

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-123397

(P2006-123397A)

(43) 公開日 平成18年5月18日(2006.5.18)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**B 4 1 J 2/045 (2006.01)** B 4 1 J 3/04 1 O 3 A 2 C O 5 7  
**B 4 1 J 2/055 (2006.01)**

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2004-315858 (P2004-315858)	(71) 出願人	000005267 ブラザー工業株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号
(22) 出願日	平成16年10月29日(2004.10.29)	(71) 出願人	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
		(74) 代理人	100089196 弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226 弁理士 須原 誠
		(72) 発明者	岩尾 直人 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

最終頁に続く

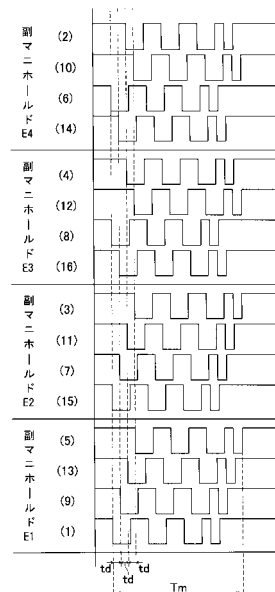
(54) 【発明の名称】 ライン式インクジェット記録装置及びインクジェット記録装置

(57) 【要約】

【課題】 複数のアクチュエータでの消費電力ピークが過大になるのを避けつつ、構造的クロストークの影響を低減させる。

【解決手段】 インクジェットプリンタは、複数のノズルと、インクが貯溜される複数の副マニホールド流路と、副マニホールド流路の出口から圧力室を経てノズルに至る複数の個別インク流路とが形成されている流路ユニット及び、圧力室内のインクに吐出エネルギー付与するアクチュエータユニットを含んだインクジェットヘッドを備えている。さらに、アクチュエータユニットに吐出信号を供給するアクチュエータ制御部を備えている。アクチュエータ制御部は、隣接する圧力室列間において、異なる吐出タイミングでインクに吐出エネルギーを付与するように、吐出信号を供給する。

【選択図】 図11



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被印字媒体を一方向に搬送する搬送手段と、

インク吐出面に形成された複数のノズルと、前記ノズルに連通する複数の圧力室と、インクが貯溜される複数の共通インク室と、前記共通インク室の出口から圧力室を経て前記ノズルに至る複数の個別インク流路とが形成されており、前記一方向と交差する方向に延在した流路ユニットと、

前記ノズルからインクを吐出させるために、それぞれが対応する前記圧力室内のインクに吐出エネルギーを付与する複数のアクチュエータと、

前記複数のアクチュエータに吐出信号を供給するアクチュエータ制御手段とを備えており、

前記複数の圧力室は、複数の圧力室列を形成するように、前記インク吐出面に対向する面内に二次元配列されており、

前記アクチュエータ制御手段は、隣接する圧力室列間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することを特徴とするライン式インクジェット記録装置。

## 【請求項 2】

同じ前記共通インク室に連通した  $n$  ( $n$ : 2 以上の自然数) 個の圧力室は、当該共通インク室に沿って延びた  $m$  ( $m$ : 2 以上の自然数) 個の圧力室列を形成しており、

前記アクチュエータ制御手段は、当該圧力室列を単位として  $m$  種類の吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することを特徴とする請求項 1 に記載のライン式インクジェット記録装置。

## 【請求項 3】

前記複数のノズルは、前記流路ユニットの延在方向に延びた仮想直線上に前記複数のノズルを同じ方向から射影した複数の射影点同士の離隔距離が等しくなるように、前記インク吐出面内に二次元配列されており、

前記アクチュエータ制御手段は、隣接する前記射影点に係る前記圧力室間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のライン式インクジェット記録装置。

## 【請求項 4】

前記複数の圧力室は、インク吐出面に対向する前記面内に規則的に配列されて前記複数の圧力室列を形成し、

当該複数の圧力室列は、互いに等しい間隙を介して隣接し、且つ、前記共通インク室の延在方向に平行に延在していることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のライン式インクジェット記録装置。

## 【請求項 5】

前記吐出タイミングの相互の時間差を、隣接した前記圧力室間に構造的クロストークが生じない最小期間としていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のライン式インクジェット記録装置。

## 【請求項 6】

被印字媒体を一方向に搬送する搬送手段と、

インク吐出面に形成された複数のノズルと、前記ノズルに連通する複数の圧力室と、インクが貯溜される複数の共通インク室と、前記共通インク室の出口から圧力室を経て前記ノズルに至る複数の個別インク流路とが形成されており、搬送される前記被印字媒体に対向して配設される流路ユニットと、

前記ノズルからインクを吐出させるために、それぞれが対応する前記圧力室内のインクに吐出エネルギーを付与する複数のアクチュエータと、

前記複数のアクチュエータに吐出信号を供給するアクチュエータ制御手段とを備えており、

前記複数の圧力室は、複数の圧力室列を形成するように、前記インク吐出面に対向する

面内に二次元配列されており、

同じ前記共通インク室に連通した  $n$  個の圧力室は、当該共通インク室に沿って延びた  $m$  個の圧力室列を形成しており、

前記アクチュエータ制御手段は、隣接する圧力室列間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与し、且つ、前記  $m$  個の圧力室列間において、当該圧力室列を単位として複数の吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 7】

前記アクチュエータ制御手段は、同じ前記共通インク室に連通した  $m$  個の圧力室列間において、当該圧力室列を単位として  $m$  種類の吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することを特徴とする請求項 6 に記載のインクジェット記録装置。

10

【請求項 8】

前記複数のノズルは、前記被印字媒体が搬送される前記一方向に延びた仮想直線上に前記複数のノズルを同じ方向から射影した複数の射影点同士の離隔距離が等しくなるように、前記インク吐出面内に二次元配列されており、

前記アクチュエータ制御手段は、隣接する前記射影点に係る前記圧力室間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することを特徴とする請求項 7 に記載のインクジェット記録装置。

【請求項 9】

20

前記複数の共通インク室は、前記被印字媒体が搬送される前記一方向に沿って互いに平行に延在し、

前記複数の圧力室は、インク吐出面に対向する前記面内に規則的に配列されて前記複数の圧力室列を形成し、

当該複数の圧力室列は、互いに等しい間隙を介して隣接し、且つ、前記共通インク室の延在方向に平行に延在していることを特徴とする請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のインクジェット記録装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノズルからインクを吐出して画像を形成するライン式インクジェット記録装置及びインクジェット記録装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

インクジェット記録装置は、インクタンクから供給されたインクを複数の圧力室に分配し、各圧力室に選択的にパルス状の圧力を付与することによりノズルからインクを吐出するインクジェットヘッドを備えている。インクジェットヘッドには、圧力室に選択的に圧力を付与するための一つ的手段として、圧電性のセラミックからなる複数の圧電シートが積層されたアクチュエータが用いられることがある。

【0003】

かかるインクジェットヘッドの一例として、複数の圧力室に跨る複数枚の連続平板状の

50

圧電シートが積層され、その少なくとも1枚の圧電シートを、多数の圧力室に共通であってグラウンド電位に保持された共通電極と、各圧力室に対向する位置に配置された多数の個別電極とで挟み込んだ1つのアクチュエータユニットを有するものが知られている（特許文献1参照）。アクチュエータユニットには、個別電極と当該個別電極と対向する圧電シート及び共通電極とで構成された複数のアクチュエータが含まれている。各アクチュエータにおいて、個別電極及び共通電極に挟まれ且つ積層方向に分極された圧電シートの部分は、その挟まれた部分の両側にある個別電極が共通電極と異なる電位にされると、圧電シートの分極方向に外部電界が印加されることにより、いわゆる圧電縦効果により積層方向に伸縮する。この場合、個別電極と共通電極とで挟まれた圧電シートの部分が外部電界が印加されると圧電効果で変形する活性部として働いている。このように、アクチュエータを駆動することにより、当該アクチュエータに対応する圧力室内の容積が変化し、圧力室に連通したノズルから印字媒体に向けてインクを吐出することが可能となっている。

10

【0004】

【特許文献1】特開平4-341852号公報（図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述のようなインクジェットヘッドを有するインクジェット記録装置において、近年、画像の高解像度化や高速印字の要求に対応するために圧力室が高密度に配置されるに連れ、ある圧力室に対向したアクチュエータを変形させることに起因して隣接する圧力室に対向した圧電シートまでもが変形し、本来インクを吐出すべきでないノズルからインクが吐出されたり、インク吐出量が本来の量よりも増加又は減少したりする、いわゆるクロストークが生じる。かかるクロストークの影響が大きいと、印刷された画像の画質が劣化してしまうため、インクジェット記録装置の品質を向上させるには、クロストークの低減が極めて重要な問題である。また、多数のノズルから同時にインクを吐出させると、これらに対応するアクチュエータを同時に駆動することになり、瞬間的なピーク電流が大きくなる。そのため、容量の大きい電源装置を備えなければならなくなる。

20

【0006】

そこで、本発明の目的は、複数のアクチュエータでの消費電力ピークが過大になるのを避けつつ、クロストークの影響を低減させることが可能なライン式インクジェット記録装置及びインクジェット記録装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【0007】

本発明のライン式インクジェット記録装置は、被印字媒体を一方向に搬送する搬送手段と、インク吐出面に形成された複数のノズルと、前記ノズルに連通する複数の圧力室と、インクが貯溜される複数の共通インク室と、前記共通インク室の出口から圧力室を経て前記ノズルに至る複数の個別インク流路とが形成されており、前記一方向と交差する方向に延在した流路ユニットと、前記ノズルからインクを吐出させるために、それぞれが対応する前記圧力室内のインクに吐出エネルギーを付与する複数のアクチュエータと、前記複数のアクチュエータに吐出信号を供給するアクチュエータ制御手段とを備えている。そして、前記複数の圧力室は、複数の圧力室列を形成するように、前記インク吐出面に対向する面内に二次元配列されており、前記アクチュエータ制御手段は、隣接する圧力室列間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給する。

40

【0008】

これによると、隣接する圧力室列間において、対応するアクチュエータに異なる吐出タイミングで吐出信号が供給されるので、構造的クロストークによる影響を低減させることができる。加えて、複数のアクチュエータでの消費電力ピークが過大になるのを避けることができ、電源装置を小型で簡略なものとするのが可能となる。

