

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-66608

(P2022-66608A)

(43)公開日 令和4年4月28日(2022.4.28)

(51)国際特許分類

F I

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 6 1 1

B 4 1 J 2/14 3 0 3

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全28頁)

(21)出願番号 特願2022-39165(P2022-39165)  
 (22)出願日 令和4年3月14日(2022.3.14)  
 (62)分割の表示 特願2018-3502(P2018-3502)の分割  
 原出願日 平成30年1月12日(2018.1.12)

(71)出願人 000003562  
 東芝テック株式会社  
 東京都品川区大崎一丁目11番1号  
 (74)代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74)代理人 100179062  
 弁理士 井上 正  
 (74)代理人 100075672  
 弁理士 峰 隆司  
 (74)代理人 100153051  
 弁理士 河野 直樹  
 (74)代理人 100162570  
 弁理士 金子 早苗  
 (72)発明者 喜地 保仁  
 東京都品川区大崎一丁目11番1号 東  
 最終頁に続く

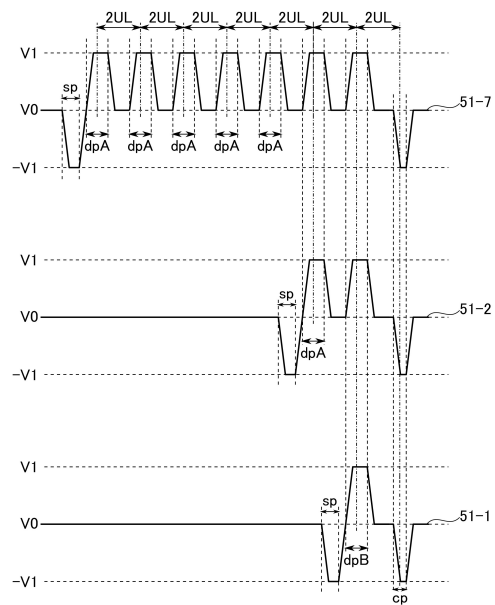
(54)【発明の名称】 インクジェットヘッド及びインクジェット記録装置

(57)【要約】

【課題】低コストで消費電力の低いインクジェットヘッド及びインクジェット記録装置を提供すること。

【解決手段】実施形態のインクジェットヘッドは、圧力室、アクチュエーター及び印加部を含む。圧力室は、液体を収容する。アクチュエーターは、印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させる。印加部は、前記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する。駆動信号は、吐出パルス及び振動パルスを含む。吐出パルスは、前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる。振動パルスは、前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を助長する圧力振動を液体に発生させる。駆動信号は、連続する2つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、前記吐出パルスの周期が前記圧力室内の液体の主音響共振周波数における半周期の1.5倍以上2.5倍以下である。

【選択図】図11



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液体を収容する圧力室と、  
 印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させるアクチュエーターと、  
 前記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する印加部と、を備え、  
 前記駆動信号は、  
 前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる吐出パルスと、  
 前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を  
 助長する圧力振動を液体に発生させる振動パルスと、を含み  
 連続する 2 つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、前記吐出パルスの周期が前記圧力室内  
 の液体の主音響共振周波数における半周期の 1.5 倍以上 2.5 倍以下である、インクジ  
 ャットヘッド。 10

## 【請求項 2】

前記アクチュエーターは、第 1 の電極及び第 2 の電極を備え、  
 前記印加部は、  
 前記第 1 の電極に第 2 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に第 1 の電圧源を接続すること  
 で前記アクチュエーターに前記吐出パルスを印加し、  
 前記第 1 の電極に前記第 1 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に前記第 2 の電圧源を接続  
 することで前記アクチュエーターに前記振動パルスを印加する、請求項 1 に記載のインク  
 ジェットヘッド。 20

## 【請求項 3】

前記アクチュエーターは、第 1 の電極及び第 2 の電極を備え、  
 前記印加部は、  
 前記第 1 の電極に第 2 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に第 1 の電圧源を接続すること  
 で前記アクチュエーターに前記吐出パルスを印加し、  
 前記第 1 の電極に第 3 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に前記第 1 の電圧源を接続する  
 ことで前記アクチュエーターに前記振動パルスを印加する、請求項 1 に記載のインクジ  
 ャットヘッド。

## 【請求項 4】

前記振動パルスは、前記駆動信号が連続する 2 つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、最  
 後の前記吐出パルスで吐出された液滴の速度が、最初の前記吐出パルスで吐出された液滴  
 の速度以上となるような幅である、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のインク  
 ジェットヘッド。 30

## 【請求項 5】

前記駆動信号は、連続する 2 つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、複数の前記吐出パル  
 スの幅のうち、最後の吐出パルスの幅が最も前記主音響共振周波数における周期に近い、  
 請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のインクジェットヘッド。

## 【請求項 6】

インクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドに液体を供給するインク供給装置と  
 、を備え、 40  
 前記インクジェットヘッドは、  
 液体を収容する圧力室と、  
 印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させるアクチュエーターと、 前  
 記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する印加部と、を備え、  
 前記駆動信号は、  
 前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる吐出パルスと、  
 前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を  
 助長する圧力振動を液体に発生させる振動パルスと、を含み  
 連続する 2 つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、前記吐出パルスの周期が前記圧力室内  
 の液体の主音響共振周波数における半周期の 1.5 倍以上 2.5 倍以下である、インクジ 50

エット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、インクジェットヘッド及びインクジェット記録装置に関する。

【背景技術】

【0002】

マルチドロップ方式のインクジェットヘッドは、インクの液滴を1ドットあたり複数回吐出することにより液滴量を調整する。この種の駆動装置は、液滴の吐出を制御する駆動回路を備える。駆動回路は、インクジェットヘッドが備えるアクチュエーターに対し、高周波の駆動信号を出力することにより液滴の吐出を制御する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-045797号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発明が解決しようとする課題は、低コストで消費電力の低いインクジェットヘッド及びインクジェット記録装置を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態のインクジェットヘッドは、圧力室、アクチュエーター及び印加部を含む。圧力室は、液体を収容する。アクチュエーターは、印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させる。印加部は、前記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する。駆動信号は、吐出パルス及び振動パルスを含む。吐出パルスは、前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる。振動パルスは、前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を助長する圧力振動を液体に発生させる。駆動信号は、連続する2つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、前記吐出パルスの周期が前記圧力室内の液体の主音響共振周波数における半周期の1.5倍以上2.5倍以下である。

30

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1実施形態及び第2実施形態に係るインクジェット記録装置の構成の一例を示す模式図。

【図2】図1中に示すインクジェットヘッドの一例を示す斜視図。

【図3】図1中に示すインク供給装置の概略図。

【図4】図1中に示すインクジェットヘッドに適用可能なヘッド基板の平面図。

【図5】図4に示すヘッド基板のA-A線断面図。

【図6】図4に示すヘッド基板の斜視図。

【図7】圧力室の状態を示す図。

40

【図8】1つの圧力室を拡張させた状態を示す図。

【図9】1つの圧力室を収縮させた状態を示す図。

【図10】第1実施形態に係る駆動回路の構成例を示す図。

【図11】第1実施形態に係る駆動波形の一例を示す図。

【図12】吐出観察写真の液滴輪郭を描画した図の一つ。

【図13】吐出観察写真の液滴輪郭を描画した図の一つ。

【図14】従来の駆動波形の一例を示す図。

【図15】第2実施形態に係る駆動回路の構成例を示す図。

【図16】1つの圧力室を収縮させた状態を示す図。

【図17】第2実施形態に係る駆動波形の一例を示す図。

50

【図 18】第 3 実施形態に係る駆動波形の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、発明を実施するための形態について図面を参照しながら説明する。なお、図中、同一または同等の部分には同一の符号を付す。また、実施形態の説明に用いる各図面は、説明のため、各部の縮尺を適宜変更して示している場合がある。

【0008】

〔第 1 実施形態〕

図 1 は、本実施形態に係るインクジェットヘッドを含むインクジェット記録装置 1 の構成の一例を示す模式図である。

インクジェット記録装置 1 は、インクなどの液体状の記録材を用いて画像形成媒体 S などに画像を形成する。インクジェット記録装置 1 は、一例として、複数の液体吐出部 2 と、液体吐出部 2 を移動可能に支持するヘッド支持機構 3 と、画像形成媒体 S を移動可能に支持する媒体支持機構 4 と、を備える。画像形成媒体 S は、例えば、シート状の紙などである。

【0009】

図 1 に示すように、複数の液体吐出部 2 が、所定の方向に並列して配置された状態でヘッド支持機構 3 に支持される。ヘッド支持機構 3 は、ローラー 3 a に掛けられたベルト 3 b に取り付けられている。インクジェット記録装置 1 は、ローラー 3 a を回転させることで、ヘッド支持機構 3 を、画像形成媒体 S の搬送方向に対して直交する主走査方向 A に移動させることが可能である。液体吐出部 2 は、インクジェットヘッド 10 及びインク供給装置 20 を一体に備える。液体吐出部 2 は、インクなどの液体 I をインクジェットヘッド 10 から吐出させる吐出動作を行う。インクジェット記録装置 1 は、一例として、ヘッド支持機構 3 を主走査方向 A に往復移動させながらインク吐出動作を行うことで、対向して配置される画像形成媒体 S に所望の画像を形成するスキャン方式である。あるいは、インクジェット記録装置 1 は、ヘッド支持機構 3 を移動させずにインク吐出動作を行うシングルパス方式であっても良い。この場合、ローラー 3 a 及びベルト 3 b を設けるには及ばない。またこの場合、ヘッド支持機構 3 は、例えばインクジェット記録装置 1 の筐体などに固定される。

【0010】

複数の液体吐出部 2 のそれぞれは、例えば、CMYK (cyan, magenta, yellow, and key(black)) の 4 色のインクのいずれかに対応する。すなわち、複数の液体吐出部 2 は、それぞれがシアンインク、マゼンタインク、イエローインク又はブラックインクのいずれかに対応する。そして、複数の液体吐出部 2 のそれぞれは、対応する色のインクを吐出する。液体吐出部 2 は、対応する色のインクを、画像形成媒体 S 上の 1 画素に対して 1 又は複数の液滴を連続吐出することができる。連続吐出された回数が多い画素ほど、1 画素に対して着弾する液滴の量が多くなる。したがって、連続吐出された回数が多い画素ほど、対応する色が濃く見える。これにより、インクジェット記録装置 1 は、画像形成媒体 S に形成する画像の階調表現が可能である。

【0011】

図 2 は、インクジェットヘッド 10 の一例を示す斜視図である。インクジェットヘッド 10 は、ノズル 101 と、ヘッド基板 102 と、駆動回路 103 と、マニホールド 104 とを備える。マニホールド 104 は、インク供給口 105 とインク排出口 106 と、を備える。

【0012】

ノズル 101 は、ヘッド基板 102 上に設けられる。ノズル 101 は、ヘッド基板 102 の長手方向に沿って一列に並んでいる。駆動回路 103 は、ノズル 101 からインクの液滴を吐出させるための駆動信号を出力する駆動信号出力部である。駆動回路 103 は例えばドライバー IC (integrated circuit) である。駆動回路 103 は、例えば、波形データに基づいて駆動信号を生成する。インク供給口 105 は、ノズル 101 にインクを供

10

20

30

40

50

給するための供給口である。また、インク排出口106は、インクの排出口である。ノズル101は、駆動回路103から与えられる駆動信号に応じてインク供給口105から供給されるインクの液滴を吐出する。ノズル101から吐出されなかったインクはインク排出口106から排出される。

