

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5806387号
(P5806387)

(45) 発行日 平成27年11月10日(2015.11.10)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int.Cl.

F I

B 4 1 J 2/055 (2006.01)
B 4 1 J 2/01 (2006.01)
B 4 1 J 2/015 (2006.01)
B 4 1 J 2/045 (2006.01)
B 4 1 J 2/155 (2006.01)

B 4 1 J 2/055
 B 4 1 J 2/01 4 O 3
 B 4 1 J 2/015 1 O 1
 B 4 1 J 2/01 4 O 1
 B 4 1 J 2/045

請求項の数 8 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-507587 (P2014-507587)
 (86) (22) 出願日 平成25年2月28日(2013.2.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/055595
 (87) 国際公開番号 W02013/146092
 (87) 国際公開日 平成25年10月3日(2013.10.3)
 審査請求日 平成26年7月16日(2014.7.16)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-71540 (P2012-71540)
 (32) 優先日 平成24年3月27日(2012.3.27)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 松元 由佳
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 京セラ株式会社内

審査官 島▲崎▼ 純一

(56) 参考文献 特開2009-285922(JP, A)
)
 特開2007-190901(JP, A)
)
 特開2000-280463(JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出ヘッドの駆動方法および記録装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合って並んでいる液体吐出ヘッドの駆動方法であって、

前記加圧部に送られる駆動信号は、当該加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルスを1つあるいは複数送る前に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないプレパルスと、前記メインパルスを1つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、

各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、

各々の前記加圧部に送られる駆動信号は、

前記プレパルスの前記加圧室の体積を減少させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応している前記加圧部に送られる前記メインパルスま

たは前記キャンセルパルスが送られている間に送られるか、

前記キャンセルパルスの前記加圧室の体積を増加させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記プレパルスが送られている間に送られるか、

のうちの少なくとも一方であることを特徴とする液体吐出ヘッドの駆動方法。

【請求項 2】

前記各々の加圧部に送られる駆動信号は、

前記プレパルスの前記加圧室の体積を減少させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応している前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記キャンセルパルスが送られている間に送られるか、

10

前記キャンセルパルスの前記加圧室の体積を増加させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記プレパルスが送られている間に送られるか、

のうちのいずれか一方であることを特徴とする請求項 1 記載の液体吐出ヘッドの駆動方法。

【請求項 3】

前記各々の加圧部に送られる駆動信号は、

前記プレパルスの前記加圧室の体積を減少させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応している前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記キャンセルパルスが送られている間に送られる場合、前記プレパルスの全体が、前記メインパルスまたは前記キャンセルパルスが送られている間に送られ、

20

前記キャンセルパルスの前記加圧室の体積を増加させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記プレパルスが送られている間に送られる場合、前記キャンセルパルスの全体が前記メインパルスまたは前記プレパルスが送られている間に送られることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液体吐出ヘッドの駆動方法。

【請求項 4】

前記各々の加圧部に送られる駆動信号は、

前記プレパルスの前記加圧室の体積を減少させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応している前記加圧部に送られる前記メインパルスが送られている間に送られる場合、前記プレパルスの全体が、前記メインパルスが送られている間に送られ、

30

前記キャンセルパルスの前記加圧室の体積を増加させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部に送られる前記メインパルスが送られている間に送られる場合、前記キャンセルパルスの全体が前記メインパルスが送られている間に送られることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液体吐出ヘッドの駆動方法。

【請求項 5】

複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合って並んでいる液体吐出ヘッドの駆動方法であって、

40

前記加圧部に送られる駆動信号は、当該加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルス 1 つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、

各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに

50

、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、
各々の前記加圧部に送られる駆動信号は、

前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部のうちの一方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられていない駆動信号の前記キャンセルパルスが、他方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられている駆動信号の前記メインパルスと前記キャンセルパルスとが送られる間、もしくは前記メインパルスを複数送る場合の前記メインパルスと前記メインパルスとが送られる間に送られるとともに、

遅延が与えられている駆動信号の前記キャンセルパルスが、遅延が与えられてない駆動信号の前記キャンセルパルスが送られ終わった後に送られることを特徴とする液体吐出ヘッドの駆動方法。

10

【請求項6】

前記流路部材は、複数の前記加圧室と繋がっている共通流路を有しているとともに、該共通流路には、複数の前記加圧室に繋がっている開口が設けられており、

各々の前記開口に対して、

当該開口に繋がっている前記加圧室に対応する前記加圧部と、

当該開口に繋がっている前記加圧室の属する前記加圧室列と異なる前記加圧室列に属する前記加圧室に繋がっている前記開口のうちで、前記共通流路内における当該開口との距離がもっとも短い前記開口に繋がっている前記加圧室に対応する前記加圧部と

に送られる駆動信号が送られ始めるタイミングの差が、前記加圧室から前記吐出孔までを液体の圧力波が伝わる時間であるALの半分以上になるように遅延を与えられて送られることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の液体吐出ヘッドの駆動方法。

20

【請求項7】

複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合って並んでいる液体吐出ヘッドと、記録媒体を前記液体吐出ヘッドに対して搬送する搬送部と、前記液体吐出ヘッドを制御する制御部とを備えている記録装置であって、

前記制御部の送る駆動信号は、前記加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルスを1つあるいは複数送る前に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないブレパルスと、前記メインパルスを1つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、

30

各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、

前記制御部が各々の前記加圧部に送る駆動信号は

前記ブレパルスの前記加圧室の体積を減少させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応している前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記キャンセルパルスが送られている間に送られるか、

40

前記キャンセルパルスの前記加圧室の体積を増加させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記ブレパルスが送られている間に送られるか、

のうちの少なくとも一方であることを特徴とする記録装置。

【請求項8】

複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板

50

と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合って並んでいる液体吐出ヘッドと、記録媒体を前記液体吐出ヘッドに対して搬送する搬送部と、前記液体吐出ヘッドを制御する制御部とを備えている記録装置であって、

前記制御部の送る駆動信号は、前記加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルスを1つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、

各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、

前記制御部が各々の前記加圧部に送る駆動信号は

前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部のうちの一方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられていない駆動信号の前記キャンセルパルスが、他方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられている駆動信号の前記メインパルスと前記キャンセルパルスとが送られる間、もしくは前記メインパルスを複数送る場合の前記メインパルスと前記メインパルスとが送られる間に送られるとともに、

遅延が与えられている駆動信号の前記キャンセルパルスが、遅延が与えられてない駆動信号の前記キャンセルパルスが送られ終った後に送られることを特徴とする記録装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液滴を吐出させる液体吐出ヘッドの駆動方法および記録装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、インクジェットプリンタやインクジェットプロッタなどの、インクジェット記録方式を利用した印刷装置が、一般消費者向けのプリンタだけでなく、例えば電子回路の形成や液晶ディスプレイ用のカラーフィルタの製造、有機ELディスプレイの製造といった工業用途にも広く利用されている。

【0003】

このようなインクジェット方式の印刷装置には、液体を吐出させるための液体吐出ヘッドが印刷ヘッドとして搭載されている。この種の印刷ヘッドには、インクが充填されたインク流路内に加圧手段としてのヒータを備え、ヒータによりインクを加熱、沸騰させ、インク流路内に発生する気泡によってインクを加圧し、インク吐出孔より、液滴として吐出させるサーマルヘッド方式と、インクが充填されるインク流路の一部の壁を変位素子によって屈曲変位させ、機械的にインク流路内のインクを加圧し、インク吐出孔より液滴として吐出させる圧電方式が一般的に知られている。

【0004】

また、このような液体吐出ヘッドには、記録媒体の搬送方向（副走査方向）と直交する方向（主走査方向）に液体吐出ヘッドを移動させつつ記録を行なうシリアル式、および記録媒体より主走査方向に長い液体吐出ヘッドを固定した状態で、副走査方向に搬送されてくる記録媒体に記録を行なうライン式がある。ライン式は、シリアル式のように液体吐出ヘッドを移動させる必要がないので、高速記録が可能であるという利点を有する。

【0005】

シリアル式、ライン式のいずれの方式の液体吐出ヘッドであっても、液滴を高い密度で印刷するには、液体吐出ヘッドに形成されている、液滴を吐出する吐出孔の密度を高くする必要がある。

【0006】

そこで液体吐出ヘッドを、マニホールドおよびマニホールドから複数の加圧室をそれぞれ介して繋がる吐出孔を有した流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように設けられた、複数の個別電極と複数の個別電極に対向している共通電極とそれらに挟まれている圧電セラミック層とを含む複数の変位素子を有する圧電アクチュエータ基板とを積層して構成したものが知られている（例えば、特許文献1を参照。）。この液体吐出ヘッドでは、複数の吐出孔にそれぞれ繋がった加圧室がマトリックス状に配置され、それを覆うように設けられたアクチュエータユニットの変位素子を圧電体の変形により変位させることで、各吐出孔からインクを吐出させ、主走査方向に600dpiの解像度で印刷が可能とされている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-305852号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1に記載の液体吐出ヘッドでは、加圧室が密集して設けられており、しかも複数の加圧室を覆うように圧電アクチュエータ基板が積層されているため、液体吐出素子間でクロストークが生じ、記録精度が十分でなくなる場合があった。

【0009】

20

クロストークを抑制する方法としては、例えば、加圧室の中の液体を加圧する加圧部を駆動する駆動信号を遅延させて送ることが考えられる。また、液体を吐出する信号として、メインパルスとキャンセルパルスで構成された信号を送ることが考えられる。しかし、これらを同時に行なおうとすると、隣接する液体吐出素子に送られるメインパルスおよびキャンセルパルスが、遅延されることで複雑に重なって送られることになるため、吐出特性がばらつくおそれがあった。

