

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6644537号
(P6644537)

(45) 発行日 令和2年2月12日(2020.2.12)

(24) 登録日 令和2年1月10日(2020.1.10)

(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 7
B 4 1 J	2/205	(2006.01)	B 4 1 J	2/205	
B 4 1 J	2/045	(2006.01)	B 4 1 J	2/045	

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-242589 (P2015-242589)	(73) 特許権者	000116057
(22) 出願日	平成27年12月11日(2015.12.11)		ローランドディー. ジー. 株式会社
(65) 公開番号	特開2017-105131 (P2017-105131A)		静岡県浜松市北区新都田一丁目6番4号
(43) 公開日	平成29年6月15日(2017.6.15)	(74) 代理人	100121500
審査請求日	平成30年11月22日(2018.11.22)		弁理士 後藤 高志
		(74) 代理人	100121186
			弁理士 山根 広昭
		(74) 代理人	100189887
			弁理士 古市 昭博
		(72) 発明者	三澤 啓介
			静岡県浜松市北区新都田1丁目6番4号
			ローランドディー. ジー. 株式会社内
		(72) 発明者	牧野瀬 孝
			静岡県浜松市北区新都田1丁目6番4号
			ローランドディー. ジー. 株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出装置及びこれを備えたインクジェット式記録装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液滴を吐出する液体吐出ヘッドと前記液体吐出ヘッドを制御する制御装置とを備える液体吐出装置であって、

前記液体吐出ヘッドは、

開口が形成された中空のケース本体と、

前記ケース本体の前記開口を覆うように前記ケース本体に取り付けられ、前記ケース本体と共に圧力室を区画する振動板と、

前記振動板に連結され、前記圧力室を膨張および収縮させるように配設されている圧力発生素子と、

前記ケース本体に形成され、前記圧力室と連通し、液体が流出するノズルと、を備え、

前記制御装置は、

1 液滴吐出周期内に、前記圧力室を膨張および収縮させることにより第1の液滴を吐出するための第1駆動パルスと、前記圧力室を膨張および収縮させることにより第2の液滴を吐出するための第2駆動パルスと、を含む駆動信号を生成する駆動信号生成部と、

前記駆動信号を前記液体吐出ヘッドの前記圧力発生素子に供給する駆動信号供給部と、

、

を備え、

前記第1駆動パルスは、中間電位Vcから第1最小電位V1まで一度に下降する第1電

位下降波形と、前記第 1 最小電位 V_{l1} から前記中間電位 V_c まで一度に上昇する電位復帰波形と、を含み、

前記第 2 駆動パルスは、前記第 1 電位下降波形と、前記第 1 最小電位 V_{l1} から前記中間電位 V_c を超えて第 1 最大電位 V_{h1} まで一度に上昇する第 1 電位上昇波形と、を含み、

前記第 1 最大電位 V_{h1} と、前記第 1 最小電位 V_{l1} と、前記中間電位 V_c とが、次の関係： $(V_{h1} - V_{l1}) = 1.5 (V_c - V_{l1})$ ；を満たし、

前記液体吐出ヘッドのヘルムホルツ固有振動周期を T_c としたときに、

前記第 1 駆動パルスは、前記圧力室の膨張している状態が $(1/2) \times T_c$ の時間持続されるように構成され、

前記第 2 駆動パルスは、前記第 1 駆動パルスの開始から $n \times T_c$ (ただし、 n は、 n 2 を満たす整数である。) 後のタイミングで開始され、前記圧力室の膨張している状態が $(1/2) \times T_c$ の時間持続され、前記第 2 の液滴が前記第 1 の液滴以上の速さで吐出されるように構成されている、液体吐出装置。

【請求項 2】

前記第 1 駆動パルスおよび前記第 2 駆動パルスは、それぞれ、前記第 1 最小電位 V_{l1} を第 2 の時間維持する第 1 最小電位維持波形をさらに含み、

前記第 1 電位下降波形の時間を第 1 の時間としたときに、前記第 1 の時間と前記第 2 の時間との合計時間が、 $(1/2) \times T_c$ と等しいように構成されている、請求項 1 に記載された液体吐出装置。

【請求項 3】

前記第 2 駆動パルスは、さらに、

前記第 1 最大電位 V_{h1} を所定の時間維持する第 1 最大電位維持波形と、

前記第 1 最大電位 V_{h1} から第 2 最大電位 V_{h2} まで上昇する第 2 電位上昇波形と、

前記第 2 最大電位 V_{h2} を所定の時間維持する第 2 最大電位維持波形と、

前記第 2 最大電位 V_{h2} から前記中間電位 V_c まで下降する電位復帰波形と、

を含む、請求項 1 または 2 に記載された液体吐出装置。

【請求項 4】

前記第 2 の液滴が前記第 1 の液滴よりも速く吐出されるように構成されている、請求項 1 から 3 までの何れか一つに記載された液体吐出装置。

【請求項 5】

前記 n は、 $n = 5$ を満たすように構成されている、請求項 1 から 4 までの何れか一つに記載された液体吐出装置。

【請求項 6】

前記 n は 2 である、請求項 5 に記載された液体吐出装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 までの何れか一つに記載された液体吐出装置を備えたインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体吐出装置及びこれを備えたインクジェット式記録装置に関する。詳しくは、所謂、マルチドット方式を採用した液体吐出の制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

インクジェット式記録装置などに利用されている液体吐出装置は、液滴を吐出するための液体吐出ヘッドと当該液体吐出ヘッドを制御する制御装置とを備えている。例えば、インクジェット式記録装置におけるインク吐出ヘッドは、インクを一時的に貯留する圧力室と、上記圧力室に当接し圧電素子などからなるアクチュエータと、上記圧力室に連通し記録紙などの記録媒体に向けてインク滴を吐出するノズルと、を備えている。このインクジェット式記録装置では、アクチュエータに駆動信号が送信されると、当該駆動信号に基づ

10

20

30

40

50

いて圧電素子が収縮または伸長する。これにより、圧力室内が膨張収縮して、圧力室内のインクがノズルから吐出される。吐出されたインク滴が記録媒体に着弾することで、当該記録媒体に1ドット(1画素分の打滴)が形成される。