駆動回路103は、印加部の一例である。

#### 【0013】

図3は、インクジェット記録装置1に用いられるインク供給装置20の概略図である。インク供給装置20は、インクジェットヘッド10にインクを供給する装置である。インク供給装置20は、供給側インクタンク21と、排出側インクタンク22と、供給側圧力調整ポンプ23と、輸送ポンプ24と、排出側圧力調整ポンプ25と、を備える。これらは、インクを流すことができるチューブにより接続される。供給側インクタンク21はチューブを介してインク供給口105に接続されており、排出側インクタンク22はチューブを介してインク排出口106に接続されている。

10

#### 【0014】

供給側圧力調整ポンプ23は、供給側インクタンク21の圧力を調整する。排出側圧力調整ポンプ25は、排出側インクタンク22の圧力を調整する。供給側インクタンク21は、インクジェットヘッド10のインク供給口105にインクを供給する。排出側インクタンク22は、インクジェットヘッド10のインク排出口106から排出されたインクを一時的に貯留する。輸送ポンプ24は、チューブを介して、排出側インクタンク22に貯留されたインクを供給側インクタンク21に還流させる。

20

#### 【0015】

次に、インクジェットヘッド10についてさらに詳細に説明する。

図4は、インクジェットヘッド10に適用可能なヘッド基板102の平面図である。図4ではノズルプレート109の図中左下を部分的に不図示としヘッド基板102の内部構造を図示している。図5は図4に示すヘッド基板102のA-A線断面図である。図6は、図4に示すヘッド基板102の斜視図である。

#### 【0016】

ヘッド基板102は、図4及び図5に示すように、圧電部材107、インク流路部材108、ノズルプレート109、枠部材110、及び板壁111を備える。また、インク流路部材108には、インク供給穴112とインク排出穴113とが形成されている。インク流路部材108とノズルプレート109と枠部材110と板壁111とで囲まれ、インク供給穴112が形成されている空間は、インク供給路114である。また、インク流路部材108とノズルプレート109と枠部材110と板壁111とで囲まれ、インク排出穴113が形成されている空間は、インク排出路117である。インク供給穴112は、インク供給路114に連通している。インク排出穴113は、インク排出路117に連通している。インク供給穴112は、マニホールド104のインク供給口105と流体的に接続している。インク排出穴113は、マニホールド104のインク排出口106と流体的に接続している。

30

#### 【0017】

圧電部材107は、インク供給路114からインク排出路117までに渡る複数の長溝を有する。これらの長溝は、圧力室115或いは空気室116の一部となる。圧力室115と空気室116は、それぞれ一つおきに形成される。すなわち、圧電部材107は、圧力室115と空気室116とが交互に形成される。空気室116は、長溝の両端を板壁111で塞ぐことにより形成される。板壁111で長溝の両端を塞ぐことにより、インク供給路114およびインク排出路117のインクが空気室116に流入しない様にする。板壁111の圧力室115に接する箇所は溝が形成される。これにより、インク供給路114から圧力室115にインクが流入し、圧力室115からインク排出路117にインクが排出される。

40

#### 【0018】

圧電部材107には、図6～図9に示すように、配線電極119(119a、119b、

50

...、119g、...)が形成されている。圧力室115と空気室116の圧電部材内面には、後述する電極120が形成されている。配線電極119は、電極120と駆動回路103とを電氣的に接続する。インク流路部材108、枠部材110及び板壁111は、例えば、誘電率が小さく、かつ圧電部材との熱膨張率の差が小さい材料で構成されることが好ましい。これらの材料としては、例えば、アルミナ( $Al_2O_3$ )、窒化珪素( $Si_3N_4$ )、炭化珪素( $SiC$ )、窒化アルミニウム( $AlN$ )、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などを用いることが可能である。本実施形態では、インク流路部材108、枠部材110及び板壁111はアルミナ( $Al_2O_3$ )で構成されるものとする。

#### 【0019】

圧電部材107は、図7~図9に示すように、圧電部材107aと圧電部材107bを積層することにより形成される。図7~図9は、圧力室の状態を示す図である。圧電部材107aと圧電部材107bの分極方向は、板厚方向に沿って互いに反対向きとなっている。圧電部材107には、インク供給路114からインク排出路117へ繋がる複数の長溝が並列に形成されている。

10

#### 【0020】

各長溝の内面には、電極120(120a、120b、...、120g、...)が形成されている。長溝と長溝を覆うノズルプレート109の一面とで囲まれた空間が、圧力室115及び空気室116となる。図7の例であれば、115b、115d、115f、...の符号で示した空間それぞれが圧力室115であり、116a、116c、116e、116g、...の符号で示した空間それぞれが空気室116である。

20

#### 【0021】

上述したように、圧力室115と空気室116は交互に並んでいる。電極120は、配線電極119を通して駆動回路103に接続される。圧力室115の隔壁を構成する圧電部材107は、各長溝の内面に設けた電極120によって挟まれている。圧電部材107及び電極120はアクチュエーター118を構成する。

#### 【0022】

駆動回路103は、駆動信号によりアクチュエーター118に電界を印加する。アクチュエーター118は、印加される電界によって、図8のアクチュエーター118d、118eのように、圧電部材107aと圧電部材107bとの接合部を頂部としてせん断変形する。アクチュエーター118が変形することにより、圧力室115の容積は変化する。圧力室115の容積の変化により、圧力室115の内部にあるインクは加圧或いは減圧される。この加圧或いは減圧により、インクはノズル101から吐出される。圧電部材107としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT:Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>)、ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)、タンタル酸リチウム(LiTaO<sub>3</sub>)などが使用可能である。本実施形態では、圧電部材107は、圧電定数の高いチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)であるものとする。

30

#### 【0023】

電極120は、ニッケル(Ni)と金(Au)との2層構造である。電極120は、例えばメッキ法によって、長溝内に均一に成膜される。なお、電極120の形成方法としては、メッキ法以外に、スパッタ法、蒸着法を用いることも可能である。長溝は、例えば、長手方向1.5~2.5mm、深さ150.0~300.0 $\mu$ m、幅30.0~110.0 $\mu$ mの形状で、70~180 $\mu$ mのピッチで平行に配列されている。前述したように、長溝は、圧力室115又は空気室116の一部となる。圧力室115と空気室116とは、交互に並んでいる。

40

#### 【0024】

ノズルプレート109は、圧電部材107の上に接着されている。ノズルプレート109の圧力室115の長手方向の中央部にはノズル101が形成されている。ノズルプレート109の材質は、例えば、ステンレスなどの金属材料、単結晶シリコンなどの無機材料、或いは、ポリイミドフィルムなどの樹脂材料である。なお、本実施形態では、一例として、ノズルプレート109の材料はポリイミドフィルムであるものとする。

50

## 【 0 0 2 5 】

上述したインクジェットヘッド 1 0 は、圧力室 1 1 5 の一端にインク供給路 1 1 4 があり、他端にインク排出路 1 1 7 があり、圧力室 1 1 5 の中央部にノズル 1 0 1 がある。なお、インクジェットヘッド 1 0 は、この構成例に限定されるものではない。例えば、インクジェットヘッドは、圧力室 1 1 5 の一端にノズルがあり、他端にインク供給路があってもよい。

## 【 0 0 2 6 】

次に、本実施形態に係るインクジェットヘッド 1 0 の動作原理について説明する。

図 7 は、配線電極 1 1 9 a ~ 配線電極 1 1 9 g を介して、電極 1 2 0 a ~ 電極 1 2 0 g にグラウンド電圧を印加した状態のヘッド基板 1 0 2 を示している。図 7 は、電極 1 2 0 a ~ 電極 1 2 0 g が同電位であるため、アクチュエーター 1 1 8 a ~ アクチュエーター 1 1 8 h には電界がかからない。このため、アクチュエーター 1 1 8 a ~ アクチュエーター 1 1 8 h は変形しない。

10

## 【 0 0 2 7 】

図 8 は、電極 1 2 0 d のみに電圧 V 1 を印加した状態のヘッド基板 1 0 2 を示している。

図 8 に示す状態では、電極 1 2 0 d と両隣の電極 1 2 0 c 及び電極 1 2 0 e との間に電位差が生じる。アクチュエーター 1 1 8 d 及びアクチュエーター 1 1 8 e は、印加される電位差により、圧力室 1 1 5 d の容積を膨張させるようにせん断変形する。ここで、電極 1 2 0 d の電圧を V 1 からグラウンド電圧に戻すと、アクチュエーター 1 1 8 d 及びアクチュエーター 1 1 8 e は、図 8 の状態から図 7 の状態に戻るため、ノズル 1 0 1 d から液滴が吐出される。

20

## 【 0 0 2 8 】

また、図 9 では、圧力室 1 1 5 d の容積が収縮している。図 9 では、アクチュエーター 1 1 8 d 及びアクチュエーター 1 1 8 e が図 8 に示す状態とは逆の形状に変形している。

図 9 は、電極 1 2 0 d をグラウンド電圧とし、空気室 1 1 6 a、空気室 1 1 6 c、空気室 1 1 6 e 及び空気室 1 1 6 g の電極 1 2 0 a、電極 1 2 0 c、電極 1 2 0 e 及び電極 1 2 0 g に電圧 V 1 を印加した状態のヘッド基板 1 0 2 を示している。図 9 に示す状態では、電極 1 2 0 d と両隣の電極 1 2 0 c 及び電極 1 2 0 e との間には、図 8 とは逆の電位差（逆の電界）が生じる。これらの電位差により、アクチュエーター 1 1 8 d 及びアクチュエーター 1 1 8 e は、図 8 に示す形とは逆向きのせん断変形をする。なお、図 9 は、電極 1 2 0 b 及び電極 1 2 0 f にも電圧 V 1 を印加した状態を示している。これにより、アクチュエーター 1 1 8 b、アクチュエーター 1 1 8 c、アクチュエーター 1 1 8 f 及びアクチュエーター 1 1 8 g は変形しない。アクチュエーター 1 1 8 b、アクチュエーター 1 1 8 c、アクチュエーター 1 1 8 f 及びアクチュエーター 1 1 8 g が変形しなければ、圧力室 1 1 5 b 及び圧力室 1 1 5 f は、収縮しない。

30

アクチュエーター 1 1 8 d において、電極 1 2 0 d は、第 1 の電極の一例である。また、電極 1 2 0 c は、第 2 の電極の一例である。アクチュエーター 1 1 8 e において、電極 1 2 0 d は、第 1 の電極の一例である。また、電極 1 2 0 e は、第 2 の電極の一例である。

## 【 0 0 2 9 】

図 1 0 は、駆動回路 1 0 3 の構成例を示す図である。駆動回路 1 0 3 はインクジェットヘッド 1 0 内部の圧力室 1 1 5 と空気室 1 1 6 の数だけ電圧切替え部 3 1 を備えるが、図 1 0 に示す構成例においては電圧切替え部 3 1 を 3 1 a、3 1 b、...、3 1 e まで図示する。また、駆動回路 1 0 3 は、電圧制御部 3 2 を備える。

40

## 【 0 0 3 0 】

駆動回路 1 0 3 は、第 1 電圧源 4 0 と、第 2 電圧源 4 1 とに接続されている。駆動回路 1 0 3 は、第 1 電圧源 4 0 及び第 2 電圧源 4 1 から供給された電圧を、選択的に各配線電極 1 1 9 に与える。図 1 0 に示す例では、第 1 電圧源 4 0 の出力電圧は、グラウンド電圧であり、その電圧値は電圧値 V 0 ( V 0 = 0 [ V ] ) とする。また、第 2 電圧源 4 1 の出力電圧は、電圧値 V 0 よりも高い電圧値 V 1 とする。

