

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 10 月 8 日(08.10.2015)

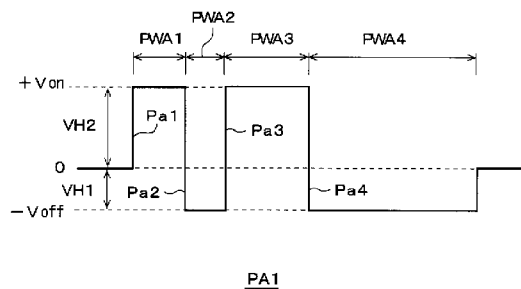


(10) 国際公開番号
WO 2015/152185 A1

- (51) 国際特許分類:
B41J 2/015 (2006.01) *B41J 2/14* (2006.01)
B41J 2/045 (2006.01) *B41J 2/205* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060017
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 30 日(30.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-073969 2014 年 3 月 31 日(31.03.2014) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 木澤 亜紀子(KIZAWA Akiko); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 小林 諒平(KOBAYASHI Ryohei); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 丸山 英一(MARUYAMA Eiichi); 〒1010021 東京都千代田区外神田 6-14-9 MFビル8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: INKJET HEAD DRIVING METHOD AND INKJET PRINTING APPARATUS

(54) 発明の名称: インクジェットヘッドの駆動方法及びインクジェット記録装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an inkjet head driving method and an inkjet printing apparatus that form stable large droplets efficiently with short drive cycles, limit the occurrence of satellites, and are capable of high quality image printing. A first drive signal (PA1), which is for expanding and contracting the volume of a pressure chamber to discharge at least two droplets from the same nozzle and unite same immediately after discharge to form a large droplet, comprises a first expansion pulse (Pa1) for expanding and contracting the volume of the pressure chamber, a first contraction pulse (Pa2) for contracting and expanding the volume of the pressure chamber, a second expansion pulse (Pa3) for expanding and contracting the volume of the pressure chamber, and a second contraction pulse (Pa4) for contracting and expanding the volume of the pressure chamber, in said order. A first droplet is discharged by the application of the first expansion pulse (Pa1) and the first contraction pulse (Pa2), a second droplet is discharged by application of the second expansion pulse (Pa3) and the second contraction pulse (Pa4), and the pulse width (PWA1) of the first expansion pulse (Pa1) is 0.4 AL to 2.0 AL (wherein AL is 1/2 of the acoustic resonance period of the pressure wave in the pressure chamber).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/152185 A1



短い駆動周期で効率的に安定した大液滴を形成し、サテライトの発生を抑制して高品質の画像記録が可能なインクジェットヘッドの駆動方法及びインクジェット記録装置の提供を目的とし、圧力室の容積を膨張、収縮させて同一ノズルから少なくとも 2 つの液滴を吐出させ、吐出直後に合体させて大液滴とする第 1 の駆動信号 PA1 が、圧力室の容積を膨張、収縮させる第 1 の膨張パルス Pa1 と、圧力室の容積を収縮、膨張させる第 1 の収縮パルス Pa2 と、圧力室の容積を膨張、収縮させる第 2 の膨張パルス Pa3 と、圧力室の容積を収縮、膨張させる第 2 の収縮パルス Pa4 とをこの順に有し、第 1 の膨張パルス Pa1 及び第 1 の収縮パルス Pa2 の印加により 1 つ目の液滴を吐出させ、第 2 の膨張パルス Pa3 及び第 2 の収縮パルス Pa4 の印加により 2 つ目の液滴を吐出させ、且つ、第 1 の膨張パルス Pa1 のパルス幅 PWA1 は、0.4AL 以上 2.0AL（但し、AL は圧力室における圧力波の音響的共振周期の 1/2）である。

明 細 書

発明の名称：

インクジェットヘッドの駆動方法及びインクジェット記録装置

技術分野

[0001] 本発明はインクジェットヘッドの駆動方法及びインクジェット記録装置に関し、詳しくは、大液滴を吐出する際、短い駆動周期で安定して形成することができるインクジェットヘッドの駆動方法及びインクジェット記録装置に関する。

背景技術

[0002] インクジェットヘッドのノズルから吐出された液滴をメディア上に着弾させてドットからなる画素を形成する際、1画素のドット径を大小変更することによって階調表現を行うことが知られている。階調表現のためにドット径を変更する方法としては、1画素周期内に同一ノズルから吐出させる液滴数を変化させる方法や、ドットサイズに応じて駆動信号を変更する方法等がある。

[0003] このうち、前者のドット径を変更する方法は、1画素周期内に印加する駆動信号の個数を変更するだけで簡単に階調を表現できる利点を有している。しかし、大ドットを形成するために駆動信号の個数を多くすると、画素周期は長くなるため、高周波駆動を行う上では課題がある。このため、より短い駆動周期で大液滴を安定して形成できるようにする工夫が求められている。

[0004] 従来、インクジェットヘッドの駆動方法として特許文献1～3に記載のものがある。

[0005] 特許文献1には、同一のノズルから異なる速度で連続して吐出される少なくとも2つの液滴を吐出する際、速度の遅い方の液滴を速度の速い方の液滴よりも先に吐出させて1つの画素内に重ねて付着させ、1画素を形成することが記載されている。

[0006] しかし、この方法は、2つの液滴をメディア上で重なるように着弾させる

ため、各液滴の着弾位置ずれを起こし易い問題がある。

[0007] また、特許文献2には、矩形波からなる駆動信号であって、圧力室の容積を膨張させる第1パルス、圧力室の容積を収縮させる第2パルス、圧力室の容積を膨張させる第3パルス、圧力室の容積を収縮させる第4パルスを順次発生させる駆動信号を印加することが記載されている。第3パルスは第1パルスよりもパルス幅が短く、第4パルスは第2パルスよりもパルス幅が短い。そして、第1パルスのパルス幅中心と第3パルスのパルス幅中心との時間差を $1AL$ 、第2パルスのパルス幅中心と第4パルスのパルス幅中心との時間差を $1AL$ 、第1パルスのパルス幅と第3パルスのパルス幅の比、及び、第2パルスのパルス幅と第4パルスのパルス幅の比を、圧力室内のインクの残留振動の減衰率に応じて定めることにより、第1パルス及び第2パルスで発生した圧力波を、第3パルス及び第4パルスでキャンセルするものである。

[0008] この特許文献2では、階調情報に基づいて第1パルスと第2パルスのパルス幅の比を変化させることにより、インクの吐出体積を変化させ、階調印字を行うようにしている。しかし、この方法では、第1パルスと第2パルスのパルス幅の変化に応じて、第3パルスと第4パルスもパルス幅中心との時間差及び比が所定の値になるように調整するため、煩雑な制御を行う必要がある問題がある。

[0009] 一方、特許文献3には、インク流路内を圧力波が片道伝播する時間を T としたとき、最初に印加する第1の噴射パルス信号のパルス幅を $0.35T \sim 0.65T$ 、2番目以降に印加する噴射パルス信号のパルス幅をほぼ T 、第1の噴射パルス信号とそれに続く噴射パルス信号との時間間隔を T として、第1の噴射パルス信号によりノズルから噴射した液滴がノズルから離れる前に2番目の噴射パルス信号による液滴をノズルから噴射させることが記載されている。

[0010] 各噴射パルス信号により、アクチュエータ壁が変形してインク流路の容積が増大し、一定時間経過後にアクチュエータ壁が変形前の状態に戻り、イン

クに圧力が加わることでインク液滴が噴射されるが、第１の噴射パルス信号によって吐出される液滴に２番目の噴射パルス信号によって吐出される液滴が追いついて一体となった大きな液滴を吐出するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献１：特許第３５３０７１７号公報

特許文献２：特許第４２４７０４３号公報

特許文献３：特許第３５５１８２２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 本発明者は、ノズルからできるだけ大きな液滴を効率的に吐出させるため、同一のノズルから複数の液滴を吐出させ、吐出直後の飛翔中に合体させて大液滴を形成する技術に着目した。この方法によれば、同じ液滴量の１個の大液滴をノズルから吐出する場合に比べて、液滴速度を抑制して大液滴を吐出することができ、メディア上での着弾位置調整が煩雑にならずに済む。

[0013] 一方、ノズルから吐出される液滴が大液滴になる程、また、液滴量が多い場合には液滴速度が速くなる程、サテライトの発生や吐出後の圧力波残響振動が問題となる。サテライトとは、液滴（主滴）がノズルから吐出される際に、その背後に副次的に形成される小さな液滴（飛沫）のことであり、画像品質の低下を招くおそれがある。

[0014] 特許文献３には、複数の液滴を飛翔中に合体させて大液滴を形成する技術が開示されているが、本発明者が確認したところ、サテライトの発生を抑制する観点からは十分なものではなかった。

[0015] そこで、本発明は、短い駆動周期で効率的に安定した大液滴を形成し、かつ、サテライトの発生を抑制して高品質の画像記録を行うことができるインクジェットヘッドの駆動方法及びインクジェット記録装置を提供することを課題とする。

[0016] 本発明の他の課題は、以下の記載により明らかとなる。

課題を解決するための手段

[0017] 上述した目的のうちの少なくとも一つを実現するために、本発明の一側面を反映したインクジェットヘッドの駆動方法は、以下の構成を有する。

[0018] 圧力室の容積を膨張又は収縮させる圧力発生手段に駆動信号を印加し、該圧力発生手段を駆動させることによって前記圧力室内の液体に圧力を付与し、ノズルから液滴を吐出させるインクジェットヘッドの駆動方法において、同一の前記ノズルから少なくとも2つの液滴を吐出させ、吐出直後に合体させて大液滴を形成する際、前記駆動信号として第1の駆動信号を印加するものであり、

前記第1の駆動信号は、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第1の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第1の収縮パルスと、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第2の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第2の収縮パルスとをこの順に有し、

前記第1の膨張パルス及び前記第1の収縮パルスの印加により前記ノズルから1つ目の液滴を吐出させると共に、前記第2の膨張パルス及び前記第2の収縮パルスの印加により2つ目の液滴を吐出させ、

且つ、前記第1の膨張パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $2.0AL$ 以下（但し、 AL は前記圧力室における圧力波の音響的共振周期の $1/2$ ）であるインクジェットヘッドの駆動方法。

[0019] 上述した目的のうちの少なくとも一つを実現するために、本発明の一側面を反映したインクジェット記録装置は、以下の構成を有する。

[0020] 圧力発生手段の駆動によって圧力室内の液体に吐出のための圧力を付与し、ノズルから液滴を吐出させるインクジェットヘッドと、

前記圧力発生手段を駆動させる駆動信号を出力する駆動制御手段とを備えるインクジェット記録装置において、

前記駆動信号は、同一の前記ノズルから少なくとも2つの液滴を吐出させ

、吐出直後に合体させて大液滴を形成する第1の駆動信号を含み、

前記第1の駆動信号は、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第1の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第1の収縮パルスと、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第2の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第2の収縮パルスとをこの順に有し、

前記第1の膨張パルス及び前記第1の収縮パルスの印加により前記ノズルから1つ目の液滴を吐出させると共に、前記第2の膨張パルス及び前記第2の収縮パルスの印加により2つ目の液滴を吐出させ、

且つ、前記第1の膨張パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $2.0AL$ 以下（但し、 AL は前記圧力室における圧力波の音響的共振周期の $1/2$ ）であるインクジェット記録装置。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明に係るインクジェット記録装置の一例を示す概略構成図

[図2]インクジェットヘッドの一例を示す図であり、（a）は外観を断面で示す斜視図、（b）は側面から見た断面図

[図3]第1の駆動信号の第1の実施形態を説明する図

[図4]（a）～（c）はインクジェットヘッドの吐出動作を説明する図

[図5]第1の駆動信号によって吐出される液滴の概念図

[図6]第1の駆動信号の第2の実施形態を説明する図

[図7]第2の駆動信号の一例を説明する図

[図8]第2の駆動信号によって吐出される液滴の概念図

[図9]本発明において階調表現を行う場合のインクジェットヘッドの駆動方法の一例を説明する図

[図10]（a）は液滴の飛翔状態の一例を説明する図、（b）はそれによってメディア上に形成されたドットを示す図

[図11]（a）は液滴の飛翔状態の他の一例を説明する図、（b）はそれによってメディア上に形成されたドットを示す図

[図12] (a) は液滴の飛翔状態のさらに他の一例を説明する図、(b) はそれによってメディア上に形成されたドットを示す図

[図13] (a) (b) は第1の駆動信号の他の一例を説明する図、(b) は第2の駆動信号の他の一例を説明する図

[図14] 第1の駆動信号における第1の膨張パルスのパルス幅を変化させたときの液滴量の変化を示すグラフ

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

[0023] 図1は、本発明に係るインクジェット記録装置の一例を示す概略構成図である。

[0024] インクジェット記録装置1において、搬送機構2は、紙、プラスチックシート、布帛等からなるメディア7を搬送ローラー対22によって挟持し、搬送モーター23による搬送ローラー21の回転によって図中のY方向（副走査方向）に搬送する。搬送ローラー21と搬送ローラー対22の間に、インクジェットヘッド（以下、単にヘッドという。）3が設けられている。ヘッド3は、ノズル面側がメディア7の記録面71と対面するようにキャリッジ5に搭載され、フレキシブルケーブル6を介して、本発明における駆動制御手段を構成する駆動制御部8に電氣的に接続されている。

[0025] キャリッジ5は、不図示の駆動手段によって、メディア7の幅方向に亘って架け渡されたガイドレール4に沿って、副走査方向と略直交する図中のX-X'方向（主走査方向）に往復移動可能に設けられている。ヘッド3は、キャリッジ5の往復移動に伴ってメディア7の記録面71を主走査方向に移動し、この移動の過程で、画像データに応じてノズルから液滴を吐出し、インクジェット画像を記録する。