【0009】

50

本発明のインクジェット記録装置は、被印字媒体を一方向に搬送する搬送手段と、インク吐出面に形成された複数のノズルと、前記ノズルに連通する複数の圧力室と、インクが貯溜される複数の共通インク室と、前記共通インク室の出口から圧力室を経て前記ノズルに至る複数の個別インク流路とが形成されており、搬送される前記被印字媒体に対向して配設される流路ユニットと、前記ノズルからインクを吐出させるために、それぞれが対応する前記圧力室内のインクに吐出エネルギーを付与する複数のアクチュエータと、前記複数のアクチュエータに吐出信号を供給するアクチュエータ制御手段とを備えている。そして、前記複数の圧力室は、複数の圧力室列を形成するように、前記インク吐出面に対向する面内に二次元配列されており、同じ前記共通インク室に連通した $n$ 個の圧力室は、当該共通インク室に沿って延びた $m$ 個の圧力室列を形成しており、前記アクチュエータ制御手段は、隣接する圧力室列間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与し、且つ、前記 $m$ 個の圧力室列間において、当該圧力室列を単位として複数の吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給する。

10

20

30

40

50

#### 【0010】

これによると、隣接する圧力室列間において、対応するアクチュエータに異なる吐出タイミングで吐出信号が供給されるので、構造的クロストークの影響を低減させることができる。さらに、同じ共通インク室に連通した $m$ 個の圧力室列間において、対応するアクチュエータに複数の吐出タイミングで吐出信号が供給されるので、流体的クロストークの影響を低減させることができる。加えて、複数のアクチュエータでの消費電力ピークが過大になるのを避けることができ、電源装置を小型で簡略なものとするのが可能となる。

#### 【0011】

本発明のライン式インクジェット記録装置において、同じ前記共通インク室に連通した $n$  ( $n$ : 2以上の自然数)個の圧力室は、当該共通インク室に沿って延びた $m$  ( $m$ : 2以上の自然数)個の圧力室列を形成しており、前記アクチュエータ制御手段は、当該圧力室列を単位として $m$ 種類の吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することが好ましい。

#### 【0012】

本発明のインクジェット記録装置において、前記アクチュエータ制御手段は、同じ前記共通インク室に連通した $m$ 個の圧力室列間において、当該圧力室列を単位として $m$ 種類の吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することが好ましい。

#### 【0013】

これによると、同じ共通インク室に連通した $m$ 個の圧力室列間において、対応するアクチュエータに $m$ 種類の吐出タイミングで吐出信号が供給されるので、流体的クロストークの影響を低減させることができる。

#### 【0014】

また、本発明のライン式インクジェット記録装置において、前記複数のノズルは、前記流路ユニットの延在方向に延びた仮想直線上に前記複数のノズルを同じ方向から射影した複数の射影点同士の離隔距離が等しくなるように、前記インク吐出面内に二次元配列されている。そして、前記アクチュエータ制御手段は、隣接する前記射影点に係る前記圧力室間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することが好ましい。

#### 【0015】

また、本発明のインクジェット記録装置において、前記複数のノズルは、前記被印字媒体が搬送される前記一方向に延びた仮想直線上に前記複数のノズルを同じ方向から射影した複数の射影点同士の離隔距離が等しくなるように、前記インク吐出面内に二次元配列されている。そして、前記アクチュエータ制御手段は、隣接する前記射影点に係る前記圧力室間において、異なる吐出タイミングでインクに前記吐出エネルギーを付与するように、前記吐出信号を供給することが好ましい。

## 【0016】

これにより、仮想直線上において互いに隣接する射影点に係る圧力室に対応するアクチュエータに異なる吐出タイミングで吐出信号が供給されることになる。仮に、隣接する圧力室列間で異なる吐出タイミングの吐出信号を供給したときに、流体的クロストークや構造的クロストークが完全に抑制できなくても、この残余のクロストークの影響が被印字媒体上のドット間で分散されることになる。そのため、このクロストークに起因したドットの大きさの相違が目立ちにくくなる。したがって、被印字媒体への印字品質が向上する。

## 【0017】

また、本発明のライン式インクジェット記録装置において、前記複数の圧力室は、インク吐出面に対向する前記面内に規則的に配列されて前記複数の圧力室列を形成し、当該複数の圧力室列は、互いに等しい間隙を介して隣接し、且つ、前記共通インク室の延在方向に平行に延在していることが好ましい。

10

## 【0018】

また、本発明のインクジェット記録装置において、前記複数の共通インク室は、前記被印字媒体が搬送される前記一方向に沿って互いに平行に延在し、前記複数の圧力室は、インク吐出面に対向する前記面内に規則的に配列されて前記複数の圧力室列を形成し、当該複数の圧力室列は、互いに等しい間隙を介して隣接し、且つ、前記共通インク室の延在方向に平行に延在していることが好ましい。

## 【0019】

これにより、複数の圧力室、複数の圧力室列及び複数の共通インク室の位置関係が規則的な関係になる。そのため、流体的クロストーク及び構造的クロストークによる影響も規則的になる。つまり、同一圧力室列に属する各圧力室は、同程度の各クロストークの影響を受けるため、圧力室列ごとに異なる吐出タイミングで対応するアクチュエータに吐出信号を供給することで、各クロストークによる影響の低減が圧力室列ごとに均一化する。

20

## 【0020】

また、本発明のライン式インクジェット記録装置において、前記吐出タイミングの相互の時間差を、隣接した前記圧力室間に構造的クロストークが生じない最小期間としていることが好ましい。これにより、複数の圧力室を高密度に配列しても、構造的クロストークの影響を低減させることができる。また、被印字媒体が印字解像度に対応する単位距離だけ移動されるのに要する時間を印字周期としたときに、一印字周期を短く抑えつつ、次の印字周期に流体的クロストークの影響が生じにくくなる。

30

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0021】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

## 【0022】

まず、本発明の第1実施形態によるインクジェットプリンタについて説明する。図1は、本発明の第1実施形態によるカラーインクジェットプリンタの概略構成図である。図1に示すプリンタ1は、印刷用紙Pの搬送方向に沿って固定された4つのインクジェットヘッド2を有するラインヘッド型カラーインクジェットプリンタである。各インクジェットヘッド2は、同図において、紙面と直交する方向に細長い矩形の外形を有している。プリンタ1には、図中下方に給紙装置114が、図中上方に紙受け部116が、図中中央部に搬送ユニット120がそれぞれ設けられている。さらに、プリンタ1には、これらの動作を制御する制御部100が備えられている。

40

## 【0023】

給紙装置114は、積層された複数の矩形印刷用紙Pを収容可能な用紙収容部115と、用紙収容部115内において最も上にある印刷用紙(被印字媒体)Pを1枚ずつ搬送ユニット(搬送手段)120に向けて送り出す給紙ローラ145とを有している。用紙収容部115内には、印刷用紙Pがその長辺と平行な方向に給紙されるように収容されている。用紙収容部115と搬送ユニット120との間には、搬送経路に沿って、二対の送りローラ118a、118b、119a、119bが配置されている。給紙装置114から排

50

出された印刷用紙 P は、その一方の短辺を先端として、送りローラ 118 a、118 b によって図 1 中上方へ送られ、その後送りローラ 119 a、119 b によって搬送ユニット 120 に向けて左方へと送られる。

**【0024】**

搬送ユニット 120 は、エンドレスの搬送ベルト 111 と、搬送ベルト 111 が巻き掛けられた 2 つのベルトローラ 106、107 とを備えている。搬送ベルト 111 の長さは、2 つのベルトローラ 106、107 間に巻き掛けられた搬送ベルト 111 に所定の張力が発生するような長さに調整されている。2 つのベルトローラ 106、107 に巻き掛けられることによって、搬送ベルト 111 には、ベルトローラ 106、107 の共通接線をそれぞれ含む互いに平行な 2 つの平面が形成されている。これら 2 つの平面のうちインク  
10  
ジェットヘッド 2 と対向する方が印刷用紙 P の搬送面 127 となる。給紙装置 114 から送り出された印刷用紙 P は、その上面（印刷面）にインクジェットヘッド 2 によって印刷が施されつつ搬送ベルト 111 によって形成された搬送面 127 上を搬送されて、紙受け部 116 に到達する。紙受け部 116 では、印刷が施された複数の印刷用紙 P が重なり合うように載置される。

**【0025】**

4 つのインクジェットヘッド 2 は、それぞれ、その下端にヘッド本体 13 を有している。ヘッド本体 13 は、後述するように、ノズル 8 に連通した圧力室 10 を含む個別インク  
20  
流路 32 が多数形成された流路ユニット 4 に、多数の圧力室 10 のうち、所望の圧力室 10 内のインクに圧力を与えることができる 4 つのアクチュエータユニット 21 が接着剤を介して貼り合わされたものである（図 2 及び図 5 参照）。そして、各アクチュエータユニット 21 には、これに吐出信号を供給する FPC（Flexible Printed Circuit：図示せず）が貼り合わされている。

**【0026】**

ヘッド本体 13 は、平面視において図 1 紙面と直交する方向に細長い直方体形状を有している（図 2 参照）。4 つのヘッド本体 13 は、図 1 紙面における左右方向に沿って互いに近接配置されている。4 つのヘッド本体 13 の各底面（インク吐出面）には、微小径を有する多数のノズル 8 が設けられている（図 5 参照）。ノズル 8 から吐出されるインク色は、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、シアン（C）、ブラック（K）のいずれかであって、同じヘッド本体 13 に属する多数のノズル 8 から吐出されるインク色は同じである。  
30  
なおかつ、4 つのヘッド本体 13 に属する多数のインク吐出口からは、マゼンタ、イエロー、シアン、ブラックの 4 色から選択された互いに異なる色のインクが吐出される。

**【0027】**

ヘッド本体 13 の底面と搬送ベルト 111 の搬送面 127 との間には、僅かな隙間が形成されている。印刷用紙 P は、この隙間を貫通する搬送経路に沿って図 1 中右から左へと搬送される。4 つのヘッド本体 13 の下方を印刷用紙 P が順次通過する際、印刷用紙 P の上面に向けてノズル 8 からインクが画像データに応じて吐出されることで、印刷用紙 P 上に所望のカラー画像が形成される。

**【0028】**

2 つのベルトローラ 106、107 は、搬送ベルト 111 の内周面 112 と接している  
40  
。搬送ユニット 120 の 2 つのベルトローラ 106、107 のうち、搬送経路の下流側に位置するベルトローラ 106 は、搬送モータ 147 と接続されている。搬送モータ 147 は、制御部 100 の制御に基づいて回転駆動される。他方のベルトローラ 107 は、ベルトローラ 106 の回転に伴って搬送ベルト 111 から付与される回転力によって回転する従動ローラである。

