

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4379963号  
(P4379963)

(45) 発行日 平成21年12月9日(2009.12.9)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int.Cl.

B 41 J 2/045 (2006.01)  
B 41 J 2/055 (2006.01)

F 1

B 41 J 3/04 103 A

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-223155  
 (22) 出願日 平成11年8月6日(1999.8.6)  
 (65) 公開番号 特開2001-47619(P2001-47619A)  
 (43) 公開日 平成13年2月20日(2001.2.20)  
 審査請求日 平成17年11月25日(2005.11.25)

前置審査

(73) 特許権者 302057199  
 リコープリンティングシステムズ株式会社  
 東京都港区港南二丁目15番1号  
 (74) 代理人 100078134  
 弁理士 武 順次郎  
 (72) 発明者 秋山 佳孝  
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内  
 (72) 発明者 阪田 正俊  
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内  
 (72) 発明者 清水 一夫  
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オンデマンド型マルチノズルインクジェットヘッドの駆動方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

インクを蓄える加圧室と、該加圧室の壁面の少なくとも一部を形成する振動板と、該振動板に当接し、電気信号の印加により前記加圧室内に圧力変動を発生させる圧電素子と、前記圧力室にインクを供給する流路と、インク滴を前記加圧室から噴射するオリフィスを有するノズルを複数備えたオンデマンド型マルチノズルインクジェットヘッドにおいて、

前記圧電素子を駆動する駆動波形として、圧電素子を直線的に変位させる収縮時間  $T_f$  と、その収縮を保持する保持時間  $T_o$  と、再び圧電素子をもとの状態とするために直線的に変位させる復元時間  $T_r$  からなる台形状のパルス波形を用い、圧電素子の収縮時間  $T_f$  を圧電素子の共振周期またはその整数倍とし、圧電素子の復元時間  $T_r$  を、(ヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  - 保持時間  $T_o$ ) の  $1/2$  の時間から、当該時間にヘルムホルツ固有振動周期の  $T_h$  の  $1/2$  を加算した時間を範囲とし、かつ前記圧電素子の保持時間  $T_o$  がヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  よりも短いことを特徴とするオンデマンド型マルチノズルインクジェットヘッドの駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電素子を用いたオンデマンド型インクジェットヘッドの駆動方法に関するもので、特にオフィス用並びに産業用インクジェットプリンタで用いられる駆動方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

オンデマンド型インクジェットヘッドにはインクを噴射する方式として、電気ヒータによりインク中に気泡を発生させてインクを噴射するサーマル方式と、圧電素子を用いて加圧室の壁面の一部を変形させてインクを噴射する圧電素子方式とがある。

**【0003】**

サーマル方式はリソグラフィ技術により微細な加工が可能で、ノズルピッチを  $100 \mu m$  以下に出来るという長所があるが、噴射する液体の沸点が  $100$  度に限定され、且つ連続噴射の際の周波数が  $10 kHz$  程度に限られるという短所がある。上記沸点の制限は使用可能なインクの種類を制限するため、産業応用の面では支障になることがある。

10

**【0004】**

圧電素子方式は圧電素子の変位量が小さいので、インク噴射のためには加圧室の振動板表面積を大きくする必要があり、そのためノズルピッチを  $140 \mu m$  程度までしか小さくできない。しかし、駆動周波数は圧電素子の形状に依存するので  $20 kHz$  以上にすることができる、印刷速度の高速化に適した方式といえる。また、サーマル方式と違ってインクの種類を選ばないという利点もあり、産業応用に適しているといえる。

**【0005】****【発明が解決しようする課題】**

本発明は、上記したように産業上の応用の幅が広い圧電素子方式に関するものであり、記録用媒体にインク滴が着弾する際、サテライト、ドット割れ等の発生を押さえる方法を提供するものである。

20

**【0006】**

従来例として、特開平5-318731号公報がある。これは、振動板の停止状態を慣性流によるメニスカスが後退量の  $1/3$  以上復活した時点で振動板をノズル開口側に前進させてドットを形成することにより、メニスカスの位置に関りなく一定の吐出速度のインク滴が発生するようにしている。

**【0007】**

ところが、高粘度のインクを用いた場合、慣性流によるメニスカスが後退量の  $1/3$  以上に復活するまでに時間を要するため、パルス幅が長くなり、高周波駆動を行う場合に不具合があった。

30

**【0008】**

また、高速でのインク滴が吐出されたとき、そのインク滴飛翔形状は、主インク滴のあとに長い尾が残る場合がある。その尾は、高速印刷を行うと、記録用媒体にインク滴が着弾する際、主インク滴と分散して、サテライト、ドット割れ等となり、印刷品質を低下させてしまう。

