(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3552449号
(P3552449)
(45)発行日　平成16年8月11日(2004.8.11)　(24)登録日　平成16年5月14日(2004.5.14)

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

請求項の数 2　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平9-57874
(22)出願日　平成9年3月12日(1997.3.12)
(65)公開番号　特開平10-250061
(43)公開日　平成10年9月22日(1998.9.22)
審査請求日　平成14年10月10日(2002.10.10)

(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　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(72)発明者　狭山　朋裕
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
(72)発明者　米窪　周二
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　桐畑　幸▲廣▼

最終頁に続く

(54)【発明の名称】インクジェット式印字ヘッドの駆動方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ノズル開口と共通のインク室に連通する圧力発生室と、圧力発生手段とを備え、前記圧力発生手段に駆動電圧を加えることによって、前記圧力発生手段により圧力発生室を膨張、収縮させて、インクの吸引、ノズル開口からのインク滴吐出を行うインクジェット式印字ヘッドの駆動方法であって、

前記圧力発生室を収縮させる第１の工程と、前記第１の工程後に前記駆動電圧をほぼ維持する第２の工程と、前記第２の工程後に前記圧力発生室を膨張させる第３の工程とを少なくとも有する駆動波形を備え、

インクの環境温度が高いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止するように、また、インクの環境温度が低いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止しないように、前記第２の工程の時間を異ならせて前記第３の工程の実施タイミングを異ならせることを特徴とするインクジェット式印字ヘッドの駆動方法。

【請求項２】

ノズル開口と共通のインク室に連通する圧力発生室と、圧力発生手段とを備え、前記圧力発生手段に駆動電圧を加えることによって、前記圧力発生手段により圧力発生室を膨張、収縮させて、インクの吸引、ノズル開口からのインク滴吐出を行うインクジェット式印字ヘッドの駆動装置であって、

前記圧力発生室を収縮させる第１の波形と、前記第１の波形後に前記駆動電圧をほぼ維持する第２の波形と、前記第２の波形後に前記圧力発生室を膨張させる第３の波形とを少な

くとも有する駆動波形を備え、
インクの環境温度が高いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止するように、また、インクの環境温度が低いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止しないように、前記第２の波形の時間を異ならせて前記第３の波形の実施タイミングを異ならせることを特徴とするインクジェット式印字ヘッドの駆動装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、インクを圧電素子で加圧してインクを吐出させて文字や図形を記録する記録ヘッドを備えたインクジェット式記録装置に関し、特に印字ヘッドの駆動方法、駆動装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来のインクジェット式印字ヘッドは環境温度変化に対して、インクの粘度、表面張力等のインク物性値が変化するため、吐出するインク滴の速度、インク滴の重量といった吐出特性が変わってしまい印字品質に影響を及ぼすことが知られている。
【０００３】
このような問題に対して、特開平５－２２０９４７号公報では、環境温度が低下する場合においてはインクを供給する前に常温に近い状態にまで加熱を行って温度の補正を行うことが開示されている。
【０００４】
また、国際公開特許ＷＯ９５／１６５６８号で開示されている駆動方法は圧電素子を中間駆動電圧に充電した状態から最低駆動電圧にまで放電してインクを圧力室に吸入し、吸入直後に圧電素子を最大電圧まで充電してインクの吐出を行い、その直後に中間駆動電圧まで放電するものである。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、前記特開平５－２２０９４７号公報の方式では環境温度対策のためだけにインク過熱器を設置しなければならず、製造コストが高くなる問題を抱える。
【０００６】
また、国際公開特許ＷＯ９５／１６５６８号で開示されている駆動方法を保証環境温度の全領域に渡って使用する場合、特にメニスカスの残留振動の影響が顕著に現れる駆動周波数（単位時間当たりのインク滴吐出回数）が例えば、２０ｋＨｚ以上では、環境温度が下がるにつれ、インク量が粘度上昇の分による減少分に加えて、吐出後のノズル開口へのメニスカスの戻りが遅くなるために環境温度が高い状態よりもメニスカスが引き込まれた状態で次の吐出を行わなければならない分のインク量減少が加わって、大幅にインク重量が減少することになる。また、上記メニスカスの戻りが遅くなるために、メニスカスが大幅に引き込まれた状態のまま次のインク滴の吐出を行うので、吐出されるインク滴が線状になり、また前記のように大幅なインク量の減少も手伝って、画質の劣化は必至である。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
上記の課題を解決するために、本発明におけるインクジェット式印字ヘッドの駆動方法は、ノズル開口と共通のインク室に連通する圧力発生室と、圧力発生手段とを備え、前記圧力発生手段に駆動電圧を加えることによって、前記圧力発生手段により圧力発生室を膨張、収縮させて、インクの吸引、ノズル開口からのインク滴吐出を行うインクジェット式印字ヘッドの駆動方法であって、前記圧力発生室を収縮させる第１の工程と、前記第１の工程後に前記駆動電圧をほぼ維持する第２の工程と、前記第２の工程後に前記圧力発生室を膨張させる第３の工程とを少なくとも有する駆動波形を備え、インクの環境温度が高いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止するように、また、インクの環境温度が低いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止しないように、前記第２工程の時間を異ならせて前

