

(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2009-226903

(P2009-226903A)

(43) 公開日 平成21年10月8日(2009.10.8)

(51) Int.Cl. F 1 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 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-78596 (P2008-78596)
 (22) 出願日 平成20年3月25日 (2008. 3. 25)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 110000176
 一色国際特許業務法人
 (72) 発明者 都築 正和
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 2C057 AF41 AG12 AG42 AM21 AR08
 AR16 BA03 BA14

(54) 【発明の名称】 液体吐出装置及び液体吐出方法

(57) 【要約】

【課題】連続する駆動パルスによって液体滴が吐出される場合であっても、ノズルから液体滴を安定的に吐出できるようにすること。

【解決手段】(A) 駆動素子に印加された駆動パルスによりノズルにおける液体表面を変位させて液体滴を吐出するヘッドと、(B) 第1の駆動パルスと第2の駆動パルスを含む駆動信号を生成する駆動信号生成部であって、前記第1の駆動パルスが前記駆動素子に印加されて前記ノズルから前記液体滴が吐出された後、前記液体表面が最初に前記ヘッドの外側方向に変位するのが完了した後から、次に前記ヘッドの外側方向に変位するのが開始する前までに前記駆動素子に印加できる前記第2の駆動パルスを生成する駆動信号生成部と、(C) 前記駆動信号を前記駆動素子に印加するコントローラと、を備える液体吐出装置。

【選択図】 図9

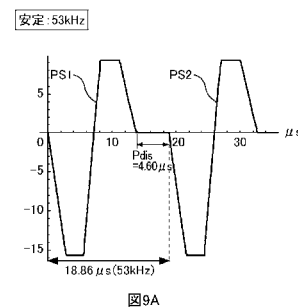


図9A

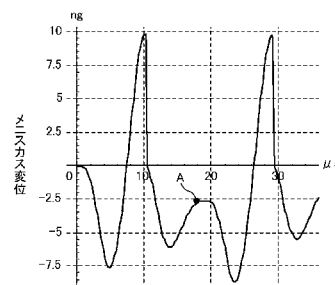


図9B

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

(A) 駆動素子に印加された駆動パルスによりノズルにおける液体表面を変位させて液体滴を吐出するヘッドと、

(B) 第 1 の駆動パルスと第 2 の駆動パルスを含む駆動信号を生成する駆動信号生成部であって、前記第 1 の駆動パルスが前記駆動素子に印加されて前記ノズルから前記液体滴が吐出された後、前記液体表面が最初に前記ヘッドの外側方向に変位するのが完了した後から、次に前記ヘッドの外側方向に変位するのが開始する前までに前記駆動素子に印加できる前記第 2 の駆動パルスを生成する駆動信号生成部と、

(C) 前記駆動信号を前記駆動素子に印加するコントローラと、
を備える液体吐出装置。

10

【請求項 2】

前記第 2 の駆動パルスは、駆動パルスの最初の部分において、前記液体表面を前記ヘッドの内側方向に変位させる駆動パルスである、請求項 1 に記載の液体吐出装置。

【請求項 3】

前記駆動信号は、前記液体を吐出するための前記第 1 の駆動パルスと前記第 2 の駆動パルス以降の駆動パルスとを含み、前記第 1 の駆動パルスと前記第 2 の駆動パルス以降の駆動パルスにおいて隣り合う駆動パルス間の間隔が等しい、請求項 1 又は 2 に記載の液体吐出装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 の駆動パルスの波形と前記第 2 の駆動パルスの波形とは同一の形状を有する、請求項 1 又は 2 に記載の液体吐出装置。

【請求項 5】

前記駆動信号は繰り返し生成され、該駆動信号の周期は媒体に 1 つの画素を形成する周期に等しい、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の液体吐出装置。

【請求項 6】

前記駆動信号は 1 周期において、さらに、前記液体滴を吐出させない駆動パルスを含む、請求項 5 に記載の液体吐出装置。

【請求項 7】

前記駆動信号の 1 周期における前記液体滴を吐出させない駆動パルスと前記液体滴を吐出可能な駆動パルスとの間隔は、前記液体滴を吐出可能な駆動パルス間の間隔と異なる、請求項 6 に記載の液体吐出装置。

30

【請求項 8】

第 1 の駆動パルスを駆動素子に印加してノズルから液体滴を吐出するステップと、

前記第 1 の駆動パルスを駆動素子に印加してノズルから液体滴を吐出した後、前記ノズルにおける液体表面が最初にヘッドの外側方向に変位するのが完了した後から、次に前記ヘッドの外側方向に変位するのが開始するまでに前記駆動素子に第 2 の駆動パルスを印加して、前記ノズルから液体滴を吐出するステップと、
を含む液体吐出方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、液体吐出装置及び液体吐出方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

複数のノズルからインク滴を吐出することで媒体上に画像を形成するプリンタがある。このようなプリンタには、各ノズルに対応する駆動素子を含むヘッドが搭載されている。そして、これらの駆動素子に電圧信号としての駆動信号が印加されることによってインク滴が吐出される。

50

【0003】

駆動信号は複数の駆動パルスを含む。また、駆動信号は繰り返して生成される。そして、インクを吐出するための駆動パルスが選択的に駆動素子に印加されることで液体滴が吐出され、媒体に画像が形成される。

【特許文献 1】特許第 3 1 8 5 9 8 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年では、繰り返して生成される駆動信号の周期が短くなる傾向にある。そのため駆動信号に含まれる駆動パルス間の間隔が短くなっている。そうすると、連続する駆動パルスを印加したとき、前の駆動パルスによって生じたメニスカス（ノズルにおけるインク表面）の振動が減衰する前に次の駆動パルスを駆動素子に印加するということが生ずる。この場合、振動中のメニスカスを加振することとなるため、後続する駆動パルスの印加のタイミングによっては、インク滴などの液体滴の吐出が安定的に行われなかったことがある。

10

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、連続する駆動パルスによって液体滴が吐出される場合であっても、ノズルから液体滴を安定的に吐出できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するための主たる発明は、
（A）駆動素子に印加された駆動パルスによりノズルにおける液体表面を変位させて液体滴を吐出するヘッドと、
（B）第 1 の駆動パルスと第 2 の駆動パルスを含む駆動信号を生成する駆動信号生成部であって、前記第 1 の駆動パルスが前記駆動素子に印加されて前記ノズルから前記液体滴が吐出された後、前記液体表面が最初に前記ヘッドの外側方向に変位するのが完了した後から、次に前記ヘッドの外側方向に変位するのが開始する前までに前記駆動素子に印加できる前記第 2 の駆動パルスを生成する駆動信号生成部と、
（C）前記駆動信号を前記駆動素子に印加するコントローラと、
を備える液体吐出装置である。