## 【 0 0 3 1 】

50

電圧切替え部 3 1 は、例えば、半導体スイッチにより構成される。電圧切替え部 3 1 a、電圧切替え部 3 1 b、...、電圧切替え部 3 1 e は、それぞれ配線電極 1 1 9 a、配線電極 1 1 9 b、...、配線電極 1 1 9 e に接続されている。また、電圧切替え部 3 1 は、駆動回路 1 0 3 の内部に引き込まれた配線を介して、第 1 電圧源 4 0 及び第 2 電圧源 4 1 に接続される。電圧切替え部 3 1 は、配線電極 1 1 9 に接続する電圧源を切替えるための切替えスイッチを有している。電圧切替え部 3 1 はこのスイッチを使って配線電極 1 1 9 に接続する電圧源を切り換える。例えば、電圧切替え部 3 1 a は、切替えスイッチにより、第 1 電圧源 4 0 又は第 2 電圧源 4 1 の何れか 1 つと配線電極 1 1 9 a とを接続する。

#### 【 0 0 3 2 】

電圧制御部 3 2 は、電圧切替え部 3 1 a、電圧切替え部 3 1 b、...、電圧切替え部 3 1 e それぞれと接続されている。電圧制御部 3 2 は、第 1 電圧源 4 0 及び第 2 電圧源 4 1 のうちの電圧源を選択するかを示す命令を各電圧切替え部 3 1 に出力する。例えば、電圧制御部 3 2 は、駆動回路 1 0 3 の外部から印刷データを受信し、各電圧切替え部 3 1 における電圧源の切替えタイミングを決定する。そして、電圧制御部 3 2 は、決定した切替えタイミングで、電圧切替え部 3 1 に対し、第 1 電圧源 4 0 又は第 2 電圧源 4 1 の何れかを選択する命令を出力する。電圧切替え部 3 1 は、電圧制御部 3 2 からの命令に従って、配線電極 1 1 9 と接続する電圧源を切替える。

第 1 電圧源 4 0 は、第 1 の電圧源の一例である。第 2 電圧源 4 1 は、第 2 の電圧源の一例である。

#### 【 0 0 3 3 】

図 1 1 は、駆動回路 1 0 3 が電極 1 2 0 に与える駆動信号の駆動波形例を示す図である。駆動波形 5 1 - 7 は、7 つの液滴を連続吐出させる場合の駆動波形の一例を示す図である。駆動波形 5 1 - 2 は、2 つの液滴を連続吐出させる場合の駆動波形の一例を示す図である。駆動波形 5 1 - 1 は、1 つの液滴を連続吐出させる場合の駆動波形の一例を示す図である。連続吐出させる液滴数が 3 ~ 6 の場合の駆動波形 5 1 - 3 ~ 駆動波形 5 1 - 6 についての図示は省略する。なお、駆動波形 5 1 - 1 ~ 駆動波形 5 1 - 7 を総称して駆動波形 5 1 というものとする。

#### 【 0 0 3 4 】

図 1 1 は、横軸が時間で、縦軸が電圧である。当該電圧は、駆動波形 5 1 が印加される電極 1 2 0 の電圧である。当該電極 1 2 0 の電圧は、両隣の空気室 1 1 6 の内壁の電極 1 2 0 につながる配線電極 1 1 9 の電位を基準とする電位である。なお、図 1 1 に示す駆動波形 5 1 は、図 7 に示す電極 1 2 0 d に印加されることを想定したものである。電極 1 2 0 d の両隣の空気室は、空気室 1 1 6 c 及び空気室 1 1 6 e である。また、両隣の空気室 1 1 6 c 及び空気室 1 1 6 e の内壁の電極は、電極 1 2 0 c 及び電極 1 2 0 e であり、電極 1 2 0 c 及び電極 1 2 0 e につながる配線電極は、配線電極 1 1 9 c 及び配線電極 1 1 9 e である。したがって、駆動波形 5 1 が電極 1 2 0 d に印加される場合、図 1 1 に示す電圧は、配線電極 1 1 9 c 及び配線電極 1 1 9 e (電極 1 2 0 c 及び電極 1 2 0 e) の電位を基準とする電極 1 2 0 d の電位である。

#### 【 0 0 3 5 】

電極 1 2 0 d に印加する駆動波形 5 1 の電圧が 0 であるとき、圧力室 1 1 5 d は、図 7 に示す状態となり、容積が変化しない。また、電極 1 2 0 d に印加する駆動波形 5 1 の電圧が V 1 であるとき、圧力室 1 1 5 d は、図 8 に示す状態となり、容積が膨張する。さらに、電極 1 2 0 d に印加する駆動波形 5 1 の電圧が - V 1 であるとき、圧力室 1 1 5 d は、図 9 に示す状態となり、容積が収縮する。

#### 【 0 0 3 6 】

駆動波形 5 1 は、振動パルス、吐出パルス及び抑制パルスをこの順で含む。振動パルスは、液滴の吐出を助長するための圧力振動を発生させるために印加される。吐出パルスは、ノズル 1 0 1 から液滴を吐出させるために印加される。抑制パルスは、残留振動を抑制するために印加される。

#### 【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50



振動パルス、吐出パルス及び抑制パルスは、立ち上がり時間及び立ち下がり時間を無視すれば矩形波である。しかしながら、立ち上がり時間及び立ち下がり時間があるので、振動パルス、吐出パルス及び抑制パルスは、台形に近い波形になるので、台形波であるといえる。

【0038】

なお、駆動波形 5 1 - 1 は 1 つの吐出パルスを、駆動波形 5 1 - 2 は連続する 2 つの吐出パルスを、...、駆動波形 5 1 - 7 は連続する 7 つの吐出パルスを含む。例えば、図 1 1 に示す駆動波形 5 1 - 7 は、振動パルス、1 番目の吐出パルス～7 番目の吐出パルス及び抑制パルスをこの順で含む。また、駆動波形 5 1 - 2 は、振動パルス、1 番目の吐出パルス、2 番目の吐出パルス及び抑制パルスをこの順を含む。そして、駆動波形 5 1 - 1 は、振動パルス、1 番目の吐出パルス及び抑制パルスをこの順で含む。なお、連続する吐出パルスの最後の吐出パルスを、以下、単に「最後の吐出パルス」というものとする。ただし、駆動波形 5 1 - 1 のように吐出パルスを 1 つのみ含む駆動波形では、当該 1 つの吐出パルスが最後の吐出パルスであるとする。また、最後の吐出パルス以外の吐出パルスを、以下「最後以外の吐出パルス」というものとする。例えば、駆動波形 5 1 - 7 では、1 番目の吐出パルス～6 番目の吐出パルスが最後以外の吐出パルスで、7 番目の吐出パルスが最後の吐出パルスである。また、1 番目の吐出パルスは、最初の吐出パルスである。

10

【0039】

駆動波形 5 1 について、駆動波形 5 1 - 2 を例にさらに説明する。

駆動回路 1 0 3 は、まず、振動パルスの印加を開始する。振動パルスは、一例として、電圧が 0、-V 1、0 の順で変化する s p 幅の台形波である。なお、幅とは、パルスの印加開始から印加終了までの時間を示す。したがって、s p 幅とは、パルスの印加開始から印加終了までの時間が s p であることを示す。振動パルスの印加開始に伴い、電極 1 2 0 d の電圧は、0 から -V 1 に変化する。そして、電極 1 2 0 d の電圧は、振動パルスの印加終了まで -V 1 に保持される。電極 1 2 0 d の電圧が 0 から -V 1 に立ち下がるまでの時間と、電極 1 2 0 d の電圧が -V 1 に保持される時間との合計は、時間 s p である。振動パルスの印加開始により、圧力室 1 1 5 d の容積は収縮し、圧力室 1 1 5 d 内の液体が加圧される。なお、振動パルスによる印加開始の加圧は、ノズル 1 0 1 から液滴が吐出しないう程度の加圧とする。

20

【0040】

駆動回路 1 0 3 は、振動パルスの印加開始から所定時間 s p 経過後に、振動パルスの印加を終了する。そして、駆動回路 1 0 3 は、1 番目の吐出パルスの印加を開始する。駆動波形 5 1 - 2 では、1 番目の吐出パルスは、最後以外の吐出パルスである。最後以外の吐出パルスは、一例として、電圧が 0、V 1、0 の順で変化する d p A 幅の台形波である。したがって、吐出パルスと振動パルスとは電位が正負逆である。振動パルスの印加終了及び吐出パルスの印加開始に伴い、電極 1 2 0 d の電圧は、-V 1 から 0 を経て V 1 に変化する。そして、電極 1 2 0 d の電圧は、1 番目のパルスの印加終了まで V 1 に保持される。電極 1 2 0 d の電圧が 0 から V 1 に立ち上がるまでの時間と、電極 1 2 0 d の電圧が V 1 に保持される時間との合計は、時間 d p A である。

30

振動パルスの印加終了及び 1 番目の吐出パルスの印加開始により、圧力室 1 1 5 d の容積が拡張され、圧力室 1 1 5 d 内の液体は減圧される。

40

【0041】

駆動回路 1 0 3 は、1 番目の吐出パルスの印加開始から所定の時間 d p A 経過後に、1 番目の吐出パルスの印加を終了する。吐出パルスの印加終了に伴い、電極 1 2 0 d の電圧は、V 1 から 0 に変化する。そして、電極 1 2 0 d の電圧は、次のパルスの印加開始まで 0 に保持される。

吐出パルスの印加終了により、圧力室 1 1 5 d の容積は収縮し、圧力室 1 1 5 d 内の液体が加圧される。これにより、圧力室 1 1 5 d 内の液体がノズル 1 0 1 から液滴として吐出される。

【0042】

50

振動パルスの印加開始による電圧 0 から電圧  $-V_1$  への立ち下げと、振動パルスの印加終了及び 1 番目の吐出パルスの印加開始による電圧  $-V_1$  から電圧  $V_1$  への立ち上げにより、圧力室 115 d 内の液体に圧力振動が発生する。この圧力振動に合わせて、電極 120 d の電圧を  $V_1$  から 0 へ立ち下げること、液滴の吐出力を高めることができる。このために、時間  $s_p$  及び時間  $d_p A$  を、圧力室 115 内の液体の圧力振動の半周期  $A_L$  に近付けることで、1 番目の吐出パルスの吐出力を高めることができる。強い吐出力を得るためには時間  $s_p$  及び時間  $d_p A$  を  $0.5 A_L$  以上  $1.5 A_L$  以下の範囲とし、時間  $s_p$  及び時間  $d_p A$  を  $A_L$  に一致させることで 1 番目の吐出パルスの吐出力を最大にすることができる。なお、圧力振動の半周期  $A_L$  は、圧力室 115 内の液体の固有振動周期（主音響共振周波数における周期）の半分の時間である。