**【0009】**

更に、高周波駆動させる場合、インク滴の吐出間隔が短くなる。この場合、長い尾をもつインク滴を吐出させると、先に吐出させたインク滴の尾に、次のインク滴の先端部が追突して、インク滴の吐出方向及び、吐出速度が変化し、印刷品質を低下させてしまう。

40

**【0010】**

従って、本発明はインク滴飛翔形状を短くする事で、印刷品質の低下を押さえる駆動方法を提供するものである。

**【0011】****【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決する本願発明は、インクを蓄える加圧室と、該加圧室の壁面の少なくとも一部を形成する振動板と、該振動板に当接し、電気信号の印加により前記加圧室内に圧力変動を発生させる圧電素子と、前記圧力室にインクを供給する流路と、インク滴を前記加圧室から噴射するオリフィスを有するノズルを複数備えたオンデマンド型マルチノズルインクジェットヘッドにおいて、前記圧電素子を駆動する駆動波形として、圧電素子を直線的に変位させる収縮時間  $T_f$  と、その収縮を保持する保持時間  $T_o$  と、再び圧電素子を

50

もとの状態とするために直線的に変位させる復元時間  $T_r$  からなる台形状のパルス波形を用い、圧電素子の収縮時間  $T_f$  を圧電素子の共振周期またはその整数倍とし、圧電素子の復元時間  $T_r$  を、(ヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  - 保持時間  $T_o$ ) の  $1/2$  の時間から、当該時間にヘルムホルツ固有振動周期の  $T_h$  の  $1/2$  を加算した時間を範囲とし、かつ前記圧電素子の保持時間  $T_o$  がヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  よりも短いことを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明について説明する。

【0013】

図1は、本発明で用いたマルチノズルインクジェットヘッドのノズル部の構成を示す断面図である。このヘッドは、入力信号に応じてインクを噴射することにより記録を行うことができる。

【0014】

図において、1はオリフィス、2は加圧室、3は振動板、4は圧電素子、5a、5bは信号入力端子、6は圧電素子固定板、7は共通インク供給路8と加圧室2とを連結し、加圧室2へのインク流入を制御するリストリクタ、8は共通インク供給路、9は振動板3と圧電素子4とを連結する弾性材料(たとえばシリコン接着剤など)、10はリストリクタ7を形成するリストリクタプレート、11は加圧室2を形成する加圧室プレート、12はオリフィス1を形成するオリフィスプレート、13は振動板3を補強する支持板、14、15は共通インク供給路プレート、16は共通インク供給路カバー、17は圧電素子と外部配線とを接続する導電性接着剤、18はフィルタである。

【0015】

振動板3、リストリクタプレート10、加圧室プレート11、支持板13は、例えばステンレス材から作られ、オリフィスプレート12はニッケル材から作られている。また、圧電素子固定板6は、セラミックス、ポリイミドなどの絶縁物から作られている。

【0016】

インクは、上流から下流へ向かって、図示しないインクタンクから共通インク供給路8、リストリクタ7、加圧室2、オリフィス1の順に流れる。

【0017】

圧電素子4は信号入力端子5aと5bの間に電位差が生じると伸長するように取り付けられている。このため、圧電素子4の収縮時においては、振動板3は図中上方へ撓み、これによって加圧室2内にインクが充填され、次いで再び電位差が生じると圧電素子4は復元し、振動板3もこれに追従して変形する。そのため、インク滴がオリフィス1から噴射される。

【0018】

図2は本発明のインクジェットヘッドのノズル列を示すものである。

【0019】

図に示すように、1列につき32個のノズルが並べられている。また、図では全部で12列のノズル列が並べられており、総数384個のノズルが配列されている。

【0020】

このような構造のインクジェットヘッドにおいて、同一の電圧でパルス幅を変化させた時のインク滴速度の一例を図3に示す。

【0021】

図において、特定のパルス幅の時に、インク滴速度が最大値(ピーク値)となるのがわかる。このピークはインク流路と、圧電素子等で決まるノズルのヘルムホルツ固有振動の共振点である。この場合には、パルス幅  $5 \mu s$  及び  $15 \mu s$  付近でピーク値が生じており、 $1/(15 - 5 \mu s) = 100 \text{ kHz}$ 、すなわち本例のノズルのヘルムホルツ振動数は  $100 \text{ kHz}$  であり、ヘルムホルツ振動数  $T_h$  は  $10 \mu s$  である。