記第３の工程の実施タイミングを異ならせることを特徴とする。
また、本発明のインクジェット式印字ヘッドの駆動装置は、ノズル開口と共通のインク室に連通する圧力発生室と、圧力発生手段とを備え、前記圧力発生手段に駆動電圧を加えることによって、前記圧力発生手段により圧力発生室を膨張、収縮させて、インクの吸引、ノズル開口からのインク滴吐出を行うインクジェット式印字ヘッドの駆動装置であって、前記圧力発生室を収縮させる第１の波形と、前記第１の波形後に前記駆動電圧をほぼ維持する第２の波形と、前記第２の波形後に前記圧力発生室を膨張させる第３の波形とを少なくとも有する駆動波形を備え、インクの環境温度が高いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止するように、また、インクの環境温度が低いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止しないように、前記第２波形の時間を異ならせて前記第３の波形の実施タイミングを異ならせることを特徴とする。
【０００８】
【作用】
圧力発生装置を充電（若しくは放電）して圧力室を収縮させインク滴を吐出させようとする時、充電（若しくは放電）時間が経過した時点で、充電（若しくは放電）最終時間のまま、駆動電圧を維持する状態に移行すると、圧力発生手段としての圧電振動板はその固有振動周期Ｔで定まる残留振動に入るが、更にその駆動電圧を維持する時間から放電（若しくは充電）を完了し、再び放電（若しくは充電）完了時の駆動電圧を維持する状態に入る直前までのタイミングを変化させることで、圧電振動板の残留振動を抑止することも残留振動を増幅させることもできる。圧電振動板の残留振動を抑止することにより、結果的に意図しない吐出（サテライト）が発生するのを防ぐことができる。これは特に環境温度が高いときにインクの粘度が減少したときの駆動波形の設定法である。逆に環境温度が低いとき、つまりインク粘度が増加したとき、圧電振動板の残留振動を抑止しないようなタイミングを設定すると、圧電振動板の残留振動が引き起こすポンプ効果により、メニスカスの戻りを早めることができ、環境温度が高い状態に近い戻りの早さを実現できる。圧電振動板の残留振動を抑止するタイミングと抑止しないタイミングを環境温度によって変化させることにより、インクの粘度特性に応じた高周波数駆動方法を実現できる。
【０００９】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。
【００１０】
（実施例）
図１は本発明に使用するインクジェット記録ヘッドの一実施例を示すものであって、図の前後方向にインクを吐出する複数のノズルが形成されている。図中の符合１は、駆動ユニットで、ジルコニアの薄板からなる振動板２の表面に、後述する圧力発生室４に対向するようにＰＺＴからなる圧電振動板３、３、３‥‥を一体に固定して構成されている。
【００１１】
５はスペーサーで、圧力発生室４を形成するのに適した厚さ、例えば１００μｍのジルコニア（ＺｒＯ２）などのセラミック板に圧力発生室４、４、４‥‥の形状に一致した通孔を一定ピッチで穿設して構成されている。
【００１２】
６は圧力発生室４の他面を封止する基板で、圧力発生室４寄りの一端側には、ノズル開口７、７、７‥‥と圧力発生室４を接続する連通口８、８、８‥‥が、また他端側には圧力発生室４と各ノズル共通のインク室１０とを接続する連通口１１、１１、１１‥‥が設けられている。この連通口１１、１１、１１‥‥はノズル開口７、７、７‥‥とほぼ同等の流路抵抗を有する流路制限孔の役割も担っている。
【００１３】
これら３つの部材１、５、６はそれぞれユニットとして構成され、後述するユニット固定板１２に取り付けられる。
【００１４】