20

【0007】

本発明の他の特徴については、本明細書及び添付図面の記載により明らかにする。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本明細書及び添付図面の記載により、少なくとも、以下の事項が明らかとなる。

【0009】

（A）駆動素子に印加された駆動パルスによりノズルにおける液体表面を変位させて液体滴を吐出するヘッドと、
（B）第 1 の駆動パルスと第 2 の駆動パルスを含む駆動信号を生成する駆動信号生成部であって、前記第 1 の駆動パルスが前記駆動素子に印加されて前記ノズルから前記液体滴が吐出された後、前記液体表面が最初に前記ヘッドの外側方向に変位するのが完了した後から、次に前記ヘッドの外側方向に変位するのが開始する前までに前記駆動素子に印加できる前記第 2 の駆動パルスを生成する駆動信号生成部と、
（C）前記駆動信号を前記駆動素子に印加するコントローラと、
を備える液体吐出装置。

40

このようにすることで、連続する駆動パルスによって液体滴が吐出される場合であっても、ノズルから液体滴を安定的に吐出できるようにすることができる。

【0010】

かかる液体吐出装置であって、前記第 2 の駆動パルスは、駆動パルスの最初の部分において、前記液体表面を前記ヘッドの内側方向に変位させる駆動パルスであることが望ましい。また、前記駆動信号は、前記液体を吐出するための前記第 1 の駆動パルスと前記第 2

50

の駆動パルス以降の駆動パルスとを含み、前記第 1 の駆動パルスと前記第 2 の駆動パルス以降の駆動パルスにおいて隣り合う駆動パルス間の間隔が等しいことが望ましい。また、前記第 1 の駆動パルスの波形と前記第 2 の駆動パルスの波形とは同一の形状を有することが望ましい。また、前記駆動信号は繰り返し生成され、該駆動信号の周期は媒体に 1 つの画素を形成する周期に等しいことが望ましい。

【 0 0 1 1 】

また、前記駆動信号は 1 周期において、さらに、前記液体滴を吐出させない駆動パルスを含むことが望ましい。また、前記駆動信号の 1 周期における前記液体滴を吐出させない駆動パルスと前記液体滴を吐出可能な駆動パルスとの間隔は、前記液体滴を吐出可能な駆動パルス間の間隔と異なることが望ましい。

10

このようにすることで、連続する駆動パルスによって液体滴が吐出される場合であっても、ノズルから液体滴を安定的に吐出できるようにすることができる。

【 0 0 1 2 】

第 1 の駆動パルスを駆動素子に印加してノズルから液体滴を吐出するステップと、

前記第 1 の駆動パルスを駆動素子に印加してノズルから液体滴を吐出した後、前記ノズルにおける液体表面が最初にヘッドの外側方向に変位するのが完了した後から、次に前記ヘッドの外側方向に変位するのが開始するまでに前記駆動素子に第 2 の駆動パルスを印加して、前記ノズルから液体滴を吐出するステップと、
を含む液体吐出方法。

20

このようにすることで、連続する駆動パルスによって液体滴が吐出される場合であっても、ノズルから液体滴を安定的に吐出できるようにすることができる。

【 0 0 1 3 】

＝ ＝ 実施形態 ＝ ＝

図 1 A は、プリンタ 1 の外観の斜視図であり、図 1 B は、プリンタ 1 の内部の斜視図である。図 2 は、プリンタ 1 のブロック図である。以下、これらの図を参照しつつプリンタ 1 の構成について説明を行う。

【 0 0 1 4 】

プリンタ 1 は、用紙搬送機構 2 0、キャリアッジ移動機構、ヘッドユニット 4 0、検出器群 5 0、コントローラ 6 0、及び、駆動信号生成回路 7 0 を含む。プリンタ 1 は、コントローラ 6 0 内のインタフェース 6 1 を介してコンピュータ 1 1 0 から印刷データを取得し、この印刷データに基づいて用紙上に画像の印刷を行う。

30

【 0 0 1 5 】

コントローラ 6 0 は、CPU 6 2 などの処理装置及びメモリ 6 3 などの記憶装置を含む。記憶装置には、プリンタ 1 に所望の動作をさせるためのプログラムが記憶されている。CPU 6 2 は、このプログラムを実行する。そして、コントローラ 6 0 によって、プリンタ 1 内の用紙搬送機構 2 0、キャリアッジ移動機構 3 0、ヘッドユニット 4 0、及び、駆動信号生成回路 7 0 が制御される。

【 0 0 1 6 】

用紙搬送機構 2 0 は、コントローラ 6 0 の制御により、用紙を印刷可能な位置に送り込んだり、この用紙を搬送方向に所定の搬送量で搬送させたりする。キャリアッジ移動機構 3 0 は、コントローラ 6 0 の制御により、キャリアッジ C R 移動用のベルト 3 1 とキャリアッジモータ 3 2 を用いて、ヘッドユニット 4 0 が取り付けられたキャリアッジ C R をキャリアッジ移動方向に移動させる。

40

【 0 0 1 7 】

ヘッドユニット 4 0 は、ヘッド 4 1 とヘッド制御回路（不図示）を含んでいる。ヘッド 4 1 は、インク滴を吐出する複数のノズルと、インク滴を吐出するための複数の圧電素子 4 1 7 を含む。ヘッド制御回路は、ヘッド 4 1 からのインク滴の吐出を制御する機能を有する。ヘッド制御回路の制御により、各圧電素子 4 1 7 には、適当なタイミングで駆動信号 COM が印加される。

【 0 0 1 8 】

50

検出器群 50 は、プリンタ 1 の各部に取り付けられた様々な複数のセンサであって、検出結果をコントローラ 60 に送る。

【0019】

駆動信号生成回路 70 は、圧電素子 417 に印加するための駆動信号 COM を生成する。駆動信号生成回路 70 は、アナログ波形を生成するための DAC と電力増幅するためのトランジスタを含む。そして、DAC により駆動信号の波形を表す信号が生成され、この信号がトランジスタによって電力増幅されることによって駆動信号 COM が生成される。駆動信号 COM については、後述する。

