴の速度との関係を示す液滴の速度の駆動周波数依存性データを計測し、基材上に付着させるための液滴の吐出に使用する駆動パルスの駆動周波数を、計測されたデータにおいて駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定するという簡単な構成でかつコストアップを生じることがなく、どのような吐出パターンを繰り返して吐出する場合でも隣接する圧力室間のクロストークに起因するメニスカス溢れを抑制して、高速で安定した駆動を可能とし、安定した液滴吐出が可能な液滴吐出装置及び液滴吐出方法を提供することができる。

10

【0082】

ここで、液滴の速度の駆動周波数依存性データは、ヘッドの全ノズルから、駆動周波数を変化させて液滴の吐出速度を測定したデータであり、例えば後述する図8に示すような液滴速度と駆動周波数との関係を示すデータである。

20

【0083】

安定した液滴吐出を維持することができる詳細なメカニズムは判らないが、液滴の吐出に使用する駆動パルスの駆動周波数を、計測されたデータにおいて駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定することにより、クロストークの起こりやすい或る特定パターンのインク吐出を繰り返した場合においても、吐出している圧力室に隣接する吐出していない圧力室内の圧力振動の振幅が過剰に大きくなるという共振現象が発生しにくくなり、その結果、吐出していない圧力室のノズルに形成されるインクのメニスカス（インクと外気の界面）の振動が抑制され、メニスカスがノズル面にあふれるメニスカス溢れ現象が発生しにくくなる。このことにより、次のサイクルで吐出するタイミングとなった際に安定したインク吐出を行うことができ、ドットがかすれたり吐出不良になったりして、記録品位が著しく低下してしまうという不都合を防止できるものと考えている。

30

【0084】

このような駆動周波数領域内のなかから、基材上に付着させるための液滴の吐出に使用する駆動周波数を選択し、インクジェット記録装置1の記憶部に記憶させる。インクジェット記録装置1の制御部は、記憶部から駆動周波数を読み出して、この駆動周波数で駆動パルスを発生させてヘッド2の圧電素子に印加して記録媒体Pに液滴を吐出させるように、駆動パルス発生手段100及び記録ヘッド2を制御する。

【0085】

また、前記駆動周波数領域内における液滴の速度の変動が、駆動周波数領域内における平均速度に対して $\pm 15\%$ 以内であることが吐出安定性をより高める上で好ましい。

40

【0086】

また、ヘッドの圧力室における圧力波の音響的共振周期の $1/2$ を AL としたとき、前記設定されている駆動周波数が、 $1/(8AL)$ 以上 $1/(5AL)$ 以下の範囲内にあることが好ましい。

【0087】

前述のように、駆動周波数を低くすればクロストークに起因する共振現象が発生しにくくなるのでメニスカス押出し量は小さくなり、逆に駆動周波数を高くすればメニスカス溢れが生じ易くなる。このため、駆動周波数を高くした方が本発明の効果が大きくなるとい

50

うことになるが、 $1/(5AL)$ を超えるとメニスカス溢れの影響が大きすぎて抑制が容易ではなく、 $1/(8AL)$ 以上 $1/(5AL)$ 以下とすることにより本発明の効果が顕著となる。

【0088】

以上の実施形態では、圧力付与手段（隔壁S）が圧電素子により構成されるものを示した。本発明の液滴吐出方法は、このように圧力付与手段が圧電素子により構成されるものである場合に、圧力室の容積を膨張させる制御が容易にできるために好ましい。

【0089】

また、上記実施形態では、ALに比べて十分に短い立ち上がり時間及び立ち下がり時間を持った矩形波の駆動パルスを押電素子に印加している。矩形波を用いることで、圧力波の音響的共振をより有効に利用した駆動を行なうことができる。台形波を使用する方法に比べてインク滴を吐出させる効率が良く、低い駆動電圧で駆動させることができる上に、簡単なデジタル回路で駆動回路を設計できる効果がある。また、パルス幅の設定が容易になるという利点を有する。

【0090】

また、上記実施形態例では、圧力付与手段として電界を印加することによりせん断モードで変形するせん断モード型の圧電素子を用いた。せん断モード型の圧電素子では、矩形波の駆動パルスをより効果的に利用することができ、駆動電圧が下げられ、より効率的な駆動が可能となるため好ましい。