[0026] 図2は、ヘッド3の一例を示す図であり、(a) は外観を断面で示す斜視図、(b) は側面から見た断面図である。

[0027] ヘッド3において、30はチャンネル基板である。チャンネル基板30には、細溝状の多数のチャンネル31と隔壁32とが交互となるように並設されてい

る。チャンネル基板 30 の上面には、全てのチャンネル 31 の上方を塞ぐようにカバー基板 33 が設けられている。チャンネル基板 30 とカバー基板 33 の端面にはノズルプレート 34 が接合されている。各チャンネル 31 の一端は、このノズルプレート 34 に形成されたノズル 341 を介して外部と連通している。

[0028] 各チャンネル 31 の他端は、チャンネル基板 30 に対して徐々に浅溝となるように形成されている。カバー基板 33 には各チャンネル 31 に共通の共通流路 331 が形成されており、この共通流路 331 は各チャンネル 31 に連通している。共通流路 331 はプレート 35 によって閉塞されている。プレート 35 にはインク供給口 351 が形成されている。このインク供給口 351 を介して、インク供給管 352 から共通流路 331 及び各チャンネル 31 内にインクが供給される。

[0029] 隔壁 32 は、電気・機械変換手段である PZT 等の圧電素子からなる。この隔壁 32 は、上壁部 321 と下壁部 322 とが互いに反対方向に分極処理された圧電素子によって形成されているものを例示している。しかし、隔壁 32 において圧電素子によって形成される部分は例えば上壁部 321 のみであってもよい。隔壁 32 とチャンネル 31 は交互に並設されているため、1つの隔壁 32 はその両隣のチャンネル 31、31 で共用されている。

[0030] チャンネル 31 の内面には、両隔壁 32、32 の壁面から底面に亘って、それぞれ駆動電極（図 2 おいては不図示）が形成されている。隔壁 32 を挟んで配置される 2 つの駆動電極に、駆動制御部 8 から所定電圧の駆動信号が印加されると、隔壁 32 が上壁部 321 と下壁部 322 との接合面を境にしてせん断変形する。隣り合う 2 つの隔壁 32、32 が互いに反対方向にせん断変形すると、該隔壁 32、32 に挟まれたチャンネル 31 の容積が膨張又は収縮し、内部に圧力波が発生する。これによってチャンネル 31 内のインクに吐出のための圧力が付与される。

[0031] このヘッド 3 は、隔壁 32 がせん断変形することによってチャンネル 31 内のインクをノズル 341 から吐出させるせん断モード型のヘッドであり、本

発明において好ましい態様である。せん断モード型のヘッドは、駆動信号として後述する矩形波を使用することにより、効率良く液滴を吐出させることができる。

[0032] なお、このヘッド3において、チャンネル基板30、隔壁32、カバー基板33、ノズルプレート34で囲まれるチャンネル31が、本発明における圧力室の一例であり、隔壁32及びその表面の駆動電極が、本発明における圧力発生手段の一例である。

[0033] 駆動制御部8は、ノズル341から液滴を吐出させるための駆動信号を生成する。生成された駆動信号はヘッド3に出力され、隔壁32に形成されている各駆動電極に印加される。

[0034] 次に、第1の駆動信号の第1の実施形態について説明する。

[0035] 図3は、駆動制御部8において生成される駆動信号としての本発明における第1の駆動信号の第1の実施形態を説明する図である。

[0036] 第1の駆動信号PA1は、同一のノズル341から少なくとも2つの液滴を吐出させ、吐出直後の飛翔中に合体させて大液滴を形成するための駆動信号である。この第1の駆動信号PA1は、チャンネル31の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第1の膨張パルスPa1と、チャンネル31の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第1の収縮パルスPa2と、チャンネル31の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第2の膨張パルスPa3と、チャンネル31の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第2の収縮パルスPa4とをこの順に有している。

[0037] 本実施形態に示す第1の駆動信号PA1の第1の膨張パルスPa1は、基準電位から立ち上がり、一定時間後に基準電位まで立ち下がるパルスである。第1の収縮パルスPa2は、基準電位から立ち下がり、一定時間後に基準電位まで立ち上がるパルスである。第2の膨張パルスPa3は、基準電位から立ち上がり、一定時間後に基準電位まで立ち下がるパルスである。第2の収縮パルスPa4は、基準電位から立ち下がり、一定時間後に基準電位まで立ち上がるパルスである。なお、ここでは基準電位を0電位としているが特

に限定されない。

[0038] このように第1の駆動信号PA1は、基準電位から立ち上がり、一定時間後に基準電位まで立ち下がる膨張パルスと、基準電位から立ち下がり、一定時間後に基準電位まで立ち上がる収縮パルスとによって構成されるため、単極パルスを使用する場合に比べて駆動電圧を低く抑えることができ、回路負荷及び消費電力を抑えることができる。

[0039] 第1の収縮パルスPa2は、第1の膨張パルスPa1の立ち下がり終端から休止期間をおくことなく連続して立ち下がっている。また、第2の膨張パルスPa3は、第1の収縮パルスPa2の立ち上がり終端から休止期間をおくことなく連続して立ち上がっている。さらに、第2の収縮パルスPa4は、第2の膨張パルスPa3の立ち下がり終端から休止期間をおくことなく連続して立ち下がっている。

[0040] そして、第1の膨張パルスPa1の印加に続いて第2の収縮パルスPa2を駆動電極に印加することにより、ノズル341から1つ目の液滴を吐出し、その直後に、第2の膨張パルスPa3及び第2の収縮パルスPa4を印加することにより、同一のノズル341から2つ目の液滴を吐出する。吐出された液滴は吐出直後に合体して大きな液滴を形成し、その後、メディア7上に着弾する。

[0041] この第1の駆動信号PA1において、第1の膨張パルスPa1のパルス幅PWA1は、0.4AL以上2.0AL以下に設定されている。第1の膨張パルスPa1のパルス幅PWA1がこの範囲に設定されることにより、2つの液滴によって液量増量を図り、短い駆動周期で効率的に安定した大液滴を吐出させることができると共に、液滴に付随するサテライトの発生を抑制することができて高品質の画像記録を行うことができるインクジェットヘッド3の駆動方法及びインクジェット記録装置1を提供できる。

[0042] パルス幅PWA1が0.4ALを下回ると、第1の膨張パルスPa1によってノズル341から押し出される液滴量が不十分となり、大液滴を形成することが困難となる。また、2.0ALを超えると、駆動効率が悪くなる上

、駆動周期が長くなるために短周期での駆動が困難になる。

[0043] なお、本発明において、第1の駆動信号の印加によって同一のノズル341から吐出される少なくとも2つの液滴は、吐出直後の飛翔中に合体して大液滴を形成するものであれば、一部が繋がった状態であってもよいし、互いに分離していてもよい。

[0044] 上記効果の実効を図る観点から、第1の収縮パルス P_{a2} のパルス幅 PWA_2 は、 $0.4AL$ 以上 $0.7AL$ 以下に設定されることが好ましく、 $0.5AL$ が最も好ましい。また同様の観点から、第2の膨張パルス P_{a3} のパルス幅 PWA_3 は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下に設定されることが好ましく、 $1AL$ が最も好ましい。さらに同様の観点から、第2の収縮パルス P_{a4} のパルス幅 PWA_4 は、 $1.8AL$ 以上 $2.2AL$ 以下に設定されることが好ましく、 $2AL$ が最も好ましい。

[0045] ここで AL とは、Acoustic Lengthの略であり、チャンネル31における圧力波の音響的共振周期の $1/2$ のことである。 AL は、駆動電極に矩形波の駆動信号を印加した際に吐出される液滴の飛翔速度を測定し、矩形波の電圧値を一定にして矩形波のパルス幅を変化させたときに、液滴の飛翔速度が最大になるパルス幅として求められる。

[0046] また、パルスとは、一定電圧波高値の矩形波であり、 $0V$ を 0% 、波高値電圧を 100% とした場合に、パルス幅とは、電圧の $0V$ からの立ち上がり 10% と波高値電圧からの立ち下がり 10% との間の時間として定義する。

[0047] さらに、矩形波とは、電圧の 10% と 90% との間の立ち上がり時間、立ち下がり時間のいずれもが AL の $1/2$ 以内、好ましくは $1/4$ 以内であるような波形を指す。

[0048] 次に、この第1の駆動信号 PA_1 を印加したときのヘッド3の吐出動作について、図4を用いて説明する。図4はヘッド3をチャンネル31の長さ方向と直交する方向に切断した断面の一部を示している。ここでは図4中の中央のチャンネル31Bから液滴を吐出させるものとする。また、第1の駆動信号 PA_1 を印加したときに吐出される液滴の概念図を図5に示す。

- [0049] まず、図4（a）に示す隔壁32B、32Cの中立状態から、駆動電極36A及び36Cを接地すると共に駆動電極36Bに、第1の駆動信号PA1における第1の膨張パルスPa1を印加すると、隔壁32B、32Cは、図4（b）に示すように互いに外側に向けて屈曲変形し、隔壁32B、32Cに挟まれたチャネル31Bの容積が膨張する。これによりチャネル31B内に負の圧力が発生し、インクが流れ込む。
- [0050] 第1の膨張パルスPa1は0.4AL以上2.0AL以下維持された後、第1の膨張パルスPa1の印加が終了する。これにより、チャネル31Bの容積は膨張状態から収縮し、隔壁32B、32Cは図4（a）に示す中立状態に戻る。そして、休止期間をおくことなく引き続いて第1の収縮パルスPa2を印加すると、チャネル31Bの容積は直ちに図4（c）に示す収縮状態となる。このとき、チャネル31B内のインクに圧力がかかり、ノズル341からインクが押し出されて1つ目の液滴として吐出する。
- [0051] 第1の収縮パルスPa2の印加が終了すると、チャネル31Bの容積は収縮状態から膨張し、隔壁32B、32Cは図4（a）に示す中立状態に戻る。そして、休止期間をおくことなく引き続いて第2の膨張パルスPa3を印加すると、チャネル31Bの容積は直ちに図4（b）に示す膨張状態となり、チャネル31内に負の圧力が発生する。このため、先に吐出された1つ目の液滴の速度が抑制される。また、チャネル31B内に発生した負の圧力により、再びインクが流れ込む。
- [0052] 第2の膨張パルスPa3の印加が終了すると、チャネル31Bの容積は膨張状態から収縮し、隔壁32B、32Cは図4（a）に示す中立状態に戻る。そして、休止期間をおくことなく引き続いて第2の収縮パルスPa4を印加すると、チャネル31Bの容積は直ちに図4（c）に示す収縮状態となる。このとき、チャネル31B内のインクに大きな圧力がかかり、第1の膨張パルスPa1及び第1の収縮パルスPa2によって吐出された1つ目の液滴に続いてさらにインクが押し出され、やがて押し出されたインクが千切れて液滴速度の大きな2つ目の液滴が吐出する。

- [0053] 第1の駆動信号PA1によって吐出される液滴は、図5に示すように、第1の膨張パルスPa1及び第1の収縮パルスPa2による液滴速度の小さい第1液滴101に続いて、第2の膨張パルスPa3及び第2の収縮パルスPa4による液滴速度の大きい第2液滴102が形成される。吐出当初の液滴100は、第1液滴101と第2液滴102とが連なった形態となっているが、第2液滴102の吐出速度は第1液滴101に比べて十分に大きいため、これらは吐出直後の飛翔中に合体して1個の大きな液滴100となる。
- [0054] 第2の収縮パルスPa4の印加が終了すると、チャンネル31Bの容積は収縮状態から膨張し、隔壁32B、32Cは図4(a)の中立状態に戻る。
- [0055] この液滴100は、液滴速度の小さい第1液滴101と大きい第2液滴102とが合体するため、同じ液滴量の1個の大液滴をノズル341から吐出する場合に比べて、液滴速度は遅くなる。
- [0056] また、この液滴100は液滴速度が遅いため、同じ液滴量の1個の液滴をノズル341から吐出させる場合に比べてサテライト量も抑制される。すなわち、一般にサテライトは、吐出された主滴に付随して後方に伸びるように形成される尾が主滴から分離することによって発生する。この尾は、液滴速度が速くなるほど長くなり、主滴から離れた位置で分離し易くなる。尾が主滴から離れた位置で分離すると、サテライトの着弾位置も主滴から大きく離れてしまい、画質を低下させる原因となる。換言すれば、サテライトが主滴に近接して分離する限り、両者はほぼ同一位置に着弾するため画質に影響を与えることは少ない。第1の駆動信号PA1によれば、液滴量を大きくしても低速で吐出できるため、液滴100（主滴）に付随する尾の長さを短くすることができ、主滴に近接した位置でサテライトを分離させることができる。従って、大きな液滴100を吐出しながらもサテライトによる影響を抑制することができる。このため、液滴100を吐出した際のサテライトが画像品質を低下させる問題は生じない。
- [0057] なお、本発明において液滴速度は、液滴観測装置によって液滴を画像認識し、吐出からの経過時間とその際に液滴が存在する位置座標を得ることによ

って算出される。具体的には、液滴がノズル面から $500\ \mu\text{m}$ 離れた位置から $50\ \mu\text{s}$ の間に飛翔する距離から算出される。吐出からの経過時間は、インクジェットヘッドの吐出信号と観測用のストロボとを同期させることで算出することができる。また、液滴の位置座標は、飛翔画像を画像処理することで算出することができる。

[0058] 第1の駆動信号PA1における第1の膨張パルスPa1のパルス幅PWA1は、 $0.4\ \text{AL}$ 以上 $0.7\ \text{AL}$ 以下、又は、 $1.3\ \text{AL}$ 以上 $1.8\ \text{AL}$ 以下に設定するとさらに好ましい。これにより、サテライトの影響を抑制しつつ、第1の駆動信号PA1を短周期で連続して駆動した場合における各液滴の液滴速度の変動を抑えることができる。

[0059] また、第1の駆動信号PA1は矩形波であることが好ましい。第1の駆動信号PA1を構成する第1の膨張パルスPa1、第1の収縮パルスPa2、第2の膨張パルスPa3及び第2の収縮パルスPa4は、図3に示すように矩形波で構成されている。特にせん断モード型のヘッド3は、矩形波からなる駆動信号の印加に対して、圧力波を位相を揃えて発生させることができるため、液滴を効率良く吐出することができると共に、駆動電圧をさらに低く抑えることが可能である。一般に吐出、非吐出を問わずヘッド3には常に電圧が掛かるので、低い駆動電圧はヘッド3の発熱を抑え、液滴を安定的に吐出させる上で重要である。