**【0029】**

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、搬送ユニット 120 に供給された印刷用紙 P を搬送面 127 に押し付けることができるように、図示しないばねによって下方に付勢されている。そしてニップローラ 138 とニップ受けローラ 13  
50

9とが、搬送ベルト111と共に印刷用紙Pを挟み込む。本実施形態では、搬送ベルト111の外周面113には、粘着性のシリコンゴムによる処理が施されており、印刷用紙Pは搬送面127に確実に粘着させられる。

【0030】

搬送ユニット120の図1中左方には剥離プレート140が設けられている。剥離プレート140は、その右端が印刷用紙Pと搬送ベルト111との間に入り込むことによって、搬送ベルト111の搬送面127に粘着させられている印刷用紙Pを搬送面127から剥離する。

【0031】

搬送ユニット120と紙受け部116の間には、二対の送りローラ121a、121b、122a、122bが配置されている。搬送ユニット120から排出された印刷用紙Pは、送りローラ121a、121bによって図1中上方へ送られ、送りローラ122a、122bによって紙受け部116へ送られる。

【0032】

ニップローラ138と最も上流側にあるインクジェットヘッド2の間には、搬送経路上における印刷用紙Pの先端位置を検出するために、発光素子と受光素子とから構成される光学センサである紙面センサ133が配置されている。紙面センサ133からの出力信号によって印字用紙Pの先端が検出位置に到達したことが分かるので、それに合わせて吐出信号がインクジェットヘッド2に供給される。

【0033】

次に、ヘッド本体13の詳細について説明する。図2は、図1に示したヘッド本体13の平面図である。図3は、図2の一点鎖線で囲まれたブロックの拡大平面図である。図4は、図2に示す流路ユニットに形成されたノズルの配置状況を示す拡大平面図である。なお、図3及び図4において、図面を分かりやすくするために、アクチュエータユニット21の下方にあって破線で描くべき圧力室10（圧力室群9）、アパーチャ12及びノズル8を実線で描いている。

【0034】

図2及び図3に示すように、ヘッド本体13は、4つの圧力室群9を構成する多数の圧力室10及び各圧力室10に連通した多数のノズル8（図4参照）が形成された流路ユニット4を有している。流路ユニット4の上面には、千鳥状になって2列に配列された4つの台形平面形状のアクチュエータユニット21が接着されている。より詳細には、各アクチュエータユニット21は、その平面視が実質的に台形形状を有している。さらに、それぞれの平行対向辺（上辺及び下辺）が流路ユニット4の長手方向に沿うように配置されている。また、隣接するアクチュエータユニット21の斜辺同士が、流路ユニット4の幅方向にオーバーラップしている。

【0035】

アクチュエータユニット21の接着領域に対向した流路ユニット4の下面は、インク吐出領域となっている。図4に示すように、インク吐出領域の表面には、多数のノズル8が規則的に配列されている。流路ユニット4の上面には、図3に示すように、多数の圧力室10がマトリクス状に配列している。いずれもほぼ菱形の平面形状を有している。この圧力室10による配列は、アクチュエータユニット21毎に形成され、流路ユニット4の上面において千鳥状に配列した4つの圧力室群9を構成している。後述するように、各圧力室10には、アクチュエータユニット21に形成された1つの個別電極35がそれぞれ対向している。

【0036】

流路ユニット4内には、マニホールド流路5及びその分岐流路である副マニホールド流路（共通インク室）E1～E4が形成されている。1つのインク吐出領域には、流路ユニット4の長手方向に延在した4本の副マニホールド流路E1～E4が対向している。流路ユニット4の上面に設けられているマニホールド流路5の開口部5aは、図示しないインク流出流路と接合されている。そのため、図示しないインクタンクからインク流出流路を

10

20

30

40

50



介してマニホールド流路 5 及び副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 にインクが供給されるようになってい

【 0 0 3 7 】

ヘッド本体 1 3 の断面構造について説明する。図 5 は、図 3 の V - V 線における断面図である。図 5 に示すように、ヘッド本体 1 3 は、流路ユニット 4 とアクチュエータユニット 2 1 とが貼り合わされたものである。そして、流路ユニット 4 は、上から、キャビティプレート 2 2、ベースプレート 2 3、アパーチャプレート 2 4、サブライプレート 2 5、マニホールドプレート 2 6、2 7、2 8、カバープレート 2 9 及びノズルプレート 3 0 が積層された積層構造を有している。

【 0 0 3 8 】

キャビティプレート 2 2 は、圧力室 1 0 となるほぼ菱形の孔が多数形成された金属プレートである。ベースプレート 2 3 は、各圧力室 1 0 とこれに対応するアパーチャ 1 2 とを連通させるための連通孔及び各圧力室 1 0 とこれに対応するノズル 8 とを連通させるための連通孔が多数形成された金属プレートである。アパーチャプレート 2 4 は、各アパーチャ 1 2 となる孔及び各圧力室 1 0 とこれに対応するノズル 8 とを連通させるための連通孔が多数形成された金属プレートである。サブライプレート 2 5 は、各アパーチャ 1 2 と副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 とを連通させるための連通孔及び各圧力室 1 0 とこれに対応するノズル 8 とを連通させるための連通孔が多数形成された金属プレートである。マニホールドプレート 2 6、2 7、2 8 は、副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 となる孔及び各圧力室 1 0 とこれに対応するノズル 8 とを連通させるための多数の連通孔が形成された金属プレートである。カバープレート 2 9 は、各圧力室 1 0 とこれに対応するノズル 8 とを連通させるための連通孔が多数形成された金属プレートである。ノズルプレート 3 0 は、ノズル 8 が多数形成された金属プレートである。これら 9 枚の金属プレートは、個別インク流路 3 2 が形成されるように、互いに位置合わせして積層されている。このようにして、ヘッド本体 1 3 には、それぞれの副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 の出口からアパーチャ 1 2、圧力室 1 0 を経てノズル 8 に至る個別インク流路 3 2 が圧力室 1 0 ごとに形成されている。

【 0 0 3 9 】

図 5 に示すように、アクチュエータユニット 2 1 は、4 枚の圧電シート 4 1、4 2、4 3、4 4 が積層された積層構造を有している。これら圧電シート 4 1 ~ 4 4 は、すべて厚みが 1 5  $\mu$ m 程度であり、アクチュエータユニット 2 1 の厚さは 6 0  $\mu$ m 程度となっている。いずれの圧電シート 4 1 ~ 4 4 も、ヘッド本体 1 3 内の 1 つのインク吐出領域内に形成された多数の圧力室 1 0 に跨って配置されるように連続した層状の平板（連続平板層）となっている。圧電シート 4 1 ~ 4 4 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ものである。

【 0 0 4 0 】

最上層の圧電シート 4 1 上には、厚みが 1  $\mu$ m 程度の個別電極 3 5 が形成されている。個別電極 3 5 及び後述する共通電極 3 4 は、共に、例えば Ag - Pd 系などの金属材料からなる。個別電極 3 5 は、アクチュエータユニット 2 1 の部分拡大平面図である図 6 に示すように、ほぼひし形形状を有しており、圧力室 1 0 に対向するように且つ平面視において大部分が圧力室 1 0 内に収まるように形成されている。したがって、最上層の圧電シート 4 1 上には、そのほぼ全域にわたって多数の個別電極 3 5 が規則的に二次元配列されている。また、各個別電極 3 5 が配置されている部分が、圧力室 1 0 内のインクに圧力を付与する圧力発生部に相当する。本実施形態では、個別電極 3 5 がアクチュエータユニット 2 1 の表面だけに形成されているので、アクチュエータユニット 2 1 の最外層である圧電シート 4 1 だけが活性部を含むことになる。そのため、アクチュエータユニット 2 1 におけるユニモルフ変形の変形効率が優れたものとなる。このようにアクチュエータユニット 2 1 は、個別電極 3 5 と、圧電シート 4 1 ~ 4 4 の個別電極 3 5 と対向する領域と、共通電極 3 4 とからなる複数のアクチュエータから構成されている。

【 0 0 4 1 】

個別電極 3 5 の一方（アクチュエータユニット 2 1 の長辺に近い方）の鋭角部は、キャビティプレート 2 2 においてアクチュエータユニット 2 1 と接着されてこれを支持している桁部（キャビティプレート 2 2 において圧力室 1 0 が形成されていない部分）4 1 a 上にまで延出されている。そして、その延出部の先端近傍上には、厚み 1 5  $\mu\text{m}$  程度のランド 3 6 が形成されている。個別電極 3 5 とランド 3 6 とは、電氣的に接合されている。ランド 3 6 は、例えばガラスフリットを含む金からなる。ランド 3 6 は、個別電極 3 5 と F P C 上に形成されたコンタクトとを電氣的に接続する部材である。

#### 【 0 0 4 2 】

最上層の圧電シート 4 1 とその下側の圧電シート 4 2 との間には、シート全面に形成された厚み 2  $\mu\text{m}$  程度の共通電極 3 4 が介在している。なお、圧電シート 4 2 ~ 圧電シート 4 4 のそれぞれの間、および、圧電シート 4 4 の下面には、電極が配置されていない。

10

#### 【 0 0 4 3 】

共通電極 3 4 は、図示しない領域において接地されている。これにより、共通電極 3 4 は、すべての圧力室 1 0 に対向する領域において等しくグランド電位に保たれている。多数の個別電極 3 5 は、個別に電位を制御することができるように、それぞれが F P C 上のコンタクト及び配線を介して、個別に制御部 1 0 0 の一部であるドライバ I C に電氣的に接続されている。

#### 【 0 0 4 4 】

本実施形態におけるアクチュエータユニット 2 1 においては、個別電極 3 5 を共通電極 3 4 と異なる電位にして圧電シート 4 1 に対してその分極方向に電界を印加すると、この電界が印加された部分が、圧電効果により歪む活性部として働く。このとき圧電シート 4 1 は、その厚み方向すなわち積層方向に伸長又は収縮し、圧電横効果により積層方向と垂直な方向すなわち面方向には収縮又は伸長しようとする。一方、残りの 3 枚の圧電シート 4 2 ~ 4 4 は、個別電極 3 5 と共通電極 3 4 とに挟まれた領域をもたない非活性層であるので、自発的に変形することができない。つまり、アクチュエータユニット 2 1 は、上側（つまり、圧力室 1 0 とは離れた）の圧電シート 4 1 を活性部を含む層とし且つ下側（つまり、圧力室 1 0 に近い）3 枚の圧電シート 4 2 ~ 4 4 を非活性層とした、いわゆるユニモルフタイプの構成となっている。