【0003】

このようなインクジェット式記録装置では、1つの駆動パルスで安定的に吐出することができる1液滴の液量に限界がある。そこで、階調的な印刷を実現するために従来から様々な検討がなされている。例えば特許文献1には、マルチドット方式によってドットの大きさを調整するインク吐出ヘッドの駆動方法が開示されている。マルチドット方式では、1ドットを形成するための1液滴吐出周期内に複数の駆動パルスを含んだ駆動信号を生成する。そして、上記複数の駆動パルスの中からドットのサイズに応じて1つあるいは2つ以上の駆動パルスを選択し、インク吐出ヘッドを駆動するためのアクチュエータに供給する。例えば相対的に大きなドットは、1液滴吐出周期内で時系列的に2つ以上のインク滴を吐出させ、これらを記録媒体に着弾する前にマージ(合体)させることで形成することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平10-81012号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、上記構成のインク吐出装置では、ノズルからインク滴(主滴)を吐出した後、主滴からノズルのインク液面を形成するメニスカスへとつながる尾引き(サテライト)が生じることがある。このサテライトが主滴から分離すると、サテライト滴となって飛翔し、記録媒体上の主滴と離れた位置に着弾することがある。また、サテライト滴の速度が遅い場合には気流や空気抵抗などの影響によって運動エネルギーが失われ、インクミスト(無秩序に浮遊する微細なインク滴)となって装置内部や記録媒体を汚すことがある。このため、スループットの向上や印刷ギャップの拡大を図るうえでは、長いサテライト滴やインクミストの発生をより良く抑制することが望まれている。

【0006】

30

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、長いサテライト滴やミストの発生を低減すると共に、所望の大きさの液滴を安定的に吐出することができる液体吐出装置を提供することである。また、他の目的は、上記液体吐出装置を備えたインクジェット式記録装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る液体吐出装置は、液滴を吐出する液体吐出ヘッドと上記液体吐出ヘッドを制御する制御装置とを備える。上記液体吐出ヘッドは、開口が形成された中空のケース本体と、上記ケース本体の上記開口を覆うように上記ケース本体に取り付けられ、上記ケース本体と共に圧力室を区画する振動板と、上記振動板に連結され、上記圧力室を膨張および収縮させるように配設されている圧力発生素子と、上記ケース本体に形成され、上記圧力室と連通し、液体が流出するノズルとを備える。上記制御装置は、1液滴吐出周期内に、上記圧力室を膨張および収縮させることにより第1の液滴を吐出するための第1駆動パルスと、上記圧力室を膨張および収縮させることにより第2の液滴を吐出するための第2駆動パルスと、を含む駆動信号を生成する駆動信号生成部と、上記駆動信号を上記液体吐出ヘッドの上記圧力発生素子に供給する駆動信号供給部とを備える。上記液体吐出ヘッドのヘルムホルツ固有振動周期を T_c としたときに、上記第1駆動パルスは、上記圧力室の膨張している状態が $(1/2) \times T_c$ の時間持続されるように構成され、上記第2駆動パルスは、上記第1駆動パルスの開始から $n \times T_c$ (ただし、 n は、 $n \geq 2$ を満たす整数である。)後のタイミングで開始され、上記圧力室の膨張している状態が $(1/2) \times T_c$

40

50

の時間持続され、上記第2の液滴が上記第1の液滴以上の速さで吐出されるように構成されている。

【0008】

上記液体吐出装置では、第1駆動パルスおよび第2駆動パルスにおいて、圧力室を $(1/2) \times Tc$ のタイミングで膨張状態から収縮に切り替える。これにより、各駆動パルスが、圧力室のヘルムホルツ固有振動を増幅させるように作用する。その結果、液滴の吐出安定性を高めると共に、圧力室の膨張収縮量が増して、より大きな液滴を吐出することができる。上記液体吐出装置ではまた、第2駆動パルス開始のタイミングを第1駆動パルスの開始から $n \times Tc$ ($n \geq 2$)後とする。これにより、第1の液滴吐出後のメニスカスの引き込み量が適度に低減され、液量の多い大きな第2の液滴を安定的に吐出することができる。上記液体吐出装置ではさらに、第2の液滴が第1の液滴以上の速さで吐出される。このため、第1の液滴と第2の液滴とが的確にマージされる。また、第2の液滴の吐出速度が速められることで、サテライト滴やミストの発生を高度に抑制することができる。以上により、上記液体吐出装置では、例えばスループットの向上や印刷ギャップの拡大を図る場合であっても、所望の大きさのドットを精度よく形成することができる。

10

【0009】

また、本発明の他の側面として、上記液体供給装置を備えたインクジェット式記録装置が提供される。このインクジェット式記録装置では、マルチドット方式により、大きなサイズのドットも安定して形成することができる。したがって、例えばドット径やドットの着弾位置のバラつきが少なくなり、印刷品質を向上することができる。また、サテライト滴やミストなどに由来する記録媒体の汚れを低減することができる。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る液体吐出装置では、長いサテライト滴やミストの発生を低減すると共に、所望の大きさのドットを安定的に形成することが可能である。このため、例えば大きな液滴を形成する場合の吐出安定性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係るインクジェットプリンタの正面図である。

【図2】インク吐出装置の構成を示すブロック図である。

【図3】インク吐出ヘッドのノズル近傍における部分断面図である。

【図4】制御装置の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る共通駆動信号である。

【図6】第1駆動パルスと、それに対応する圧力室及びノズル近傍のメニスカスの状態を示す説明図である。

【図7】実施例に係る共通駆動信号である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る液体吐出装置及びインクジェット式記録装置の実施形態について説明する。ここで説明される実施形態は、当然ながら特に本発明を限定することを意図したものではない。また、同じ作用を奏する部材・部位には同じ符号を付し、重複する説明は省略または簡略化する。

40

【0013】

まず、インクジェット式記録装置について説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る大判インクジェットプリンタ(以下、プリンタという。)10の正面図である。プリンタ10は、インクジェット式記録装置の一例である。なお、図1などにおいて、符号LおよびRは、それぞれ左および右を示している。また、図1において、手前側および奥側は、それぞれ前側および後側である。ただし、これらは説明の便宜上の方向に過ぎず、プリンタ10の設置態様を何ら限定するものではない。

【0014】

50

プリンタ10は、記録媒体である記録紙5に印刷を行うためのものである。なお、記録媒体には、普通紙などの紙類はもちろんのこと、ポリ塩化ビニル (polyvinyl chloride、PVC) やポリエステルなどの樹脂材料、アルミニウム、鉄、木材などの各種の材料からなる記録媒体が含まれる。

【0015】

プリンタ10は、プリンタ本体2と、プリンタ本体2に固定されたガイドレール3とを備えている。ガイドレール3は、左右方向に延びている。ガイドレール3には、ダンパー装置14およびインク吐出ヘッド15が設けられたキャリッジ1が係合している。キャリッジ1は、キャリッジ移動機構8によって、ガイドレール3に沿って左右方向(走査方向)に往復移動する。キャリッジ移動機構8は、ガイドレール3の左端側および右端側に配置されたローラ19b、19aを有している。ローラ19aにはキャリッジモータ8aが連結されている。なお、キャリッジモータ8aはローラ19bに連結されていてもよい。ローラ19aは、キャリッジモータ8aによって回転駆動される。両ローラ19a、19bには、それぞれ無端状のベルト6が巻き掛けられている。キャリッジ1はベルト6に固定されている。上記ローラ19a、19bが回転してベルト6が走行すると、キャリッジ1が左右方向に移動する。

