

(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  
2024年8月22日(22.08.2024)

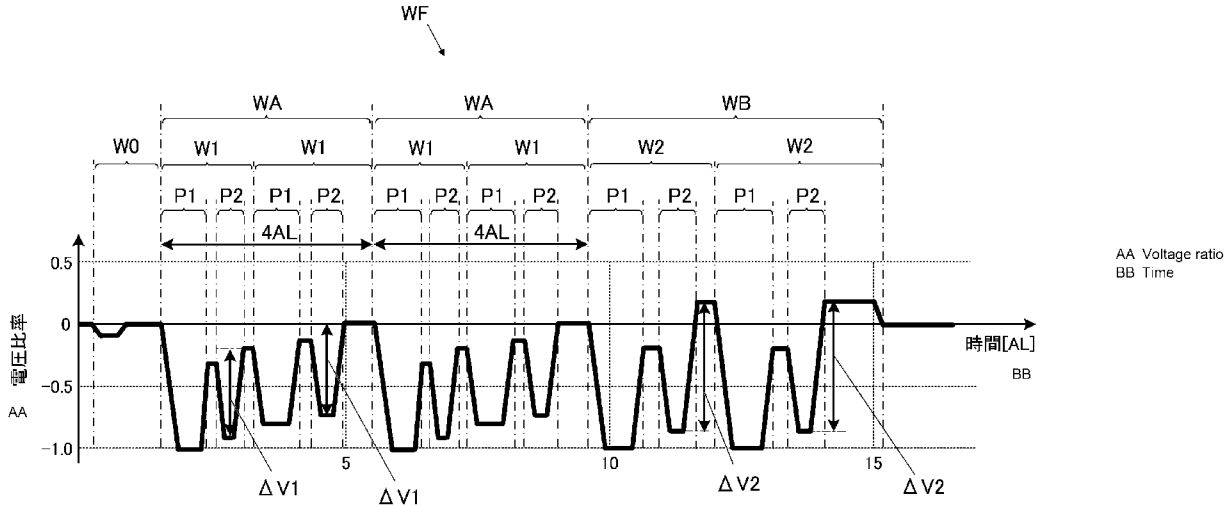


(10) 国際公開番号  
**WO 2024/171545 A1**

- (51) 国際特許分類:  
B41J 2/015 (2006.01) B41J 2/14 (2006.01)  
B41J 2/01 (2006.01) B41J 2/18 (2006.01)  
B41J 2/045 (2006.01) B41M 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/040926
- (22) 国際出願日: 2023年11月14日(14.11.2023)
- (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 2023-020475 2023年2月14日(14.02.2023) 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: 佐々木 洋太(SASAKI Yota); 〒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). 島添 雅紀(SHIMAZOE Masanori); 〒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: 弁理士法人光陽国際特許事務所 (KOYO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番3号 東京宝塚ビル17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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: INKJET HEAD DRIVING METHOD AND INKJET RECORDING DEVICE

(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: Provided are an inkjet head driving method and inkjet recording device which can effectively suppress the degradation of image quality. The inkjet head driving method has the following features. The driving method involves applying, to a piezoelectric element, a voltage signal of a complex driving waveform including a plurality of unit driving waveforms and causing a plurality of ink droplets, which are to be landed on a recording medium in a coalesced state, to be ejected from a nozzle. The complex driving waveform includes at least four pulse waveforms within 4 ALs from the application start of an initial pulse waveform. The complex driving waveform includes a first unit driving waveform

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

and a second unit driving waveform that is applied at the end of the complex driving waveform and has a higher speed of the ejected ink droplets than the first unit driving waveform. The ink contains C1-4 alcohol in a range from 20 mass% to 50 mass% in relation to the total amount of the ink.

(57) 要約: 画質の低下を効果的に抑制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を提供する。インクジェットヘッドの駆動方法は、以下の特徴を有する。圧電素子に対し、複数の単位駆動波形を含む複合駆動波形の電圧信号を印加して、合一した状態で記録媒体に着弾する複数のインクの液滴をノズルから吐出させる。複合駆動波形は、最初のパルス波形の印加開始から4 AL以内に少なくとも4つのパルス波形を含む。複合駆動波形は、第1の単位駆動波形と、複合駆動波形の最後に印加され第1の単位駆動波形よりも吐出されるインクの液滴の速度が大きい第2の単位駆動波形とを含む。インクには、炭素数が1以上4以下のアルコールが、インクの全体に対して20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されている。

## 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する。

### 背景技術

[0002] 従来、インクジェットヘッドに設けられたノズルからインクを吐出させて所望の位置に着弾させることで画像を形成するインクジェット記録装置がある。インクジェットヘッドは、ノズルに連通する圧力室と、電圧の印加に応じて変形して圧力室内のインクに圧力変化を与える圧電素子と、を備える。所定の駆動信号を圧電素子に印加することで、圧力室内のインクの圧力変化に応じてノズルからインクが吐出される。

[0003] 例えば特許文献1には、複数の駆動信号の各々に応じてノズルから複数のインクの液滴を吐出させ、これらの複数のインクを合一させて記録媒体に着弾させる技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-144659号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、揮発性の高い溶媒を含有した速乾性のインクを用いると、ノズル内でインクが乾燥して粘度が増大しやすくなる。このため、インクのメニスカスが不安定になったり、固化したインクによりノズルの開口部の少なくとも一部が塞がったりする。これにより、吐出される液滴ごとに飛翔方向や速度が所望の態様からずれやすくなる。この結果、複数の液滴が合一せずに、分離した状態のまま記録媒体に着弾しやすくなる。このため、画質

が低下しやすくなるという課題がある。

[0006] この発明の目的は、画質の低下を効果的に抑制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を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法の発明は、

1以上のパルス波形を含む単位駆動波形の電圧信号の印加に応じて圧電素子の変形することにより、圧力室のインクに圧力変化を与えてノズルからインクの液滴を吐出させることが可能なインクジェットヘッドの駆動方法であって、

前記圧電素子に対し、複数の前記単位駆動波形を含む複合駆動波形の電圧信号を印加して、合一した状態で記録媒体に着弾する複数のインクの液滴を前記ノズルから吐出させ、

前記複合駆動波形は、最初のパルス波形の印加開始から4AL以内に少なくとも4つのパルス波形を含み、

前記複合駆動波形は、第1の単位駆動波形と、前記複合駆動波形の最後に印加され前記第1の単位駆動波形よりも吐出されるインクの液滴の速度が大きい第2の単位駆動波形とを含み、

前記インクには、炭素数が1以上4以下のアルコールが、前記インクの全体に対して20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されている。

[0008] 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記インクには、前記アルコールが、前記インクの全体に対して20質量%以上かつ35質量%以下の範囲内で含有されている。

[0009] 請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記インクは、前記ノズルから吐出される時点における粘度が6cP以下

である。

[0010] 請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記ノズルの開口部の最大幅が  $23\ \mu\text{m}$  以下である。

[0011] 請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記インクジェットヘッドは、前記ノズルを有するノズル基板を備え、

前記ノズルは、前記ノズル基板を貫通し、かつ、インクの液滴が吐出される開口部側から当該開口部の反対側に向かうに従って、インクの吐出方向に直交する断面における開口面積が漸増するテーパ部を有し、

前記開口部の中心を通り前記吐出方向に平行な断面において、前記テーパ部の面の、前記吐出方向からの傾斜角の最大値が  $40^\circ$  以上である。

[0012] 請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記ノズルからインクの液滴を吐出させない期間において、前記ノズルにおけるインクの液面を振動させるための振動波形の電圧信号を前記圧電素子に印加する。

[0013] 請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記複合駆動波形を  $10\ \text{kHz}$  以上の周波数で前記圧電素子に印加する。

[0014] 請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記第 2 の単位駆動波形に含まれるパルス波形の電圧振幅は、前記第 2 の単位駆動波形の印加終了後、 $35$  マイクロ秒以内に前記複数のインクの液滴が合一する大きさに定められている。

[0015] 請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記複合駆動波形に含める前記単位駆動波形の数を異ならせることで、合

一後のインクの液滴量を、異なる複数の液滴量のいずれかに調整可能であり、

前記複数の液滴量のうち最小の液滴量が5 p l以下である。

[0016] 請求項10に記載の発明は、請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記インクジェットヘッドは、当該インクジェットヘッドを通る循環流路に接続されており、

前記複合駆動波形によるインクの吐出中に、前記ノズルから吐出されなかったインクを前記循環流路において循環させる。

[0017] また、上記目的を達成するため、請求項11に記載のインクジェット記録装置の発明は、

1以上のパルス波形を含む単位駆動波形の電圧信号の印加に応じて圧電素子の変形することにより、圧力室のインクに圧力変化を与えてノズルからインクの液滴を吐出させることが可能なインクジェットヘッドと、

前記圧電素子に印加する電圧信号を制御する駆動制御部と、

を備え、

前記駆動制御部は、前記圧電素子に対し、複数の前記単位駆動波形を含む複合駆動波形の電圧信号を印加して、合一した状態で記録媒体に着弾する複数のインクの液滴を前記ノズルから吐出させ、

前記複合駆動波形は、最初のパルス波形の印加開始から4 A L以内に少なくとも4つのパルス波形を含み、

前記複合駆動波形は、第1の単位駆動波形と、前記複合駆動波形の最後に印加され前記第1の単位駆動波形よりも吐出されるインクの液滴の速度が大きい第2の単位駆動波形とを含み、

前記インクには、炭素数が1以上4以下のアルコールが、前記インクの全体に対して20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されている。

## 発明の効果

[0018] 本発明によれば、画質の低下を効果的に抑制することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0019] [図1]インクジェット記録装置の概略構成を示す図である。
- [図2]ヘッドユニットの構成を示す模式図である。
- [図3]インクジェットヘッドのインク吐出機構を示す断面図である。
- [図4]ノズル基板の断面であって、ノズルの開口部の中心を通りX方向に垂直な断面を示す図である。
- [図5]インクジェット記録装置の機能構成を示すブロック図である。
- [図6]インクジェット記録装置におけるインク吐出用の複合駆動波形を示す図である。
- [図7]中液滴を吐出する場合の複合駆動波形を示す図である。
- [図8]小液滴を吐出する場合の複合駆動波形を示す図である。
- [図9]繰り返し波形を拡大して示す図である。
- [図10]第1の単位駆動波形により吐出されるインクの挙動を説明する図である。
- [図11]終端波形を拡大して示す図である。
- [図12]実験の内容及び結果を示す図である。
- [図13]変形例4に係るヘッドユニットにおけるインクの循環流路を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の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係る実施の形態を図面に基づいて説明する。

[0021] (インクジェット記録装置の構成)

図1は、本発明の実施形態であるインクジェット記録装置1の概略構成を示す図である。

インクジェット記録装置1は、搬送部2と、ヘッドユニット3などを備える。

搬送部2は、2本の搬送ローラー2a、2b、及び輪状の搬送ベルト2cを備える。搬送ローラー2a、2bは、図1のX方向に延びる回転軸を中心

に回転する。搬送ベルト2cは、2本の搬送ローラー2a、2bにより内側が支持されている。搬送ベルト2cは、搬送ローラー2aが図示略の搬送モーターの動作に応じて回転することで搬送ローラー2a、2bの回りを周回移動する。搬送部2は、搬送ベルト2cの搬送面上に記録媒体Mが載置された状態で搬送ベルト2cが周回移動することで、記録媒体Mを搬送ベルト2cの移動方向に搬送する。よって、搬送ベルト2cの移動方向が、記録媒体Mの搬送方向となる。搬送方向は、図1のY方向に平行である。

[0022] なお、搬送部2の構成は図1に示したものに限られない。

例えば、搬送部2は、記録媒体Mを載置した状態でY方向に往復移動するステージを備えていてもよい。

あるいは、搬送部2は、回転する円柱状の搬送ドラムを有していてもよい。この搬送部2は、搬送ドラムが回転することで、搬送ドラムの円筒面に載置された記録媒体Mを移動させる。

[0023] 記録媒体Mは、例えば一定の寸法に裁断された枚葉紙である。記録媒体Mは、図示略の給紙装置により搬送ベルト2c上に供給される。この記録媒体Mに対して、ヘッドユニット3からインクが吐出されることで、記録媒体Mに画像が記録される。その後、記録媒体Mは、搬送ベルト2cから所定の排紙部に排出される。なお、記録媒体Mとしては、ロール紙が用いられてもよい。また、記録媒体Mの材質は、表面に着弾したインクを定着させることが可能であれば、特に限定されない。例えば、記録媒体Mは、普通紙又は塗工紙等の紙、布帛、又はシート状の樹脂等であってもよい。