20

#### 【 0 0 4 5 】

この構成において、電界と分極とが同方向となるように、ドライバ I C を制御して個別電極 3 5 を共通電極 3 4 に対して正又は負の所定電位とすると、圧電シート 4 1 の電極に挟まれた部分（活性部）が、面方向に収縮する。一方、非活性層の圧電シート 4 2 ~ 4 4 は電界の影響を受けないため、自発的には縮むことがなく活性部の変形を規制しようとする。この結果、圧電シート 4 1 と圧電シート 4 2 ~ 4 4 との間で分極方向への歪みに差が生じて、圧電シート 4 1 は圧力室 1 0 側へ凸となるように変形（ユニモルフ変形）する。

30

#### 【 0 0 4 6 】

本実施の形態における実際の駆動手順は、予め個別電極 3 5 を共通電極 3 4 より高い電位（以下高電位と称す）にしておき、吐出要求があるごとに個別電極 3 5 を共通電極 3 4 と一旦同じ電位（以下低電位と称す）とし、その後所定のタイミングにて再び高電位とする。これにより、個別電極 3 5 が低電位になるタイミングで、圧電シート 4 1 ~ 4 4 が元の形状に戻り、圧力室 1 0 の容積が初期状態（両電極の電位が異なる状態）と比較して増加する。このとき、圧力室 1 0 内に負圧が与えられ、インクがマニホールド流路 5 側から圧力室 1 0 内に吸い込まれる。その後再び個別電極 3 5 を高電位にしたタイミングで、圧電シート 4 1 ~ 4 4 が圧力室 1 0 側へ凸となるように変形し、圧力室 1 0 の容積減少により圧力室 1 0 内の圧力が正圧となりインクへの圧力が上昇し、インク滴が吐出される。つまり、インク滴を吐出させるため、高電位を基準とするパルスを個別電極 3 5 に供給することになる。このパルス幅は、圧力室 1 0 内において圧力波がマニホールド流路 5 からノズル 8 まで伝播する時間長さである A L（Acoustic Length）が理想的である。これによると、圧力室 1 0 内部が負圧状態から正圧状態に反転するとき両者の圧力が合わさり、より強い圧力でインク滴を吐出させることができる。

40

50

## 【 0 0 4 7 】

また、階調印字においては、ノズル 8 から連続して吐出されるインク滴の数、つまりインク吐出回数で調整されるインク量（体積）で階調表現が行われる。このため、指定された階調表現に対応する回数のインク吐出を、指定されたドット領域に対応するノズル 8 から連続して行う。一般に、インク吐出を連続して行う場合は、インク滴を吐出させるために供給するパルスとパルスとの間隔を A L とすることが好ましい。これにより、先に吐出されたインク滴を吐出させるときに発生した圧力の残余圧力波と、後に吐出させるインク滴を吐出させるときに発生する圧力の圧力波との周期が一致し、これらが重畳してインク滴を吐出するための圧力を増幅させることができる。

## 【 0 0 4 8 】

図 3 に戻って、圧力室群 9 に属する各圧力室 1 0 は、その長い対角線の一端においてノズル 8 に連通されていると共に、他端においてアパーチャ 1 2 を介して副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 に連通されている。圧力室 1 0 は、配列方向 A 及び配列方向 B の 2 方向に千鳥状配列パターンでマトリクス状に隣接配置されている。圧力室 1 0 の短い方の対角線は上述した配列方向 A と平行である。配列方向 B は、配列方向 A と鈍角をなす圧力室 1 0 の一斜辺方向である。そして、圧力室 1 0 の両方の鋭角部は、隣接する別の 2 つの圧力室の間に位置している。

## 【 0 0 4 9 】

図 3 に示すように、圧力室 1 0 は、配列方向 A に沿って 3 7 . 5 d p i に相当する距離ずつ離隔して配列している。また、圧力室 1 0 は、配列方向 B に 1 6 個並べられている。すなわち、1 つのアクチュエータユニット 2 1 内には、配列方向 A に延びる圧力室列 1 1 が配列方向 B に 1 6 行形成されており、全体として 6 0 0 d p i の解像度で印字ができるようになっている。

## 【 0 0 5 0 】

これら 1 6 本の圧力室列 1 1 は、所定の間隙を介して隣接しており、圧力室群 9 が構成されている。圧力室列 1 1 は、図 3 の紙面に対して垂直な方向から見て、副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 との相対位置に応じて、第 1 の圧力室列 1 1 a、第 2 の圧力室列 1 1 b、第 3 の圧力室列 1 1 c、及び、第 4 の圧力室列 1 1 d に分けられる。これら第 1 ~ 第 4 の圧力室列 1 1 a ~ 1 1 d は、アクチュエータユニット 2 1 の上辺から下辺に向けて、1 1 c 1 1 d 1 1 a 1 1 b 1 1 c 1 1 d ... 1 1 b という順番で周期的に 4 個ずつ配置されている。

## 【 0 0 5 1 】

第 1 の圧力室列 1 1 a を構成する圧力室 1 0 a 及び第 2 の圧力室列 1 1 b を構成する圧力室 1 0 b においては、配列方向 A と直交する方向にとった方向 C に関して、ノズル 8 が下側に偏在し、それぞれ対応する圧力室 1 0 の下端部付近と対向している。一方、第 3 の圧力室列 1 1 c を構成する圧力室 1 0 c 及び第 4 の圧力室列 1 1 d を構成する圧力室 1 0 d においては、方向 C に関して、ノズル 8 が上側に偏在し、それぞれ対応する圧力室 1 0 の上端部付近と対向している。つまり、第 1 の圧力室列 1 1 a に属する圧力室 1 0 a に係るノズル 8 は、図 4 に示すノズル列 1 5 a を形成し、第 2 の圧力室列 1 1 b に属する圧力室 1 0 b に係るノズル 8 は、図 4 に示すノズル列 1 5 b を形成している。そして、第 3 の圧力室列 1 1 c に属する圧力室 1 0 c に係るノズル 8 は、図 4 に示すノズル列 1 5 c を形成し、第 4 の圧力室列 1 1 d に属する圧力室 1 0 d に係るノズル 8 は、図 4 に示すノズル列 1 5 d を形成している。

## 【 0 0 5 2 】

第 1 及び第 4 の圧力室列 1 1 a、1 1 d においては、図 3 の紙面に対して垂直な方向から見て、圧力室 1 0 a、1 0 d の半分以上の領域が、各副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 と重なっている。一方、第 2 及び第 3 の圧力室列 1 1 b、1 1 c においては、圧力室 1 0 b、1 0 c のほぼ全領域が、各副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 と重なっていない。そのため、いずれの圧力室列 1 1 に属する圧力室 1 0 についてもこれに連通するノズル 8 が副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 と重ならないようにしつつ、副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 の幅

10

20

30

40

50

を可能な限り広くして各圧力室 10 にインクを円滑に供給することが可能となっている。

【0053】

図4に示すように、複数のノズル8が、副マニホールド流路E1～E4の延在方向（配列方向A）に沿って配列されていると共に、互いに平行な16列のノズル列15を形成している。これらノズル列15は、圧力室列11a～11dのそれぞれと対応しており、ノズル列15a～15dに分けられている。ノズル列15a及びノズル列15bの間には、ノズル列15cが位置している。これは、第2及び第3の圧力室列11b, 11cに属する圧力室10どうしの一鋭角部が、方向Cにオーバーラップし、且つ、その一鋭角部側に当該圧力室10に係るノズル8が偏在しているためである。その結果、第3の圧力室列11cに属する圧力室10に係るノズル8が第1及び第2の圧力室列11a, 11bに係るノズル8間に配置されている。つまり、図3に示すように、各圧力室列11a～11dを図中下から上に向かって順に(F1)～(F16)と記す。また、これら圧力室列11a～11dに対応するノズル列15a～15dに(F1')～(F16')と記すると、図4に示すように、ノズル列15b, 15cに対応する(F4'), (F5'), (F8'), (F9'), (F12'), (F13')の並びが圧力室列11の並びとは異なって、方向Cに入れ替わっている。各ノズル8は流路ユニット4の長手方向（配列方向A）に沿って37.5dpiに相当する距離ずつ離隔されている。各ノズル列15a～15dは、上述のように4本の副マニホールド流路E1～E4と対向しない位置に配置されている。

10

【0054】

図4には、流路ユニット4の長手方向に37.5dpiに相当する幅(678.0μm)を有し、流路ユニット4の短手方向（方向C）に延在する帯状領域Rが示されている。この帯状領域R内には、各ノズル列15a～15dについて1つのノズル8が存在しており、全部で16個のノズル8が含まれている。これら16個の各ノズル8を配列方向Aに延びる仮想直線上に同じ方向から射影した点の位置は、印字時の解像度である600dpiに相当する間隔ずつ離隔し、等間隔になっている。

20

【0055】

1つの帯状領域Rに属する16個のノズル8を配列方向Aに延びる直線上に射影した位置が左にあるものから順に、これら16個のノズル8を(1)～(16)と記することにしたとき、これら16個のノズル8は、下から、(1)、(9)、(13)、(15)、(5)、(7)、(11)、(16)、(3)、(8)、(12)、(14)、(4)、(6)、(10)、(2)の順番に並んでいる。このように構成されたインクジェットヘッド2において、アクチュエータユニット21を印字用紙の搬送に合わせて適宜駆動させると、配列方向Aに600dpiの解像度を有する文字や図形等を描画することができる。

30

【0056】

次に、アクチュエータユニット21の制御について、図7を参照しつつ説明する。図7は、制御部100の機能ブロック図である。制御部100は、演算処理装置であるCPU（Central Processing Unit）と、CPUが実行するプログラム及びプログラムに使用されるデータが記憶されているROM（Read Only Memory）と、プログラム実行時にデータを一時記憶するためのRAM（Random Access Memory）と、アクチュエータユニット21を駆動するためのドライバICとを備えており、これらが一体となって機能することにより以下に説明する各機能部が構築されている。

40

【0057】

制御部100は、PC200からの指示に基づいて動作するものであり、図7に示すように、通信部151と、印字制御部152とを備えている。通信部151は、PC200との通信を行うものである。PC200からコマンドが送信されると、通信部151はその実行内容を解析し印字制御部152に出力する。印字制御部152は、通信部151から入力された実行内容に基づいてプリンタ1の印字動作を制御するためのものであり、アクチュエータ制御部153と動作制御部158とを備えている。動作制御部158は、搬