【0022】

10

20

30

40

50

一方、上記構造のインクジェットヘッドのノズルにおいて、該ノズルに駆動波形として図4の台形状のパルス波形を印加し、この駆動波形で圧電素子の復元時間 $T_r$ を $1\mu s$ から $11\mu s$ まで変え、その際のインク滴の先頭速度を $10m/s$ としたときのインク滴の飛翔形状長さを図5に示す。

【0023】

なお、図4の収縮時間 $T_f$ は $5.8\mu s$ 、保持時間 $T_o$ は $2.2\mu s$ としているが、理由は次のとおりである。すなわち、圧電素子を変位させる時間をその共振周期或いはその整数倍の時間に合わせるとその変位のオーバシュートやリングングを抑えられることが知られている。本構造のインクジェットヘッドにおいて、用いられた圧電素子の共振周波数は $340\text{kHz}$ であり、共振周期は $2.9\mu s$ となるため、収縮時間 $T_f$ をこの共振周期の2倍である $5.8\mu s$ とした。 10

【0024】

さて、前述の如く、図5においては、復元時間 $T_f$ では、一定の速度条件( $10m/s$ )を満たし得る任意の電圧を選択し、この電圧下でのインク滴の飛翔形状の長さを調べている。ここで、インク滴長さとは、飛翔するインク滴の先頭から尾までが、プリンタのインクジェットヘッドと記録媒体間を飛翔する距離を、通過する時間で表現している。つまり飛翔時間が長いものが飛翔形状の長いことを示しており、インクジェットヘッドと記録媒体間によってその時間と長さは変化する。

【0025】

この図5から、最もインク滴形状が短かった復元時間 $T_r$ は $3.7\mu s$ である。これは $(\text{ヘルムホルツ固有振動周期 } T_h - \text{保持時間 } T_o) / 2 = (10\mu s - 2.2\mu s) / 2 = 3.9\mu s$ とほぼ一致する。 20

【0026】

また、比較的インク滴長さが短い範囲で、復元時間 $T_r = 3.7\mu s$ と $8.7\mu s$ で、極小値が2個所発生した。この極小値の間、つまり復元時間 $T_r = 3.7\mu s$ から $8.7\mu s$ の $5\mu s$ の範囲がインク滴長さが短い範囲であることが分かった。この $5\mu s$ はヘルムホルツ固有振動周期 $T_h$ の $1/2$ と一致する。

【0027】

更に、図5から、復元時間 $T_r$ がこの範囲( $3.7\sim 8.7\mu s$ )を超えるとインク滴長さは急激に長くなるため、この範囲内を選択することが望ましいということがわかった。 30

【0028】

図5のインク吐出条件と同条件で駆動波形の保持時間 $T_o$ を $0.2$ から $5.2\mu s$ まで範囲を広げて測定を試みた結果を図6に示す。この図の中では、それぞれ保持時間 $T_o$ で極小値が2個所発生し、その間のインク滴長さが短いことが分かった。この極小値をとる復元時間 $T_r$ の値を図7に示す。

【0029】

また、 $(\text{ヘルムホルツ固有振動周期 } T_h - \text{保持時間 } T_o) / 2$ の値、及びその値からヘルムホルツ固有振動周期 $T_h$ の $1/2$ 後の値を図8に示す。

【0030】

図7と図8を比較すると、インク滴長さが短い極小値の範囲と、 $(\text{ヘルムホルツ固有振動周期 } T_h - \text{保持時間 } T_o) / 2$ の値から、ヘルムホルツ固有振動周期 $T_h$ の $1/2$ 間の範囲がほぼ一致している。 40

【0031】

更に、インク滴形状が短い復元時間 $T_r$ が、 $(\text{ヘルムホルツ固有振動周期 } T_h - \text{保持時間 } T_o)$ の $1/2$ である理由について、次のような検討をおこなった。

【0032】

図9は前述の構成に関する数値解析結果である。横軸は時間、縦軸は圧力室内の圧力であつて、値が高い側を上に、低い方を下に示し、収縮時間 $T_f$ が $5.8\mu s$ 、保持時間 $T_o$ が $2.2\mu s$ の時、インク滴長さが短かった復元時間 $T_r = 3.7$ と、長かった復元時間 $T_r = 10\mu s$ の場合の圧力変化と、それぞれの駆動波形を示す。 50