10

【0016】

プリンタ10は、例えば家庭用の卓上型プリンタと比べて大きい。このため、解像度との兼ね合いもあるが、スループットを向上する観点から、キャリッジ1の走査速度が速めに設定されることがある。例えば通常の走査速度は、駆動周波数14kHz程度で、概ね600~900mm/s程度に設定され得る。また、例えば高速動作時には、駆動周波数20kHz程度で、走査速度が、概ね1000mm/s以上、例えば1100~1200mm/sに設定され得る。かかる場合、インク滴の吐出間隔がとりわけ短くなる。そのため、ここに開示される技術の適用が殊に効果的である。

20

【0017】

記録紙5は、紙送り機構(図示せず)によって、紙送り方向に搬送される。ここでは、紙送り方向は前後方向のことである。プリンタ本体2には、記録紙5を支持するプラテン4が設けられている。プラテン4にはグリッドローラ(図示せず)が設けられている。グリッドローラの上方にはピンチローラ(図示せず)が設けられている。グリッドローラはフィードモータ(図示せず)に連結されている。グリッドローラはフィードモータによって回転駆動される。グリッドローラとピンチローラとの間に記録紙5が挟まれた状態でグリッドローラが回転すると、記録紙5は前後方向に搬送される。

30

【0018】

プリンタ本体2は、インクカートリッジ11を備えている。インクカートリッジ11はインクを貯留するタンクである。図1に示す態様では、複数のインクカートリッジ11C、11M、11Y、11K、11Wが、プリンタ本体2に着脱自在に装着されている。インクカートリッジ11Cには、シアンインクが貯留されている。インクカートリッジ11Mには、マゼンタインクが貯留されている。インクカートリッジ11Yには、イエローインクが貯留されている。インクカートリッジ11Kには、ブラックインクが貯留されている。インクカートリッジ11Wには、ホワイトインクが貯留されている。

40

【0019】

プリンタ10は、各色のインクカートリッジ11C、11M、11Y、11K、11Wごとに、インク供給システムを備えている。以下では、インクカートリッジ11Cに設けられたインク供給システムを例に、その構成を具体的に説明する。インクカートリッジ11Cのインク供給システムは、インク供給路12と、送液ポンプ13と、ダンパー装置14と、インク吐出ヘッド15と、制御装置18とを備えている。インク供給路12は、インクカートリッジ11Cからインク吐出ヘッド15へインクを導くインク流路である。インク供給路12は、例えば樹脂製の変形容易なチューブである。送液ポンプ13は、インクカートリッジ11Cからインク吐出ヘッド15に向かってインクを供給する送液装置の一例である。送液ポンプ13は、インク供給路12に設けられている。送液ポンプ13は

50

、例えばトロコイドポンプ式の、所謂、チューブポンプである。送液ポンプ13は制御装置18に接続されている。ダンパー装置14はインク吐出ヘッド15に連通し、インク吐出ヘッド15へインクを補給する役割を担う。ダンパー装置14はまた、インクの圧力変動を緩和して、インク吐出ヘッド15のインク吐出動作を安定化する役割を担う。

【0020】

ダンパー装置14およびインク吐出ヘッド15はキャリッジ1に搭載され、左右方向に往復移動する。一方、インクカートリッジ11Cはキャリッジ1に搭載されておらず、左右方向に往復移動しない。そのため、キャリッジ1が左右方向に移動した場合にもインク供給路12が破損しないように、インク供給路12の大部分は、左右方向に延びた状態で配置されている。なお、本実施形態では5種類のインクを利用しているため、合計5本のインク供給路12が設けられている。インク供給路12は、ケーブル類保護案内装置7で覆われている。ケーブル類保護案内装置7とは、例えばケーブルペア（登録商標）である。

10

【0021】

プリンタ10は、インク吐出機構としてのインク吐出装置20を備えている。図2は、インク吐出装置の構成を示すブロック図である。インク吐出装置20は、インクを吐出するインク吐出ヘッド15と、インク吐出ヘッド15の動作を制御する制御装置18とを備えている。

【0022】

インク吐出ヘッド15は、記録紙5に印刷を行うためのものである。具体的には、インク吐出ヘッド15は、記録紙5に向かって所定の大きさのインク滴を吐出して、記録紙5上にドットを形成するものである。インク吐出ヘッド15は、記録紙5と対向する側の面に、インクを吐出するための複数のノズル25（図3参照）を備えている。複数のノズル25は、ドット形成密度に対応した所定のピッチ（例えば360dpi）で配列されている。インク吐出ヘッド15は、液体吐出ヘッドの一例である。

20

【0023】

図3は、インク吐出ヘッド15の1つのノズル25近傍における部分断面図である。図3に示すように、インク吐出ヘッド15は、開口21aを有する中空構造のケース本体21と、当該開口21aを覆うようにケース本体21に取り付けられた振動板22とを備えている。ケース本体21と振動板22とに囲まれた領域が圧力室23である。振動板22は、圧力室23の一部を仕切っている。ケース本体21は、典型的には樹脂製である。振動板22は、圧力室23の内側および外側に弾性変形可能なものであればよい。なお、ここで圧力室23の内側、外側とは、図3の上側、下側をそれぞれ意味する。振動板22は、典型的には樹脂フィルムである。

30

【0024】

ケース本体21の一面（図3の左側の面）には、インクが流入するインク流入口24が形成されている。なお、インク流入口24は圧力室23とつながっていればよく、インク流入口24の位置は何ら限定されない。インク流入口24は、インクカートリッジ11Cと連通されている。圧力室23には、インク流入口24を通じてインクが供給され、一時的に所定量のインクが貯留される。ケース本体21の下面21bには、インクを吐出するノズル25が形成されている。ノズル25は記録紙5に向かってインク滴を吐出する。ノズル25内部のインクの液面（自由表面）がメニスカス25aを形成している。

40

【0025】

圧力室23は、ヘルムホルツ固有振動周期 T_c を有している。ヘルムホルツ固有振動周期 T_c は、圧力室23を構成する各構成要素、例えばケース本体21や振動板22の材質や大きさ、形状、構成部材の配置位置、ノズル25の開口面積、インクの物性（例えば粘度）などによって一義的に特定される。ヘルムホルツ固有振動周期 T_c は、インク吐出時のインク吐出ヘッド15に固有の振動周期である。ヘルムホルツ固有振動周期 T_c は、例えば数 μs ～数十 μs 程度の振動周期である。インク滴を吐出した後の圧力室23には、この振動周期をもった残留振動が生じることとなる。