【0010】

したがって、本発明の目的は、駆動信号を遅延させて駆動する際に、液体吐出特性ばらつきを小さくできる液体吐出ヘッドの駆動方法および記録装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0011】

本発明の一つの液体吐出ヘッドの駆動方法は、複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合っており、並んでいる液体吐出ヘッドの駆動方法であって、前記加圧部に送られる駆動信号は、当該加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルスを1つあるいは複数送る前に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないプレパルスと、前記メインパルスを1つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、各々の前記加圧部に送られる駆動信号は、前記プレパルスの前記加圧室の体積を減少させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向（行方向とその反対方向も含む）に隣り合っている前記加圧室に対応している前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記キャンセルパルスが送られている間に送られるか、前記キャンセルパルスの前記加圧室の体積を増加させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部に送られ

40

50

る前記メインパルスまたは前記プレパルスが送られている間に送られるか、のうちの少なくとも一方であることを特徴とする。

【0012】

また、本発明の他の液体吐出ヘッドの駆動方法は、複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合って並んでいる液体吐出ヘッドの駆動方法であって、前記加圧部に送られる駆動信号は、当該加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルス1つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、各々の前記加圧部に送られる駆動信号は、前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部のうちの一方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられていない駆動信号の前記キャンセルパルスが、他方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられている駆動信号の前記メインパルスと前記キャンセルパルスとが送られる間、もしくは前記メインパルスを複数送る場合の前記メインパルスと前記メインパルスとが送られる間に送られるとともに、遅延が与えられている駆動信号の前記キャンセルパルスが、遅延が与えられてない駆動信号の前記キャンセルパルスが送られ終わった後に送られることを特徴とする。

10

20

【0013】

さらに、本発明の一つの記録装置は、複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合って並んでいる液体吐出ヘッドと、記録媒体を前記液体吐出ヘッドに対して搬送する搬送部と、前記液体吐出ヘッドを制御する制御部とを備えている記録装置であって、前記制御部の送る駆動信号は、前記加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルスを1つあるいは複数送る前に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないプレパルスと、前記メインパルスを1つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、前記制御部が各々の前記加圧部に送る駆動信号は前記プレパルスの前記加圧室の体積を減少させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応している前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記キャンセルパルスが送られている間に送られるか、前記キャンセルパルスの前記加圧室の体積を増加させる信号が、当該加圧室に対して前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部に送られる前記メインパルスまたは前記プレパルスが送られている間に送られるか、のうちの少なくとも一方であることを特徴とする。

30

40

【0014】

またさらに、本発明の他の記録装置は、複数の吐出孔および該複数の吐出孔にそれぞれ繋がっている複数の加圧室を有している流路部材と、前記複数の加圧室を覆うように前記流路部材に積層されており、前記複数の加圧室の中の液体をそれぞれ加圧する複数の加圧部を有している圧電アクチュエータ基板と、を備え、前記流路部材は、複数の前記加圧室

50

が直線状に並んでいる複数の加圧室列を含み、該複数の加圧室列が行方向に隣り合って並んでいる液体吐出ヘッドと、記録媒体を前記液体吐出ヘッドに対して搬送する搬送部と、前記液体吐出ヘッドを制御する制御部と、を備えている記録装置であって、

前記制御部の送る駆動信号は、前記加圧部に対応する前記加圧室の体積を増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させるメインパルスと、該メインパルスを1つあるいは複数送った後に送られる、当該加圧室の体積を前記メインパルスよりも短い時間増加させた後、当該加圧室の体積を減少させて液体を吐出させないキャンセルパルスとを含んでおり、各々の前記加圧室列に対応する前記加圧部には同時に駆動信号が送られ始めるとともに、隣り合っている前記加圧室列間には遅延を与えて駆動信号が送られ、前記制御部が各々の前記加圧部に送る駆動信号は、前記行方向に隣り合っている前記加圧室に対応する前記加圧部のうちの一方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられていない駆動信号の前記キャンセルパルスが、他方の前記加圧部に送られる、遅延が与えられている駆動信号の前記メインパルスと前記キャンセルパルスとが送られる間、もしくは前記メインパルスを複数送る場合の前記メインパルスと前記メインパルスとが送られる間に送られるとともに、遅延が与えられている駆動信号の前記キャンセルパルスが、遅延が与えられてない駆動信号の前記キャンセルパルスが送られ終った後に送られることを特徴とする記録装置。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、駆動信号を遅延させて液体吐出ヘッドの加圧部を駆動する際に、液体吐出特性ばらつきを小さくできる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施の形態に係る記録装置であるプリンタの概略構成図である。

【図2】図1の液体吐出ヘッドを構成する液体吐出ヘッド本体を示す平面図である。

【図3】図2の一点鎖線で囲まれた領域の拡大上面図である。

【図4】図2の一点鎖線で囲まれた領域の拡大透視図であり、説明のために一部の流路を省略した図である。

【図5】図3のV-V線に沿った縦断面図である。

【図6】(a)は、本発明の一時実施形態の駆動信号であり、(b)は、(a)の駆動信号により生じる変位素子の変位である。

30

【図7】本発明の一実施形態の駆動信号であり、隣接する変位素子に送られる遅延時間の短い駆動信号および遅延時間の長い駆動信号の例である。

【図8】本発明の他の実施形態の駆動信号であり、隣接する変位素子に送られる遅延時間の短い駆動信号および遅延時間の長い駆動信号の例である。

【図9】(a)～(c)は、本発明の駆動方法の実施形態の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図1は、本発明の一実施形態である記録装置であるカラーインクジェットプリンタの概略構成図である。このカラーインクジェットプリンタ1（以下、プリンタ1とする）は、4つの液体吐出ヘッド2を有している。これらの液体吐出ヘッド2は、印刷用紙Pの搬送方向に沿って並べられ、プリンタ1に固定されている。液体吐出ヘッド2は、図1の手前から奥へ向かう方向に細長い形状を有している。

40

【0018】

プリンタ1には、印刷用紙Pの搬送経路に沿って、給紙ユニット114、搬送ユニット120および紙受け部116が順に設けられている。また、プリンタ1には、液体吐出ヘッド2や給紙ユニット114などのプリンタ1の各部における動作を制御するための制御部100が設けられている。

【0019】

給紙ユニット114は、複数枚の印刷用紙Pを収容することができる用紙収容ケース1

50

15と、給紙ローラ145とを有している。給紙ローラ145は、用紙収容ケース115に積層して収容された印刷用紙Pのうち、最も上にある印刷用紙Pを1枚ずつ送り出すことができる。

【0020】

給紙ユニット114と搬送ユニット120との間には、印刷用紙Pの搬送経路に沿って、二対の送りローラ118aおよび118b、ならびに、119aおよび119bが配置されている。給紙ユニット114から送り出された印刷用紙Pは、これらの送りローラによってガイドされて、さらに搬送ユニット120へと送り出される。

【0021】

搬送ユニット120は、エンドレスの搬送ベルト111と2つのベルトローラ106および107を有している。搬送ベルト111は、ベルトローラ106および107に巻き掛けられている。搬送ベルト111は、2つのベルトローラに巻き掛けられたとき所定の張力で張られるような長さに調整されている。これによって、搬送ベルト111は、2つのベルトローラの共通接線をそれぞれ含む互いに平行な2つの平面に沿って、弛むことなく張られている。これら2つの平面のうち、液体吐出ヘッド2に近い方の平面が、印刷用紙Pを搬送する搬送面127である。

【0022】

ベルトローラ106には、図1に示されるように、搬送モータ174が接続されている。搬送モータ174は、ベルトローラ106を矢印Aの方向に回転させることができる。また、ベルトローラ107は、搬送ベルト111に連動して回転することができる。したがって、搬送モータ174を駆動してベルトローラ106を回転させることにより、搬送ベルト111は、矢印Aの方向に沿って移動する。

【0023】

ベルトローラ107の近傍には、ニップローラ138とニップ受けローラ139とが、搬送ベルト111を挟むように配置されている。ニップローラ138は、図示しないバネによって下方に付勢されている。ニップローラ138の下方のニップ受けローラ139は、下方に付勢されたニップローラ138を、搬送ベルト111を介して受け止めている。2つのニップローラは回転可能に設置されており、搬送ベルト111に連動して回転する。

【0024】

給紙ユニット114から搬送ユニット120へと送り出された印刷用紙Pは、ニップローラ138と搬送ベルト111との間に挟み込まれる。これによって、印刷用紙Pは、搬送ベルト111の搬送面127に押し付けられ、搬送面127上に固着する。そして、印刷用紙Pは、搬送ベルト111の回転に従って、液体吐出ヘッド2が設置されている方向へと搬送される。なお、搬送ベルト111の外周面113に粘着性のシリコンゴムによる処理を施してもよい。これにより、印刷用紙Pを搬送面127に確実に固着させることができる。

【0025】

4つの液体吐出ヘッド2は、搬送ベルト111による搬送方向に沿って互いに近接して配置されている。各液体吐出ヘッド2は、下端に液体吐出ヘッド本体13を有している。液体吐出ヘッド本体13の下面には、液体を吐出する多数の吐出孔8が設けられている（図3参照）。

【0026】

1つの液体吐出ヘッド2に設けられた吐出孔8からは、同じ色の液滴（インク）が吐出されるようになっている。各液体吐出ヘッド2の吐出孔8は一方方向（印刷用紙Pと平行で印刷用紙P搬送方向に直交する方向であり、液体吐出ヘッド2の長手方向）に等間隔で配置されているため、一方方向に隙間なく印刷することができる。各液体吐出ヘッド2から吐出される液体の色は、それぞれ、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、シアン（C）およびブラック（K）である。各液体吐出ヘッド2は、液体吐出ヘッド本体13の下面と搬送ベルト111の搬送面127との間にわずかな隙間をおいて配置されている。