## 【0033】

図において、復元時間  $T_r = 3.7 \mu s$  では時間  $14 \mu s$  に圧力が大きく減少しているのに対し、復元時間  $T_r = 10 \mu s$  では時間  $20 \mu s$  に圧力が  $T_r = 3.7 \mu s$  に比べ、減少が小さい。また、吐出したインクは、圧力室の圧力が減少する時にインク滴の尾として、オリフィスのインクと別れ吐出する。このため尾は、圧力減少が大きいほどオリフィスのインクと別れ易く、その圧力減少の時間が早いほど早く別れる。インク滴の先頭速度が同じ場合、圧力減少の時間が早いほどインク滴長さは短くなる。

## 【0034】

上述の解析結果を踏まえると、インク滴形状が短い復元時間  $T_r$  が、(ヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  - 保持時間  $T_o$ ) の  $1/2$  である理由は次の通りとなる。

10

## 【0035】

駆動パルスが(ヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  - 保持時間  $T_o$ ) の  $1/2$  である時の加圧室内の圧力は、それ以外のパルスに比べ、圧力減少が大きく、また圧力減少の時間が早いため、インク滴長さが短くなる。さらに、図において、圧力室内の圧力振動が  $50 \mu s$  付近では、ほぼ減衰している。このため、繰り返しの時間間隔が  $50 \mu s$  である  $20 \text{ kHz}$  までの高周波駆動においてもこれらの効果が得られることが分かる。

## 【0036】

## 【発明の効果】

本発明によれば、圧電素子の駆動波形に台形状のパルス波形を用いる際、圧電素子をもとの状態とする際の、時間を選択することで、インク滴飛翔形状を短くすることができ、サテライト、ドット割れ等を起こさずに、印刷させることができる。また、高周波駆動においてもインク滴飛翔形状が短いために、飛翔中に先発のインク滴と衝突することが減り印字品質を向上させることができる。更に、簡単なパルス波形を使うため、電気回路の構成を単純化することができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明で用いたインクジェットヘッドのノズル断面図。

【図2】 本発明で用いたインクジェットヘッドのオリフィスの配置を示す図。

【図3】 同一電圧におけるパルス幅とインク滴速度の関係を示すグラフ。

【図4】 本実験に用いた台形状のパルス電圧の時間変化を示すグラフ。

【図5】 保持時間  $T_o$  を  $2.2 \mu s$  での同一インク滴速度における復元時間  $T_r$  とインク滴長さの関係を示すグラフ。

30

【図6】 保持時間  $T_o$  を  $0.2 \mu s \sim 5.2 \mu s$  まで変えた場合の復元時間  $T_r$  とインク滴長さの関係を示すグラフ。

【図7】 インク滴長さが極小値となる復元時間  $T_r$  の値を示す表。

【図8】 (ヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  - 保持時間  $T_o$ ) の  $1/2$  の値、及びその値からヘルムホルツ固有振動周期  $T_h$  の  $1/2$  後の値を示す表。

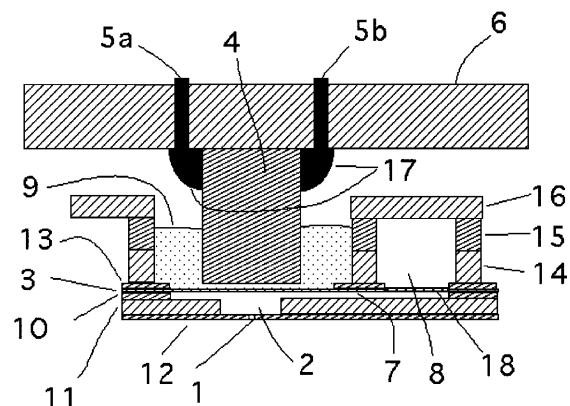
【図9】 加圧室の圧力の時間変化を示すグラフ。

## 【符号の説明】

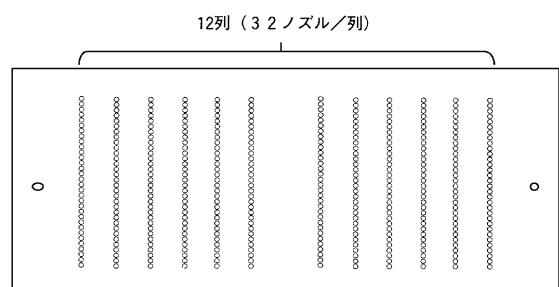
1はオリフィス、2は加圧室、3は振動板、4は圧電素子、5a、5bは信号入力端子、6は圧電素子固定板、7はリストリクタ、8は共通インク供給路、9はシリコンゴム、10はリストリクタプレート、11は加圧室プレート、12はオリフィスプレート、13は支持板、14は共通インク供給路プレートA、15は共通インク供給路プレートB、16は共通インク供給路カバー、17は導電性接着剤、18はフィルタである。

