

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)公開番号  
**特開2023-73830**  
(P2023-73830A)

(43)公開日 令和5年5月26日(2023.5.26)

(51)国際特許分類	F I	マークコード(参考)					
B 4 1 J	2/045(2006.01)	B 4 1 J	2/045	2 C 0 5 6			
B 4 1 J	2/14 (2006.01)	B 4 1 J	2/14	6 0 5	2 C 0 5 7		
B 4 1 J	2/01 (2006.01)	B 4 1 J	2/14	6 0 7			
B 4 1 J	2/18 (2006.01)	B 4 1 J	2/14				
B 4 1 J	2/165(2006.01)	B 4 1 J	2/01	4 0 1			
	審査請求	未請求	請求項の数	17	O L	(全26頁)	最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-186526(P2021-186526)  
(22)出願日 令和3年11月16日(2021.11.16)

(71)出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人 110001243  
弁理士法人谷・阿部特許事務所

(72)発明者 倉島 玲伊  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
キヤノン株式会社内

(72)発明者 中窪 亨  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
キヤノン株式会社内

(72)発明者 尾崎 裕之  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
キヤノン株式会社内

F ターム (参考) 2C056 EA14 EC06 EC37 FA03  
最終頁に続く

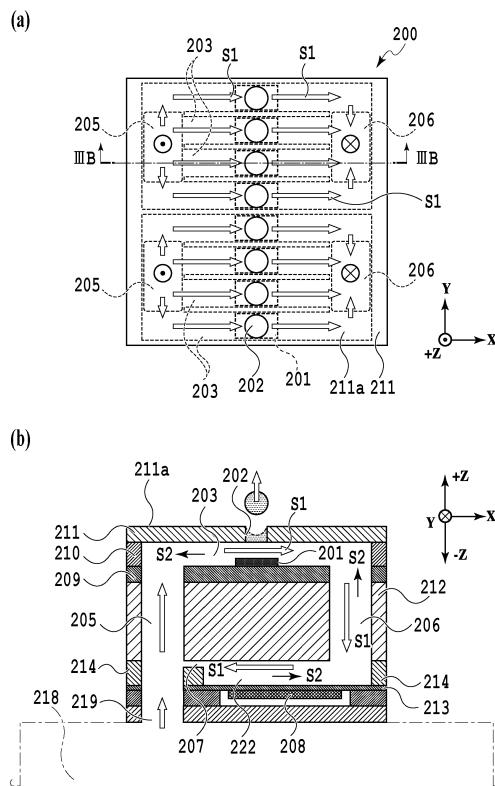
(54) 【発明の名称】 液体吐出装置及び液体吐出装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 吐出口からの液体の吐出動作と吐出口に連通する流路への送液動作とを並行して行った場合にも、液体の吐出動作への影響を抑制することが可能な液体吐出装置を提供する。

【解決手段】 液体吐出装置 1 は、吐出口 2 0 2 に連通する圧力室 2 0 3 に収容された液体を吐出口から吐出する吐出手段 2 0 1 、圧力室と液体供給部 2 1 8 とを連通させる第 1 流路 2 0 5 及び圧力室に連通する第 2 流路 2 0 6 を備える。さらに液体吐出装置は、第 1 流路に連通する接続流路 2 0 7 と第 2 流路とに連通する送液室 2 2 2 、昇圧波形と降圧波形とを含む駆動電圧の印加により送液室の容積を膨張、収縮させて送液室の液体を所定の方向へ流動させる送液手段 2 0 8 及び制御手段 3 0 0 を備える。制御手段は、昇圧波形と降圧波形のうち単位時間当たりの電圧変化量である電圧変化率が大きい方の電圧波形を印加する電圧印加期間が、吐出手段による液体の吐出タイミングと重ならないようにする。

### 【選択図】図 3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液体を吐出する吐出口に連通する圧力室と、  
 前記圧力室に収容された液体を前記吐出口から吐出させる吐出手段と、  
 前記圧力室と液体供給部とを連通させる第1流路と、  
 前記圧力室に連通する第2流路と、  
 前記第1流路に連通する接続流路と、  
 前記接続流路と前記第2流路とに連通する送液室と、  
 初期電圧から所定の到達電圧まで上昇する昇圧波形と前記到達電圧から前記初期電圧へ  
 10 と下降する降圧波形とを含む駆動電圧が印加されることにより前記送液室の容積を膨張、  
 収縮させて前記送液室の液体を所定の方向へ流動させる送液手段と、

前記吐出手段による液体の吐出動作と前記送液手段に対する前記駆動電圧の印加タイミングとを制御する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、前記昇圧波形の電圧変化期間と前記降圧波形の電圧変化期間のうち短い方の電圧変化期間である第1期間が、前記吐出手段による液体の吐出タイミングと重ならないように前記駆動電圧の印加タイミングを制御することを特徴とする液体吐出装置。

## 【請求項 2】

前記送液手段は、印加される電圧によって変位する圧電素子を有する、請求項1に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 3】

前記駆動電圧は、前記昇圧波形と、前記降圧波形とからなる三角波である、請求項1または2に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 4】

前記送液手段は、第1駆動電圧が印加されることにより、前記第1流路、前記圧力室、前記第2流路、前記送液室、前記接続流路、前記第1流路の順に液体を循環させる第1循環流を生じさせる、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 5】

前記送液手段は、第2駆動電圧が印加されることにより、前記第1流路、前記送液室、前記第2流路、前記圧力室、前記第1流路の順に液体を循環させる第2循環流を生じさせる、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 6】

前記送液手段は、第1駆動電圧が印加されることにより、前記第1流路、前記圧力室、前記第2流路、前記送液室、前記接続流路、前記第1流路の順に液体を流動させる第1循環流を生じさせ、第2駆動電圧が印加されることにより、前記第1流路、前記送液室、前記第2流路、前記圧力室、前記第1流路の順に液体を流動させる第2循環流を生じさせ、

前記制御手段は前記第1駆動電圧と前記第2駆動電圧のうち、いずれか一方の駆動電圧を所定の回数だけ前記送液手段に印加した後、いずれか他方の駆動電圧を前記送液手段に印加する、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 7】

前記第1駆動電圧は、前記昇圧波形と前記降圧波形のうち、いずれか一方の電圧変化期間が前記第1期間であり、

前記第2駆動電圧は、前記昇圧波形と前記降圧波形のうち、いずれか他方の電圧変化期間が前記第1期間である、請求項6に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 8】

前記制御手段は、  
 互いに隣接する前記送液手段のうち、いずれか一方を前記第1駆動電圧で駆動すると共に、いずれか他方を前記第2駆動電圧で駆動し、かつ、

前記第1駆動電圧における前記第1期間と前記第2駆動電圧における前記第1期間とを同期させる、請求項7に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 9】

10

20

30

40

50

複数の前記吐出口により吐出口列が形成され、

前記吐出手段は、複数の前記吐出口のそれぞれに対応して設けられた複数の吐出素子からなる吐出素子列を備え、

前記吐出素子は、所定の吐出信号に応じて前記吐出口から前記圧力室の液体を吐出させるための吐出エネルギーを発生する、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

#### 【請求項 10】

前記制御手段は、

複数の前記吐出素子を時分割に駆動し、

前記第 1 期間を、複数の前記吐出素子を駆動させる複数の吐出信号の間の休止期間と重なるように前記駆動電圧の前記印加タイミングを制御する、請求項 9 に記載の液体吐出装置。

10

#### 【請求項 11】

前記吐出素子列は、複数の吐出素子からなる複数のグループに区分され、

前記送液手段は、前記複数のグループのそれぞれに対して少なくとも 1 つ設けられている、請求項 9 または 10 に記載の液体吐出装置。

#### 【請求項 12】

前記第 1 期間が互いに同期する複数の前記駆動電圧によって駆動される前記送液手段の数は偶数である、請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

20

#### 【請求項 13】

前記吐出素子列の端部に対応する前記送液手段を駆動する単位時間当たりの回数を、前記吐出素子列の端部以外の吐出素子に対応する前記送液手段を駆動する単位時間当たりの回数よりも多くする、請求項 9 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

#### 【請求項 14】

前記制御手段は、前記吐出素子列の中で相対的に吐出回数の少ない前記吐出素子に対応する前記送液手段の単位時間当たりの駆動回数を、相対的に吐出回数の多い前記吐出素子に対応する送液手段の単位時間当たりの駆動回数よりも多くすることを特徴とする請求項 9 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

#### 【請求項 15】

前記吐出手段は、液体としてのインクを吐出して記録媒体に記録を行うことが可能な記録ヘッドであり、

前記制御手段は、前記記録ヘッドが前記記録媒体への記録に寄与しない予備吐出を実行する予備吐出期間において前記送液手段を駆動する単位時間当たりの回数を、前記記録ヘッドにより前記記録媒体に記録を行う記録動作期間において前記送液手段を駆動する単位時間当たりの回数よりも増加させる、請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

30

#### 【請求項 16】

液体を吐出する吐出口に連通する圧力室と、

前記圧力室に収容された液体を前記吐出口から吐出させる吐出手段と、

前記圧力室と液体供給部とを連通させる第 1 流路と、

前記圧力室に連通する第 2 流路と、

前記第 1 流路に連通する接続流路と、

前記接続流路と前記第 2 流路とに連通する送液室と、

前記圧力室に設けられ、入力される駆動信号に基づいて前記圧力室に収容された液体を流動させるためのエネルギーを発生させるエネルギー発生手段と、

前記吐出手段による液体の吐出動作と前記駆動信号を前記エネルギー発生手段に入力するタイミングを制御する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、前記吐出手段による液体の吐出動作と重ならないように前記エネルギー発生手段への前記駆動信号の入力タイミングを制御することを特徴とする液体吐出装置。

40

50

## 【請求項 1 7】

液体を吐出する吐出口に連通する圧力室と、  
 前記圧力室に収容された液体を前記吐出口から吐出する吐出手段と、  
 前記圧力室と液体供給部とを連通させる第1流路と、  
 前記前記圧力室に連通する第2流路と、  
 前記第1流路に連通する接続流路と、  
 前記接続流路と前記第2流路とに連通する送液室と、  
 昇圧波形と降圧波形とを含む駆動電圧が印加されることにより前記送液室の容積を膨張、収縮させて前記送液室の液体を所定の方向へ流動させる送液手段と、  
 を備える液体吐出装置の制御方法であって、

10

前記昇圧波形と前記降圧波形のうち単位時間当たりの電圧変化量である電圧変化率が大きい方の電圧波形を印加する電圧印加期間が、前記吐出手段による液体の吐出タイミングと重ならないように前記送液手段に前記駆動電圧を印加するタイミングを制御することを特徴とする液体吐出装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、吐出口から液体を吐出する液体吐出装置及びその制御方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年では、MEMS技術（マイクロマシン技術）の発展に伴い、 $\mu\text{m}$ 単位のオーダーで液体を送液する送液装置が提案されている。

20

## 【0003】

特許文献1には、流路抵抗が流速に対して非線形に変化するという特徴を活かし、機械的なバルブ構造を用いず、流体の作用をバルブ機構として利用したマイクロポンプが開示されている。特許文献1に開示されたマイクロポンプによれば、少ない部品による簡易且つ小型な構成で、 $\mu\text{m}$ 単位のオーダーで液体を送液することが可能となる。特許文献1には、メンブレン状の圧電素子を駆動源として用い、圧電素子に印加する電圧を時間に対して非対称に変化させることにより、圧電素子をポンプとして機能させる駆動方法が開示されている。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

## 【特許文献1】特開2003-286940号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

特許文献1で開示される送液装置においては、圧電素子を変位させて、送液室の容積を急激に膨張（収縮）させる動作と、緩やかに収縮（膨張）させる動作とを繰り返すことにより、液体を定量的に移送させている。この送液装置を、液体吐出装置の流路における送液動作に使用した場合、送液室の急激な容積変化によって発生した圧力変動が液滴の吐出動作に影響し、吐出特性の低下を招くことがある。

40

## 【0006】

本発明は、上記課題に着目してなされたものであり、吐出口からの液体の吐出動作と吐出口に連通する流路への送液動作とを並行して行った場合にも、液体の吐出動作への影響を抑制することが可能な液体吐出装置の提供を目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明は、液体を吐出する吐出口に連通する圧力室と、前記圧力室に収容された液体を前記吐出口から吐出させる吐出手段と、前記圧力室と液体供給部とを連通させる第1流路