１２は前述のユニット固定板で、一方の面に上述したユニットが所定の位置に接着剤で固定されており、連通口１１と共通のインク室１０とを接続する連通孔１３が設けられ、また通孔８に対向する位置にはノズル開口７と接続する連通孔１４が設けられている。

【００１５】

１５は、後述する共通のインク室構成板１６とユニット固定板１２とを接合するための熱溶着フィルムで、共通のインク室１０に一致する窓１７、及びノズル開口７、７、７‥‥圧力発生室４、４、４‥‥とを接続する連通孔１８、１８、１８‥‥とが穿設されている。

【００１６】

１６は、前述の共通のインク室形成板で、共通のインク室１０を形成するに適した厚み、例えば１２０μｍのステンレス鋼などの耐蝕性を備えた板材に、共通のインク室１０の形状に対応する通孔と、圧力発生室４、４、４‥‥とノズル開口７、７、７‥‥とを接続する連通孔９、９、９‥‥を穿設して構成されている。

【００１７】

３０はノズルプレートで、圧力発生室４、４、４‥‥の一側よりにはノズル開口７、７、７‥‥が穿設されていて、連通孔８、１４、１８、９、及び１９を介して各圧力発生室４、４、４‥‥に接続するように共通のインク室形成板１６に熱溶着フィルム２０で接着されている。

【００１８】

このように構成されたインクジェット式記録ヘッドは、圧電振動板４に一定速度で上昇する電圧からなる駆動信号が印加されると、振動板２が圧力発生室４側を凸にするようにたわんで、圧力発生室４を収縮させる。これにより、圧力発生室４のインクが連通口８、１４、１８及び９を経由してノズル開口７に至り、ここからインク滴を吐出する。

【００１９】

インク滴形成後に駆動電圧を一定の速度で低下させると、圧電振動板３は元の位置に徐々に復帰して、圧力発生室４が膨張する。この過程でインク滴の形成により消費された分のインクが共通のインク室１０から流路制限孔１１を経由して圧力発生室４に流入する。

【００２０】

図２は上述した記録ヘッドに駆動パルスを送り込むための装置を図式化して示したものである。図２中の２１はパルス形成装置である。この回路は中にＲＯＭを持っており駆動波形情報をＲＯＭに焼き付けることにより、任意の駆動波形を表現できる装置である。このＲＯＭに、２２に示すように設定する駆動波形の情報をあらかじめ焼き付けておく。この駆動情報には環境温度の変化に対応して波形のタイミングを変化させるようなデータをあらかじめ備えている。更にパルス形成装置２１近傍にサーミスタ２３を備えておき、環境温度の情報が常にパルス形成装置２１へと伝わるように設定する。

【００２１】

駆動波形情報２２で示される情報とサーミスタ２３で示される情報を元にして、パルス形成装置２１はデジタルパルスをＤ／Ａコンバーター２４へと送信する。このＤ／Ａコンバーター２４では、パルス形成装置２１によって伝えられた駆動波形の情報をアナログのデータへと変換することができる。

【００２２】

Ｄ／Ａコンバーター２４にてアナログ化されたパルスは電力増幅器２５にて設定している電圧と電流にまで増幅され、図１の符号１で示される駆動ユニットへと駆動パルス波形として伝えられる。

【００２３】

図３は図２の駆動波形情報２２を元に上述した記録ヘッド装置の動作を表す駆動波形図である。圧電振動板３に中間駆動電圧を印加した待機状態（ｔ５の直前）から放電を行い圧力室にインクを吸入する工程（ｔ５）、最低駆動電圧を維持する時間（ｔ６）、充電を行い圧力室のインクを射出する工程（ｔ１）、充電最終電圧を維持する時間（ｔ２）、放電をおこなって中間駆動電圧に復帰する工程（ｔ３）を持ち、ｔ４以降は次の吐出に入るま

で中間駆動電圧を維持する波形が設定されている。尚、圧電振動板の固有振動周期Ｔは８μｓである。以下ではこれを実施例とする。

【００２４】

図４は、駆動波形を本発明の様式に従って変化させたときの情報一覧である。ここで設定した情報を図２中の２２に設定して駆動波形の情報として登録する。駆動波形情報４１に示されるｔ１、ｔ２及びｔ３の工程の合計時間が、環境温度４０℃時では、圧電振動板の固有振動周期Ｔの（１＋１／４）倍、環境温度１５℃時では、Ｔの（１＋３／４）倍になるように設定している。