[0024] ヘッドユニット3は、搬送部2により搬送される記録媒体Mに対して、画像データに基づく適切なタイミングでインクを吐出する。これにより、ヘッドユニット3は、記録媒体Mに画像を記録する。本実施形態のインクジェット記録装置1は、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）の4色のインクにそれぞれ対応する4つのヘッドユニット3を備える。これらの4つのヘッドユニット3は、記録媒体Mの搬送方向上流側からY、M、C、Kの色の順に配列されている。また、ヘッドユニット3は、イ

シートの吐出方向が鉛直方向下向きとなるように配置される。図1においては、 $-Z$ 方向が鉛直方向下向きに相当する。なお、ヘッドユニット3の数は3つ以下又は5つ以上であってもよい。

[0025] 図2は、ヘッドユニット3の構成を示す模式図である。詳しくは、図2は、ヘッドユニット3を搬送ベルト2cの搬送面に相対する側から見た平面図である。

ヘッドユニット3は、板状の支持部3aと、複数のインクジェットヘッド10とを有する。複数のインクジェットヘッド10は、支持部3aが有する貫通孔に嵌合した状態で支持部3aに固定されている。本実施形態のヘッドユニット3は、8つのインクジェットヘッド10を有する。インクジェットヘッド10は、インク吐出面が支持部3aの貫通孔から搬送ベルト2c側に向けて露出した状態で支持部3aに固定されている。インクジェットヘッド10のインク吐出面は、ノズルNの開口部を有する。

[0026] インクジェットヘッド10が有する複数のノズルNは、X方向に等間隔に配列されている。本実施形態においては、各インクジェットヘッド10は、4つのノズル列を有する。各ノズル列は、X方向に等間隔に一次元配列されたノズルNからなる。インクジェットヘッド10が有する4つのノズル列は、ノズルNのX方向についての位置が重ならないように、X方向の位置が互いにずらされて配置されている。なお、インクジェットヘッド10が有するノズル列の数は4つに限られず、3つ以下又は5つ以上であってもよい。

[0027] ヘッドユニット3において、8つのインクジェットヘッド10は、ノズルNのX方向についての配置範囲が連続するように千鳥状に配置されている。ヘッドユニット3に含まれるノズルNのX方向についての配置範囲は、記録媒体Mのうち画像が記録可能な領域のX方向の幅をカバーしている。ヘッドユニット3は、画像の形成時には位置が固定されて用いられる。ヘッドユニット3は、記録媒体Mの搬送に応じて搬送方向についての所定間隔の各位置に対してノズルNからインクを吐出することで、シングルパス方式で画像を形成する。

[0028] 図3は、インクジェットヘッド10のインク吐出機構を示す断面図である。

インクジェットヘッド10は、ノズルNからインクを吐出させるための機構を含むヘッドチップ11を備える。以下では、+Z方向を上方、-Z方向を下方とも記す。ヘッドチップ11は、ノズルNを有するノズル基板110と、ノズルNに連通する流路を有する流路基板120と、圧電素子13等を有する素子基板130とを備える。ノズル基板110、流路基板120及び素子基板130は、この順に積層されている。ノズル基板110及び流路基板120は、接着剤等により接合されている。また、流路基板120及び素子基板130は、接着剤等により接合されている。

[0029] ノズル基板110は、複数のノズルNを有する。ノズル基板110の材質は、特には限られない。例えば、ノズル基板110の材質はシリコンであってもよい。

図4は、ノズル基板110の断面であって、ノズルNの開口部Naの中心を通りX方向に垂直な断面を示す図である。

ノズルNは、ノズル基板110を貫通している。ノズルNの-Z方向側の端部は、インクの液滴が吐出される開口部Naである。ノズルNの+Z方向側の端部は、後述する流路基板120の貫通流路123に接続される接続部Nbである。本実施形態では、開口部Naは円形である。また、接続部Nbは、円形の開口である。ノズルNは、第1ノズル流路111及び第2ノズル流路112を有する。第1ノズル流路111及び第2ノズル流路112は、Z方向に連通する。第1ノズル流路111は、開口部Naから+Z方向に延在している。第2ノズル流路112は、第1ノズル流路111の+Z方向側の端部から接続部Nbまで+Z方向に延在している。第1ノズル流路111及び第2ノズル流路112は、開口部Naの中心を通りインクの吐出方向に平行な断面において内壁面が吐出方向から傾斜しているテーパ部である。詳しくは、第1ノズル流路111及び第2ノズル流路112は、開口部Na側から接続部Nb側に向かうに従って、吐出方向に直交する断面における開

口面積が漸増している。よって、開口部N aの直径dは、接続部N bの直径よりも小さい。開口部N aの直径dは、 $23\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。開口部N aの直径dは、開口部N aの最大幅に相当する。

[0030] 図4の断面において、第1ノズル流路111の内壁面の、吐出方向からの傾斜角を $\theta_1$ とする。また、第2ノズル流路112の内壁面の、吐出方向からの傾斜角を $\theta_2$ とする。傾斜角 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は、 $\theta_1 < \theta_2$ を満たす。傾斜角 $\theta_2$ は、 $40^\circ$ 以上であることが好ましい。傾斜角 $\theta_2$ が一定でない場合には、第2ノズル流路112の内壁面の傾斜角の最大値が $40^\circ$ 以上であることが好ましい。本実施形態では、傾斜角 $\theta_2$ は $50^\circ$ である。また、本実施形態では、傾斜角 $\theta_1$ は $9^\circ$ である。なお、傾斜角 $\theta_1$ は $0^\circ$ であってもよい。すなわち、第1ノズル流路111は、Z方向に平行なストレート形状であってもよい。

[0031] 図3に戻り、流路基板120及び素子基板130には、ノズルNに供給されるインクが通る各種流路が設けられている。詳しくは、流路基板120には、ノズルNに連通し、流路基板120をZ方向に貫通する貫通流路123が設けられている。また、素子基板130には、貫通流路123に連通する圧力室131が設けられている。また、流路基板120には、連絡流路122、及び、当該連絡流路122を介して圧力室131に連通する共通流路121が設けられている。貫通流路123、圧力室131及び連絡流路122は、ノズルNごとに設けられている。また、共通流路121は、ノズル列をなしている複数のノズルNに連通している。また、共通流路121は、ノズル列をなしている複数のノズルNの配置範囲に亘ってX方向に延在している。共通流路121に供給されたインクは、各ノズルNに対応する圧力室131及び貫通流路123を介して、複数のノズルNに供給される。

[0032] 流路基板120は、例えば、積層された複数の板状部材からなる。この複数の板状部材は、共通流路121、連絡流路122及び貫通流路123の位置に開口を有する。板状部材としては、例えばSUS（ステンレス鋼材）等の金属を用いることができる。なお、シリコン等の基板を加工することで流

路基板 120 を形成してもよい。

[0033] 素子基板 130 は、圧力室 131 が形成されている圧力室層 132 を有する。また、素子基板 130 は、圧力室層 132 の上部に順に積層された振動板 133、絶縁層 134、圧電体層 135 及び電極層 136 を有する。圧力室 131 の下面は、圧力室層 132 の下面に接合された流路基板 120 により構成されている。圧力室 131 の上面は、振動板 133 により構成されている。振動板 133 は、例えば、導電性を有する金属材料からなる。振動板 133 は、圧電体層 135 の下部電極を兼ねている。下部電極は、複数の電極層 136 に対向する共通電極である。振動板 133 は、図示略の配線を介して基準電位の配線に接続されている。絶縁層 134 は、圧電体層 135 に対して振動板 133 を絶縁する。詳しくは、絶縁層 134 は、圧電機能領域 R1 以外の圧電体層 135 への電圧印加を遮蔽する。圧電体層 135 のうち圧電機能領域 R1 に相当する部分により圧電素子 13 が構成される。

[0034] 圧電体層 135 としては、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）が好適である。ただし、圧電体層 135 としては、圧電特性を有する他の材料、例えば水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデンなどを用いてもよい。電極層 136 としては、例えば、貴金属を含むチタンを用いてもよい。

[0035] 圧力室層 132、振動板 133、絶縁層 134、圧電体層 135 及び電極層 136 は、それぞれ、必ずしも単層でなくともよく、複数の層を有してもよい。また、圧力室層 132、振動板 133、絶縁層 134、圧電体層 135 及び電極層 136 のいずれかの層間に、さらに他の層が配置されていてもよい。

[0036] このような構成のヘッドチップ 11 において、圧電素子 13 を駆動するための駆動波形の電圧信号が電極層 136 に供給される。本明細書では、駆動波形の電圧信号を「駆動信号」とも記す。駆動信号が供給された電極層 136 と、基準電位の振動板 133 との間に印加される電圧に応じて、圧電素子 13 が Z 方向に撓むように変形する。この圧電素子 13 の変形に応じて振動

板 1 3 3 が変形する。振動板 1 3 3 が変形すると、圧力室 1 3 1 内のインクに、変形量に応じた圧力変化が生じる。圧力室 1 3 1 内のインクの圧力変動に応じて、インクが圧力室 1 3 1 からノズル N へ押し出されたり、ノズル N などからインクが引き戻されたりする。

[0037] 本実施形態では、電極層 1 3 6 が基準電位より負の側の電位とされることで、圧電素子 1 3 は、圧力室 1 3 1 を膨張させる形状、すなわち、図 3 において上に凸となる形状に変形する。また、電極層 1 3 6 が基準電位より正の側の電位とされることで、圧電素子 1 3 は、圧力室 1 3 1 を収縮させる形状、すなわち、図 3 において下に凸となる形状に変形する。例えば、圧電素子 1 3 を上に凸となる形状に変形させて圧力室 1 3 1 を膨張させた後に、圧電素子 1 3 を元の形状に戻すと、インクに圧力が付与され、ノズル N からインクが吐出される。電極層 1 3 6 に印加される駆動信号の波形については、後に詳述する。

[0038] 図 5 は、インクジェット記録装置 1 の機能構成を示すブロック図である。インクジェット記録装置 1 は、本体制御部 3 0 と、インクジェットヘッド 1 0 と、「駆動制御部」としてのヘッド駆動制御部 2 0 と、搬送制御部 4 1 と、通信部 4 2 と、操作表示部 4 3 などを備える。インクジェット記録装置 1 の各部は、バス 4 4 を介して信号を送受信可能に接続されている。

[0039] 本体制御部 3 0 は、インクジェット記録装置 1 の全体動作を統括制御する。本体制御部 3 0 は、CPU 3 1 (Central Processing Unit) と、RAM 3 2 (Random Access Memory) と、記憶部 3 3 などを備える。

[0040] CPU 3 1 は、各種演算処理を行う。CPU 3 1 は、記憶部 3 3 に記憶されている制御プログラムを読み出して、画像記録やその設定などに係る各種制御処理を行う。

[0041] RAM 3 2 は、CPU 3 1 に作業用のメモリー空間を提供し、一時データを記憶する。記憶部 3 3 は、制御プログラムや設定データなどを記憶する不揮発性メモリーを含む。また、記憶部 3 3 は、通信部 4 2 を介して外部から取得されたプリントジョブに係る設定や記録対象の画像データなどを一時的

に記憶するDRAMなどを備えてもよい。

[0042] インクジェットヘッド10は、圧電素子13を含む上述したヘッドチップ11と、ヘッドチップ11の電極層136に電氣的に接続された吐出選択スイッチング素子12などを備える。

吐出選択スイッチング素子12は、各圧電素子13に供給される信号を切り替える。各圧電素子13に供給される信号には、インク吐出用の駆動信号と、インク非吐出時用の駆動信号とがある。言い換えると、吐出選択スイッチング素子12は、記録対象の画像データなどに基づいて、圧電素子13に対し、圧電素子13に対応するノズルNからのインクの吐出有無に応じた駆動信号を供給する。これにより、各ノズルNにおいてインクに加えられる圧力の変動パターンが切り替えられる。インク非吐出時用の駆動信号は、インクが吐出されない程度にノズルNにおけるインクのメニスカスを振動させる、小振幅の波形（振動波形）の電圧信号である。ここで、インクのメニスカスは、ノズルNにおけるインクの液面又は界面である。