【0027】

搬送ベルト111によって搬送された印刷用紙Pは、液体吐出ヘッド2と搬送ベルト111との間の隙間を通過する。その際に、液体吐出ヘッド2を構成する液体吐出ヘッド本体13から印刷用紙Pの上面に向けて液滴が吐出される。これによって、印刷用紙Pの上面には、制御部100によって記憶された画像データに基づくカラー画像が形成される。

【0028】

搬送ユニット120と紙受け部116との間には、剥離プレート140と二対の送りローラ121aおよび121bならびに122aおよび122bとが配置されている。カラー画像が印刷された印刷用紙Pは、搬送ベルト111によって剥離プレート140へと搬送される。このとき、印刷用紙Pは、剥離プレート140の右端によって、搬送面127から剥離される。そして、印刷用紙Pは、送りローラ121a～122bによって、紙受け部116に送り出される。このように、印刷済みの印刷用紙Pが順次紙受け部116に送られ、紙受け部116に重ねられる。

10

【0029】

なお、印刷用紙Pの搬送方向についてもっとも上流側にある液体吐出ヘッド2とニップローラ138との間には、紙面センサ133が設置されている。紙面センサ133は、発光素子および受光素子によって構成され、搬送経路上の印刷用紙Pの先端位置を検出することができる。紙面センサ133による検出結果は制御部100に送られる。制御部100は、紙面センサ133から送られた検出結果により、印刷用紙Pの搬送と画像の印刷とが同期するように、液体吐出ヘッド2や搬送モータ174等を制御することができる。

20

【0030】

次に本発明の液体吐出ヘッドを構成する液体吐出ヘッド本体13について説明する。図2は、図1に示された液体吐出ヘッド本体13を示す上面図である。図3は、図2の一点鎖線で囲まれた領域の拡大上面図であり、液体吐出ヘッド本体13の一部である。図4は、図3と同じ位置の拡大透視図で、吐出孔8の位置が分かりやすいように、一部の流路を省略して描いている。なお、図3および図4において、図面を分かりやすくするために、圧電アクチュエータ基板21の下方にあって破線で描くべき加圧室10（加圧室群9）、しぼり12および吐出孔8を実線で描いている。図5は図3のV-V線に沿った縦断面図である。

【0031】

30

液体吐出ヘッド本体13は、平板状の流路部材4と、流路部材4上に、アクチュエータユニットである圧電アクチュエータ基板21とを有している。圧電アクチュエータ基板21は台形形状を有しており、その台形の1対の平行対向辺が流路部材4の長手方向に平行になるように流路部材4の上面に配置されている。また、流路部材4の長手方向に平行な2本の仮想直線のそれぞれに沿って2つずつ、つまり合計4つの圧電アクチュエータ基板21が、全体として千鳥状に流路部材4上に配列されている。流路部材4上で隣接し合う圧電アクチュエータ基板21の斜辺同士は、流路部材4の短手方向について部分的にオーバーラップしている。このオーバーラップしている部分の圧電アクチュエータユニット21を駆動することにより印刷される領域では、2つの圧電アクチュエータ基板21により吐出された液滴が混在して着弾することになる。

40

【0032】

流路部材4の内部には液体流路の一部であるマニホールド（共通流路）5が形成されている。マニホールド5は流路部材4の長手方向に沿って延び細長い形状を有しており、流路部材4の上面にはマニホールド5の開口5bが形成されている。開口5bは、流路部材4の長手方向に平行な2本の直線（仮想線）のそれぞれに沿って5個ずつ、合計10個形成されている。開口5bは、4つの圧電アクチュエータ基板21が配置された領域を避ける位置に形成されている。マニホールド5には開口5bを通じて図示されていない液体タンクから液体が供給されるようになっている。

【0033】

流路部材4内に形成されたマニホールド5は、複数本に分岐している（分岐した部分の

50

マニホールド 5 を副マニホールド 5 a ということがある)。開口 5 b に繋がるマニホールド 5 は、圧電アクチュエータ基板 2 1 の斜辺に沿うように延在しており、流路部材 4 の長手方向と交差して配置されている。2 つの圧電アクチュエータ基板 2 1 に挟まれた領域では、1 つのマニホールド 5 が、隣接する圧電アクチュエータ基板 2 1 に共有されており、副マニホールド 5 a がマニホールド 5 の両側から分岐している。これらの副マニホールド 5 a は、流路部材 4 の内部の各圧電アクチュエータ基板 2 1 に対向する領域に互いに隣り合って液体吐出ヘッド本体 1 3 の長手方向に延在している。

【0034】

流路部材 4 は、複数の加圧室 1 0 がマトリクス状（すなわち、2 次元的かつ規則的）に形成されている 4 つの加圧室群 9 を有している。加圧室 1 0 は、角部にアールが施されたほぼ菱形の平面形状を有する中空の領域である。加圧室 1 0 は流路部材 4 の上面に開口するように形成されている。これらの加圧室 1 0 は、流路部材 4 の上面における圧電アクチュエータ基板 2 1 に対向する領域のほぼ全面にわたって配列されている。したがって、これらの加圧室 1 0 によって形成された各加圧室群 9 は圧電アクチュエータ基板 2 1 とほぼ同一の大きさおよび形状の領域を占有している。また、各加圧室 1 0 の開口は、流路部材 4 の上面に圧電アクチュエータ基板 2 1 が接着されることで閉塞されている。

【0035】

本実施形態では、図 3 に示されているように、マニホールド 5 は、流路部材 4 の短手方向に互いに平行に並んだ 4 列の E 1 ~ E 4 の副マニホールド 5 a に分岐し、各副マニホールド 5 a に繋がった加圧室 1 0 は、等間隔に流路部材 4 の長手方向に直線状に並ぶ加圧室 1 0 の列を構成し、その列は、短手方向に互いに平行に、隣り合うように 4 列配列されている。副マニホールド 5 a に繋がった加圧室 1 0 の並ぶ列は副マニホールド 5 a の両側に 2 列ずつ配列されている。

【0036】

全体では、マニホールド 5 から繋がる加圧室 1 0 は、等間隔に流路部材 4 の長手方向に並ぶ加圧室 1 0 の列を構成し、その加圧室列は、流路部材 4 の短手方向に互いに平行に、行方向に 1 6 列配列されている。各加圧室列に含まれる加圧室 1 0 の数は、アクチュエータである変位素子 5 0 の外形形状に対応して、その長辺側から短辺側に向かってしだいに少なくなるように配置されている。吐出孔 8 もこれと同様に配置されている。これによって、全体として長手方向に 600 dpi の解像度で画像形成が可能となっている。すなわち、各副マニホールド 5 a には平均すれば 150 dpi に相当する間隔で個別流路 3 2 が接続されている。これは、600 dpi 分の吐出孔 8 を 4 つ列の副マニホールド 5 a に分けて繋ぐ設計をする際に、各副マニホールド 5 a に繋がる個別流路 3 2 が等しい間隔で繋がるとは限らないため、マニホールド 5 a の延在方向、すなわち主走査方向に平均 170 μm (150 dpi ならば $25.4\text{mm}/150 = 169\mu\text{m}$ 間隔である) 以下の間隔で個別流路 3 2 が形成されているということである。

【0037】

圧電アクチュエータ基板 2 1 の上面における各加圧室 1 0 に対向する位置には後述する個別電極 3 5 がそれぞれ形成されている。個別電極 3 5 は加圧室 1 0 より一回り小さく、加圧室 1 0 とほぼ相似な形状を有しており、圧電アクチュエータ基板 2 1 の上面における加圧室 1 0 と対向する領域内に収まるように配置されている。

【0038】

流路部材 4 の下面には多数の吐出孔 8 が形成されている。これらの吐出孔 8 は、流路部材 4 の下面側に配置された副マニホールド 5 a と対向する領域を避けた位置に配置されている。また、これらの吐出孔 8 は、流路部材 4 の下面側における圧電アクチュエータ基板 2 1 と対向する領域内に配置されている。これらの吐出孔群 7 は圧電アクチュエータ基板 2 1 とほぼ同一の大きさおよび形状の領域を占有しており、対応する圧電アクチュエータ基板 2 1 の変位素子 5 0 を変位させることにより吐出孔 8 から液滴が吐出できる。吐出孔 8 の配置については後で詳述する。そして、それぞれの領域内の吐出孔 8 は、流路部材 4 の長手方向に平行な複数の直線に沿って等間隔に配列されている。

【0039】

液体吐出ヘッド本体13に含まれる流路部材4は、複数のプレートが積層された積層構造を有している。これらのプレートは、流路部材4の上面から順に、キャビティプレート22、ベースプレート23、アパーチャ（しぼり）プレート24、サプライプレート25、26、マニホールドプレート27、28、29、カバープレート30およびノズルプレート31である。これらのプレートには多数の孔が形成されている。各プレートは、これらの孔が互いに連通して個別流路32および副マニホールド5aを構成するように、位置合わせして積層されている。液体吐出ヘッド本体13は、図5に示されているように、加圧室10は流路部材4の上面に、副マニホールド5aは内部の下面側に、吐出孔8は下面にと、個別流路32を構成する各部分が異なる位置に互いに近接して配設され、加圧室10を介して副マニホールド5aと吐出孔8とが繋がる構成を有している。

10

【0040】

各プレートに形成された孔について説明する。これらの孔には、次のようなものがある。第1に、キャビティプレート22に形成された加圧室10である。第2に、加圧室10の一端から副マニホールド5aへと繋がる流路を構成する連通孔である。この連通孔は、ベースプレート23（詳細には加圧室10の入り口）からサプライプレート25（詳細には副マニホールド5aの出口）までの各プレートに形成されている。なお、この連通孔には、アパーチャプレート24に形成されたしぼり12と、サプライプレート25、26に形成された個別供給流路6とが含まれている。