50

と、前記圧力室に連通する第2流路と、前記第1流路に連通する接続流路と、前記接続流路と前記第2流路とに連通する送液室と、初期電圧から所定の到達電圧まで上昇する昇圧波形と前記到達電圧から前記初期電圧へと降下する降圧波形とを含む駆動電圧が印加されることにより前記送液室の容積を膨張、収縮させて前記送液室の液体を所定の方向へ流動させる送液手段と、前記吐出手段による液体の吐出動作と前記送液手段に対する前記駆動電圧の印加タイミングとを制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記昇圧波形の電圧変化期間と前記降圧波形の電圧変化期間のうち短い方の電圧変化期間である第1期間が、前記吐出手段による液体の吐出タイミングと重ならないように前記駆動電圧の印加タイミングを制御することを特徴とする液体吐出装置である。

【発明の効果】

10

【0008】

本発明によれば、吐出口からの液体の吐出動作と並行して吐出口に連通する流路への送液動作を行った場合にも、液体の吐出動作への影響を抑制することが可能な液体吐出装置の提供を目的とする。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態におけるインクジェット記録装置を示す図である。

【図2】本実施形態において使用される記録ヘッドの斜視図である。

【図3】素子基板における1つの流路ブロックの流路構成を示す図である。

【図4】送液機構の構造及び動作を説明するための模式図である。

20

【図5】薄膜圧電素子に印加する駆動電圧の波形を示す図である。

【図6】薄膜圧電素子に印加する2種類の駆動電圧の波形を示す。

【図7】第1実施形態における吐出素子及びポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。

【図8】第2実施形態における吐出素子及びポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。

【図9】第3実施形態における吐出素子及びポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。

【図10】送液機構の圧電素子に印加する2種類の駆動電圧の波形を示す図である。

【図11】流路ブロック内に設けられた2つの領域におけるインクの流れを示す図である

30

。

【図12】第4実施形態における吐出素子とポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。

【図13】第5実施形態における吐出素子とポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。

【図14】第6実施形態における吐出素子とポンプの駆動シーケンスの一例を示すタイミングチャートである。

【図15】第6実施形態における吐出素子とポンプの駆動シーケンスの他の例を示すタイミングチャートである。

【図16】第7実施形態における吐出素子とポンプの駆動シーケンスの他の例を示すタイミングチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明に係る液体吐出装置の実施形態を図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、以下に説明する各実施形態では、液体を吐出する液体吐出装置として、インクを吐出する記録ヘッドを搭載したインクジェット記録装置を例に採り説明する。なお、以下の各実施形態は、特許請求の範囲に係る本発明を限定するものではなく、また本実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の解決手段に必須のものとは限らない。

【0011】

(第1実施形態)

50

図1は、本実施形態におけるインクジェット記録装置（以下、単に記録装置と称す）1を示す図であり、（a）は基本構成を示す斜視図、（b）は記録装置1の制御系の概略構成を示すブロック図である。本実施形態における記録装置1は、いわゆるフルライン型の記録装置であり、記録媒体WをX方向に搬送する搬送機構20と、インク（液体）を複数の吐出口から吐出可能な記録ヘッド10と、図1（b）に示す制御系を備える。本実施形態の搬送機構20は、不図示の搬送モータの駆動により移動する搬送ベルト20Aを用いて記録媒体SをX方向へと搬送する。

#### 【0012】

記録ヘッド10は、記録媒体Sの搬送方向（X方向）と交差（本例の場合は、直交）するY方向に延在するフルライン型の記録ヘッドである。この記録ヘッド10には、インクを吐出可能な複数の吐出口がY方向に沿って配列されている。なお、吐出口はノズル（nozzle）と称されることもある。また、記録ヘッド10の内部には、後に詳述する循環流路が構成されており、この循環流路に対してインク供給ユニット105（図2参照）からインクが供給され、循環流路に連通する吐出口にインクが供給される。そして、記録媒体Sを連続的に搬送しつつ、記録ヘッド10の複数の吐出口のそれぞれに対向して設けられた複数の吐出素子が記録データに基づいて駆動され、吐出素子に対応する吐出口からインクが滴として吐出される。これにより、記録媒体Wに画像が記録される。

#### 【0013】

次に、記録装置1の制御系について図1（b）を参照しつつ説明する。図1（b）に示すように、制御部2は、CPU21と、ROM23と、RAM22とを有している。CPU300は、ROM301に記憶されているプログラムに従って、RAM302をワークエリアとして使用しつつ、記録装置1を統括的に制御する制御手段としての機能を果す。例えば、CPU21は、外部に接続されたホスト装置30から受信した画像データに対して、ROM22に記憶されているプログラム及びパラメータに従って所定の画像処理を施す。そして、CPU300は、記録データを吐出駆動回路201dに出力し、吐出駆動回路201dが記録ヘッド10の複数の吐出素子（吐出手段）201を所定の周波数で吐出させるための吐出データを生成する。この吐出データに従って複数の吐出素子201がインクを吐出するための吐出エネルギーを発生し、その吐出エネルギーによって吐出口からインクが吐出される。なお、吐出素子として電気熱変換素子（ヒータ）やピエゾ素子などを用いることができる。電気熱変換素子を用いた場合には、その電気熱変換素子の発熱によりインクに膜沸騰を生じさせ、膜沸騰における発泡エネルギーを吐出エネルギーとして利用し、吐出口からインクを吐出させる。この記録ヘッド10によるインクの吐出動作中に、図1（a）に示した搬送ベルト20Aを移動させる搬送モータ22を搬送駆動回路11dを介して駆動し、上記所定の周波数に対応した速度で記録媒体トSをX方向に搬送する。これにより、記録媒体S上に、ホスト装置30から受信した画像データに対応する画像が記録される。

#### 【0014】

また、記録ヘッド10内には、循環流路においてインクを流動させるための圧力を発生する送液機構208が設けられている。送液機構208は、送液駆動回路208dから印加される電圧によって駆動され、送液駆動回路208dの動作はCPU21によって制御される。この送液機構208及びその駆動制御についての詳細は後述する。

#### 【0015】

図2は、本実施形態において使用される記録ヘッドの斜視図である。記録ヘッド10は、複数の吐出素子がY方向に配列された素子基板114を複数備える。複数の素子基板114は、Y方向に配列されている。ここでは、素子基板114が、A4サイズの幅に対応する距離だけY方向に配列されたフルライン型のインクジェット記録ヘッド10を示している。

#### 【0016】

素子基板114のそれぞれは、フレキシブル配線基板101を介して、同じ電気配線基板102に接続されている。電気配線基板102には、電力を受容するための電力供給端

10

20

30

40

50

子 1 0 3 と、吐出信号を受信するための信号入力端子 1 0 4 が配備されている。電力供給端子 1 0 3 に供給される電力及び信号入力端子 1 0 4 にて受信される信号は、吐出駆動回路 2 0 1 d 及び送液駆動回路 2 0 8 d から供給される。

【 0 0 1 7 】

一方、インク供給ユニット 1 0 5 には、不図示のインクタンクより供給されたインクを個々の素子基板 1 1 4 に供給したり、記録で消費されなかつたインクを回収したりする流路が形成されている。

【 0 0 1 8 】

図 3 ( a ) 及び ( b ) は、素子基板 1 1 4 における 1 つの流路ブロックの流路構成を示す図である。1 つの素子基板 1 1 4 には複数の流路ブロックが形成されており、図 3 ( a ) は、複数の流路ブロックのうちの 1 つを吐出口面 2 1 1 a 側から見た平面図である。また、図 2 ( b ) は図 3 ( a ) の I I I B - I I I B 線断面図である。

【 0 0 1 9 】

1 つの流路ブロックには、図 3 ( a ) に示すように、Y 方向に配列する 8 つの吐出口 2 0 2 と、これら吐出口 2 0 2 のそれぞれに連通する 8 つの圧力室 2 0 3 と、2 つの供給流路 ( 第 1 流路 ) 2 0 5 と、2 つの回収流路 ( 第 2 流路 ) 2 0 6 とが含まれている。共通液室 ( 液体供給部 ) 2 1 8 に接続した 2 つの供給流路 2 0 5 のそれぞれは、4 つずつの圧力室 2 0 3 に共通してインクを供給し、2 つの回収流路 2 0 6 のそれぞれは、4 つずつの圧力室 2 0 3 より共通してインクを回収する。後述する送液機構 2 0 8 は、1 つの流路ブロックに対し 1 つ設けられている。

【 0 0 2 0 】

なお、1 つの流路ブロックに設けられる吐出口 2 0 2 、圧力室 2 0 3 、供給流路 2 0 5 、及び回収流路 2 0 6 の組み合わせは、図 3 ( a ) に示す例に限定されない。例えば、1 つの流路ブロックを、4 つの吐出口 2 0 2 と、これら吐出口 2 0 2 のそれぞれに連通する 4 つの圧力室 2 0 3 と、1 つの供給流路 2 0 5 と、1 つの回収流路 2 0 6 とで構成してもよい。その場合、共通液室 2 1 8 に接続した 1 つの供給流路 2 0 5 は、4 つの圧力室 2 0 3 に共通してインクを供給し、1 つの回収流路 2 0 6 は、4 つの圧力室 2 0 3 から共通してインクを回収する。送液機構 ( 送液手段 ) 2 0 8 は各吐出口に対応させた制御を行うことが理想であるため、送液機構 2 0 8 を小さく作り込めるならば、各流路ブロックはより小さい構成とすることが望ましい。なお、本実施例では、吐出口 2 0 2 、吐出素子 2 0 1 、圧力室 2 0 3 を組み合わせた構造部分を吐出素部と称す。

【 0 0 2 1 】

図 3 ( b ) に示すように、本実施例の素子基板 1 1 4 は、第 2 の基板 2 1 3 ( 振動板 ) 、中間層 2 1 4 、第 1 の基板 2 1 2 、機能層 2 0 9 、流路形成部材 2 1 0 及び吐出口形成部材 2 1 1 が、この順に +Z 方向に積層して構成される。機能層 2 0 9 の表面には電気熱変換素子である吐出素子 2 0 1 が配設され、吐出口形成部材 2 1 1 の吐出素子 2 0 1 に対応する位置には、吐出口 2 0 2 が形成されている。Y 方向に配列する複数の吐出素子 2 0 1 の間には、機能層 2 0 9 と吐出口形成部材 2 1 1 の間に介在する流路形成部材 2 1 0 が隔壁となって配され、個々の吐出素子 2 0 1 及び吐出口 2 0 2 に対応する圧力室 2 0 3 を形成している。

【 0 0 2 2 】

圧力室 2 0 3 に収容されているインクは、安定状態において、吐出口 2 0 2 においてメニスカスを形成している。吐出信号に従って吐出素子 2 0 1 に電圧パルスが印加されると、吐出素子 2 0 1 に接触するインクに膜沸騰が生じ、発生した泡の成長エネルギーによって吐出口 2 0 2 からインクが滴として +Z 方向に吐出される。

【 0 0 2 3 】

吐出動作によって消費された圧力室 2 0 3 内のインクは圧力室 2 0 3 及び吐出口 2 0 2 の毛管力によって新たに供給され、吐出口 2 0 2 においてメニスカスを再形成する。

【 0 0 2 4 】

図 2 ( b ) に示すように、本実施例の素子基板 1 1 4 においては、第 2 の基板 2 1 3 、

10

20

30

40

50

中間層 214、第1の基板 212、機能層 209、流路形成部材 210 及び吐出口形成部材 211のそれぞれが壁となって、循環流路が形成されている。そしてこの循環流路は、供給流路 205、圧力室 203、回収流路 206、送液室 222 及び接続流路 207 に区分することができる。

【0025】

圧力室 203 は、吐出素子 201 毎に設けられている。供給流路 205 及び回収流路 206 は、流路ブロック 200 内の 4 つの吐出素子 201 每に設けられている。供給流路 205 は 4 つの圧力室 203 に共通してインクを供給し、回収流路 206 は 4 つの圧力室 203 より共通してインクを回収する。

【0026】

送液室 222 及び接続流路 207 は、4 つの吐出素子毎に 1 つずつ設けられている。従って 1 つの流路ブロック 200 の中には、送液室 222 及び接続流路 207 がそれぞれ 2 つずつ設けられている。各送液室 222 は、XY 平面において 4 つの吐出素子 201 と重なる位置に配されている。各送液室 222 には、各送液室 222 の容積を変化させることができない送液機構 208 が配備されており、送液機構 208 は 4 つの圧力室 203 に共通してインクの循環を行う。接続流路 207 は、Y 方向において、4 つの送液室 222 が形成されている範囲のほぼ中央に配置され、4 つの送液室 222 と供給流路 205 とを接続している。接続流路 207 が接続する供給流路の位置は、2 つの供給流路 205 に分岐されるよりも上流側の位置となっている。