【0020】

図 3 は、ヘッド 41 を下から見た図である。図には、各ノズル列のノズルが示されており、ブラック K のインク滴を吐出するためのブラックインクノズル列 Nk、シアン C のインク滴を吐出するためのシアンインクノズル列 Nc、マゼンタ M のインク滴を吐出するためのマゼンタインクノズル列 Nm、及び、イエロー Y のインクを吐出するためのイエローインクノズル列 Ny が示されている。各ノズル列は 90 個のノズル Nz を有する。それぞれのノズル列の方向は用紙の搬送方向と一致している。

【0021】

図 4A は、ヘッド 41 における 1 つの圧力室 435 の構造を示す平面図である。また、図 4B は、ヘッド 41 の A-A 断面図である。ヘッド 41 には、1 つのノズル毎に 1 つの圧力室 435 が設けられる。

【0022】

断面図に示したように、ヘッド 41 は、それぞれ金属板（例えばステンレス鋼材製）からなるノズルプレート 411、スペーサ部材 412、インク供給部材 413 と、それぞれセラミック板（例えばジルコニア板）からなる蓋部材 414、スペーサ部材 415、振動板 416 とが、接着剤や溶着等によって一体に積層されて形成されている。

【0023】

振動板 416 の表面には、図示するように圧力室 435 のインクを加圧するための圧電素子 417 が貼り付けられている。圧電素子 417 は、圧力室 435 の幅よりも狭い幅で、圧力室 435 の長手方向に長い形状を有する piezo 素子等の圧電材料の薄板からなり、電圧を印加すると幅方向において湾曲するように構成されている。そして、図示しない電極が圧電素子 417 に接続形成され、所定の駆動信号が電極に印加されることによって圧電素子 417 が湾曲し、もって振動板 416 を変形させて圧力室 435 のインクを加圧する。

【0024】

インクカートリッジから供給されリザーバ 432 に導かれたインクは、まずインク供給部材 413 に穿孔された第 1 の通孔 433 を通り、次に、蓋部材 414 に穿孔された第 2 の通孔 434 を通って圧力室 435 に流入する。

【0025】

圧力室 435 は、スペーサ部材 415 に設けた横長の通孔を、蓋部材 414 と振動板 416 とによって覆って形成されており、この圧力室 435 に流入したインクは、圧電素子 417 の駆動に伴って変形する振動板 416 によって加圧される。

【0026】

加圧されたインクは、同じく蓋部材 414 に穿孔された第 3 の通孔 436 に流入し、さらにインク供給部材 413 に形成した第 4 の通孔 437 を通過して、スペーサ部材 412 に穿孔された第 5 の通孔 438 に流入する。そして、インクの流路の最後端となるノズルプレート 411 に穿孔されたノズル 439 から、加圧された圧力に応じた量のインクがインク滴として噴射される。

【0027】

図 5 は、駆動信号生成回路 70 によって生成される駆動信号 COM を説明する図である。駆動信号 COM は、インク滴を吐出するための圧電素子 417 に印加される。駆動信号

10

20

30

40

50

COMは、繰り返し周期Tごとに繰り返し生成される。

【0028】

繰り返し周期である期間Tは、ノズルが1画素分移動する間の期間に対応する。例えば、印刷解像度が720dpiの場合、期間Tは、ノズルが1/720インチ移動するための期間に相当する。そして、期間Tに含まれる各区間の駆動パルスPS1～PS4を圧電素子417に印加することによって、1つの画素内にいくつかのインク滴が吐出され、複数階調を表現可能としている。尚、ここで画素とは、画像を形成するために仮想的に分割された最小の単位領域である。

【0029】

図には、電圧の中央付近に点線によって中間電圧が示されている。中間電圧は、圧電素子417を基準の変位に変位させるための基準の電圧である。そして、この中間電圧に対して、プラス方向又はマイナス方向に電圧を変化させることで、圧電素子417を基準の変位から変位させインク滴を吐出させる。

【0030】

駆動信号COMは、繰り返し周期における区間T1において生成される第1駆動パルスPS1と、区間T2において生成される第2駆動パルスPS2と、区間T3において生成される第3駆動パルスPS3と、区間T4において生成される第4駆動パルスと、区間T5において生成される第5駆動パルスPS5とを含む。第1駆動パルスPS1～第4駆動パルスPS4の各駆動パルスの波形はそれぞれ同一の波形である。

【0031】

駆動信号COMは、最初の区間Piniにおける中間電圧から始まり、その後、第1駆動パルスPS1が生成される。第1駆動パルスは、区間Pw d 1、Pw h 1、Pw c 1、Pw h 2、Pw d 2における電圧変化である。次に、第1駆動信号PS1の後に区間Pdisにおいて中間電圧となり、その後、第1駆動パルスPS1と同じ波形の第2駆動パルスPS2が生成される。

【0032】

同様にして、第2駆動パルスPS2の後に区間Pdisにおいて中間電圧となり、その後、第1駆動パルスと同じ波形の第3駆動パルスPS4が生成される。また、第3駆動パルスPS3の後に区間Pdisにおいて中間電圧となり、その後、第1駆動パルスPS1と同じ波形の第4駆動パルスPS4が生成される。

【0033】

後続する第5駆動パルスは、区間BSD1、BSD2、BSD3における電圧変化である。そして、第4駆動パルスPS4と第5駆動パルスPS5とは区間BSD0における中間電圧で接続される。

【0034】

以下に、各区間の具体的な値を示す。区間Piniの長さは4μsであり、区間Pw d 1の長さは2.8μsであり、区間Pw h 1の長さは2.73μsであり、区間Pw c 1の長さは2.58μsであり、区間Pw h 2の長さは3.45μsであり、区間Pw d 2の長さは2.7μsであり、区間Pdisの長さは5.02μsである。尚、区間Pdisの長さは可変であり、異なる値のPdisも用いられ後の説明が行われる。

【0035】

また、区間BSD0の長さは3μsであり、区間BSD1の長さは4.5μsであり、区間BSD2の長さは2μsであり、区間BSD3の長さは4.5μsである。

【0036】

そして、例えば、1つの画素に1つのインク滴を吐出するときには、繰り返し周期Tにおいて第2駆動パルスPS2のみを圧電素子417に印加して1つのインク滴を吐出する。また、1つの画素に2つのインク滴を吐出するときには、繰り返し周期Tにおいて、第1駆動パルスPS1と第3駆動パルスPS3を圧電素子417に印加して2つのインク滴を吐出する。また、1つの画素に3つのインク滴を吐出するときには、繰り返し周期Tに