【0091】

但し、本発明はこれらに限られるものではなく、例えば、圧電素子を単板型の圧電アクチュエータや縦振動タイプの積層型圧電素子等、別の形態の圧電素子を用いてもかまわない。また、静電力や磁力を利用した電気機械変換素子や、沸騰現象を利用して圧力を付与させるための電気熱変換素子等、他の圧力付与手段を用いてもかまわない。

【0092】

また、以上の説明では、液滴吐出装置としてインクジェット記録装置の適用例を示し、液滴吐出ヘッドとして画像記録を行うためのインクジェットヘッドを用いたが、本発明は、これに限定されるものではなく、液滴を吐出するためのノズルと、このノズルに連通する圧力室と、この圧力室内の圧力を変化させる圧力付与手段とを備え、圧力室内の液体を液滴としてノズルから吐出させる液滴吐出装置及び液滴吐出方法として広く適用可能である。特に、液晶用カラーフィルターの作製用途など、サテライト付着のない高精細な印字を必要とする産業用途において有効である。

【実施例】

【0093】

以下、実施例に基づいて本発明の効果を例証する。

【0094】

まず、インクジェットヘッドを次の条件で作成した。図1～図3に示したように、PZTからなる基板に多数の溝を研削して側壁を形成し、各側壁の側面にはアルミ蒸着電極を形成した。各側壁の上面には接着剤を用いてカバープレートを接着すると共に前端に $25\mu\text{m}$ のノズルを開設したノズル形成部材を接着することによりインクジェットヘッドを構成した。

【0095】

圧力室の密度は 180dpi （ $141\mu\text{m}$ ピッチ）とし、各圧力室の幅は $85\mu\text{m}$ 、長さは 3mm 前後とし、インクには水系インク（比重： 1.06 、体積弾性率： 2.5GPa ）を使用した。

【0096】

インクジェットヘッドは、圧力室の長さを変えてALを変化させた計2個のヘッドA、Bを作成した。それぞれのヘッドのAL値は、ヘッドAが、 $4.7\mu\text{s}$ 、ヘッドBが、 $5.1\mu\text{s}$ であった。

【0097】

クロストークの影響を受け難い駆動をするための駆動周波数を選択するため、まず、インク滴速度の駆動周波数依存性を調べた。

【0098】

上記ヘッドの各圧力室を図6に示した駆動パルスを基本として、3群に分け、以下の条件で3サイクル駆動を行い全ノズルからインク滴を吐出させた。

【0099】

駆動パルスは、膨張パルスの駆動電圧 V_{on} と収縮パルスの駆動電圧 V_{off} の比 ($|V_{on}| / |V_{off}|$) を2とし、膨張パルスのパルス幅を $1AL$ に設定し、収縮パルスのパルス幅を $2AL$ に設定し、アース電位の時間の $2AL$ を変更することにより駆動周波数 (図6における $1 / \text{駆動周期} T$) を $5kHz \sim 15kHz$ まで変化させた。

10

【0100】

任意の1ノズルについて、駆動周波数を変化させながら ($|V_{on}| / |V_{off}| = 2$ に固定)、インク滴の飛翔速度を下記の方法を用いて評価した。

【0101】

なお、インク滴は、連続して20発のインク滴を吐出させ、20発目のインク滴について評価した。

【0102】

飛翔速度測定：CCDカメラを用いたストロボ測定により、インク滴がノズル開口から約1mm飛翔した時点でのインク滴速度を測定した。

【0103】

20

ヘッドA及びヘッドBについて、駆動周波数と20発目のインク滴速度との関係を図8に示す。

【0104】

図8において、横軸は駆動周波数 (kHz)、縦軸は液滴速度 (m/s) を表す。図中の*で表された点及び線L1はヘッドA、図中の で表された点及び線L2はヘッドBにそれぞれ対応している。

【0105】

ここで、図8において、駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する場合に液滴速度変化を+、駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が低下する場合に液滴速度変化を-、駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が変化しない場合に液滴速度変化を0と称する。