50

【0026】

振動板22の圧力室23と反対側の面には、圧電素子26が当接されている。圧電素子26の一端は、固定部材29に固定されている。圧電素子26は、アクチュエータの一種である。圧電素子26は、フレキシブルケーブル27を介して制御装置18に接続されている。圧電素子26には、フレキシブルケーブル27を介して駆動信号などが供給される。本実施形態において、圧電素子26は、圧電材料と導電層を交互に積層した積層体である。圧電素子26は、制御装置18から与えられる駆動信号に基づいて膨張および収縮し、振動板22を圧力室23の外側および内側に弾性変形させるように機能する。ここでは、縦振動モードのピエゾ素子(PZT)を採用している。縦振動モードのPZTは、上記積層方向に伸縮自在であり、例えば放電すると収縮し、充電すると伸長するようになっている。

10

【0027】

このような構成のインク吐出ヘッド15では、例えば圧電素子26の電位を中間電位から下降させることによって、圧電素子26が収縮する。すると、これに追従して振動板22が初期位置から圧力室23の外側に弾性変形し、圧力室23が膨張する。なお、圧力室23が膨張するとは、振動板22の変形により圧力室23の容積が大きくなることをいう。次いで、圧電素子26の電位を上昇させることによって、圧電素子26が積層方向に伸長する。これにより、振動板22が圧力室23の内側に弾性変形し、圧力室23が収縮する。なお、圧力室23が収縮するとは、振動板22の変形により圧力室23の容積が小さくなることをいう。このような圧力室23の膨張および収縮により、圧力室23内の圧力が変動する。この圧力室23内の圧力変動によって圧力室23内のインクが加圧され、インク滴となってノズル25から吐出される。その後、圧電素子26の電位を中間電位に戻すことにより、振動板22が初期位置に復帰して、圧力室23が膨張する。このとき、インク流入口24から圧力室23内にインクが流入する。本実施形態では、図3のような圧電素子26を備えるインク吐出ヘッド15において、1つのドットを形成するために予め設定された単位周期(1液滴吐出周期)内で2つのインク滴(第1インク滴と第2インク滴)を連続的に吐出する。

20

【0028】

制御装置18は、キャリッジ移動機構8のキャリッジモータ8aと、紙送り機構のフィードモータと、送液ポンプ13と、インク吐出ヘッド15とに接続されている。制御装置18は、これらの動作を制御している。制御装置18は、典型的にはコンピュータである。制御装置18は、例えば、ホストコンピュータ等の外部機器からの印刷データ等を受信するインターフェイス(I/F)と、制御プログラムの命令を実行する中央演算処理装置(CPU)と、CPUが実行するプログラムを格納したROMと、プログラムを展開するワーキングエリアとして使用されるRAMと、上記プログラムや各種データを格納するメモリなどの記憶装置(記録媒体)とを備えている。

30

【0029】

図4は、制御装置18の構成を示すブロック図である。制御装置18は、キャリッジ移動機構8のキャリッジモータ8aや紙送り機構のフィードモータなどを制御するモータ制御部40と、送液ポンプ13の起動と停止などを制御するポンプ制御部42と、インク吐出ヘッド15の圧電素子26への駆動信号の供給制御などを行うヘッド制御部44とを備えている。各制御部40、42、44は、相互に連携して動作する。

40

【0030】

ヘッド制御部44は、駆動信号生成部50と、駆動信号供給部60とを備えている。駆動信号生成部50は、印刷データに基づいて階調データを生成する。駆動信号供給部60は、駆動信号生成部50で生成された階調データに基づいて、複数の駆動パルスを含む共通駆動信号のなかから1つまたは2つ以上の駆動パルスを選択して圧電素子26に供給する。このとき、駆動パルスの全部又は一部を選択することによって、例えば、大ドット、中ドット、小ドットなど、大きさの異なるドットを印刷することができる。

50

【 0 0 3 1 】

駆動信号生成部 5 0 は、メイン生成回路 5 2 と、駆動信号発生回路 5 4 と、発振回路 5 6 とを有する。発振回路 5 6 は、転送クロック信号 C K を発生させる。駆動信号発生回路 5 4 は、1 液滴吐出周期 P a に複数の駆動パルスを含んだ所定の共通駆動信号 C O M を発生させる。共通駆動信号 C O M は、R O M に格納されている駆動波形のパターンデータである。駆動パルスは、インク吐出ヘッド 1 5 のノズル 2 5 から所定量のインク滴を吐出させるためのパルス波形、あるいはノズル 2 5 からインク滴を吐出させない程度にメニスカス 2 5 a を微小振動させるためのパルス波形である。なお、共通駆動信号 C O M の詳細については後述する。駆動信号発生回路 5 4 は、1 液滴吐出周期 P a 毎に共通駆動信号 C O M を繰り返し発生させる。

10

【 0 0 3 2 】

メイン生成回路 5 2 には、外部機器から印刷データが入力される。印刷データは、例えば、キャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータなどで表されるものである。入力された印刷データは、C P U によってドットパターンに対応した階調データに展開される。展開された階調データは R A M に一時的に記憶される。1 走査に相当する 1 行分の階調データ S I が得られると、当該階調データ S I は、クロック信号 C K と共に駆動信号供給部 6 0 に出力される。

【 0 0 3 3 】

駆動信号供給部 6 0 は、シフトレジスタ回路 6 2 と、ラッチ回路 6 4 と、レベルシフタ 6 6 と、スイッチ回路 6 8 とを有する。シフトレジスタ回路 6 2 には、クロック信号 C K と同期した階調データ S I が入力される。ラッチ回路 6 4 には、1 液滴吐出周期 P a の開始のタイミング T を規定するラッチ信号 L A T が入力される。ラッチ信号 L A T が入力されると、ラッチ回路 6 4 は階調データ S I をラッチする。ラッチされた階調データ S I は、例えば「1」「0」の 2 ビットの階調データとしてレベルシフタ 6 6 に入力される。レベルシフタ 6 6 は、電圧増幅器として機能するものである。レベルシフタ 6 6 は、例えば階調データが「1」の場合には、数十ボルト程度に昇圧された電気信号をスイッチ回路 6 8 に出力する。スイッチ回路 6 8 には、共通駆動信号 C O M が入力される。スイッチ回路 6 8 が作動されると、共通駆動信号 C O M 中の任意の駆動パルスが選択され、圧電素子 2 6 に供給される。スイッチ回路 6 8 は、圧電素子 2 6 と連結されている。圧電素子 2 6 は上記駆動パルスの波形に応じて膨張または収縮し、この動きに基づいてノズル 2 5 からインク滴が吐出される。一方、階調データが「0」の場合には、レベルシフタ 6 6 からスイッチ回路 6 8 を作動させる電気信号が遮断される。このため、圧電素子 2 6 には駆動パルスが供給されない。あるいは、インク滴を吐出させない程度の微小振動のパルスを供給するようにしてもよい。