【００２５】

図６は４０℃での測定結果を周波数特性のグラフとして示したものである。

【００２６】

また、図５は、１５℃での測定結果を周波数特性のグラフとして示したものである。５１は実施例での周波数特性を表したもので、５２はｔ１＋ｔ２＋ｔ３の合計時間を４０℃環境結果における最も好適値のまま（つまり、図６で用いた組み合わせ）で測定した結果である。

【００２７】

図５中の５２のグラフでは、駆動周波数が２０ｋＨｚを超えるあたりからインク滴吐出後のインクの供給が間に合わなくなり、駆動周波数が上昇する毎に、インク量が大幅に減少していく。駆動周波数の上昇に伴いインク量は４０℃時での周波数特性図（図６）と比べると大幅に減少する。また、駆動周波数２０ｋＨｚ以上ではインクの供給が間に合わないために吐出するインク滴が線状になってしまい、画質の劣化を引き起こす原因になる。

【００２８】

実施例の測定結果５１は、測定結果５２と比べると、特に２０ｋＨｚ以上で吐出するインク量が上昇している。また、測定５２で出現した線状のインク滴も現れることなく、全周波数に渡って粒状のインク滴を吐出することができた。

【００２９】

また、温度の違いによる周波数特性の違いも図６のグラフと図５の５２（ｔ１＋ｔ２＋ｔ３の組み合わせを変更しない）の場合では、グラフにかなりの差が現れており、低い周波数と高い周波数を混在させてインク滴を吐出することが多い印字では温度が違うと色合いに差がつくことは必至である。対して図６と図５の５１（実施例）の場合は周波数特性のグラフは温度による違いはあまりなく、色合いに差がつくことは少ない。

【００３０】

図７は４０℃環境時のインク滴吐出を行う充電工程（ｔ１）以降の圧電振動板３の残留振動を示した図である。

【００３１】

ｔ１工程の充電によって発生した圧電振動板３の残留振動はｔ３における放電によってちょうど打ち消されるようにタイミングを設定している。圧電振動板３の残留振動が圧力発生室４を収縮させ始める時点を捉えて放電ｔ３による圧力発生室４を膨張させるパルスを開始させ、圧電振動板３の残留振動が圧力発生室４を膨張させる向きに反転する直前を捉えて放電ｔ３を制止し、電圧維持ｔ４にすることで、圧電振動板３の残留振動を抑えるようにしているので、ｔ１の急激な充電工程による圧力発生室４を収縮させようとする残留振動７１とその反動による圧力発生室４を膨張させようとする残留振動７２の振動以降は、放電工程（ｔ３）による残留振動打ち消しの効果が発生して、大きな残留振動はなくなる。またこの時、圧電振動板３の残留振動は放電工程ｔ３の前後で最大１／２周期の位相の遅れが生じ、圧電振動板３の残留振動における次の収縮方向への振動７３以降は１／２周期遅れて振動する。

【００３２】

実施例で圧電振動板３の残留振動を抑えることができるタイミングは、圧電振動板が充電工程ｔ１を開始した時点から固有振動周期Ｔ（８μｓ）の１＋１／４倍の時点であり、これより短い時間間隔でも長い時間間隔でも圧電振動板３の残留振動の振幅は大きくなる。