[0043] ヘッド駆動制御部20は、記録対象画像の各画素データに応じて適切なタイミングで、インクジェットヘッド10の圧電素子13を駆動する駆動信号を出力する。ヘッド駆動制御部20は、基板上などにまとめて配置されてもよいし、インクジェット記録装置1の各部に分散して配置されていてもよい。また、ヘッド駆動制御部20の構成の一部又は全部は、インクジェットヘッド10に配置されていてもよい。ヘッド駆動制御部20は、ヘッド制御部21と、DAC22（デジタルアナログ変換器）と、駆動波形増幅回路23などを備える。

[0044] ヘッド制御部21は、記録対象の画像データの有無や画像データの内容に応じてヘッド駆動制御部20の動作を制御する。ヘッド制御部21は、CPU211と、記憶部212などを備える。記憶部212には、ノズルNからインクを吐出させたりメニスカスを振動させたりするための駆動波形パターンの情報を含む波形パターンデータ212aが記憶されている。波形パターンデータ212aにおいては、駆動波形パターンがデジタル離散値配列デー

タとして記憶されている。記憶部 212 としては、ROM や書き換え更新可能なフラッシュメモリーなどの不揮発性メモリーが用いられる。

[0045] CPU 211 は、記憶部 212 又は記憶部 33 に記憶された記録対象の画像データに基づいて、適切な波形パターンを選択してそのデータを出力する。波形パターンは、各ノズル N からインクを吐出させるか否かなどに従って、ヘッド駆動制御部 20 により適切な波形パターンの駆動信号が出力されるように選択される。CPU 211 は、波形パターンデータを、図示略のクロック信号に応じた適切なタイミングで出力する。このヘッド制御部 21 は、本体制御部 30 と共通に設けられてもよい。

[0046] DAC 22 は、ヘッド制御部 21 から所定のクロック周波数で出力された各駆動波形の波形パターンデータをアナログ変換する。また、DAC 22 は、得られたアナログ信号を駆動波形増幅回路 23 に出力する。

[0047] 駆動波形増幅回路 23 は、DAC 22 から入力された信号の増幅動作を行って、各圧電素子 13 に対して増幅された駆動信号をそれぞれ出力する。増幅動作は、例えば、電圧増幅、及び電流増幅を含む。これにより、基準電位に対して正側及び負側に各々変化する台形状の電圧波形を含む駆動信号が、圧電素子 13 に対して印加される。

[0048] 搬送制御部 41 は、搬送ローラー 2a を回転させるモーターを動作させて搬送ローラー 2a を回転させる。これにより、搬送制御部 41 は、搬送ベルト 2c により記録媒体 M を適切なタイミング及び速度で移動させる。この搬送制御部 41 は、本体制御部 30 と共通の構成であってもよい。

[0049] 通信部 42 は、所定の通信規格に従って外部機器とのデータの送受信を行う。通信部 42 は、例えば、利用する通信規格に係る接続端子、及び、通信接続に係るドライバーのハードウェア、例えばネットワークカードを備える。

[0050] 操作表示部 43 は、画像記録に係るステータス情報やメニューなどを表示する。また、操作表示部 43 は、ユーザーからの入力操作を受け付ける。操作表示部 43 は、例えば、液晶パネルによる表示画面、及び当該液晶パネル

のドライバーと、液晶画面上に重ねて設けられたタッチパネルなどを備える。操作表示部43は、ユーザーによりタッチ操作がなされた位置と操作の種類に応じた操作検出信号を本体制御部30に出力する。

[0051] (速乾インク)

本実施形態のインクジェット記録装置1は、速乾性を有するインクをノズルNから吐出する。以下では、速乾性を有するインクを「速乾インク」と記す。

本実施形態で用いられる速乾インクは、溶剤と、当該溶剤に溶解又は分散される他の成分とを含む。ここで、他の成分は、着色剤を含み、さらに界面活性剤等を含んでいてもよい。着色剤としては、公知の顔料又は染料が用いられる。

[0052] 溶剤は、炭素数が1以上4以下のアルコールを含有する。また、インクの全体に対して、炭素数が1以上4以下のアルコールが20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されるように、溶剤の量、及び溶剤に占める上記アルコールの割合が調整されている。

[0053] 炭素数が1以上4以下のアルコールとしては、例えば、メタノール（メチルアルコール：炭素数1）、エタノール（エチルアルコール：炭素数2）、1-プロパノール（プロピルアルコール：炭素数3）、2-プロパノール（イソプロピルアルコール：炭素数3）、1-ブタノール（ブチルアルコール：炭素数4）、2-ブタノール（sec-ブチルアルコール：炭素数4）等を用いることができる。これらの炭素数が1以上4以下のアルコールは、それ以外のアルコールに比べて低沸点で揮発性が高いため、記録媒体Mへの着弾後のインクの速乾性を効果的に高めることができる。詳しくは、インクの全体に対する炭素数が1以上4以下のアルコールの割合を20質量%以上とすることで、実用上必要とされる速乾性を確保することができる。また、インクの全体に対する炭素数が1以上4以下のアルコールの割合を50質量%以下とすることで、後述する、ノズルN内でインクが乾燥することによる問題の発生を十分に抑制することができる。速乾インクの溶剤は、炭素数1以

上4以下のアルコールのみで構成するのが好ましい。この場合、2種以上の、炭素数1以上4以下のアルコールを併用してもよい。ただし、炭素数1以上4以下のアルコールと、それ以外の他のアルコールとを併用してもよい。

また、インクの全体に対して、炭素数が1以上3以下のアルコールが20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されるように調整してもよい。これにより、速乾性をより高めることができる。

また、溶剤は、水を含んでいてもよい。

[0054] また、本実施形態の速乾インクは、ノズルNから吐出される時点における粘度が6 c P以下となるように調整されている。このような粘度を実現するために、インクジェット記録装置1は、インクを加熱して粘度を低下させるための加熱部を備えていてもよい。

また、本実施形態の速乾インクは、ノズルNから吐出される時点における表面張力が25 m N / m以下となるように調整されている。

[0055] 本実施形態で用いる速乾インクは、記録媒体Mへの着弾後、数百ミリ秒～数秒程度の短時間で乾燥する。従来、特にプラスチックフィルム、コート紙、又はラミネート紙等の非吸収性の記録媒体Mの表面に印刷する場合は、印刷後のインクをブローしたり加熱したりして乾燥させるのが一般的であった。これに対し、本実施形態の速乾インクを用いることで、乾燥工程を簡素化したり省略したりすることが可能となる。

一方、速乾インクは、ノズルN内においても乾燥しやすい。このため、ノズルNのメニスカスが乾燥により増粘して不安定化したり、「デキャップ」と呼ばれる現象が生じたりしやすい。ここで、デキャップは、ノズルNの開口部Na付近のインクが乾燥して増粘又は固化し、ノズルNの開口部Naの少なくとも一部が詰まる現象である。メニスカスの不安定化やデキャップが生じると、吐出される液滴の速度の低下や飛翔方向の異常による着弾位置ずれが発生する。また、複数の液滴を吐出して最終的に1つの液滴に合一させるマルチドロップ方式を採用する場合には、液滴の速度の低下や飛翔方向の異常は、液滴が適切に合一しなくなる不具合に繋がる。液滴が適切に合一し

ない状態で記録媒体Mに着弾すると、本来1つのドットを形成すべきインクにより複数のドットが形成されたり、ドットの形状が乱れたりする。このため、画質が劣化する。

これに対し、本実施形態のインクジェットヘッド10の駆動方法では、圧電素子13に印加する駆動信号を調整することで、メニスカスの不安定化やデキャップの発生を抑制して、画質の低下を生じにくくしている。

[0056] (インクジェットヘッドの駆動方法)

以下に、本実施形態のインクジェット記録装置1におけるインクジェットヘッド10の駆動方法について説明する。

本実施形態のインクジェットヘッド10の駆動方法では、複数の単位駆動波形を含む複合駆動波形の電圧信号が用いられる。各単位駆動波形は、ノズルNから1つのインクの液滴を吐出させるための波形である。この複合駆動波形の電圧信号を電極層136に供給して圧電素子13に印加することで、ノズルNから複数のインクの液滴を吐出させることができる。また、吐出された複数のインクの液滴を、合一した状態で記録媒体Mに着弾させることができる。以下では、圧電素子13に対して駆動波形の電圧信号を印加することを、単に「駆動波形を印加する」とも記す。

[0057] 図6は、インクジェット記録装置1におけるインク吐出用の複合駆動波形WFを示す図である。

図6の縦軸は、基準電位を0、複合駆動波形WFにおける負側の最低電位を-1としたときの電位比率を表す。基準電位は、インク吐出動作を行わない待機時の電位である。

また、横軸は時間を表す。横軸の単位は、AL (Acoustic Length) である。ALは、圧力室131内における圧力波の音響的共振周期の1/2である。ALは、通常、数マイクロ秒程度である。

[0058] 図6の複合駆動波形WFは、ノズルNにおけるインクのメニスカスを振動させる振動波形W0と、インクの液滴を各々吐出させる4つの第1の単位駆動波形W1と、インクの液滴を各々吐出させる2つの第2の単位駆動波形W

2とを含む。第2の単位駆動波形W2は、4つの第1の単位駆動波形W1の後に印加される。以下では、第1の単位駆動波形W1及び第2の単位駆動波形W2のうち任意の一方を指す場合には「単位駆動波形W<sub>n</sub>」と記す。図6の複合駆動波形WFは、6つの単位駆動波形W<sub>n</sub>を含む。この複合駆動波形WFを圧電素子13に印加することで、ノズルNから吐出される6つのインクの液滴を合一させて記録媒体Mに着弾させることができる。以下では、このように6つのインクの液滴を合一させたものを「大液滴」とも記す。

最初の第1の単位駆動波形W1の印加前において振動波形W0を印加してノズルNのメニスカスを振動させることで、インクのメニスカスの乾燥及び増粘によるインクの吐出特性の変動を抑制することができる。最初の第1の単位駆動波形W1の印加前の期間は、ノズルからインクの液滴を吐出させない期間の一態様である。

[0059] また、図7に示すように、最初の2つの第1の単位駆動波形W1を省略することで、残りの4つの単位駆動波形により吐出された4つの液滴を合一させて記録媒体Mに着弾させることができる。このように4つのインクの液滴を合一させたインクは、「大液滴」よりも液滴量が少ない「中液滴」である。

また、図8に示すように、最初の4つの第1の単位駆動波形W1を省略することで、残りの2つの第2の単位駆動波形W2により吐出された2つの液滴を合一させて記録媒体Mに着弾させることができる。このように2つのインクの液滴を合一させたインクは、「中液滴」よりも液滴量が少ない「小液滴」である。小液滴の液滴量は、例えば5 p l以下である。

このように、複合駆動波形WFに含める単位駆動波形W<sub>n</sub>の数を異ならせることで、合一後のインクの液滴量を、異なる複数の液滴量のいずれかに調整できる。

[0060] 図6の複合駆動波形WFのうち最初の2つの第1の単位駆動波形W1により、繰り返し波形WAが構成される。また、3つ目及び4つ目の第1の単位駆動波形W1により、同様に繰り返し波形WAが構成される。これらの2つ

の繰り返し波形WAは、同一である。

また、複合駆動波形WFのうち最後の2つの第2の単位駆動波形W2により、終端波形WBが構成される。よって、複合駆動波形WFにおける最後の単位駆動波形は、第2の単位駆動波形W2である。

[0061] このような複合駆動波形WFによれば、ノズルNから吐出されるインクの各液滴を、吐出された段階で合一した状態とすることができる。すなわち、6つの液滴が柱状に連なった状態でノズルNから吐出され、飛翔中に分離することなく記録媒体Mに着弾する。あるいは、6つの液滴が柱状に連なった状態で吐出された後、途中で分離する場合であっても、記録媒体Mへの着弾前に全ての液滴が1つに合一する。

また、複合駆動波形WFは、10kHz以上の周波数で圧電素子13に印加される。すなわち、6つの液滴が合一したインクを、100マイクロ秒以下の周期で繰り返し吐出可能である。

以下では、このような態様でのインク吐出を可能とするための、繰り返し波形WA及び終端波形WBの構成及び作用についてそれぞれ説明する。

[0062] (繰り返し波形WA)

図9は、繰り返し波形WAを拡大して示す図である。

繰り返し波形WAに含まれる2つの第1の単位駆動波形W1はそれぞれ、メインパルスP1及び引き戻しパルスP2を含む。メインパルスP1は、ノズルNからインクの液滴を吐出させるためのパルス波形である。引き戻しパルスP2は、メインパルスP1により吐出されるインクの液滴に対して吐出方向とは反対側に引き戻す方向の力を印加するためのパルス波形である。メインパルスP1及び引き戻しパルスP2の組み合わせにより1つのインクの液滴がノズルNから吐出される。メインパルスP1は「第1のパルス波形」に相当し、引き戻しパルスP2は「第2のパルス波形」に相当する。