10

20

30

40

50

において、第 1 駆動パルス P S 1 と第 2 駆動パルス P S 2 と第 4 駆動パルス P S 4 を圧電素子 4 1 7 に印加して 3 つのインク滴を吐出する。また、1 つの画素に 4 つのインク滴を吐出するときには、繰り返し周期 T において、第 1 駆動パルス P S 1 ~ 第 4 駆動パルス P S 4 の全ての駆動パルスを圧電素子 4 1 7 に印加する。

【 0 0 3 7 】

1 つの画素に 4 つのインク滴を吐出するときなどのように、駆動信号 C O M の繰り返し周期 T において、連続する駆動パルスが圧電素子 4 1 7 に印加されることがある。このとき、連続する駆動パルスのうち先行する駆動パルスに後続する駆動パルスの印加のタイミングによっては安定してインク滴を吐出できない場合がある。

【 0 0 3 8 】

図 6 A は、第 1 駆動パルス P S 1 の電圧の変化を示す図である。ここでは、中間電圧を基準として説明を行うため中間電圧からの電位差として駆動パルスの電圧が示されている。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、駆動パルスの電圧が中間電圧よりも低くなったときにメニスカスをヘッド 4 1 の内側方向（媒体から遠ざかる方向）に引き込むように圧電素子が駆動される。一方、駆動パルスの電圧が中間電圧よりも高くなったときにメニスカスをヘッド 4 1 の外側方向（媒体に向かい方向）に押し出すように圧電素子が駆動される。ここで、メニスカスとは、ノズルにおける液体表面である。

【 0 0 4 0 】

尚、以下に示される駆動パルスを規定する区間 P w d 1、P w h 1、P w c 1、P w h 2、P w d 2 の長さは、図 5 に示すものと同じであり、区間 P d i s の長さが変化させられることにより駆動パルス間の間隔が変えられている。

【 0 0 4 1 】

図 6 B は、第 1 駆動パルス P S 1 のみを圧電素子に印加したときのメニスカスの変位を示す図である。ここでは、ノズル面からどれだけの量のインクが突出しているかによってメニスカスの変位を表している。メニスカスとは、前述の通りノズルにおける液体表面である。この液体表面は、表面張力により曲面となる。よって、1 つのノズルにおける平均のインクの突出量をメニスカスの変位としている。例えば、メニスカスが曲面であることにより、メニスカスの中央部がノズルからはみ出ている一方、ノズルに接している部分はノズルの内側にあり、平均するとノズル面からの突出量が 0 となるときがある。このときのメニスカス変位を 0 としている。

【 0 0 4 2 】

以下、図 6 A 及び図 6 B を参照しつつ説明を行う。

まず、区間 P w d 1 において電圧が中間電圧よりも低くなる方向に下降を開始する。そうすると、それに伴い、メニスカスもマイナス方向（ヘッドの内側方向）に引き込まれる。区間 P w h 1 において電圧が所定の電圧に維持されると、メニスカスはインクの慣性により若干マイナス方向に引き込まれるが、自由振動するように変位の方向がプラス方向に転じる。

【 0 0 4 3 】

次に、区間 P w c 1 において、電圧が中間電圧に戻る方向に上昇を開始する。そうすると、メニスカスもプラス方向（ヘッドの外側方向に）に向かうように変位する。そして、区間 P w c 1 において、メニスカスの変位はプラスとなる。

【 0 0 4 4 】

次に、区間 P w h 2 において、電圧が所定の電圧に維持される。このように、ヘッドの外側に押し出すように圧電素子 4 1 7 を駆動した後、電圧が所定の電圧に維持されるとメニスカスの変位を停止させようとする力が働く。しかしながら、インクの慣性により、メニスカスはヘッドの外側に押し出される。そして、インクの慣性はメニスカスの表面張力を超えるため、インクがノズルから引きちぎられるようにしてインク滴となって吐出される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

その後、区間 P w d 2 において、電圧が中間電圧に戻る方向に下降を開始する。すると、メニスカスもノズル面に戻る方向に変位する。

【 0 0 4 6 】

そして、区間 P w d 2 の後、中間電圧に維持される。中間電位に維持されると、メニスカスは図に示すような自由振動を行うことになる。この自由振動において、メニスカスがマイナス方向に変位した後、変位がプラス方向に移動する過程のなかでメニスカスがマイナス方向に変位するときがある。

【 0 0 4 7 】

図には、このようにメニスカスがマイナス方向に変位した後、変位がプラス方向に移動する過程のなかでメニスカスがマイナス方向に変位する瞬間の点として $18 \mu s$ 付近に A 点が示されている。また、その後、メニスカスがプラス方向への移動を開始する点として $20 \mu s$ 付近に B 点が示されている。

【 0 0 4 8 】

メニスカスがヘッドの外側方向（プラス方向）に変位しているとき（A 点よりも前の時刻）に、メニスカスをヘッドの内側方向（マイナス方向）に引き込もうとすると、インクがプラス方向に移動しようとする慣性に対して、メニスカ스에 反対方向の力を生じさせることとなる。そして、メニスカス表面に好ましくない新たな振動を生じさせることとなると考えられる。

【 0 0 4 9 】

一方、メニスカスがヘッドの内側方向（マイナス方向）に変位しているとき（A 点から B 点までの間）に、メニスカスをヘッドの内側方向（マイナス方向）に引き込むように後続の駆動パルスを印加することができれば、インクがマイナス方向に移動しようとする慣性を利用してインクを引き込むことができる。

【 0 0 5 0 】

以下に、A 点よりも早い時刻にメニスカスをヘッドの内側方向に引き込もうとしたとき（参考例）と、A 点より後であって B 点よりも前にメニスカスをヘッドの内側方向に引き込もうとしたとき（本実施形態）のインク滴の吐出について説明する。

【 0 0 5 1 】

図 7 A は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $16.67 \mu s$ にしたときの駆動信号 C O M の一部を示す図である。図には、第 1 駆動パルス P S 1 と第 2 駆動パルス P S 2 が連続する駆動パルスとして示されている。ここでは、前述の第 1 駆動パルス P S 1 と第 2 駆動パルス P S 2 の間の中間電圧の区間 P d i s を変化させることにより、第 2 駆動パルス P S 2 の印加のタイミングを変えている。ここでは、区間 P d i s を $2.4 \mu s$ としている。尚、後続する駆動パルスの開始の時刻を $16.67 \mu s$ としたとき、その周波数は $60 kHz$ である。