【００３３】
図８は実施例での１５℃環境におけるインク滴吐出を行う充電工程（ｔ１）以降の圧電振動板（図１中の３）の残留振動を示した図である。
【００３４】
実施例の１５℃環境における圧電振動板３の残留振動図８は図７とは異なり、放電工程（ｔ３）における残留振動打ち消しの効果が現れないタイミングを取っている。圧電振動板３の残留振動が、圧力発生室４を膨張させる時点を捉えて、放電ｔ３による圧力発生室４を膨張させるパルスを開始させ、残留振動により圧力発生室４をますます膨張させ、残留振動が最も膨張側に変位し、収縮させようとする直前に放電ｔ３を停止し、電圧維持工程ｔ４に移行することにより、大きな残留振動を残したままになるので、図８は、ｔ１の急激な充電による圧力発生室４を収縮させようとする残留振動８１とその反動による圧力発生室４を膨張させようとする残留振動８２、さらにその反動で圧力発生室４を収縮させようとする残留振動８３を経て、その残留振動８４（膨張）では放電ｔ３の影響を受けて振幅が大きくなり、以降圧力発生室４を収縮する作用と膨張する作用を繰り返す。（８５、８６）しかしながら、温度が低い場合には、インクの粘度が高いため、温度が高い時と比べて、減衰が早く、実質的には同等の減衰時間である。また、圧電振動板３の残留振動は放電ｔ３工程の前後で位相の変化はない。
【００３５】
実施例の１５℃環境における圧電振動板３の残留振動の振幅を増し、電圧維持工程ｔ４に進むタイミングは、圧電振動板が充電工程ｔ１を開始した時点から固有振動周期Ｔ（８μｓ）の１＋３／４倍の時点であり、これより短い時間間隔でも長い時間間隔でも圧電振動板３の残留振動の振幅は図７の状態よりも小さくなる。
【００３６】
また、インク滴吐出後のメニスカスは、大きく圧力発生室４に引き込まれ、所定時間が経過した時点で反転して、圧電振動板の固有振動（図７、図８に示した振動）と同期した振動を繰り返しながらノズル開口側（図１の７）に向かって移動する。インク滴吐出からメニスカスが圧力発生室４側に引き込まれ、その後ノズル開口部７に到着するまでの合計時間が短いほど、次の吐出で安定的にインク量を確保することができるまでの時間間隔を短くすることができ、その結果駆動周波数を上げていっても、メニスカスの振動が完全に収束した状態で次のインク滴を吐出するのと同程度のインク量を確保することができる。
【００３７】
１５℃環境において、放電ｔ３工程で圧電振動板３は残留振動の振幅が増大し、放電ｔ３工程終了後（残留振動８４）、メニスカスは大きく圧力発生室４側に引き込まれる。また、圧電振動板３の残留振動が残らないような放電ｔ３工程をかけるときは、例えば、４０℃環境における例（図７）のような状態であり、ｔ３工程終了時（残留振動７２）では、残留振動の振幅が大きく残る場合よりもメニスカスは圧力発生室４側に引き込まれない。
【００３８】
図９は圧電振動板３の残留振動の振幅が大きい状態と小さい状態でのノズルメニスカス減衰運動の推移を示したものである。９１はメニスカスが放電ｔ３工程後に強く引き込まれた場合（実施例、残留振動の振幅が大きい）であり、９２はメニスカスがほとんど引き込まれなかった場合の減衰振動である。９２の場合は、圧電振動板３の残留振動の振幅はあまり大きくなく、メニスカスは自然減衰に近い挙動を示す。対して、実施例のメニスカス減衰９１は、放電ｔ３工程終了直後に圧電振動板３の残留振動が圧力発生室４を収縮させる（つまり、メニスカスをノズル開口７側に押し出す）方向に最大の圧力を発生する位相になっていて、また、残留振動の振幅が最大であるので、最も大きなメニスカス押し出しの圧力を持っている。さらに、残留振動の反動で圧力発生室４を膨張させる、つまり、メニスカスを圧力発生室４側に引き込む作用の圧力は、圧電振動板３の残留振動の減衰により、必ず一つ前のメニスカスをノズル開口７側に押し出す作用よりも弱い圧力になる。結果として、減衰９１は、メニスカスをノズル開口７にまで回復するための最大の圧力を流路に加えることができる。