[0063] メインパルスP1は、電位が下降する膨張部分S1と、膨張部分S1の後に電位が上昇する収縮部分S2とを含む。膨張部分S1の開始時点から、膨張部分S1の終了時点までの期間を、メインパルスP1の印加期間とする。

メインパルスP1のうち膨張部分S1に対応する期間においては、圧力室131が膨張するように圧電素子13が変動する。その後の収縮部分S2に対応する期間においては、圧力室131が元の形状に戻る方向に収縮するように圧電素子13が変動する。このような圧力室131の膨張及び収縮を、圧力室131内の圧力波の共振が生じるタイミングで行うことで、圧力室131内のインクに圧力が加えられてノズルNからインクが吐出される。

[0064] メインパルスP1における膨張部分S1の開始タイミングから収縮部分S2の開始タイミングまでの長さを、メインパルスP1のパルス幅と定義する。メインパルスP1のパルス幅は、 $0.7AL$ 以上 $1AL$ 以下、より好ましくは $0.7AL$ 以上 $0.9AL$ 以下の範囲内で設定される。本実施形態では、2つの第1の単位駆動波形W1におけるメインパルスP1のパルス幅 $pw_{11}$ 、 $pw_{12}$ は、いずれも $0.8AL$ である。

[0065] 一方、引き戻しパルスP2も、メインパルスP1と同様に膨張部分S1及び収縮部分S2を含む。膨張部分S1の開始時点から、膨張部分S1の終了時点までの期間を、引き戻しパルスP2の印加期間とする。また、引き戻しパルスP2における膨張部分S1の開始タイミングから収縮部分S2の開始タイミングまでの長さを、引き戻しパルスP2のパルス幅と定義する。引き戻しパルスP2のパルス幅は、 $0.3AL$ 以上 $0.6AL$ 以下であり、かつメインパルスP1のパルス波形のパルス幅より短い範囲内で設定される。本実施形態では、1つ目の第1の単位駆動波形W1における引き戻しパルスP2のパルス幅 $pw_{21}$ は、 $0.4AL$ である。また、2つ目の第1の単位駆動波形W1における引き戻しパルスP2のパルス幅 $pw_{22}$ は、 $0.5AL$ である。

また、パルス幅 $pw_{11}$ とパルス幅 $pw_{21}$ との間の待機時間 $wt_1$ は、 $0.2AL$ である。パルス幅 $pw_{21}$ とパルス幅 $pw_{12}$ との間の待機時間 $wt_2$ は、 $0.3AL$ である。パルス幅 $pw_{12}$ とパルス幅 $pw_{22}$ との間の待機時間 $wt_3$ は、 $0.4AL$ である。

[0066] メインパルスP1による残響振動を抑制するタイミングで引き戻しパルス

P 2の膨張部分S 1を印加して圧力室1 3 1を膨張させることで、吐出されるインクの液滴を引き戻す方向に、インクの液滴に対して力を及ぼすことができる。これにより、メインパルスP 1により吐出されるインクの液滴を減速させることができる。

[0067] メインパルスP 1の影響で、メニスカスはノズルNの奥側に後退する。この後、引き戻しパルスP 2を印加することで、吐出されるインクの液滴に対して引き戻す方向の力が印加されるとともに、後退したメニスカスをノズルNの開口部N a方向に前進させることができる。このようにメニスカスを前進させることで、次の単位駆動波形W nにより吐出されるインクの液滴の量を増大させることができる。また、液滴量の増大に応じて当該液滴の速度を抑えることができる。メニスカスの前進により、メニスカスの位置が定常位置に近くなる。このため、高周波数でインクを吐出する場合であっても安定して所望の量及び速度の液滴を吐出することができる。

[0068] 繰り返し波形WAの電位は、基準電位以下の範囲内で変化する。詳しくは、繰り返し波形WAの最初のメインパルスP 1は、基準電位から始まり、膨張部分S 1の終了時に電圧比率-1. 0まで低下する。また、繰り返し波形WAに含まれる4つのパルス波形の最低電位は、後に印加されるパルス波形ほど絶対値が小さく、基準電位に近くなる。ここで、各パルス波形の最低電位は、膨張部分S 1の終了時の電位である。また、繰り返し波形WAに含まれる4つのパルス波形の印加終了時の電位は、後に印加されるパルス波形ほど絶対値が小さく、基準電位に近くなる。ここで、パルス波形の印加終了時の電位は、収縮部分S 2の終了時の電位である。繰り返し波形WAの終了時点の電位は、基準電位に戻る。基準電位に戻すことで、同一の繰り返し波形WAを容易に2以上繰り返し印加することができる。

[0069] このような繰り返し波形WA内の電位推移により、図6に示すように、第1の単位駆動波形W 1においては、引き戻しパルスP 2の収縮部分S 2の電圧振幅 $\Delta V 1$ が小さく抑えられている。これにより、引き戻しパルスP 2の収縮部分S 2に応じた圧力室1 3 1の収縮によるインクの加速が抑えられる

。この結果、第1の単位駆動波形W1におけるメインパルスP1及び引き戻しパルスP2の組み合わせにより吐出されるインクの液滴の速度を極めて低くすることが可能となる。第1の単位駆動波形W1により吐出されるインクの液滴の速度は、例えば約1 m/secである。

[0070] 繰り返し波形WAは、全体の長さが3.5 AL以上4.5 AL未満の範囲内となるように、より好ましくは4 ALに近くなるように、波形が調整される。本実施形態では、繰り返し波形WAの長さは4 ALである。これにより、前段の繰り返し波形WAの終了時におけるノズルN内の圧力波が、後段の繰り返し波形WAにより吐出されるインクを加速する状態となる。このため、後段の繰り返し波形WAにより吐出されるインクの液滴速度が低過ぎて合一できなくなる不具合の発生を抑制することができる。

なお、繰り返し波形WAの長さが上記条件を満たしていれば、繰り返し波形WAに含まれる各第1の単位駆動波形W1の長さは均等でなくてもよい。

[0071] また、複合駆動波形WFは、最初のパルス波形の印加開始から4 AL以内に少なくとも4つのパルス波形の印加期間を含むことが好ましい。言い換えると、複合駆動波形WFの先頭には、最初のパルス波形の印加開始から4 AL以内の期間において、平均して1 AL当たりに1パルス以上の頻度でパルス波形が印加されることが好ましい。ここで、4 AL以内に印加されるパルス波形は、メインパルスP1又は引き戻しパルスP2を指し、振動波形W0は含まない。本実施形態では、図9に示すように、複合駆動波形WFの最初の繰り返し波形WAは4 AL以内に4つのパルス波形の印加期間を含む。4 AL以内に少なくとも4つのパルス波形を印加することで、ノズルNのメニスカスが低い振動数で揺動するとともにノズルN内のインクが攪拌される。このため、メニスカスの不安定化やデキャップを効果的に抑制することができる。この結果、最初に吐出される液滴の曲がりを抑制することができる。

[0072] 図10は、第1の単位駆動波形W1により吐出されるインクの挙動を説明する図である。

図10の左側には、本実施形態の第1の単位駆動波形W1により吐出され

るインクの挙動が描かれている。図10の右側には、比較例の単位駆動波形により吐出されるインクの挙動が描かれている。比較例の単位駆動波形は、メインパルスP1を含み、引き戻しパルスP2を含まない点で本実施形態の第1の単位駆動波形W1と異なる。

[0073] 図10の上段には、最初の単位駆動波形に応じてノズルNから1つ目のインクの液滴D1が吐出されているタイミングT1の様子が描かれている。

本実施形態では、タイミングT1において、引き戻しパルスP2の印加に応じて、吐出されたインクの液滴D1がノズルN側に引き戻されている。よって、比較例と比較して、液滴D1の位置がノズルNの開口部に近い。

また、本実施形態では、液滴D1に対してノズルN側に引き戻す方向の力が印加されたことに伴ってメニスカスmが吐出方向に前進している。これにより、本実施形態のメニスカスmの位置は、比較例のメニスカスmの位置よりノズルNの開口部に近い。

[0074] 図10の下段には、2つ目の単位駆動波形のメインパルスP1に応じてノズルNから2つ目のインクの液滴D2が吐出されているタイミングT2の様子が描かれている。

本実施形態では、タイミングT2において吐出される液滴D2の速度が低く抑えられている。これは、タイミングT1で引き戻しパルスP2によりメニスカスmが前進した結果、2つ目の液滴D2の量が多くなり、これに応じて速度が低くなるためである。本実施形態では、このように液滴D1、D2がいずれも低速で吐出されるため、液滴D1、D2が連なって合一した状態でノズルNから吐出される。同様に、3つ目及び4つ目の第1の単位駆動波形W1により吐出されるインクも同様に低速となる。このため、3つ目及び4つ目のインクの液滴も、前段で吐出されている液滴D1、D2に連なって合一した状態で吐出される。

[0075] 一方、比較例では、2つ目のインクの液滴D2の速度が本実施形態より大きく、タイミングT2の時点で本実施形態より遠方まで飛翔している。これは、比較例では液滴D2の量が本実施形態よりも少ないので、これに応じて

2つ目の液滴の速度が大きくなるためである。液滴D 2の量が少なくなる理由は、引き戻しパルスP 2が印加されないことによって、メニスカスmが後退した状態で2つ目のインクの液滴D 2が吐出されるためである。このように、比較例では、液滴D 1、D 2がいずれも本実施形態より高速で飛翔する。このため、図10の段階では液滴D 1、D 2が連なっているものの、時間の経過とともに液滴D 1、D 2が分離しやすく、記録媒体M上の着弾位置がずれやすい。

[0076] (終端波形WB)

図11は、終端波形WBを拡大して示す図である。

終端波形WBに含まれる2つの第2の単位駆動波形W 2は、それぞれ、第1の単位駆動波形W 1と同様に、メインパルスP 1及び引き戻しパルスP 2を含む。第2の単位駆動波形W 2のメインパルスP 1及び引き戻しパルスP 2も、それぞれ膨張部分S 1及び収縮部分S 2を含む。第2の単位駆動波形W 2においても、メインパルスP 1及び引き戻しパルスP 2の組み合わせにより1つのインクの液滴がノズルNから吐出される。

[0077] 第2の単位駆動波形W 2におけるメインパルスP 1のパルス幅も、第1の単位駆動波形W 1と同様、 $0.7AL$ 以上 $1AL$ 以下、より好ましくは $0.7AL$ 以上 $0.9AL$ 以下の範囲内で設定される。さらに、第2の単位駆動波形W 2におけるメインパルスP 1のパルス幅は、第1の単位駆動波形W 1におけるメインパルスP 1のパルス幅以上となるように定められている。本実施形態では、1つ目の第2の単位駆動波形W 2におけるメインパルスP 1のパルス幅 $p_{w13}$ は、 $0.8AL$ である。また、2つ目の第2の単位駆動波形W 2におけるメインパルスP 1のパルス幅 $p_{w14}$ は、 $0.9AL$ である。

なお、各第2の単位駆動波形W 2におけるメインパルスP 1のパルス幅を、第1の単位駆動波形W 1におけるメインパルスP 1のパルス幅のいずれよりも大きくしてもよい。

[0078] また、1つ目の第2の単位駆動波形W 2における引き戻しパルスP 2のパ

ルス幅  $p w 2 3$  は、 $0.5 A L$  である。また、2つ目の第2の単位駆動波形  $W 2$  における引き戻しパルス  $P 2$  のパルス幅  $p w 2 4$  は、 $0.4 A L$  である。

また、パルス幅  $p w 1 3$  とパルス幅  $p w 2 3$  との間の待機時間  $w t 4$  は、 $0.5 A L$  である。また、パルス幅  $p w 2 3$  とパルス幅  $p w 1 4$  との間の待機時間  $w t 5$  は、 $0.6 A L$  である。また、パルス幅  $p w 1 4$  とパルス幅  $p w 2 4$  との間の待機時間  $w t 6$  は、 $0.5 A L$  である。終端波形  $W B$  における各待機時間  $w t 4 \sim w t 6$  は、繰り返し波形  $W A$  における待機時間  $w t 1 \sim w t 3$  のいずれよりも長い。