30

【0106】

図8より、ヘッドAについては、例えば駆動周波数が $8 \sim 8.5kHz$ のとき液滴速度変化は-、駆動周波数が $8.5 \sim 9.5kHz$ のとき液滴速度変化は+、駆動周波数が $9.5 \sim 10.5kHz$ のとき液滴速度変化は0、駆動周波数が $10.5 \sim 11.5kHz$ のとき液滴速度変化は-、駆動周波数が $11.5 \sim 12.5kHz$ のとき液滴速度変化は+、駆動周波数が $12.5 \sim 13.5kHz$ のとき液滴速度変化は+であることがわかる。

【0107】

また、ヘッドBについては、例えば駆動周波数が $7.5 \sim 8kHz$ のとき液滴速度変化は-、駆動周波数が $8 \sim 8.5kHz$ のとき液滴速度変化は+、駆動周波数が $8.5 \sim 9.5kHz$ のとき液滴速度変化は0、駆動周波数が $9.5 \sim 10.5kHz$ のとき液滴速度変化は-、駆動周波数が $10.5 \sim 11.5kHz$ のとき液滴速度変化は+、駆動周波数が $11.5 \sim 12.5kHz$ のとき液滴速度変化は+、駆動周波数が $12.5 \sim 13.5kHz$ のとき液滴速度変化は0であることがわかる。

40

【0108】

このように、液滴速度は、駆動周波数に依存して周期的に変化する。これは、圧力波の共振状態が駆動周波数によって変化するためと考えられる。

【0109】

次に、駆動周波数を変更しながら、図9に示すようなクロストークが発生しやすい特定のパターンでインク滴を吐出させ、吐出している圧力室に隣接する吐出していない圧力室

50

内のノズルのメニスカスがノズル面にあふれるメニスカス溢れ現象の発生しやすさを評価した。

【 0 1 1 0 】

具体的には、前述のインク滴速度の駆動周波数依存性を調べた駆動パルスの基本として、図 7 に示すように 1 つおきの圧力室の駆動を 1 秒間繰り返した後、図 7 とは逆に、先に駆動した 1 つおきの圧力室をアースし、残りの 1 つおきの圧力室に駆動パルスを印加し駆動を 1 秒間繰り返す。この動作を交互に繰り返してインク滴を吐出させる。

【 0 1 1 1 】

駆動電圧 (V_{on} 、 V_{off}) を変化させながら、このようなパターンで吐出させて CCD カメラを用いたストロボ測定によりメニスカス溢れ現象を観測し、メニスカス溢れ現象が発生するときの液滴速度を測定することで吐出安定性を以下の評価基準により評価した。即ち、メニスカス溢れ現象が発生するときの液滴速度が高いほど吐出安定性が高いと判断した。

【 0 1 1 2 】

吐出安定性の評価基準

：メニスカス溢れが発生するときの液滴速度 9.0 m/s

： $9.0 \text{ m/s} >$ メニスカス溢れが発生するときの液滴速度 8.5 m/s

： $8.5 \text{ m/s} >$ メニスカス溢れが発生するときの液滴速度 8.0 m/s

× : $8.0 \text{ m/s} / \text{s} >$ メニスカス溢れが発生するときの液滴速度

各駆動周波数領域において、駆動電圧を変化させることにより、液滴速度を変えながら吐出安定性を測定した結果をヘッド A については表 1、ヘッド B については表 2 に示す。ここで、液滴速度変化の「－」はその駆動周波数領域において駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が低下することを、液滴速度変化の「＋」は駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇することを、液滴速度変化の「0」は駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が変化しないことを示しており、図 8 のグラフに対応している。

【 0 1 1 3 】

【表 1】

ヘッド A

駆動周波数	液滴速度変化	吐出安定性
$8\text{kHz} \leq f < 8.5\text{kHz}$	－	◎
$8.5\text{kHz} \leq f < 9.5\text{kHz}$	＋	◎
$9.5\text{kHz} \leq f < 10.5\text{kHz}$	0	△
$10.5\text{kHz} \leq f < 11.5\text{kHz}$	－	×
$11.5\text{kHz} \leq f < 12.5\text{kHz}$	＋	○
$12.5\text{kHz} \leq f < 13.0\text{kHz}$	＋	○
$13.0\text{kHz} \leq f < 13.5\text{kHz}$	＋	○