【００３９】
また、放電ｔ３工程後の残留振動が非常に小さくなる減衰９２の場合では、放電ｔ３工程終了直後に、圧電振動板３の残留振動は、圧力発生室４を最も膨張させる（つまり、メニスカスを圧力発生室４側に引き込む）方向に最大の圧力を発生する位相になっているが、圧電振動板３の残留振動の振幅が非常に小さいので、メニスカスをノズル開口７に回復させる圧力も圧力発生室４側に引き込む圧力もほとんど存在しない。
【００４０】
また、減衰９１と９２の中間の圧電振動板３の制振効果を持つ減衰９３は、放電ｔ３工程終了直後では、９１と９２の中間の位相になっており、また、圧電振動板３の振幅も９１と９２の中間をとるので、メニスカスをノズル開口７に回復させるための圧力も減衰９１と９２の中間になる。
【００４１】
これにより、放電ｔ３工程終了後にノズルメニスカスがノズル開口７に早く回復させるためには、実施例のように、最も圧電振動板３の残留振動を発振させたほうがよい。
【００４２】
また、前記した通り、放電ｔ３工程によって、圧電振動板３の残留振動は位相のずれを引き起こす。１５℃環境での実施例のように、放電ｔ３工程によって、残留振動が最も発振する状態では位相ずれはないが、放電ｔ３工程によって、残留振動が収まるほど圧電振動板３の位相が最大で固有振動周期Ｔの１／２倍の時間だけ遅れる方向に進み、放電ｔ３工程終了後始めて圧力発生室４を収縮させる残留振動が位相ずれの分だけ遅くなってしまい、結果としてノズルメニスカスをノズル開口７まで回復させる時間を遅らせてしまう。位相のずれがないほど、つまり放電ｔ３工程によって圧電振動板３が発振するほど、吐出後のメニスカスを再びノズル開口７まで回復する時間が早くなり、１５℃環境における高い駆動周波数のインク滴吐出であっても、インク滴の供給が間に合うようになる。
【００４３】
また、圧電振動板３の残留振動は１５℃環境において、実施例の（図８）状態が最も残留振動の振幅を高める状態であり、実施例のｔ１＋ｔ２＋ｔ３時間の合計が減少もしくは増大すると、圧電振動板３の放電ｔ３工程終了後の残留振動の振幅が小さくなり、放電ｔ３工程後のメニスカス引きこみ位置の面からも位相のずれという面からも、ノズルメニスカスがインク滴吐出によって大きく圧力発生室４側に引き込まれてからノズル開口７に押しもどされるまでの時間が遅くなってしまい、１５℃環境時での高周波数駆動時のインク吐出量が減少してしまう。
【００４４】
以上に示した、放電ｔ３工程終了後に圧電振動板３の残留振動を加振して高周波数駆動時のインク滴供給能力を高める方法は、インク粘度が相対的に高い状態で使うことが望ましい。つまり実施例における１５℃環境のような状態である。
【００４５】
実施例でも設定した通り、４０℃環境のようなインク粘度が小さくなる状態では、インク粘度の減少（つまり温度の増加）に従って徐々に圧電振動板３の残留振動が消滅するようにして、圧電振動板３の残留振動による予期せぬインク滴の吐出を抑え、粘度減少による吐出量が過剰に増えることも抑えることができる。
【００４６】
また、１５℃環境のようなインク粘度が高くなる状態では実施例のように圧電振動板３の振動を抑えずに供給能力を最大限高めることで吐出量を確保する。圧電振動板３の残留振動に起因する予期せぬインク滴の吐出は１５℃のような高粘度状態ではほとんど起こることはなく、これにより全温度環境に渡って周波数特性も似たような傾向を得ることができ、なおかつ１５℃の高周波数駆動であっても粒状のインク滴を得ることができる。
【００４７】
また、本実施例においては、数値ｎは１が選択されており、ｔ１とｔ２とｔ３の合計時間は、圧電振動板３の固有振動周期Ｔの（１＋３／４）倍で低温環境を設定しているが、こ

の設定値は４０℃環境において圧電振動板３の残留振動を最もよく制止することができ、１５℃環境において最も高い供給能力上昇効果がありさらに圧電振動板３の残留振動に起因する不要なインク滴の吐出が発見されなかったのでこの設定値を用いたが、ｔ１とｔ２とｔ３の合計時間の変域は圧電振動板３の残留振動が最も収まるＴの（ｎ＋１／４）倍（ｎ＝１、２、３）を基点にして、そこからＴの１／２倍だけ増加ないしはＴの１／２倍だけ減少する範囲が一般的には望ましい値である。

【００４８】

なお、本実施例では、圧力発生手段の固有振動周期Ｔを８μｓの例として述べたが、あらゆる固有振動周期においても、同様の作用を奏することは明らかである。

【００４９】

また、本実施例で述べた、圧電振動板の撓み振動を利用したもの以外でも、例えば、圧電振動子の縦振動を利用したインクジェット式記録ヘッドでも、同様の効果を得られる。

【００５０】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、圧力発生室を収縮させる第１の工程と、第１の工程後に駆動電圧をほぼ維持する第２の工程と、第２の工程後に圧力発生室を膨張させる第３の工程とを少なくとも有する駆動波形を備え、インクの環境温度が高いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止するように、また、インクの環境温度が低いときに前記圧力発生手段の残留振動を抑止しないように、前記第２工程の時間を異ならせて第３の工程の実施タイミングを異ならせるので、温度が低い状態で高駆動周波数帯のインク量を増加させることができ、なおかつ粒状のインク滴を得ることができる。

