(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3546931号
(P3546931)
(45)発行日　平成16年7月28日(2004.7.28)　(24)登録日　平成16年4月23日(2004.4.23)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B41J 2/045　B41J 3/04 103A
B41J 2/055

請求項の数 25　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願平10-268787
(22)出願日　平成10年9月22日(1998.9.22)
(65)公開番号　特開2000-94672(P2000-94672A)
(43)公開日　平成12年4月4日(2000.4.4)
審査請求日　平成13年4月9日(2001.4.9)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100101236
弁理士　栗原　浩之
(72)発明者　張　俊華
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　門　良成

(56)参考文献　国際公開第９７／０３７８５２（WO，Ａ１）
特開平０７－１４８９２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－３６１０４６（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】インクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェット式記録装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を収縮させてインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、
前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の収縮工程の前に前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させインク吐出の準備を行う準備工程を具備し、該準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／２以下で、前記第１の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の５０％以下であり且つ当該第１の収縮工程の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／３以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。
【請求項２】
請求項１において、前記第１の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第２の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。
【請求項３】
請求項２において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から最も深く後退する時点t_2までの間であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。
【請求項４】

請求項３において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［t_1＋（t_2－t_1）×３／４］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項５】

請求項３において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［t_1＋（t_2－t_1）／２］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項６】

請求項２～５の何れかにおいて、前記第２の収縮工程の印加時間が１／３Ｔｃ以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項７】

請求項１において、前記第１の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含む既定の状態に、前記第１の収縮工程よりもゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項８】

請求項２～６の何れかにおいて、前記第２の収縮工程後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項９】

請求項７において、前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項１０】

請求項８又は９において、前記第１の収縮工程の印加時間が、１／２Ｔｃ以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項１１】

請求項８～１０の何れかにおいて、前記第１の収縮工程が開始されてから前記第１の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項１２】

請求項８～１１の何れかにおいて、前記第１の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第３の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項１３】

ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を膨張又は収縮させて前記ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、

前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させ、インク吐出の準備を行う準備工程と、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の収縮工程を実行し、前記準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／２以下で、前記第１の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の５０％以下であり且つ当該第１の収縮工程の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／３以下である駆動信号を前記圧電素子に出力する駆動手段とを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項１４】

請求項１３において、前記駆動手段は、前記第１の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第２の収縮工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項１５】

請求項１４において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の

先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から最も深く後退する時点t_2までの間であることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項１６】

請求項１５において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［$t_1+(t_2-t_1)\times 3/4$］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項１７】

請求項１５において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［$t_1+(t_2-t_1)/2$］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項１８】

請求項１３において、前記第１の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含む既定の状態に、前記第１の収縮工程よりもゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項１９】

請求項１４～１７の何れかにおいて、前記第２の収縮工程後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項２０】

請求項１８において、前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備するインクジェット式記録装置。

【請求項２１】

請求項１９又は２０において、前記第１の収縮工程が開始されてから前記第１の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃであることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項２２】

請求項１９～２１の何れかにおいて、前記第１の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第３の収縮工程を具備するインクジェット式記録装置。

【請求項２３】

請求項１３～２２の何れかにおいて、前記駆動手段が実行する一連の前記各工程の開始前後の状態では、前記圧電アクチュエータに所定の電圧が印加されていることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項２４】

請求項１３～２３の何れかにおいて、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに所定の電圧を印加して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項２５】

請求項１３～２３の何れかにおいて、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに印加した所定の電圧を解除して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部に振動板を介して圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェット式記録装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動

板を圧電素子により変形させて、圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの２種類が実用化されている。

【０００３】

前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができて、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【０００４】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるという利点を有する。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、たわみモードの圧電アクチュエータは、縦振動モードの圧電アクチュエータと比較して大きな変位面積を必要として圧力発生室の容積が大きくなり、吐出するインク滴のインク量も多くなるため、グラフィック印刷等のように微小サイズのドット形成が困難であるという不都合を抱えている。

【０００６】

また、インク滴吐出後のメニスカスの振動が次のインク滴吐出に影響するという問題もある。このような問題を解決するものとして、振動を抑えるための駆動方法を追加するものが提案されているが、全体の駆動方法が長くなり高周波数印刷に対応できないという問題がある。

【０００７】

本発明はこのような事情に鑑み、インク滴を構成するインク量を可及的に少なくし、且つ駆動周期を短く保ちつつインク吐出後のメニスカスの振動を回避することができるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本発明の第１の態様は、ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を収縮させてインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の収縮工程の前に前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させインク吐出の準備を行う準備工程を具備し、該準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／２以下で、前記第１の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の５０％以下であり且つ当該第１の収縮工程の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／３以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【０００９】

かかる第１の態様では、小さなインク滴を効果的に吐出することができる。

【００１０】

本発明の第２の態様は、第１の態様において、前記第１の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第２の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【００１１】

かかる第２の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを抑えて次のインク吐出に備えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【００１２】
本発明の第３の態様は、第２の態様において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から最も深く後退する時点t_2までの間であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
【００１３】
かかる第３の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。
【００１４】
本発明の第４の態様は、第３の態様において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［$t_1+(t_2-t_1)\times 3/4$］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
【００１５】
かかる第４の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。
【００１６】
本発明の第５の態様は、第３の態様において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［$t_1+(t_2-t_1)/2$］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
【００１７】
かかる第５の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。
【００１８】
本発明の第６の態様は、第２～５の何れかの態様において、前記第２の収縮工程の印加時間が１／３Ｔｃ以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
かかる第６の態様では、高速安定駆動を実現できると共に、小さなインク滴をより効果的に吐出することができる。
【００１９】
本発明の第７の態様は、第１の態様において、前記第１の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含む既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
かかる第７の態様では、インク吐出後ゆるやかに基準状態に戻る。
【００２０】
本発明の第８の態様は、第２～６の何れかの態様において、前記第２の収縮工程後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
かかる第８の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。
本発明の第９の態様は、第７の態様において、前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
かかる第９の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。
【００２１】
本発明の第１０の態様は、第８又は９の態様において、前記第１の収縮工程の印加時間が、１／２Ｔｃ以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