【 0 1 1 4 】

【表 2】

ヘッド B

駆動周波数	液滴速度変化	吐出安定性
$7.5\text{kHz} \leq f < 8\text{kHz}$	—	◎
$8\text{kHz} \leq f < 8.5\text{kHz}$	+	◎
$8.5\text{kHz} \leq f < 9.5\text{kHz}$	0	△
$9.5\text{kHz} \leq f < 10.5\text{kHz}$	—	△
$10.5\text{kHz} \leq f < 11.5\text{kHz}$	+	○
$11.5\text{kHz} \leq f < 12.5\text{kHz}$	+	◎
$12.5\text{kHz} \leq f < 13.0\text{kHz}$	0	△
$13.0\text{kHz} \leq f < 13.5\text{kHz}$	0	×

10

【0115】

表 1、表 2 からわかるように、図 8 における液滴速度変化が「+」、即ち、駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内においては、吐出安定性が高いことが分かる。

【0116】

20

また、前述のように、ヘッドの圧力室における圧力波の音響的共振周期の $1/2$ を AL としたとき、前記設定されている駆動周波数が、 $1/(8AL)$ 以上 $1/(5AL)$ 以下の範囲内にあることが好ましい。これらの好ましい駆動周波数領域を計算すると、ヘッド A が 8.9kHz 以上 14.2kHz 以下であり、ヘッド B が 8.2kHz 以上 13.1kHz 以下となる。

【0117】

ヘッド A は、表 1 の駆動周波数が $8 \sim 8.5\text{kHz}$ の領域、ヘッド B は、表 2 の $7.5 \sim 8\text{kHz}$ の領域では、下限より低い駆動周波数で駆動しており、液滴速度変化が - であるにもかかわらず吐出安定性は良好である。このことから、特に高速駆動において、駆動周波数を液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定する条件設定が良好なインク滴の吐出安定性を得るために、重要な要素であることが分かる。

30

【0118】

以上より、例えば、駆動パルスの駆動電圧、駆動周波数などを変化させて吐出安定性の高い駆動周波数を求めるためには、多大の時間と労力が必要であるという問題があるが、本発明では、駆動パルスの駆動周波数と吐出される液滴の速度との関係を示す液滴の速度の駆動周波数依存性データを予め計測し、基材上に付着させるための液滴の吐出に使用する駆動パルスの駆動周波数を、前記駆動周波数依存性データにおいて駆動周波数の上昇に対して液滴の速度が上昇する駆動周波数領域内に設定することにより、簡単な構成でかつコストアップを生じることがなく、隣接する圧力室間のクロストークに起因するメニスカス溢れを抑制して、高速で安定した駆動を可能とし、安定した液滴吐出が可能な液滴吐出装置及び液滴吐出方法を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図 1】インクジェット記録装置の概略構成を示す図である。

【図 2】液滴吐出ヘッドの一態様であるせん断モード（シアモード）タイプのインクジェットヘッドの概略構成を示す図であり、（a）は一部断面で示す斜視図、（b）はインク供給部を備えた状態の断面図である。