20

30

【 0 0 3 4 】

次に、共通駆動信号 C O M について説明する。図 5 は、本発明の一実施形態に係る共通駆動信号である。図 5 の共通駆動信号は、1 液滴吐出周期 P a において、第 1 駆動パルス P 1 と、第 2 駆動パルス P 2 とを含んでいる。各駆動パルス P 1、P 2 は、それぞれ、圧電素子 2 6 の電位を降下させて圧力室 2 3 を膨張させる放電波形 T 1 1、T 2 1 と、降下させた電位を所定の時間維持して圧力室 2 3 の膨張している状態を保持する放電維持波形 T 1 2、T 2 2 と、圧電素子 2 6 の電位を上昇させて圧力室 2 3 を収縮させる充電波形 T 1 3、T 2 3 と、を含む台形状の波形を有している。

40

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、(1) 各駆動パルス P 1、P 2 の放電時間 (放電と放電維持の合計時間) が、それぞれ、インク吐出ヘッド 1 5 のヘルムホルツ固有振動周期 T c の 1 / 2 に設定され、(2) 第 2 駆動パルス P 2 の駆動の開始タイミング T が、第 1 駆動パルス P 1 の開始から $n \times T c$ ($n \geq 2$) 後に設定され、且つ、(3) 第 2 駆動パルス P 2 によって吐出される第 2 インク滴が第 1 駆動パルス P 1 によって吐出される第 1 インク滴以上の速さになるように設定されている。これについて、以下に詳しく説明する。

【 0 0 3 6 】

50

第1駆動パルスP1は、中間電位Vcの状態からスタートし、第1最小電位V1まで一定の勾配で下降し（放電波形T11参照）、第1最小電位V1を所定の時間維持する（放電維持波形T12参照）。ここで、放電波形T11の開始時間をt0とし、放電維持波形T12の終了時間をt1としたときに、t0とt1とは、次式(1)： $t1 - t0 = (1/2) \times Tc$ ；を満たすように設定されている。第1駆動パルスP1の電位は、その後、中間電位Vcまで一定の勾配で上昇し（充電波形T13参照）、これによってノズル25から第1インク滴が吐出される。第1駆動パルスP1の後、中間電位Vcは、所定の時間維持される（中間電位維持波形T14参照）。

【0037】

上記式(1)を満たすことの効果について説明する。図6(a)、(b)には、第1駆動パルスP1と、それに対応する圧力室23の状態を示している。図6(a)に示すように、圧電素子26は、放電によって電圧値が下降すると収縮し、充電によって電圧値が上昇すると伸長する。圧力室23は、圧電素子26が収縮すると膨張し、圧電素子26が伸長すると収縮する。このため、上記式(1)におけるt1 - t0は、圧力室23の膨張状態を維持する時間を表している。圧電素子26の収縮によって、圧力室23には、図6(b)に破線で示すような固有振動周期Tcのヘルムホルツ固有振動が生じる。ここで、上記式(1)を満たすタイミングで圧電素子26を収縮状態から伸長状態へと切り替えることにより、図6(b)に実線で示すように、圧力室23のヘルムホルツ固有振動の振幅を増大させることができる。このように圧力室23の膨張収縮をヘルムホルツ固有振動に同期させることで、インク吐出を安定化させると共に、より小さい駆動電圧で相対的に大きなインク滴を吐出することができる。その結果、記録紙5上に大きなドットを精度よく形成することができる。

【0038】

第2駆動パルスP2は、第1駆動パルスP1の開始からn×Tc後（ただし、n≧2）のタイミングTで開始される。これにより、第2駆動パルスP2の動作をヘルムホルツ固有振動周期Tcに同期させることができ、インク吐出を安定化させることができる。つまり、第2駆動パルスP2の開始のタイミングを、例えば{n + (1/2)}×Tcとした場合には、ヘルムホルツ固有振動周期Tcで圧力室23が収縮し始めるタイミングで圧力室23の膨張が開始されることになる。すると、第2駆動パルスP2の駆動信号とヘルムホルツ固有振動の位相に背反を生じ、第2駆動パルスP2の駆動信号が、ヘルムホルツ固有振動周期Tcで膨張している圧力室23の振動を打ち消す（キャンセルする）ような動作となる。このため、メニスカス25aが不安定となる。その結果、第2インク滴は十分な飛翔速度が得られず、また、液滴を形成するほどの十分な液量も得られず、ミストが発生し易くなる。そこで、ヘルムホルツ固有振動周期Tcで振動している圧力室23が膨張し始めるタイミングで第2駆動パルスP2を開始する。これにより、ヘルムホルツ固有振動周期Tcで膨張している圧力室23の振動を打ち消す（キャンセルする）動作が防止され、吐出安定性を向上することができる。その結果、記録紙5上の所定の位置に安定した大きさのドットを形成することができる。したがって、高品質の画像記録を実現することができる。

【0039】

なお、本明細書において「n×Tc」とは、理論上のn×Tcに厳密に一致する場合に限らず、Tcの揺らぎや誤差などを許容し得るものである。例えば、「n×Tc」は、理論上のn×Tc - (1/8)×Tc ~ n×Tc + (1/8)×Tcの範囲内の値であってよく、好ましくは理論上のn×Tc - (1/10)×Tc ~ n×Tc + (1/10)×Tcの範囲内の値である。

【0040】

上記第2駆動パルスP2の開始のタイミングを、第1駆動パルスP1の開始から2Tc以降、つまり、n≧2とする効果について説明する。第1インク滴を吐出した後の圧力室23には、圧電素子26の圧力変動が残留する。これにより、ノズル25のメニスカス25aは、圧力室23の側に大きく引き込まれた状態となる。メニスカス25aは、ノズル

10

20

30

40

50

25の開口部の側へ継時的に回復し、上記引き込み量が少しずつ減少する。図6(c)には、第1駆動パルスP1の開始からTc経過後および2Tc経過後のメニスカス25aの状態を示している。ここで、メニスカス25aの引き込み量が大きなTc後の状態で第2駆動パルスP2を開始すると、第1インク滴吐出後から第2インク吐出開始までの時間間隔が短いため、所謂、引きうちの状態となり、第2インク滴の液量が少なくなってしまう。また、ノズル25近傍の流路抵抗が増大して、第2インク滴の吐出後にサテライトの速度が低下し易くなる。その結果、ミストが発生し易くなる。