[0079] 図6に示すように、第2の単位駆動波形  $W 2$  における引き戻しパルス  $P 2$  の収縮部分  $S 2$  の電圧振幅  $\Delta V 2$  は、第1の単位駆動波形  $W 1$  における引き戻しパルス  $P 2$  の収縮部分  $S 2$  の電圧振幅  $\Delta V 1$  より大きい。具体的には、 $\Delta V 1$  が  $0.73$  であるのに対し、 $\Delta V 2$  は  $1.1$  である。

このような電圧振幅  $\Delta V 2$  を確保するために、第2の単位駆動波形  $W 2$  においては、引き戻しパルス  $P 2$  の一部が基準電位より高くなっている。詳しくは、引き戻しパルス  $P 2$  のうち収縮部分  $S 2$  が、基準電位を超える電位まで変位する。

[0080] このように電圧振幅  $\Delta V 2$  を大きくすることで、メインパルス  $P 1$  により吐出されるインクが、引き戻しパルス  $P 2$  の収縮部分  $S 2$  に応じた圧力室  $1 3 1$  の収縮により大きく加速される。よって、第2の単位駆動波形  $W 2$  により吐出されるインクの液滴の速度を高めることができる。この結果、第2の単位駆動波形  $W 2$  により吐出されるインクは、第1の単位駆動波形  $W 1$  によって先に吐出されているインクの液滴に追いつきやすい。電圧振幅  $\Delta V 2$  は、第2の単位駆動波形  $W 2$  の印加終了後、 $35$  マイクロ秒以内に6つのインクの液滴が合一する大きさに定められている。第2の単位駆動波形  $W 2$  により吐出されるインクの液滴の速度は、例えば約  $7 \text{ m} / \text{sec}$  である。

[0081] 終端波形  $W B$  に含まれる最後の引き戻しパルス  $P 2$  の印加終了後には、電位が基準電位よりも高いキャンセル波形が印加される。キャンセル波形のパ

ルス幅  $p w 3$  の長さは、 $A L$  である。引き戻しパルス  $P 2$  の後にこのようなキャンセル波形を印加することで、 $A L$  周期で揺動しているノズル  $N$  内の圧力振動をキャンセルすることができる。これにより、次の複合駆動波形  $W F$  の印加時におけるノズル  $N$  内の圧力振動を抑えて、適切な量及び速度のインクの液滴を吐出することができる。

[0082] (実施例)

次に、上記実施形態の駆動方法の効果を確認するために行った実験について説明する。

図 1 2 は、実験の内容及び結果を示す図である。

実験では、エタノールを含有する溶媒を含むインクを用いた。また、上述の複合駆動波形  $W F$  によりインクジェットヘッド 1 0 のノズル  $N$  からインクを吐出させた。そして、吐出されたインクの飛翔状態、及びノズル  $N$  のデキャップの程度について評価を行った。

また、エタノールの含有率（重量％）が異なる 3 つのインクのサンプル（ $N o . 1 \sim N o . 3$ ）で実験を行った。インク全体におけるエタノールの含有率は、サンプル  $N o . 1$  が 3 5 質量％、サンプル  $N o . 2$  が 5 0 質量％、サンプル  $N o . 3$  が 6 5 質量％である。

飛翔状態は、「A」～「C」の 3 段階で評価した。詳しくは、インクの液滴の飛翔方向及び速度に乱れが検出されなかった場合を「A」とした。また、許容可能な画質の範囲内で、一部のノズル  $N$  からのインクの液滴の飛翔方向及び／又は速度に乱れが検出された場合を「B」とした。また、多数のノズル  $N$  からのインクの液滴の飛翔方向及び／又は速度に乱れが検出された結果、許容不可能な画質の低下が生じた場合を「C」とした。

デキャップは、「A」～「C」の 3 段階で評価した。詳しくは、デキャップが生じず各ノズル  $N$  から適正にインクの液滴が吐出された場合を「A」とした。また、許容可能な画質の範囲内で、一部のノズル  $N$  でデキャップが生じてインクが不吐出となった場合を「B」とした。また、多数のノズル  $N$  でデキャップが生じてインクが不吐出となった結果、許容不可能な画質の低下

が生じた場合を「C」とした。

[0083] 実験の結果、エタノール比率が35質量%であるサンプルNo. 1は、飛翔状態及びデキャップの評価結果がいずれも「A」となった。これは、先頭から4AL以内の4つのパルス波形によってノズルN内のインクが効果的に攪拌された結果、メニスカスの不安定化やデキャップの発生が抑制されたためである。また、4つの低速の液滴が吐出された後に、2つの高速の液滴が吐出されることで、6つの液滴が好適に合一し、分離することなく着弾したためである。

また、エタノール比率が50質量%であるサンプルNo. 2は、飛翔状態の評価結果が「B」、デキャップの評価結果が「A」となった。サンプルNo. 2のインクは、サンプルNo. 1よりもエタノール比率が高い。このため、ノズルN内でインクが乾燥しやすく、開口部Naの一部を塞ぐようにインクが固化しやすい。この影響により飛翔状態に若干乱れが生じやすく、評価結果が「B」となったものの、許容可能な画質が得られた。

一方、エタノール比率が65質量%であるサンプルNo. 3は、飛翔状態及びデキャップの評価結果がいずれも「C」となった。これは、エタノール比率が過剰に高いことによってノズルN内でインクが極度に乾燥しやすいためである。

[0084] 図12の実験結果から、以下のことが導かれる。インクの全体におけるエタノールの含有率を50質量%以下とし、上述の複合駆動波形WFを用いることで、インクを適正な飛翔状態で吐出させることができる。さらに、インクの全体におけるエタノールの含有率を35質量%以下とし、上述の複合駆動波形WFを用いることで、インクをより適正な飛翔状態で吐出させることができる。

なお、炭素数が1以上4以下のアルコールのうちエタノール以外のアルコールを用いた場合も、図12と同様の結果が得られた。

[0085] (変形例1)

次に、上記実施形態の変形例1について説明する。

上記実施形態の複合駆動波形WFは、最初のパルス波形の印加開始から4AL以内に4つのパルス波形を含むが、これに代えて、最初のパルス波形の印加開始から4AL以内に5つ以上のパルス波形を含んでいてもよい。例えば、長さが4ALである最初の繰り返し波形WAに3つの第1の単位駆動波形W1を含ませて、当該繰り返し波形WAにより3つの液滴が吐出されるようにしてもよい。この態様では、最初のパルス波形の印加開始から4AL以内に6つのパルス波形、すなわち3つのメインパルスP1及び3つの引き戻しパルスP2の印加期間が含まれる。これによれば、ノズルNのメニスカスをより高い振動数で揺動させて効果的にノズルN内のインクを攪拌することができる。このため、メニスカスの不安定化やデキャップをより効果的に抑制することができる。

[0086] (変形例2)

次に、上記実施形態の変形例2について説明する。変形例2は、変形例1と組み合わせてもよい。

以下では、インクの全体における炭素数が1以上4以下のアルコールの含有率を「含有率R(重量%)」とする。また、最初のパルス波形の印加開始から4AL以内に印加するパルス波形の数を「パルス数PN」とする。本変形例では、含有率Rが大きいほどパルス数PNが多くなるように、複合駆動波形WFの駆動波形パターンが定められる。

含有率Rが大きいほど、ノズルN内においてインクが乾燥しやすい。また、パルス数PNが多いほど、ノズルNのメニスカスの振動頻度が高くなり、インクの乾燥抑制効果が高まる。よって、本変形例の駆動方法によれば、ノズルN内においてインクが乾燥しやすい場合ほど、インクの乾燥抑制効果を高めることができる。このため、速乾インクの組成に応じて適切に、メニスカスの不安定化やデキャップを抑制することができる。

[0087] (変形例3)

次に、上記実施形態の変形例3について説明する。変形例3は、変形例1及び/又は変形例2と組み合わせてもよい。

図6に示す第1の単位駆動波形W1における電圧振幅 $\Delta V1$ 、及び、第2の単位駆動波形W2における電圧振幅 $\Delta V2$ は、インクに応じて調整してもよい。

例えば、電圧振幅 $\Delta V1$ に対する電圧振幅 $\Delta V2$ の比率( $\Delta V2/\Delta V1$ )を、上記の含有率Rが大きいほど大きくなるように調整してもよい。これにより、ノズルN内で乾燥してメニスカスが不安定化しやすいインクほど、第2の単位駆動波形W2により後から吐出されるインクをより大きくすることができる。よって、速乾インクの組成に応じて適切に、複数の液滴が分離したまま着弾する不具合の発生を抑制することができる。

[0088] (変形例4)

次に、上記実施形態の変形例4について説明する。変形例4は、変形例1~3の一部又は全部と組み合わせてもよい。

変形例4に係るインクジェットヘッド10は、当該インクジェットヘッド10を通る循環流路4に接続されている。複合駆動波形WFによるインクの吐出中に、ノズルNから吐出されなかったインクが循環流路4において循環する。

[0089] 図13は、変形例4に係るヘッドユニット3におけるインクの循環流路4を示す図である。

図13においては、一つのヘッドユニット3と、当該ヘッドユニット3に接続されたメインタンク51とが描かれている。ヘッドユニット3は、第1サブタンク52と、第2流路部72と、送液ポンプ62と、第2サブタンク53と、第3流路部73と、インクジェットヘッド10と、第4流路部74などを備える。第1サブタンク52、第2流路部72、第2サブタンク53、インクジェットヘッド10、第4流路部74により循環流路4が構成される。

[0090] メインタンク51は、ヘッドユニット3に供給されるインクを貯留する。メインタンク51のインクは、送液ポンプ61の動作により、第1流路部71を介してヘッドユニット3内の第1サブタンク52に送られる。第1サブ

タンク52は、ここではメインタンク51よりも容量の小さいインクタンクである。第1サブタンク52は、メインタンク51から供給されたインクを貯留する。また、第1サブタンク52は、インクジェットヘッド10のアウトレット15から第4流路部74を介して還流されたインクを貯留する。

[0091] 送液ポンプ62は、第2流路部72に設けられており、第1サブタンク52から第2流路部72を介して第2サブタンク53にインクを送液する。第2サブタンク53は、第1サブタンク52から送出されたインクを貯留する。第2サブタンク53とインクジェットヘッド10の水頭差により、非吐出時にノズルNからインクが漏出しないようになっている。

[0092] インクジェットヘッド10は、第3流路部73に接続されたインレット14と、第4流路部74に接続されたアウトレット15とを備える。第2サブタンク53から第2流路73を通過してインレット14に供給されたインクは、共通流路121を介してノズルNに供給される。また、ノズルNから吐出されなかったインクは、共通流路121を介してアウトレット15に導かれる。アウトレット15から流出したインクは、第4流路部74を通過して第1サブタンク52に戻る。

なお、他のヘッドユニット3に係るインクの循環流路4も、それぞれ図13と同様である。

[0093] (効果)

以上のように、本実施形態に係るインクジェットヘッド10の駆動方法では、圧電素子13に対し、複数の単位駆動波形を含む複合駆動波形WFの電圧信号を印加する。これにより、合一した状態で記録媒体Mに着弾する複数のインクの液滴をノズルNから吐出させる。また、複合駆動波形WFは、最初のパルス波形の印加開始から4AL以内に少なくとも4つのパルス波形を含む。また、複合駆動波形WFは、第1の単位駆動波形W1と、複合駆動波形WFの最後に印加され第1の単位駆動波形W1よりも吐出されるインクの液滴の速度が大きい第2の単位駆動波形W2とを含む。また、インクには、炭素数が1以上4以下のアルコールが、インクの全体に対して20質量%以

上かつ50質量%以下の範囲で含有されている。

この駆動方法によれば、4AL以内に少なくとも4つのパルス波形を印加することで、ノズルNのメニスカスが低い振動数で揺動するとともに、ノズルN内のインクが攪拌される。よって、速乾インクを用いていても、ノズルN内におけるインクの乾燥を抑制できる。よって、メニスカスの不安定化やデキャップの発生が効果的に抑制されるので、インクの飛翔方向や速度のずれを抑制することができる。これにより、インクの着弾位置のずれを抑制することができる。また、複数の液滴が合一しない状態で着弾する不具合の発生を抑制することができる。この結果、速乾インクを用いた場合において、画質の低下を効果的に抑制することができる。よって、許容範囲の画質を維持しつつ長時間連続して運転することができる。

[0094] また、インクには、アルコールが、インクの全体に対して20質量%以上かつ35質量%以下の範囲内で含有されていてもよい。これにより、実用上十分な速乾性を確保しつつ、乾燥のしやすさを抑えることができる。よって、インクをより適正な飛翔状態で吐出させることができる。