[0060] また、矩形波は、簡単なデジタル回路を用いることで容易に生成可能であるため、傾斜波を有する台形波を用いる場合に比べ、回路構成も簡素化できる。

[0061] 第1の駆動信号PA1において、第1の膨張パルスPa1の電圧値と第2の膨張パルスPa3の電圧値とが等しく、且つ、第1の収縮パルスPa2の電圧値と第2の収縮パルスPa4の電圧値とが等しいことが好ましい。電源は少なくとも2つで足りるため、電源数を削減できる。これにより駆動制御部8の回路構成を簡易化できる。

[0062] また、このとき、第1の膨張パルスPa1及び第2の膨張パルスPa3の

電圧値を V_{H2} 、第1の収縮パルス P_{a2} 及び第2の収縮パルス P_{a4} の電圧値を V_{H1} としたとき、 $|V_{H2}|/|V_{H1}|=2/1$ であることが好ましい。これによってノズル341内のインクメニスカスの戻りを促進して、高周波駆動が可能となる。また、特に高粘度インクを使用する場合の飛翔安定化を図ることもできる。

[0063] 次に、第1の駆動信号の第2の実施形態について説明する。

[0064] 図6は、駆動制御部8において生成される駆動信号としての本発明における第1の駆動信号の第2の実施形態を説明する図である。

[0065] 第1の駆動信号 $PA2$ は、第1の駆動信号 $PA1$ と同様に、同一のノズル341から少なくとも2つの液滴を吐出させ、吐出直後の飛翔中に合体させて大液滴を形成するための駆動信号である。この第1の駆動信号 $PA2$ は、チャネル31の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第1の膨張パルス P_{a1} と、チャネル31の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第1の収縮パルス P_{a2} と、チャネル31の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第2の膨張パルス P_{a3} と、チャネル31の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第2の収縮パルス P_{a4} と、チャネル31の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第3の収縮パルス P_{a5} をこの順に有している。

[0066] 本実施形態に示す第1の駆動信号 $PA2$ の波形の構成は、第2の収縮パルス P_{a4} の印加終了から間隔をおいて第3の収縮パルス P_{a5} が付加されている点のみが第1の駆動信号 $PA1$ とは異なっている。この第3の収縮パルス P_{a5} は、基準電位から立ち下がり、一定時間後に基準電位まで立ち上がるパルスである。なお、ここでも基準電位を0電位としているが特に限定されない。

[0067] この第1の駆動信号 $PA2$ においても、第1の膨張パルス P_{a1} のパルス幅 $PWA1$ は、 $0.4AL$ 以上 $2.0AL$ 以下に設定されている。そして、第1の膨張パルス P_{a1} 及び第1の収縮パルス P_{a2} の印加によりノズル341から1つ目の液滴を吐出した直後に第2の膨張パルス P_{a3} 及び第2の収縮パルス P_{a4} を印加して2つ目の液滴を吐出する。このため、第1の駆

動信号 P A 1 を使用するインクジェットヘッド 3 の駆動方法及びインクジェット記録装置 1 と同様の効果を奏する。

[0068] さらに、第 2 の収縮パルス P a 4 のパルス幅 P W A 4 は、0.3 A L 以上 0.7 A L 以下に設定され、第 3 の収縮パルス P a 5 のパルス幅 P W A 5 は、0.8 A L 以上 1.2 A L 以下に設定され、第 2 の収縮パルス P a 4 の印加終了から 0.3 A L 以上 0.7 A L 以下の間隔、すなわち休止期間 P W A 6 をおいて第 3 の収縮パルス P a 5 が印加されるように設定されている。これにより、主滴に付随する尾の千切れを促進してサテライトの影響をより低減することができる。さらに、第 3 の収縮パルス P a 5 によってチャンネル 3 1 内の圧力波残響振動も効果的にキャンセルすることができる。

[0069] この効果の実効を図る上では、第 2 の収縮パルス P a 4 のパルス幅 P W A 4 は 0.5 A L が最も好ましく、第 3 の収縮パルス P a 5 のパルス幅 P W A 5 は 1 A L が最も好ましく、第 2 の収縮パルス P a 4 の印加終了から 0.5 A L の間隔をおいて第 3 の収縮パルス P a 5 が印加されることが最も好ましい。

[0070] また、上記効果の実効を図る観点から、第 1 の収縮パルス P a 2 のパルス幅 P W A 2 及び第 2 の膨張パルス P a 3 のパルス幅 P W A 3 は、第 1 の駆動信号 P A 1 における第 1 の収縮パルス P a 2 及び第 2 の膨張パルス P a 3 と同様にすることが好ましい。

[0071] 次に、この第 1 の駆動信号 P A 2 を印加したときのヘッド 3 の吐出動作について、第 1 の駆動信号 P A 1 と同様に図 4 を用いて説明する。第 1 の膨張パルス P a 1 から第 2 の膨張パルス P a 3 までは第 1 の駆動信号 P A 1 と同一であるため、これらの説明は第 1 の駆動信号 P A 1 における説明を援用し、ここでは省略する。

[0072] この第 1 の駆動信号 P A 2 における第 2 の膨張パルス P a 3 の印加が終了すると、隔壁 3 2 B、3 2 C に挟まれたチャンネル 3 1 B の容積は膨張状態から収縮し、隔壁 3 2 B、3 2 C は図 4 (a) に示す中立状態に戻る。そして、休止期間をおくことなく引き続いて駆動電極 3 6 B に第 2 の収縮パルス P

a 4 を印加すると、チャネル 3 1 B の容積は直ちに図 4 (c) に示す収縮状態となる。このとき、チャネル 3 1 B 内のインクに大きな圧力がかかり、第 1 の膨張パルス P_{a1} 及び第 1 の収縮パルス P_{a2} によって吐出されたインクに続いてさらにインクが吐出され、図 5 と同様に第 1 液滴 1 0 1 と第 2 液滴 1 0 2 からなる大きな液滴 1 0 0 が吐出される。

[0073] 第 2 の収縮パルス P_{a4} が 0.3 AL 以上 0.7 AL 以下維持された後、チャネル 3 1 B の容積は収縮状態から膨張し、隔壁 3 2 B、3 2 C は図 4 (a) に示す中立状態に戻る。この際、チャネル 3 1 内には負の圧力が発生するため、インクメニスカスはチャネル 3 1 内に発生した負の圧力によって比較的早期に引き戻される。このため、吐出されたインク滴の尾が早期に千切れ、吐出された液滴 1 0 0 (主滴) に付随する尾は短くなる。従って、サテライトの影響を、第 1 の駆動信号 P_{A1} の場合に比較してさらに低減することができる。

[0074] また、第 2 の収縮パルス P_{a4} の印加が終了して隔壁 3 2 B、3 2 C が図 4 (a) に示す中立状態に戻った後、0.3 AL 以上 0.7 AL 以下の間隔において第 3 の収縮パルス P_{a5} が印加されると、チャネル 3 1 B の容積は再び図 4 (c) に示す収縮状態になる。そして、0.8 AL 以上 1.2 AL 以下経過した後、チャネル 3 1 内に正の圧力が残留している間にチャネル 3 1 B の容積が膨張し、隔壁 3 2 B、3 2 C が再び図 4 (a) に示す中立状態に戻される。これにより、チャネル 3 1 内に負の圧力が発生し、圧力波残響振動はキャンセルされる。

[0075] この第 1 の駆動信号 P_{A2} においても、第 1 の駆動信号 P_{A1} と同様の理由で、第 1 の膨張パルス P_{a1} のパルス幅 $PWA1$ は、0.4 AL 以上 0.7 AL 以下、又は、1.3 AL 以上 1.8 AL 以下に設定するとさらに好ましい。

[0076] また、第 1 の駆動信号 P_{A2} も、第 1 の駆動信号 P_{A1} と同様の理由で矩形波であることが好ましい。第 1 の駆動信号 P_{A2} を構成する第 1 の膨張パルス P_{a1} 、第 1 の収縮パルス P_{a2} 、第 2 の膨張パルス P_{a3} 、第 2 の収

縮パルス P a 4 及び第 3 の収縮パルス P a 5 も、図 6 に示すように矩形波で構成されている。

[0077] 第 1 の駆動信号 P A 2 においても、第 1 の駆動信号 P A 1 と同様の理由で、第 1 の膨張パルス P a 1 の電圧値と第 2 の膨張パルス P a 3 の電圧値とが等しく、且つ、第 1 の収縮パルス P a 2 の電圧値と第 2 の収縮パルス P a 4 の電圧値と第 3 の収縮パルス P a 5 の電圧値とが等しいことが好ましい。

[0078] また、このとき、第 1 の駆動信号 P A 1 と同様の理由で、第 1 の膨張パルス P a 1 及び第 2 の膨張パルス P a 3 の電圧値を V_{H2} 、第 1 の収縮パルス P a 2、第 2 の収縮パルス P a 4 及び第 3 の収縮パルス P a 5 の電圧値を V_{H1} としたとき、 $|V_{H2}| / |V_{H1}| = 2 / 1$ であることが好ましい。

[0079] 次に、階調表現を行う場合について説明する。

[0080] 本発明において階調表現を行うために液滴を吐出する際、上記した第 1 の駆動信号 P A 1 又は P A 2 に、該第 1 の駆動信号 P A 1 又は P A 2 による液滴 100 よりも相対的に高速で小さな液滴を吐出する第 2 の駆動信号 P B を組み合わせ、1 画素周期内で、N 個（N は 0 以上の整数）の第 1 の駆動信号 P A 1 又は P A 2 と、少なくとも最後に第 2 の駆動信号 P B とを印加し、且つ、画像データに応じて、N の個数を変化させるものである。なお、1 画素周期とは、ノズル 341 から吐出された液滴をメディア 7 上に着弾させることによってドットによる各画素を形成するための時間間隔のことである。

[0081] ここで第 2 の駆動信号 P B について説明する。

[0082] 図 7 は、駆動制御部 8 において生成される駆動信号としての本発明における第 2 の駆動信号を説明する図である。但し、図 7 に示される第 2 の駆動信号 P B は、本発明における好ましい一例であって、何ら図示するものに限定されない。

[0083] 第 2 の駆動信号 P B は、チャネル 31 の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる膨張パルス P b 1 と、チャネル 31 の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる収縮パルス P b 2 とをこの順に有している。

[0084] 本実施形態に示す第 2 の駆動信号 P B の膨張パルス P b 1 は、基準電位が

ら立ち上がり、一定時間後に基準電位まで立ち下がるパルスである。収縮パルス $Pb2$ は、基準電位から立ち下がり、一定時間後に基準電位まで立ち上がるパルスである。なお、ここでも基準電位を 0 電位としているが特に限定されない。

[0085] この第 2 の駆動信号 PB においても、膨張パルス $Pb1$ の電圧値を $VH2$ 、収縮パルス $Pb2$ の電圧値を $VH1$ としたとき、 $|VH2| / |VH1| = 2 / 1$ であることが好ましい。

[0086] この第 2 の駆動信号 PB の例において、膨張パルス $Pb1$ の立ち下がり終端と収縮パルス $Pb2$ の立ち下がり始端との間には、基準電位を一定期間維持する休止期間 $PWB3$ が設けられている。これは、第 1 の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ との関係で、チャンネル 31 の容積が膨張パルス $Pb1$ による膨張状態から収縮パルス $Pb2$ による収縮状態に一気に変化することによって液滴速度が速くなりすぎるのを避け、吐出される液滴の液滴量が大きくなりすぎるのを避けるためである。この休止期間 $PWB3$ の長さを調整することによって、第 2 の駆動信号 PB の印加によって吐出される液滴の速度及び液滴量を、第 1 の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ によって吐出される液滴との関係で、容易に調整することができる。このため、この休止期間 $PWB3$ は第 2 の駆動信号 PB において好ましく設けられる。

[0087] 第 2 の駆動信号 PB を構成する膨張パルス $Pb1$ 及び収縮パルス $Pb2$ も、第 1 の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ と同様の理由で、図示するように矩形波であることが好ましい。

[0088] 膨張パルス $Pb1$ のパルス幅 $PWB1$ は 0.8 AL 以上 1.2 AL 以下、収縮パルス $Pb2$ のパルス幅 $PWB2$ は 1.8 AL 以上 2.2 AL 以下であることが好ましい。これによって効率良く液滴を吐出することができる。また、休止期間 $PWB3$ は、長くなりすぎると、吐出効率が大きく低下するため、 $1 / 4 AL$ 以下で調整することが好ましい。

[0089] 次に、第 2 の駆動信号 PB を印加したときのヘッド 3 の吐出動作について、図 4 を用いて説明する。また、第 2 の駆動信号 PB を印加したときに吐出