【0027】

以上の構成において、送液機構 208 に後述の電圧を印加して駆動することにより、共通液室 218 から供給口 219 を介して各流路ブロック 200 に形成された循環流路内で循環させることができる。すなわち、各流路ブロック 200 の供給流路 205、圧力室 203、回収流路 206、送液室 222、接続流路 207 の順にインクを流動させることができる。このインク（液体）の循環を第 1 循環と称し、循環するインクの流れを第 1 循環流と称す。また、逆に、供給流路 205、接続流路 207、送液室 222、回収流路 206、圧力室 203、供給流路 205 の順にインクが流れる循環を第 2 循環と称し、循環するインクの流れを第 2 循環流と称す。

【0028】

インクの流動方向は、送液機構 208 に印加する電圧波形を変更することによって行うことができる。この電圧波形については、後述する。インクの循環は、吐出動作の有無や頻度に係らずに安定的に行われ、吐出口 202 近傍には常に新鮮なインクを供給することができる。なお、図には示していないが、圧力室 203 の手前の供給流路 205 の途中には、異物や気泡などの流入を防ぐためのフィルタを設けておくことが好ましい。フィルタとしては、柱状構造物などを採用することができる。

【0029】

素子基板 114 は、例えば、次のようにして製造することができる。まず、第1の基板 212 と第2の基板 213 の各々に構造物を予め形成しておく。その後、第1の基板 212 と第2の基板 213 を、後に接続流路 207 となる位置に溝が形成された中間層 214 を挟んで貼り合わせる。これにより素子基板 114 を製造することができる。

【0030】

ここで、素子基板 114 に形成される各吐出部の具体的な寸法例について説明する。本実施形態において、個々の吐出素子 201、吐出口 202 及び圧力室 203 は、Y 方向に 600 npi (nozzles per inch) の密度で配列されている。吐出素子 201 の大きさは 20 μm × 20 μm、吐出口 202 の直径は 18 μm、吐出口 202 の厚さ、すなわち、吐出口形成部材 211 の厚さは 5 μm としている。圧力室 203 の大きさは、X 方向の長さ 100 μm (長さ) × Y 方向の長さ (幅) 37 μm × Z 方向長さ (高さ) 5 μm としている。なお、使用するインクの粘度は 2 cP、個々の吐出口からのインク吐出量は 2 pL としている。

【0031】

10

20

30

40

50

本実施形態において、個々の吐出素子 201 の駆動周波数は 10 KHz としている。このような駆動周波数は、個々の吐出素子 201 において、個々の吐出素子に電圧を印加してから実際にインクが吐出され、さらに新たなインクがリフィルされて次の吐出動作が可能になるまでに要される時間に基づいて設定される。

#### 【0032】

一方、本実施形態の素子基板 114において、送液室 222 の大きさは、流路ブロックの占有面積に応じて適宜設計する。例えば、8つの圧力室 203 (600 npi) を有する流路ブロックであるならば、送液室 222 の大きさは、X 方向 250 μm × Y 方向 290 μm × Z 方向 250 μm とする。また、4つの圧力室 203 (600 npi) を有する流路ブロックであるならば、送液室 222 の大きさは、X 方向 250 μm × Y 方向 120 μm × Z 方向 250 μm とする。接続流路 207 の大きさは、X 方向 25 μm × Y 方向 25 μm × Z 方向 25 μm を基準とする。さらに、送液室 222 からみた流路負荷比 (接続流路 207、供給流路 205、圧力室 203、回収流路 206) に鑑み送液効率が最大化するように流路幅 (断面積) を最適化する。

#### 【0033】

本実施形態では以上のような寸法関係とすることで、接続流路 207 の流路抵抗及びイナータンスを、供給流路 205、回収流路 206、圧力室 203 を合わせた流路の流路抵抗及びイナータンスよりも低くしている。ここで、「供給流路 205、回収流路 206、圧力室 203 を合わせた流路の流路抵抗及びイナータンス」とは、供給流路 205、複数の圧力室 203、回収流路 206 それぞれの並列的な流路抵抗の和と、これらの直列的な流路抵抗の和とを総合したものを指す。なお、上記に示した各部の寸法値は一例に過ぎず、要求仕様に応じて、適宜変更してもよい。

#### 【0034】

図 4 (a) ~ (c) は、送液機構 208 を含む送液装置の構造及び動作を説明するための模式図である。送液装置 (ポンプ) は、送液機構 (送液手段) 208 と送液室 222 により構成される。送液機構 208 は、薄膜圧電素子 (以下、単に圧電素子という) 224 と、これを表裏面から挟む 2 つの電極 223 と、ダイヤフラム 221 とを有する圧電アクチュエータにより構成されている。送液機構 208 は、ダイヤフラム 221 が送液室 222 に露出するように第 2 の基板 213 上に配置されている。

#### 【0035】

ダイヤフラム 221 は、主に、厚さ数 μm 程度の無機材料と、厚さ 1 ~ 3 μm 程度の圧電素子との積層体によって構成されている。2 つの電極 223 を介して圧電素子 224 に電圧を印加すると、ダイヤフラム 221 が圧電素子 224 に対して撓み、送液室 222 の容積が変化する。すなわち、2 つの電極に印加する電圧を変化させることにより、ダイヤフラム 221 を ±Z 方向に変位させ、送液室 222 の容積を変化させることができる。以上、送液機構 208 及び

このような送液機構 208 を含む送液装置 (ポンプ) は、汎用の MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて形成することが可能である。例えば送液機構 208 を含む送液装置は、Si 基板 (シリコン基板) に対して、真空プラズマエッティング、若しくはアルカリ溶液を用いた異方性エッティング、若しくはその組み合わせによって形成することができる。また、複数の Si 基板に送液室 222 を含む流路と送液機構 208 とを別々に形成し、その後、流路と送液機構 208 とを接合または接着して貼り合わせることにより、送液装置を形成してもよい。

#### 【0036】

送液機構 208 には、ユニモルフの圧電アクチュエータを用いる。ユニモルフの圧電アクチュエータは、第 2 の基板 (振動板ともいう) 213 の片面側に圧電素子 224 を形成することにより構成される。振動板 213 の材料については、必要な機械的特性や耐信頼性などの条件が満たされれば、特に限定されるものではない。例えば、シリコン窒化膜、シリコン、金属、耐熱ガラスなどを好適に用いることができる。

#### 【0037】

10

20

30

40

50

圧電素子 224 は、真空スパッタ成膜、ゾルゲル成膜、CVD 成膜等の手法を用いて成膜することができ、多くの場合、成膜後に焼成される。焼成方法は特に限定されるものではないが、例えば、酸素雰囲気下にて最大 650 度で焼成するランプアニール加熱法を採用することができる。また、プロセスフローとの整合に鑑みて、圧電素子は振動板 213 上に直接成膜して一体焼成してもよいし、振動板 213 とは別の基板上に成膜し、焼成してから振動板 213 に剥離転写してもよい。さらに、振動板 213 とは別の基板上に成膜し、振動板 213 に剥離転写した後に一体焼成してもよい。

#### 【0038】

電極は、焼成プロセスを経るならば Pt や Ir 系を選択することが好ましいが、焼成工程を分離できるならば Al 系を選択することが可能である。本実施形態では圧電素子 224 として PZT 系の圧電材料を用い、電極 223 には、圧電素子 224 が印加電圧に対し線形性の高い状態、すなわち高い応答性で変位できるような材料を用いる。また大気中に露出する最外層として、SiN 系の保護膜を用い、これによって送液機構 208 全体を封止してもよい。

#### 【0039】

そして、信号配線を送液装置に伝えるための中継基板と送液装置とを、不図示の保持枠体に接着し、送液装置と中継基板とをワイヤーボンディングにて電気実装する。さらにインクの流入口及び排出口となるマニホールドを、供給流路（第 1 流路）205 及び回収流路（第 2 流路）206 に接続するように接着剤にて固定する。

#### 【0040】

図 4 (b)、(c) は、上記のように構成された送液機構 208 において、圧電素子 224 に電圧を印加した際の圧電素子 224 の変位の状態を示す図である。図 4 (b) は、圧電素子 224 に一定のバイアス電圧（以下、初期電圧ともいう）を印加した待機状態を示している。待機状態において、ダイヤフラム 221 は送液室 222 の容積が収縮した状態にある。一方、図 4 (c) は、圧電素子 224 に最大電圧（以下、到達電圧ともいう）として約 30V の過渡的な波形を印加した際に、待機状態から送液室 222 の容積が膨張した状態を示している。ダイヤフラム 221 は、圧電素子 224 に印加する電圧の程度に応じて、図 4 (b) に示す待機状態と図 4 (c) に示す膨張状態の間を変位する。

#### 【0041】

図 5 (a) は、圧電素子 224 に印加する駆動電圧の波形を示す図である。圧電素子 224 に印加する電圧（駆動電圧）の波形は、図 5 (a) に示すような三角波とする。三角波は、初期電圧から到達電圧へと変化する昇圧波形 302 と、到達電圧から初期電圧へと変化する降圧波形 303 とからなる。本実施形態で使用する三角波 301 は、昇圧波形 302 における電圧変化期間（昇圧期間）t1 と、降圧波形 303 において電圧が変化する期間（降圧期間）t2 とが、異なる波形となっている。つまり、本実施形態で使用する三角波 301 は、昇圧波形 302 と降圧波形 303 とが時間に対して非対称に変化する三角波となっている。

#### 【0042】

本明細書では、単位時間当たりの電圧変化量の絶対値（電圧変化率）をレートと称す。また、昇圧波形 302 におけるレートを昇圧レート、降圧波形 303 におけるレートを降圧レートと称し、以下のように定義する。

#### 【0043】

$$\text{昇圧レート} = |(\text{到達電圧} - \text{初期電圧})| / \text{昇圧期間}$$

$$\text{降圧レート} = |(\text{到達電圧} - \text{初期電圧})| / \text{降圧期間}$$

ダイヤフラム 221 の変形速度において、急激な変化と緩やかな変化の差を最大化するには非対称な三角波を使うことが好ましいが、急激な変化と緩やかな変化を生み出す非対称な三角波の成分を含む台形波形を用いても構わない。本明細書では非対称な三角波を用いて説明する。

#### 【0044】

図 5 (a) に例示する三角波 301 では、昇圧期間 t1 が降圧期間 t2 より短い期間に

10

20

30

40

50

設定されているため、昇圧波形 302 における昇圧レートは、降圧波形 303 における降圧レートより大きくなる。つまり、図 5 (a) に例示する三角波 301 では、昇圧期間において急激に電圧が変化し、降圧期間において緩やかに電圧が変化する波形となる。

#### 【0045】

このような三角波 301 が圧電素子 224 に印加された場合、昇圧期間  $t_1$  では、レートの大きな昇圧波形 302 によって、圧電素子 224 が急激に送液室 222 を膨張させる方向に変位する。また、降圧波形 303 は、降圧期間  $t_2$  において緩やかに電圧が降下する波形である。この降圧波形 303 が圧電素子 224 に印加されることにより、圧電素子 224 は緩やかに送液室 222 を収縮させる方向に変位する。その結果、送液室 222 には、図 4 (a) に示す方向 (以下、この方向を第 1 方向 S1 と称す) へと流れ、これに伴い圧力室 203 にも同様の流れが生じる。

#### 【0046】

また、圧電素子 224 の駆動電圧として、降圧期間  $t_2$  を昇圧期間  $t_1$  より短い期間に設定した三角波を用いることも可能である。この三角波では、降圧波形 303 において急激に電圧が降下し、昇圧波形 302 において緩やかに電圧が上昇する。この場合、昇圧波形 302 が印加されることにより、圧電素子 224 は、緩やかに送液室 222 を膨張させる方向に変位する。また、降圧波形 303 が印加されることにより、圧電素子 224 は、送液室 222 を急激に収縮させる方向に変位する。その結果、流路ブロック 200 には、第 1 方向 S1 とは逆方向 (第 2 方向 S2) の流れが生じる。