【００５１】

さらに、温度の違いからくる周波数特性の差も大幅に改善されることができ、温度環境による色合いの差も改善される。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図２】本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドを駆動させる駆動波形を送る方法の概略図である。

【図３】本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドの動作を示す駆動波形図である。

【図４】実施例で設定した駆動波形の情報一覧の図表である。

【図５】低温度環境下における駆動周波数と吐出インク量の関係を示す図である。

【図６】高温度環境下における駆動周波数と吐出インク量の関係を示す図である。

【図７】実施例における４０℃環境での充電直後からの圧電振動板の残留振動の挙動を示す図である。

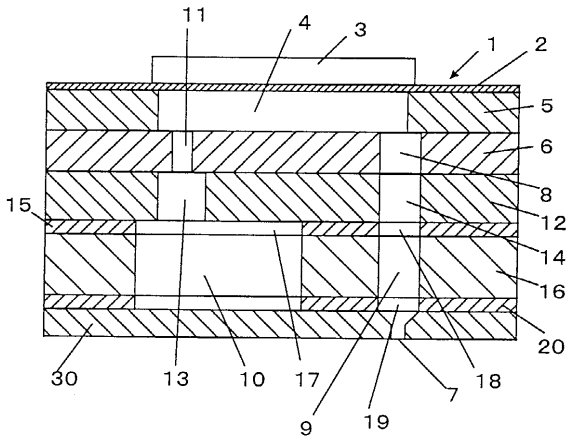
【図８】実施例における１５℃環境での充電直後からの圧電振動板の残留振動の挙動を示す図である。