50

送モータ 147 等を制御するものである。アクチュエータ制御部 153 は、アクチュエータユニット 21 の駆動を制御するものである。尚、これら各機能部は A S I C ( Application Specific Integrated Circuit ) 等で構成されているハードウェアであるが、機能部の全て、又は一部がソフトウェアで構成されていてもよい。

【 0 0 5 8 】

次に、図 8 を参照しつつ、アクチュエータ制御部 153 について詳細に説明する。図 8 はアクチュエータ制御部 153 の機能ブロック図である。図 8 に示すように、アクチュエータ制御部 153 は、波形出力部 154 と、4 つの遅延部 155 と、タイミング指示部 156 と、波形増幅部 157 とを備えている。なお、波形出力部 154、遅延部 155、及びタイミング指示部 156 はデジタル回路で構成されており、波形増幅部 157 はアナログ回路で構成されている。

【 0 0 5 9 】

波形出力部 154 は、通信部 151 から入力された印字の実行内容に基づいて、ノズル 8 から所望の体積のインクを吐出させるための吐出信号を生成して出力するものである。4 つの遅延部 155 は、それぞれが副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 毎のノズル列 15 a ~ 15 d のいずれかに対応するものであり、波形出力部 154 から出力された吐出信号を所定時間遅延させ、遅延させた吐出信号をさらに出力するものである。また、遅延部 155 は、タイミング指示部 156 の指示に基づいて、遅延なし、遅延時間  $t_d$ 、遅延時間  $t_d \times 2$ 、及び遅延時間  $t_d \times 3$  ( 図 10 参照 ) の 4 つの遅延時間のいずれかを設定することができる。吐出信号の遅延はノズル 8 からのインクの吐出タイミングの遅延となる。つまり、遅延部 155 は、副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 毎に係る 4 つのノズル列 15 a ~ 15 d において、ノズル列単位でノズル 8 からのインクの吐出タイミングを 4 種類設定することができる。

【 0 0 6 0 】

タイミング指示部 156 は、各遅延部 155 に対して、互いに異なるように上述の遅延時間 ( インクの吐出タイミング ) を設定するものである。波形増幅部 157 は、遅延部 155 が出力した吐出信号を増幅して出力するものである。波形増幅部 157 が出力した吐出波形は、アクチュエータユニット 21 の対応する個別電極 35 に供給される。

【 0 0 6 1 】

図 9 を参照してタイミング指示部 156 について詳細に説明する。図 9 は、タイミング指示部 156 の機能ブロック図である。図 9 に示すように、タイミング指示部 156 は、テーブル記憶部 161 と、セレクタ 162 とを備えている。テーブル記憶部 161 は、各ノズル列 15 a ~ 15 d に対応する個別電極 35 に供給される吐出信号の異なった遅延時間を記憶するものである。テーブル記憶部 161 に記憶されている遅延時間の例を表 1 及び表 2 に示す。なお、表 1 及び表 2 においては、遅延なしを「 0」、遅延時間  $t_d$  を「 1」、遅延時間  $t_d \times 2$  を「 2」、及び遅延時間  $t_d \times 3$  を「 3」と表している ( 図 10 参照 )。また、表 1 は、各ノズル列 15 a ~ 15 d を副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 毎に整理して示しており、表 2 は、表 1 を射影点番号順に並べて整理して示したものである。また、表 1 及び表 2 においては、ノズル列 15 a ~ 15 d の列番号を ( F 1 ' ) ~ ( F 1 6 ' ) で表している。

【 0 0 6 2 】

本実施の形態においては、遅延時間  $t_d$  は、隣接した圧力室 10 間に構造的クロストークが生じない期間の最小値である  $3.2 \mu s$  であるが、これに限定するものではない。複数の圧力室 10 が高密度に配列されると、構造的クロストークが無視できなくなる。そこで、遅延時間の  $t_d$  を、構造的クロストークが生じない期間としておけば、複数の圧力室 10 を高密度に配列しても、構造的クロストークの影響を低減させることができる。なお、この  $t_d$  値は、各圧力室 10 の位置関係 ( 配置密度 ) や周囲の剛性によって適宜決められる。

【 0 0 6 3 】

【表 1】

副マニホールド番号	ノズル列番号	射影点番号	遅延
E1	F1'	(1)	0
E1	F2'	(9)	1
E1	F3'	(13)	2
E1	F4'	(5)	3
E2	F5'	(15)	0
E2	F6'	(7)	1
E2	F7'	(11)	2
E2	F8'	(3)	3
E3	F9'	(16)	1
E3	F10'	(8)	0
E3	F11'	(12)	3
E3	F12'	(4)	2
E4	F13'	(14)	1
E4	F14'	(6)	0
E4	F15'	(10)	3
E4	F16'	(2)	2

10

【0064】

【表 2】

20

副マニホールド番号	ノズル列番号	射影点番号	遅延
E1	F1'	(1)	0
E4	F16'	(2)	2
E2	F8'	(3)	3
E3	F12'	(4)	2
E1	F4'	(5)	3
E4	F14'	(6)	0
E2	F6'	(7)	1
E3	F10'	(8)	0
E1	F2'	(9)	1
E4	F15'	(10)	3
E2	F7'	(11)	2
E3	F11'	(12)	3
E1	F3'	(13)	2
E4	F13'	(14)	1
E2	F5'	(15)	0
E3	F9'	(16)	1

30

【0065】

表 1 に示すように、各副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 に係るノズル列 1 5 a ~ 1 5 d の吐出信号の遅延時間が互いに異なるように設定されている。また、表 2 に示すように、各ノズル列 1 5 a ~ 1 5 d に属するノズル 8 の射影点において、隣接するノズル 8 の吐出信号の遅延時間が互いに異なるようにも設定されている。タイミング指示部 1 5 6 においては、これら各ノズル列 1 5 a ~ 1 5 d の遅延時間に基づいて、4 つの遅延部 1 5 5 のそれぞれに対して遅延時間を設定する。なお、本実施の形態における遅延時間は、副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 毎に係る圧力室列数に対応した 4 種類となっているが、2 種類以上であればよい。セレクタ 1 6 2 は、テーブル記憶部 1 6 1 に記憶されているノズル列 1 5 a ~ 1 5 d 毎の遅延時間を選択して遅延部 1 5 5 に対して遅延時間を設定するものである。

40

【0066】

アクチュエータ制御部 1 5 3 により出力される 4 種類の遅延がかけられた吐出信号の波形パターンを図 1 0 に示す。なお、縦軸は電位を、横軸は時間をそれぞれ示しており、副

50

マニホールド流路 E 1 に係るノズル列 1 5 a ~ 1 5 d に対応する吐出信号の波形パターンである。また、遅延 0 は遅延なしの波形パターンを、遅延 1 は遅延時間  $t_d$  の波形パターンを、遅延 2 は遅延時間  $t_d \times 2$  の波形パターンを、遅延 3 は遅延時間  $t_d \times 3$  の波形パターンをそれぞれ示している。このうち、遅延 0 で示される波形パターンは、ノズル列 1 5 b ( F 1 ' ) に加えられ、遅延 1 で示される波形パターンは、ノズル列 1 5 a ( F 2 ' ) に加えられる。さらに、遅延 2 で示される波形パターンは、ノズル列 1 5 d ( F 3 ' ) に加えられ、遅延 3 で示される波形パターンは、ノズル列 1 5 c ( F 4 ' ) に加えられる。本実施の形態においては、インク滴を吐出するために高電位を基準とするパルスが個別電極 3 5 に供給される。図 1 0 に示すように、波形パターンは、吐出パルスとキャンセルパルスとから構成されている。吐出パルスはノズル 8 からインク滴を吐出するためのものであり、1 つのパルスで 1 つのインク滴を吐出することができる。図 1 0 に示した波形パターンには 3 つの吐出パルスが含まれている。キャンセルパルスは、インク吐出後に個別インク流路 3 2 内に残留する残留圧力を除去するためのものである。キャンセルパルスは、残留圧力の周期に対して反転した周期のタイミングで、個別インク流路 3 2 に新たな圧力を発生させる。これにより残留圧力がキャンセルパルスにより生成された圧力によりほとんど相殺される。そして、遅延 0 の波形パターンを基準として、遅延 1 の波形パターンは開始時間が時間  $t_d$  遅延しており、遅延 2 の波形パターンは開始時間が時間  $t_d \times 2$  遅延しており、遅延 3 の波形パターンは開始時間が時間  $t_d \times 3$  遅延している。本実施の形態では、上述したような圧力室 1 0 やマニホールド流路 5 の配設関係があるので、先にも記したように時間  $t_d$  は、圧力室 1 0 が隣接することで生じることがある構造的クロストークの影響を受けない最短時間 (  $3.2 \mu s$  ) に設定してある。そのため、図 1 0 に示すように、遅延 0 の最初の吐出パルスから遅延 3 のキャンセルパルスまでの期間  $T_m$  も短くなる。印字用紙 P が、その搬送方向に関する印字解像度に対応した距離だけ搬送されるのに要する時間を印字周期としたとき、インク吐出後にキャンセルパルスでは相殺しきれなかった残留圧力による影響がでない時間だけは待つにしても、期間  $T_m$  が短くなった分だけ一印字周期を短く抑えることができる。すなわち、高速印字に寄与する。なお、本実施形態における単位距離は、印字用紙 P の搬送方向の解像度が  $600 \text{ dpi}$  となっているので約  $40 \mu m$  となっている。