かかる第１０の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【００２２】

本発明の第１１の態様は、第８～１０の何れかの態様において、前記第１の収縮工程が開始されてから前記第１の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【００２３】

かかる第１１の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【００２４】

本発明の第１２の態様は、第８～１１の何れかの態様において、前記第１の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第３の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【００２５】

かかる第１２の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【００２６】

本発明の第１３の態様は、ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を膨張又は収縮させて前記ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させ、インク吐出の準備を行う準備工程と、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第１の収縮工程を実行し、前記準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／２以下で、前記第１の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の５０％以下であり且つ当該第１の収縮工程の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／３以下である駆動信号を前記圧電素子に出力する駆動手段とを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【００２７】

かかる第１３の態様では、小さなインク滴を効果的に吐出することができる。

【００２８】

本発明の第１４の態様は、第１３の態様において、前記駆動手段は、前記第１の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第２の収縮工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【００２９】

かかる第１４の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを抑えて次のインク吐出に備えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【００３０】

本発明の第１５の態様は、第１４の態様において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から最も深く後退する時点t_2までの間であることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【００３１】

かかる第１５の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【００３２】

本発明の第１６の態様は、第１５の態様において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［$t_1+(t_2-t_1)\times 3/4$］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【００３３】
かかる第１６の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。
【００３４】
本発明の第１７の態様は、第１５の態様において、前記第２の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から［t_1＋（t_2－t_1）／２］の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。
【００３５】
かかる第１７の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。
【００３６】
本発明の第１８の態様は、第１３の態様において、前記第１の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含む既定の状態に、前記第１の収縮工程よりもゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。
【００３７】
かかる第１８の態様では、インク吐出後ゆるやかに既定の状態に戻る。
【００３８】
本発明の第１９の態様は、第１４～１７の何れかの態様において、前記第２の収縮工程後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。
かかる第１９の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。
【００３９】
本発明の第２０の態様は、第１８の態様において、前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第１の膨張工程を具備するインクジェット式記録装置にある。
かかる第２０の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。
【００４０】
本発明の第２１の態様は、第１９又は２０の態様において、前記第１の収縮工程が開始されてから前記第１の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Ｔｃであることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。
【００４１】
かかる第２１の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動をさらに有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。
【００４２】
本発明の第２２の態様は、第１９～２１の何れかの態様において、前記第１の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第３の収縮工程を具備するインクジェット式記録装置にある。
【００４３】
かかる第２２の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動をさらに有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。
【００４４】
本発明の第２３の態様は、第１３～２２の何れかの態様において、前記駆動手段が実行する一連の前記各工程の開始前後の状態では、前記圧電アクチュエータに所定の電圧が印加されていることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。
【００４５】
かかる第２３の態様では、圧電素子への電圧の印加又は解除による変形により、圧力発生室を収縮させ、インクを吐出する。

【００４６】
本発明の第２４の態様は、第１３～２３の何れかの態様において、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに所定の電圧を印加して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置にある。
【００４７】
かかる第２４の態様では、圧電素子への電圧の印加により膨張させた圧力発生室を、電圧の解除により収縮させることにより、インクを吐出する。
【００４８】
本発明の第２５の態様は、第１３～２３の何れかの態様において、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに印加した所定の電圧を解除して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置にある。
【００４９】
かかる第２５の態様では、圧電素子への電圧の印加により膨張させた圧力発生室を、電圧の解除により収縮させることにより、インクを吐出する。
【００５０】
【発明の実施の形態】
以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。
【００５１】
（実施形態１）
図１には、本実施形態のインクジェット式記録装置の概略構成を示す。図１に示すように、インクジェット式記録装置は、プリンタコントローラ１０１とプリントエンジン１０２とから概略構成してある。
【００５２】
プリンタコントローラ１０１は、外部インターフェース１０３（以下、外部Ｉ／Ｆ１０３という）と、各種データを一時的に記憶するＲＡＭ１０４と、制御プログラム等を記憶したＲＯＭ１０５と、ＣＰＵ等を含んで構成した制御部１０６と、クロック信号を発生する発振回路１０７と、インクジェット式記録ヘッド１０８へ供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生回路１０９と、駆動信号や印刷データに基づいて展開されたドットパターンデータ（ビットマップデータ）等をプリントエンジン１０２に送信する内部インターフェース１１０（以下、内部Ｉ／Ｆ１１０という）とを備えている。
【００５３】
外部Ｉ／Ｆ１０３は、例えば、キャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータ等によって構成される印刷データを、図示しないホストコンピュータ等から受信する。また、この外部Ｉ／Ｆ１０３を通じてビジー信号（ＢＵＳＹ）やアクノレッジ信号（ＡＣＫ）が、ホストコンピュータ等に対して出力される。
【００５４】
ＲＡＭ１０４は、受信バッファ１１１、中間バッファ１１２、出力バッファ１１３、及び、図示しないワークメモリとして機能する。そして、受信バッファ１１１は外部Ｉ／Ｆ１０３によって受信された印刷データを一時的に記憶し、中間バッファ１１２は制御部１０６が変換した中間コードデータを記憶し、出力バッファ１１３はドットパターンデータを記憶する。なお、このドットパターンデータは、階調データをデコード（翻訳）することにより得られる印字データによって構成してある。なお、後述するように、本実施形態における印字データは４ビットの信号により構成してある。
【００５５】
また、ＲＯＭ１０５には、各種データ処理を行わせるための制御プログラム（制御ルーチン）の他に、フォントデータ、グラフィック関数等を記憶させてある。
【００５６】
制御部１０６は、受信バッファ１１１内の印刷データを読み出すと共に、この印刷データを変換して得た中間コードデータを中間バッファ１１２に記憶させる。また、中間バッファ１１２から読み出した中間コードデータを解析し、ＲＯＭ１０５に記憶させているフォ

ントデータ及びグラフィック関数等を参照して、中間コードデータをドットパターンデータに展開する。そして、制御部１０６は、必要な装飾処理を施した後に、この展開したドットパターンデータを出力バッファ１１３に記憶させる。