【0041】

第2駆動パルスP2の開始を2Tc以降(つまりn=2)とすることで、メニスカス25aがノズル25の開口部の側に所定量以上回復した状態で、第2インク滴を吐出することができる。したがって、Tc経過後に第2駆動パルスP2を開始する場合と比べて、第2インク滴の液量を大きくすることができる。また、第1駆動パルスP1と第2駆動パルスP2との間隔が広がり、第1駆動パルスP1によって増大した圧力室23のヘルムホルツ振動が時間経過により収束してゆく。このため、圧力室23の収縮度合いが小さくなり、ノズル25を通過する単位時間当たりのインク量が減る。その結果、ノズル25近傍の流路抵抗も小さくなり、サテライトの速度を上昇させることができる。これにより、サテライト滴やミストの発生を抑制すると共に、第1インク滴と同等かそれ以上の吐出量で第2インク滴を安定的に吐出することができる。

【0042】

上記nの数の上限は、例えば印刷速度等にも依るため特に限定されない。ここで、印刷速度とは、単位時間あたりに印刷する記録紙5の領域の面積を意味し、例えばキャリッジ1の走査速度などに依存するものである。印刷速度は、プリンタ10が実現可能な最高速度であってもよいし、通常印刷時の速度などであってもよい。例えば高速印刷モードでは、印刷速度の遅い場合に比べて、短いリードタイムで圧力室23の膨張収縮が行われる。このため、印刷速度を速めてスループットを向上する点からは、nの数は小さい方が好ましいが、一方、第2インク滴の吐出速度を確保して吐出を安定化させるためには、メニスカス25aが圧力室23の側に大きく引き込まれていない状態で第2インク滴を吐出させることが好ましい。したがって、例えば図1に示すような業務用の大判プリンタの場合にあっては、nの数は、概ね10以下、典型的には7以下、好ましくは5以下、より好ましくは3以下、特にn=2であるとよい。

【0043】

第2駆動パルスP2は、中間電位Vcの状態からスタートし、第1最小電位V1まで一定の勾配で下降し(放電波形T21参照)、第1最小電位V1を所定の時間維持する(放電維持波形T22参照)。本実施形態では、放電波形T11と放電波形T21とは等しく、放電維持波形T12と放電維持波形T22とは等しい。つまり、第1駆動パルスP1と第2駆動パルスP2とは、放電時間と放電到達電位と放電維持時間とが、それぞれ等しく設定されている。ここで、放電波形T21の開始時間をt2とし、放電維持波形T22の終了時間をt3としたときに、t2とt3とは、次式(2): $t3 - t2 = (1/2) \times Tc$; を満たすように設定されている。この効果については、上記式(1)の場合と同じである。その結果、第2駆動パルスP2では、第1駆動パルスP1に比べて一層効率的に圧力室23を膨張させることができる。第2駆動パルスP2の電位は、その後、第1最大電位Vh1まで一定の勾配で上昇し(充電波形T23参照)、これによって第2インク滴が吐出される。この第1最大電位Vh1は所定の時間維持される(第1最大電位維持波形T24参照)。

【0044】

第2駆動パルスP2の充電波形T23における電位の変化量(Vh1 - V1)は、第1駆動パルスP1の充電波形T13における電位の変化量(Vc - V1)よりも大きく設定されている。これにより、第2インク滴は、第1インク滴と同等以上のスピードで吐出されるようになっている。例えばインク吐出ヘッド15と記録紙5との間の距離やキャリッジ1の走査速度などにも依るため特に限定されないが、本実施形態では、(Vh1 - V1

10

20

30

40

50

) = 1.5 (V_c - V_l) 程度に設定され、第2インク滴が第1インク滴の概ね1.2倍程度のスピードで吐出されるようになっている。これにより、第1インク滴と第2インク滴とを記録紙5上に着弾する前に(言い換えると飛翔中に)的確にマージする。また、長いサテライト滴やミストの発生をより良く抑制することもできる。特に限定されないが、メニスカス25aの振動を小さく抑える観点からは、(V_{h1} - V_l)が、概ね(V_c - V_l)の3倍以下、例えば2倍以下であるとよい。

【0045】

本実施形態では、第2駆動パルスP₂の電位がさらに第2最大電位V_{h2}まで一定の勾配で上昇し(充電波形T₂₅参照)、第2最大電位V_{h2}を所定の時間維持した後(充電維持波形T₂₆参照)、中間電位V_cまで一定の勾配で下降する(放電波形T₂₇参照)。波形T₂₅~T₂₇による台形状の波形は、ヘルムホルツ振動と逆位相の波形を有する。このため、メニスカス25aの運動エネルギーを低減して、第2インク滴吐出後の残留振動を効果的に減衰させることができる。その結果、次の液滴吐出周期P_aにおける第1駆動パルスP₁が開始される前に、圧力室23およびメニスカス25aを安定化させることができる。これにより、吐出されるインク滴の大きさや速度をより良く均質化することができ、より品質の高い(つまり、ドットのバラつきが少ない)印刷を実現することができる。

【0046】

次に、プリンタ10の動作について説明する。ユーザーによってプリンタ10が起動されると、制御装置18は印刷開始準備を行う。具体的には、制御装置18のROMからインク吐出ヘッド15の特性を表す各種データ(例えばヘルムホルツ固有振動周期T_c)が読み出される。制御装置18はまた、圧電素子26の電位を中間電位まで降下させて、圧力室23を微小に膨張させる。インク吐出ヘッド15は、この状態で制御装置18から駆動信号が送られるまで待機する。

【0047】

ユーザーによってプリンタ10の印刷動作が指示されると、制御装置18のモータ制御部40が紙送り機構のフィードモータを駆動する。これにより、記録紙5が搬送され、所定の印刷位置に配置される。制御装置18のモータ制御部40は、キャリッジ移動機構8のキャリッジモータ8aを駆動する。制御装置18は、キャリッジ1を走査方向(図1の左右方向)に移動させながらインク吐出ヘッド15を駆動する。より詳しくは、インク吐出ヘッド15の圧電素子26に駆動パルスを入力する。これにより、圧電素子26が駆動パルスに応じた膨張収縮を引き起こし、圧力室23内に圧力変化が生じる。その結果、所定の液量をもったインク滴がノズル25から所定の速度で吐出される。例えば1液滴吐出周期内に第1駆動パルスと第2駆動パルスとを含む駆動信号が圧電素子26に供給されると、まず第1駆動パルスによって第1インク滴が吐出され、次に第2駆動パルスによって第2インク滴が吐出される。2つのインク滴は記録紙5に着弾する前に空中でマージし、マージ滴の状態で記録紙5上に着弾して1ドットを形成する。

【0048】

1行分の印刷がなされると、紙送り機構のフィードモータが駆動され、記録紙5が次の行の印刷位置に配置される。このような動作を繰り返し、プリンタ10は所定の印刷を終える。圧電素子26に駆動パルスに入力されなくなると、制御装置18は圧電素子26の電位を0とする。