#### 【0047】

上記のように、本実施形態において使用する圧電素子の駆動電圧は、昇圧期間と降圧期間とからなり、これら 2 つの電圧変化期間は互いに異なる期間となっている。すなわち、いずれか一方が他方より短い期間となっており、この短い期間 (第 1 期間) に変化する電圧波形によって圧電素子 224 がより急激に変化し、より急激なインクの流れが生じる。

#### 【0048】

ここで、送液室 222 の急激な容積変化と緩やかな容積変化を行うことにより、一定の流れが生み出されるメカニズムについて簡単に説明する。送液室 222 が急激に膨張するとき、流路断面積の小さい接続流路 207 の側では速い流速の下で渦が発生し流路抵抗が大きく増大する。その結果、接続流路 207 から送液室 222 へのインクの流入が妨げられる。これに対し、流路断面積の大きな接続流路 207 の側では流速による流路抵抗の変動は少なく、回収流路 206 から送液室 222 へとスムーズにインクが流入する。その後、送液室 222 が緩やかに収縮すると、送液室 222 のインクは低速で接続流路 207 側へと流動するため、渦の発生はなく流路抵抗の増大は抑えられるため、送液室 222 内のインクは緩やかに接続流路 207 を経て供給流路側へと流れる。このように、送液室 222 の急激な膨張と緩やかな収縮を行うことにより、回収流路 206 から送液室 222 、接続流路 207 を経て供給流路 205 へと流れる第 1 方向 S1 の流れが生じ、第 1 循環が行われる。

#### 【0049】

また、送液室 222 を急激に収縮するとき、接続流路 207 の側では速い流速の下で渦が発生し流路抵抗が大きく増大する。その結果、送液室 222 から接続流路 207 へのインクの流出が妨げられる。これに対し、接続流路 207 の側では送液室 222 から回収流路へとスムーズにインクが流出する。その後、送液室 222 が緩やかに収縮すると、接続流路 207 から送液室 222 へと低速でインクが流入する。従って、送液室 222 の急激な収縮と緩やかな膨張を行うことにより、インクは、接続流路 207 から送液室 222 を経て回収流路 206 へと流れる第 2 方向 S2 の流れが生じ、第 2 循環が行われる。

#### 【0050】

インクジェット記録装置に用いる記録ヘッド 10 では、吐出動作が暫く行われない吐出口において揮発成分の蒸発が進み、インク (液体) が変質する場合がある。そして、このような蒸発の程度が、吐出頻度に応じて複数の吐出口の間でばらつくと、吐出量及び吐出方向にもばらつき生じ、画像内に濃度むらやスジが確認されることがある。このようなこ

10

20

30

40

50

とから、インクジェット記録ヘッド 10においては、吐出口の近傍に常に新鮮なインクを供給するために、流路プロック 200においてインクを流動させることが必要となる。但し、インクを流動させる際の大きな圧力変動が吐出口に伝搬された場合、吐出口からの液滴の吐出に影響を及ぼすことがある。従って、液滴の適正な吐出と送液動作とを両立させることが求められている。

#### 【0051】

図 5 (b) は、吐出素子 201において液滴を吐出させる吐出エネルギーの発生を促す吐出信号 304 を示す図である。本実施形態では、液滴の適正な吐出と送液動作とを両立させるために、圧電素子 224 に入力する駆動電圧と吐出信号とのタイミングを制御する。具体的には、送液機構 208 に印加する三角波のうち急激な電圧変化が生じる期間（電圧印加期間）と、吐出信号 304 とが重ならないように、駆動電圧の印加タイミングを制御する。例えば、図 5 (a) に示す駆動電圧（三角波）では、昇圧レートが降圧レートより大きいため、レートが大きい昇圧期間  $t_1$  がインクの吐出期間  $t_3$  と重ならないように駆動電圧の印加タイミングを制御する。これにより、後述するように、液滴の適正な吐出と送液動作との両立を図ることができる。この駆動電圧の印加タイミングの詳細については後述する。

#### 【0052】

次に本実施形態の記録ヘッド 10 における送液制御についてより詳細に説明する。図 6 (a) 及び図 6 (b) は、送液機構 208 の圧電素子 224 に印加する 2 種類の駆動電圧の波形を示す。なお、図 6 には示していないが、実際にはバイアス電圧（非図示）を印加した状態において、図 4 に示すような過渡波形を印加するのが一般的である。駆動電圧の波形としては、昇圧期間  $t_1$  と降圧期間  $t_2$  とが異なる波形を印加することが必須となる。

#### 【0053】

図 6 (a) は、送液室 222 の容積の急激な膨張を促すレートが高い昇圧波形 302 と、送液室 222 の容積の緩やかな収縮を促すレートが低い降圧波形 303 からなる駆動電圧（第 1 駆動電圧）を繰り返し印加する場合を示している。この駆動電圧を圧電素子 224 に印加することにより、圧力室 203 において第 1 流動方向（S1 方向）へ向かうインクの流れが形成される。

#### 【0054】

一方、図 6 (b) は、送液室 222 の容積の緩やかな膨張を促す昇圧波形 305 と、急激な収縮を促す降圧波形 306 からなる駆動電圧（第 2 駆動電圧）を示している。この駆動電圧を圧電素子 224 に印加した場合、圧力室 203 では第 1 方向とは反対の方向である第 2 方向（S2 方向）へ向かうインクの流れが形成される。

#### 【0055】

このように本実施形態では、流路抵抗が圧力に応じて非線形に変化する流体特性を利用し、送液室 222 の急激な容積変化と緩やかな容積変化のサイクルにより、S1 方向または S2 方向に一定量のインクを送液することができる。この送液動作は、図 6 に示すように、駆動電圧を連続的に印加することによって連続的に繰り返してもよいし、駆動電圧の間欠的な印加（不図示）によって間欠的に行うようにしてもよい。

#### 【0056】

このように本実施形態では、送液室 222 と、駆動源としての送液機構 208 を備えると共に、送液機構 208 により流動するインクの流速によって非線形に流路抵抗が変化する流路とにより送液装置（ポンプともいう）としての機能を果す。このポンプの構成のメリットは、バルブ機能の実現に機械部品を用いないことによる信頼性の向上が挙げられる。但し、本実施形態のような流路抵抗の非線形性を利用したバルブは、機械部品を用いたバルブに比べて逆止弁としての性能が低いため、送液効率が低い。従って液滴の吐出部の吐出口 202 の近傍においてインクの循環を行うことが好ましく、そのためには送液室 222 をノズル近傍の流路に配置する必要がある。この場合、送液室 222 において急激な容積変化が生じると、その急激な容積変化によってインクに加わる大きな圧力が吐出口

202にまで伝搬しやすくなり、これが液滴の吐出に影響を及ぼす可能性がある。そして、液滴の吐出動作中に、送液室222において急激な圧力変動が発生するとその圧力変動の影響によって液滴の吐出量や吐出方向等の吐出特性にバラツキが発生しやすくなる。

#### 【0057】

また、送液室222は共通液室218に連通しており、送液室222が複数ある場合には、各送液室222は、共通液室218を介して互いに連通することとなる。送液室222で急激な容積変動が生じると、共通液室218側にも大きな圧力が伝搬する。複数の送液機構208を、同時に動作させると、共通液室218において吐出周期に近い脈動が発生し、吐出口202におけるメニスカス位置の変動を招き、結果として吐出特性にバラツキが生じやすくなる。また送液室222からみた共通液室218の圧力は、一定の開放圧力になっていることが、安定送液するための前提条件となっている。従って、共通液室218の圧力が開放圧力から増減すると、送液動作そのものに影響を与えることになり好ましくない。

10

#### 【0058】

ここで送液室222に急激な容積変化を生じさせる電圧波形は、図6(a)においては送液室222の膨張動作を促す昇圧波形302であり、図6(b)においては収縮動作を促す降圧波形306である。送液室222において急激な膨張動作を行うと、共通液室218において送液室222の近傍で瞬間的に陰圧が発生する。また送液室222において急激な収縮動作を行うと、共通液室218において送液室222の近傍で瞬間的に陽圧が発生する。

20

#### 【0059】

送液機構208の駆動源として圧電素子224を用いた場合、送液室222の急激な容積変化に相当する時間(図6(a)ではt2、図6(b)ではt1)は、送液装置(ポンプ)の設計寸法にもよるが、凡そ2.5~10μsecである。

#### 【0060】

また送液室222の緩やかな容積変化を生じさせる電圧波形は、図6(a)においては送液室222の収縮動作を促す降圧波形303であり、図6(b)においては膨張動作を促す昇圧波形305である。送液機構208の駆動源として圧電素子(圧電素子224)を用いた場合、緩やかな動作に相当する時間(図6(a)ではt2、図6(b)ではt1)は、ポンプの設計寸法にもよるが、凡そ30~100μsecである。

30

#### 【0061】

以上の構成において、液滴の適正な吐出動作と送液機構208による送液動作とを両立させるためには、液滴の吐出動作および送液動作に関し、以下の条件を満たすことが有効である。

(1) 液滴の吐出動作タイミングと、送液室222における急激な容積変動タイミングを重複させないこと。

(2) 同時に駆動する送液機構208の数を少なくすること。

(3) 隣接もしくは近傍に配置している送液機構208において逆位相の送液動作を行い、共通液室218に発生する圧力を相殺すること。

40

#### 【0062】

上記条件を満たすため、本実施形態では、液滴の吐出エネルギーを発する吐出素子201及び送液機構208の駆動制御を以下のシーケンスにより行う。

#### 【0063】

図7は、吐出素子201及びポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。

#### 【0064】

まず、記録ヘッド10に設けられている複数の吐出素子201の駆動タイミングについて説明する。前述のように、記録ヘッド10には、複数の吐出口202からなる吐出口列が形成され、複数の吐出口202に対応して複数の吐出素子201が配置されている。以下、複数の吐出素子201からなる列を吐出素子列と称す。吐出素子列は、物理的な配列

50

位置に従って所定数の吐出素子毎に複数のグループに分けられている。さらに、各グループ内は、吐出素子毎に異なるタイミングで駆動する駆動ブロックに分割され、それぞれにブロック番号が付されている。

#### 【0065】

ここで、図7(a)を参照しつつ、記録ヘッド10のグループ及び駆動ブロックについてより具体的に説明する。図7(a)に示す吐出素子列は、第1グループから不図示の第NグループまでのN個のグループに分けられている。各グループは、8個の吐出素子201を有している。よって、吐出素子列は、 $8 \times N$ 個(不図示)の吐出素子201により構成されている。吐出口列の各吐出素子には、その配列順序に従って、1~( $8 \times N$ )のノズル番号が付されている。図7(a)では、説明簡略化のため、吐出素子列として、第3グループまでを図示しており、第1~第24吐出素子が示されている。また、第1吐出素子~第8吐出素子によって第1グループが構成され、第9吐出素子~第16吐出素子によって第2グループが構成され、第17吐出素子~第24吐出素子によって第3グループが構成されている。

10

#### 【0066】

さらに、各グループの吐出素子は、異なるタイミングで駆動される8つのブロックに分割され、各吐出素子は、第0ブロック~第8ブロックのいずれか1つに属している。すなわち、第0ブロックには、第1、第9、第17、及び不図示の第25、第33、第41···が属しており、第2ブロックには、第2、第10、第18、及び第26、第34、第42···に属している。第3~第7ブロックについても同様であり、これら8個のブロックが時分割駆動される。

20

#### 【0067】

以上のように構成された記録ヘッド10において、全ての吐出素子は、第0ブロックから第7ブロックまで昇順に、図7(b)に示すパルス(吐出タイミング信号)501から508に応じて駆動される。すなわち各ブロックは、期間Tにおいて8つの異なるタイミングで順次に駆動される。これにより、図5(c)に示す時間関係で各吐出素子201に対応する吐出口202から液滴(インク滴)が吐出される。このように、複数の吐出素子201は時分割で駆動される。

20

#### 【0068】

この時分割方式は、同時に駆動される吐出素子の数を分割することによって記録動作における消費電力を抑制することが可能になることから、記録ヘッド駆動用の電源及びコネクタやケーブル等の電源用部材のコンパクト化を図上で効果的な方式である。また、吐出素子としてヒータを用いた記録ヘッドの場合、ヒータとインク等の特性を考慮して安定した吐出を行うためには、電圧変動を抑えると共に、電圧値の微調整が必要となる。このため、時分割駆動によれば、電源の容量を抑えることが可能になり、電源に関する要求を満たすことが可能になる。