20

【0041】

第3に、加圧室10の他端から吐出孔8へと連通する流路を構成する連通孔であり、この連通孔は、以下の記載においてディセンダ（部分流路）と呼称される。ディセンダは、ベースプレート23（詳細には加圧室10の出口）からノズルプレート31（詳細には吐出孔8）までの各プレートに形成されている。第4に、副マニホールド5aを構成する連通孔である。この連通孔は、マニホールドプレート27～30に形成されている。

【0042】

このような連通孔が相互に繋がり、副マニホールド5aからの液体の流入口（副マニホールド5aの出口）から吐出孔8に至る個別流路32を構成している。副マニホールド5aに供給された液体は、以下の経路で吐出孔8から吐出される。まず、副マニホールド5aから上方向に向かって、個別供給流路6を通り、しぼり12の一端部に至る。次に、しぼり12の延在方向に沿って水平に進み、しぼり12の他端部に至る。そこから上方に向かって、加圧室10の一端部に至る。さらに、加圧室10の延在方向に沿って水平に進み、加圧室10の他端部に至る。そこから少しずつ水平方向に移動しながら、主に下方に向かい、下面に開口した吐出孔8へと進む。

30

【0043】

圧電アクチュエータ基板21は、図5に示されるように、2枚の圧電セラミック層21a、21bからなる積層構造を有している。これらの圧電セラミック層21a、21bはそれぞれ20μm程度の厚さを有している。圧電アクチュエータ基板21全体の厚さは40μm程度であり、100μm以下であることにより、変位量を大きくすることができる。圧電セラミック層21a、21bのいずれの層も複数の加圧室10を跨ぐように延在している（図3参照）。これらの圧電セラミック層21a、21bは、強誘電性を有するチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系のセラミックス材料からなる。

40

【0044】

圧電アクチュエータ基板21は、Ag-Pd系などの金属材料からなる共通電極34、Au系などの金属材料からなる個別電極35を有している。個別電極35は上述のように圧電アクチュエータ基板21の上面における加圧室10と対向する位置に配置されている。個別電極35の一端は、加圧室10と対向する領域外に引き出されて引出電極35bになっており、引出電極35bの上には接続電極36が形成されている。接続電極36は例えばガラスフリットを含む金からなり、厚さが15μm程度で凸状に形成されている。また、接続電極36は、図示されていないFPC（Flexible Printed Circuit）に設けられ

50

た電極と電氣的に接合されている。

【0045】

詳細は後述するが、個別電極35には、制御部100から外部配線であるFPC (Flexible Printed Circuit) を通じて駆動信号 (駆動電圧) が供給される。駆動信号は、印刷媒体Pの搬送速度と同期して一定の周期で供給される。共通電極34は、圧電セラミック層21aと圧電セラミック層21bとの間の領域に面方向のほぼ全面にわたって形成されている。すなわち、共通電極34は、圧電アクチュエータ基板21に対向する領域内の全ての加圧室10を覆うように延在している。共通電極34の厚さは2 μm 程度である。共通電極34は図示しない領域において接地され、グランド電位に保持されている。本実施形態では、圧電セラミック層21b上において、個別電極35からなる電極群を避ける位置に個別電極35とは異なる表面電極 (不図示) が形成されている。表面電極は、圧電セラミック層21bの内部に形成されたスルーホールを介して共通電極34と電氣的に接続されているとともに、多数の個別電極35と同様に外部配線と接続されている。

10

【0046】

なお、後述のように、個別電極35に選択的に所定の駆動信号が供給されることにより、この個別電極35に対応する加圧室10内の液体に圧力が加えられる。これによって、個別流路32を通じて、対応する液体吐出口8から液滴が吐出される。すなわち、圧電アクチュエータ基板21における各加圧室10に対向する部分は、各加圧室10および液体吐出口8に対応する個別の変位素子50 (アクチュエータ) に相当する。つまり、2枚の圧電セラミック層からなる積層体中には、図5に示されているような構造を単位構造とする変位素子50が加圧室10毎に、加圧室10の直上に位置する振動板21a、共通電極34、圧電セラミック層21b、個別電極35により作り込まれており、圧電アクチュエータ基板21には変位素子50が複数含まれている。なお、本実施形態において1回の吐出動作によって液体吐出口8から吐出される液体の量は5~7 pL (ピコリットル) 程度である。

20

【0047】

平面視したとき、個別電極35は加圧室10と重なるように配置されており、加圧室10の中央に位置している部位の、個別電極35と共通電極34とに挟まれている圧電セラミック層21bは、圧電アクチュエータ基板21の積層方向に分極されている。分極の向きは上下どちらに向かっているともよく、その方向に対応し駆動信号を与えることで駆動できる。

30

【0048】

本実施形態における駆動信号を、図6 (a) および (b) を用いて説明する。図6 (a) は駆動信号であり、図6 (b) は、その駆動信号を加えた際に生じる変位素子の変位である。なお、実際の駆動信号には、信号の立ち上がり、立ち下がりなどの信号のなまりが生じることがあるが、図ではそのようなものが含まれない、模式的なものを示している。また、実際の変位は、前記信号のなまりに対応した変位のなまりや、加圧室10内の液体および変位素子50自身が変形し難いことによる変位のなまりや、後述する加圧室10内の液体から受ける力などの外力により生じる変位が含まれるが、図ではそのようなものが含まれない、模式的なものを示している。これは、なまりのない信号を入力した際の、加圧室10に液体が入っていない状態の変位に相当する。

40

【0049】

本実施形態における駆動信号は、メインパルスとメインパルスの後に送られるキャンセルパルスとを含んでいる。メインパルスは引き打ちと呼ばれる吐出駆動を行なうものである。また、メインパルスの前にプレパルスを含んでもよい。

【0050】

まず、メインパルスについて説明する。メインパルスは、予め個別電極35を共通電極34より高い電圧V1 (V (ボルト)、以下で単位は省略することがある) にしておくことで、変位素子50が加圧室10側にd1 (μm)、以下で単位は省略することがある) 変位して、加圧室の体積が減少した状態で待機し、吐出要求がある場合、時刻t3で個

50

別電極 3 5 を共通電極 3 4 と一旦同じ電位 V_2 とすることで、変位を $d_2 (= 0)$ にして、加圧室 1 0 の体積を増加させ、その後、時刻 t_4 で再び高電位とすることで、加圧室 1 0 の体積を減少させる。時刻 t_3 で加圧室 1 0 の体積が増加することで、加圧室 1 0 内の液体は負圧になる。これにより、吐出孔 8 から加圧室 1 0 に向かう方向の圧力波が生じる。この圧力波が加圧室 1 0 に達し、反射されるタイミングに合わせて、時刻 t_4 で加圧室 1 0 の体積が減少させられる。これにより反射した圧力波と加圧室 1 0 の体積が減少したことにより生じる圧力波が重なって吐出孔 8 に向かって進み、液滴が吐出される。

【0051】

なお、以上の説明は、 t_4 と反射する時刻とが完全に一致している場合について説明しているが、実際には、これらの時刻はある程度ずれてもよい。個別流路 3 2 内において圧力波がしぼり 1 2 の加圧室 1 0 側の端から吐出孔 8 まで伝播する時間長さを AL (Acoustic Length) といい、これはしぼり 1 2 から吐出孔 8 までの液体の体積固有振動周期の半分でもある。理想的状態では $t_4 - t_3$ を AL と一致させることで、液体吐出速度は最大になると考えられるが、実際には $t_4 - t_3$ を $0.7AL \sim 1.3AL$ 程度の範囲にして使用される。 AL は、流路の形状と液体の物性から算出することもできるし、 $t_4 - t_3$ の値を変えて吐出試験を行ない、液滴の速度がもっとも速くなる時間として、実験的に求めることもできる。なお、図 1 ～ 5 に示した個別流路 3 2 の AL は約 $6.7 \mu s$ である。

【0052】

以上のようなメインパルスにより、液滴の吐出は可能であるが、本実施形態では、メインパルスの後に、キャンセルパルスを送る。キャンセルパルスは、メインパルスの後の時刻 t_5 で電圧 V_2 を加え、加圧室 1 0 の体積を増加させた後、時刻 t_6 で電圧 V_1 を加え、加圧室 1 0 の体積を減少させる。キャンセルパルスの長さ $t_6 - t_5$ は、メインパルスの長さ $t_4 - t_3$ より短く設定される。

【0053】

キャンセルパルスは、例えば、次のような理由により加えられる。前述の説明では、吐出孔 8 に達した圧力波により、液滴が吐出されると簡単に説明したが、より詳しくは、吐出孔 8 から先に伸びる液柱が形成され、この液柱の後端がちぎれて、液柱が飛翔していくことになる。この際、液柱の後端部の液体の速度は、液柱の中央部の液体の速度と比較して遅くなっている場合があり、液柱の後端部と液柱の中央部とが別々の液滴になってしまう分滴が生じることがある。これらの液滴が印刷用紙 P の別々の場所に着弾すると、本来 1 つの画素となるべき吐出により 2 つの画素が形成されてしまい、記録精度が低くなることがある。このような場合、キャンセルパルスにより、メインパルスにより形成された液柱の後端部分を吐出孔 8 に引き込んだり、液柱の後端部分となるはずの圧力波をディセンダ内部で引き戻すことにより、分滴を抑制することができる。

【0054】

キャンセルパルスの長さ $t_6 - t_5$ は、短いと上述の効果が小さく、長くなると引き戻しの効果が大きくなりすぎて、液滴の吐出速度が下がってしまったり、長くなることで AL に近づくとキャンセルパルスにより吐出が生じたりする。そのためキャンセルパルスの長さは、図 1 ～ 5 に示した液体吐出ヘッドでは、 $1.0 \sim 2.5 \mu s$ 程度に設定される。また、その長さは、上述の理由で、 $0.1AL$ 以上、好ましくは $0.2AL$ 以上とされ、 $0.5AL$ 以下、好ましくは $0.4AL$ 以下、より好ましくは $0.3AL$ 以下にされる。