#### 【 0 0 6 7 】

ここで、副マニホールド流路 E 1 ~ E 4 毎の 4 種類の吐出信号について説明する。図 1 1 は、4 つの副マニホールド流路毎のノズル列 1 5 a ~ 1 5 d に属するノズル 8 に係る波形パターンを示す説明図である。図 1 1 に示すように、副マニホールド流路 E 1 に係るノズル列 1 5 a ~ 1 5 d にそれぞれ対応する個別電極 3 5 には、ノズル 8 の射影点番号が ( 1 )、( 9 )、( 1 3 )、( 5 ) のものに順に遅延 0、遅延 1、遅延 2、遅延 3 の波形パターンが供給されている。副マニホールド流路 E 2 に係るノズル列 1 5 a ~ 1 5 d にそれぞれ対応する個別電極 3 5 にも、同様にノズル 8 の射影点番号が ( 1 5 )、( 7 )、( 1 1 )、( 3 ) のものに、順に遅延 0、遅延 1、遅延 2、遅延 3 の波形パターンが供給されている。副マニホールド流路 E 3 に係るノズル列 1 5 a ~ 1 5 d にそれぞれ対応する個別電極 3 5 には、ノズル 8 の射影点番号が ( 1 6 )、( 8 )、( 1 2 )、( 4 ) のものに順に遅延 1、遅延 0、遅延 3、遅延 2 の波形パターンが供給されている。副マニホールド流路 E 4 に係るノズル列 1 5 a ~ 1 5 d にそれぞれ対応する個別電極 3 5 にも、同様にノズル 8 の射影点番号が ( 1 4 )、( 6 )、( 1 0 )、( 2 ) のものに順に遅延 1、遅延 0、遅延 3、遅延 2 の波形パターンが供給されている。このように隣接する圧力室列間やノズル 8 の隣接した射影点に異なった吐出タイミングで吐出信号が供給されている。こうして 4 種類の遅延パターンの吐出信号が、各ノズル列 1 5 a ~ 1 5 d に係る個別電極 3 5 に供給されてアクチュエータユニット 2 1 が駆動される。対応するノズル 8 からは、波形パターンに応じた量のインク滴が遅延の種類に応じたタイミングで吐出される。そして、印字用紙 P 上に所望の階調のドットが形成される。本実施形態においては、図 1 1 に示すような遅延 0 ~ 遅延 3 の波形パターンが一印字周期毎に繰り返されている。

#### 【 0 0 6 8 】

変形例によると、本実施形態におけるセクタ162は、同じノズル列15a~15dに係る個別電極35に、同じ遅延の波形パターンの吐出信号を供給するように遅延部155に対して遅延時間を設定しているが、これだけによらず、異なる遅延の波形パターンの吐出信号が同じノズル列15a~15dに係る個別電極35に供給されるように遅延部155に対して遅延時間を設定していてもよい。つまり、最初の印字周期において、個別電極35に供給される吐出信号の遅延の波形パターンが、次の印字周期における当該個別電極35に供給される吐出信号の遅延の波形パターンが異なってもよい。この場合でも、遅延時間 $t_d$ が期間 $T_m$ を短くするように最小値となっているので、一印字周期を短く抑えつつ、次の印字周期にクロストークの影響が生じにくくなる。

#### 【0069】

以上のような本実施の形態におけるインクジェットプリンタ1によると、隣接する圧力室列11a~11d間において、対応する個別電極35にはそれぞれ異なる吐出タイミングで吐出信号が供給されるので、構造的クロストークによる影響を低減させることができる。つまり、吐出タイミングの時間的差異は、短くても互いに構造的クロストークの影響を受けない時間に設定されている。そのため、各圧力室列11間において、どの隣接する組み合わせを取っても、隣接する圧力室10からの構造的クロストークは受けない。さらに、高密度化が進んだ場合においても、構造的クロストークの影響を低く抑えることができる。加えて、一印字周期内で、複数の吐出タイミングが存在することは、吐出タイミングの数に対応して電力の消費タイミングが分割されることでもある。これにより、消費電力ピークが瞬間的に過大になるのを避けることができ、電源装置を小型で簡略なものとする

10

20

#### 【0070】

また、同じ副マニホールド流路E1~E4に連通した複数の圧力室10が構成する4列の圧力室列11a~11d間において、対応する個別電極35に4種類の遅延0~遅延3の波形パターンの吐出信号が供給されるので、流体的クロストークの影響を低減させることができる。ここで、流体的クロストークとは、共通インク室である副マニホールド流路において、各圧力室から伝播した圧力波が互いに共振して常在波を発生し、その常在波が当該副マニホールド流路に連通しているすべての圧力室におけるインク吐出に影響を与えることである。係る流体的クロストークの影響によりインクの吐出特性にばらつきが生じる。このような流体的クロストークの影響を減少させるために、本実施形態においては、

30

#### 【0071】

本実施の形態では、上述のように、吐出タイミングの最小の時間差を、構造的クロストークが隣接する圧力室列間で影響しない程度の時間 $t_d$ に設定してある。この時間 $t_d$ 以上のタイミング差にしておけば、流体的クロストークの影響も受けずに済む。なお、この時間 $t_d$ は、上述のような圧力室10、マニホールド流路5及び両者の位置関係や連通形態に対応して決められたものであって、構造的な違いがある場合でも、少なくともこれらの配設状態や連通状態に合わせて設定すればよい。すなわち、いずれのクロストークの影響も受け難い時間 $t_d$ とすればよい。

40

#### 【0072】

また、16列のノズル列15a~15dに属するノズル8を仮想直線上に同じ方向から射影したときにおいて、互いに隣接する射影点(1)~(16)に係る圧力室10に対応する個別電極35に異なる吐出タイミングで吐出信号が供給されることになる。仮に、隣接する圧力室列間で異なる吐出タイミングの吐出信号を供給したときに、流体的クロストークや構造的クロストークが完全に抑制できなくても、この残余のクロストークの影響が被印字媒体上のドット間で分散されることになる。そのため、このクロストークに起因したドットの大きさの相違が目立ちにくくなる。例えば、隣接する圧力室列11間及び同じマニホールド流路に連通する圧力室列11間で吐出タイミングを変えて印字しても、ノズ

50



ルの配置状態によっては、同じ吐出タイミングで形成されたドットが連続して隣接した横線を形成していることがある。上述のように吐出タイミングを変えることでクロストークの影響が十分に切り切れている構成であればよいが、クロストークの残余の影響があった場合、例えば注目するドットに係る圧力室列11やマニホールド流路が互いに異なっていたとしても、特定のタイミングで形成されることにより、その残余の影響が表れてしまうことがある。すなわち、一本の横線であっても、線の太さのばらつきとして影響が表れる。さらには、被印字媒体上の印字結果において、濃淡ムラが解消される。つまり、同じ大きさのドットが隣接せずにはばらついて形成されるので、ドットの大きさの相違が目立ちにくくなるからである。したがって、クロストークに起因した被印字媒体上でのドットの大きさの相違が目立ちにくくなり、被印字媒体への印字品質が向上する。

10

**【0073】**

また、複数の圧力室10が構成する16列の圧力室列11a~11dが各副マニホールド流路E1~E4の延在方向に平行に延在し、複数の圧力室10、16列の圧力室列11a~11d及び複数の副マニホールド流路E1~E4の互いの位置関係が規則的な関係になっている。そのため、流体的クロストーク及び構造的クロストークによる影響も規則的になる。つまり、同一圧力室列11に属する各圧力室10は、各クロストークの影響を同程度受けるため、圧力室列11ごとに異なる吐出タイミングで対応する個別電極35に吐出信号を供給することで、各クロストークによる影響の低減が圧力室列11ごとに均一化する。したがって、圧力室列11間において、各クロストークの影響に起因したインク吐出特性のばらつきが抑制しやすくなり、インク吐出精度が向上する。

20

**【0074】**

続いて、本発明の第2実施形態によるインクジェットプリンタについて説明する。図12は、本発明の第2実施形態によるインクジェットプリンタの内部構成を描いた概略斜視図である。図12において、インクジェットプリンタ201内には、ヘッドユニット202が配置されている。ヘッドユニット202のホルダ203には、インクを貯溜するインクタンク204とインクを吐出するインクジェットヘッド205(図13参照)とが固着されている。ホルダ203は、駆動機構206により直線方向に往復移動するキャリッジ207に固着されている。記録媒体たる用紙を搬送する搬送手段としてのプラテンローラ208は、その軸線がキャリッジ207の往復移動方向に沿うように配置され、インクジェットヘッド205と対向している。

30

**【0075】**

キャリッジ207は、プラテンローラ208の支軸と平行に配設されるガイド軸215及びガイド板216によって摺動自在に支持されている。ガイド軸215の両端部の近傍には、プーリー217,218が支持され、これらプーリー217,218の間に無端ベルト219が架け渡されている。キャリッジ207は、この無端ベルト219の適宜の位置に固定されている。

**【0076】**

このような駆動機構206の構成において、一方のプーリー217がモータ220の駆動により正逆回転すると、キャリッジ207がガイド軸215及びガイド板216に沿って直線方向(主走査方向)に往復移動するため、これに伴ってヘッドユニット202も往復移動する。

40

**【0077】**

用紙は、インクジェットプリンタ201の側方に設けられた給紙カセット(図示せず)から給紙され、インクジェットヘッド205とプラテンローラ208との間の空間に導かれて、インクジェットヘッド205から吐出されるインクにより印刷が施された後に排紙される。なお、図12においては、用紙の給紙機構及び排紙機構の図示を省略している。

**【0078】**

また、インクジェットプリンタ201内には、図12中左下方に示すパージ機構230が設けられている。パージ機構230は、パージキャップ235でインクジェットヘッド205の下面の一部を覆ってインクジェットヘッド205の内部に溜まる気泡やゴミなど

50

を含んだ不良インクを強制的に吸引して除去するためのものである。

【0079】

つまり、カム236の駆動によりポンプ237によって吸引して廃インク溜め238へ廃棄することにより、インクジェットヘッド205の復旧を行うようにしている。なお、図1に示す4つのキャップ239は、印刷が終了してリセット位置（パージ機構230に対向する位置）に戻されるキャリッジ207上のインクジェットヘッド205のノズルをすべて覆って、インクの乾燥を防止するためのものである。

【0080】

図13は、本発明の第2実施形態によるインクジェットプリンタに適用されたインクジェットヘッドの平面図である。図14は、図13に描かれた一点鎖線で囲まれた領域の拡大平面図である。なお、図14において、図面を分かりやすくするために、アクチュエータユニット221の下方にあって破線で描くべき圧力室210、アパーチャ12を実線で描いている。本実施の形態のインクジェットプリンタ201は、図13に示すように、用紙搬送方向に長手方向を有する矩形平面形状のインクジェットヘッド205を備えている。

10

【0081】

インクジェットヘッド205は、上述の流路ユニット4と同様に複数のプレートが積層され構成された流路ユニット214と、流路ユニット214の上面に固定された矩形平面形状のアクチュエータユニット221とを含んでいる。

【0082】

流路ユニット214の上面には、図13及び図14に示すように、アクチュエータユニット221を避けた位置に配置されたインク供給口213と、アクチュエータユニット221と重なる位置にマトリクス状に配列された複数の圧力室210とが形成されている。流路ユニット214の内部には、インク供給口213から流路ユニット214の長手方向（用紙搬送方向）に沿って互いに平行に延在した4本のマニホールド流路J1～J4が形成されている。この構成により、インクタンク（図示せず）からのインクがインク供給口213を介して各マニホールド流路J1～J4内に供給される。