【００５７】

そして、インクジェット式記録ヘッド１０８の１行分に相当するドットパターンデータが得られたならば、この１行分のドットパターンデータは、内部Ｉ／Ｆ１１０を通じてインクジェット式記録ヘッド１０８に出力される。また、出力バッファ１１３から１行分のドットパターンデータが出力されると、展開済みの中間コードデータは中間バッファ１１２から消去され、次の中間コードデータについての展開処理が行われる。

【００５８】

プリントエンジン１０２は、インクジェット式記録ヘッド１０８と、紙送り機構１１４と、キャリッジ機構１１５とを含んで構成してある。

【００５９】

紙送り機構１１４は、紙送りモータと紙送りローラ等から構成してあり、記録紙等の印刷記憶媒体をインクジェット式記録ヘッド１０８の記録動作に連動させて順次送り出す。即ち、この紙送り機構１１４は、印刷記憶媒体を副走査方向に相対移動させる。

【００６０】

キャリッジ機構１１５は、インクジェット式記録ヘッド１０８を搭載可能なキャリッジと、このキャリッジを主走査方向に沿って走行させるキャリッジ駆動部とから構成してあり、キャリッジを走行させることによりインクジェット式記録ヘッド１０８を主走査方向に移動させる。なお、キャリッジ駆動部は、タイミングベルトを用いたもの等、キャリッジを走行させ得る機構であれば任意の構成を採り得る。

【００６１】

インクジェット式記録ヘッド１０８は、副走査方向に沿って多数のノズル開口を有し、ドットパターンデータ等によって規定されるタイミングで各ノズル開口からインク滴を吐出する。

【００６２】

以下、かかるインクジェット式記録ヘッド１０８について詳細に説明する。まず、要部断面を示す図３を参照して、インクジェット式記録ヘッド１０８の機械的構成について説明する。

【００６３】

図示するように、圧力発生室を形成する基板となるスペーサ１は、例えば、１５０μｍ程度の厚みを有するジルコニア（ZrO_2）などのセラミックス板で、圧力発生室２となる貫通孔を形成して構成される。

【００６４】

スペーサ１の一方面は、例えば、厚さ１０μｍのジルコニアの薄板からなる弾性板３により封止され、弾性板３の表面には下電極４が形成されている。また、下電極４の上には、圧力発生室２毎に独立して圧電体層５が固定されている。この圧電体層５は、圧電材料からなるグリーンシートを貼付したり、圧電材料をスパッタリングする等の方法により形成される。さらに、各圧電体層５の表面には、それぞれ上電極６が形成されている。従って、下電極４と、各圧力発生室２毎に設けられた圧電体層５上の上電極６との間に、印刷データに基づいて電圧を印加することにより、各圧電体層５は弾性板３と共にたわみ変形する。

【００６５】

スペーサ１の他方面は、厚さ１５０μｍのジルコニアの薄板からなるインク供給口形成基板７により封止されている。インク供給口形成基板７は、ノズルプレートのノズル開口と圧力発生室２とを接続するノズル連通孔８と、後述するリザーバ１１と圧力発生室２とを接続するインク供給口９を穿設して構成されている。

【００６６】

一方、リザーバ形成基板１０は、インク流路を構成するに適した、例えば、１５０μｍの

ステンレス鋼などの耐食性を備えた板材に、外部のインクタンクからインクの供給を受けて圧力発生室２にインクを供給するリザーバ１１と、圧力発生室２と後述するノズル開口１３とを連通するノズル連通孔１２とを有する。リザーバ形成基板１０のスペーサ１の反対側は、圧力発生室２と同一の配列ピッチでノズル開口１３が形成されたノズルプレート１４により封止されている。

【００６７】

ここで、上述したセラミックス製の各部材は積層された後焼結されて一体的に形成されており、リザーバ形成基板１０及びノズルプレート１４は、接着剤層１５及び１６を介して固着されている。なお、リザーバ形成基板１０及びノズルプレート１４もセラミックスとして一体的に形成することもできる。

【００６８】

このように形成されたインクジェット式記録ヘッド１０８は、各圧力発生室１２に対向してたわみ振動モードの圧電素子１８を有する。また、この圧電素子１８には、図示しないフレキシブルケーブルを介して電気信号、例えば、後述する駆動信号（ＣＯＭ）や印字データ（ＳＩ）等を供給する。

【００６９】

そして、このような構成を有するインクジェット式記録ヘッド１０８では、充電されることにより圧電素子１８は下に凸にたわみ変形して圧力発生室２が収縮する。この収縮に伴って圧力発生室２におけるインク圧力が高くなる。一方、放電することにより圧電素子１８のたわみ変形が引き戻され、収縮した圧力発生室２が膨張する。この膨張に伴ってリザーバ１１のインクがインク供給口９を通って圧力発生室３１内に流入する。このように、圧電素子１８を充放電させることにより圧力発生室２の容積が変化するので、各圧電素子１８に対して充放電を制御することにより、所望のノズル開口１３から所望の大きさのインク滴を吐出させることができる。

【００７０】

次に、このインクジェット式記録ヘッド１０８の電気的構成について説明する。

【００７１】

このインクジェット式記録ヘッド１０８は、図１に示すように、シフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３、スイッチ１４４及び圧電素子１８等を備えている。さらに、図２に示すように、これらのシフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３、スイッチ１４４及び圧電素子１８は、それぞれ、インクジェット式記録ヘッド１０８の各ノズル開口１３毎に設けたシフトレジスタ素子１４１Ａ～１４１Ｎ、ラッチ素子１４２Ａ～１４２Ｎ、レベルシフタ素子１４３Ａ～１４３Ｎ、スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎ、圧電素子１８Ａ～１８Ｎから構成してあり、シフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３、スイッチ１４４、圧電素子１８の順で電気的に接続してある。

【００７２】

なお、これらのシフトレジスタ１４１、ラッチ回路１４２、レベルシフタ１４３及びスイッチ１４４は、駆動信号発生回路１０９が発生した駆動信号から駆動パルスを生成する。ここで、駆動パルスとは実際に圧電素子１８に印加される印加パルスのことであり、そして、駆動信号とは駆動パルスを生成するために必要な元波形により構成される一連のパルス信号（元駆動パルス）のことである。また、スイッチ１４４はスイッチ手段としても機能する。