【0049】

以下、図7を参照しながら、本発明に関する実施例を説明するが、本発明をかかるとは具体例に示すものに限定することを意図したものではない。

【0050】

図7に示す駆動信号は、1液滴吐出周期P_a内に、液滴を吐出させる駆動パルスP₁、P₂を時系列で生成し、第1駆動パルスP₁と第2駆動パルスP₂との間に、微小振動のパルスP_mを挟んだ駆動波形である。この実施態様において、各設定値は以下の通りである。

10

20

30

40

50

【0051】

- ・インク吐出ヘッドのヘルムホルツ固有振動周期 $T_c = 6 \mu s$
- ・第1駆動パルス P_1 : $T_{f1} = T_{r1} = 1 \mu s$ 、 $P_{w1} = 2.25 \mu s$ 、 $T_{f1} + P_{w1} = 3.25 \mu s (= 0.54 T_c)$
- ・第2駆動パルス P_2 : $T_{f2} = T_{r2} = T_{f3} = T_{r3} = 1 \mu s$ 、 $P_{w2} = 2.25 \mu s$ 、 $P_{w3} = P_{w4} = 3 \mu s$ 、 $T_{f2} + P_{w2} = 3.25 \mu s (= 0.54 T_c)$
- ・ T : 第1駆動パルス P_1 の開始から $2 T_c$ 後 ($12 \mu s$ 後)
- ・ $V_1 = T_{f1}$ の放電到達電位 = T_{f2} の放電到達電位
- ・微小振動の駆動パルス P_m : $T_{fm} = T_{rm} = 1 \mu s$ 、 $P_{wm} = 0.5 \mu s$

【0052】

このとき、駆動周波数 $21.0 kHz$ で、キャリアッジ1の走査速度を $1185 mm/s$ とすると、インク吐出時には、1画素あたり凡そ $10 ng$ のドットを形成することができる。一方、インク非吐出時には、インク滴を吐出させない程度にメニスカス $25 a$ を微小振動させて、圧力室 23 内のインクを攪拌することができる。

【0053】

以上、本実施形態のプリンタ10では、1液滴吐出周期 P_a 内に含まれる2つの駆動パルス P_1 、 P_2 の放電時間(圧力室 23 を膨張させる期間)を、インク吐出ヘッド15のヘルムホルツ固有振動周期 T_c の $1/2$ に設定している。これにより、各駆動パルス P_1 、 P_2 が圧力室 23 の膨張収縮振動を増幅させることができる。その結果、インク滴の吐出を安定化すると共に、大きなインク滴を吐出することができる。プリンタ10ではまた、第2駆動パルス P_2 の駆動の開始タイミング T を、第1駆動パルス P_1 の開始から $n \times T_c$ ($n \geq 2$) 後に設定している。これにより、第1インク滴吐出後の圧力室 23 の残留振動を抑えて、メニスカスを安定させた状態で第2インク滴を吐出することができる。プリンタ10ではさらに、第2インク滴が第1インク滴以上の速さで吐出される。これにより、第2インク滴吐出後のサテライトを短くすることができる。その結果、印刷品質の低下につながるサテライト滴やミストの発生を抑制することができる。したがって、プリンタ10では、インクの吐出安定性が向上し、印刷品質を向上することができる。

【0054】

本実施形態では、第1駆動パルス P_1 が、中間電位 V_c から所定の第1最小電位 V_1 まで下降する放電波形 T_{11} と、第1最小電位 V_1 を所定の時間維持する放電維持波形 T_{12} とを含み、放電波形 T_{11} と放電維持波形 T_{12} との合計時間 ($t_1 - t_0$) が、 $(1/2) \times T_c$ と等しくなっている。第2駆動パルス P_2 も同様に、中間電位 V_c から所定の第1最小電位 V_1 まで下降する放電波形 T_{21} と、第1最小電位 V_1 を所定の時間維持する放電維持波形 T_{22} とを含み、放電波形 T_{21} と放電維持波形 T_{22} との合計時間 ($t_3 - t_2$) が、 $(1/2) \times T_c$ と等しくなっている。このように放電維持波形を含むことにより、圧力室 23 を安定的に膨張収縮させることができる。

【0055】

本実施形態では、第1駆動パルス P_1 が、第1最小電位 V_1 から中間電位 V_c まで上昇する充電波形 T_{13} を含む。また、第2駆動パルス P_2 が、第1最小電位 V_1 から中間電位 V_c を超えて所定の第1最大電位 V_{h1} まで上昇する充電波形 T_{23} を含む。つまり、電位の変化量が、充電波形 $T_{23} > 充電波形 T_{13}$ である。これにより、第2インク滴が第1インク滴よりも速い速度で吐出され、第1インク滴と第2インク滴とが飛翔中にマージする。また、印刷品質の低下につながるサテライト滴やミストの発生を、より良く抑制することができる。

【0056】

本実施形態では、第2駆動パルス P_2 が、さらに、第1最大電位 V_{h1} から所定の第2最大電位 V_{h2} まで上昇する充電波形 T_{25} と、上記第2最小電位を所定の時間維持する充電維持波形 T_{26} と、第2最大電位から中間電位 V_c まで下降する放電波形 T_{27} とを含む。これにより、圧力室 23 内の残留振動を効果的に減衰させることができる。したがって、圧力室 23 を安定化させた状態で、次の液滴吐出周期 P_a における第1駆動パルス

10

20

30

40

50

P 1 を吐出することができる。

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、第 2 駆動パルス P 2 の駆動の開始タイミング T を、第 1 駆動パルス P 1 の開始から $n \times T_c$ (n は、好ましくは $n = 2 \sim 5$ 、特には $n = 2$) 後に設定している。これにより、印刷速度を速めてスループットを向上することができる。また、インク滴の吐出速度を確保して、吐出を一層安定化させることができる。

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の好適な実施形態について説明した。しかし、上述の実施形態は例示に過ぎず、本発明は他の種々の形態で実施することができる。

【 0 0 5 9 】

例えば、上記した実施形態では、圧力発生素子が縦振動モードの圧電素子であったが、これには限定されない。圧力発生素子は例えば磁歪素子等であってもよい。また、圧電素子は横振動モードであってもよい。

【 0 0 6 0 】

また、各駆動パルスの充放電時間や充放電到達電位の値は、放電時間 (圧力室 2 3 を膨張させる期間。つまり、放電時間と放電維持時間との合計。) がヘルムホルツ固有振動周期 T_c のほぼ $1/2$ であり、且つ、第 2 の液滴が第 1 の液滴以上の速さで吐出される限りにおいて、任意に設定することができる。例えば、上記した実施形態において、第 1 駆動パルス P 1 および第 2 駆動パルス P 2 は、放電時間と放電到達電位と放電維持時間とが、それぞれ等しく設定されていたが、これには限定されない。放電時間は、P 1 の方が長くてもよく、P 2 の方が長くてもよい。また、放電到達電位は、P 1 の方が低くてもよく、P 2 の方が低くてもよい。典型的には、放電時間が長いほど放電維持時間は短くなる傾向にある。また、上記した実施形態では、第 2 駆動パルス P 2 がヘルムホルツ振動と逆位相の波形 T 2 5 ~ T 2 7 を含んでいたが、これらは含んでいなくてもよい。