される液滴の概念図を図8に示す。

- [0090] 図4 (a) に示すように、互いに隣り合うチャンネル31 A、31 B、31 C内の駆動電極36 A、36 B、36 Cのいずれにも駆動信号が印加されない時は、隔壁32 A、32 B、32 C、32 Dは変形しない中立状態となっている。そして、駆動電極36 A及び36 Cを接地すると共に駆動電極36 Bに、第2の駆動信号PBにおける膨張パルスPb1を印加すると、隔壁32 B、32 Cを構成する圧電素子の分極方向に直角な方向の電界が生じる。これにより隔壁32 B、32 Cは、図4 (b) に示すように互いに外側に向けて屈曲変形し、チャンネル31 Bの容積が膨張する (Draw)。これによりチャンネル31 B内に負の圧力が発生し、インクが流れ込む。
- [0091] チャンネル31 B内の圧力は1 AL毎に反転するため、この膨張パルスPa1を0.8 AL以上1.2 AL以下の期間維持すると、チャンネル31 B内は正の圧力に転じる。このタイミングで膨張パルスPb1の印加を終了して基準電位まで戻すと、隔壁32 B、32 Cに挟まれたチャンネル31 Bの容積は膨張状態から収縮する。これにより、隔壁32 B、32 Cは図4 (a) に示す中立状態に戻る (Release)。このとき、チャンネル31 B内のインクに大きな圧力がかかり、インクはノズル341から押し出される方向に移動する。
- [0092] 休止期間PWB3だけ隔壁32 B、32 Cの中立状態を維持した後、駆動電極36 Bに収縮パルスPb2を印加すると、隔壁32 B、32 Cは図4 (c) に示すように互いに内側に向けて屈曲変形し、チャンネル31 Bの容積が収縮する (Reinforce)。その結果、チャンネル31 B内のインクにさらに圧力がかかり、ノズル341から押し出される方向に移動したインクがさらに押し出される。その後、押し出されたインクが千切れて、図8に示すように1個の液滴200が吐出される。
- [0093] この液滴200は、上述した第1の駆動信号PA1又はPA2による液滴100に比べて液滴量が小さい小液滴となる。この液滴200の吐出時、サテライトは発生しないか、発生しても極く少量に抑制される。
- [0094] 収縮パルスPb2による収縮状態は、1.8 A以上2.2 AL以下経過し

た後、チャネル 3 1 B 内の圧力が正に転じている際に元に戻される。これによって、チャネル 3 1 B の容積は収縮状態から膨張し、隔壁 3 2 B、3 2 C は図 4 (a) の中立状態に戻る。

[0095] 図 9 は、以上説明した第 1 の駆動信号 P A 1 と第 2 の駆動信号 P B とを組み合わせる階調表現を行う場合の駆動方法の一例を示している。ここでは 1 画素周期 T 内において印加する第 1 の駆動信号 P A 1 の個数を 0 個 ($N = 0$) から最大で 4 個 ($N = 4$) まで変化させることにより、Level 0 (最小階調) から Level 5 (最大階調) の 6 段階の階調表現を行う例を示している。Level 0 は全く駆動信号を印加しない場合である。なお、図示しないが、第 1 の駆動信号 P A 2 も、第 1 の駆動信号 P A 1 と同様にして第 2 の駆動信号 P B と組み合わせ、以下に説明する階調表現を行うことができることはもちろんである。

[0096] Level 1 から Level 5 の階調を表現する各駆動信号群は、駆動制御部 8 内に予め階調毎に対応付けて記憶しておくことができる。駆動制御部 8 は、画像データに応じて所望の階調を選択し、それに対応する駆動信号群を呼び出した後、その駆動信号群をヘッド 3 に印加する。

[0097] 本発明において階調表現を行う場合、Level 0 を除き、1 画素周期 T の少なくとも最後に第 2 の駆動信号 P B を印加することによって、同一のノズル 3 4 1 から吐出させる液滴数を変化させる。このとき、階調は、第 1 の駆動信号 P A 1 を印加する個数 N を 0 以上の整数で変化させ、メディア 7 上で液滴からなるドットによる画素を形成することによって表現することができる。1 画素周期 T 内に同一のノズル 3 4 1 から複数の液滴が吐出される場合、該複数の液滴を飛翔中に合一させることにより、メディア 7 上に 1 つの合体した液滴からなるドットによって画素を形成することができる。また、複数の液滴をメディア 7 上に重なり合うように着弾させることによって複数のドットの集合体からなるドットによって画素を形成することもできる。

[0098] 第 1 の駆動信号 P A 1 は、第 2 の駆動信号 P B による液滴 2 0 0 に比べて相対的に大きな液滴 1 0 0 を吐出する駆動信号である。このため、第 1 の駆

動信号 P A 1 が 1 画素周期 T 内に 1 個以上印加されることによって、主として大ドットを形成し、濃い階調を表現することに寄与する。また、上述したように液滴 1 0 0 は、液滴 2 0 0 に比べて相対的に低速であり、発生するサテライトは同一画素周期 T 内で後に吐出される液滴に捕捉される。従って、サテライトが画像品質を低下させる程の問題にはならない。

[0099] 液滴 1 0 0 は、液滴 2 0 0 に比べて液滴量が大きい大液滴となる。しかし、液滴速度の小さい第 1 液滴 1 0 1 と液滴速度の大きい第 2 液滴 1 0 2 とが合体するため、同じ液滴量の 1 個の大液滴をノズル 3 4 1 から吐出する場合に比べて液滴速度は遅くなる。本実施形態によれば、液滴 1 0 0 は液滴 2 0 0 よりも低速となる。

[0100] このとき、液滴 2 0 0 の液滴速度は、液滴 1 0 0 の第 2 液滴 1 0 2 の液滴速度より小さく調整することが好ましい。液滴 1 0 0 のサテライト量は第 2 液滴 1 0 2 の液滴速度に依存し、液滴 2 0 0 の液滴速度を、液滴 1 0 0 の第 2 液滴 1 0 2 の液滴速度より小さく調整することにより、液滴 2 0 0 のサテライト量を抑制することができる。

[0101] 1 画素周期 T 内に複数の液滴が吐出される場合、先行の液滴のサテライトは同一画素周期 T 内で後に吐出される液滴に捕捉されるため、画像品質の観点から、1 画素周期 T 内の最後に吐出される液滴に付随するサテライトが特に問題となる。本実施形態においては、1 画素周期 T 内の最後には必ず第 2 の駆動信号 P B が印加され、これによって、第 1 の駆動信号 P A 1 による液滴 1 0 0 に比べて相対的に小さな液滴 2 0 0 が吐出されるため、サテライトは発生しないか又は抑制される。

[0102] 従って、1 画素周期 T 内で第 1 の駆動信号 P A 1 及び第 2 の駆動信号 P B を印加し、複数の液滴を吐出することでメディア 7 上に大ドットを形成しても、サテライトが抑制された高品質の画像記録を行うことができる。

[0103] 図 9 において、T A は 1 画素周期 T 内における第 1 の駆動信号 P A 1 の駆動周期、T B は 1 画素周期 T 内における第 2 の駆動信号 P B の駆動周期である。第 1 の駆動信号 P A 1 は、後続の駆動信号との間に所定の休止期間 T 1

において印加され、最後に印加される 1 個の第 2 の駆動信号 P B の印加終了から次の 1 画素周期 T の開始までの間に所定の休止期間 T 2 をおいた例を示している。

[0104] 複数の液滴間に存在するサテライトの影響を低減する観点から、休止期間 T 1 は $2AL$ 以下であることが好ましく、液滴吐出後の残留振動の影響を抑え、後続の液滴吐出を安定化させる観点から、休止期間 T 2 は $1.5AL$ 以上であることが好ましい。

[0105] 階調表現を行うために液滴を吐出させる際、Level 0 を除き、1 画素周期 T 内の少なくとも最後に必ず 1 個の第 2 の駆動信号 P B が印加されることが好ましい。従って、1 画素周期 T 内の最後に印加される第 2 の駆動信号 P B の前に、1 個以上の第 2 の駆動信号 P B を印加することをなんら妨げるものではない。この場合、第 2 の駆動信号 P B が、1 画素周期 T 内の最初に印加される場合もあり得るが、第 2 の駆動信号 P B の休止期間 PWB 3 を、最後に印加する第 2 の駆動信号 P B の休止期間 PWB 3 より長く設定することで、最初に吐出される液滴が最後に吐出される液滴よりも速度が遅くなるようにして、着弾性を改善することが好ましい。

[0106] また、第 1 の駆動信号 P A 1 の個数 N は 0 以上の整数であればよく、図示する個数に限定されないが、いずれの階調も、1 画素周期 T の最後には必ず第 2 の駆動信号 P B が印加される。このため、いずれの階調を表現する場合でもサテライトは抑制される。なお、液滴を吐出するいずれの階調も、最後に印加される第 2 の駆動信号 P B は、図示するように、1 画素周期 T 内の同一のタイミングとなるように印加される。

[0107] この第 2 の駆動信号 P B は、1 画素周期 T 内で時系列に並べられた複数の駆動信号のうちで最も小さな液滴を形成するための駆動信号であることが好ましい。これによってサテライトを抑制する効果をさらに高めることができる。

[0108] さらに、第 2 の駆動信号 P B が、1 画素周期 T 内で時系列に並べられた複数の駆動信号のうちで最も小さな液滴で、且つ、液滴速度が速い液滴を形成

するための駆動信号であることが、サテライトの抑制効果及び着弾位置ずれの抑制効果を高める観点から好ましい。

[0109] ここでは、第1の駆動信号PA1によって10pIの液滴100を吐出し、第2の駆動信号PBによって6pIの液滴200を吐出するものを想定している。このため、Level1=6pI、Level2=16pI、Level3=26pI、Level4=36pI、Level5=46pIとなり、第2の駆動信号PBによる最小液量（6pI）を確保したまま広い階調を表現することができる。

[0110] 一般に、第2の駆動信号PBと同様のDRR（Draw-Release-Reinforce）波形からなる駆動信号を用い、そのパルス幅を長くすることによっても大液滴を吐出することはできる。しかし、この場合は長周期の駆動信号となるため、最大階調を表現する場合のように、1画素周期T内の限られた時間内に多くの液滴を吐出することはできない。しかし、第1の駆動信号PA1によれば、短い周期で相対的に低速の大きな液滴100を吐出することができるため、1画素周期T内の限られた時間内で、より多くの液滴を吐出することができる。従って、第1の駆動信号PA1の個数Nを画像データに応じて変化させることにより、最小階調から最大階調に亘って広い階調表現を実現することができる。

[0111] 階調表現において、第2の駆動信号PBによって吐出される液滴200の直径は、ノズル341の直径よりも小さいものであることが好ましい。ノズル341の直径よりも小径の液滴200とすることにより、サテライト抑制効果をより高めることができる。

[0112] ここで、ノズルの直径とは、ノズルの吐出方向先端の開口の形状が円形の場合はその直径を指し、円形でない場合は、開口の面積が同じ円に置き換えた場合のその円の直径とする。

[0113] また、液滴の直径とは、液滴が球形の場合はその直径を指し、球形でない場合は、体積が同じ球に置き換えた場合のその球の直径とする。

[0114] 一方、第1の駆動信号PA1又はPA2によって吐出される液滴100の直径は、ノズル341の直径よりも大きいものであることが好ましい。ノズ

ル341の直径よりも大径の液滴100とすることにより、メディア7上に可及的に大きなドットを形成することによって階調を表現することができる。

[0115] なお、第1の駆動信号PA1又はPA2によって吐出される液滴100の直径は、第1液滴101と第2液滴102とが一体化して1個の大きな液滴となった状態での直径である。

[0116] もちろん、第2の駆動信号PBによって吐出される液滴200の直径がノズル341の直径よりも小さく、且つ、第1の駆動信号PA1又はPA2によって吐出される液滴100の直径がノズル341の直径よりも大きいものであることがより好ましい。

[0117] また、第1の駆動信号PA1又はPA2によって吐出される液滴の液滴量をMA、第2の駆動信号PBによって吐出される液滴の液滴量をMBとしたとき、 $MA \geq MB \times 1.5$ であることが好ましい。これにより、サテライトを効果的に抑制しつつ、最大階調時にメディア7上に可及的に大ドットからなる画素を形成することができる。

[0118] ところで、一般に隔壁32を隣り合うチャンネル31で共用するせん断モード型のヘッド3では、1つのチャンネル31が吐出のための駆動しているとき、その両隣のチャンネル31、31は吐出を行うことができない。このため、液滴を吐出する吐出チャンネルと液滴を吐出しないダミーチャンネルとを交互となるように配置させた独立駆動タイプのヘッドとすることが知られている。ヘッド3がこのような独立駆動タイプのヘッドである場合、吐出チャンネルは全ての画素周期Tにおいて吐出を行う可能性があるため、画素を形成する画素周期Tが連続する場合がある。

[0119] このとき、1画素周期T内の第1の駆動信号PA1又はPA2の駆動周期TAと第2の駆動信号PBの駆動周期TBは、サテライトを抑制しつつメディア7上に階調を表現する上では $TA = TB$ とすることもできるが、 $TA \leq TB$ とすることが好ましい。第1の駆動信号PA1又はPA2による大きな液滴100は相対的に低速であるため、 $TA \leq TB$ とすることで、濃階調時

に、1画素周期 T 内に第1の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ による大きな液滴100を短時間で高速に数多く作り出すことができる。

[0120] また、同一のノズル341に対応するチャンネル31の駆動電極に印加される第1の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ と第2の駆動信号 PB のそれぞれの膨張パルス（第1の膨張パルス $Pa1$ 、第2の膨張パルス $Pa3$ 、膨張パルス $Pb1$ ）は、波高が一定であり、且つ、同一のノズル341に対応するチャンネル31の駆動電極に印加される第1の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ と第2の駆動信号 PB のそれぞれの収縮パルス（第1の収縮パルス $Pa2$ 、第2の収縮パルス $Pa4$ 、第2の収縮パルス $Pa5$ 、収縮パルス $Pb2$ 、）は、図9に示すように波高が一定であることが好ましい。各駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ 、 PB の $+V_{on}$ の電圧値及び $-V_{off}$ の電圧値をそれぞれ一定にできるため、駆動制御部8の構成をさらに簡素化できる。

[0121] 1画素周期 T 内に印加される第1の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ の個数 N が $N \geq 2$ であるとき、各第1の駆動信号 $PA1$ 又は $PA2$ によって吐出される液滴100は同一速度であってもよいし、異なる速度であってもよい。

[0122] 図10は、一例として図9に示すLevel4（ $N=3$ ）の場合に、複数の第1の駆動信号 $PA1$ によって同一のノズル341から吐出される各液滴100を同一速度にしたときの液滴100、200の時間経過に伴う飛翔状態と、それによってメディア7上に形成されるドットDの平面図を示している。