【００７３】

このような電気的構成を有するプリントヘッド１０８では、図４（ａ）に示すように、発振回路１０７からのクロック信号（ＣＫ）に同期して、ドットパターンデータを構成する印字データ（ＳＩ）が出力バッファ１１３からシフトレジスタ１４１へシリアル伝送され、順次セットされる。この場合、まず、全ノズル開口１３の印字データにおける最上位ビットのデータがシリアル伝送され、この最上位ビットのデータシリアル伝送が終了したならば、上位から２番目のビットのデータがシリアル伝送される。以下同様に、下位ビット

のデータが順次シリアル伝送される。

【００７４】

そして、当該ビットの印字データが全ノズル分シフトレジスタ素子１４１Ａ～１４１Ｎにセットされたならば、制御部１０６は、所定のタイミングでラッチ回路１４２へラッチ信号（ＬＡＴ）を出力させる。このラッチ信号により、ラッチ回路１４２は、シフトレジスタ１４１にセットされた印字データをラッチする。このラッチ回路１４２がラッチした印字データ（ＬＡＴｏｕｔ）は、電圧増幅器であるレベルシフタ１４３に印加される。このレベルシフタ１４３は、印字データが例えば「１」の場合に、スイッチ１４４が駆動可能な電圧値、例えば、数十ボルトまでこの印字データを昇圧する。そして、この昇圧された印字データはスイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎに印加され、スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎは、当該印字データにより接続状態になる。

【００７５】

そして、各スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎには、駆動信号発生回路１０９が発生した駆動信号（ＣＯＭ）も印加されており、スイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎが接続状態になると、このスイッチ素子１４４Ａ～１４４Ｎに接続された圧電素子１８Ａ～１８Ｎに駆動信号が印加される。

【００７６】

このように、例示したインクジェット式記録ヘッド１０８では、印字データによって圧電素子１８に駆動信号を印加するか否かを制御することができる。例えば、印字データが「１」の期間においてはラッチ信号（ＬＡＴ）によりスイッチ１４４が接続状態となるので、駆動信号（ＣＯＭｏｕｔ）を圧電素子１８に供給することができ、この供給された駆動信号（ＣＯＭｏｕｔ）により圧電素子１８が変位（変形）する。また、印字データが「０」の期間においてはスイッチ１４４が非接続状態となるので、圧電素子１８への駆動信号の供給は遮断される。なお、この印字データが「０」の期間において、各圧電素子１８は直前の電荷を保持するので、直前の変位状態が維持される。

【００７７】

図４（ｂ）に詳細を示す駆動信号（ＣＯＭｏｕｔ）の波形の一例は、より少ないインク滴を吐出させるのに適した駆動波形である。この駆動信号は、下電極４と上電極６との間の電圧を、印字状態に入る前に０Ｖから最高電圧$Ｖ_{Ｈ}$、例えば、３０Ｖ程度にゆっくり立ち上げて維持して、圧力発生室２が最も収縮した状態を保持する第１のホールド工程ａを有する。なお、この駆動信号は、この最高電圧$Ｖ_{Ｈ}$から始まり、後述するように印字中、必要に応じて所定の電圧を印加し、印字終了後に最高電圧$Ｖ_{Ｈ}$から０Ｖに電圧を下げる。

【００７８】

次に、駆動波形は、両電極間の電圧を最低電圧$Ｖ_{Ｌ}$、例えば０Ｖ程度に下げて、図５（ａ）に示すようにノズル開口１３のメニスカス１０１ａを圧力発生室２側に最大限に急峻に引き込む準備工程ｂと、この状態を保持してインク滴の吐出のタイミングを図る第２のホールド工程ｃとを有する。

【００７９】

続いて、駆動波形は、第１の収縮工程ｄで両電極間の電圧を第３中間電圧$Ｖ_{Ｍ３}$、例えば５Ｖ程度に上げて、圧力発生室２を収縮させる。この工程では、図５（ｂ）に示すように、メニスカス１０１ｂの引き込みの反動と、引き込み量の５０％以下と小さい収縮を圧力発生室２に与えることによって小さなインク滴を吐出させる。また、準備工程ｂと第１の収縮工程ｄの間の第２のホールド工程ｃの保持時間は、両者の力が足されてインク滴吐出速度が最も大きくなるように設定される。

【００８０】

そして、駆動波形は、第１の収縮工程ｄの後、第３のホールド工程ｅを経て、両電極間の電圧を第２中間電圧$Ｖ_{Ｍ２}$、例えば１５Ｖ程度に上げて、圧力発生室２を収縮させる第２の収縮工程ｆを有する。この工程では、図５（ｃ）に示すように、第１の収縮工程ｄの反動によるメニスカス１０１ｃの引き込みが低減される。

【００８１】

次に、駆動波形は、第２の収縮工程ｆの後、第４のホールド工程ｇを経て、両電極間の電圧を最低電圧V_Lに下げて図５（ｄ）に示すメニスカス１０１ｄの振動を抑える第１の膨張工程ｈを有する。

【００８２】

その後、第５のホールド工程ｉを経て、第３の収縮工程ｊで再び両電極間の電圧を最高電圧V_Hに上げて、圧力発生室２が最も収縮した状態を保持するホールド工程ｋを有する。

【００８３】

以上説明した駆動波形によると、インク滴を吐出させる第１の収縮工程ｄの後に第２の収縮工程ｆを有するので、第１の収縮工程ｄの後に引き込まれるメニスカス１０１ｃの引き込みを低減することができ、ノズルからの気泡の混入などを排除でき、吐出の安定性を大幅に改善できる。

【００８４】

また、このように小さなインク滴を吐出するための条件は、準備工程ｂで圧力発生室２を急峻に膨張させると共に第１の収縮工程ｄで膨張量の５０％以下の収縮量でインクを吐出させることにある。