10

## 【0043】

次に、駆動回路 103 は、1 番目の吐出パルスの印加終了の後、所定の時間の後、2 番目の吐出パルスの印加を開始する。すなわち、駆動回路 103 は、1 番目の吐出パルスの中心から、2 番目の吐出パルスの中心までの時間が所定の時間  $2U_L$  となるように、2 番目の吐出パルスの印加を開始する。なお、パルスの中心とは、当該パルスの印加開始時と印加終了時の間の中央の時点である。駆動波形 51-2 では、2 番目の吐出パルスは、最後の吐出パルスである。最後の吐出パルスは、一例として、電圧が 0、 $V_1$ 、0 の順で変化する  $d_p B$  幅の台形波である。したがって、振動パルスとは電位が正負逆である。最後の吐出パルスの印加開始に伴い、電極 120 d の電圧は、0 から  $V_1$  に変化する。そして、電極 120 d の電圧は、最後のパルスの印加終了まで  $V_1$  に保持される。電極 120 d の電圧が 0 から  $V_1$  に立ち上がるまでの時間と、電極 120 d の電圧が  $V_1$  に保持される時間との合計は、時間  $d_p B$  である。

20

## 【0044】

1 番目の吐出パルスにより圧力室 115 d 内に発生した振動にタイミングを合わせて 2 番目の吐出パルスを印加開始する事で 2 番目の吐出パルスの吐出力を高める事ができる。したがって、時間  $2U_L$  を  $2A_L$  とすることが好ましい。

## 【0045】

駆動回路 103 は、最後の吐出パルスの印加開始から所定の時間  $d_p B$  経過後に、最後の吐出パルスの印加を終了する。最後の吐出パルスの印加終了に伴い、電極 120 d の電圧は、 $V_1$  から 0 に変化する。そして、電極 120 d の電圧は、抑制パルスの印加開始まで 0 に保持される。強い吐出力を得るためには時間  $d_p B$  を  $0.5 A_L$  以上  $1.5 A_L$  以下の範囲とし、時間  $d_p B$  の長さは、 $A_L$  であることが好ましい。時間  $d_p B$  の長さを、 $A_L$  に近付けることで、最後の吐出パルスの吐出力を高めることができるためである。

30

## 【0046】

次に、駆動回路 103 は、最後の吐出パルスの印加終了の後、所定の時間の後、抑制パルスの印加を開始する。すなわち、駆動回路 103 は、最後の吐出パルスの中心から、抑制パルスの中心までの時間が所定の時間  $2U_L$  となるように、2 番目の吐出パルスの印加を開始する。抑制パルスは、一例として、電圧が 0、 $-V_1$ 、0 の順で変化する  $c_p$  幅の台形波である。抑制パルスの印加開始に伴い、電極 120 d の電圧は、0 から  $-V_1$  に変化する。そして、電極 120 d の電圧は、抑制パルスの印加終了まで  $-V_1$  に保持される。電極 120 d の電圧が 0 から  $-V_1$  に立ち下がるまでの時間と、電極 120 d の電圧が  $-V_1$  に保持される時間との合計は、時間  $c_p$  である。

40

## 【0047】

時間  $2U_L$  を  $2A_L$  とすることが好ましい。時間  $2U_L$  が  $2A_L$  であると、最後の吐出パルスにより発生する振動とは逆位相の振動が、抑制パルスによって圧力室 115 d に加わり、圧力室 115 d 内の残留振動が抑制されるためである。なお、時間  $c_p$  の長さは、圧力室 115 d 内の残留振動の程度に合わせて調整することが好ましい。

## 【0048】

駆動回路 103 は、駆動波形 51-1 及び駆動波形 51-3 ~ 駆動波形 51-7 においても、駆動波形 51-2 の場合と同様にして電極 120 d に駆動波形を印加する。ただし、

50

駆動回路 103 は、駆動波形 51 - 1 を印加する場合、1 番目の吐出パルスが最後の吐出パルスであるため、1 番目の吐出パルスの次に抑制パルスを印加する。また、駆動回路 103 は、 $n$  番目の吐出パルスの中心から、 $n + 1$  番目の吐出パルスの中心までの時間が所定の時間  $2UL$  となるようにする。ただし、 $n$  は、1 ~ 6 の整数である。

【0049】

$n$  番目の吐出パルスにより圧力室 115 d 内に発生した振動にタイミングを合わせて  $n + 1$  番目の吐出パルスを印加開始する事で、 $n + 1$  番目の吐出パルスの吐出力を高める事ができる。したがって、 $n$  番目の吐出パルスの中心から、 $n + 1$  番目の吐出パルスの中心までの時間は、 $2AL$  であることが好ましい。すなわち、時間  $2UL$  は、 $2AL$  であることが好ましい。

10

【0050】

上記は、電極 120 d を代表的に説明したが、電極 120 b、電極 120 d、電極 120 f、... の場合も同様である。

【0051】

前述したように、液体吐出部 2 は、画像形成媒体 S に対して連続吐出する液滴の数で 1 画素に着弾する液滴の量を変更することで階調表現を実現する。第 1 実施形態では、0 ~ 7 の 8 段階である。画像形成媒体 S を液滴の吐出方向に対して垂直方向に搬送しながら液滴を画像形成媒体 S 上に着弾させる場合、連続吐出した液滴の画像形成媒体 S 上での着弾位置ズレは、小さい事が望ましい。着弾位置ズレを小さくするには、連続吐出した液滴のうち後に吐出された液滴の速度がそれ以前に吐出した液滴の速度と同じかそれ以上となる事が望ましい。

20

【0052】

したがって、駆動波形により吐出される液滴の速度を調整することを考える。

まず、2 つの液滴を連続吐出させる駆動波形 51 - 2 について考える。振動パルスと 1 番目の吐出パルスにより発生した圧力室 115 内の圧力振動は、ノズル 101 から 1 滴目の液滴が吐出されることによって減衰する。また、当該圧力振動は、圧力室 115 内の粘性抵抗によって減衰する。ここで、1 番目の吐出パルスの中心から 2 番目の吐出パルスの中心までの時間が時間  $2UL$  となるタイミングで、最後の吐出パルスである 2 番目の吐出パルスを印加する。これにより、前述の要因などによって減衰した圧力振動に対して、圧力振動の減衰分を補うことができる。これにより、2 滴目の液滴を吐出するための吐出力が得られる。圧力振動の減衰分と 2 番目の吐出パルスによる圧力振動の付加が同程度であれば、1 滴目の液滴と 2 滴目の液滴の吐出速度はほぼ同じとなる。すなわち、2 番目の吐出パルスは、2 滴目の液滴吐出に必要な圧力振動を維持する役割を果たす。

30

【0053】

ここで、例えば、振動パルスの幅  $sp$  を、 $AL$  より小さくする、あるいは大きくすることを考える。このようにすれば、振動パルスによって圧力室 115 内に生じる圧力振動の位相と、1 番目のパルスによって圧力室 115 内に生じる圧力振動の位相とずれる。したがって、振動パルスの幅  $sp$  を  $AL$  より小さくする、あるいは大きくすることで、振動パルスの幅  $sp$  を  $AL$  とした場合よりも、1 番目の液滴の吐出速度を小さくすることができる。

40

【0054】

また、最後の吐出パルスである 2 番目の吐出パルスの幅  $d_{pB}$  を、 $AL$  より小さくする、あるいは大きくすることで、2 滴目の液滴の吐出速度を小さくすることができる。また、1 番目の吐出パルスの幅  $d_{pA}$  と 2 番目の吐出パルスの幅  $d_{pB}$  の大きさを同一として、幅  $d_{pA}$  及び幅  $d_{pB}$  の大きさを共に  $AL$  より小さくする、あるいは大きくすることで、2 滴目の液滴の吐出速度を 1 滴目の吐出速度よりも小さくすることができる。ただし、電圧  $V1$  を小さくする観点からは、幅  $d_{pA}$  と幅  $d_{pB}$  は、 $AL$  と近い値であることが好ましく、 $AL$  と一致させることがより好ましい。幅  $d_{pA}$  と幅  $d_{pB}$  が  $AL$  と一致しているほど吐出力が大きくなるためである。なお、幅  $sp$  を変更した場合の影響は、1 滴目の液滴が最も顕著に受ける。このため、1 滴目の液滴の速度と 2 滴目の液滴の速度との速

50

度差の調整は幅  $s_p$  を変更することによって行う事が好ましい。

【0055】

また、1番目の吐出パルスの中心から2番目の吐出パルスの中心までの時間  $2UL$  を  $2AL$  より小さくする、あるいは大きくすることで、2滴目の液滴の吐出速度を調整することができる。ただし、振動パルスと1番目の吐出パルスにより発生した圧力室115内の圧力振動を、2番目の吐出パルスにより発生する圧力振動によって強めるようにするため、時間  $2UL$  は、 $1.5AL \sim 2.5AL$  の範囲内であることが好ましい。なお、時間  $2UL$  が  $1.5AL$  未満及び  $2.5AL \sim 3.5AL$  の範囲では、2番目の吐出パルスにより発生する圧力振動は、1番目の吐出パルスにより発生する圧力振動に対して位相が反転するため、圧力振動を強めることができない。

10

【0056】

次に、7つの液滴を連続吐出させる駆動波形51-7について考える。7つの液滴は、1番目の吐出パルス～7番目の吐出パルスのそれぞれにおける、電圧  $V_1$  から電圧0への立ち下げのタイミングでノズル101から吐出される。ここで、時間  $2UL$  を  $2AL$  とした場合、先頭の液滴速度に対する後半に吐出される液滴速度の比（後半の液滴速度/先頭の液滴速度）は、大きくなる。

【0057】

なお、駆動波形51-2と同様に駆動波形51-7の2番目以降の吐出パルスは、2滴目以降の液滴吐出に必要な圧力振動を維持する役割を果たす。仮に液体の粘度や流路構造の要因で圧力室115等インクジェットヘッド10内の流路抵抗が低い場合、2滴目以降の液滴吐出に必要な圧力振動を維持するために印加する吐出力は小さくなるため、幅  $dp_A$  及び幅  $dp_B$  を  $AL$  より小さく、あるいは大きくする事で対応する事も可能である。ただし、電圧  $V_1$  を小さくする観点からは、幅  $dp_A$  及び幅  $dp_B$  は、 $AL$  と近い値であることが好ましく、 $AL$  と一致させることがより好ましい。このため、1滴目の液滴の速度と2滴目以降の液滴の速度との速度差の調整は、まず幅  $s_p$  を変更することによって行い、幅  $s_p$  の調整では所望の速度差が得られない場合に幅  $dp_A$  と幅  $dp_B$  での調整を行うことが好ましい。

20

【0058】

また、時間  $2UL$  を  $2AL$  より小さくする、あるいは大きくすることで、2滴目以降の吐出速度を調整することができる。ただし、 $n$  番目の吐出パルスで発生した残留振動（圧力振動）を、 $n+1$  番目の吐出パルスで発生する圧力振動によって強めるため、時間  $2UL$  は、 $1.5AL \sim 2.5AL$  の範囲であることが好ましい。

30

【0059】

本実施形態の駆動波形は、圧力室115内の残留振動と吐出波形との位相を合わせることで吐出力を得ている。また、駆動波形の印加により発生する残留振動の大きさは、吐出する液体の粘度、インクジェットヘッドの流路構造及びインクジェットヘッドの流路の材質などによって変化する。そのため、駆動波形の時間  $s_p$ 、時間  $dp_A$ 、時間  $dp_B$ 、時間  $UL$  及び時間  $cp$  などの各波形パラメータの比率は、当該液体の粘度及びインクジェットヘッドの種類などに応じて調整する必要がある。