【0055】

メインパルスからキャンセルパルスまでの時間 $t_5 - t_4$ は、液柱を引き込む動作をさせるために、 AL 以下の時間に設定される。 $t_5 - t_4$ が短いと液柱を引き戻す効果が大きくなりすぎて、液滴の吐出速度が下がるため、 $t_5 - t_4$ は $0.1AL$ 以上にするのが好ましく、特に $0.25AL$ 以上にするのが好ましい。また、 $t_2 - t_1$ が短いと液柱を引き戻す効果が小さくなるため、 $t_5 - t_4$ は $0.6AL$ 以下にするのが好ましく、特に $0.5AL$ 以下にするのが好ましい。

【0056】

駆動信号には、上述のメインパルスとキャンセルパルスとが含まれる。駆動信号は、基本的に、印刷用紙 P 上に 1 つの画素を形成するために送られるもので、所定の駆動周期毎に送られたり、送られなかったりすることで、画素を記録させたり、記録させなかったりする。メインパルスとキャンセルパルスの組み合わせは、もっとも単純なものでは、メインパルスの後にキャンセルパルスが送られる。他に、複数のメインパルスを送った後に、キャンセルパルスを送ったり、メインパルスの後にキャンセルパルスを送るパルスの組を 2 回以上送ってもよい。そのような場合、各メインパルスで吐出された液滴は、飛翔中に一体化して 1 つの液滴になったり、印刷用紙 P 上で広がって一体化するなどして、印刷用紙 P 上で 1 つの画素を形成する。

【0057】

10

駆動信号には、さらに、プレパルスが含まれていてもよい。プレパルスは、メインパルスの前の時刻 t_1 で電圧 V_2 を加え、加圧室 10 の体積を増加させた後、時刻 t_2 で電圧 V_1 を加え、加圧室 10 の体積を減少させる。プレパルスの長さ $t_2 - t_1$ は、メインパルスの長さ $t_4 - t_3$ より短く設定される。

【0058】

プレパルスは、例えば、次のような理由により加えられる。1 つには、メインパルスで生じた液柱の先端部の液体の速度が、液柱の中央部の液体の速度と比較して速くなってしまい、液柱の先端部と液柱の中央部とが別々の液滴になってしまう分滴が生じることを抑制することである。メインパルスにより生じる液体の体積速度が、標準的には、しだいに大きくなり、最大に達した後、小さくなっていくものであることから、このようなことは比較的

20

【0059】

プレパルスを加える別の理由は、前の画素を形成した吐出の後に残っている液体の残留振動の影響を小さくするためである。残留振動は、前の駆動周期において、液体を吐出したかどうかや、諧調表現などのために異なる複数の駆動信号を用いている場合に、どの駆動信号を使用したか、さらには、周囲の変位素子 50 の変位や、マニホールド 5 から伝わってくる液体の振動により様々な影響が合わさったものであるため、一定の状態とはなり

30

【0060】

残留振動の影響を小さくすることは、駆動信号の長さや AL に対する、駆動周期の長さの比が小さい場合は重要である。駆動周期が、駆動信号（複数の異なる駆動信号の用いる場合は、もっとも長い駆動信号）の 3 倍以下、特に 2 倍以下になれば残留振動の影響は大きくなる。なお、駆動周期が駆動信号の 2 倍以下であるというとは、駆動信号が送られている間の時間の長さよりも、駆動信号間の時間の長さの方が短いということである。また、別の言い方をすると、駆動信号間の時間の長さが AL の 4 倍以下、特に 2 倍以下になれば残留振動の影響は大きくなる。 AL は固有振動周期の半分であり、 AL の 4 倍以下、2 倍以下とは、それぞれ、固有振動 2 周期分、1 周期分にあたり、固有振動が減衰する時間がそれだけしかなく、短いということである。また、駆動信号の長さは、メインパルスが 1 つであっても、 AL 以上であり、 $2AL$ 程度もしくはそれより長くなるので、駆動周期が、 AL の 6 倍以下、特に 4 倍以下になれば残留振動の影響は大きくなる。

40

【0061】

いずれの効果を目的としても、プレパルスの長さ $t_2 - t_1$ は、短いと上述の効果が小

50

さく、長くなるとメインパルスの圧力波の先端の体積速度を減ずる効果が大きくなりすぎて、液滴の吐出速度が下がってしまったり、長くなることでALに近づくプレパルスによる吐出が生じたりする。そのためプレパルスの長さは、図1～5に示した液体吐出ヘッドでは、0.5～2.5 μ s程度に設定される。また、その長さは、上述の理由に、0.05AL以上、好ましくは0.1AL以上とされ、0.5AL以下、好ましくは0.4AL以下、より好ましくは0.3AL以下にされる。

【0062】

プレパルスからメインパルスまでの時間 $t_3 - t_2$ は、AL以下の時間にすれば、メインパルスで生じる圧力波の先端の体積速度を減ずることができる。また、残留振動の影響を抑制しようとする場合、そもそも駆動周期が短いため、メインパルスから時間的に離す余裕はあまりない。 $t_3 - t_2$ が短いと、液滴の吐出速度が下がったり、分滴を抑制するプレパルスの効果が弱くなるため、 $t_3 - t_2$ は0.05AL以上にすることが好ましく、特に0.1AL以上にすることが好ましい。また、 $t_3 - t_2$ が長いとプレパルスの効果が弱くなるため、 $t_3 - t_2$ は0.6AL以下にすることが好ましく、特に0.4AL以下にすることが好ましい。

【0063】

なお、以上の説明は、電圧を2つの値の間で切り替えて、変位素子50を2つの変位位置の間を動かす例を示したが、加圧室10の体積変化が上述の吐出動作をするものであれば、駆動電圧は、さらに多くの電圧値を使用したり、電圧の変化率の調整などをしてよい。

【0064】

このような駆動信号により記録を行なうとクロストークが生じることがある。主なクロストークとしては、圧変位素子50が変位する際に、変位素子50が収縮するので、その応力が隣接する変位素子に影響するもの、加圧室10の中の液体の振動が流路部材4を通じて隣接する加圧室10に伝わるもの、加圧室10の中の液体の振動がしぼり12を介して副マニホールド5aに伝わり、さらに副マニホールド5aに繋がっている加圧室10に伝わるものがある。このようなクロストークを抑制するために、駆動信号に遅延時間の遅延を与えて変位素子50に送ることが考えられる。これは、ある時刻 t に駆動信号を送るところを時刻 $(t + \text{遅延時間})$ に駆動信号を送るものであり、マトリックス状に配置された加圧室10のうち隣接した加圧室10に繋がっている変位素子50に同時に駆動信号を送らないようにすることで、前述の主なクロストークのうち最初の2つのクロストークを抑制することに効果がある。

【0065】

なお、ここで言う隣接する加圧室10とは、詳細には、異なる加圧室列に属する加圧室10であって隣接する加圧室10のことであり、また、加圧室列が並ぶ方向である行方向に隣り合っている加圧室10のことである。さらに、間の距離がもっとも近い加圧室10のことであり、より具体的には、略菱形（より一般的には略平行四辺形の）の辺が対向して隣り合う加圧室10のことである。そして、このような駆動は、例えば、図3のF1、F3、F5、F7、F9、F11、F13、F15の加圧室列に対応する変位素子50に遅延させない駆動信号を送り、F2、F4、F6、F8、F10、F12、F14、F16の加圧室列に対応する変位素子50に遅延を与えて駆動信号を送り始めればよい。

【0066】

加圧室列間に遅延を与えて駆動信号を送るとは、上述のことを意味する。加圧室列が3列以上ある場合、一番最初に駆動される基準の加圧室列に対して、他の行の加圧室列に遅延時間が設定される。また、行方向に隣り合っている2つの加圧室列には、（遅延を与えない場合も、遅延時間が0であると考えて）異なる遅延時間が設定される。その2つの加圧室列のみに着目すれば、遅延時間の長い加圧室列には、遅延時間の短い加圧室列に対して、2つの加圧室列の遅延時間の差の遅延を与えられることになる。

【0067】

ここで言う駆動信号は、一連の電圧変化のうち、最初に待機状態とは異なる電圧が加わ

10

20

30

40

50

り始めてから、最後に待機状態に戻るまでの信号のことを指す。すなわち、遅延を与えて駆動信号を送り始めるとは、最初に加わる電圧変化のタイミングを遅らせるよう、遅延させて駆動信号を送ることを意味する。これには、例えば、電圧が待機状態から変わり始めてから待機状態に戻るまでの電圧変化のデータを記録しておき、そのデータに基づいて、駆動波形を送るタイミングを、タイマーやクロックなどを用いて送らせればよい。また、記録しておくデータの最初の部分を、待機状態と同じ電圧が加わるようにしておき、その後、電圧変化する駆動信号のデータを入れておくようにしても、駆動信号を送り始めるタイミングを遅延させることができる。

【0068】

また、上述の実施形態以外においても、複数の加圧室列を有する液体吐出ヘッド2において、1つの加圧室列に属する加圧室10に対応した変位素子50に同時に駆動信号を送り（以下で、このことを、単に、加圧室列に駆動信号を送ると言うことがある）、隣接する加圧室列には、少なくとも一方に遅延させた駆動信号を送ることで、同時に駆動信号を送らないようにすることで、駆動方法を簡単に（これにより、駆動信号の制御をするドライバICなどの構造が簡単になり、安価になる）するとともに、クロストークを低減できる。なお、ここでは、画像を印刷するために、電圧変化のある液滴を吐出させる駆動信号を送ることに加えて、電圧変化がなく液滴を吐出させない信号を送ることも合わせて、加圧室列に駆動信号を送る表現している。また、電圧変化がなく液滴を吐出させない信号以外に、電圧変化するが液滴を吐出させない信号を送って、液体を振動させて、液体中の固形成分などの固着を抑制してもよい。