【００８５】

したがって、準備工程ｂでの駆動信号の印加時間が、前記圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／２以下であることが好ましく、第１の収縮工程ｄでの駆動信号の印加時間及び前記第２の収縮工程ｆでの駆動信号の印加時間は、それぞれ圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／３以下であるのが好ましい。第１の収縮工程ｄが開始されてから第２の収縮工程ｆが開始されるまでの時間は、前記圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃ以下であるのが好ましく、さらに好ましくはＴｃの１／４から３／４の間である。

【００８６】

また、第１の収縮工程ｄの収縮量は、準備工程ｂでの膨張量の５０％以下、好ましくは４５％である。

【００８７】

一方、第２の収縮工程ｆは、インク吐出後のメニスカスの引き込みを低減するためのものである。したがって、第２の収縮工程ｆの開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t_1から最も深く後退する時点t_2までの間である。好ましくはt_1から［$t_1+(t_2-t_1)\times 3/4$］までの間、さらに好ましくは、t_1から［$t_1+(t_2-t_1)/2$］までの間である。このような時点で第２の収縮工程ｆを開始すれば、メニスカスの引き込みを有効に抑えることができる。

【００８８】

また、本実施形態では、第２の収縮工程ｆの後に第１の膨張工程ｈを有することにより、吐出後のメニスカスの振動を抑制している。

【００８９】

ここで、第１の収縮工程ｄが開始されてから第１の膨張工程ｈが開始されるまでの時間は、圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃと実質的に同一、すなわちＴｃの整数倍とすると効果が大きい。また、第１の膨張工程ｈの開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが最も深く後退する時点とするのが好ましい。さらに、第１の膨張工程ｈの駆動信号の印加時間は、前記圧力発生室２のヘルムホルツ振動周期Ｔｃの１／２以下であるのが好ましい。これは、有効に振動を抑えるためである。

【００９０】

また、このような駆動方法は、駆動信号の波形の種類を制限するものではなく、図示した台形波形の他、矩形の波形などでもよい。

【００９１】

また、本発明の駆動方法を実現できるインクジェット式記録ヘッドの構造も特に限定されない。例えば、セラミック基板の代わりに、シリコン基板に薄膜プロセスで圧電アクチュエータを形成するとともに異方性エッチングにより圧力発生室を形成したインクジェット式記録ヘッドにも適応できるし、また、ノズル開口の位置、リザーバの位置などのインク

供給の構造なども特に限定されない。

【００９２】

（実施形態２）

図６は、実施形態２に係る駆動信号の波形である。

【００９３】

この駆動波形は、下電極４と上電極６との間の電圧を第２中間電圧V_{M2}、例えば１５Ｖ程度に維持して、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第１のホールド工程ａ１を有する。準備工程ｂ１から第４のホールド工程ｇまでは実施形態１と同様であるが、第１の膨張工程ｈ１で再び両電極間の電圧を第２中間電圧V_{M2}に上げ、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程ｋ１を有する。

【００９４】

この実施形態でも、小さなインク滴を高速で吐出することができると共に、インク吐出後のメニスカスの振動を防止することができることにかわりはない。また、この場合、第２中間電圧V_{M2}から始まり、終わるので、駆動信号が印加されない場合、中間の電圧しか印加されず、実施形態１に比べて印加電圧が低く、圧電素子の信頼性及び長寿命に効果がある。

【００９５】

（実施形態３）

図７は、実施形態３に係る駆動信号の波形である。

【００９６】

この駆動波形は、下電極４と上電極６との間の電圧を第２中間電圧V_{M2}、例えば１５Ｖ程度に維持して、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第１のホールド工程ａ２を有し、その後、準備の収縮工程ｂ２１で両電極間の電圧を最高電圧V_H、例えば３０Ｖ程度に上げ、圧力発生室２が最も収縮した状態に保持する準備のホールド工程ｂ２２を経て、両電極間の電圧を最低電圧V_L、例えば０Ｖ程度に下げる準備の膨張工程ｂ２３を行うものである。さらに、第２の収縮工程ｆ２で両電極間の電圧を最高電圧V_Hに上げ、圧力発生室２が最も収縮した状態を保持する第４のホールド工程ｇ２を経て、第１の膨張工程ｈ２で再び両電極間の電圧を第２中間電圧V_{M2}に下げて、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程ｋ２を有する。

【００９７】

この実施形態でも、準備の膨張工程ｂ２３を急峻に行うと共に第１の収縮工程ｄをその膨張量の５０％以下とすることにより、小さなインク滴を高速で吐出することができる。また、第２の収縮工程ｆ２により、インク吐出後のメニスカスの振動を防止することができる。この実施形態では、実施形態２に比べ、準備の膨張工程ｂ２３の電圧差が大きく、メニスカスを大きく圧力発生室２側へ引き込むことができるため、より小さなインク滴を得ることができる。

（実施形態４）

図８は、実施形態４に係る駆動信号の波形である。

【００９８】

この駆動波形は、第３のホールド工程ｅまでは実施形態１と同様であるが、第２の収縮工程ｆ３で、下電極４と上電極６との間の電圧を最高電圧V_Hに上げ、圧力発生室２が最も収縮した状態を保持するホールド工程ｋ３を有する。

【００９９】

この実施形態では、小さなインク滴を高速で吐出することができると共に、インク吐出後のメニスカスの引き込みを抑えることができる。なお、本実施形態は、実施形態１に比べ駆動波形のカーブが少なく、始点から終点までの時間も短いが、
インク粘度が高い場合には、この波形で振動抑えも十分である。