20

【0083】

なお、アクチュエータユニット221の構成は、上述のアクチュエータユニット21とほぼ同様な構成を有しており、その平面形状が台形形状から長方形形状に変更されただけである。つまり、最上層の圧電シートの圧力室210に対向する位置には、個別電極35が形成されており、最上層の圧電シートとその下側の圧電シートには、シート全面に共通電極が形成されている。これにより、アクチュエータユニット221も上述のアクチュエータユニット21と同様に個別電極35毎の複数のアクチュエータから構成されることになる。

30

【0084】

流路ユニット214内には、上述の個別インク流路32と同様の個別インク流路が複数形成されている。つまり、図14に示すように、流路ユニット214には、マニホールド流路J1～J4、圧力室210、アパーチャ12及びノズルが上述の流路ユニット4と同様な配置関係で形成されており、圧力室210毎にマニホールド流路J1～J4からノズルに至る個別インク流路を形成している。なお、複数の圧力室210は、上述の圧力室列11a～11dと同様に4列ずつ各マニホールド流路J1～J4に係る圧力室列211a～211dを形成しており、図示しない複数のノズルにおいても上述のノズル列15と同様なノズル列を形成している。

40

【0085】

本実施形態におけるインクジェットプリンタは、上述の制御部100とほぼ同じ制御構成を有する制御部を備えており、それによって制御されている。制御部において、上述の制御部100の構成と異なる点は、本実施形態のインクジェットプリンタ201では用紙の搬送に対応して、インクジェットヘッド205がキャリッジ207の往復移動に伴って用紙搬送方向と直交する方向に移動する。つまり、本実施形態におけるインクジェットプ

50

リントは、シリアルタイプのインクジェットプリンタである。これにより、制御部内の動作制御部が印刷時の用紙搬送に伴ってキャリッジ207を往復移動させつつ、上述の同様なアクチュエータ制御部の制御によってアクチュエータユニット221を駆動させる。このときの各ノズルからのインク吐出タイミングは上述と同じである。

#### 【0086】

以上のような本実施の形態におけるインクジェットプリンタ201によると、流路ユニット214に形成された圧力室210、アパーチャ12、圧力室列211、マニホールド流路J1~J4及びノズルが上述の流路ユニット4とほぼ同じ配置関係になっており、且つ、ノズルからインク吐出するための吐出タイミングも同じタイミングで制御された吐出信号がアクチュエータユニット221の各個別電極35に供給される。そのため、第1実施形態と同様に、隣接する圧力室列211a~211d間において、対応する個別電極35に異なる吐出タイミングで吐出信号が供給されるので、構造的クロストークによる影響を低減させることができる。さらに、同じ副マニホールド流路J1~J4に連通した複数の圧力室210が構成する4列の圧力室列211a~211d間において、対応する個別電極35に4種類の遅延0~遅延3の波形パターンの吐出信号が供給されることになるので、流体的クロストークの影響を低減させることができる。加えて、圧力室列211(複数の個別電極35)間において、供給される吐出信号が異なる吐出タイミングで供給されるので、消費電力ピークが瞬間的に過大になるのを避けることができ、電源装置を小型で簡略なものとするのが可能となる。なお、本実施形態におけるインクジェットプリンタは、第1実施形態と同様な構成を有する部分においては同じ効果を得ることができる。

10

20

#### 【0087】

上述した第1及び第2実施形態における流路ユニット4, 214の副マニホールド流路E1~E4及びマニホールド流路J1~J4は、流路ユニット4の長手方向に平行に延在しているが、図14に示すように、共通インク室となるマニホールド流路H1~H4が互いに流路ユニット304の延在方向に平行に形成されていなくてもよい。図15は、本発明の第1及び第2実施形態によるインクジェットプリンタに適用されたインクジェットヘッドの流路ユニットの一変形例を示す平面図である。図16は、図15に描かれた一点鎖線で囲まれた領域の拡大平面図である。なお、図16において、図面を分かりやすくするために、流路ユニット304内において破線で描くべきアパーチャ312を実線で描いているとともに、マニホールド流路H1の延在方向が図16中左右方向に平行になるように回転させて描いている。

30

#### 【0088】

本変形例における流路ユニット304は、図15に示すように、流路ユニット304の長手方向から所定角度だけ傾いた方向に延在した4つのマニホールド流路H1~H4を有している。これらマニホールド流路H1~H4は、流路ユニット304の一端から他端に向かって順に反対側に傾いており、平面上において2つの「八」の字を描くように配置されている。流路ユニット304の上面上には、複数の圧力室310がマトリクス状に配列されている。複数の圧力室310は、各マニホールド流路H1~H4の延在方向に沿って互いに平行に配列された複数の圧力室列311を形成している。流路ユニット304内には、マニホールド流路H1~H4の延在方向と直交する方向に延在された複数のアパーチャ312が形成されている。複数のアパーチャ312は、各マニホールド流路H1~H4と各マニホールド流路H1~H4に対応する圧力室310に対して、複数種類の延在長を圧力室列311毎に有している。ここで、同じインク流通開口面積を有するアパーチャの延在長が異なると、アパーチャにおける流路抵抗が異なるため、マニホールド流路からアパーチャ及び圧力室を介してノズルに至る個別インク流路毎のインク吐出特性が異なることになる。そのため、本変形例においては、アパーチャ312の延在長が異なっても互いに流路抵抗が同じになるように、インク流通開口面積を異ならせている。つまり、アパーチャ312の延在長が短いものに対しては、長いものよりその開口面積を小さくしている。なお、流路ユニット304には、流路ユニット304の下面(インク吐出領域)に、複数のノズルがマトリクス状に配列されている。また、流路ユニット304の上面上には、

40

50

アクチュエータユニット（図示せず）が形成されており、その構成は、上述のアクチュエータユニット 2 1 とほぼ同様な構成である。つまり、最上層の圧電シートの圧力室 3 1 0 に対向する位置には、個別電極が形成されており、最上層の圧電シートとその下側の圧電シートには、シート全面に共通電極が形成されている。これにより、本変形例におけるアクチュエータユニットも上述のアクチュエータユニット 2 1 と同様に個別電極毎の複数のアクチュエータから構成されることになる。

【0089】

このような構成を有する流路ユニット 3 0 4 においても、圧力室列 3 1 1 間において対応する個別電極に異なる吐出タイミングで吐出信号が供給されることで、第 1 及び第 2 実施形態と同様な効果を得ることができる。

10

【0090】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な変更が可能なものである。例えば、上述の実施形態及び変形例においては、インクジェットヘッドの平面形状が長方形形状になっているが、正方形であってもよい。また、複数のノズルを同じ方向に射影した射影点において、隣接する射影点同士が同じ吐出タイミングでインクを吐出するような吐出信号が対応する個別電極に供給されていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図 1】本発明の第 1 実施形態によるカラーインクジェットプリンタの概略構成図である

20

【図 2】図 1 に示したヘッド本体の平面図である。

【図 3】図 2 の一点鎖線で囲まれたブロックの拡大平面図である。

【図 4】図 2 に示す流路ユニットに形成されたノズルの配置状況を示す拡大平面図である

【図 5】図 3 の V - V 線における断面図である。

【図 6】図 5 に示すアクチュエータユニットの部分拡大平面図である。

【図 7】図 1 に示す制御部の機能ブロック図である。

【図 8】図 7 に示すアクチュエータ制御部の機能ブロック図である。

【図 9】図 8 に示すタイミング指示部の機能ブロック図である。

30

【図 10】図 7 に示すアクチュエータ制御部が生成する 4 種類のパルスの波形パターンを示す図である。

【図 11】図 7 に示すアクチュエータ制御部が生成する 4 つの副マニホールド流路毎の各ノズル列に属するノズルに係る波形パターンを示す説明図である。

【図 12】本発明の第 2 実施形態によるインクジェットプリンタの内部構成を描いた概略斜視図である。

【図 13】本発明の第 2 実施形態によるインクジェットプリンタに適用されたインクジェットヘッドの平面図である。

【図 14】図 13 に描かれた一点鎖線で囲まれた領域の拡大平面図である。

【図 15】本発明の第 1 及び第 2 実施形態によるインクジェットプリンタに適用されたインクジェットヘッドの流路ユニットの一変形例を示す平面図である。

40

【図 16】図 15 に描かれた一点鎖線で囲まれた領域の拡大平面図である。

【符号の説明】

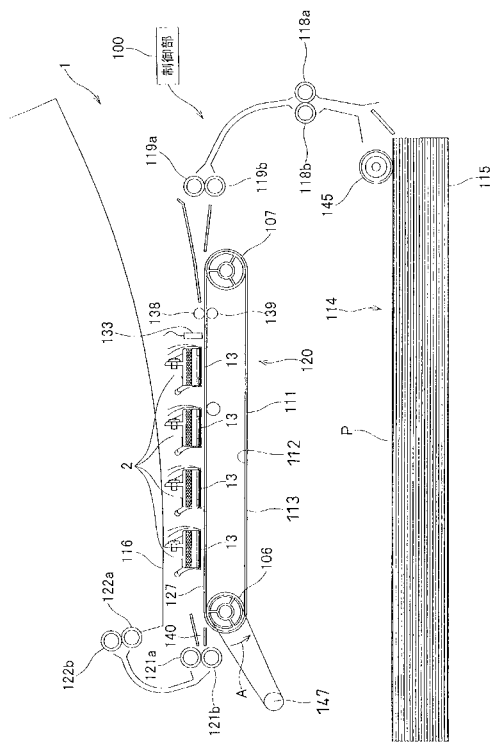
【0092】

- 1        プリンタ
- 4 , 2 1 4 , 3 0 4        流路ユニット
- 8        ノズル
- 1 0 , 2 1 0 , 3 1 0        圧力室
- 1 1 a ~ 1 1 d , 2 1 1 a ~ 2 1 1 d , 3 1 1    圧力室列
- 1 3        ヘッド本体

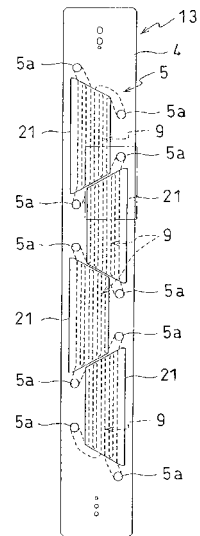
50

- 15 a ~ 15 d ノズル列
- 21, 221 アクチュエータユニット
- 100 制御部
- 153 アクチュエータ制御部
- 154 波形出力部
- 155 遅延部
- 156 タイミング指示部
- 157 波形増幅部
- E1 ~ E4 副マニホールド流路 (共通インク室)
- H1 ~ H4, J1 ~ J4 マニホールド流路 (共通インク室)