30

#### 【0069】

上記のように、8つの異なるタイミングで時分割駆動を行う場合、例えば、周期Tが10KHz(100μsec)であったとすると、隣接する吐出信号のタイミング差は12.5μsecとなる。吐出信号は約1~2μsecであるので、残りの約10μsec以下はブランкиング期間となる。このブランкиング期間では、各吐出素子に対し吐出信号は印加されない。期間Tにおいて吐出信号が印加されないブランкиング期間は、時分割数と同様に8期間存在する。すなわち、図7(b)に示す期間Tにおいて、511、512、513、514、515、516、517、518の期間がブランкиング期間(休止期間)となる。

40

#### 【0070】

次に、循環流路内の送液動作を行う送液装置であるポンプの駆動タイミングを説明する。図7(a)に示す例では、記録素子列の各グループは8つの吐出素子201によって構成されている。各グループを構成する4つの吐出素子201には、図3(a)に示すように、1組の供給流路205及び回収流路206に対応している。そのため、隣接する4つ

50

の吐出素子 201 毎に、独立して駆動可能なポンプが 1 つ設けられており、各グループには、2 つのポンプが設けられている。従って、図 7 に示す第 1 ~ 第 3 グループに対しては、独立して駆動可能なポンプ（ポンプ A ~ ポンプ F）が設けられている。ポンプ A は第 1 ~ 第 4 吐出素子に、ポンプ B は第 5 ~ 第 8 吐出素子に、ポンプ C は第 9 ~ 第 12 吐出素子に、ポンプ D は第 13 ~ 第 16 吐出素子に、ポンプ E は第 17 ~ 第 20 駆動素子に、ポンプ F は第 21 ~ 第 24 吐出素子に、それぞれ対応している。

#### 【0071】

図 7 (b)において、509 は、送液室 222 の容積を急激に変化させるように各ポンプを駆動する駆動タイミングを示している。この駆動タイミング 509 における期間は、図 6 (a)の昇圧期間  $t_1$ 、または図 6 (b)の降圧期間  $t_2$  に相当する。制御部 2 における CPU 21 は、駆動タイミング 509 が、ブランкиング期間（511、512、513、514、515、516、517、518）の範囲内に収まるように、送液駆動回路 208d を介して送液機構 208 の駆動を制御する。  
10

#### 【0072】

図 7 (b)に示す例では、ポンプ A の駆動タイミング 509 をブランкиング期間 511 に設定している。また、ポンプ B の駆動タイミング 509 をブランкиング期間 515 に、ポンプ C の駆動タイミング 509 をブランкиング期間 513 に、ポンプ D の駆動タイミング 509 をブランкиング期間 517 にそれぞれ設定している。さらに、ポンプ E の駆動タイミング 509 については、ポンプ A と同様のブランкиング期間 511 に設定している。これにより、送液時に発生する脈動の、液体吐出への影響を最小限にとどめることができる。さらに、図 7 (b)に示すように各ポンプの駆動タイミングを分散させることで、共通液室 218 に発生する、圧力の変動も抑制することができる。  
20

#### 【0073】

ポンプに設けられている圧電素子 224 に印加する駆動電圧の波形は、図 4 (a)に示した三角波に類似する波形を用いる。例えば、送液室 222 の容積が膨張する方向を電圧の正方向としたとき、最大電圧を 30V、駆動周期を 50 μsec、駆動周波数を 20KHz、昇圧期間を 2.5 μsec、降圧期間を 47.5 μsec とする駆動電圧を用いている。

#### 【0074】

上記駆動電圧をポンプの送液機構に入力し、圧力室 203 におけるインクの流れを評価した。評価する手法としては、一般に知られている PTV (Particle Tracking Velocimetry) を採用した。流速計測を行ったところ、供給流路 205、圧力室 203、回収流路 206、送液室 222 及び接続流路 207 において、インクが好適な速度で循環し、吐出口 202 の近傍に新鮮なインクを安定的に供給できていることが確認された。また、インクを循環させている状態において、液滴（インク滴）の吐出動作を開始し、インク滴の飛翔する状況を高速度カメラにて観察した。液滴を吐出させる吐出素子の駆動タイミングと、アクチュエータの急激な動作のタイミングとの関係を変化させながら、液滴の吐出状況を観察した。  
30

#### 【0075】

図 7 (b)に示すように、送液室 222 の容積を急激に変化させるポンプの駆動タイミング 509 を、吐出素子 201 の吐出信号が存在しないブランкиング期間に設定したところ、液滴の吐出速度及び体積は安定していることが確認された。これに対し、送液室 222 の容積を急激に変化させるポンプの駆動タイミング 509 を、吐出信号のタイミングに近づけ、重ねていくと、液滴の吐出速度が激しく変化する様子が観察され、吐出特性が不安定になることが確認された。また、この状態から吐出タイミングとポンプの駆動タイミング 509 とを離していくと、液滴が安定的に吐出することが確認された。  
40

#### 【0076】

なお、上記実施形態では、図 3 に示す形態の流路ブロック 200 を用いたが、流路ブロックの構成は、図 2 に示した形態に限定されるものではない。1 つの送液機構 208 でインクを循環させる吐出素子及び圧力室 203 の数は、必要とする吐出素子の密度や送液性  
50

能などに応じて適宜変更可能である。例えば、2つの吐出素子に対して1つのポンプを担当させる形態、8つの吐出素子に1つのポンプを担当させる形態、あるいはそれ以外であってもよい。また、1つの流路ブロックに設けられる供給流路205及び回収流路206の数は、3つ以上、あるいは1つであってもよい。

#### 【0077】

また、図3(a)及び(b)では、吐出素子がY方向に1列に並ぶ形態の素子基板114を例に採り説明したが、素子基板114には、図3に示すような吐出素子列がX方向に2列以上配置されていてもよい。

#### 【0078】

さらに上記実施形態では、吐出素子201として電気熱変換素子を用い、ここで膜沸騰を生じさせ生成された泡の成長エネルギーによってインクを吐出する形態としたが、このような吐出方式に限定されない。例えば、圧電アクチュエータ、静電アクチュエータ、機械/衝撃駆動型アクチュエータ、音声コイルアクチュエータ、磁気歪み駆動型アクチュエータ等、種々の方式の素子を吐出素子として採用することができる。

#### 【0079】

また、以上の説明では、吐出素子及び吐出口を記録媒体の幅に相当する範囲に配列した長尺なフルライン型の記録ヘッド10において送液動作を行う構成を例に採り説明したが、これに限定されない。上記実施形態に示した記録ヘッド10内の送液動作を行う構成は、記録媒体の搬送方向に沿って吐出口及び吐出素子を配列した比較的短尺なシリアル型の記録ヘッドにも適用可能であり、有効である。但し、フルライン型の長尺な記録ヘッド10においては、インクの蒸発や変質が生じ易いことから、フルライン型の記録ヘッドに上述の送液動作を行う構成を適用することによって、より顕著な効果を享受することができる。

#### 【0080】

##### (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態を説明する。なお、本実施形態においても、図1～図6の構成を同様に備えており、以下では第1実施形態と異なる点を中心に説明を行う。図8は、第2実施形態における吐出素子及びポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。本実施形態では、ポンプによる送液効率を、第1実施形態の送液効率の約2倍に高めるようにポンプの駆動を行う。

#### 【0081】

ポンプの送液性能は、時間当たりの動作数に略比例する。このため、本実施形態では、吐出素子201の吐出周期Tを100μsec、バルブレスポンプの駆動周期を50μsecとすると共に、周期Tの間に、ポンプに対して2周期の駆動電圧を入力した。これにより、第2実施形態では、連続的に駆動電圧を入力することとなり、それに伴って送液動作も連続的に行われる。これに対し、前述の第1実施形態では吐出周期Tにおいて1周期の駆動電圧が入力されるため、ポンプは間欠的に駆動されることとなる。

#### 【0082】

本実施形態においても、第1実施形態と同様にPTVによって圧力室203におけるインクの流れを評価した。その結果、圧力室203におけるインクの流速は、凡そ2倍程度に向上していることが確認された。また本シーケンスに基づいてインクの吐出と送液動作とを同時に行ったところ、液滴の吐出動作が安定して行われていることが確認された。

#### 【0083】

##### (第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態を説明する。図9は、第3実施形態における吐出素子及びポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。本実施形態では、送液を行う方向を所定のタイミングで切り換ながら送液を行う。図9に示す駆動タイミング509(縦破線)は順方向(第1方向)にインクを送液するタイミングを示し、駆動タイミング510(横破線)は、順方向とは逆方向(第2方向)にインクを送液するタイミングを示している。つまり、図9は、インクの流動方向が切り替わるときの状態を示している。

10

20

30

40

50

## 【0084】

インクの送液方向は、送液機構 208 の圧電素子 224 に印加する駆動電圧の電圧波形を切り替えることによって行うことができる。例えば、図 6 (a) に示す駆動電圧を所定の回数だけ圧電素子 224 に印加することにより圧力室 203 に順方向への流れを生じさせる。その後、所定のタイミングで図 6 (b) に示すような電圧波形の駆動電圧に切り換える。これにより、逆方向への流れを生じさせることができる。この電圧の切り替えは、制御部 2 における CPU 21 が送液駆動回路 208d を制御することにより行う。このようにインクの流動方向を切り替えることは、記録ヘッド 10 の吐出性能を維持する上で極めて有効である。

## 【0085】

すなわち、一定方向の流れが継続すると、流路の曲がり部等においてインクの流れに渦が生じ、インクに淀みが発生する。淀みが生じた部分では、インク中の凝集物や気泡等が滞留しやすく、その状態が継続した場合には凝集物や気泡が増大し、インクの供給能力や液滴の吐出性能を低下させる虞がある。そこで、本実施形態では、インクの流れる方向を所定のタイミングで切り替える制御を行う。これによれば、流路の曲がり部分等において一時的に渦や淀みが生じたとしても、それらはインクの流れが切り替ることによって移動し消失する。その結果、凝集物や気泡が定位置に留まることはなくなり、インクの流れに従って排出される。このため、記録ヘッド 10 における吐出性能を、より長期に亘って維持することが可能になる。

## 【0086】

## (第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態を説明する。本実施形態は、隣接するポンプによって生じるインクの流れが逆相となるようにポンプの駆動を制御し、共通液室 218 に発生する圧力の脈動を相殺するものである。これによれば、共通液室 218 の圧力変動に起因する圧力室 203 の圧力変動を低減することが可能になり、マクロ的に見た場合の吐出性能のムラを抑制することができる。

## 【0087】

図 10 は、本実施形態において送液機構 208 の圧電素子 224 に印加する 2 種類の駆動電圧の波形を示す図である。図 10 (a) に示す波形の駆動電圧は、隣接する 2 つのポンプのうち、一方のポンプを駆動するための駆動電圧を示し、図 10 (b) に示す波形の駆動電圧は、他方のポンプを駆動するための駆動電圧を示している。各駆動電圧によりポンプを駆動した場合、インクの流れる方向は互いに逆方向となる。なお、図 10 では、共通液室 218 における脈動を抑制することが可能な一対の駆動波形を太線で記載している。

## 【0088】

図 10 (a) において、302 は送液室 222 に対して急激な膨張動作を促す昇圧期間  $t_1$  における電圧波形（昇圧波形）を示している。この電圧波形 302 によってポンプを駆動した場合、共通液室 218 側の局所部には強い陰圧が発生する。また、図 10 (b) において、306 は送液室 222 に対して急激な収縮動作を促す降圧期間  $t_2$  における電圧波形を示している。この電圧波形 306（降圧波形）によってポンプを駆動した場合、共通液室 218 側の局所部には強い陽圧が発生する。

## 【0089】

図 10 (a) に示す 303 は、送液室 222 に対して緩やかな収縮動作を促す降圧期間  $t_2$  における電圧波形（降圧波形）を示している。図 10 (b) に示す 305 は、送液室 222 に対して緩やかな膨張動作を促す昇圧期間  $t_1$  における電圧波形（昇圧波形）を示している。電圧波形 303、305 は、いずれも送液室 222 を緩やかに変化させる電圧波形であるため、これらの電圧波形による送液室 222 の変化によって共通液室 218 に伝搬される圧力は小さく、共通液室 218 の圧力に対する影響は無視することができる。