【 0 0 5 2 】

図において、A 点よりも早い時刻である $16.67 \mu s$ において第 2 駆動パルス P S 2 の印加が開始されている。つまり、 $16.67 \mu s$ においてメニスカスをヘッドの内側方向に引き込むように圧電素子 4 1 7 の駆動が開始される。このとき、インクの慣性はまだヘッドの外側方向に移動するように働いているのにもかかわらず、圧電素子 4 1 7 の駆動により、インクは内側方向に引き込まれる。

【 0 0 5 3 】

図 7 B は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $16.67 \mu s$ にしたときのメニスカスの変位を示す図である。ここでは、第 1 駆動パルス P S 1 と第 2 駆動パルス P S 2 が連続する駆動パルスとして圧電素子 4 1 7 に印加されたときの、ノズルにおけるメニスカスの変位が示されている。ここでも、プラスの値のときにはメニスカスがヘッドの外側に変位していることを示しており、マイナスの値のときにはメニスカスがヘッドの内側に変位していることを示している。

【 0 0 5 4 】

10

20

30

40

50

図を参照すると、区間 $Pdis$ において電圧は中間電圧に保持されるため、メニスカスは自由振動をしようとするのであるが、A 点よりも早い時刻においてインクがヘッドの内側方向に引き込まれる。そして、メニスカスも A 点よりも早い時刻においてマイナス方向に変位を開始している。

【0055】

図 8 は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $16.67\mu s$ にしたときのインク滴の吐出状態を写真でとらえたものである。図において、上部はヘッド 41 の存在する方向であり、図の下部は用紙が存在する方向である。そして、図の上部から下部に向かってインク滴が連続して吐出されている様子が示されている。

【0056】

図では、インク滴が連続して吐出されているものの、「blank」と示されている区間においては、他の区間よりもインク滴の間隔が広い。この「blank」の期間は第 5 駆動パルス $PS5$ の微振動パルスが印加されている。そのため、この区間ではインク滴が吐出されず、他の区間よりもインク滴の間隔が広い区間が生じている。一方、その他の区間では連続してインク滴を吐出可能な駆動パルス $PS1 \sim PS4$ が印加されているため、ほぼ同じ間隔をもってインク滴が吐出される。

【0057】

本来であれば、1 つのノズルから吐出されたインク滴は横方向に並ぶことなく、ヘッドから用紙へ向かって一直線に並ぶように吐出されることが望ましい。しかしながら、図 8 の円で囲った箇所のインク滴は、横方向に並ぶように吐出されてしまっている。これは、前述のように、メニスカスがヘッドの外側方向に移動をしているときにインクをヘッドの内側方向に強引に引き込もうとしたため、メニスカスに好ましくない振動が生じてしまい後続する駆動パルスを印加しても安定的にインク滴が吐出できなくなってしまうものと考えられる。

【0058】

次に、本実施形態における駆動信号における駆動パルスについて説明する。

図 9 A は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $18.86\mu s$ にしたときの駆動信号 COM の一部を示す図である。ここでは、第 1 駆動パルス $PS1$ と第 2 駆動パルス $PS2$ が連続する駆動パルスとして示されている。ここでは、区間 $Pdis$ を $4.60\mu s$ としている。尚、後続する駆動パルスの開始の時刻を $18.86\mu s$ としたとき、その周波数は $53kHz$ である。

【0059】

図において、A 点よりも遅い時刻であって B 点よりも早い時刻の $18.86\mu s$ において第 2 駆動パルス $PS2$ の印加が開始されている。つまり、 $18.86\mu s$ においてメニスカスをヘッドの内側方向に引き込むように圧電素子 417 の駆動が開始される。このとき、インクの慣性はヘッドの内側方向に移動するように働いている。よって、インクの慣性の方向と、インクが圧電素子 417 によって引き込まれる方向とが一致している。

【0060】

図 9 B は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $18.86\mu s$ にしたときのインクメニスカスの変位を示す図である。ここでは、第 1 駆動パルス $PS1$ と第 2 駆動パルス $PS2$ が連続する駆動パルスとして圧電素子 417 に印加されたときの、ノズルにおけるメニスカスの変位が示されている。

【0061】

図を参照すると、区間 $Pdis$ において電圧は中間電圧に保持されるため、メニスカスは自由振動をするのであるが、A 点よりも遅い時刻であってメニスカスがマイナス方向に移動しつつあるときに圧電素子 417 によってマイナス方向に移動するような力が加えられる。つまり、メニスカスが自由振動においてマイナス方向に変位するような慣性を有しているときに、第 2 駆動パルス $PS2$ によって、さらにマイナス方向に変位させられる。このため、メニスカスは滑らかにマイナス方向に変位することができるので、後続する第 2 駆動パルスにおいて安定的にインク滴を吐出できるようになるものと考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

図 1 0 は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $18.86 \mu s$ にしたときのインク滴の吐出状態を写真でとらえたものである。ここでも、図の上部はヘッドの存在する方向であり、図の下部は用紙が存在する方向である。そして、図の上部から下部に向かってインク滴が連続して吐出されている様子が示されている。

【 0 0 6 3 】

また、ここでも「blank」と示されている区間は、第 5 駆動パルス P S 5 の微振動パルスが印加されている区間であり、インク滴が吐出されていない。

【 0 0 6 4 】

連続してインク滴が吐出される区間を参照すると、各ノズルから吐出されるインク滴は、ほぼ一直線にヘッド側から用紙側へと規則正しく吐出されている。これは、前述のように、メニスカスがヘッドの内側方向に移動をしているときにインクをヘッドの内側方向に引き込もうとしたため、マイナス方向に変位するような力を滑らかにインクに与えることができた。そして、後続する第 2 駆動パルス P S 2 によってインク滴を安定して吐出できるようになったためであると考えられる。

【 0 0 6 5 】

このようにして、先行する駆動パルス（第 1 の駆動パルスに相当）が圧電素子 4 1 7 に印加されてノズルからインク滴が吐出された後、メニスカスが最初にヘッドの外側方向に変位するのが完了した後（A 点）から、次にヘッドの外側方向に変位するのが開始するまで（B 点）に後続の駆動パルス（第 2 の駆動パルス）を圧電素子 4 1 7 に印加する。そうすることで、インクがマイナス方向に移動する慣性を利用してインクを引き込むことができる。そして、後続する駆動パルスによってもインク滴を安定して吐出することができるようになる。