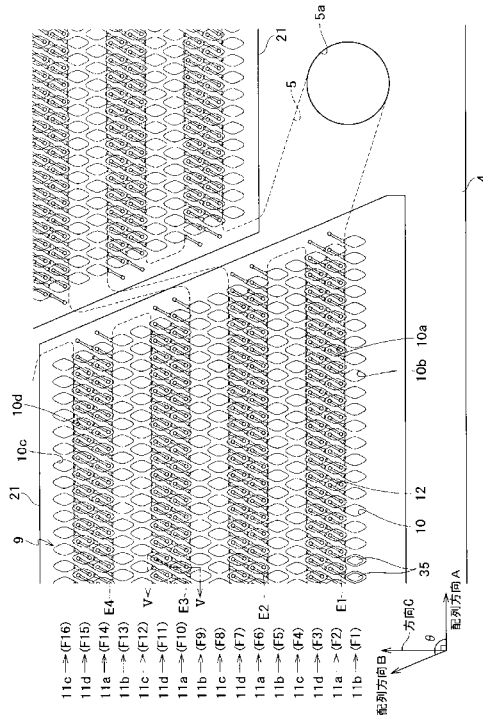
【図1】



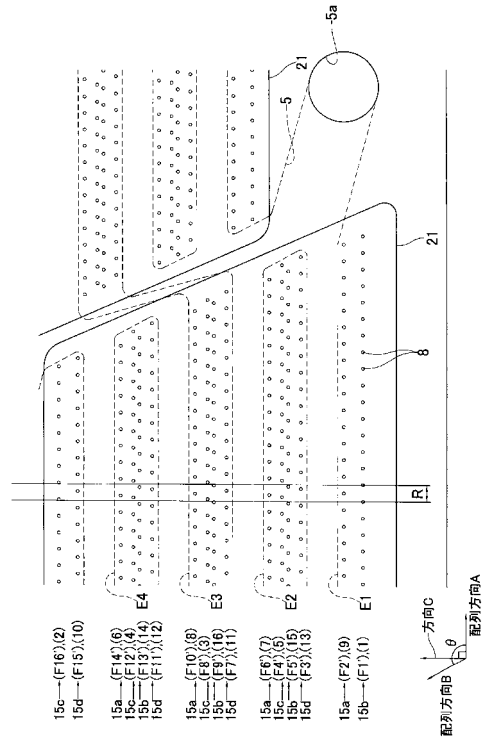
【図2】



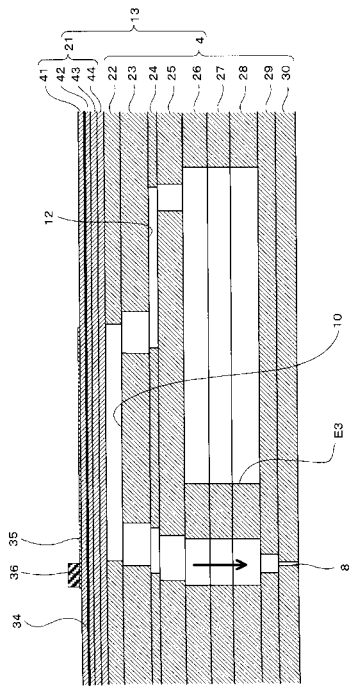
【 図 3 】



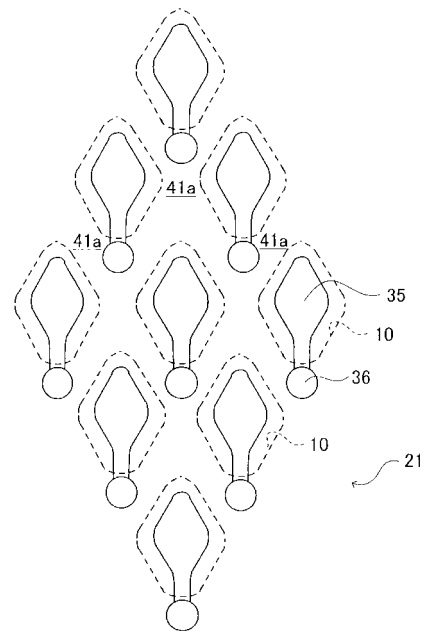
【 図 4 】



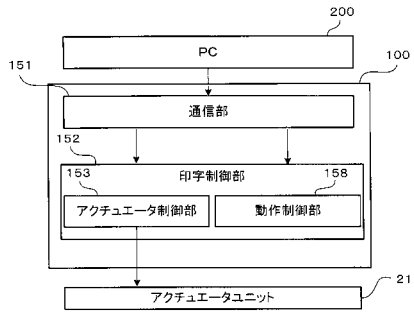
【 図 5 】



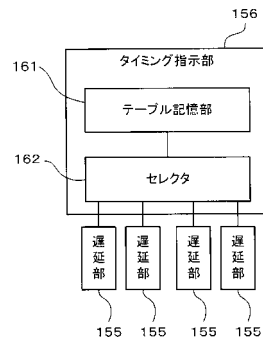
【 図 6 】



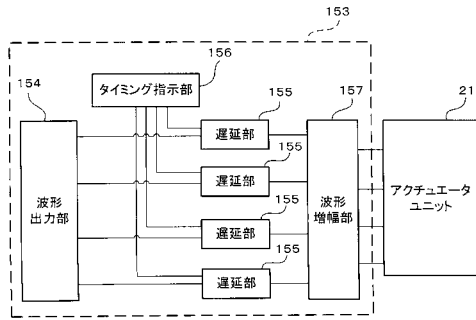
【 図 7 】



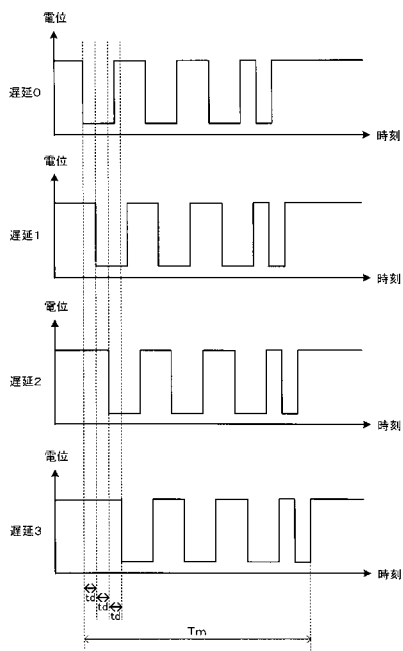
【 図 9 】



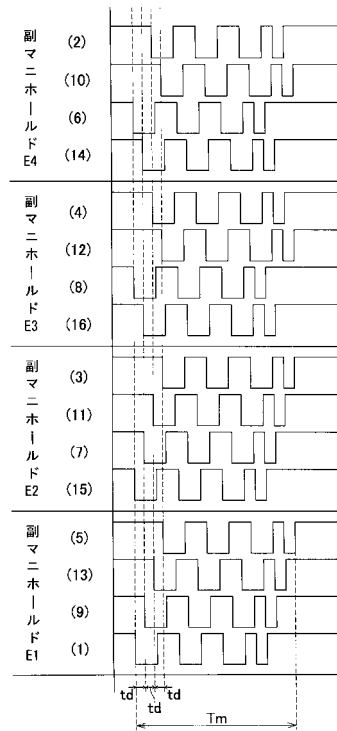
【 図 8 】



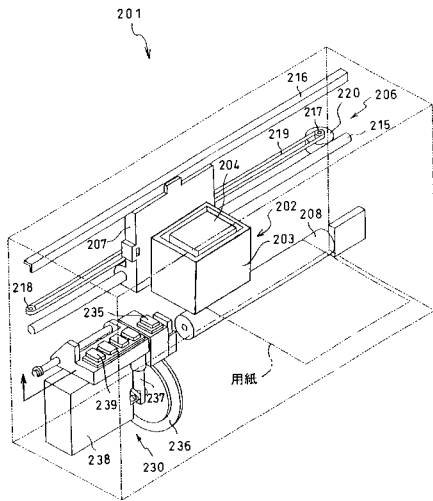
【 図 10 】



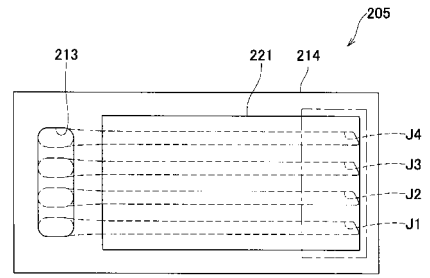
【 図 11 】



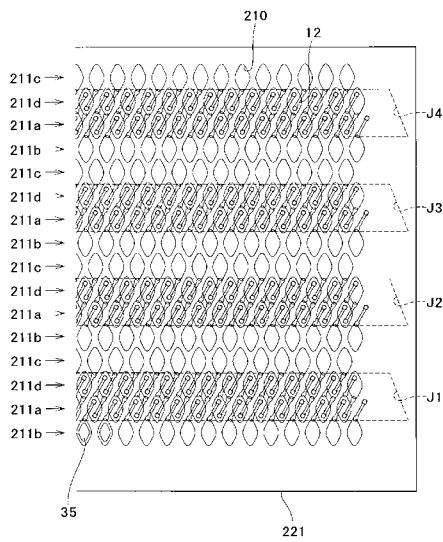
【 図 1 2 】



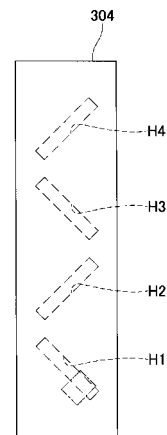
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

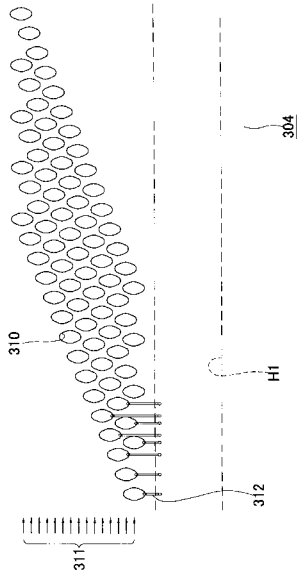


【 図 1 5 】





【 図 1 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 石倉 慎

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF40 AF83 AG15 AG47 AM19 AN05 AR08 BA04 BA14