【0069】

さらに、駆動信号を遅延させると、そのままでは、吐出した液滴の着弾位置がずれることになる。遅延時間の値により、着弾位置のずれが画質に与える影響が許容できる範囲であれば、そのまま使用してもよいし、遅延時間に応じて吐出孔8の配置をずらすなどして、着弾位置の精度を高くしてもよい。

【0070】

メインパルスとキャンセルパルスと、必要に応じてプレパルスとを含む駆動信号を用いて、一部の駆動信号を遅延させて送る制御を行なって印刷していると、遅延のさせ方により印刷のばらつきの程度が変わる場合がある。これは、液滴の吐出速度にばらつきが生じた結果であり、その原因は次のように考えられる。

【0071】

複数の加圧室10の上部は、1つの圧電アクチュエータ基板21で覆われており、変位素子50が変位する場合、その変位の状態に応じて、繋がっている圧電アクチュエータ基板21を通じて、隣接する変位素子に影響が生じる。例えば、変位素子50が屈曲することで変位素子50が平らである場合よりも加圧室20の体積を減じている場合、隣接する変位素子50は、屈曲している変位素子50に平面方向に引っ張られている状態になるため、通常よりも変位し難い状態となっている。そのような場合、同じ駆動信号を与えても、通常よりも変位量が小さくなるので、吐出特性は変動する。

【0072】

したがって、変位させる際には、周囲の変位素子50の状態が同じようにするのが好ましい。それは、例えば、1つの変位素子50に駆動信号が送られる際には、遅延時間の設定により、隣接する変位素子50に駆動信号が送られない状態にすればよいのであるが、そのような方法では、限られた1駆動周期の中に駆動信号を収めきれなくなってしまう。

【0073】

そこで、本発明の駆動方法では、キャンセルパルスあるいはプレパルスが送られる際の、隣接する変位素子50の状態、すなわち、隣接する変位素子50に送られる駆動信号の状態ができるだけ一定に近くなるようにする。これは、メインパルスが体積を増やす電圧変化と体積を減らす電圧変化とが、生じる圧力波が強め合うよう（位相差が $-90^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 度で 0° に近い）にされており、液体に与えるエネルギーが大きいのに対し、キャンセルパルスやプレパルスは、体積を増やす電圧変化と体積を減らす電圧変化とが、生じる圧力

波が弱め合うよう（位相差が90～270度で180度に近い）にされており、液体に与えるエネルギーが小さいので、外乱に対する変動が大きくなるからである。また、メインパルス自体は、キャンセルパルスあるはプレパルスにより安定化されており、変動を受け難い状態となっているので、キャンセルパルスあるはプレパルスの方が、相対的に変動の影響を受けやすい状態となっているからである。

【0074】

また、印刷された状態において、吐出特性のばらつきが目立ち易いのは、同一の画素サイズが連続して形成された場合である。すなわち、写真のような画像を、画素サイズにより諧調差を付けて印刷する場合、印刷状態にわずかな変動があっても、元の画像に含まれている濃淡の情報と比較すれば、その変動は小さいので、人間には近くされ難い。これに対して、同一の画素サイズが連続して印刷される場合、文字や複雑な画像を印刷した場合よりも、吐出特性の変動が人間に知覚され易い。そこで、隣り合っている加圧室10から吐出孔8を通じて吐出させる際の、駆動信号のキャンセルパルスあるいはプレパルスの状態を、吐出特性への影響が少ない状態にすれば、吐出ばらつきを小さくできる。以降説明する駆動方法は、一般的な印刷においても有用であるが、特にそのような印刷状態、すなわち同一サイズの画素が連続して配置されるような印刷において有用である。特に、諧調表現が可能な液体吐出ヘッドにおいては、もっとも大きな画素サイズの画素など用いて印刷する完全なベタ印刷よりも、中間諧調にあたる画素サイズの画素を用いて、画素の間に印刷されない部分を残しながら（つまりベタ印刷ではないということである）、画素を並べて印刷していると目立ち易いため、そのような場合、つまり中間諧調の画素サイズを連続して印刷する場合に、キャンセルパルスあるいはキャンセルパルスの状態を、吐出特性への影響が少ない状態にすれば、吐出ばらつきを小さくできる。

【0075】

まず、メインパルスとキャンセルパルスとで構成された駆動信号において、キャンセルパルスを、隣接する変位素子50にパルス（メインパルスおよびキャンセルパルス）が送られていない状態で送るようにする場合を説明する。すなわち、印刷用紙P上で連続している画素を印刷する場合、もしくは、諧調表現をする際において、印刷用紙P上で連続している同一サイズの画素を印刷する場合、それらの画素となる液滴を吐出する駆動信号のキャンセルパルスを、隣接する変位素子50にパルスが送られていない状態で、送るようにする。その際、キャンセルパルスを送るのを、隣接した変位素子50の駆動信号が終わった状態にすると、全ての駆動信号を送り終わるまでの時間が長くなってしまう。このため、キャンセルパルスは隣り合っている変位素子50の駆動信号のメインパルスとキャンセルパルスとの間に送られる。

【0076】

具体的な駆動信号を図7に示す。図7の駆動信号は、隣り合っている加圧室列にそれぞれ送られる、遅延時間の短い駆動信号と、遅延時間の長い駆動信号である。別の言い方をすれば、遅延時間が長い駆動信号は、遅延時間の短い駆動信号に対して遅延が与えられている。遅延時間の短い駆動信号は、時刻t a 3～4のメインパルスと、時刻t a 5～6のキャンセルパルスとかならなる。遅延時間の短い駆動信号は、時刻t b 3～4のメインパルスと、時刻t b 5～6のキャンセルパルスとかならなる。それぞれの駆動信号は自体は同じ、すなわち、電圧差が同じで、時刻t a 3からt a 4～6までの時間の長さは、時刻t b 3からt b 4～6までの時間の長さと同じである。ただし、それぞれの駆動信号は、形成される画素サイズが近くなるように、多少異なる駆動信号にしてもよい。遅延時間の短い駆動信号と、遅延時間の長い駆動信号との遅延時間の差はD a bである。

【0077】

そして、隣り合っている加圧室列のうち、遅延時間が短い駆動信号の時刻t a 5～6のキャンセルパルスは、遅延時間が長い駆動信号の、メインパルスとキャンセルパルスとの間である時刻t b 4～5の間に送られるとともに、遅延時間が長い駆動信号の時刻t b 5～6キャンセルパルスは、遅延時間が短い駆動信号のキャンセルパルスを送り終えた時刻t a 6の後（より詳細には、次の駆動周期のメインパルスの前）に送られる。これにより

、キャンセルパルスは、隣接する変位素子50にパルスが送られていない間に送られるため、それぞれのキャンセルパルスの働きに差異が生じ難いので、吐出特性の差を小さくできる。メインパルスが複数送られる駆動波形を用いる場合には、遅延時間が短い駆動信号のキャンセルパルスは、遅延時間が長い駆動信号の、メインパルスとメインパルスとの間に送ってもよい。

【0078】

なお、プレパルスを含む駆動信号の場合も同様に、遅延時間が長い駆動信号のプレパルスは、遅延時間が短い駆動信号の、メインパルスとプレパルスとの間に送られるとともに、遅延時間が短い駆動信号のプレパルスは、遅延時間が長い駆動信号のプレパルスを送り出す前（より詳細には、前の駆動周期のキャンセルパルスの後）に送られることにより、

10

プレパルスも、隣接する変位素子50にパルスが送られていない間に送られるため、それぞれのプレパルスの働きに差異が生じ難いので、吐出特性の差を小さくできる。

【0079】

より具体的には、駆動信号を、メインパルスの長さ（ $t_{a4}-t_{a3}$ ）を $8\mu s$ 、メインパルスとキャンセルパルスの間隔（ $t_{a5}-t_{a4}$ ）を $4.5\mu s$ 、キャンセルパルスの長さ（ $t_{a6}-t_{a5}$ ）を $1.8\mu s$ とし、16列の加圧室列の遅延時間を端から順に $0\mu s$ （遅延無し）と $2.5\mu s$ にすれば、上述の関係が満たされ、吐出特性のばらつきを小さくできる。なお、この駆動信号は、直径約 $30\mu m$ の画素となるように吐出するのである。 $600dpi$ （画素ピッチ約 $42\mu m$ ）の印刷では、この画素サイズは中間諧調となり、吐出量のばらつきが目立ち易い画素サイズであるが、このような遅延時間にすることで、この画素サイズが並んだ印刷を行なっても印刷ばらつきが目立ち難くできる。これよりも画素サイズが大きくなる駆動信号や、小さくなる駆動信号を送るときも、これと同じ遅延時間で送れば、ドライバICの回路などが簡単になり好ましい。吐出量のばらつきが目立ち易い画素サイズで、ばらつきを低減できればよいので、それらの駆動信号では、上述の条件が成り立ってなくてもよいが、それらの駆動信号でも、上述の条件が成り立つようにすれば、より好ましい。そのために、駆動信号の種類によって遅延時間を変えてもよい。

20

【0080】

続いて、プレパルスとメインパルスとキャンセルパルスとで構成された駆動信号において、キャンセルパルスあるいはプレパルスの一部を、隣接する変位素子50にパルス（メインパルスおよびキャンセルパルス）が送られている状態で送るようにする場合を説明する。上述したようにプレパルスおよびキャンセルパルスの両方を送るタイミングを、隣接する変位素子50にパルスが送られていない状態にしてもよいが、液体の吐出量が吐出速度を調整するなどの理由で駆動信号を変えようとしても、プレパルスおよびキャンセルパルスを送ることのできるタイミングが限られるため、タイミングをそのように調整するのは難しい場合がある。そこで、逆にキャンセルパルスあるいはプレパルスの一部を、隣接する変位素子50にパルスが送られている状態のタイミングで送る。