【0060】

〔実施例〕

上記の実施形態を実施するための最良の形態を実施例により説明する。実施例は、上記の実施形態の範囲を限定するものではない。

40

【0061】

実施例では、粘度約  $10 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、比重約  $0.85$  の液体を、試作したインクジェットヘッド10で吐出した。ただし、インクジェットヘッド10の1列に並んだノズル101のうち、連続する9つのノズル101を同じ駆動波形51で駆動し、当該9つのノズル101のうちの真ん中のノズル101から吐出された液体を観察対象とした。なお、実施例の  $AL$  は、約  $2 \mu\text{s}$  であった。

【0062】

50

ここで、アクチュエーターをコンデンサーに見立てて、駆動回路 103 の内部抵抗、配線抵抗及びその他のエネルギー損失を抵抗に見立てると、電圧源、駆動回路 103、配線電極 119 及びアクチュエーターをつなぐ回路は、RC 直列回路に見立てる事が出来る。この RC 直列回路において電圧源を切り替えた場合を考える。駆動波形の各台形波の立ち上げ及び立ち下げ時間は、前記 RC 回路の時定数と相関し、コンデンサーとつながる電圧源が変化した場合の、コンデンサー内部の電圧変化に要する充電時間あるいは放電時間を示している。実施例では、駆動波形 51 の各台形波の立ち上げ及び立ち下げ時間は 0.2 μ秒前後となる。

【0063】

(実験1)

実施例のインクジェットヘッド10が駆動波形51-1によって吐出した主液滴の吐出速度が約8.5m/sとなる電圧V1の値を表1に示す。駆動波形51-1の各波形パラメーターの値により、当該電V1は変化する。このため、表1では縦軸を時間UL、横軸を時間spと時間ULの比(sp/UL)とした。そして、表1は、時間ULを1.9、2.0及び2.1、sp/ULを0.8、0.7及び0.6とした場合の9種の組み合わせについての当該電圧V1を示している。また、時間dpBと時間ULとは、同値とした。そして、時間cpは、時間ULの0.4倍とした。

10

【0064】

【表1】

表1 駆動波形51-1で液滴の吐出速度が約8.5m/sとなる電圧V1

20

		sp/UL		
		0.8	0.7	0.6
UL (μs)	2.1	18.2	18.2	18.8
	2.0	18.2	18.6	19.4
	1.9	18.6	18.8	19.4

$dpB = UL$   
 $cp = 0.4UL$

30

【0065】

表1より、時間ULがALに近く、時間SPがALに近いほど、電圧V1が小さくなっていることが分かる。以下の実験2及び実験3において、連続吐出する液滴の数によらず駆動波形51の電圧V1の値は、表1の通りとする。例えば、「UL=2.0μ秒でsp/UL=0.8」の条件では、駆動波形51-1も駆動波形51-7も、電圧V1は、18.2Vとする。また例えば、「UL=1.9μ秒でsp/UL=0.7」の条件では、駆動波形51-1も駆動波形51-7も、電圧V1は、18.8Vとする。

【0066】

(実験2)

実施例のインクジェットヘッド10に、駆動波形51-7によって液滴を吐出させた。このときの、最後の吐出パルスの印加終了から100μ秒経過時の主液滴の数を表2に示す。駆動波形51-7では、7つの主液滴が吐出されるが100μ秒の時間経過でいくつかの主液滴は合体する。これにより、主液滴の数は7つより少なくなる。表2では、合体後の主液滴の数を示している。例えば、表2で主液滴の数が1となった条件では、100μ秒の時間経過の過程で7つの主液滴全てが合体して1つの主液滴となった事を示している。なお、主液滴の後部にサテライトと呼ばれる微小液滴が発生する場合があるが、表2の主液滴の数には、サテライトの数は含めていない。

40

【0067】

50

## 【表 2】

表 2 駆動波形 5 1 - 7 で最後の吐出パルス入力後  
100  $\mu$ s 経過後の主液滴の数

		sp/UL		
		0.8	0.7	0.6
UL ( $\mu$ s)	2.1	2	3	2
	2.0	1	1	1
	1.9	3	3	1

$$\begin{aligned} dpA &= UL \\ dpB &= UL \\ cp &= 0.4UL \end{aligned}$$

10

## 【0068】

時間 UL が AL とほぼ同じ 2.0  $\mu$ 秒である場合、圧力振動の強めあいにより、後半の液滴ほど徐々に速度が増加する。このため、表 2 に示すように、時間 UL が AL とほぼ同じ 2.0  $\mu$ 秒である場合、sp/UL によらずに主液滴全てが合体して 1 つの主液滴となっている。

## 【0069】

20

(実験 3)

実施例のインクジェットヘッド 10 に、駆動波形 5 1 - 7 によって液滴を吐出させた。このときの先頭の主液滴の速度に対する最後の主液滴の速度の倍率（以下「先頭の主液滴の速度に対する最後の主液滴の速度の倍率」を「速度倍率」という。）を表 3 に示す。なお、先頭の主液滴の速度は、1 番目の吐出パルスの印加終了から 100  $\mu$ 秒経過時の、先頭の主液滴のノズル 101 からの距離から算出した。また、最後の主液滴の速度は、最後の吐出パルスの印加終了から 100  $\mu$ 秒経過時の、最後の吐出パルスによって吐出された主液滴のノズル 101 からの距離から算出した。すなわち、速度倍率は、（最後の吐出パルスの印加終了から 100  $\mu$ 秒経過時の、最後の吐出パルスによって吐出された主液滴のノズル 101 からの距離）/（1 番目の吐出パルスの印加終了から 100  $\mu$ 秒経過時の、先頭的主液滴のノズル 101 からの距離）である。なお、実験 2 で示したとおり、駆動波形 5 1 - 7 によって吐出された 7 つの主液滴は、時間経過により合体する。主液滴が合体していた場合には、測定対象の主液滴を含む合体後の主液滴のノズル 101 からの距離から、速度を算出した。

30

## 【0070】

## 【表 3】

表 3 駆動波形 5 1 - 7 で吐出した先頭滴の速度に対する  
最後の主液滴速度の倍率

		sp/UL		
		0.8	0.7	0.6
UL ( $\mu$ s)	2.1	1.19	1.16	1.19
	2.0	1.25	1.27	1.29
	1.9	0.88	1.12	1.26

$$\begin{aligned} dpA &= UL \\ dpB &= UL \\ cp &= 0.4UL \end{aligned}$$

40

## 【0071】

50

表 3 より、 $sp/UL$  を小さくすると、先頭の主液滴に対する最後の主液滴の速度が大きくなっていることが分かる。また、表 3 より、時間  $UL$  が  $2.0 \mu$  秒である場合に比べて、時間  $UL$  が  $1.9 \mu$  秒である場合、先頭の主液滴の速度に対する最後の主液滴の速度が小さくなっていることが分かる。また、表 3 より、時間  $UL$  が  $2.0 \mu$  秒である場合の  $sp/UL$  の変化は、時間  $UL$  が  $1.9 \mu$  秒である場合に比べて小さいことがわかる。これは、時間  $UL$  が  $1.9 \mu$  秒の場合、 $sp/UL$  の減少によって主に後続の主液滴の速度が増加しているのに対し、 $UL$  が  $2.0 \mu$  秒の場合、 $sp/UL$  の減少によって後続の主液滴の速度が増加するのみならず、後続の主液滴と先頭の主液滴が合体する事によって先頭の主液滴の速度も増加しているためである。

【0072】

また、表 3 より、 $UL$  が  $2.1 \mu$  秒である場合、 $sp/UL$  が  $0.7$  のときに速度倍率が最も小さくなっていることが分かる。これは、 $UL$  が  $2.1 \mu$  秒で  $sp/UL$  が  $0.7$  である場合、振動パルスの印加開始から、1 番目の吐出パルスの印加終了までの時間が約  $2AL$  (約  $4.0 \mu$  秒) になっており、その分だけ先頭の液滴吐出時の圧力振動の強めあいが大きくなるためである。また、振動パルスの印加開始から、7 番目の吐出パルスの印加終了までの時間が  $2AL$  の倍数にならないためである。

【0073】

また、表 2 及び表 3 より、速度倍率が  $1.25$  以上である場合に合体後の主液滴の数が 1 つになることがわかる。また、速度倍率が  $1.19$  以上である場合に合体後の主液滴の数が 2 つ以下になることがわかる。また、速度倍率が  $1.16$  以上である場合に合体後の主液滴の数が 3 つ以下になることがわかる。

【0074】

次に、ノズル列中の複数のノズルについて、連続吐出する液滴の数が異なるノズルがある場合について考える。一例として、図 7 のノズル  $101f$  から 7 つの液滴を吐出させ、隣のノズル  $101d$  から 1 つの液滴を吐出させる場合について考える。図 11 の駆動波形  $51-7$  及び駆動波形  $51-1$  を見れば分かるように、駆動波形  $51-7$  における 7 番目の吐出パルスと駆動波形  $51-1$  における 1 番目の吐出パルスは、同じタイミングで印加される。したがって、ノズル  $101f$  から吐出される最後 (7 番目) の液滴とノズル  $101d$  から吐出される最後 (1 番目) の液滴は、同時に吐出されると考えられる。してみると、画像形成媒体  $S$  への液滴の着弾位置ズレを小さくすることを考えるならば、ノズル  $101f$  から吐出される最後の液滴とノズル  $101d$  から吐出される最後の液滴の速度差はなるべく小さいことが望ましい。この点を考慮して波形パラメータを選ぶなら、表 3 の結果の数値が 1 以上で且つ 1 に近い、「 $UL = 1.9 \mu$  秒で  $sp/UL = 0.7$ 」が好適となる。

【0075】

表 3 の「 $UL = 1.9 \mu$  秒で  $sp/UL = 0.7$ 」の条件で液滴を吐出した場合の、最後の吐出パルス印加終了から  $100 \mu$  秒経過時の吐出観察写真の液滴輪郭を描画した図を図 12 に示す。液滴  $D$  は、ノズル面  $N$  から吐出されて右側に飛翔する。一番右の液滴  $D1$  が、先頭の主液滴であり、後続の主液滴とは合体していない。液滴  $D1$  の左隣の液滴  $D2$  は、2 番目に吐出された主液滴から 4 番目に吐出された主液滴までが合体した主液滴である。液滴  $D2$  の左隣の液滴  $D3$  は、5 番目に吐出された主液滴から 7 番目に吐出された主液滴までが合体した主液滴である。液滴  $D3$  の右端は、ノズル面  $N$  から  $0.95 \text{ mm}$  の距離に位置している。7 番目の主液滴 (最後の主液滴) を含む液滴である液滴  $D3$  の速度は、 $9.5 \text{ m/s}$  である。なお、小液滴  $SA$  は、サテライトである。

【0076】

また、インクジェットヘッド 10 の消費電力を低減することを考慮した場合、表 1 において電圧  $V1$  が最も小さい  $18.2 \text{ V}$  の条件が好適となる。電圧  $V1$  が  $18.2 \text{ V}$  でかつ表 2 の液滴数が 1 となる、表 2 の「 $UL = 2.0 \mu$  秒で  $sp/UL = 0.8$ 」の条件で液滴を吐出した場合の、最後の吐出パルス印加終了から  $100 \mu$  秒経過時の吐出観察写真の液滴輪郭を描画した図を図 13 に示す。図 13 では、7 つの主液滴は全て合体して 1 つの液

10

20

30

40

50

滴 D 4 となっている。液滴 D 4 の右端は、ノズル面 N から 1 . 1 mm の距離に位置している。7 番目の主液滴（最後の主液滴）を含む液滴である液滴 D 4 の速度は 1 1 m / s となる。