[0095] また、インクは、ノズルNから吐出される時点における粘度が6cP以下であってもよい。このようにインクの粘度を低くすることで、メニスカスの更新がスムーズとなり、デキャップを生じにくくすることができる。

[0096] また、ノズルNの開口部Naの最大幅が23 $\mu$ m以下であってもよい。これにより、メニスカスの面積を小さくして、デキャップをより生じにくくすることができる。

[0097] また、インクジェットヘッド10は、ノズルNを有するノズル基板110を備える。ノズルNは、ノズル基板110を貫通し、テーパ部を有する。テーパ部は、インクの液滴が吐出される開口部Na側から当該開口部の反対側に向かうに従って、インクの吐出方向に直交する断面における開口面積が漸増する。また、開口部Naの中心を通り吐出方向に平行な断面において、テーパ部の面の、吐出方向からの傾斜角の最大値が40°以上である。これにより、吐出方向についてメニスカスがノズルNの奥に引き込まれる距

離を小さくすることができる。このようにメニスカスの移動距離を小さくすることで、メニスカスが引き込まれる際にメニスカスを面積の小さい状態に維持できる。よって、デキャップをより生じにくくすることができる。

[0098] また、ノズルNからインクの液滴を吐出させない期間において、ノズルNにおけるインクの液面を振動させるための振動波形W0の電圧信号を圧電素子13に印加してもよい。これにより、インクの出吐時におけるノズルN内のインクの乾燥を抑制することができる。

[0099] また、複合駆動波形WFを10kHz以上の周波数で圧電素子13に印加してもよい。これにより、印字間隔、すなわち複合駆動波形WF同士の間隔を短くできるので、デキャップの発生をより効果的に抑制することができる。

[0100] また、第2の単位駆動波形W2に含まれるパルス波形の電圧振幅は、第2の単位駆動波形W2の印加終了後、35マイクロ秒以内に複数のインクの液滴が合一する大きさに定められている。これにより、複数の液滴が合一しない状態で着弾する不具合の発生をより確実に抑制することができる。また、インクの飛翔方向を曲がりやすくすることができる。

[0101] また、複合駆動波形WFに含める単位駆動波形の数を異ならせることで、合一後のインクの液滴量を、異なる複数の液滴量のいずれかに調整可能であってもよい。また、複数の液滴量のうち最小の液滴量が5pL以下であってもよい。これにより、簡易にインクの液滴量を調整することができる。また、着弾したインクにより微細なドットを形成することができる。

[0102] また、インクジェットヘッド10は、当該インクジェットヘッド10を通る循環流路4に接続されていてもよい。また、複合駆動波形WFによるインクの吐出中に、ノズルNから吐出されなかったインクを循環流路4において循環させてもよい。このようにインクを還流させることで、インクジェットヘッド10のインク内に混入していた気泡や異物をインクジェットヘッド10から排出することができる。

[0103] また、本実施形態に係るインクジェット記録装置1は、インクジェットヘ

ッド10と、圧電素子13に印加する電圧信号を制御するヘッド駆動制御部20とを備える。ヘッド駆動制御部20は、圧電素子13に対し、複数の単位駆動波形を含む複合駆動波形WFの電圧信号を印加する。これにより、合一した状態で記録媒体Mに着弾する複数のインクの液滴をノズルNから吐出させる。また、複合駆動波形WFは、最初のパルス波形の印加開始から4AL以内になくとも4つのパルス波形を含む。また、複合駆動波形WFは、第1の単位駆動波形W1と、複合駆動波形WFの最後に印加され第1の単位駆動波形W1よりも吐出されるインクの液滴の速度が大きい第2の単位駆動波形W2とを含む。また、インクには、炭素数が1以上4以下のアルコールが、インクの全体に対して20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されている。これにより、速乾インクを用いた場合において、画質の低下を効果的に抑制することができる。

[0104] (その他)

なお、本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、様々な変更が可能である。

例えば、繰り返し波形WAは2つに限られず、吐出して合一させるインクの液滴数に応じて1つ又は3つ以上としてもよい。

また、連続する複数の繰り返し波形WAの各々は、必ずしも完全に同一でなくてもよく、互いに僅かに異なる形状であってもよい。

[0105] また、終端波形WBに含まれる第2の単位駆動波形W2の数は2つに限られず、1つ又は3つ以上であってもよい。

[0106] また、上記実施形態では、第2の単位駆動波形W2の一部が基準電位より高くなる例を用いて説明したが、これに限られない。例えば、複合駆動波形WFの全体を基準電位以下とした上で、第2の単位駆動波形W2の電圧振幅 $\Delta V_2$ が、第1の単位駆動波形W1の電圧振幅 $\Delta V_1$ より大きくなるように調整してもよい。

[0107] また、上記実施形態では、圧電素子13を変形させることで圧力室131内のインクの圧力を変動させてインクを吐出させるベントモードのインクジ

ェットヘッド10を例に挙げて説明したが、これに限定する趣旨ではない。例えば、圧電体の内部に圧力室を設け、圧力室の壁面の圧電体にシアモード型の変位を生じさせて圧力室内のインクの圧力を変動させるシアモードのインクジェットヘッドに対して本発明を適用してもよい。

[0108] また、上記実施形態では、シングルパス形式のインクジェット記録装置1を例に挙げて説明したが、インクジェットヘッド10を走査させながら画像の記録を行うインクジェット記録装置に本発明を適用してもよい。

[0109] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、本発明の範囲は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲とその均等の範囲を含む。

### 産業上の利用可能性

[0110] この発明は、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利用することができる。

### 符号の説明

- [0111] 1 インクジェット記録装置
- 2 搬送部
  - 3 ヘッドユニット
  - 4 循環流路
  - 10 インクジェットヘッド
  - 11 ヘッドチップ
  - 12 吐出選択スイッチング素子
  - 13 圧電素子
  - 14 インレット
  - 15 アウトレット
  - 20 ヘッド駆動制御部（駆動制御部）
  - 30 本体制御部
  - 110 ノズル基板
  - 120 流路基板

- 1 3 0 素子基板
- 1 3 1 圧力室
- 1 3 3 振動板
- 1 3 5 圧電体層
- 1 3 6 電極層
- d 直径
- m メニスカス
- M 記録媒体
- N ノズル
- N a 開口部
- P 1 メインパルス (第 1 のパルス波形)
- P 2 引き戻しパルス (第 2 のパルス波形)
- R 1 圧電機能領域
- S 1 膨張部分
- S 2 収縮部分
- W 0 振動波形
- W 1 第 1 の単位駆動波形
- W 2 第 2 の単位駆動波形
- W A 繰り返し波形
- W B 終端波形
- W F 複合駆動波形

## 請求の範囲

- [請求項1] 1以上のパルス波形を含む単位駆動波形の電圧信号の印加に応じて圧電素子の変形することにより、圧力室のインクに圧力変化を与えてノズルからインクの液滴を吐出させることが可能なインクジェットヘッドの駆動方法であって、
- 前記圧電素子に対し、複数の前記単位駆動波形を含む複合駆動波形の電圧信号を印加して、合一した状態で記録媒体に着弾する複数のインクの液滴を前記ノズルから吐出させ、
- 前記複合駆動波形は、最初のパルス波形の印加開始から4 AL以内に少なくとも4つのパルス波形を含み、
- 前記複合駆動波形は、第1の単位駆動波形と、前記複合駆動波形の最後に印加され前記第1の単位駆動波形よりも吐出されるインクの液滴の速度が大きい第2の単位駆動波形とを含み、
- 前記インクには、炭素数が1以上4以下のアルコールが、前記インクの全体に対して20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されている、
- インクジェットヘッドの駆動方法。
- [請求項2] 前記インクには、前記アルコールが、前記インクの全体に対して20質量%以上かつ35質量%以下の範囲内で含有されている、
- 請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。
- [請求項3] 前記インクは、前記ノズルから吐出される時点における粘度が6 cP以下である、
- 請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。
- [請求項4] 前記ノズルの開口部の最大幅が23 μm以下である、
- 請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。
- [請求項5] 前記インクジェットヘッドは、前記ノズルを有するノズル基板を備え、
- 前記ノズルは、前記ノズル基板を貫通し、かつ、インクの液滴が吐

出される開口部側から当該開口部の反対側に向かうに従って、インクの吐出方向に直交する断面における開口面積が漸増するテーパ部を有し、

前記開口部の中心を通り前記吐出方向に平行な断面において、前記テーパ部の面の、前記吐出方向からの傾斜角の最大値が $40^{\circ}$ 以上である、

請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項6] 前記ノズルからインクの液滴を吐出させない期間において、前記ノズルにおけるインクの液面を振動させるための振動波形の電圧信号を前記圧電素子に印加する、

請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項7] 前記複合駆動波形を $10\text{kHz}$ 以上の周波数で前記圧電素子に印加する、

請求項1に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2の単位駆動波形に含まれるパルス波形の電圧振幅は、前記第2の単位駆動波形の印加終了後、 $35$ マイクロ秒以内に前記複数のインクの液滴が合一する大きさに定められている、

請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項9] 前記複合駆動波形に含める前記単位駆動波形の数を異ならせることで、合一後のインクの液滴量を、異なる複数の液滴量のいずれかに調整可能であり、

前記複数の液滴量のうち最小の液滴量が $5\text{pL}$ 以下である、

請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

[請求項10] 前記インクジェットヘッドは、当該インクジェットヘッドを通る循環流路に接続されており、

前記複合駆動波形によるインクの吐出中に、前記ノズルから吐出されなかったインクを前記循環流路において循環させる、

請求項1に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

## [請求項11]

1 以上のパルス波形を含む単位駆動波形の電圧信号の印加に応じて圧電素子の変形することにより、圧力室のインクに圧力変化を与えてノズルからインクの液滴を吐出させることが可能なインクジェットヘッドと、

前記圧電素子に印加する電圧信号を制御する駆動制御部と、  
を備え、

前記駆動制御部は、前記圧電素子に対し、複数の前記単位駆動波形を含む複合駆動波形の電圧信号を印加して、合一した状態で記録媒体に着弾する複数のインクの液滴を前記ノズルから吐出させ、

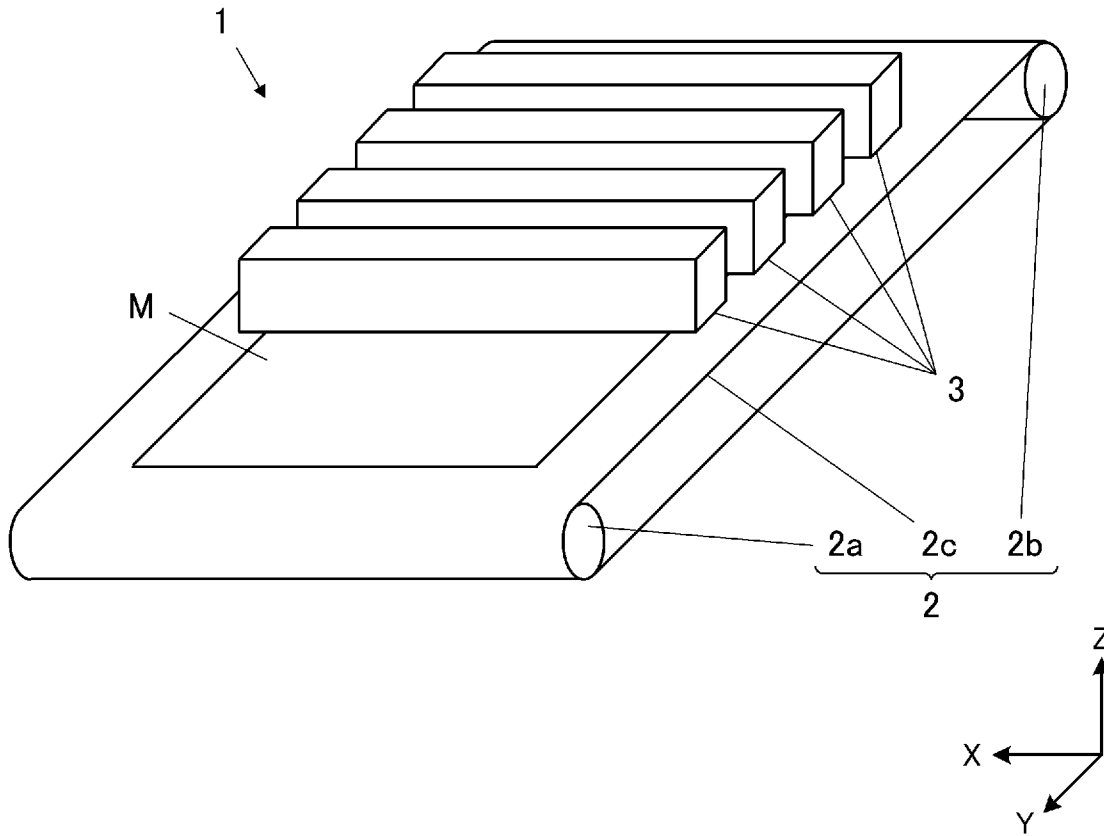
前記複合駆動波形は、最初のパルス波形の印加開始から4 AL以内に少なくとも4つのパルス波形を含み、