【 0 0 6 6 】

また、ここでは第 1 駆動パルス P S 1 と第 2 駆動パルス P S 2 との関係を例に説明を行ったが、第 2 駆動パルス P S 2 と第 3 駆動パルス P S 3 との関係についても本実施形態は適用することができ、また、第 3 駆動パルス P S 3 と第 4 駆動パルス P S 4 との関係についても適用することができる。つまり、本実施形態では、図 5 における P d i s を $4.60 \mu s$ としたような駆動信号を用いて、連続する 4 つのインク滴を安定的に吐出することができる。すなわち、本実施形態では、先行する駆動パルスの開始から起算して $18.86 \mu s$ 後に後続する駆動パルスを開始することで、安定的に連続するインク滴を吐出することができる。

【 0 0 6 7 】

尚、再度図 6 B を参照すると、 $26 \mu s$ 付近にもメニスカス変位がマイナス方向に転じる箇所がある。よって、このような箇所では後続する駆動パルス（ここでは、第 2 駆動パルス P S 2 ）の印加を開始することとしてもよいものと考えられる。

【 0 0 6 8 】

但し、本実施形態のように、駆動パルス間の間隔をなるべく詰めて駆動パルスの周波数を高めたいときがある。また、メニスカスの変位がマイナスの領域にあるときに、インクをマイナス方向に変位させる力を加えることができたほうが望ましいと考えられる。よって、前述の A 点（ $18 \mu s$ 付近）より後であって B 点（ $20 \mu s$ 付近）よりも前におけるメニスカスのマイナス方向の変位において、後続する駆動パルスの印加を開始することが望ましいものと考えられる。

【 0 0 6 9 】

＝ ＝ ＝ その他の実施の形態 ＝ ＝ ＝

図 1 1 は、他の実施形態における駆動信号 C O M ' について説明する図である。繰り返し周期である T' は、区間 T_1' と区間 T_2' とを含む。区間 T_1' と区間 T_2' は、それぞれノズルが 1 画素分移動する間の期間に対応する。つまり、繰り返し周期 T' は、ノズルが 2 画素分移動する間の期間に対応する。

【 0 0 7 0 】

そして、区間 T_1' に含まれる駆動パルス $PS_{11} \sim PS_{14}$ を圧電素子 417 に印加することによって、1つの画素にいくつかのインク滴が吐出され、複数階調を表現可能としている。また、同様に、区間 T_2' に含まれる駆動パルス $PS_{21} \sim PS_{24}$ を圧電素子 417 に印加することによって、1つの画素にいくつかのインク滴が吐出され、複数階調を表現可能としている。

【0071】

この駆動信号 COM' において、駆動パルス $PS_{11} \sim PS_{14}$ 間において隣り合う駆動パルス間の間隔が等しくなっている。また、駆動パルス $PS_{21} \sim PS_{24}$ 間において隣り合う駆動パルス間の間隔が等しくなっている。

【0072】

このような繰り返し周期 T' を有する駆動信号を用いる場合であっても、隣り合う駆動パルス間の間隔が等しい場合、前述の実施形態と同様にして安定してインク滴を吐出させることができる。すなわち、先行する駆動パルスが圧電素子 417 に印加されてノズルからインク滴が吐出された後、メニスカスが最初にヘッドの外側方向に変位するのが完了した後（A点）から、次にヘッドの外側方向に変位するのが開始するまで（B点）に後続の駆動パルスを圧電素子 417 に印加する。そうすることで、インクがマイナス方向に移動する慣性を利用してインクを引き込むことができる。そして、後続する駆動パルスによってもインク滴を安定して吐出することができるようになる。

【0073】

また、上述の実施形態では、液体吐出装置としてプリンタ 1 が説明されていたが、これに限られるものではなくインク以外の他の流体（液体や、機能材料の粒子が分散されている液状体、ジェルのような流状体）を噴射したり吐出したりする液体吐出装置に具現化することもできる。例えば、カラーフィルタ製造装置、染色装置、微細加工装置、半導体製造装置、表面加工装置、三次元造形機、気体気化装置、有機 EL 製造装置（特に高分子 EL 製造装置）、ディスプレイ製造装置、成膜装置、DNA チップ製造装置などのインクジェット技術を応用した各種の装置に、上述の実施形態と同様の技術を適用してもよい。また、これらの方法や製造方法も応用範囲の範疇である。

【0074】

上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることは言うまでもない。特に、以下に述べる実施形態であっても、本発明に含まれるものである。

【0075】

<ヘッドについて>

前述の実施形態では、圧電素子を用いてインクを吐出していた。しかし、液体を吐出する方式は、これに限られるものではない。例えば、熱によりノズル内に泡を発生させる方式など、他の方式を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図 1】図 1A は、プリンタ 1 に斜視図であり、図 1B は、プリンタ 1 の内部の斜視図である。

【図 2】プリンタ 1 のブロック図である。

【図 3】ヘッド 41 を下から見た図である。

【図 4】図 4A は、ヘッド 41 における 1つの圧力室 435 の構造を示す平面図であり、図 4B は、ヘッド 41 の A - A 断面図である。

【図 5】駆動信号生成回路 70 によって生成される駆動信号 COM を説明する図である。

【図 6】図 6A は、第 1 駆動パルス PS_1 の電圧の変化を示す図であり、図 6B は、第 1 駆動パルス PS_1 のみを圧電素子に印加したときのメニスカスの変位を示す図である。

【図 7】図 7A は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $16.67 \mu s$ にしたときの駆動信号 COM の一部を示す図であり、図 7B は、後続する駆動パルスの開始の時刻を $16.$

10

20

30

40

50

67 μ s にしたときのメニスカスの変位を示す図である。

【図8】インク滴を吐出可能な駆動パルス間の間隔を16.67 μ s にしたときのインク滴の吐出状態を写真でとらえたものである。

【図9】図9Aは、後続する駆動パルスの開始の時刻を18.86 μ s にしたときの駆動信号の一部を示す図であり、図9Bは、後続する駆動パルスの開始の時刻を18.86 μ s にしたときのメニスカスの変位を示す図である。