【０１００】

（実施形態５）
図９は、実施形態５に係る駆動信号の波形である。
【０１０１】
この駆動波形は、下電極４と上電極６との間の電圧を第２中間電圧V_{M2}、例えば１５Ｖ程度に維持し、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第１のホールド工程ａ４を有し、その後、準備工程ｂ４で両電極間の電圧を最低電圧V_L、例えば０Ｖ程度に下げて、第２のホールド工程ｃを行う。次に、第１の収縮工程ｄで両電極間の電圧を第３中間電圧V_{M3}、例えば５Ｖ程度に上げてインク滴を吐出させた後、両電極間の電圧を第４中間電圧V_{M4}、例えば１０Ｖ程度に上げる第２の収縮工程ｆ４を連続的に行う。その後、第１の膨張工程ｈ４で両電極間の電圧を最低電圧V_Lに下げ、第５のホールド工程ｉを経て、第３の収縮工程ｊ４で両電極間の電圧を第２中間電位V_{M2}に上げ、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程ｋ４を有する。
【０１０２】
この実施形態も、第１の収縮工程ｄを準備工程ｂ４の膨張量の５０％以下とすることにより、小さなインク滴を高速で吐出することができる。また、インク吐出後の第２の収縮工程ｆ４は上述した実施形態のようにインク吐出後のメニスカスの振動を防止するものではないが、第１の膨張工程ｈ４、第５のホールド工程ｉ、及び第３の収縮工程ｊ４によりインク吐出後のメニスカスの振動を防止することができる。
【０１０３】
（実施形態６）
図１０は、実施形態６に係る駆動信号の波形である。
【０１０４】
この駆動波形は、実施形態５と同様、下電極４と上電極６との間の電圧を第２中間電圧V_{M2}、例えば１５Ｖ程度に維持し、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第１のホールド工程ａ５を有し、その後、準備工程ｂ５で両電極間の電圧を最低電圧V_L、例えば０Ｖ程度に下げて、第２のホールド工程ｃを行う。次に、第１の収縮工程ｄで両電極間の電圧を第３中間電圧V_{M3}、例えば５Ｖ程度に上げてインク滴を吐出させた後、第１の膨張工程ｈ５のタイミングを図るために第４のホールド工程ｇ５を行い、第１の膨張工程ｈ５で両電極間の電圧を最低電圧V_Lに下げる。続いて、第５のホールド工程ｉの後、第３の収縮工程ｊ５で両電極間の電圧を第２中間電圧V_{M2}に上げ、圧力発生室２が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程ｋ５を有する。
【０１０５】
この実施形態は基本的には実施形態５と同様であり、小さなインク滴を高速で吐出することができると共に、インク吐出後のメニスカスの振動を防止することができることにかわりはない。
【０１０６】
（他の実施形態）
以上、説明した各実施形態では、インク吐出後のメニスカスの引き込み防止、又は振動防止を計っているが、本発明はこれに限定されるものではなく、インク吐出後自然にゆるやかに基準状態に戻すようにしてもよい。
【０１０７】
また、本発明は、たわみ変位型圧電アクチュエータによるインクジェット式記録ヘッドに限定されず、縦変位型インクジェット式記録ヘッドの駆動にも適用できる。
【０１０８】
図１１には、縦振動型圧電アクチュエータを有するインクジェット式記録ヘッドの一例を示す。図示するように、スペーサ２１には、圧力発生室２２が形成され、スペーサ２１の両側は、ノズル開口２３を有するノズルプレート２４と、振動板２５とにより封止されている。また、スペーサ２１には、圧力発生室２２にインク供給口２６を介して連通するリ

ザーバ２７が形成されており、リザーバ２７には、図示しないインクタンクが接続される。

【０１０９】

一方、振動板２５の圧力発生室２２とは反対側には、圧電素子２８の先端が当接している。圧電素子２８は、圧電材料２９と、電極形成材料３０及び３１とを交互にサンドイッチ状に挟んで積層構造になるように構成され、振動に寄与しない不活性領域が固定基板３２に固着されている。なお、固定基板３２と、振動板２５，スペーサ２１及びノズルプレート２４とは、基台３３を介して一体的に固定されている。

【０１１０】

このように構成されたインクジェット式記録ヘッドは、圧電素子２８の電極形成材料３０及び３１に電圧が印加されると、圧電素子２８がノズルプレート２４側に伸張するから、振動板２５が変位し、圧力発生室２２の容積が圧縮される。従って、例えば、予め電圧を除去した状態から電圧を３０Ｖ程度印加し、圧電素子２８を収縮させてインクをリザーバ２７からインク供給口２６を介して圧力発生室２２に流れ込ませることができる。また、その後、電圧を印加することにより、圧電素子２８を伸張させて振動板２５により圧力発生室２２を収縮させ、ノズル開口２３からインク滴を吐出させることができる。

【０１１１】

よって、係るインクジェット式記録ヘッドを駆動する場合でも、上述した駆動方法を用いることにより、速度を低下させることなく、比較的小さなインク滴を吐出することができる。

【０１１２】

また、以上説明したインクジェット式記録ヘッドでは、電圧を印加することにより、圧力発生室を収縮させるものを例示したが、電圧を印加することにより、圧力発生室を膨張させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にも本発明の駆動方法を適用することができる。

【０１１３】

このような構造のインクジェット式記録ヘッドの一例を図１２に示す。図１２のインクジェット式記録ヘッドは、図１１の圧電素子２８の代わりに圧電素子２８Ａを有する以外は同様な構造を有する。圧電素子２８Ａは、圧電体材料２９Ａの中に電極形成材料３０Ａ及び３１Ａを交互に縦に配置して積層したものである。従って、両電極型性材料３０Ａ及び３１Ａに電圧を印加すると圧電素子２８Ａが収縮して圧力発生室２２が膨張し、この状態から電圧の印加を解除すると圧力発生室２２が収縮し、ノズル開口２３からインク滴を吐出させることができる。上述した駆動方法の収縮及び膨張の際の電圧の印加及び解除を逆に行うことにより、同様な駆動方法を実施できる。

【０１１４】

図１３，１４には、係るインクジェット式記録ヘッドでの駆動信号の例を示す。図１３，図１４は、図４及び図６～図１０に対応し、同様の作用を有する工程には同じ符号を付して説明は省略する。この場合に異なるのは、例えば、準備工程ｂ及び第１の膨張工程ｈでは、上述した場合と異なって電圧を印加し、逆に、例えば、第１の収縮工程ｄでは、電圧の印加を解除するという点であり、作用効果は上述した場合と同様である。