[0123] 各液滴100を同一速度とする場合、図10（a）に示すように、1画素周期 T 内で連続して吐出される3個の液滴100は、それぞれ等速で飛翔する。そして、第2の駆動信号 PB による最終の液滴200が吐出されると、液滴200はその直前に吐出された液滴100よりも高速であるために追いついて合一する。合一滴は、さらにその直前の液滴100よりも高速であるため、合一滴がさらにその直前の液滴100に追いついて合一していくことで飛翔中に全ての液滴100、200が合一する。その結果、メディア7上に図10（b）に示す1個の液滴によるドットDからなる画素を形成する。

[0124] また、液滴100の液滴速度は、第1の膨張パルス $Pa1$ のパルス幅 PW

A 1 によって調整することができる。従って、各液滴 100 の液滴速度を異ならせる場合、この第 1 の膨張パルス P_{a1} のパルス幅 PWA_1 を、 $0.4AL$ 以上 $2.0AL$ 以下の範囲内において調整することによって行うことができる。

[0125] このとき、1 画素周期 T 内において、第 1 の膨張パルス P_{a1} のパルス幅 PWA_1 が短い順に第 1 の駆動信号 PA_1 を印加することが好ましい。これによって吐出される各液滴 100 は、後から吐出される液滴 100 ほど速度が速くなるため、各液滴 100 を飛翔中に確実に合一させたい場合に有効である。

[0126] 図 11 は、一例として図 9 に示す Level 4 ($N=3$) の場合に、複数の第 1 の駆動信号 PA_1 によって同一のノズル 341 から吐出される各液滴 100 を、後から吐出される液滴 100 ほど速度が速くなるようにしたときの液滴 100、200 の時間経過に伴う飛翔状態と、それによってメディア 7 上に形成されるドット D の平面図を示している。

[0127] この場合、図 11 (a) に示すように、1 画素周期 T 内で連続して吐出される 3 個の液滴 100 が飛翔中に合一して合一滴を形成し、最後に液滴 200 が合一滴に追いついて合一することで飛翔中に全ての液滴 100、200 が合一する。その結果、メディア 7 上に図 11 (b) に示す 1 個の液滴によるドット D を形成する。

[0128] また、1 画素周期 T 内において、第 1 の駆動信号 PA_1 の第 1 の膨張パルス P_{a1} のパルス幅 PWA_1 が長い順、すなわち液滴速度が速い順に第 1 の駆動信号 PA_1 を印加することもできる。

[0129] 図 12 は、一例として図 9 に示す Level 4 ($N=3$) の場合に、複数の第 1 の駆動信号 PA_1 によって同一のノズル 341 から吐出される各液滴 100 を、先に吐出される液滴 100 ほど速度が速くなるようにしたときの液滴 100、200 の時間経過に伴う飛翔状態と、それによってメディア 7 上に形成されるドット D の平面図を示している。

[0130] この場合は、図 12 (a) に示すように、第 2 の駆動信号 PB による液滴

200がその直前に吐出された液滴100と合一して合一滴を形成する以外は、図12(b)に示すように複数のドットがメディア7上に重なり合った1つのドットDからなる画素を形成することになる。これは、吐出後の早い段階で最後に吐出された液滴200のエネルギーが失われたためである。

[0131] この図12(b)に示すようなドットDは、ベタ画像を記録する場合のように大ドットのみを利用して塗布量を稼ぐ用途では全く影響はない。また、階調表現を行う場合でも画質に大きな影響はないが、液滴量が異なる毎に着弾位置が僅かにずれる懸念がある。

[0132] 1画素周期T内に吐出する液滴数を変化させて階調表現を行う場合、吐出される各液滴が合一するタイミングによって液滴速度が変化し、階調毎の着弾位置ずれが問題となる場合がある。特に、第1の駆動信号PA1又はPA2によって吐出される液滴100と第2の駆動信号PBによって吐出される液滴200とが飛翔中に合一すると、液滴200のエネルギーが失われてしまい、液滴速度に影響する。液滴200よりも液滴100の方が相対的に大液滴だからである。従って、1個の液滴200のみを吐出する場合と、液滴200の他に複数の液滴100も吐出する場合とで着弾位置が僅かに異なるおそれがある。

[0133] 第1の駆動信号PA1又はPA2による液滴100の液滴速度をVA、その液滴量をMA、第2の駆動信号PBによる液滴200の液滴速度をVB、その液滴量をMBとしたとき、合一時の影響は、大液滴と小液滴の運動量の比 $(MB \times VB) / (MA \times VA)$ に依存し、着弾への影響はメディア7までのギャップ(ヘッド3のノズル面とメディア7との間の距離)Lに依存する。また、第1の駆動信号PA1又はPA2の個数Nが多くなって $N \geq 3$ になると、最終的な合一回数が増える傾向となるため、着弾位置ずれの問題は他に比べて顕著となる。

[0134] そこで、1画素周期T内に印加される第1の駆動信号PA1又はPA2の個数Nが $N \geq 3$ である場合に、少なくともノズルから $(L \times MB \times VB) / (MA \times VA)$ 離れた位置までは、1画素周期Tの最後に印加される第2の

駆動信号 P B による液滴 200 と、その直前に印加される第 1 の駆動信号 P A 1 又は P A 2 による液滴 100 とが合一滴を形成しないようにすることが好ましい。すなわち、液滴 100 と液滴 200 は、ノズルから $(L \times MB \times VB) / (MA \times VA)$ 離れた位置を越えた後に合一するか、又は、メディア 7 上に重なり合うように着弾する。

[0135] これにより、階調毎の着弾位置ずれを抑制することができる。また、1 画素周期 T 内の最後に吐出される液滴 200 の速度を必要以上に上げなくてもよいため、サテライトの発生もさらに抑制することができる。

[0136] 以上の説明では、各駆動信号として +V_{on} の膨張パルスと -V_{off} の収縮パルスとを有するものを使用したが、これに限らない。隔壁 32 の変形は、該隔壁 32 を挟むように設けられる 2 つの駆動電極間の電圧差で起こるので、図 4 に示すチャネル 31 B から第 1 の駆動信号 P A 1 によって吐出を行う場合、図 13 (a) に示すように、吐出チャネルであるチャネル 31 B 内の駆動電極 36 B に、+V_{on} の第 1 の膨張パルス P a 1 と第 2 の膨張パルス P a 3 を印加し、隣接するチャネル 31 A、31 C の駆動電極 36 A、36 C に、+V_{off} の第 1 の収縮パルス P a 2 を印加しても同様に駆動させることができる。

[0137] また、同様にして、図 4 に示すチャネル 31 B から第 1 の駆動信号 P A 2 によって吐出を行う場合、図 13 (b) に示すように、吐出チャネルであるチャネル 31 B 内の駆動電極 36 B に、+V_{on} の第 1 の膨張パルス P a 1 と第 2 の膨張パルス P a 3 を印加し、隣接するチャネル 31 A、31 C の駆動電極 36 A、36 C に、+V_{off} の第 1 の収縮パルス P a 2、第 2 の収縮パルス P a 4、第 3 の収縮パルス P a 5 を印加しても同様に駆動させることができる。

[0138] さらに、同様にして、図 4 に示すチャネル 31 B から第 2 の駆動信号 P B によって吐出を行う場合、図 13 (c) に示すように、吐出チャネルであるチャネル 31 B 内の駆動電極 36 B に、+V_{on} の第 1 の膨張パルス P b 1、第 2 の膨張パルス P b 3 を印加し、隣接するチャネル 31 A、31 C の駆動

電極 36A、36Cに、+V_{off}の第1の収縮パルスP_{b2}、第2の収縮パルスP_{b4}を印加しても同様に駆動させることができる。

[0139] 図13(a)～(c)に示す第1の駆動信号P_{A1}、P_{A2}及び第2の駆動信号P_Bを使用する場合、各駆動信号を正電圧だけで構成できるため、駆動制御部8の構成を簡略化することができる。

[0140] また、以上の説明では、ヘッド3として隣り合うチャンネル31、31間の隔壁32をせん断変形させるものを例示したが、チャンネルの上壁又は下壁をPZT等の圧電素子によって構成される圧力発生手段とし、この上壁又は下壁をせん断変形させるものであってもよい。

[0141] その他、本発明におけるインクジェットヘッドは、せん断モード型になんら限定されない。例えば、圧力室の一壁面を振動板によって形成し、この振動板をPZT等の圧電素子によって構成される圧力発生手段によって振動させ、圧力室内のインクに吐出のための圧力を付与するタイプのインクジェットヘッドであってもよい。

実施例

[0142] 以下に、本発明の実施例について説明するが、本発明はかかる実施例により限定されない。

[0143] (実施例1)

図2に示すせん断モード型のインクジェットヘッド(ノズルの直径=24 μ m、 $AL=3.7\mu$ s)を用意した。インクにはUV硬化型のインクを40℃で使用した。このときのインクの粘度は0.01Pa $\cdot$ sであった。

[0144] 第1の駆動信号として図3に示す矩形波の第1の駆動信号P_{A1}を用い、第1の膨張パルスP_{a1}のパルス幅PWA₁を図14のグラフに示す通り、0.2ALから2ALまで変化させた時にそれぞれ吐出される液滴の液滴量を計測した。

[0145] なお、いずれも、第1の収縮パルスP_{a2}のパルス幅PWA₂=0.5AL、第2の膨張パルスP_{a3}のパルス幅PWA₃=1AL、第2の収縮パルスP_{a4}のパルス幅PWA₄=2AL、駆動周期=7ALとし、液滴速度は

6 m/s となるように吐出した。

[0146] その結果、図 14 に示すように、第 1 の膨張パルス P_{a1} のパルス幅 PWA_1 を 0.4 AL 以上とすることにより、およそ 10 ng 以上の大液滴を吐出することができた。しかし、第 1 の膨張パルス P_{a1} のパルス幅 PWA_1 が 0.4 AL を下回った場合は、第 1 液滴と第 2 液滴からなる 2 つの液滴が合体した大液滴を形成することができなかった。

[0147] (比較例 1)

図 7 に示す第 2 の駆動信号 P_B において、膨張パルス P_{b1} のパルス幅 $PWB_1 = 1 AL$ 、収縮パルス P_{b2} のパルス幅 $PWB_2 = 2 AL$ 、休止期間 $PWB_3 = 0$ とした一般的な DRR 波形からなる駆動信号を用いて、同じく 6 m/s の液滴速度で液滴を吐出させたところ、液滴量は 6.7 ng であった。

[0148] (実施例 2)

実施例 1 において吐出された各液滴のサテライトの発生状況を観察した。サテライトの発生状況は、ノズルから 1.0 mm 飛翔した位置における主滴からサテライトまでの分離距離を計測し、その長短を以下の基準によって評価した。分離距離が長い程、サテライトは主滴からずれて着弾し、画像品質の低下に影響する。その結果を表 1 に示す。

[0149] ◎：短い

○：普通

△：やや長い

×：長い

[0150] 評価が◎～△であれば画像品質に大きな影響はない。従って、パルス幅 PWA_1 が 0.4 AL 以上の場合、サテライトの影響は抑制できたことがわかる。

[0151]

[表1]

PWA1幅	サテライト 評価結果
0.2AL	◎
0.4AL	○
0.6AL	○
0.8AL	◎
1.0AL	◎
1.2AL	◎
1.4AL	○
1.6AL	○
1.8AL	○
2.0AL	△

[0152] (実施例3)

実施例1と同一の第1の駆動信号PA1を用いて、駆動周期=7ALとして連続して10発の液滴を吐出させ、そのときの1発目から10発目の各液滴の射出順の速度変化を求め、以下の基準に従って評価した。

[0153] なお、速度変化は、基準速度(6m/s)に対する各液滴の速度のずれを%で表した。その結果を表2に示す。

[0154] ◎: 10%未満

○: 10%以上、15%未満

△: 15%以上、25%未満

×: 25%以上

[0155]

[表2]

PWA1幅	射出順速度変動 評価結果
0.4AL	◎
0.6AL	○
0.7AL	○
0.8AL	△
0.9AL	△
1.0AL	△
1.1AL	△
1.2AL	△
1.3AL	○
1.4AL	○
1.6AL	◎
1.8AL	◎
2.0AL	△

[0156] 表2の通り、第1の膨張パルスPa1のパルス幅PWA1が0.4AL以上0.7AL以下、又は、1.3AL以上1.8AL以下の場合、連続駆動した際の速度変動が抑えられた。

符号の説明

[0157] 1：インクジェット記録装置

2：搬送機構

21：搬送ローラー

22：搬送ローラー対

23：搬送モーター

3：インクジェットヘッド

30：チャンネル基板

31：チャンネル

32：隔壁

321：上壁部

- 3 2 2 : 下壁部
- 3 3 : カバー基板
 - 3 3 1 : 共通流路
- 3 4 : ノズルプレート
 - 3 4 1 : ノズル
- 3 5 : プレート
 - 3 5 1 : インク供給口
 - 3 5 2 : インク供給管
- 4 : ガイドレール
- 5 : キャリッジ
- 6 : フレキシブルケーブル
- 7 : メディア
 - 7 1 : 記録面
- 8 : 駆動制御部
- 1 0 0 : 液滴
 - 1 0 1 : 第 1 液滴
 - 1 0 0 : 第 2 液滴
- 2 0 0 : 液滴
- D : ドット
- P A 1、P A 2 : 第 1 の駆動信号
 - P a 1 : 第 1 の膨張パルス
 - P a 2 : 第 1 の収縮パルス
 - P a 3 : 第 2 の膨張パルス
 - P a 4 : 第 2 の収縮パルス
 - P a 5 : 第 3 の収縮パルス
 - P W A 1 ~ P W A 5 : パルス幅
 - P W A 6 : 休止期間
- P B : 第 2 の駆動信号

P b 1 : 膨張パルス

P b 2 : 収縮パルス

P W B 1、P W B 2 : パルス幅

P W B 3 : 休止期間

T : 画素周期

T A : 第 1 の駆動信号の駆動周期

T B : 第 2 の駆動信号の駆動周期

T 1、T 2 : 休止期間

請求の範囲

[請求項1] 圧力室の容積を膨張又は収縮させる圧力発生手段に駆動信号を印加し、該圧力発生手段を駆動させることによって前記圧力室内の液体に圧力を付与し、ノズルから液滴を吐出させるインクジェットヘッドの駆動方法において、