## 【0090】

互いに隣接するポンプでは空間的距離が近いため、送液室 222 の急激な変化を促す昇

10

20

30

40

50

圧波形 3 0 2 と降圧波形 3 0 6 とにより、隣接するポンプをそれぞれ同時に駆動させる。このとき、各ポンプによって、共通液室 2 1 8 に発生する局所的な圧力は逆向きとなるため、マクロ的に見ると、共通液室 2 1 8 における圧力分布を相殺することができる。その結果、同相の電圧波形のみで隣接するポンプを駆動したときよりも、共通液室 2 1 8 に発生する脈動を抑制することができる。その結果、共通液室 2 1 8 から吐出口 2 0 2 近傍のインクに与える圧力変動は小さくなり、吐出特性を安定化させることが可能となる。

#### 【 0 0 9 1 】

図 1 1 は、1 つの流路ブロック 2 0 0 内に設けられた 2 つの領域 2 0 0 a、2 0 0 b におけるインクの流れを示す図であり、図 1 1 ( a ) は平面図、図 1 1 ( b ) は図 1 1 ( a ) の X I B - X I B 線断面図である。ここに示す流路ブロック 2 0 0 は、図 3 に示したものと同様の構成を有する。流路ブロック内に設けられた 2 つの領域 2 0 0 a、2 0 0 b のそれには、4 個の圧力室 2 0 3 と、供給流路 2 0 5 と回収流路 2 0 6 が 1 つずつ設けられている。さらに、各領域には、送液室 2 2 2 と、送液機構 2 0 8 とを有するポンプが 1 つずつ独立して設けられている。すなわち、1 つの流路ブロック 2 0 0 において、2 つの隣接するポンプが設けられている。2 つのポンプは、それぞれ 4 つの圧力室 2 0 3 に対してインクを流す役割を果している。

#### 【 0 0 9 2 】

2 つのポンプのうち、一方のポンプを図 1 0 ( a ) に示す波形の駆動電圧により駆動し、他方のポンプを図 1 0 ( b ) に示す波形の駆動電圧により駆動する。これにより、一方の領域 2 0 0 a の流路(供給流路 2 0 5、回収流路 2 0 6)には、第 1 方向 S 1 の流れが発生し、他方の領域 2 0 0 b の流路(供給流路 2 0 5、回収流路 2 0 6)には、第 1 方向とは逆方向となる第 2 方向 S 2 の流れが生じる。その結果、共通液室 2 1 8 に発生する局所的な圧力は互いに相殺され、脈動の発生が抑制される。

#### 【 0 0 9 3 】

図 1 2 ( a )、( b ) は、隣接するポンプの流れが逆相となるように駆動する場合における、吐出素子及びポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。図 1 2 ( b ) に示す駆動タイミング 5 0 9 ( 縦破線 ) は、図 1 0 ( a ) の電圧波形 3 0 2 によりポンプを駆動するタイミングを示し、駆動タイミング 5 1 0 ( 横破線 ) は、図 1 0 ( b ) に示す電圧波形 3 0 6 によりポンプを駆動するタイミングを示している。また、駆動タイミング 5 0 9 と駆動タイミング 5 1 0 とを互いに同期させている。

#### 【 0 0 9 4 】

従って、同一のグループ(同一の流路ブロック)において互いに隣接するポンプは、各々の送液室 2 2 2 に対して急激な容積変化を生じさせる急激な送液動作を相反する方向に同一の駆動タイミングで行うこととなる。すなわち、ポンプ A とポンプ B は、ブランкиング期間 5 1 1 と 5 1 5 のそれにおいて急激な送液動作を相反する方向に同時に進行、ポンプ C とポンプ D は、ブランкиング期間 5 1 3 と 5 1 7 のそれにおいて急激な送液動作を相反する方向に同時に進行。さらに、ポンプ E とポンプ F は、ブランкиング期間 5 1 1 と 5 1 5 のそれにおいて急激な送液動作を相反する方向に同時に進行。

#### 【 0 0 9 5 】

また、本実施形態では、第 1 グループ内の 2 つのポンプの駆動タイミングを同期させると共に、隣接した第 2 グループのポンプとは駆動タイミングが重複しないようにしている。但し、第 1 グループから離れた位置にある第 3 グループのポンプの駆動タイミングは、第 1 グループのポンプの駆動タイミングと同期させている。

#### 【 0 0 9 6 】

以上のようにして各ポンプを駆動し、各吐出部における吐出特性を計測したところ、吐出特性の周期的なうねり及びバラツキ等が抑制されていることが確認された。なお、本実施形態では、各グループに対して 2 つのポンプを設けた形態を例示したが、各グループに設けるポンプの数は、これに限定されない。但し、上記のように隣接するポンプにおいて急激な送液動作を相反する方向に同一の駆動タイミングで行うことによって相殺する上では、各グループに設けるポンプの数は、偶数であることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 7 】

## ( 第 5 実施形態 )

次に、本発明の第5実施形態を説明する。図13は、第5実施形態におけるポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。本実施形態では、上記の第4実施形態による送液量を半分に減少させるようにポンプを駆動する例を示している。本実施形態においても、図10(a)に示す電圧波形302によるポンプの駆動を駆動タイミング509内で行い、図10(b)に示す電圧波形306によるポンプの駆動を駆動タイミング510内で行う。さらに、電圧波形302によるポンプの駆動タイミングと電圧波形306によるポンプの駆動タイミングとを同期させる。以上の点は、第4実施形態と同様である。

## 【 0 0 9 8 】

但し、本実施形態では、ポンプAの駆動は、第1～第4吐出素子の駆動が終了した後に、第5～第8吐出素子が駆動される期間に行う。また、ポンプBの駆動は、第1～第4吐出素子が駆動される期間に行い、第5～第8吐出素子の駆動が始まる前に終了する。このように、本実施形態では、液滴の吐出動作に対しポンプによる急激な送液動作が時間的に離れているため、吐出性能への影響を軽減することができる。さらに、同グループにおける2つのポンプによって生じるインクの流れが逆相となるようポンプの駆動を制御するため、圧力室203に発生する圧力を相殺することができる。また、ポンプによる送液量を減少させることにより、ポンプの駆動による吐出動作への影響を抑制することができる。

## 【 0 0 9 9 】

## ( 第 6 実施形態 )

次に、本発明の第6実施形態を説明する。上述の各実施形態では、同一のノズルグループに対応する2つのポンプにおいて互いに逆方向にインクを流す逆相動作を行う例を示した。これに対し、本実施形態では、互いに隣接するノズルグループのそれぞれに対応する異なるポンプの間で、インクを逆方向に流す逆相動作を行う。

## 【 0 1 0 0 】

図14は、第6実施形態におけるポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。図14に示す例では、第1グループの第5～第8吐出素子に対応するポンプBと、第2グループの第9～第12吐出素子に対応するポンプCとで逆相動作を行う。さらに、第2グループの第13～第16吐出素子に対応するポンプDと、第3グループの第17～第20吐出素子に対応するポンプEとで逆相動作を行う。本実施形態においても、隣接するポンプ間で逆相動作を行うため、共通液室218における脈動の発生を抑制することができる。

## 【 0 1 0 1 】

また、図15に示す例では、第1グループの第1～第4吐出素子に対応するポンプAと第2グループの第9～第12吐出素子に対応するポンプCとで逆相動作を行う。さらに、第2グループの第13～第16吐出素子に対応するポンプDと、第3グループの第21～第24吐出素子に対応するポンプFとで逆相動作を行う。

## 【 0 1 0 2 】

本例では、互いに隣接していないポンプ間において逆相動作を行うが、この場合にも、共通液室218における脈動の抑制効果を得ることが可能である。また、駆動配線の取り回しや流路構造の関係によっては、互いに隣接するポンプを逆相動作させることが困難な場合もあり、そのような場合において本例は有効である。

## 【 0 1 0 3 】

## ( 第 7 実施形態 )

次に、本発明の第7実施形態を説明する。図16は、第7実施形態におけるポンプの駆動シーケンスを示すタイミングチャートである。本実施形態では、1つの流路ブロック200が、8つの吐出素子201および圧力室203を有し、かつ1つのポンプによって8つの圧力室203に共通してインクを流す構成を備える。各流路ブロック200は、1つのノズルグループに対応している。なお、図16では、上記の実施形態と同様に第1～第

10

20

30

40

50

3 ノズルグループのみを示している。

【 0 1 0 4 】

本実施形態においても隣接ポンプ間の逆相動作を行う。すなわち、第1グループの全ての吐出素子に対応するポンプAと、第2グループの全ての吐出素子に対応するポンプBとの間で逆相動作を行う。また、第3グループの全ての吐出素子に対応するポンプCと、第4グループの全ての吐出素子に対応するポンプEとで逆相動作を行う。

【 0 1 0 5 】

本実施形態では、吐出素子の密度が 1 2 0 0 n p i となる場合を想定している。吐出素子 2 0 1 が 1 2 0 0 n p i 程度の高密度になると、1つの流路ブロックの占有面積が小さくなり、1つのポンプを形成するためには 8 ノズル程度の面積が必要になる。このような場合、図 1 6 に示すような駆動シーケンスを採用することで、インクの吐出動作と送液動作とを両立させることができることになる。

【 0 1 0 6 】

また吐出口列の端部付近では、吐出部における乾燥が進行しやすいので、送液機構 2 0 8 による送液量を吐出口列の端部以外の部分（例えば、中央部）より相対的に増加させてもよい。これは、送液機構 2 0 8 の圧電素子に印加する電圧の変化量の絶対値（レート）を増大させることによって行うことができる。

【 0 1 0 7 】

また、記録動作を実行する場合には、記録データに基づいて液滴の吐出回数、すなわち吐出素子 2 0 1 の駆動回数を事前に把握することが可能であるため、吐出回数の少ない吐出部の近傍への送液量を相対的に増加させることも可能である。

【 0 1 0 8 】

さらに、記録ヘッド 1 0 を記録媒体に対して相対的に移動させつつ記録を行うシリアル型の記録装置において、吐出部が記録媒体の外側に位置している場合には、記録媒体の内側に位置する場合より送液量を増大させるようにしてもよい。これによれば、記録媒体の外方に吐出部が位置することによるインクの増粘、乾燥などを、より効果的に抑制することができる。

【 0 1 0 9 】

また、吐出部が記録媒体の外側に位置する状況としては、記録に寄与しない吐出を行う予備吐出がある。予備吐出では、記録動作期間に比べて多くのインクを吐出口から吐出させるのが通例である。このため、予備吐出期間では、より多くのインクを吐出口へと供給する必要がある。よって、予備吐出を行う場合には、ポンプによるインクの送液量を記録動作期間よりも増大させることができが好ましい。送液量の増大は、ポンプの駆動量を増大させることにより行う。すなわち送液機構 2 0 8 に対して駆動電圧を印加する回数を増加させることにより行う。なお、予備吐出では、液滴の着弾精度などを考慮する必要はないため、ポンプの送液量の増大により吐出口付近の圧力に多少の変動が生じたとしても何ら支障を来すことはない。

【 0 1 1 0 】

以上のように、各実施形態に係る記録装置によれば、インクの吐出性能に対する影響を抑制しつつ記録ヘッド 1 0 内のインクの流動・循環を行うことができ、長期に亘って記録ヘッド 1 0 における吐出性能を維持することが可能になる。なお、各実施形態において述べた送液装置の駆動シーケンスを組み合わせてもよい。

【 0 1 1 1 】

（他の実施形態）

上記実施形態では、送液室 2 2 2 の容積を変化させる送液手段を、印加された駆動電圧の電圧波形に略リニアに応答する圧電素子（ピエゾ）を用いた送液機構 2 0 8 により構成したが、これに限定されない。例えば、送液室内に電気熱変換素子（ヒータ）等のエネルギー発生手段を配置し、これを送液の駆動源として用いることも可能である。エネルギー発生手段として電気熱変換素子を用いた場合、制御手段より入力された駆動信号に基づいて電気熱変換体が駆動され、熱エネルギーを発生する。この熱エネルギーによって液体（

10

20

30

40

50

インク)には膜沸騰が生じ、膜沸騰における発泡エネルギーによって送液室内の液体が流動する。この場合、発泡時の相対的に急激な圧力変化と消泡時の相対的に緩やかな圧力変化を利用し、送液室内における気泡の占有容積率を変化させることにより、図4(a)に示す動作に準じた送液動作を行うことができる。但し、発泡時にはインクに急激な圧力変化が生じるため、その圧力変化が吐出口の近傍に伝搬されやすい。このため、液体の吐出タイミングと送液動作における発泡とが時間的に重なった場合には、吐出される液滴の量や方向にバラツキが生じ、吐出性能が低下する虞がある。