【 0 0 6 1 】

また、上記した実施形態では、液体がインクであったが、これには限定されない。液体は、例えば樹脂材料や、溶質と溶媒とを含む各種液状組成物 (例えば洗浄液) などであってもよい。

【 0 0 6 2 】

また、上記した実施形態では、液体吐出ヘッドがインクジェット式記録装置に搭載されるインク吐出ヘッド 1 5 であったが、これには限定されない。液体吐出ヘッドは、例えばインクジェット方式を採用する種々の製造装置や、マイクロピペットなどの計測器具などに搭載し、各種用途で使用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

- 1 5 インク吐出ヘッド (液体吐出ヘッド)
- 1 8 制御装置
- 2 0 インク吐出装置 (液体吐出装置)
- 2 1 ケース本体
- 2 2 振動板
- 2 3 圧力室
- 2 4 インク流入口
- 2 5 ノズル
- 2 5 a メニスカス
- 2 6 圧電素子 (圧力発生素子)
- 2 7 フレキシブルケーブル

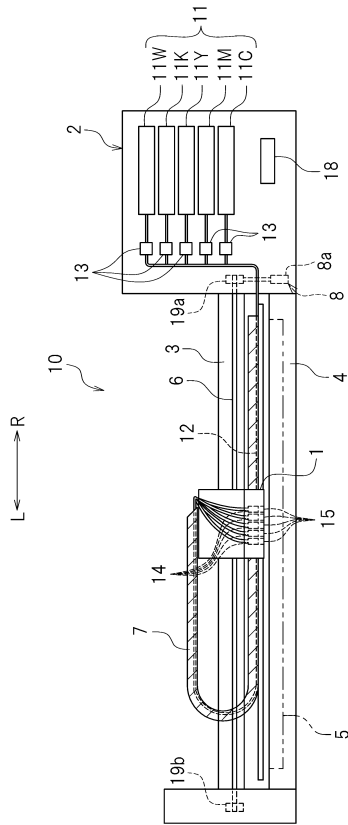
10

20

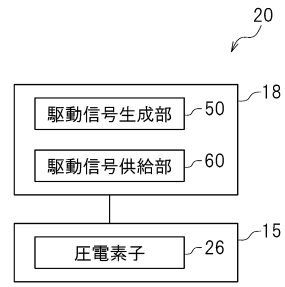
30

40

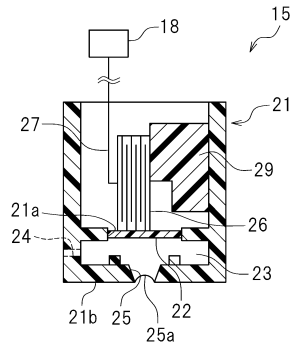
【図1】



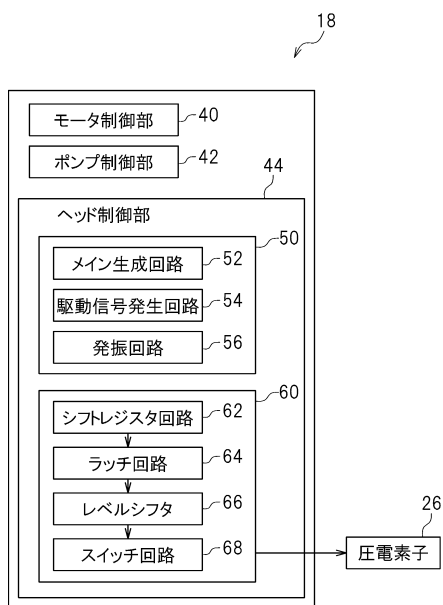
【図2】



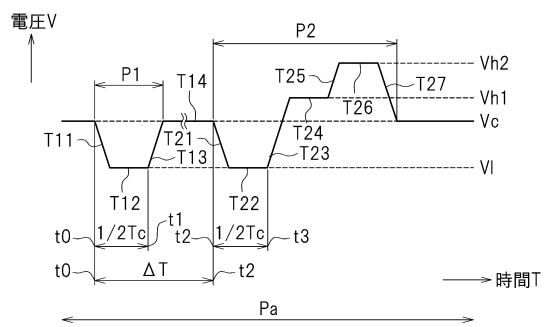
【図3】



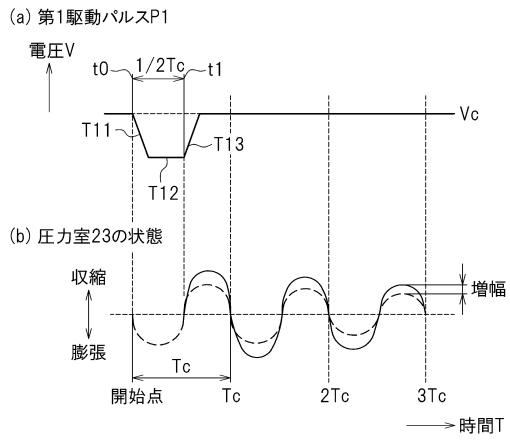
【図4】



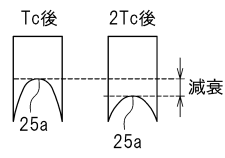
【図5】



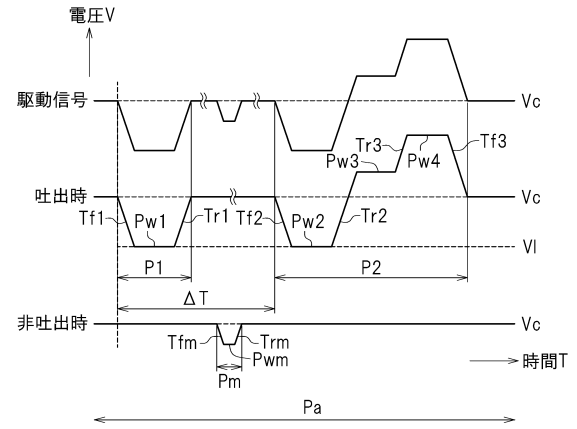
【図6】



(c) メニスカス25aの状態



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 川越 健二

静岡県浜松市北区新都田1丁目6番4号 ローランドディー・ジー・株式会社内

審査官 中村 博之

(56)参考文献 特開2013-078863(JP,A)

特開2014-162221(JP,A)

特開2015-131467(JP,A)

米国特許出願公開第2011/0292108(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/01-2/215