【０１１５】

【発明の効果】

以上説明したように本発明においては、収縮工程の変化量が準備工程での膨張量の５０％以下であるため、インク滴の飛行速度を低下させることなく、インク滴を構成するインク量を可及的に少なくしてグラフィック印刷に適したドットを形成することができ、且つ残留振動を大幅に低減するという効果を奏する。

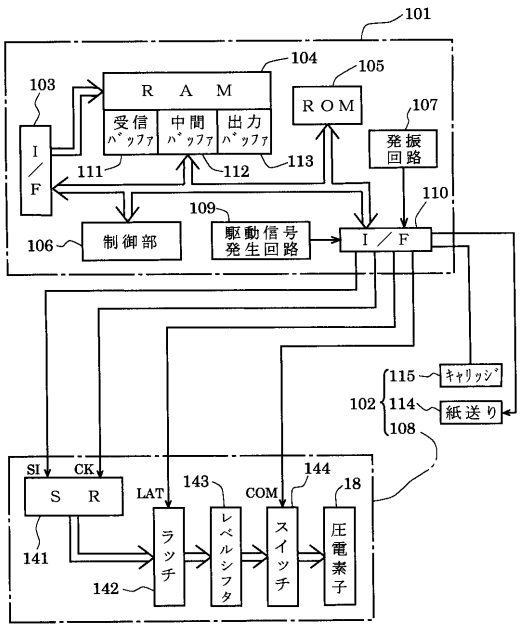
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録装置の概略構成を示すブロック図である。

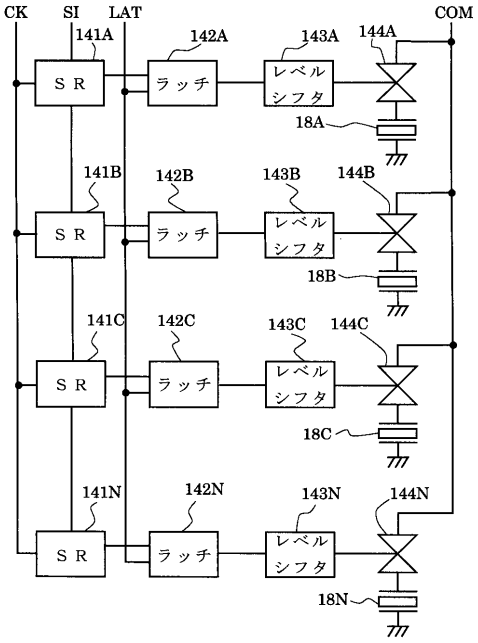
【図２】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドの回路構成を示す回路図

である。
【図３】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。
【図４】本発明の実施形態１に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【図５】ノズル開口から吐出されるインク滴の形状を示す断面図である。
【図６】本発明の実施形態２に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。
【図７】本発明の実施形態３に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。
【図８】本発明の実施形態４に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。
【図９】本発明の実施形態５に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。
【図１０】本発明の実施形態６に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。
【図１１】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの例を示す断面図である。
【図１２】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの例を示す断面図である。
【図１３】本発明の他の実施形態に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【図１４】本発明の他の実施形態に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。
【符号の説明】
１　スペーサ
２　圧力発生室
３　弾性板
５　圧電体層
７　インク供給口形成基板
１１　リザーバ
１３　ノズル開口

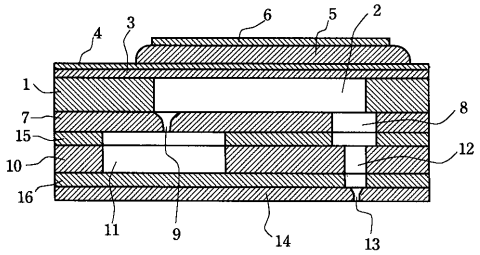
【図１】



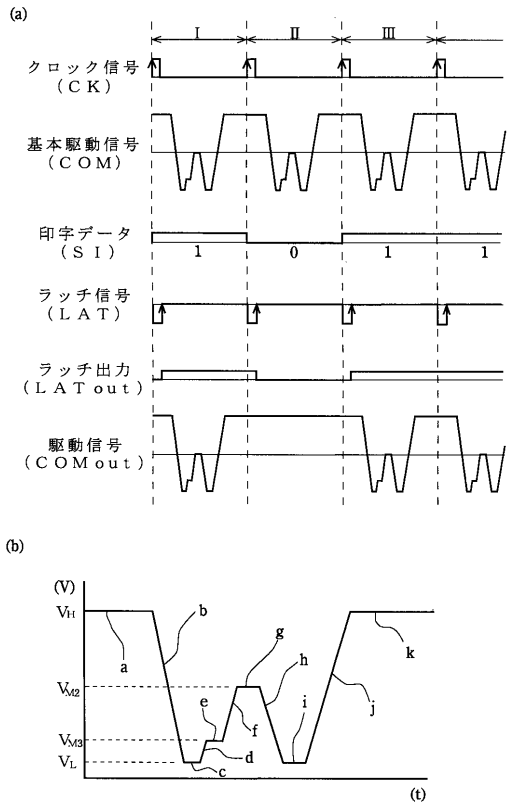
【図２】



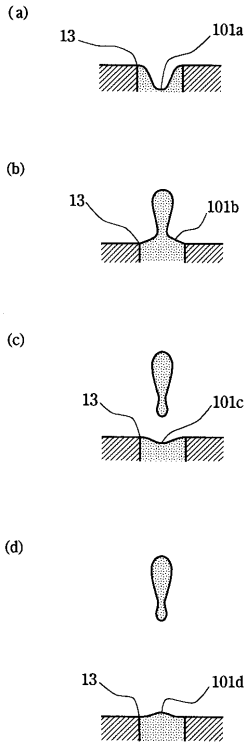
【図３】


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

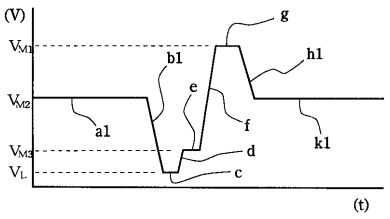
【図４】


(a)
I
II
III
クロック信号
（ＣＫ）
基本駆動信号
（ＣＯＭ）
印字データ
（ＳＩ）
1
0
1
1
ラッチ信号
（ＬＡＴ）
ラッチ出力
（ＬＡＴout）
駆動信号
（ＣＯＭout）
(b)
(V)
VH
VM2
VM3
VL
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k
(t)