【図 3】（a）～（c）はヘッドの動作を示す図である。

【図 4】駆動パルスの波形を示す図である。

【図 5】（a）～（c）はヘッドの時分割駆動の説明図である。

50

【図 6】 A、B、C の各組の圧力室の電極に印加される駆動パルスのタイミングチャートである。

【図 7】 1 つおきの圧力室を駆動する場合の駆動パルスのタイミングチャートである。

【図 8】 本発明の液滴吐出方法に係る駆動周波数と液滴吐出速度を対比した実験データを示すグラフである。

【図 9】 典型的な特定吐出パターンの説明図である。

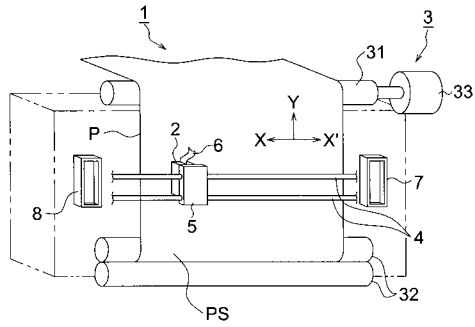
【図 10】 複数ノズルのスタガー配列を示す図である。

【符号の説明】

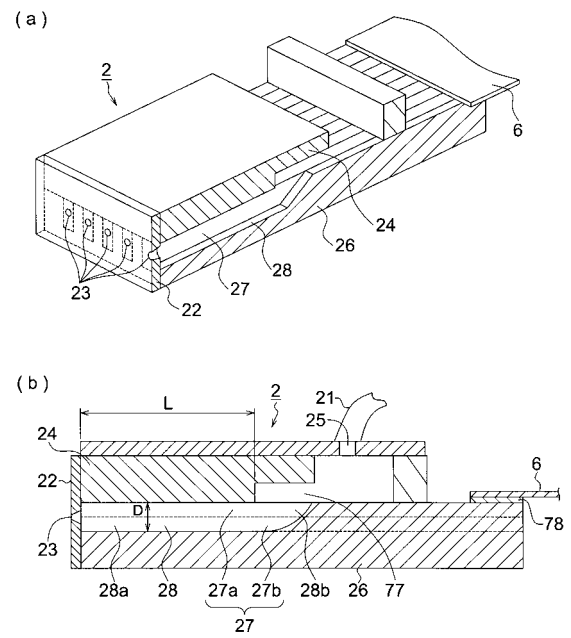
【 0 1 2 0 】

1	インクジェット記録装置	10
2	ヘッド	
2 1	インクチューブ	
2 2	ノズル形成部材	
2 3	ノズル	
2 4	カバープレート	
2 5	インク供給口	
2 6	基板	
2 7	隔壁	
2 8	圧力室	
3	搬送機構	20
3 1	搬送ローラ	
3 2	搬送ローラ対	
3 3	搬送モータ	
4	ガイドレール	
5	キャリッジ	
6	フレキシケープル	
7、8	インク受け器	
1 0 0	駆動パルス発生手段	
P	記録媒体	
P S	記録面	30