【図10】後続する駆動パルスの開始の時刻を18.86 μ s にしたときのインク滴の吐出状態を写真でとらえたものである。

【図11】他の実施形態における駆動信号COM'を説明する図である。

【符号の説明】

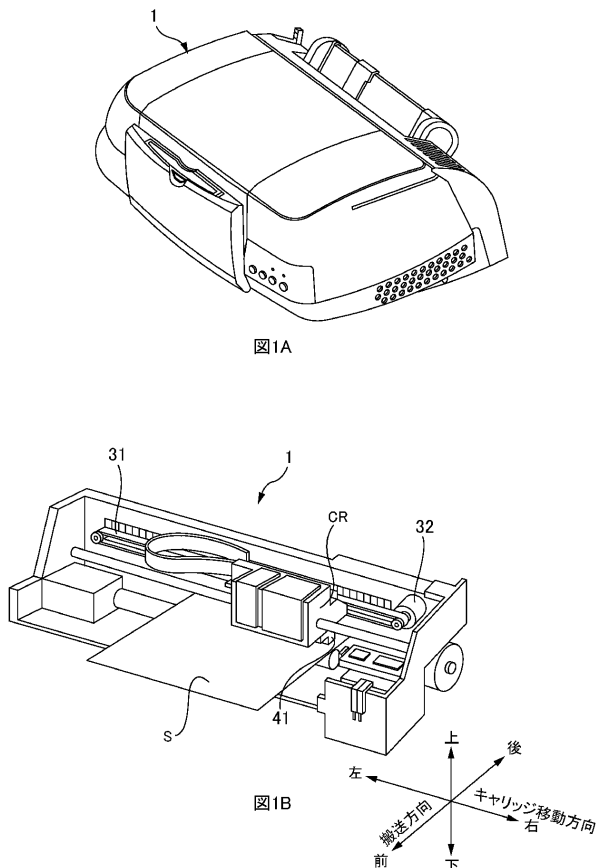
【0077】

- 1 プリンタ、
 20 用紙搬送機構、30 キャリッジ移動機構、
 40 ヘッドユニット、41 ヘッド、
 60 コントローラ、70 駆動信号生成回路、
 411 ノズルプレート、412 スペーサ部材、413 インク供給部材、
 414 蓋部材、415 スペーサ部材、416 振動板、417 圧電素子、
 432 リザーバ、433 第1の通孔、434 第2の通孔、435 圧力室、
 436 第3の通孔、437 第4の通孔、438 第5の通孔、
 439 ノズル開口部 439
 PS1 第1駆動パルス、PS2 第2駆動パルス、PS3 第3駆動パルス、
 PS4 第4駆動パルス、PS5 第5駆動パルス

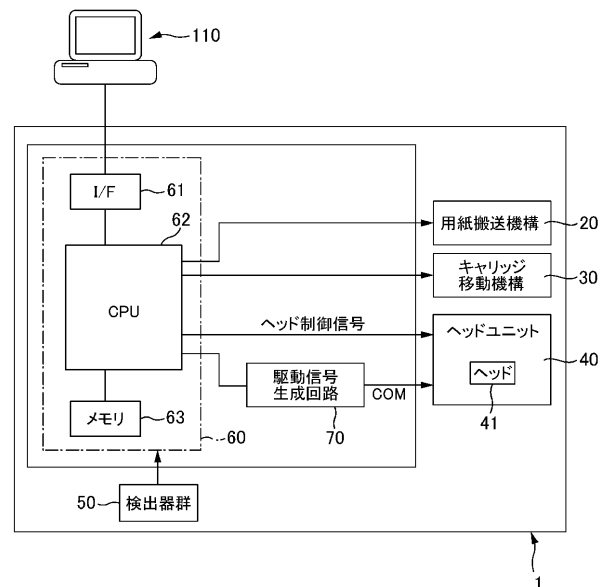
10

20

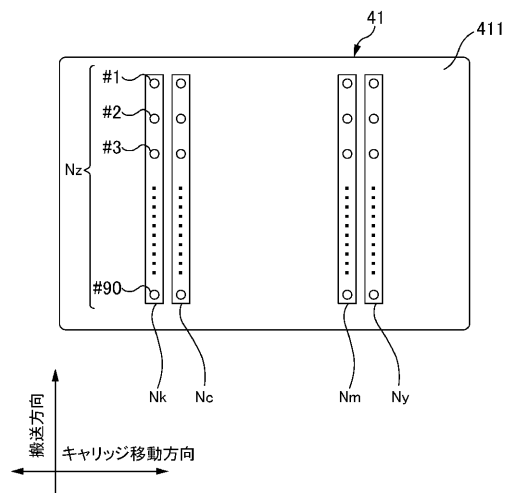
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

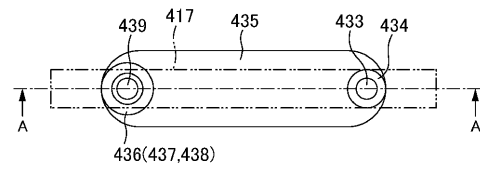


図4A

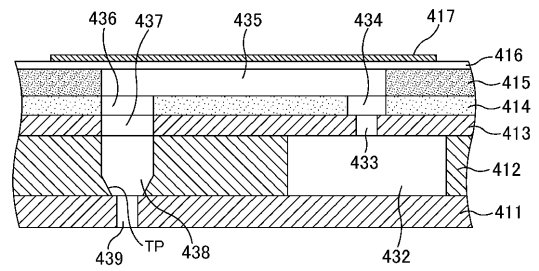
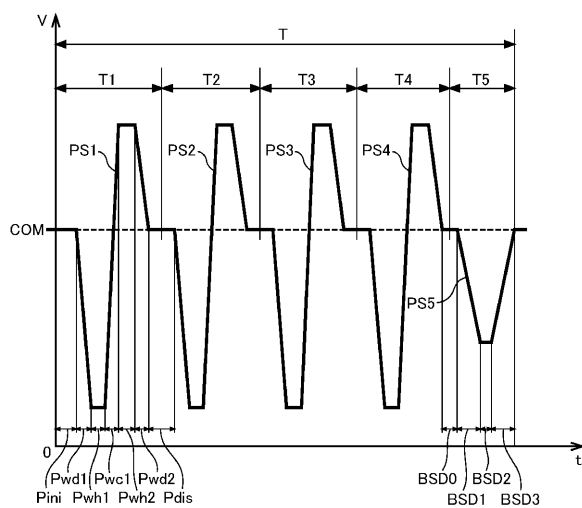