#### 【0112】

従って、電気熱変換素子を用いる場合には、電気熱変換素子の駆動を制御する駆動信号の入力タイミングを制御手段によって制御する。すなわち、電気熱変換素子による発泡のタイミングが液体の吐出タイミングと重ならないように、駆動信号の入力タイミングを制御する。一例として、吐出タイミングを消泡期間に合わせるように、駆動信号の入力タイミングを制御することが挙げられる。消泡時には液体の圧力は緩やかに変化することから、吐出タイミングに消泡期間を合わせれば、吐出性能の低下を抑制することが可能になる。但し、駆動信号の入力タイミングは、これに限定されない。液体の吐出タイミングと発泡タイミングとが重ならないように駆動信号の入力タイミングが制御されればよい。なお、電気熱変換素子の駆動電圧は、圧電素子のようなアナログ波形の駆動電圧ではなく、パルス波形の駆動電圧を用いる。よって電気熱変換素子の駆動タイミングは、パルス波形のパルス幅、若しくは複数のパルスの組み合わせ等を制御することによって行うことができる。

10

20

30

40

50

#### 【符号の説明】

#### 【0113】

##### 1 記録装置

201 吐出手段

202 吐出口

203 圧力室

205 供給流路

206 回収流路

207 接続流路

208 送液機構

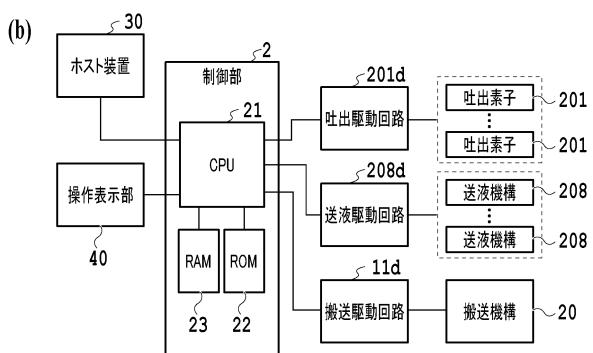
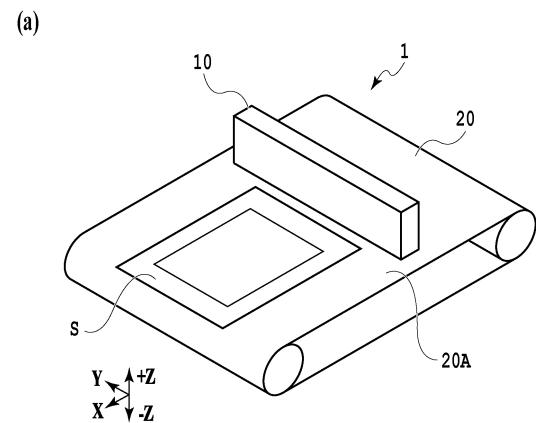
218 共通液室

222 送液室

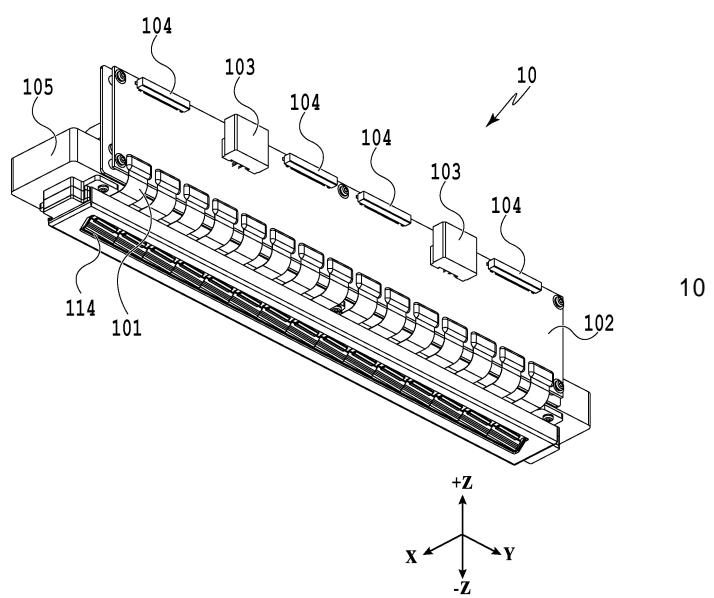
300 C P U

## 【図面】

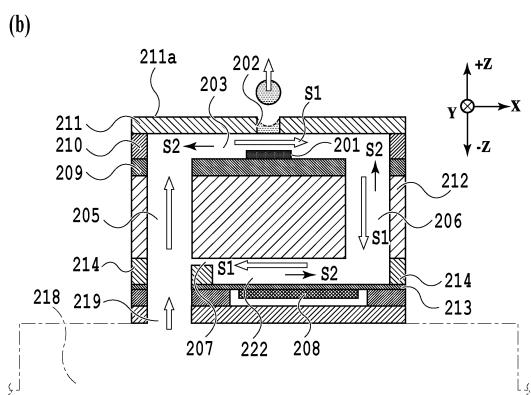
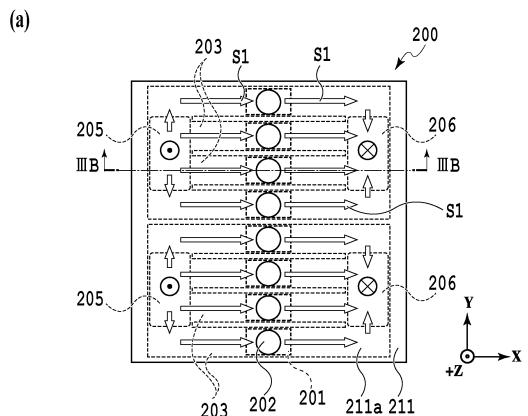
## 【図1】