前記複合駆動波形は、第1の単位駆動波形と、前記複合駆動波形の最後に印加され前記第1の単位駆動波形よりも吐出されるインクの液滴の速度が大きい第2の単位駆動波形とを含み、

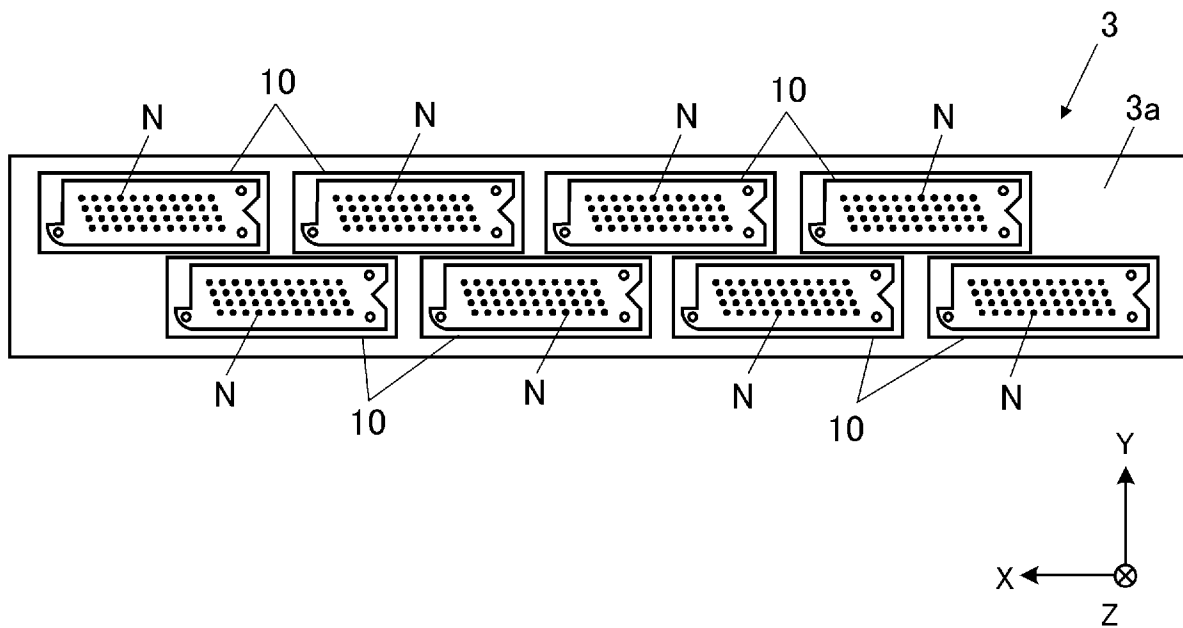
前記インクには、炭素数が1以上4以下のアルコールが、前記インクの全体に対して20質量%以上かつ50質量%以下の範囲で含有されている、

インクジェット記録装置。

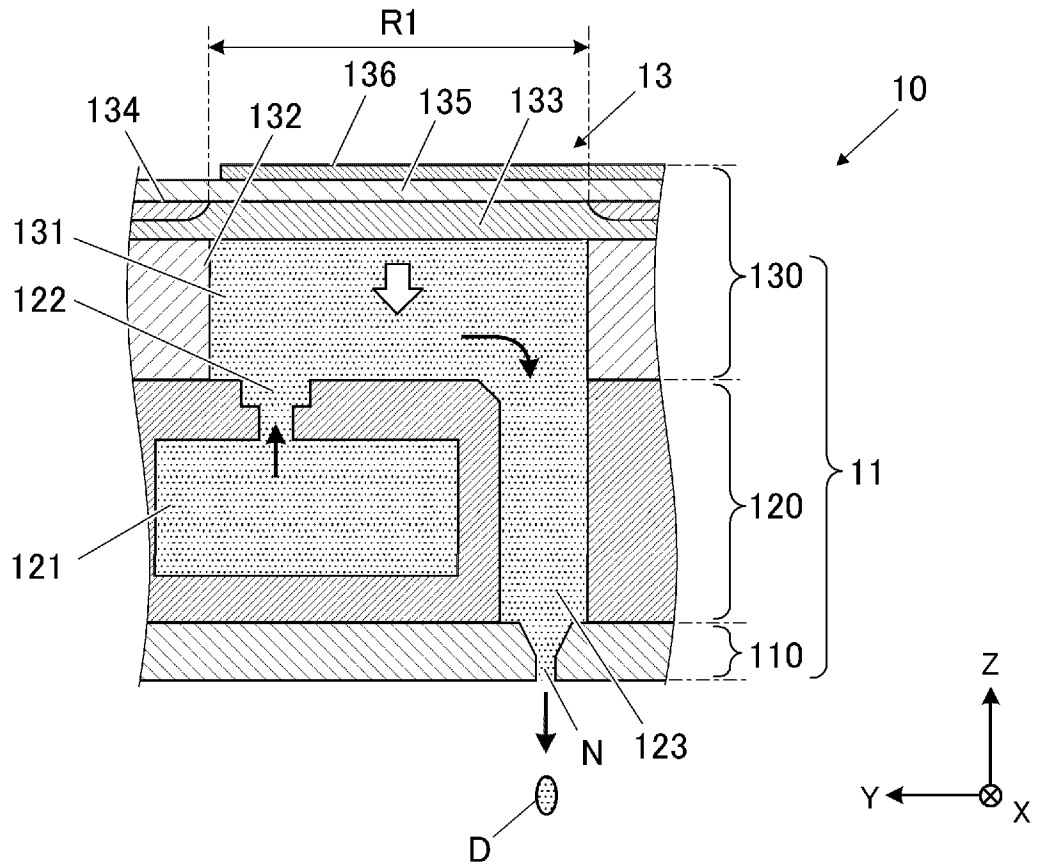
[図1]



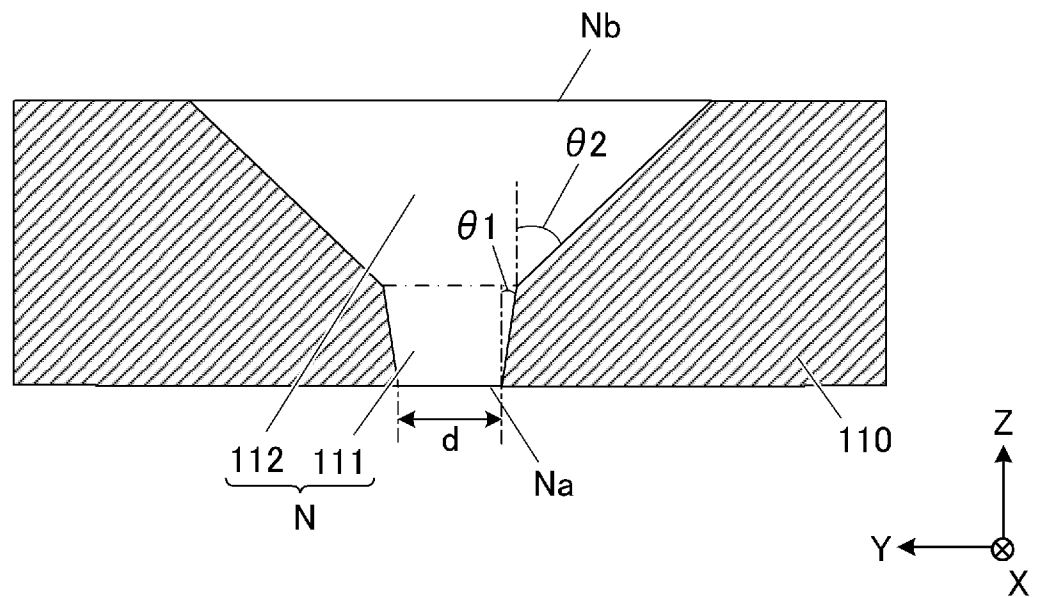
[図2]



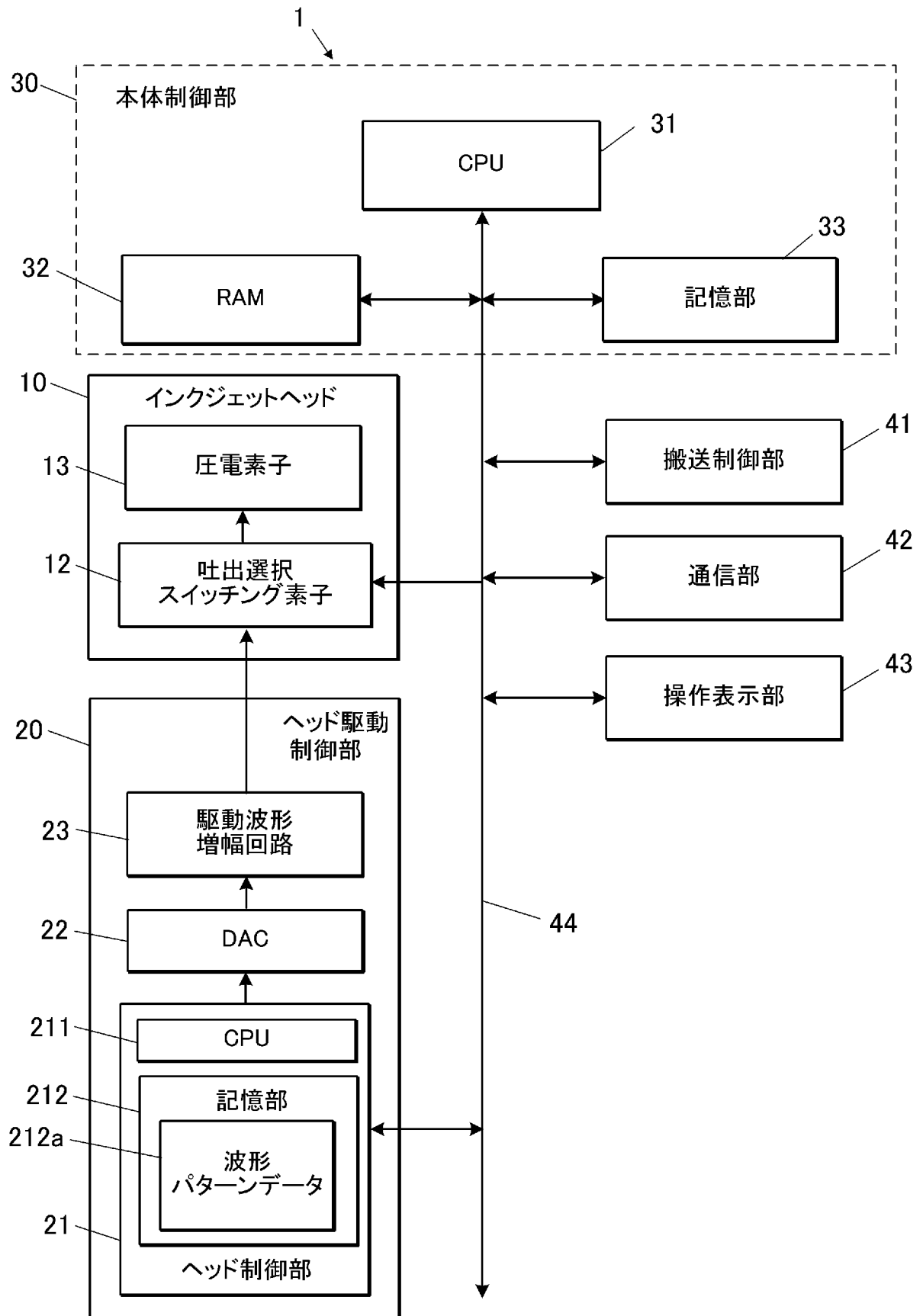
[図3]