図4B

【 図 5 】



【 図 6 】

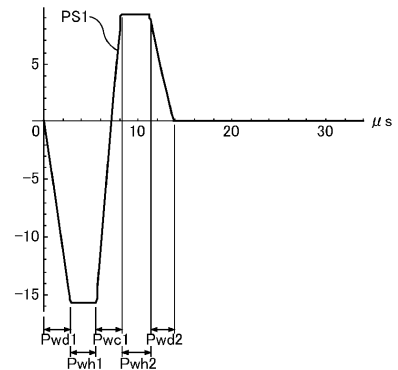


図6A

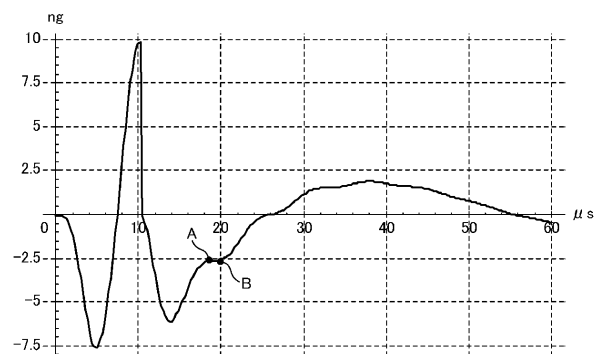


図6B

【 図 7 】

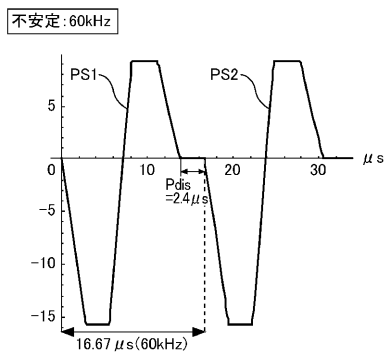


図7A

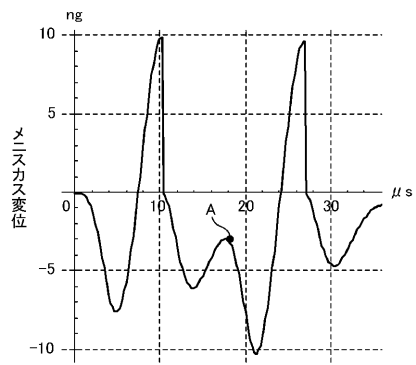


図7B

【 図 9 】

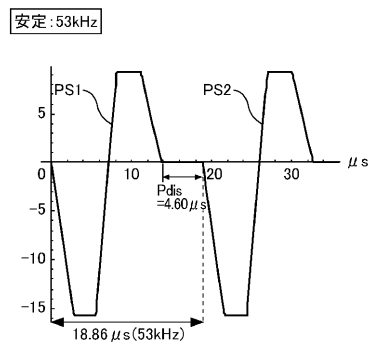


図9A

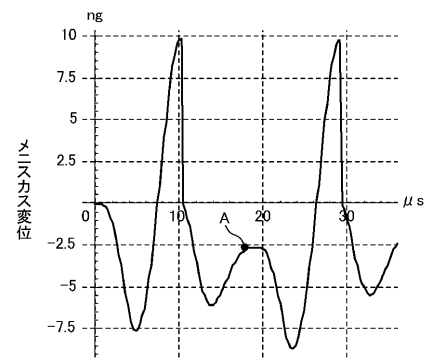
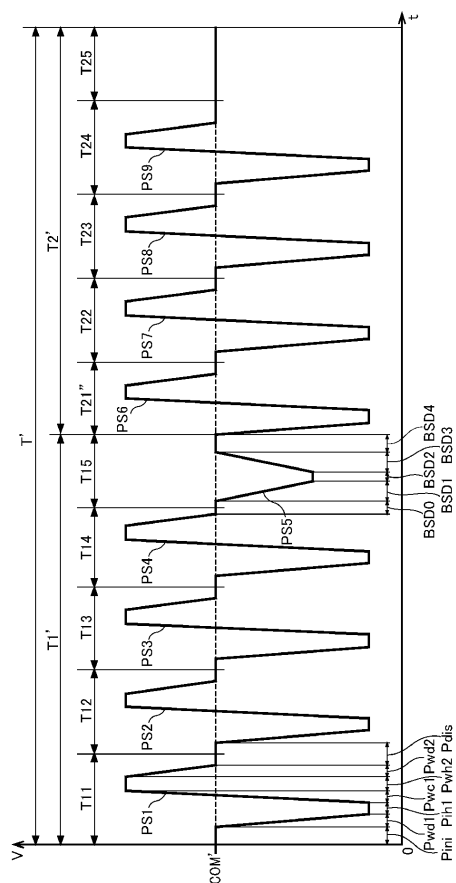
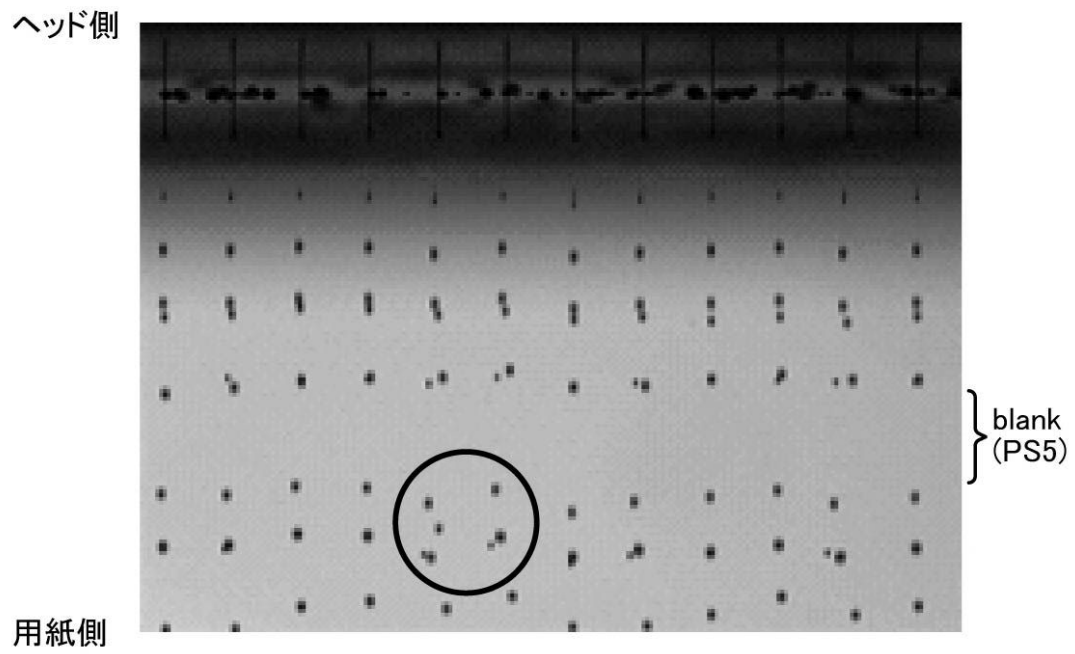


図9B

【 図 1 1 】



【 図 8 】



【 図 1 0 】