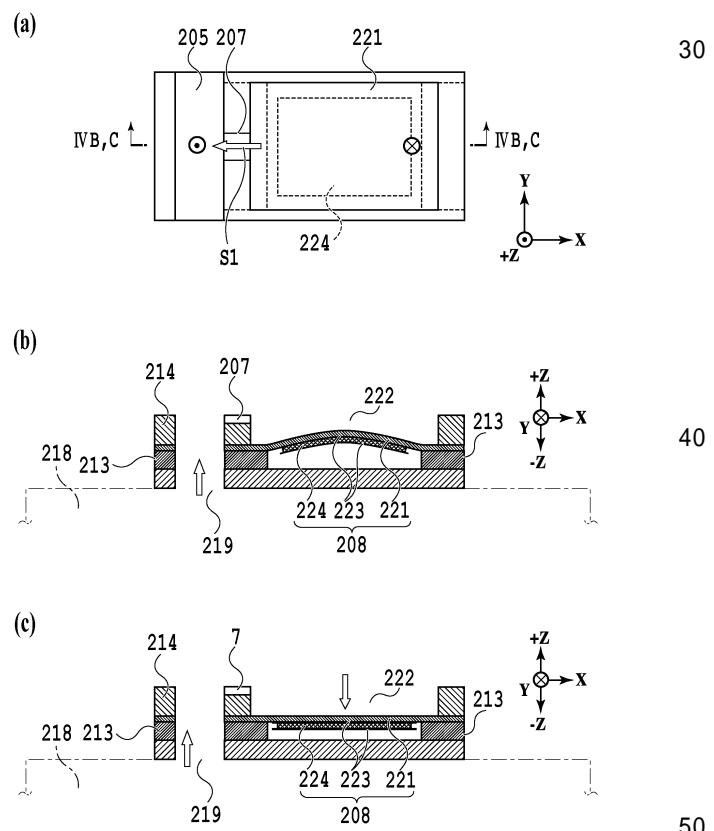
## 【図2】



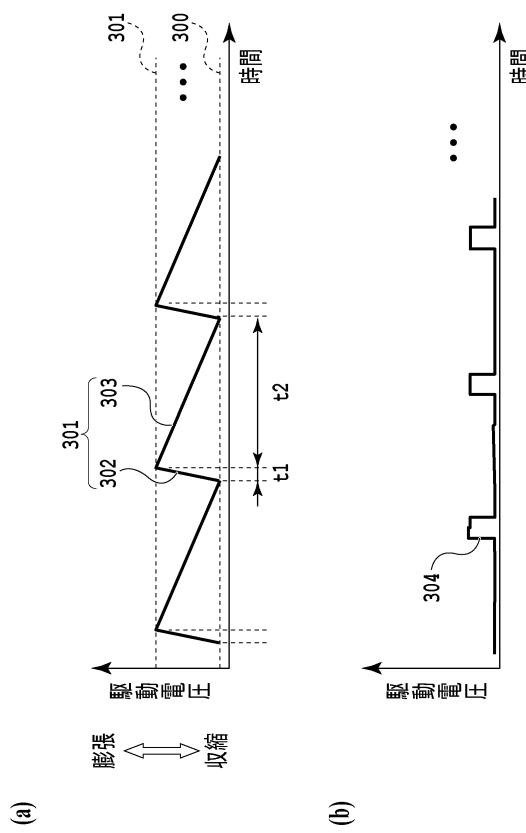
## 【図3】



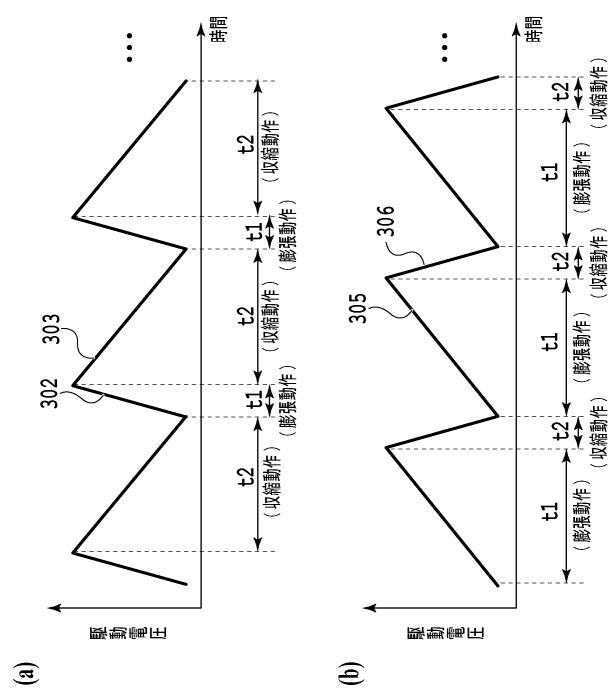
## 【図4】



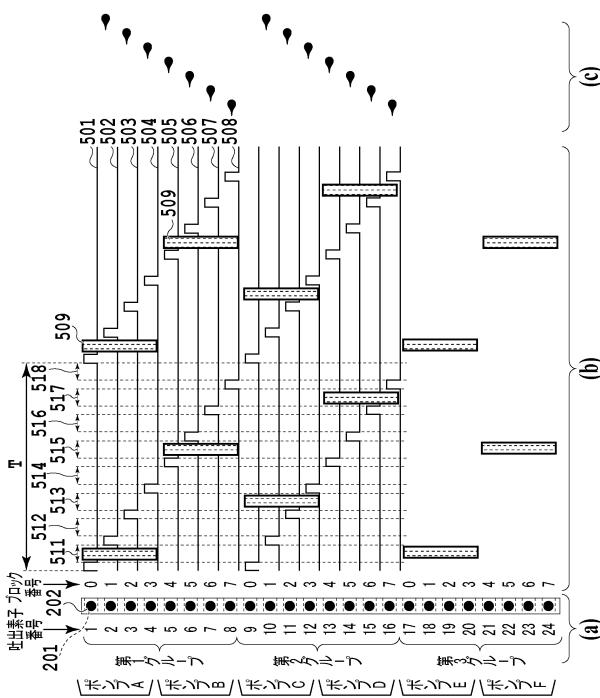
【図5】



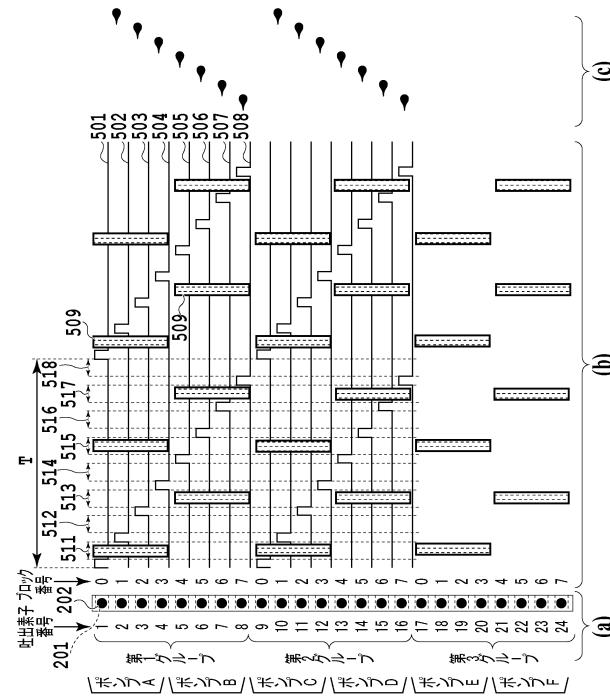
【図6】



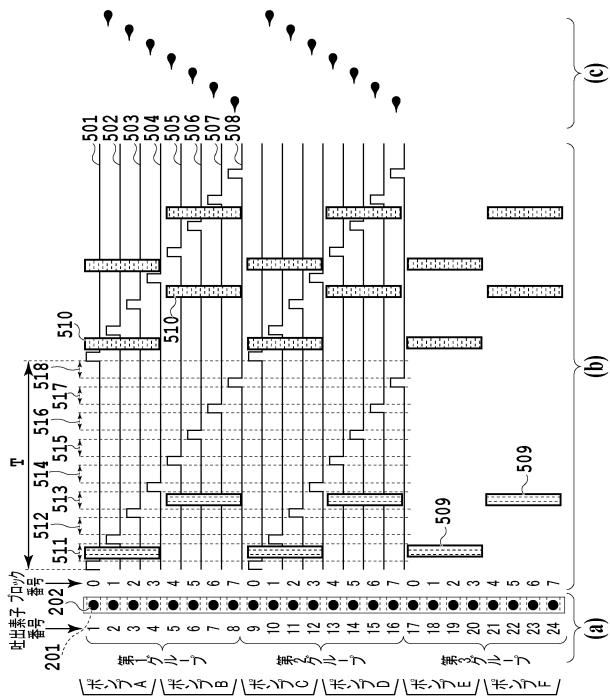
【図7】



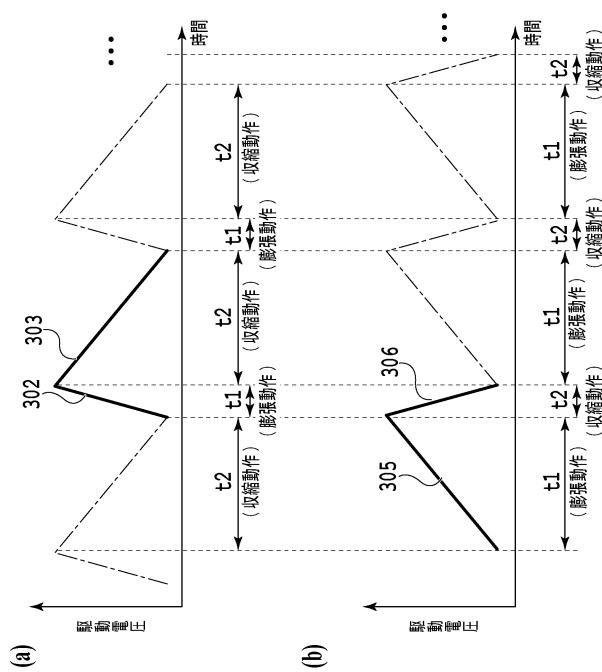
【図8】



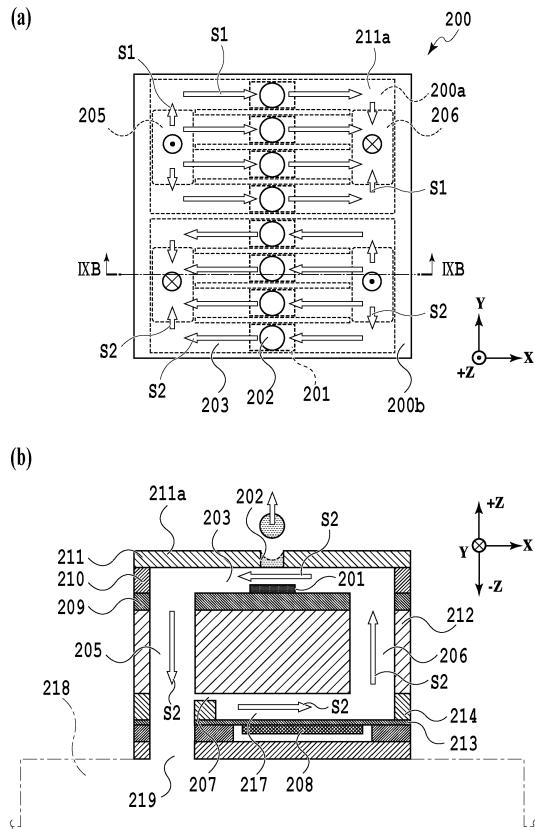
〔 図 9 〕



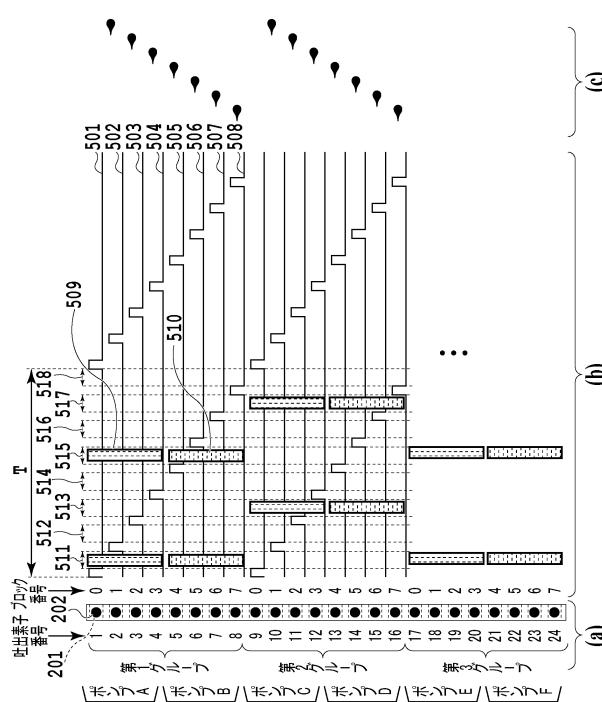
【 図 1 0 】



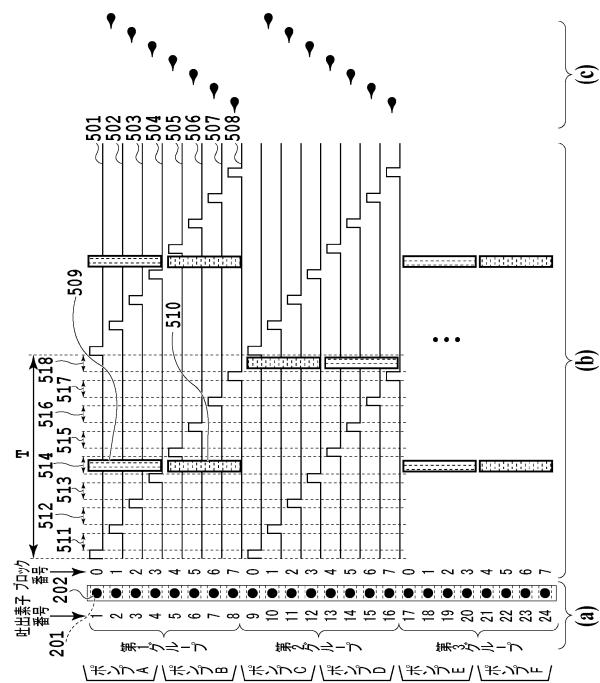
【 図 1 1 】



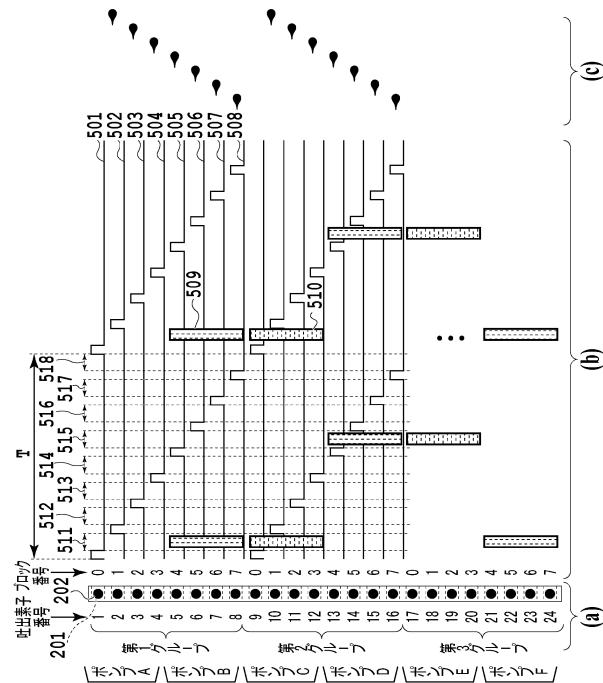
【 図 1 2 】



【図13】



【図14】



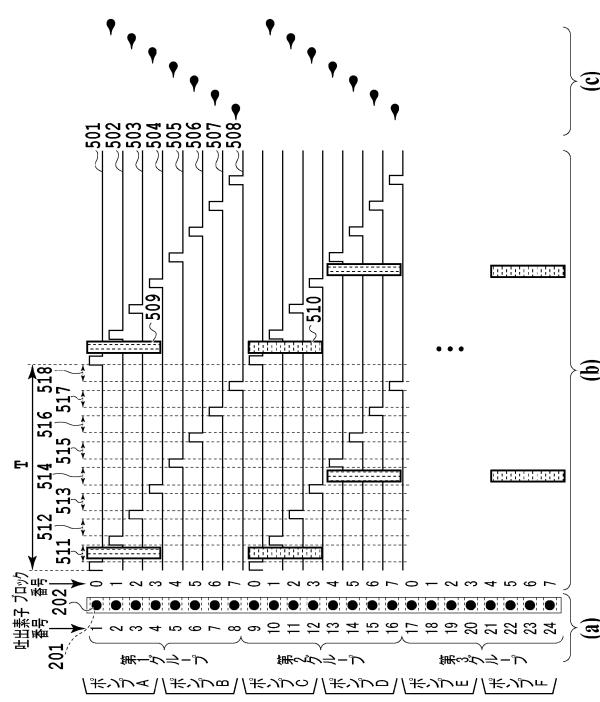
10

20

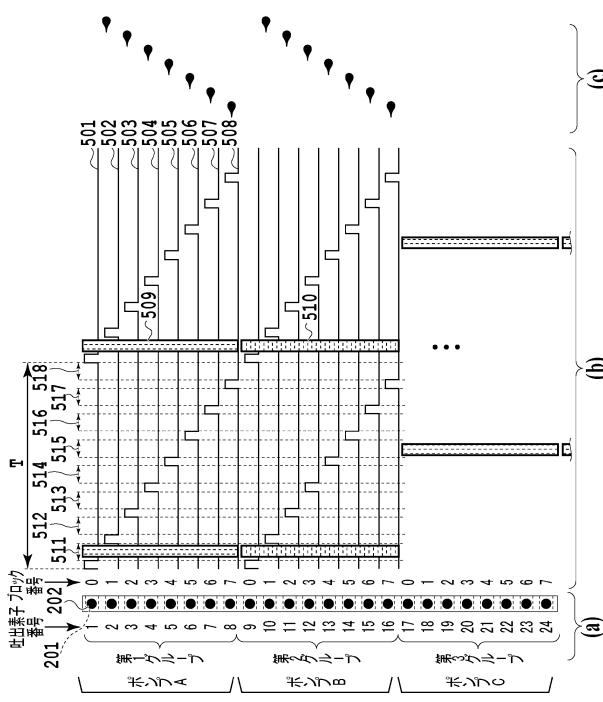
30

40

【図15】



【図16】



50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

2/18

テーマコード(参考)

B 4 1 J

B 4 1 J

2/165 2 0 7

F ターム(参考)

HA05 KB31

2C057 AF71 AF74 AF75 AG29 AG30 AG74 AM40 BA04 BA13 BA14