40

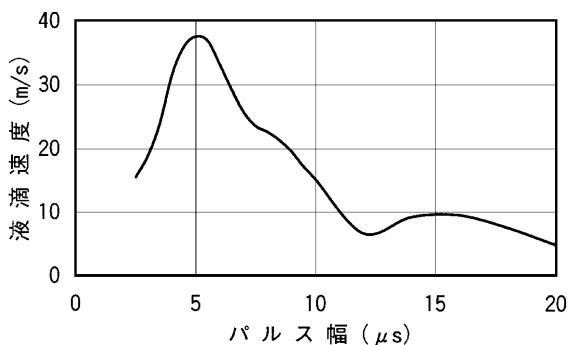
【図1】



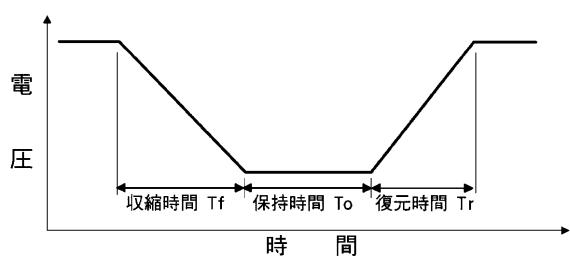
【図2】



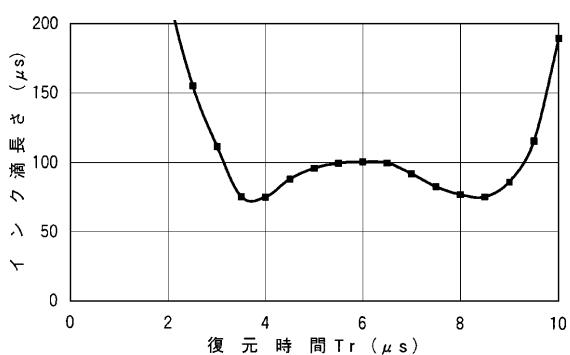
【図3】



【図4】



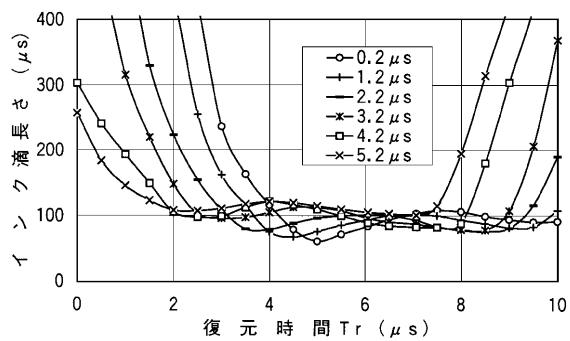
【図5】



【図7】

To	インク滴長さが極小値となるTr	
0.2	5.0	9.8
1.2	4.5	9.3
2.2	3.7	8.7
3.2	3.2	8.4
4.2	2.7	7.6
5.2	2.4	7.2

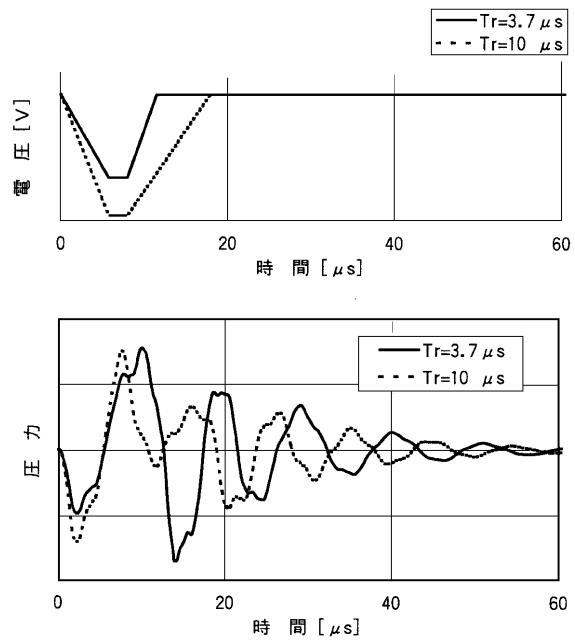
【図6】



【図8】

To	$(Th - To)/2$	$(Th - To)/2 + Th/2$
0.2	4.9	9.9
1.2	4.4	9.4
2.2	3.9	8.9
3.2	3.4	8.4
4.2	2.9	7.9
5.2	2.4	7.4

【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 能登 信博  
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

(72)発明者 鳥居 卓爾  
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

審査官 藤本 義仁

(56)参考文献 特開平06-171080(JP, A)  
特開平08-085208(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/045  
B41J 2/055