【 0 0 7 7 】

図 1 4 に従来 of 駆動波形 of 一例を示す。駆動波形 5 0 - 7 は、7 つ of 液滴を連続吐出させる場合 of 従来 of 駆動波形 of 一例を示す図である。駆動波形 5 0 - 1 は、1 つ of 液滴を連続吐出させる場合 of 従来 of 駆動波形 of 一例を示す図である。連続吐出させる液滴数が 2 ~ 6 の場合 of 駆動波形 5 0 - 2 ~ 駆動波形 5 0 - 6 について of 図示は省略する。なお、駆動波形 5 0 - 1 ~ 駆動波形 5 0 - 7 を総称して駆動波形 5 0 というものとする。

【 0 0 7 8 】

駆動波形 5 0 - 7 に示すように、従来 of 駆動波形 5 0 は、電圧 V 1 で幅 A L の台形波で 1 つ分 of 液滴を吐出し、その直後 of 電圧 - V 1 で幅 c p の台形波で圧力室内 of 残留振動を打ち消す。従来 of 駆動波形 5 0 は、これを、連続吐出させる液滴の数だけ繰り返すものである。

したがって、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、複数 of 液滴を連続吐出させるのにかかる時間が従来よりも短い。すなわち、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、駆動周波数が従来よりも向上する。

【 0 0 7 9 】

また、駆動波形 5 0 - 1 での液滴 of 吐出速度が約 8 . 5 m / s となる電圧 V 1 は 2 7 . 1 V であった。

したがって、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、従来よりも電圧 V 1 をかなり低くすることができる。すなわち、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、従来よりも消費電力が少ない。

これは、駆動波形 5 1 は、液滴吐出 of 前 of 振動パルスにより発生した圧力振動又は、液滴を吐出した際に発生した圧力振動に合わせて、圧力振動を強めるように次 of 吐出パルスが印加されるためである。これにより、液滴吐出に不足する分 of 吐出力を補っている。一方、図 1 4 の駆動波形 5 0 は、主液滴を 1 つ吐出するたび c p 幅 of 台形波により圧力振動を打ち消しており、A L 幅 of 台形波のみにより液滴吐出に足る吐出力を確保する必要があり、その結果、駆動波形 5 0 の電圧 V 1 は表 1 の電圧値と比べかなり大きな値になっている。

【 0 0 8 0 】

前記した通り、電圧源、駆動回路、配線電極、アクチュエーターをつなぐ回路は R C 直列回路に見立てる事が出来る。この R C 直列回路 of 消費電力は、台形波（パルス）の数と電圧の 2 乗に比例する。連続吐出液滴 of 数を 7 つとした場合、駆動波形 5 0 - 7 の台形波 of 数は 1 4 個となり、駆動波形 5 1 - 7 の台形波 of 数は 9 個となる。駆動波形 5 0 - 7 と駆動波形 5 1 - 7 の消費電力を、「 $U L = 2 . 0 \mu$ 秒で  $s p / U L = 0 . 8$ 」の条件で比較すると、駆動波形 5 1 - 7 の消費電力は、駆動波形 5 0 - 7 の消費電力 of 2 9 % 程になり、7 0 % 以上 of 消費電力低減が可能となる。

【 0 0 8 1 】

また、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、第 1 電圧源 4 0 及び第 2 電圧源 4 1 の 2 つ of 電圧源で動作する。このように、少ない数 of 電圧源で動作可能であるので、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、従来よりも低コストでの製造が可能である。

【 0 0 8 2 】

また、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、合体後 of 主液滴 of 数を少なくすることができる。したがって、第 1 実施形態 of インクジェットヘッド 1 0 は、画質 of 向上が可能である。

【 0 0 8 3 】

〔 第 2 実施形態 〕

第 2 実施形態に係るインクジェット記録装置 1 の構成は、第 1 実施形態 of 図 1 ~ 図 6 と同様である。したがって、当該部分について of 説明を省略する。

10

20

30

40

50



ただし、第2実施形態のインクジェット記録装置1は、図10の駆動回路103に代えて図15に示すような駆動回路103bを備える。図15は、駆動回路103bの構成例を示す図である。駆動回路103bは、インクジェットヘッド10内部の圧力室115の数だけ電圧切替え部33を備えるが、図15に示す構成例においては電圧切替え部33を33b及び33dまで図示する。また、駆動回路103bは、電圧制御部32bを備える。

【0084】

駆動回路103bは、第1電圧源40と第2電圧源41と第3電圧源42とに接続されている。駆動回路103bは、第1電圧源40、第2電圧源41及び第3電圧源42から供給された電圧を、選択的に各配線電極119b及び119dに与える。第3電圧源42の出力電圧は、電圧値-V1である。第3電圧源42は、振動パルス及び抑制パルスに用いる第2の電圧振幅を提供する。

10

【0085】

電圧切替え部33bは、電圧制御部32bの制御により、第1電圧源40、第2電圧源41及び第3電圧源42の何れかと配線電極119bとを接続する。電圧切替え部33dは、電圧制御部32bの制御により、第1電圧源40、第2電圧源41及び第3電圧源42の何れかと配線電極119dとを接続する。電圧切替え部33f、電圧切替え部33h、...についても同様である。なお、配線電極119bは、圧力室内壁の電極120bと、配線電極119dは、圧力室内壁の電極120dと接続される。配線電極119f、配線電極119h、...についても同様である。一方、空気室内壁の電極120a、120c、120e、...は、配線電極119a、119c、119e、...を介して第1電圧源40と接続される。

20

【0086】

なお、図15の例では、空気室内壁の電極120とつながる配線電極119は、駆動回路103bの内部で第1電圧源40と接続されている。しかしながら、この配線電極は、駆動回路の外部で第1電圧源40と接続されてもよい。この場合、駆動回路と接続する配線電極は、圧力室内壁の電極とつながっているもののみとなる。

第3電圧源42は、第3の電圧源の一例である。駆動回路103bは、印加部の一例である。

【0087】

第2実施形態では、駆動回路103bは、第1実施形態の駆動回路103が圧力室を図9に示す状態にすることに代えて、圧力室を図16に示す状態にする。

30

図16では、圧力室115dの容積が収縮している。図16では、アクチュエーター118d及びアクチュエーター118eが図8に示す状態とは逆の形状に変形している。図16は、電極120dに印加する電圧を電圧-V1、その他の電極120a～電極120c及び電極120e～電極120gに印加する電圧をグラウンド電圧とした状態のヘッド基板102を示している。図16に示す状態においても、電極120dと両隣の電極120c及び電極120eとの間には、図8とは逆の電位差が生じる。これらの電位差により、アクチュエーター118d及びアクチュエーター118eは、図8に示す形とは逆向きのせん断変形をする。

【0088】

40

図16に示すノズル101dに連通する圧力室115dに振動パルス又は抑制パルスを入力する場合、駆動回路103bは、図16に示すように、電極120dに-V1の電圧をかける。すなわち、駆動回路103bは、例えば圧力室115fに吐出パルスを入力中に、隣の圧力室115dに振動パルス又は抑制パルスを入力する事が出来る。このため図17に示すように1～6つの液滴を連続吐出させる場合の駆動波形の印加開始を第1実施形態に比べて前倒しする事が出来る。

【0089】

図17は、駆動回路103bが電極120に与える駆動信号の駆動波形例を示す図である。駆動波形52-7は、連続吐出する液滴数が7の場合の駆動波形である。駆動波形52-2は、連続吐出する液滴数が2の場合の駆動波形である。駆動波形52-1は、連続吐

50

出する液滴数が 1 の場合の駆動波形である。連続吐出させる液滴数が 3 ~ 6 の場合の駆動波形 5 2 - 3 ~ 駆動波形 5 2 - 6 についての図示は省略する。なお、駆動波形 5 2 - 1 ~ 駆動波形 5 2 - 7 を総称して駆動波形 5 2 というものとする。

【 0 0 9 0 】

図 1 7 に示すような駆動波形 5 2 で駆動されるインクジェットヘッド 1 0 のノズル列中の複数のノズルについて、連続吐出する液滴の数が異なるノズルがある場合について考える。一例として、図 7 のノズル 1 0 1 f から 7 つの液滴を吐出させ、隣のノズル 1 0 1 d から 1 つの液滴を吐出させる場合について考える。図 1 7 の駆動波形 5 2 - 7 及び駆動波形 5 2 - 1 を見れば分かるように、駆動波形 5 2 - 7 における 1 番目の吐出パルスまでの波形と駆動波形 5 2 - 1 における 1 番目の吐出パルスまでの波形は同一である。このため、ノズル 1 0 1 f 及びノズル 1 0 1 d の両ノズルから吐出される先頭滴の吐出速度の差は小さい。このため、波形パラメータを選ぶなら、表 2 の結果が 1 で表 3 の結果が 1 以上でなおかつ消費電力が小さくなる「UL = 2 . 0 μ秒で sp / UL = 0 . 8」の条件が好適となる。

10

【 0 0 9 1 】

第 2 実施形態のインクジェットヘッド 1 0 は、第 1 実施形態と同様に、駆動周波数の向上及び消費電力の低減が可能である。

また、第 2 実施形態のインクジェットヘッド 1 0 は、前述のように駆動波形の印加開始を第 1 実施形態に比べて前倒しする事が出来る。したがって、第 2 実施形態のインクジェットヘッド 1 0 は、液滴を 7 つ連続吐出させた場合でも液滴が合体しやすい波形パラメータを選ぶことができ、連続吐出した 7 つの液滴の着弾位置ずれを小さくすることができる。

20

【 0 0 9 2 】

〔 第 3 実施形態 〕

第 3 実施形態に係るインクジェット記録装置 1 の構成は、第 1 実施形態又は第 2 実施形態のインクジェット記録装置 1 と同様である。したがって、第 3 実施形態に係るインクジェット記録装置 1 の構成についての説明を省略する。

第 3 実施形態では、画像形成媒体 S 上に形成する画像の階調数を、8 段階より増やす場合について考える。例えば連続吐出させる主液滴の数を 1 1 とする場合を考える。図 1 8 は、1 1 個の液滴を連続吐出させる場合の駆動波形の一例を示す図である。駆動波形 5 3 - 1 1 は、1 1 個の液滴を連続吐出させる場合の駆動波形の一例を示す図である。

30

【 0 0 9 3 】

〔 実施例 〕

（ 実験 4 ）

前述の実施例のインクジェットヘッド 1 0 に、「UL = 2 . 0 μ秒で sp / UL = 0 . 8」の条件の駆動波形 5 3 - 1 1 によって液滴を吐出させた。このときの、最後の吐出パルスの印加終了から 1 0 0 μ秒経過時の主液滴の数を表 4 に示す。

【 0 0 9 4 】

【 表 4 】

表 4 駆動波形 5 3 - 1 1 で吐出した液滴についての各種値

40

dpA	主液滴の速度 (m/s)		最後の吐出パルス入力後 100 μs 経過後の主液滴の数	電圧 V1 (V)
	先頭滴	最後の主液滴		
UL	9.0	11.5	2	18.2
0.8UL	8.4	12.4	1	18.4

sp/dpA = 0.8

dpB = UL = 2.0 μs

cp = 0.4UL

50

## 【 0 0 9 5 】

この結果、最後の吐出パルス（ 1 1 番目の吐出パルス ）の印加終了から 1 0 0  $\mu$  秒経過時の主液滴の数は、 2 つとなった。このときの先頭の主液滴は、 1 番目の主液滴から 8 番目の主液滴が合体した主液滴であった。そして、その後続く主液滴（最後の主液滴）は、 9 番目の主液滴から 1 1 番目の主液滴が合体した主液滴であった。また、このときの先頭の主液滴の速度は、 9 . 0 m / s であった。そして、最後の主液滴の速度は、 1 1 . 5 m / s であった。