同一の前記ノズルから少なくとも2つの液滴を吐出させ、吐出直後に合体させて大液滴を形成する際、前記駆動信号として第1の駆動信号を印加するものであり、

前記第1の駆動信号は、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第1の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第1の収縮パルスと、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第2の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第2の収縮パルスとをこの順に有し、

前記第1の膨張パルス及び前記第1の収縮パルスの印加により前記ノズルから1つ目の液滴を吐出させると共に、前記第2の膨張パルス及び前記第2の収縮パルスの印加により2つ目の液滴を吐出させ、

且つ、前記第1の膨張パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $2.0AL$ 以下（但し、 AL は前記圧力室における圧力波の音響的共振周期の $1/2$ ）であるインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項2] 前記第1の駆動信号における前記第1の収縮パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $0.7AL$ 以下であり、前記第2の膨張パルスのパルス幅は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下であり、前記第2の収縮パルスのパルス幅は、 $1.8AL$ 以上 $2.2AL$ 以下である請求項1記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項3] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルスの電圧値と前記第2の膨張パルスの電圧値が等しく、且つ、前記第1の収縮パルスの電圧値と前記第2の収縮パルスの電圧値が等しい請求項2記載のイン

クジェットヘッドの駆動方法。

[請求項4] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルス及び前記第2の膨張パルスの電圧値を V_{H2} 、前記第1の収縮パルス及び前記第2の収縮パルスの電圧値を V_{H1} としたとき、 $|V_{H2}| / |V_{H1}| = 2 / 1$ である請求項3記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項5] 前記第1の駆動信号は、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第3の収縮パルスをさらに有し、

前記第2の収縮パルスのパルス幅は、 $0.3AL$ 以上 $0.7AL$ 以下であり、

前記第3の収縮パルスのパルス幅は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下であり、

前記第2の収縮パルスの印加終了から $0.3AL$ 以上 $0.7AL$ 以下の間隔をおいて前記第3の収縮パルスを印加する請求項1記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項6] 前記第1の駆動信号における前記第1の収縮パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $0.7AL$ 以下であり、前記第2の膨張パルスのパルス幅は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下である請求項5記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項7] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルスの電圧値と前記第2の膨張パルスの電圧値が等しく、且つ、前記第1の収縮パルスの電圧値と前記第2の収縮パルスと前記第3の収縮パルスの電圧値が等しい請求項5又は6記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項8] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルス及び前記第2の膨張パルスの電圧値を V_{H2} 、前記第1の収縮パルス、前記第2の収縮パルス及び前記第3の収縮パルスの電圧値を V_{H1} としたとき、 $|V_{H2}| / |V_{H1}| = 2 / 1$ である請求項7記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項9] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルスのパルス幅は、

0.4 AL以上0.7 AL以下、又は、1.3 AL以上1.8 AL以下である請求項1～8のいずれかに記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項10] 前記第1の駆動信号は矩形波である請求項1～9のいずれかに記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項11] 前記第1の駆動信号による液滴よりも相対的に高速で小さな液滴を形成する際、前記駆動信号として第2の駆動信号を印加するものであり、

前記第2の駆動信号は、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる収縮パルスと、前記膨張パルスと前記収縮パルスとの間を繋ぐ休止期間とを有し、

1画素周期内で、N個（Nは0以上の整数）の前記第1の駆動信号と、少なくとも最後に前記第2の駆動信号とを印加し、且つ、画像データに応じて、前記Nの個数を変化させることにより階調表現を行う請求項1～10のいずれかに記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項12] 前記第2の駆動信号における前記膨張パルスのパルス幅は、0.8 AL以上1.2 AL以下であり、前記収縮パルスのパルス幅は、1.8 AL以上2.2 AL以下であり、前記休止期間は、1/4 AL以下である請求項11記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項13] 前記インクジェットヘッドは、せん断モード型のインクジェットヘッドである請求項1～12のいずれかに記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項14] 圧力発生手段の駆動によって圧力室内の液体に吐出のための圧力を付与し、ノズルから液滴を吐出させるインクジェットヘッドと、

前記圧力発生手段を駆動させる駆動信号を出力する駆動制御手段とを備えるインクジェット記録装置において、

前記駆動信号は、同一の前記ノズルから少なくとも2つの液滴を吐出させ、吐出直後に合体させて大液滴を形成する第1の駆動信号を含み、

前記第1の駆動信号は、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第1の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第1の収縮パルスと、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる第2の膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第2の収縮パルスとをこの順に有し、

前記第1の膨張パルス及び前記第1の収縮パルスの印加により前記ノズルから1つ目の液滴を吐出させると共に、前記第2の膨張パルス及び前記第2の収縮パルスの印加により2つ目の液滴を吐出させ、

且つ、前記第1の膨張パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $2.0AL$ 以下（但し、 AL は前記圧力室における圧力波の音響的共振周期の $1/2$ ）であるインクジェット記録装置。

[請求項15]

前記第1の駆動信号における前記第1の収縮パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $0.7AL$ 以下であり、前記第2の膨張パルスのパルス幅は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下であり、前記第2の収縮パルスのパルス幅は、 $1.8AL$ 以上 $2.2AL$ 以下である請求項14記載のインクジェット記録装置。

[請求項16]

前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルスの電圧値と前記第2の膨張パルスの電圧値が等しく、且つ、前記第1の収縮パルスの電圧値と前記第2の収縮パルスの電圧値が等しい請求項15記載のインクジェット記録装置。

[請求項17]

前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルス及び前記第2の膨張パルスの電圧値を $VH2$ 、前記第1の収縮パルス及び前記第2の収縮パルスの電圧値を $VH1$ としたとき、 $|VH2|/|VH1|=2/1$ である請求項16記載のインクジェット記録装置。

- [請求項18] 前記第1の駆動信号は、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる第3の収縮パルスをさらに有し、
前記第2の収縮パルスのパルス幅は、 $0.3AL$ 以上 $0.7AL$ 以下であり、
第3の収縮パルスのパルス幅は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下であり、
前記第2の収縮パルスの印加終了から $0.3AL$ 以上 $0.7AL$ 以下の間隔をおいて前記第3の収縮パルスを印加する請求項14記載のインクジェット記録装置。
- [請求項19] 前記第1の駆動信号における前記第1の収縮パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $0.7AL$ 以下であり、前記第2の膨張パルスのパルス幅は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下である請求項18記載のインクジェット記録装置。
- [請求項20] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルスの電圧値と前記第2の膨張パルスの電圧値が等しく、且つ、前記第1の収縮パルスの電圧値と前記第2の収縮パルスと前記第3の収縮パルスの電圧値が等しい請求項18又は19記載のインクジェット記録装置。
- [請求項21] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルス及び前記第2の膨張パルスの電圧値を $VH2$ 、前記第1の収縮パルス、前記第2の収縮パルス及び前記第3の収縮パルスの電圧値を $VH1$ としたとき、 $|VH2|/|VH1|=2/1$ である請求項20記載のインクジェット記録装置。
- [請求項22] 前記第1の駆動信号における前記第1の膨張パルスのパルス幅は、 $0.4AL$ 以上 $0.7AL$ 以下、又は、 $1.3AL$ 以上 $1.8AL$ 以下である請求項14～21のいずれかに記載のインクジェット記録装置。
- [請求項23] 前記第1の駆動信号は矩形波である請求項14～22のいずれかに記載のインクジェット記録装置。

[請求項24] 前記第1の駆動信号による液滴よりも相対的に高速で小さな液滴を形成する際、前記駆動信号として第2の駆動信号を印加するものであり、

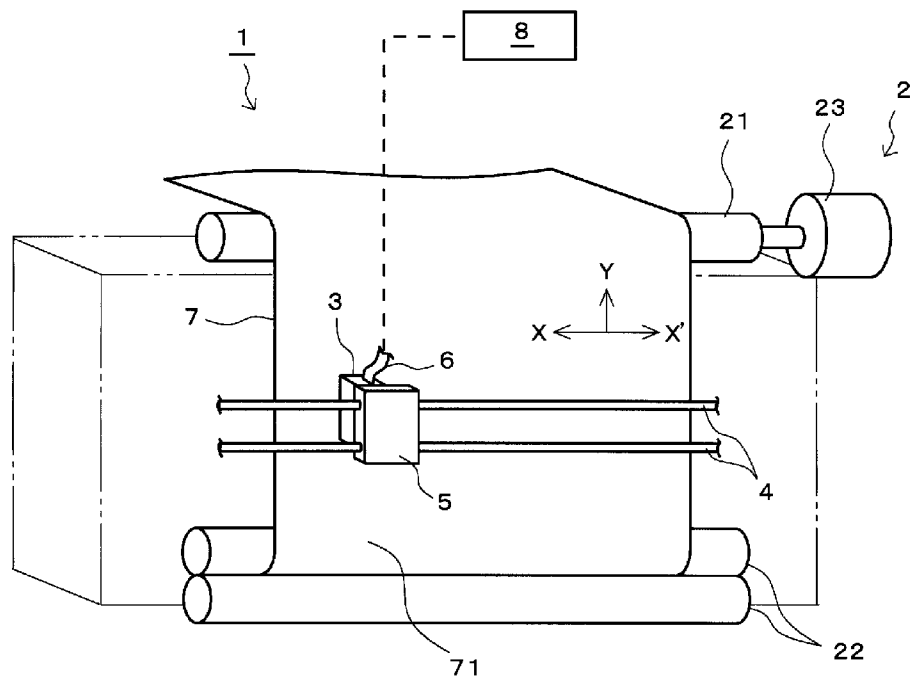
前記第2の駆動信号は、前記圧力室の容積を膨張させ、一定時間後に収縮させる膨張パルスと、前記圧力室の容積を収縮させ、一定時間後に膨張させる収縮パルスと、前記膨張パルスと前記収縮パルスとの間を繋ぐ休止期間とを有し、

1画素周期内で、N個（Nは0以上の整数）の前記第1の駆動信号と、少なくとも最後に前記第2の駆動信号とを印加し、且つ、画像データに応じて、前記Nの個数を変化させることにより階調表現を行う請求項14～23のいずれかに記載のインクジェット記録装置。

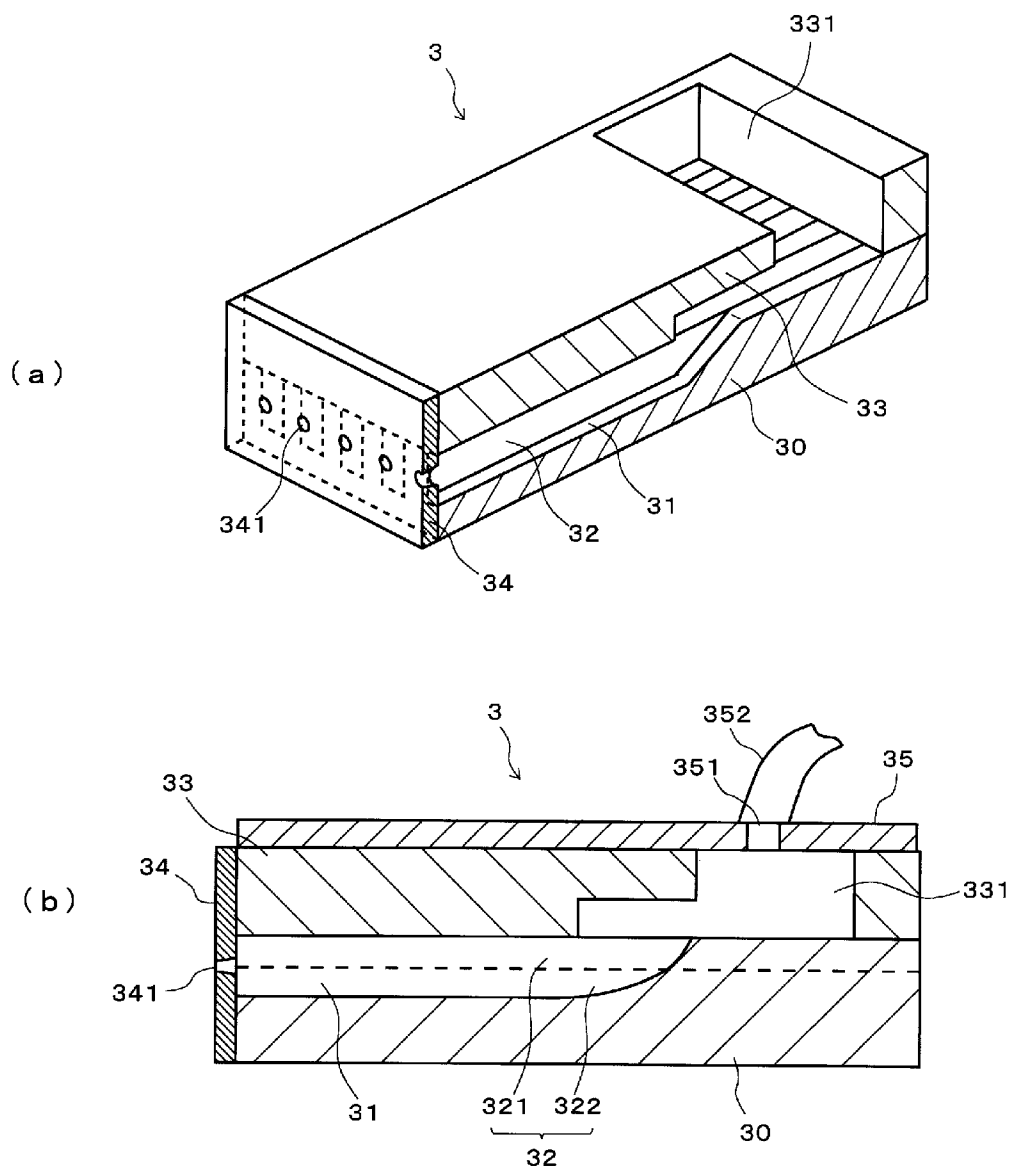
[請求項25] 前記第2の駆動信号における前記膨張パルスのパルス幅は、 $0.8AL$ 以上 $1.2AL$ 以下であり、前記収縮パルスのパルス幅は、 $1.8AL$ 以上 $2.2AL$ 以下であり、前記休止期間は、 $1/4AL$ 以下である請求項24記載のインクジェット記録装置。