【図９】実施例におけるノズルメニスカスの減衰振動の挙動を示す図である。

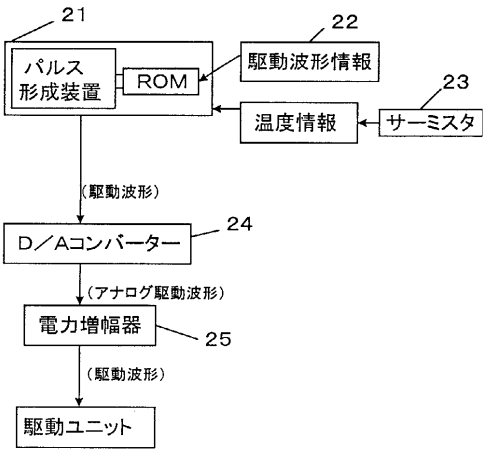
【符号の説明】

１．駆動ユニット
２．振動板
３．圧電振動板
４．圧力発生室
７．ノズル開口

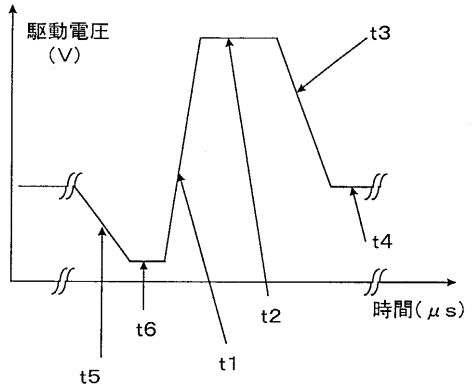
【図１】



【図２】



【図３】



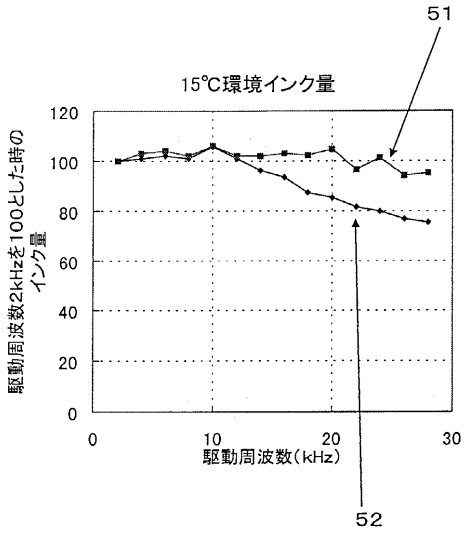
【図４】

駆動波形情報　41

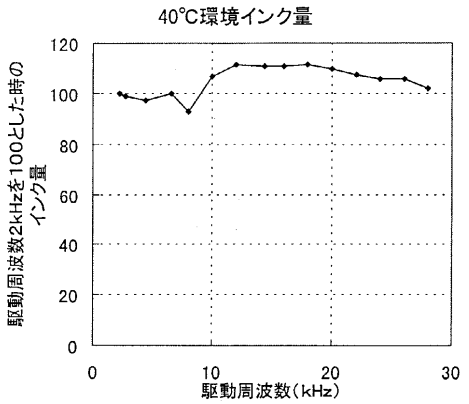
名称	時間	傾き	モード
t5	6μs	−2V／μs	放電
t6	2μs	±0V／μs	ホールド
t1	2μs	＋15V／μs	充電
t2	5μs（25℃以上40℃以下） 5＋（50−2Temp）／5 μs （15℃以上25℃未満） 9μs（15℃）	±0V／μs	ホールド
t3	3μs	−6V／μs	放電
t4	1／f −t1−t2−t3−t5−t6 μs	±0V／μs	ホールド

Tempは温度（℃）
fは駆動周波数（MHz）

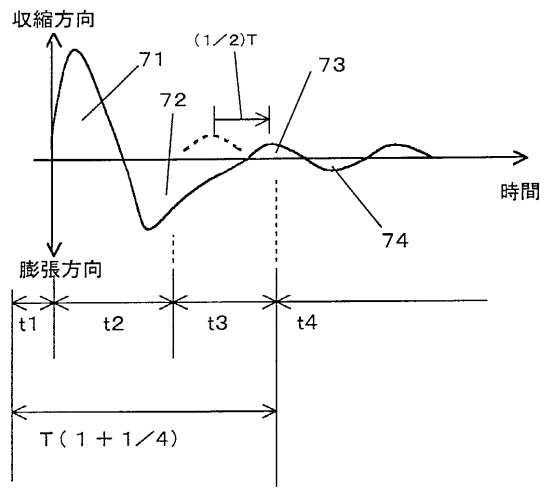
【図５】


15℃環境インク量
51
52
駆動周波数2kHzを100とした時のインク量
駆動周波数(kHz)
120
100
80
60
40
20
0
0
10
20
30

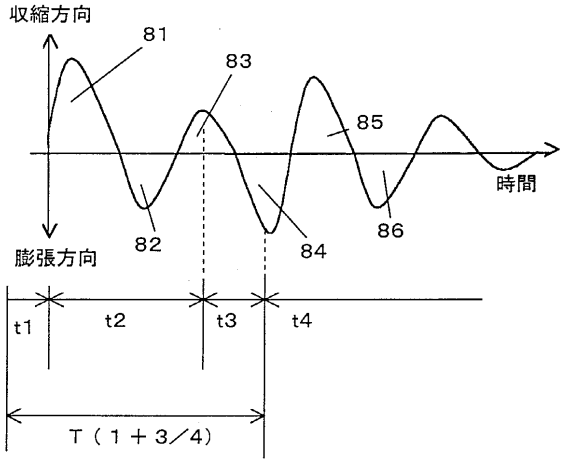
【図６】


40℃環境インク量
駆動周波数2kHzを100とした時のインク量
駆動周波数(kHz)
120
100
80
60
40
20
0
0
10
20
30

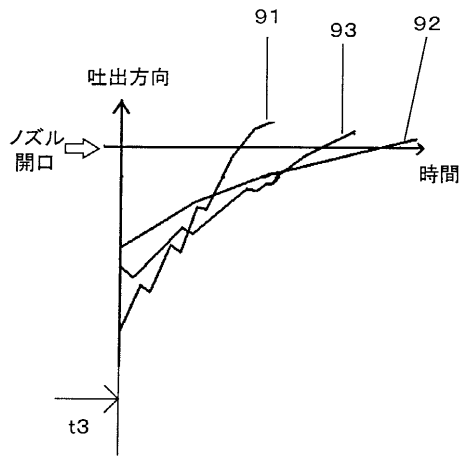
【図７】


収縮方向
膨張方向
時間
71
72
73
74
(1／2)T
t1
t2
t3
t4
T(1＋1／4)

【図８】


収縮方向
膨張方向
時間
81
82
83
84
85
86
t1
t2
t3
t4
T(1＋3／4)

【図９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭５５－２７２１０（ＪＰ，Ａ）
特開平７－１４４４０８（ＪＰ，Ａ）
特開平５－１１６２８３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２６０４５２（ＪＰ，Ａ）
特開平２－２５３９６０（ＪＰ，Ａ）
特開平９－５２３６０（ＪＰ，Ａ）
特開平６－３０５１３４（ＪＰ，Ａ）

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