## 【 0 0 9 6 】

ここで、連続吐出させる 1 1 の主液滴を全て合体させる駆動波形について考える。例えば、 1 1 個の吐出パルスのうち、前半の液滴を吐出する吐出パルスの幅は、 A L より小さくする、あるいは大きくし、後半の液滴を吐出する吐出パルスの幅はそれ以前の吐出パルスより A L に近くなるような駆動波形でインクジェットヘッドを駆動すればよい。この場合、複数の吐出パルスのうち最後の吐出パルスの幅が最も A L に近い。具体例の一つとして、実施例のインクジェットヘッド 1 0 に「 d p A = 1 . 6  $\mu$  秒、 s p / d p A = 0 . 8、 U L = 2 . 0  $\mu$  秒、 d p B = U L、 c p = 0 . 4 U L 」の条件の駆動波形 5 3 - 1 1 によって液滴を吐出させた。この結果を表 4 に示す。この結果、最後の吐出パルス（ 1 1 番目の吐出パルス ）の印加終了から 1 0 0  $\mu$  秒経過時の主液滴の数は、 1 となった。また、このときの先頭の主液滴の速度は、 8 . 4 m / s であった。そして、最後の主液滴の速度は、 1 2 . 4 m / s であった。

## 【 0 0 9 7 】

第 3 実施形態のインクジェットヘッド 1 0 は、階調数を増やした場合でも合体後の主液滴の数を第 1 実施形態及び第 2 実施形態よりも減らすことができる。したがって、第 3 実施形態のインクジェットヘッド 1 0 は、第 1 実施形態及び第 2 実施形態よりも、階調数を増やした場合の画質を向上させることができる。

## 【 0 0 9 8 】

上記の実施形態は以下のような変形も可能である。

実施形態のインクジェット記録装置 1 は、画像形成媒体 S に、インクによる二次元の画像を形成するインクジェットプリンターである。しかしながら、実施形態のインクジェット記録装置は、これに限られるものではない。実施形態のインクジェット記録装置は、例えば、 3 D プリンター、産業用の製造機械、又は医療用機械などであっても良い。実施形態のインクジェット記録装置が 3 D プリンター、産業用の製造機械、又は医療用機械などである場合には、実施形態のインクジェット記録装置は、例えば、素材となる物質又は素材を固めるためのバインダーなどをインクジェットヘッドから吐出させることで、立体物を形成する。

## 【 0 0 9 9 】

実施形態のインクジェット記録装置 1 は、液体吐出部 2 を 4 つ備え、それぞれの液体吐出部 2 が使用するインク I の色はシアン、マゼンタ、イエロー又はブラックである。しかしながら、インクジェット記録装置が備える液体吐出部 2 の数は 4 つに限定せず、また、複数でなくても良い。また、それぞれの液体吐出部 2 が使用するインク I の色及び特性などは限定しない。

また、液体吐出部 2 は、透明光沢インク、赤外線又は紫外線等を照射したときに発色するインク、又はその他の特殊インクなども吐出可能である。さらに、液体吐出部 2 は、インク以外の液体を吐出することができるのもであっても良い。なお、液体吐出部 2 が吐出する液体は、懸濁液などの分散液であっても良い。液体吐出部 2 が吐出するインク以外の液体としては例えば、プリント配線基板の配線パターンを形成するための導電性粒子を含む液体、人工的に組織又は臓器などを形成するための細胞などを含む液体、接着剤などのバインダー、ワックス、又は液体状の樹脂などが挙げられる。

## 【 0 1 0 0 】

第 3 実施形態のインクジェット記録装置 1 は、最後の吐出パルスの幅のみが d p B で、その他の吐出パルスの幅は d p A である。しかしながら、 2 番目の吐出パルスから最後の吐

出パルスの1つ前の吐出パルスまでのうちのいずれかから、最後の吐出パルスまでのそれぞれの幅が  $d \leq B$  であっても良い。また、1番目の吐出パルスから最後の吐出パルスまで徐々に幅を  $A \leq L$  に近づけていっても良い。以上の場合でも、複数の吐出パルスのうち最後の吐出パルスの幅が最も  $A \leq L$  に近い。

【0101】

上記実施形態における各数値は、本発明の目的が達成される範囲の誤差が許容される。

【0102】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

10

【符号の説明】

【0103】

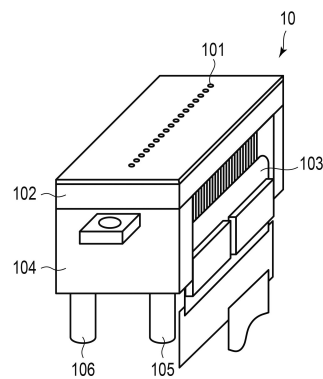
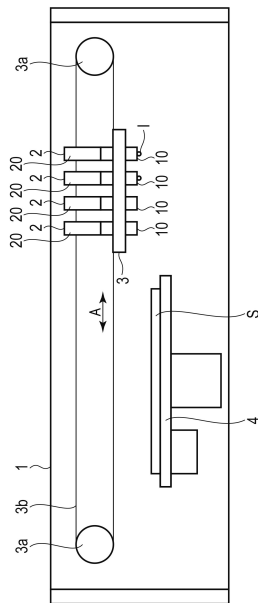
1 ... インクジェット記録装置、2 ... 液体吐出部、10 ... インクジェットヘッド、31a, 31b, 31c, 31d, 31e, 33b, 33d ... 電圧切替部、32, 32b ... 電圧制御部、40 ... 第1電圧源、41 ... 第2電圧源、42 ... 第3電圧源、101 ... ノズル、103, 103b ... 駆動回路、107, 107a, 107b ... 圧電部材、115, 115b, 115d, 115f ... 圧力室、116, 116a, 116c, 116e, 116g ... 空気室、118a, 118b, 118c, 118d, 118e, 118f, 118g, 118h ... アクチュエーター、119a, 119b, 119c, 119d, 119e, 119f, 119g ... 配線電極、120a, 120b, 120c, 120d, 120e, 120f, 120g ... 電極

20

【図面】

【図1】

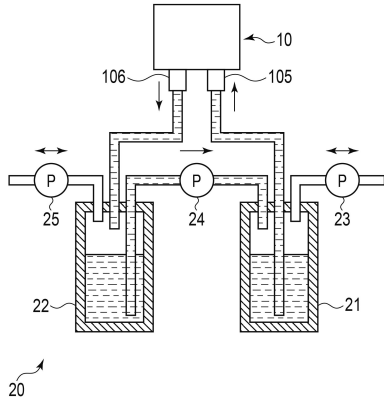
【図2】



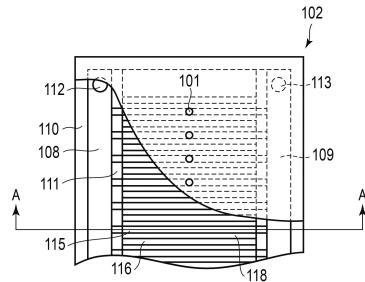
30

40

【 図 3 】



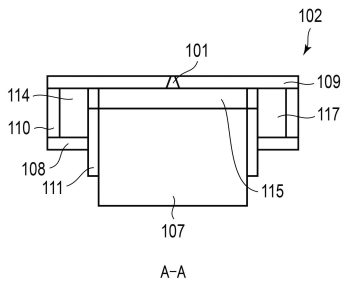
【 図 4 】



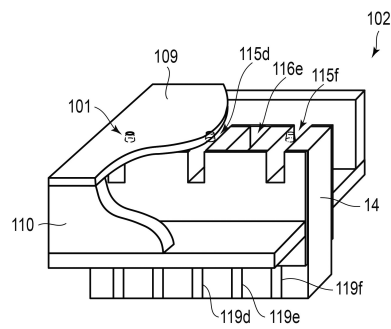
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