[請求項26] 前記インクジェットヘッドは、せん断モード型のインクジェットヘッドである請求項14～25のいずれかに記載のインクジェット記録装置。

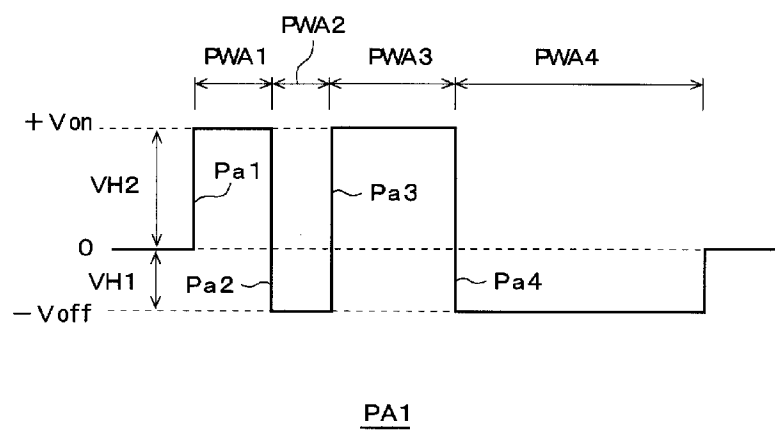
[図1]



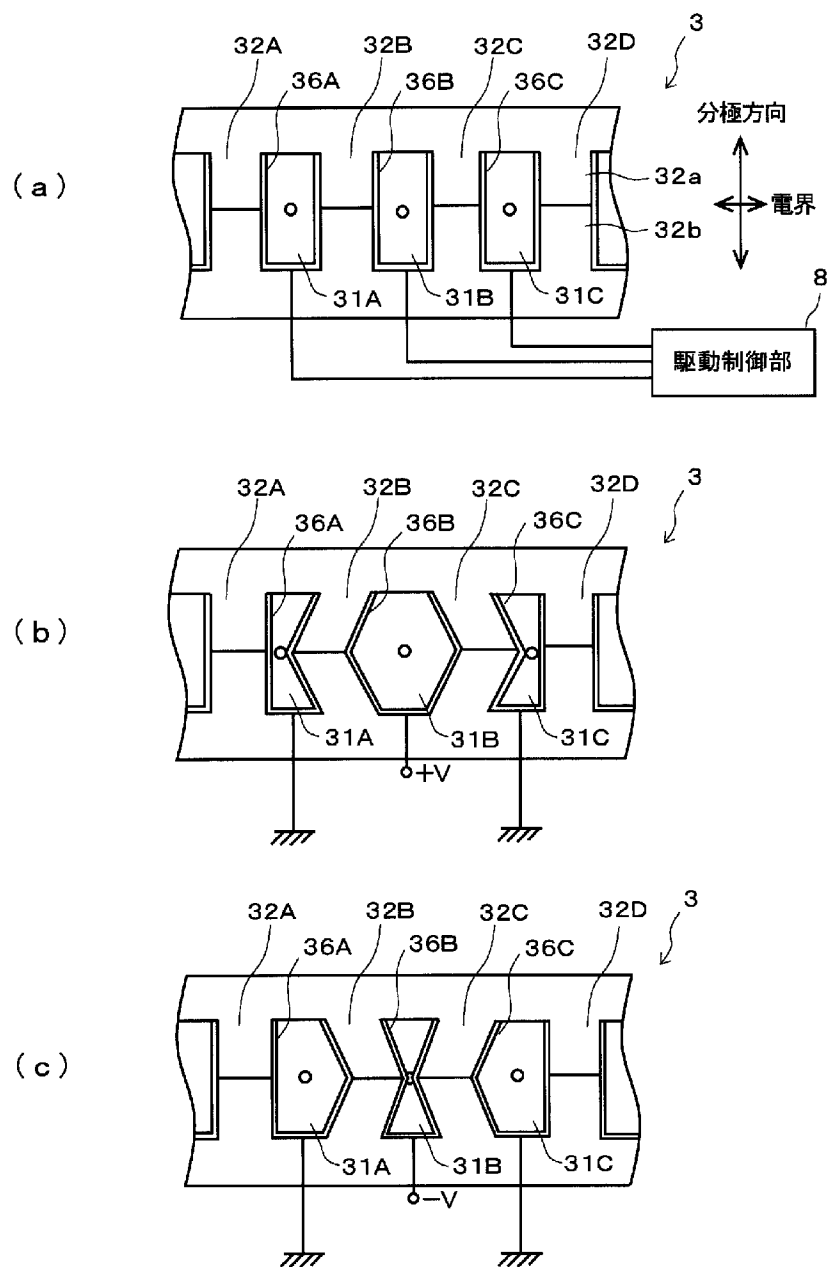
[図2]



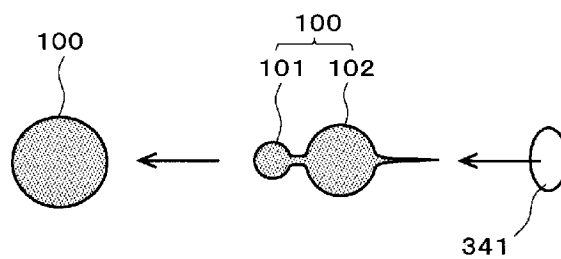
[図3]



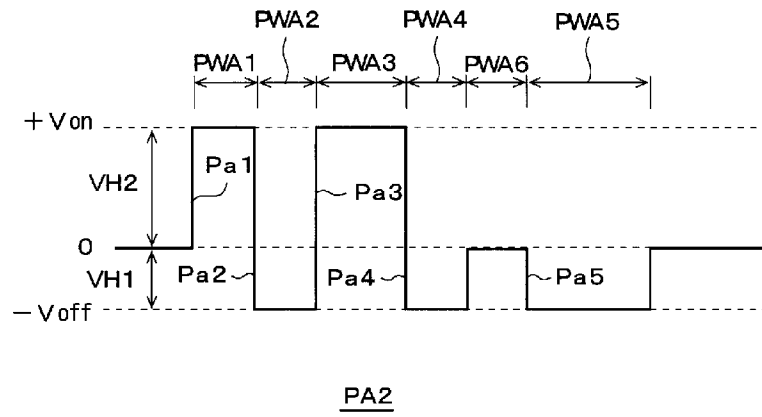
[図4]



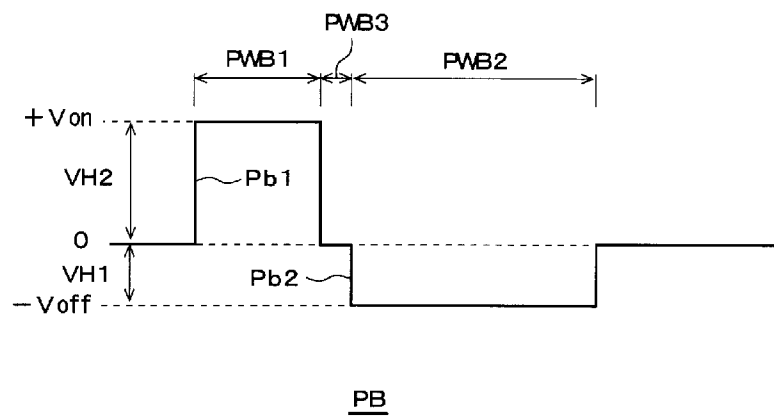
[図5]



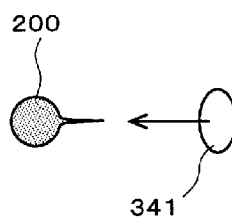
[図6]



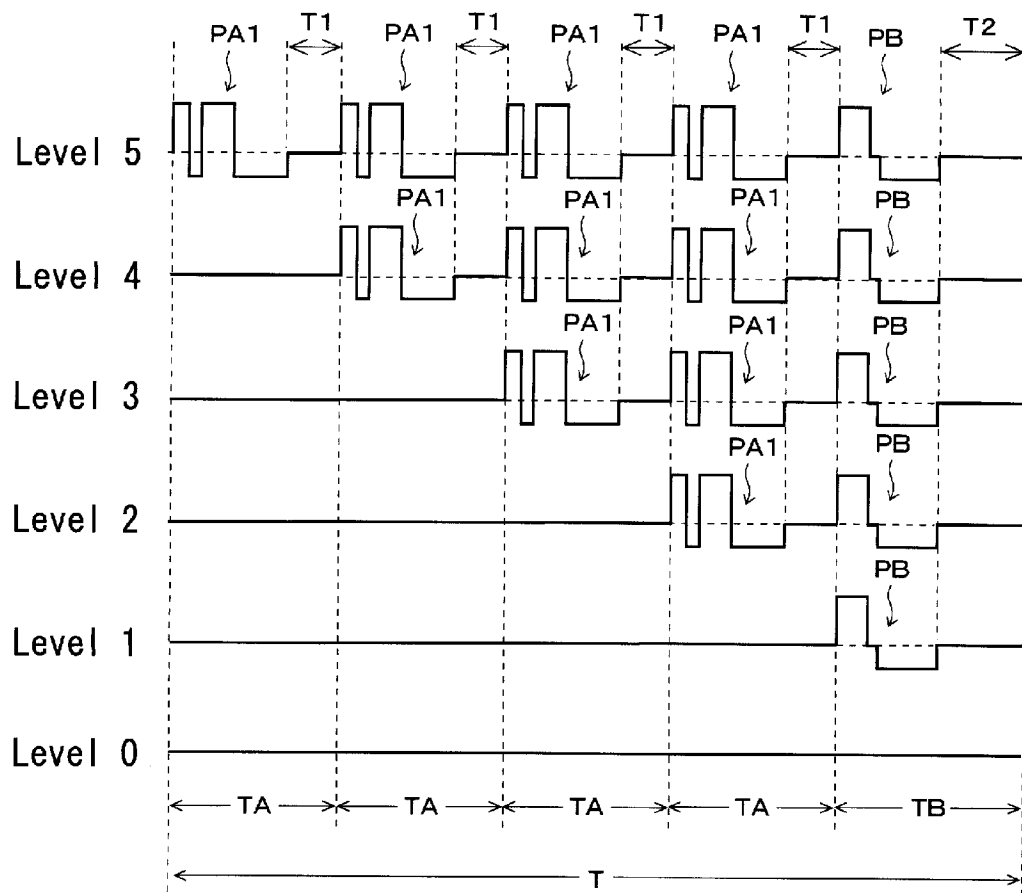
[図7]



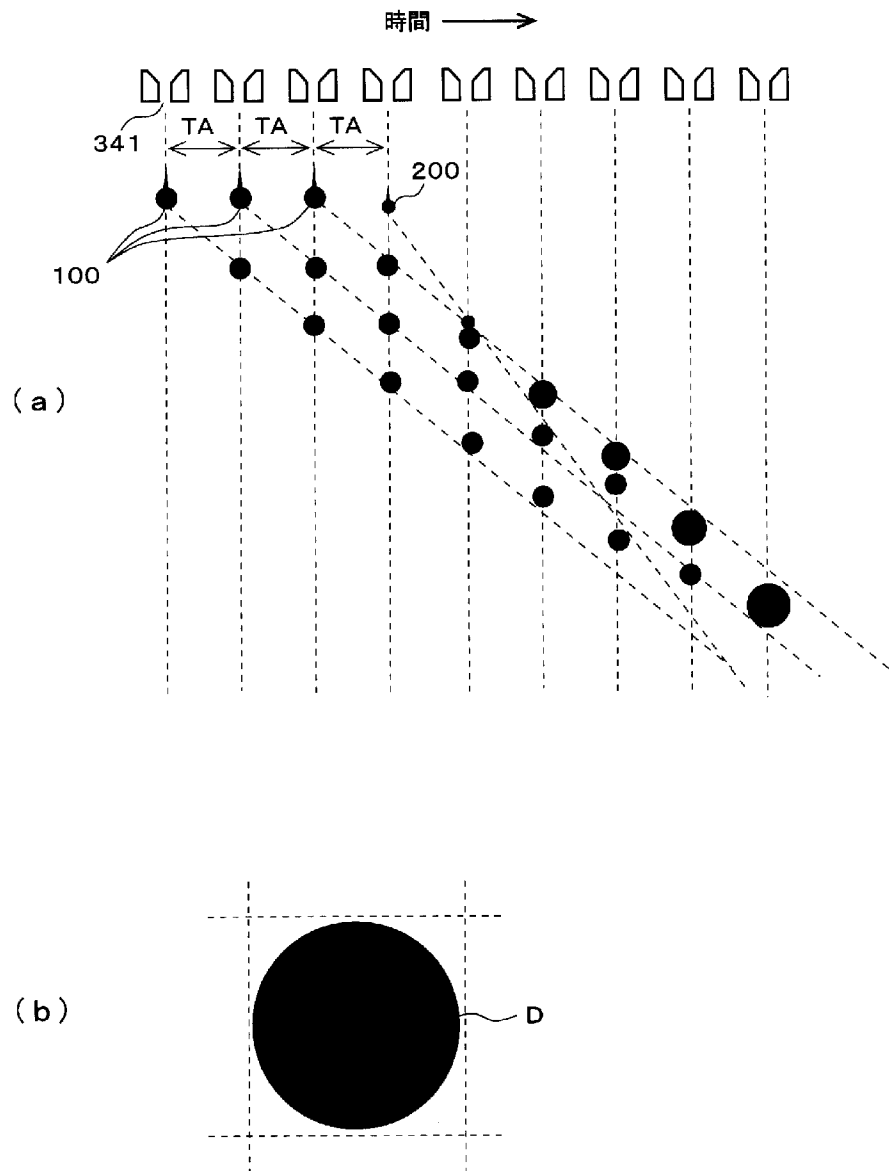
[図8]