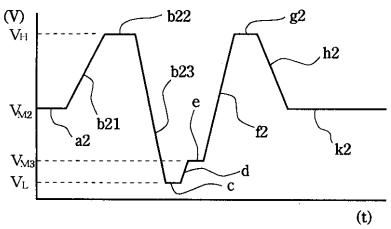
【図５】


(a)
13
101a
(b)
13
101b
(c)
13
101c
(d)
13
101d

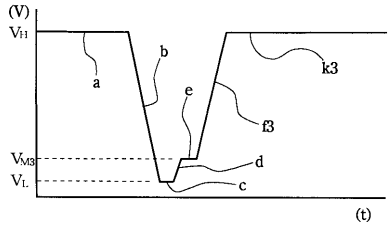
【図６】


(V)
VM1
VM2
VM3
VL
a1
b1
c
d
e
f
g
h1
k1
(t)

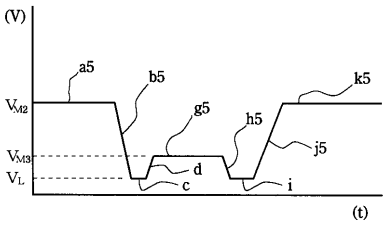
【図７】


(V)
VH
VM2
VM3
VL
a2
b21
b22
b23
c
d
e
f2
g2
h2
k2
(t)

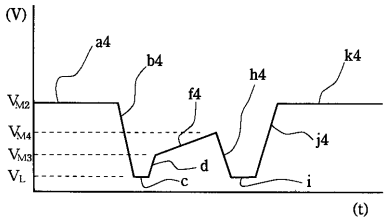
【図８】



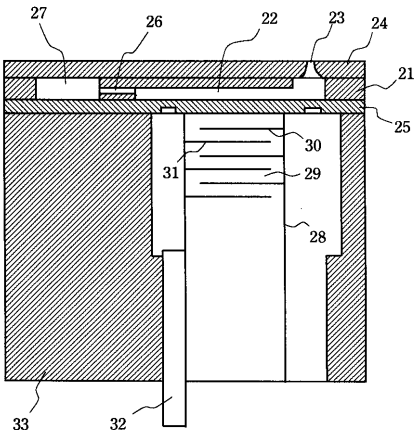
【図１０】



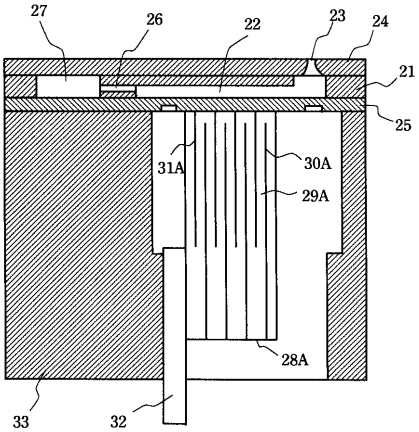
【図９】



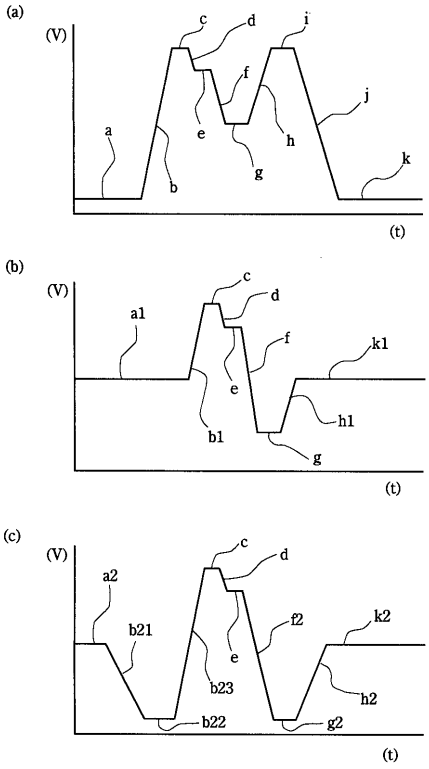
【図１１】



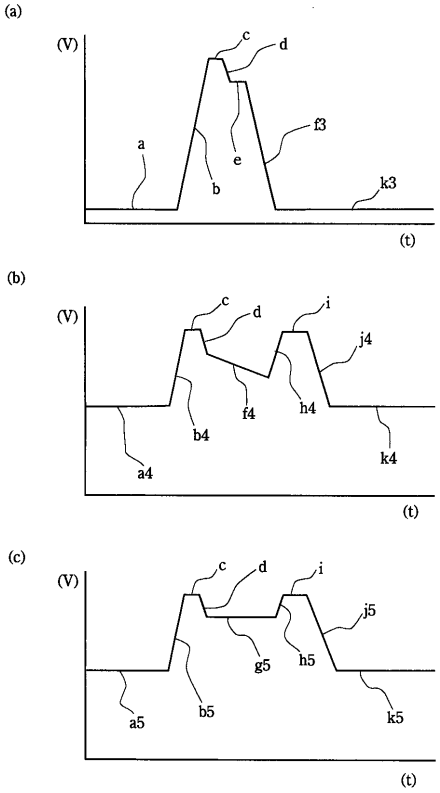
【図１２】



【図１３】


(a)
(V)
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k
(t)
(b)
(V)
a1
b1
c
d
e
f
g
h1
k1
(t)
(c)
(V)
a2
b21
b23
b22
c
d
e
f2
g2
h2
k2
(t)

【図１４】


(a)
(V)
a
b
c
d
e
f3
k3
(t)
(b)
(V)
a4
b4
c
d
f4
h4
i
j4
k4
(t)
(c)
(V)
a5
b5
c
d
g5
h5
i
j5
k5
(t)

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
B41J 2/045
B41J 2/055