30

【0081】

プレパルスおよびキャンセルパルスは、基本的にメインパルスで吐出される液滴の量を少なくするように働くため、プレパルスおよびキャンセルパルスが、隣接する変位素子50の駆動信号のパルスが送られている状態で送られると、その働きが弱くなり、吐出量が増えることになる。人間の知覚の特性として、同じ程度画素サイズの違いの場合、一部が濃くなっている状態より、一部が薄くなっている状態の方が、知覚され易い。そこで、もっとも画素サイズが小さくなる、プレパルスおよびキャンセルパルスの両方が、隣接する変位素子50の駆動信号のパルスが送られている状態で送られることのないようにする。さらに、プレパルスおよびキャンセルパルスの働きを弱めて、画素サイズが小さくなる液滴を吐出さえないためには、メインパルスに近い側の電圧変化が、隣接する変位素子50の駆動信号のパルスが送られている状態で送られることのないようにする。

40

【0082】

具体的な駆動信号を図8に示す。図8の駆動信号は、隣り合っている加圧室列にそれぞ

50

れ送られる、遅延時間の短い駆動信号と、遅延時間の長い駆動信号である。遅延時間の短い駆動信号は、時刻 $t_{c1} \sim 2$ のプレパルスと、時刻 $t_{c3} \sim 4$ のメインパルスと、時刻 $t_{c5} \sim 6$ のキャンセルパルスとかならなる。遅延時間の短い駆動信号は、時刻 $t_{d1} \sim 2$ のプレパルスと、時刻 $t_{d3} \sim 4$ のメインパルスと、時刻 $t_{d5} \sim 6$ のキャンセルパルスとかならなる。それぞれの駆動信号は自体は同じ、すなわち、電圧差が同じで、時刻 t_{c13} から $t_{c2} \sim 6$ までの時間の長さは、時刻 t_{d1} から $t_{d2} \sim 6$ までの時間の長さと同じである。ただし、それぞれの駆動信号は、形成される画素サイズが近くなるように、多少異なる駆動信号にしてもよい。遅延時間の短い駆動信号と、遅延時間の長い駆動信号との遅延時間の差は D_{cd} である。

【0083】

そして、プレパルスの加圧室 10 の体積を減少させる信号が、その加圧室 10 に対して行方向に隣り合っている加圧室 10 に対応している加圧部 50 に送られるメインパルスまたはキャンセルパルスが送られている間に送られるか、キャンセルパルスの加圧室 10 の体積を増加させる信号が、その加圧室 10 に対して行方向に隣り合っている加圧室 10 に対応する加圧部 50 に送られるメインパルスまたはプレパルスが送られている間に送られるかのうちの少なくとも一方であることにより、画素サイズが小さい（薄くなる）状態が生じ難くなっている。なお、ここで言う行方向に隣り合っている加圧室 10 とは、行方向に並んでいる加圧室列が 3 列以上ある場合などの中央の加圧室列に属する加圧室 10 に対しては、行方向のうち一方の方向に隣り合っている加圧室 10、および、その反対の方向に隣り合っている加圧室 10 の両方を指す。

【0084】

具体的には、遅延時間が短い駆動信号においては、キャンセルパルスの体積を増加させる信号（時刻 t_{c5} ）が、遅延時間が長い駆動信号の、メインパルス（時刻 $t_{d3} \sim 4$ ）の間に送られている間に、送られており、遅延時間が長い駆動信号においては、プレパルスの体積を減少させる信号（時刻 t_{d2} ）が、遅延時間が短い駆動信号の、メインパルス（時刻 $t_{c3} \sim 4$ ）の間に送られている間に、送られている。

【0085】

遅延時間の短い駆動信号のキャンセルパルスの体積を増加させる信号（時刻 t_{c5} ）は、遅延時間の長い駆動信号のプレパルス（時刻 $t_{d1} \sim 2$ ）が間に送られている間に、送られてもよい。また遅延時間の長い駆動信号のプレパルスの体積を減少させる信号（時刻 t_{d2} ）は、遅延時間の短い駆動信号のプレパルス（時刻 $t_{c5} \sim 6$ ）が間に送られている間に、送られてもよい。プレパルス同士、キャンセルパルス同士でこのようなこのような関係にしないのは、そのようにすると、2つの波形同士が時間的に近接して送られることになり、各電圧変化がそれぞれ時間的に近くなるので、クロストークの影響が大きくなるからである。

【0086】

ここで、キャンセルパルスの体積を減少させる信号が送られる時刻とは、時刻 t_{c5} のことである。これは、キャンセルパルスの体積を減少させる信号が送り始められる時刻であり、電圧変化が生じ始める時刻のことである。これは、プレパルスの体積を減少させる信号についても同様である。また、電圧変化が生じる時刻から電圧変化が終了する時刻までが、他のパルスが送られている間の中に入るように送れば、より画素サイズが小さくなり難くできる。

【0087】

なお、図 8 においては、遅延時間の短い駆動信号のキャンセルパルス（時刻 $t_{c5} \sim 6$ ）全体が、遅延時間が長い駆動信号の、メインパルス（時刻 $t_{d3} \sim 4$ ）の間に送られている。これは必ずしも必要でないが、このようにすることで、より画素サイズが小さくなり難くできる。また、遅延時間の長い駆動信号のプレパルス（時刻 $t_{d1} \sim 2$ ）全体が、遅延時間が短い駆動信号の、メインパルス（時刻 $t_{c3} \sim 4$ ）の間に送られている。これも必ずしも必要でないが、このようにすることで、より画素サイズが小さくなり難くできる。

【0088】

また、プレパルスとキャンセルパルスの両方が他のパルスと重ならないようにすれば、すなわち、1つの駆動信号において、プレパルスの加圧室10の体積を減少させる信号が、その加圧室10に対して行方向に隣り合っている加圧室10に対応している加圧部50に送られるメインパルスまたはキャンセルパルスが送られている間に送られるか、キャンセルパルスの加圧室10の体積を増加させる信号が、その加圧室10に対して行方向に隣り合っている加圧室10に対応する加圧部50に送られるメインパルスまたはプレパルスが送られている間に送られるかのうちのいずれか一方にすることで、画素サイズが大きくなることができる。

【0089】

以上の吐出条件は、加圧室列が3列以上あると、隣接する加圧室列が2つある加圧室列が存在するため、遅延時間の設定が複雑になるが、上述の条件を満たすように設定すればよい。特に加圧室列が4列以上になると、隣接する加圧室列が2つある加圧室列が、加圧室列の半分以上になり、設定可能な遅延時間も3つ（1つの加圧室列は遅延なしと考えるため）になるため、無作為に遅延時間を変えた試験を行なっても、印刷ばらつきを低減するのは難しく、上述のような条件を考慮した遅延時間の設定が必要になる。

【0090】

また、隣り合っている加圧室列が3つ以上ある場合、隣接する加圧室列が2つある加圧室列が存在するが、その場合、上述の条件は、プレパルスのキャンセルパルスいずれにおいても、重なる他のパルスは、1つでも2つでもよい。これは、他のパルスが2つ重なった場合に与える影響と他のパルスが1つ重なった場合に与える影響との差が、他のパルスと重ならない場合に対して他のパルスが1つ重なった場合に与える影響に比べて少ないからである。これは、他のパルスと1つ重なった状態にあることで、変位素子50は応力を受けているので、隣接した加圧室10に対応する変位素子50から同程度に応力を受けてもさらに変化する余地が少なく、変位に与える影響が少なくなるからである。

【0091】

しかし、他のパルスと1つ重なった状態と、他のパルスと2つ重なった状態との間にも差はあり、また、一番端の加圧室列は隣接する加圧室列が1つなので、他のパルスと2つ重なった状態にできないので、他のパルスと1つ重なった状態にするのがよい。

【0092】

具体的な駆動信号と遅延時間の例を図9(a)～(c)に示す。図はそれぞれ、16列の加圧室列に送る、40kHzの駆動周期の1周期分である25μs分の駆動信号である。着色した部分は、加圧室の体積を大きくするパルスが送られている時間帯を示している。駆動信号は、いずれもプレパルスの長さ($t_{c2}-t_{c1}$)が1μs、プレパルスとメインパルスの間隔($t_{c3}-t_{c2}$)が2.2μs、メインパルスの長さ($t_{c4}-t_{c3}$)が6.2μs、メインパルスとキャンセルパルスの間隔($t_{c5}-t_{c4}$)が2.4μs、キャンセルパルスの長さ($t_{c6}-t_{c5}$)が1.6μsである。

【0093】

図9(a)～(c)は、F1～16の加圧室列に送られる駆動波形の例である。着色部は、駆動波形のうち、加圧室10の体積を減少させている信号の加わっていることを表している。つまり、図6(a)の $t_1\sim t_2$ 、 $t_3\sim t_4$ 、 $t_5\sim t_6$ に相当する時間が着色されている。

【0094】

図9(a)で示した駆動方法では、遅延時間を加圧室列の端から順に、0、3、6、9、12、15、18、13、0、3、6、9、12、15、18、13μsにしている。このようにすることで、各駆動信号は、プレパルスの加圧室10の体積を減少させる信号（プレパルスのメインパルス側の電圧変化）とキャンセルパルスの加圧室10の体積を増加させる信号（キャンセルパルスのメインパルス側の電圧変化）との少なくとも一方が、隣接する加圧室10に送られる他のパルスに重なっている状態になるので、吐出ばらつきを少なくできる。