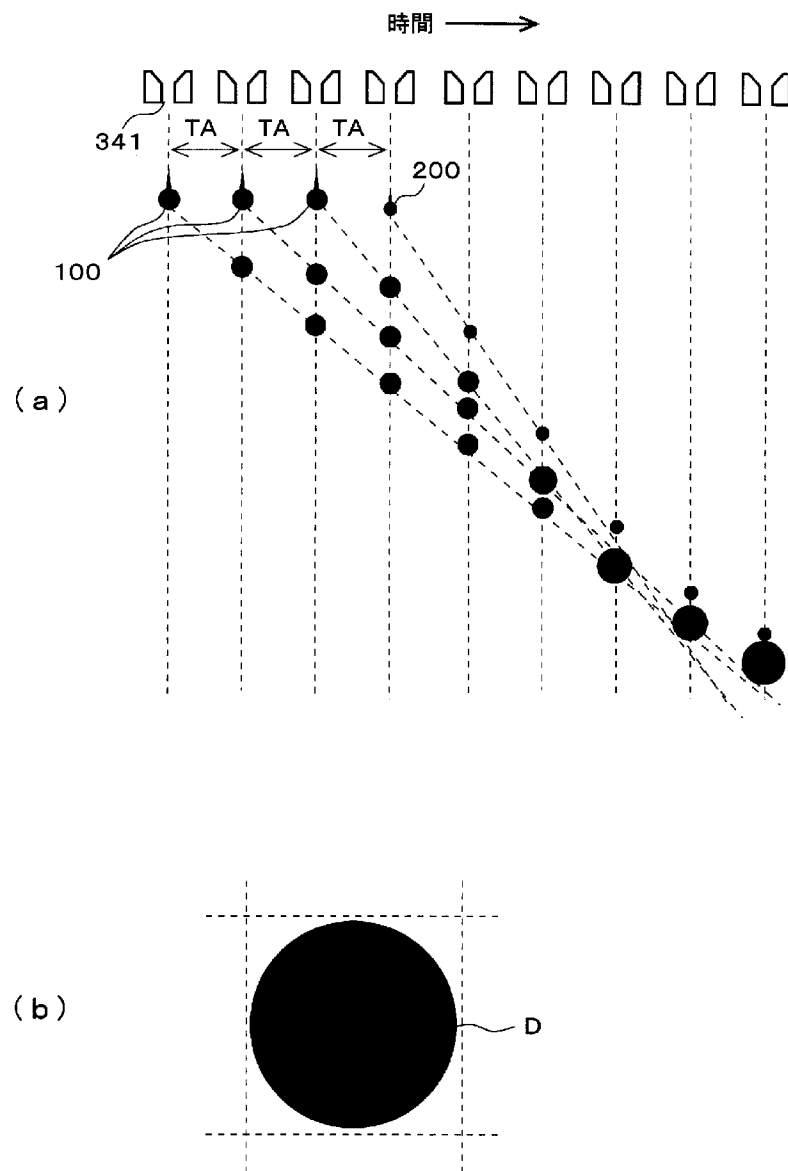
[図9]



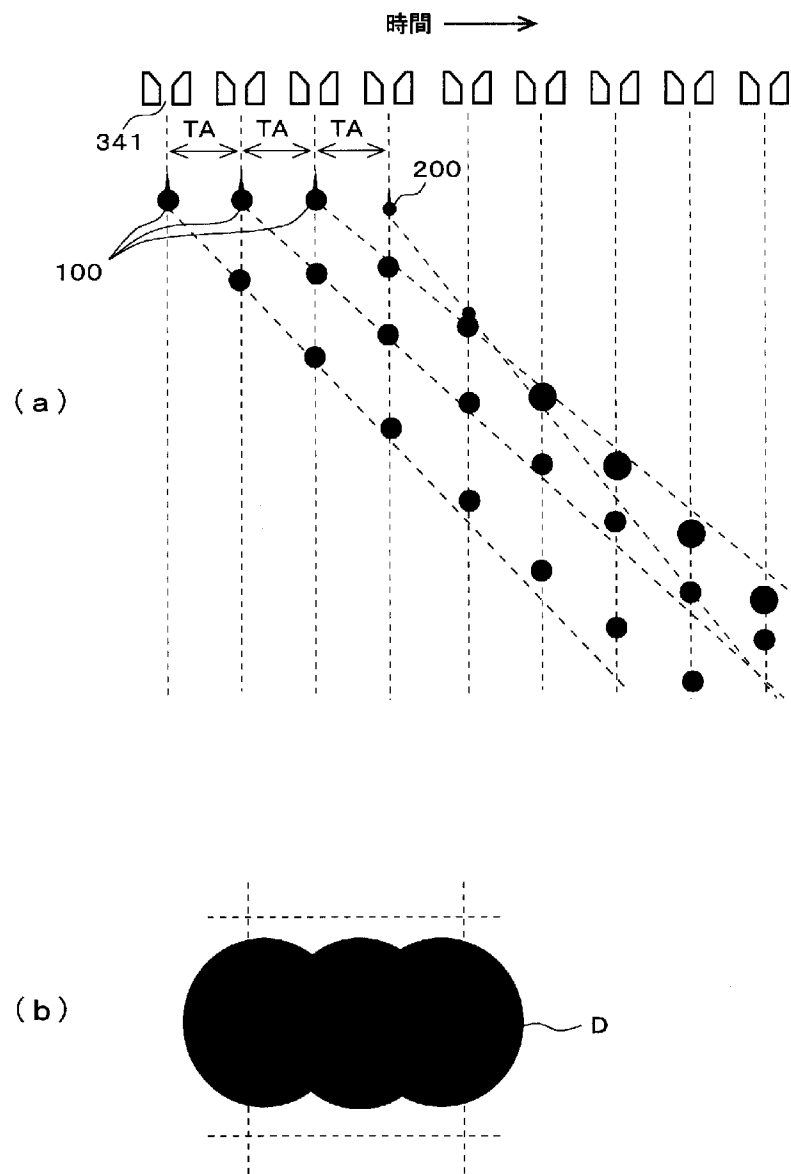
[図10]



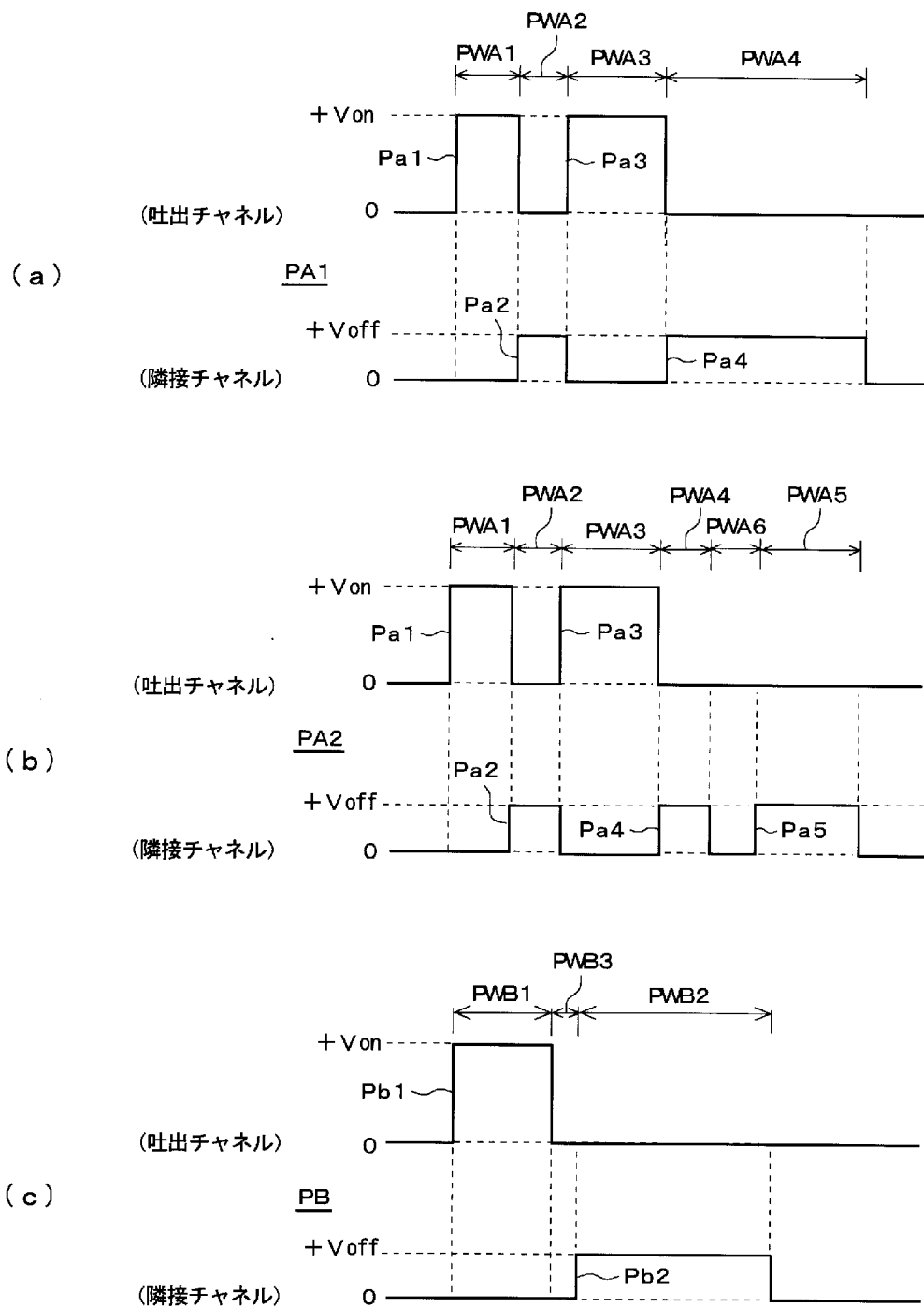
[図11]



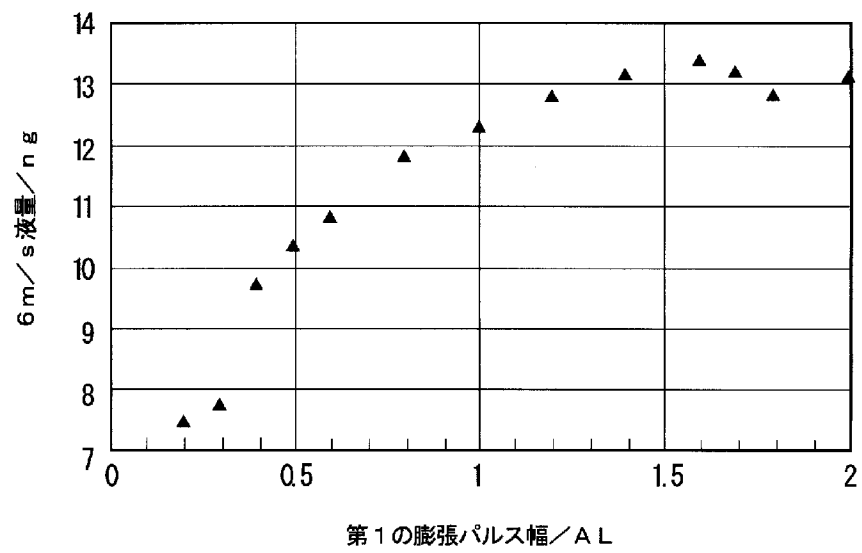
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B41J2/015(2006.01)i, B41J2/045(2006.01)i, B41J2/14(2006.01)i, B41J2/205(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B41J2/015, B41J2/045, B41J2/14, B41J2/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-301207 A (Konica Corp.), 30 October 2001 (30.10.2001), paragraphs [0027], [0038] to [0048]; fig. 9 to 10 (Family: none)	1, 10, 13-14, 23, 26
Y		11-12, 24-25
A		2-9, 15-22
Y	JP 2000-85158 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 March 2000 (28.03.2000), paragraphs [0036] to [0038], [0044]; fig. 9 (Family: none)	11-12, 24-25
Y	JP 2011-31442 A (Riso Kagaku Corp.), 17 February 2011 (17.02.2011), paragraphs [0038] to [0043]; fig. 8 (Family: none)	11-12, 24-25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 June 2015 (04.06.15)

Date of mailing of the international search report
16 June 2015 (16.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060017

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-37260 A (Konica Minolta IJ Technologies, Inc.), 24 February 2011 (24.02.2011), entire text; all drawings & US 2010/0328381 A1 & EP 2275264 A1	1-26
A	JP 2007-152873 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 21 June 2007 (21.06.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-26
P, A	JP 2015-51585 A (Toshiba Corp.), 19 March 2015 (19.03.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-26

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B41J2/015(2006.01)i, B41J2/045(2006.01)i, B41J2/14(2006.01)i, B41J2/205(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B41J2/015, B41J2/045, B41J2/14, B41J2/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2001-301207 A（コニカ株式会社）2001.10.30, 段落 0 0 2 7, 0 0 3 8 - 0 0 4 8, 図 9 - 1 0（ファミリーなし）	1, 10, 13-14, 23, 26
Y		11-12, 24-25
A		2-9, 15-22
Y	JP 2000-85158 A（松下電器産業株式会社）2000.03.28, 段落 0 0 3 6 - 0 0 3 8, 0 0 4 4, 図 9（ファミリーなし）	11-12, 24-25

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

島▲崎▼ 純一

2 P

9 1 0 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 6 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2011-31442 A (理想科学工業株式会社) 2011.02.17, 段落 0 0 3 8 - 0 0 4 3, 図 8 (ファミリーなし)	11-12, 24-25
A	JP 2011-37260 A (コニカミノルタ I J 株式会社) 2011.02.24, 全文, 全図 & US 2010/0328381 A1 & EP 2275264 A1	1-26
A	JP 2007-152873 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2007.06.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-26
P, A	JP 2015-51585 A (株式会社東芝) 2015.03.19, 全文, 全図 (ファミ リーなし)	1-26