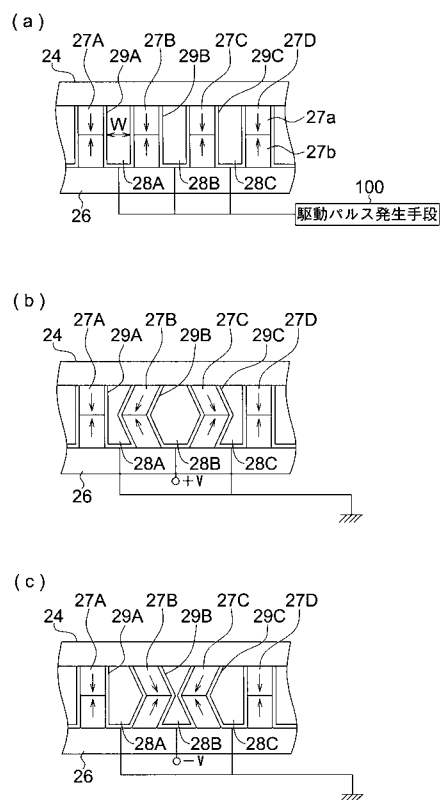
【 図 1 】



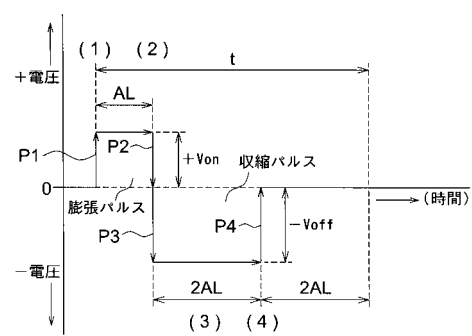
【 図 2 】



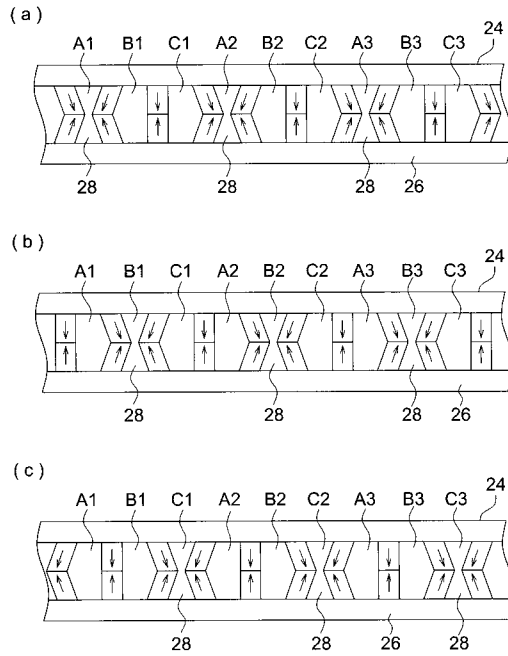
【圖 3】



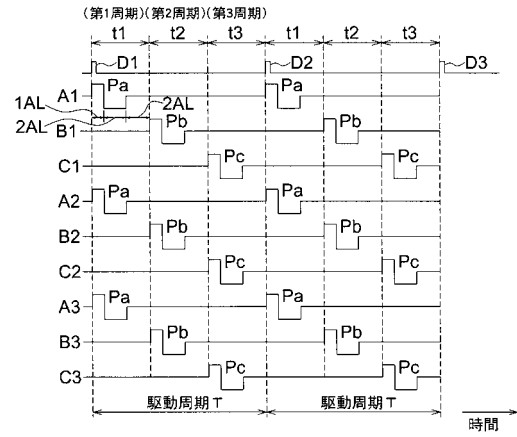
【 図 4 】



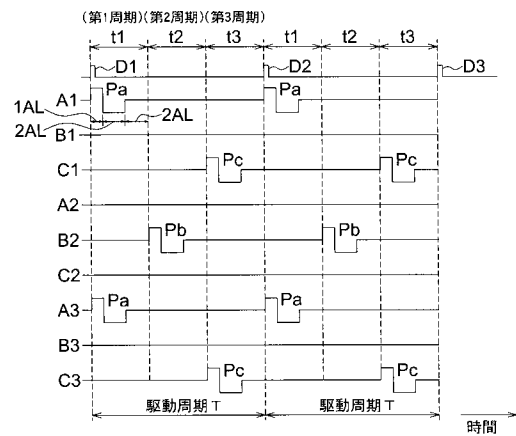
【図 5】



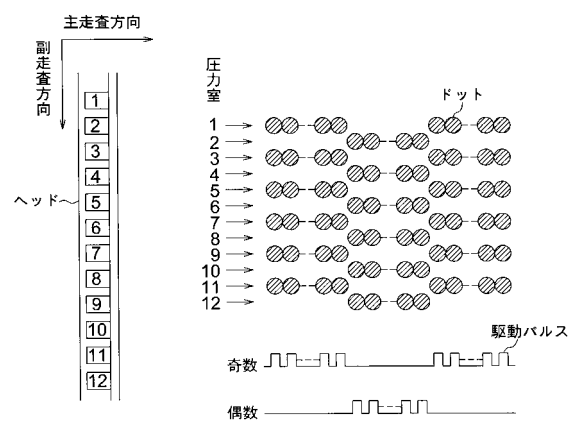
【図 6】



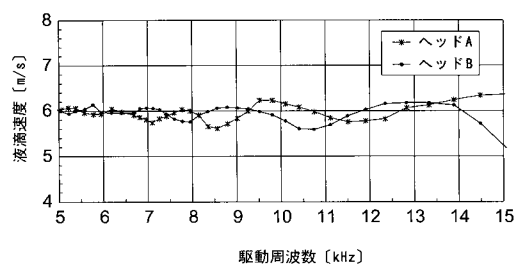
【図 7】



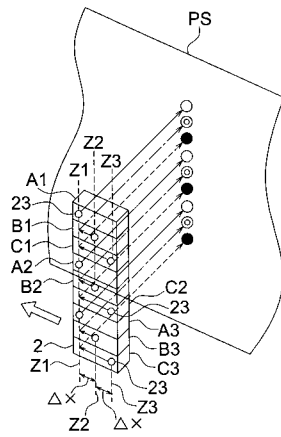
【図 9】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 7 0 5 2 1 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 0 5 9 1 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 2 2 2 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 6 2 3 2 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 4 1 J 2 / 0 4 5
B 4 1 J 2 / 0 5 5