【0095】

図9(b)で示した駆動方法では、遅延時間を加圧室列の端から順に、4、0、8、4、12、8、16、12、20、16、24、20、3、24、7、3 μ sにしている。このようにすることで、各駆動信号は、プレパルスとキャンセルパルスのどちらか一方が隣接する加圧室10に送られるメインパルスに重なっている状態になるので、吐出ばらつきをより少なくできる。

【0096】

図9(c)で示した駆動方法では、遅延時間を加圧室列の端から順に、0、5、6、8、8、6、10、6、12、6、14、6、10、2、0、5、6、8、8、6、10、6、12、6、14、6、10、2 μ sにしている。このようにすることで、各駆動信号は、プレパルスとキャンセルパルスのどちらか一方が隣接する加圧室10に送られるメインパルスに重なっている状態で、さらに、重なるメインパルスが1つになるので、吐出ばらつきをより少なくできる。

【0097】

また、以上は圧力伝搬によるクロストークに着目して説明してきたが、さらに液体の供給について考慮して、遅延時間を調整するのが好ましい。駆動周波数が高くなると、単位時間当たりの吐出回数が増えるので、単位時間当たりの液体吐出総量が増える。吐出される液体は、マニホールド5を通じて加圧室10に供給されるが、液体吐出の総量が増えると、液体の供給が追い付かず、液体が吐出できなくなってしまうことがある。

【0098】

駆動波形が送られことにより、本来、吐出されるべき時間当たりの液体吐出の総量が、時間当たりの供給可能量を上回ってしまうと、駆動波形を加えても吐出できない場合が生じ、全ての吐出を正常に行なうことはできなくなってしまう。さらに、時間当たりの液体吐出の総量が、時間当たりの供給可能量を、平均的には上回っていなくても、吐出ができなくなることがある。すなわち、マニホールド5内には、加圧室10に繋がる流路の開口が多数開いているが、これらに開口のうち、距離的に近接する開口が、時間的に近接してマニホールド5内の液体を吸い込もうとすると、局所的に液体が供給不足となり、吐出ができなくなることがある。

【0099】

マニホールド5において、加圧室10から繋がる流路の開口が隣り合う加圧室10に対応する変位素子50に加える駆動信号をずらすことにより、このような局所的な供給不足を抑制できる。

【0100】

マニホールド5から加圧室10に液体を引き込まれるのは、駆動信号のうち、加圧室10の体積を増加させる信号の後である。キャンセルパルスやプレパルスでは、体積を増加させる信号の後、すぐに体積を減少させる信号が続くので、マニホールド5から引き込まれる液体の量は少ない。これらと比較して、メインパルスは、引き込む液体の量が多いので、マニホールド5上で近接している開口に繋がっている加圧室10に対応する変位素子50に、メインパルスが時間的に近接して送られると供給不足になるおそれがある。

【0101】

先に説明したように、隣り合っている加圧室10同士の間では、どちらかに送られる駆動信号に遅延が与えられる。マニホールド5に繋がっている加圧室列が、隣り合った2行の加圧室列である場合には、この遅延により、供給不足の発生を抑制できる。しかし、3行以上の加圧室列が繋がっている場合などは、間に一行の加圧室列を挟んで隣り合っている加圧室列がマニホールド5に繋がっていることになるので、それらの加圧室列に属する加圧室10から繋がっているがマニホールド5内の開口が近接している場合には、それらに送る駆動信号のタイミングを調整するのが好ましい。

【0102】

メインパルスの加圧室10の体積を増加させる信号が加わると、加圧室10の体積は約AL/2の時間をかけて最大に達する。そのため、異なる加圧室列に属する加圧室10の

10

20

30

40

50

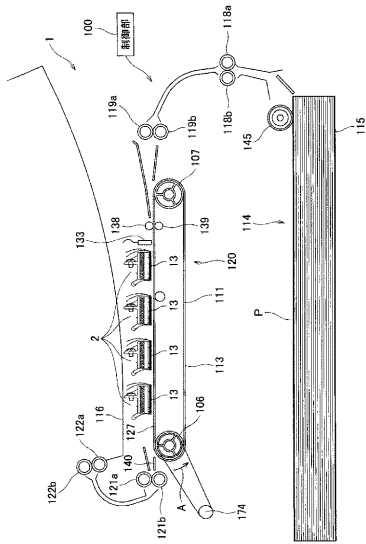
うち、加圧室 10 から繋がっているマニホールド 5 内の開口間の距離がもっとも近い加圧室 10 に対応する変位素子 50 に、メインパルスを送る際に、メインパルスのうちの体積を増加させる信号を送るタイミングが $AL/2$ 以上ずれるように、それぞれの遅延時間を調節すれば、局所的な供給不足を抑制できる。すなわち、

【符号の説明】

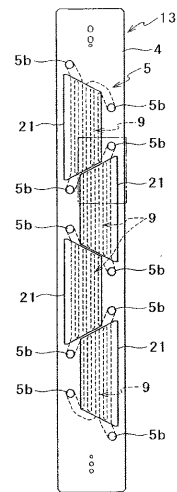
【0103】

1 . . . プリンタ	
2 . . . 液体吐出ヘッド	
4 . . . 流路部材	
5 . . . マニホールド（共通流路）	10
5 a . . . 副マニホールド	
5 b . . . 開口	
6 . . . 個別供給流路	
8 . . . 吐出孔	
9 . . . 加圧室群	
10 . . . 加圧室	
11 a、b、c、d . . . 加圧室列	
12 . . . しぼり	
15 a、b、c、d . . . 吐出孔列	
21 . . . 圧電アクチュエータ基板	20
21 a . . . 圧電セラミック層（振動板）	
21 b . . . 圧電セラミック層	
22～31 . . . プレート	
32 . . . 個別流路	
34 . . . 共通電極	
35 . . . 個別電極	
35 a . . . 個別電極本体	
35 b . . . 引出電極	
36 . . . 接続電極	
50 . . . 変位素子	30

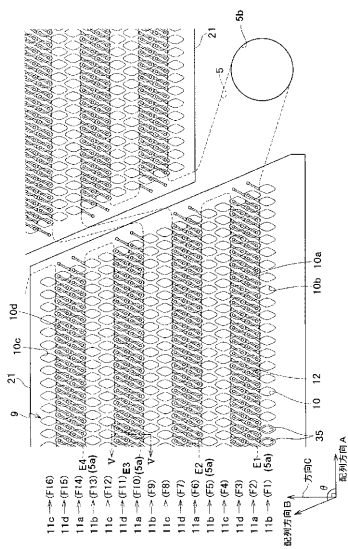
【図 1】



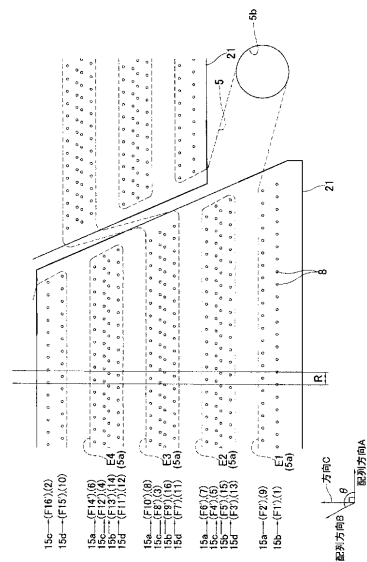
【図 2】



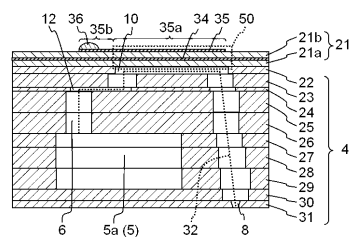
【図 3】



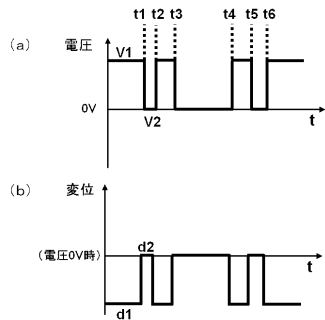
【図 4】



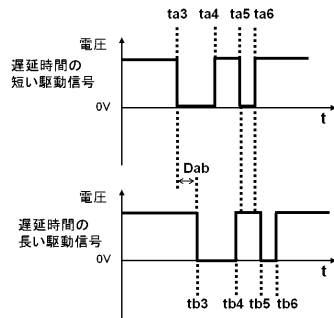
【図 5】



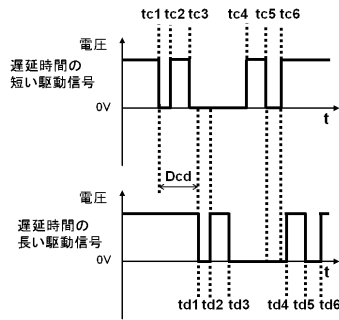
【図 6】



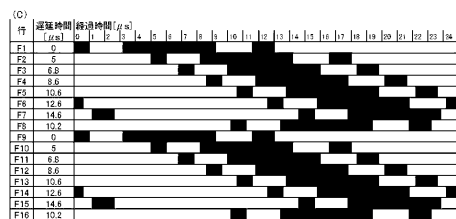
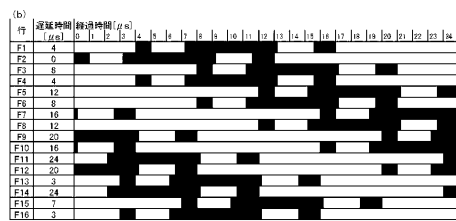
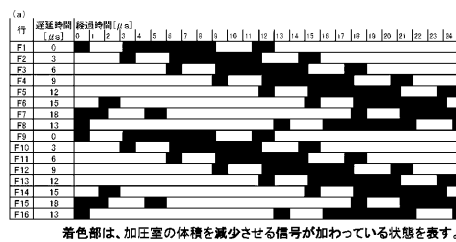
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 4 1 J 2/155

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 4 1 J 2/01-2/215