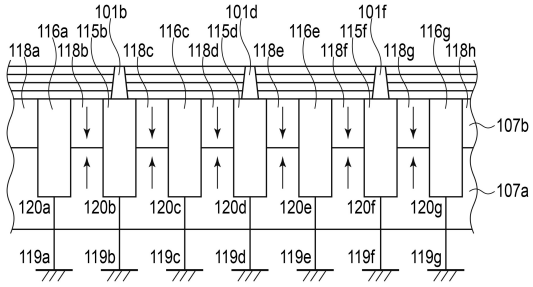


30

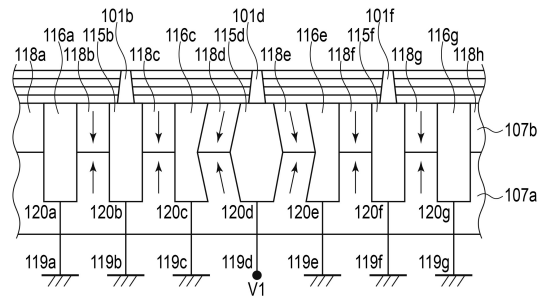
40

50

【 図 7 】

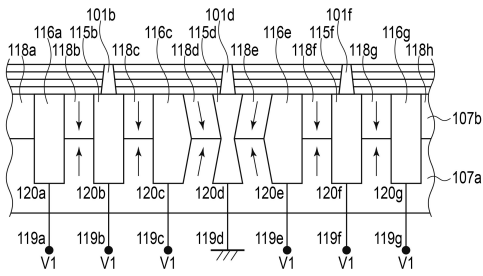


【 図 8 】

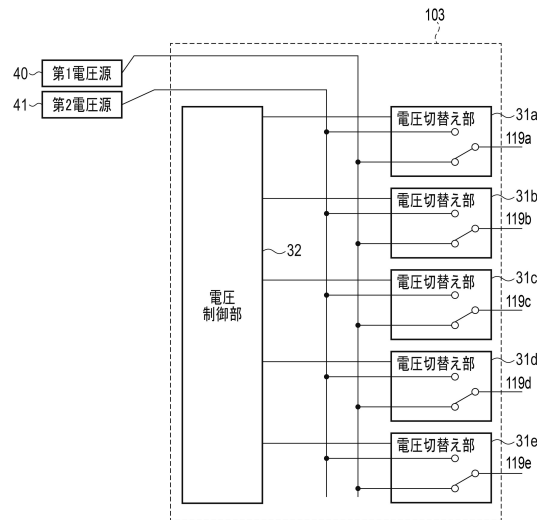


10

【 図 9 】



【 図 10 】



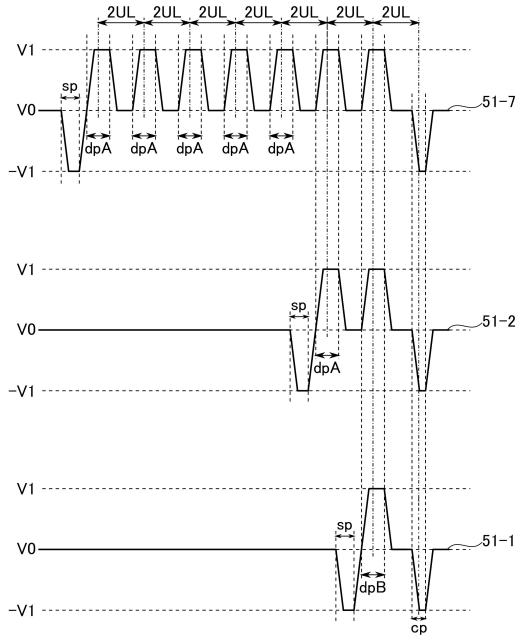
20

30

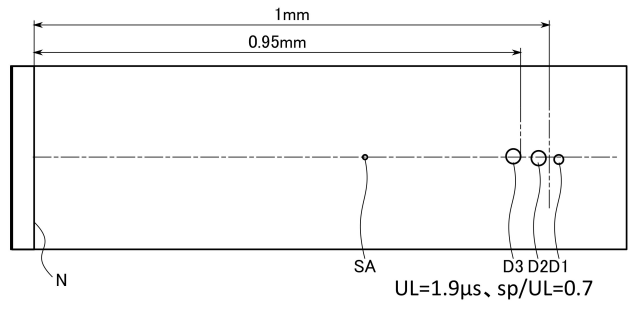
40

50

【 図 1 1 】



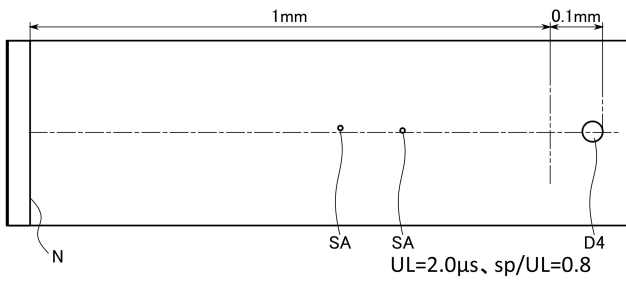
【 図 1 2 】



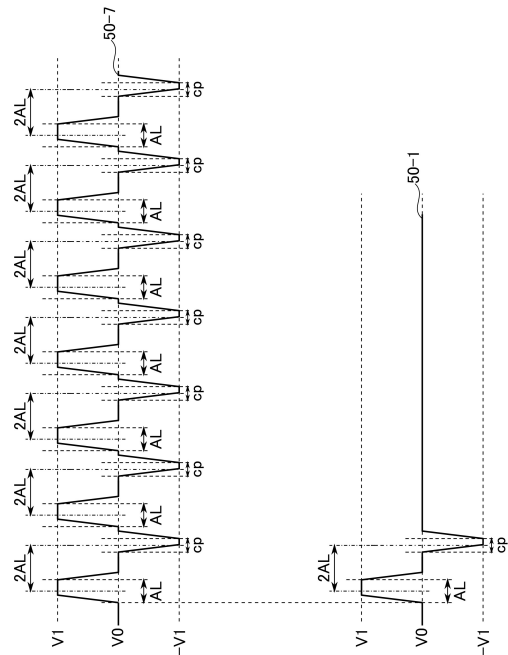
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

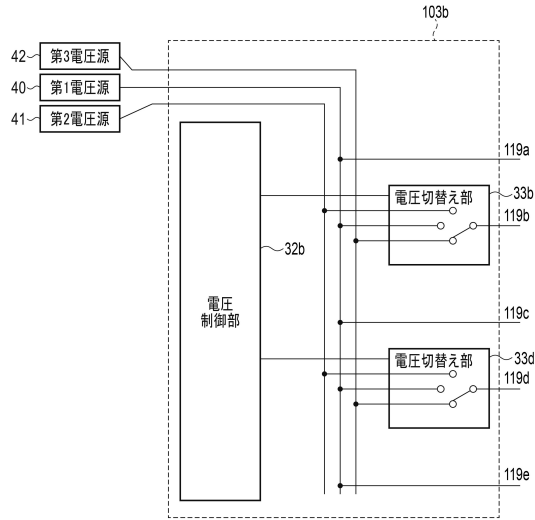


30

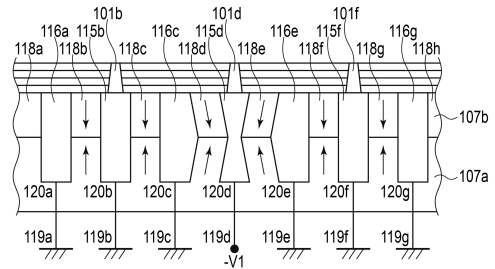
40

50

【 図 1 5 】



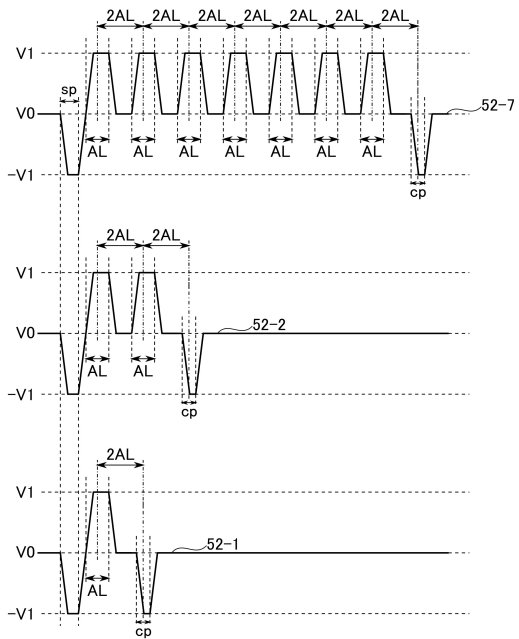
【 図 1 6 】



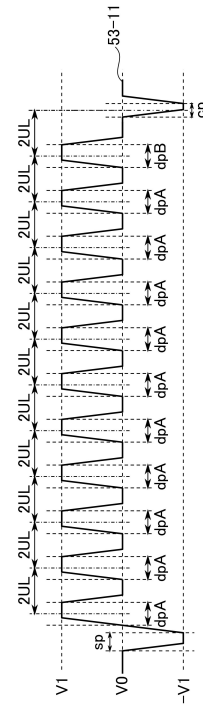
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



30

40

50



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】 令和 4 年 4 月 5 日 ( 2 0 2 2 . 4 . 5 )

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

## 【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

## 【 請求項 1 】

液体を収容する圧力室と、  
印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させるアクチュエーターと、  
前記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する印加部と、を備え、  
前記駆動信号は、  
前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる吐出パルスと、  
前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を  
助長する圧力振動を液体に発生させる振動パルスと、を含み  
連続する 2 つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、n 番目の吐出パルスの吐出パルスで発生した圧力振動を、n + 1 番目の吐出パルスで発生する圧力振動で強めるために、n 番目の吐出パルスの中心から n + 1 番目の吐出パルスの中心までの時間が前記圧力室内の液体の主音響共振周波数における半周期 ( AL ) の 1 . 5 倍より大きく 2 . 5 倍より小さい、  
インクジェットヘッド。

## 【 請求項 2 】

前記アクチュエーターは、第 1 の電極及び第 2 の電極を備え、  
前記印加部は、  
前記第 1 の電極に第 2 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に第 1 の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記吐出パルスを印加し、  
前記第 1 の電極に前記第 1 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に前記第 2 の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記振動パルスを印加する、請求項 1 に記載のインクジェットヘッド。

## 【 請求項 3 】

前記アクチュエーターは、第 1 の電極及び第 2 の電極を備え、  
前記印加部は、  
前記第 1 の電極に第 2 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に第 1 の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記吐出パルスを印加し、  
前記第 1 の電極に第 3 の電圧源を接続し、前記第 2 の電極に前記第 1 の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記振動パルスを印加する、請求項 1 に記載のインクジェットヘッド。

## 【 請求項 4 】

前記振動パルスは、前記駆動信号が連続する 2 つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、最後の前記吐出パルスで吐出された液滴の速度が、最初の前記吐出パルスで吐出された液滴の速度以上となるような幅である、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のインクジェットヘッド。

## 【 請求項 5 】

前記駆動信号は、連続する 2 つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、複数の前記吐出パルスの幅のうち、最後の吐出パルスの幅が最も前記主音響共振周波数における周期に近い、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のインクジェットヘッド。

## 【 請求項 6 】

インクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドに液体を供給するインク供給装置と、を備え、  
前記インクジェットヘッドは、

液体を収容する圧力室と、  
 印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させるアクチュエーターと、  
 前記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する印加部と、を備え、  
 前記駆動信号は、  
 前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる吐出パルスと、  
 前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を  
 助長する圧力振動を液体に発生させる振動パルスと、を含み  
 連続する2つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、n番目の吐出パルスの吐出パルスで発生した圧力振動を、n + 1番目の吐出パルスで発生する圧力振動で強めるために、n番目の吐出パルスの中心からn + 1番目の吐出パルスの中心までの時間が前記圧力室内の液体の主音響共振周波数における半周期 (AL) の1.5倍より大きく2.5倍より小さい、  
 インクジェット記録装置。

10

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0102

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0102】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の  
 様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要  
 旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。  
 以下に、本願の出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

20

〔C1〕

液体を収容する圧力室と、  
印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させるアクチュエーターと、  
前記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する印加部と、を備え、  
前記駆動信号は、  
前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる吐出パルスと、  
前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を助長する圧力振動を液体に発生させる振動パルスと、を含み  
連続する2つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、前記吐出パルスの周期が前記圧力室内の液体の主音響共振周波数における半周期の1.5倍以上2.5倍以下である、  
インクジェットヘッド。

30

〔C2〕

前記アクチュエーターは、第1の電極及び第2の電極を備え、  
前記印加部は、  
前記第1の電極に第2の電圧源を接続し、前記第2の電極に第1の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記吐出パルスを印加し、  
前記第1の電極に前記第1の電圧源を接続し、前記第2の電極に前記第2の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記振動パルスを印加する、  
C1に記載のインクジェットヘッド。

40

〔C3〕

前記アクチュエーターは、第1の電極及び第2の電極を備え、  
前記印加部は、  
前記第1の電極に第2の電圧源を接続し、前記第2の電極に第1の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記吐出パルスを印加し、  
前記第1の電極に第3の電圧源を接続し、前記第2の電極に前記第1の電圧源を接続することで前記アクチュエーターに前記振動パルスを印加する、  
C1に記載のインクジェ

50

ットヘッド。

[ C 4 ]

前記振動パルスは、前記駆動信号が連続する2つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、最後の前記吐出パルスで吐出された液滴の速度が、最初の前記吐出パルスで吐出された液滴の速度以上となるような幅である、C 1乃至C 3のいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。

[ C 5 ]

前記駆動信号は、連続する2つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、複数の前記吐出パルスの幅のうち、最後の吐出パルスの幅が最も前記主音響共振周波数における周期に近い、C 1乃至C 4のいずれか1項に記載のインクジェットヘッド。

10

[ C 6 ]

インクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドに液体を供給するインク供給装置と、を備え、

前記インクジェットヘッドは、

液体を収容する圧力室と、

印加される駆動信号に応じて前記圧力室の容積を変化させるアクチュエーターと、前記駆動信号を前記アクチュエーターに印加する印加部と、を備え、

前記駆動信号は、

前記圧力室に連通したノズルから液体を吐出させる吐出パルスと、

前記吐出パルスの前に印加され、前記吐出パルスとは正負逆の電位を持ち、液体の吐出を助長する圧力振動を液体に発生させる振動パルスと、を含み

20

連続する2つ以上の前記吐出パルスを含む場合に、前記吐出パルスの周期が前記圧力室内の液体の主音響共振周波数における半周期の1.5倍以上2.5倍以下である、インクジェット記録装置。

30

40

50

フロントページの続き

芝テック株式会社内