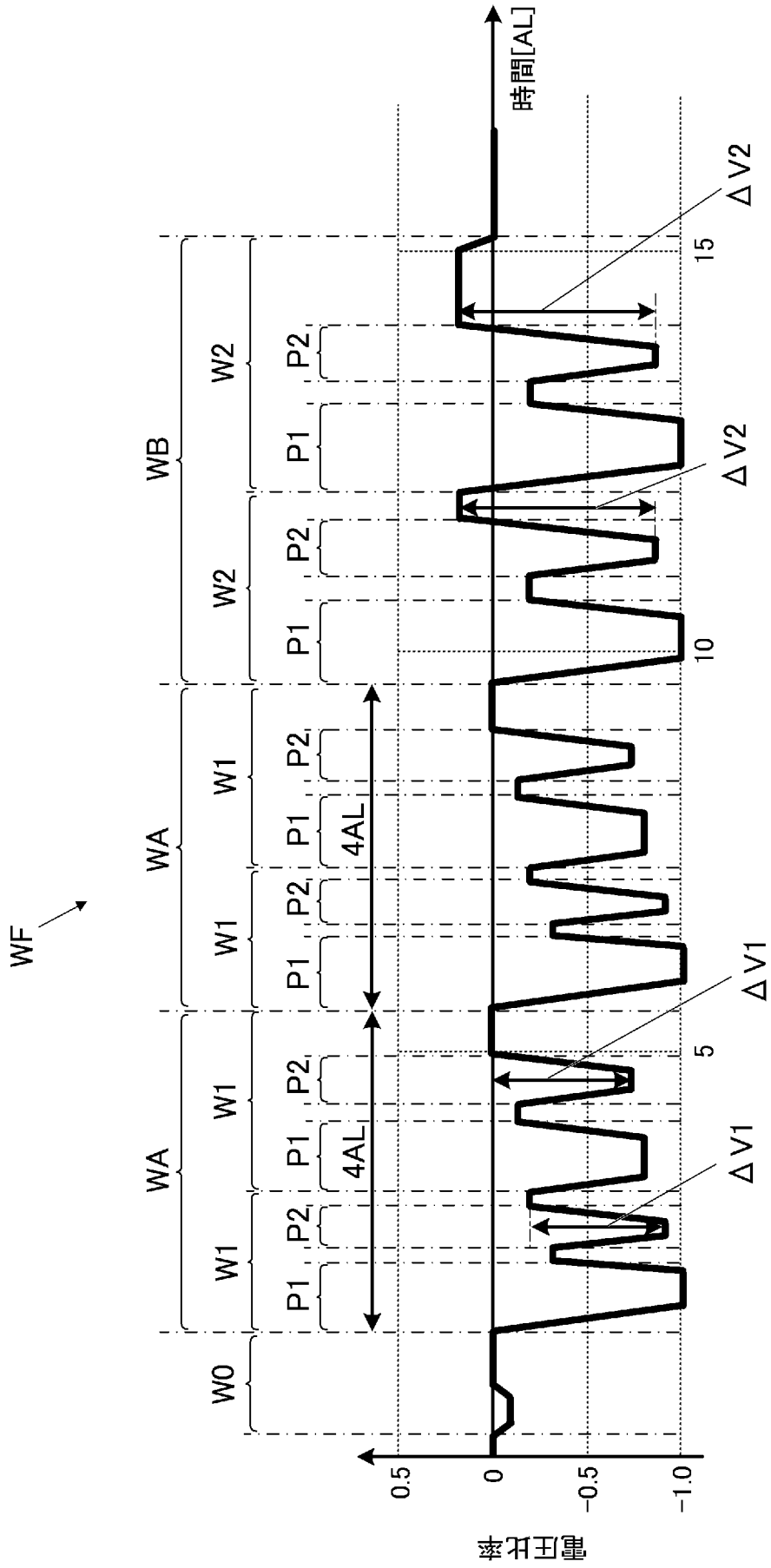
[図4]



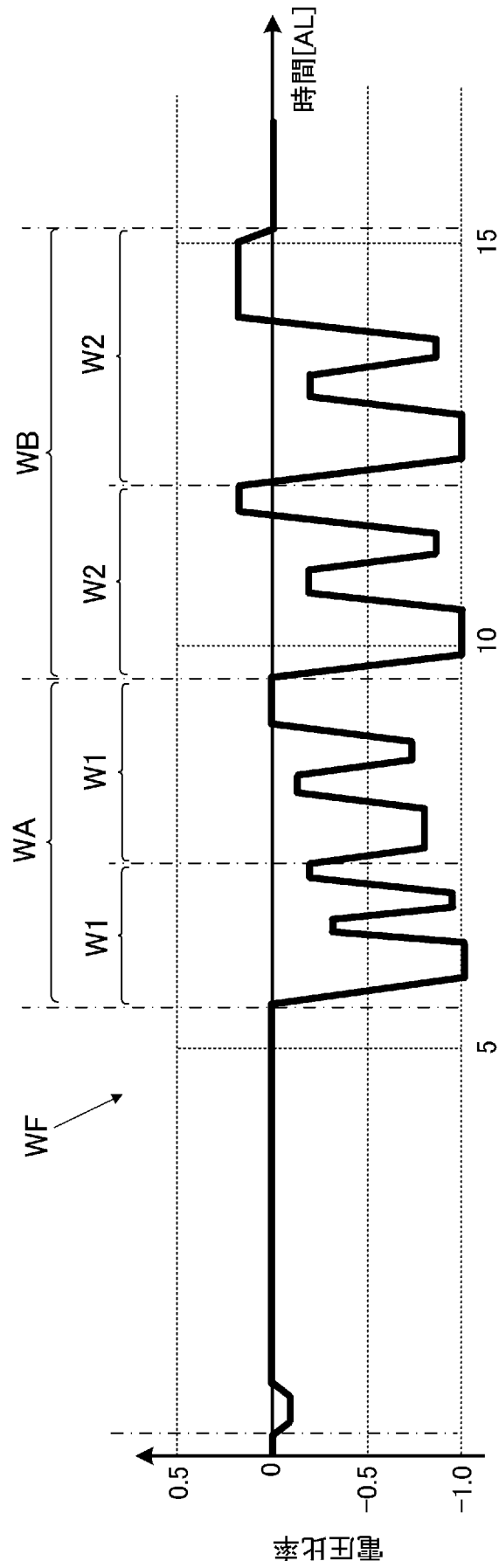
[図5]



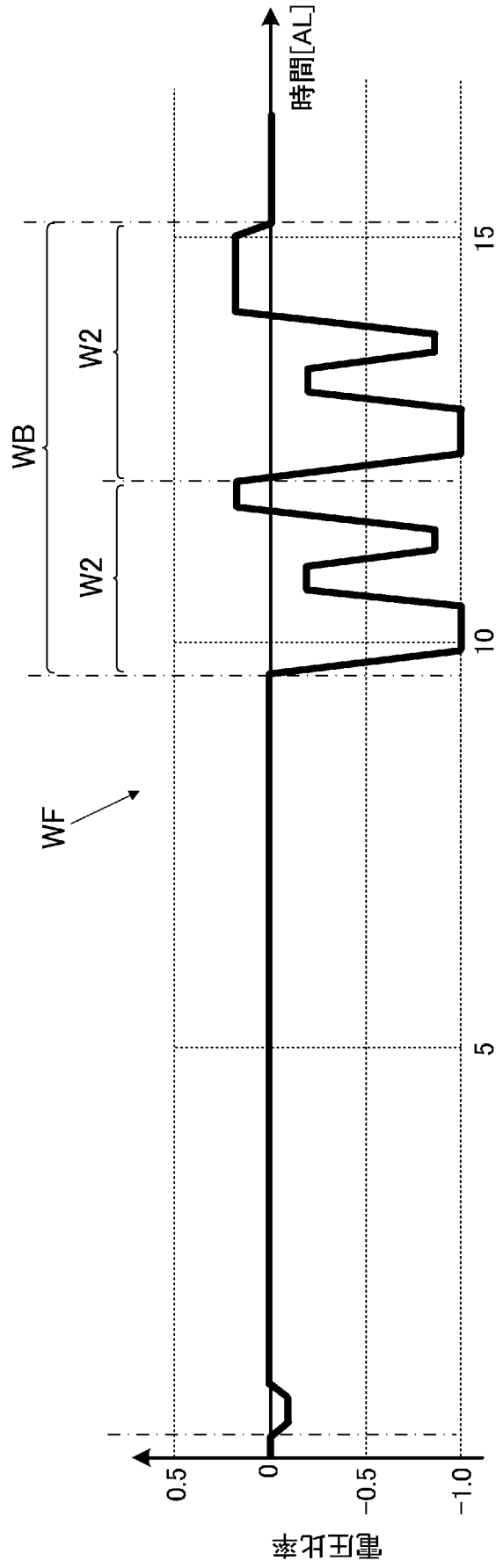
[図6]



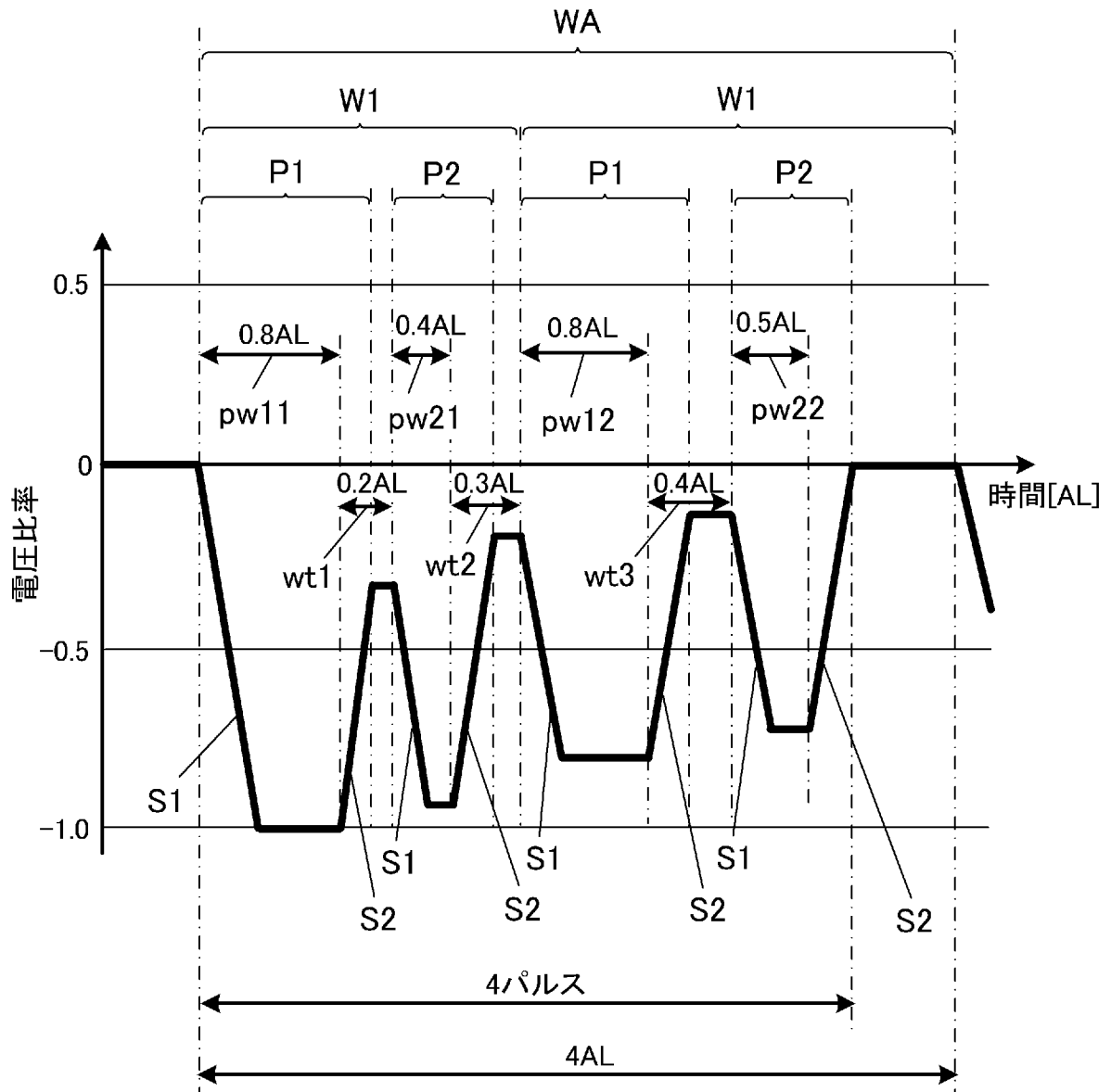
[図7]



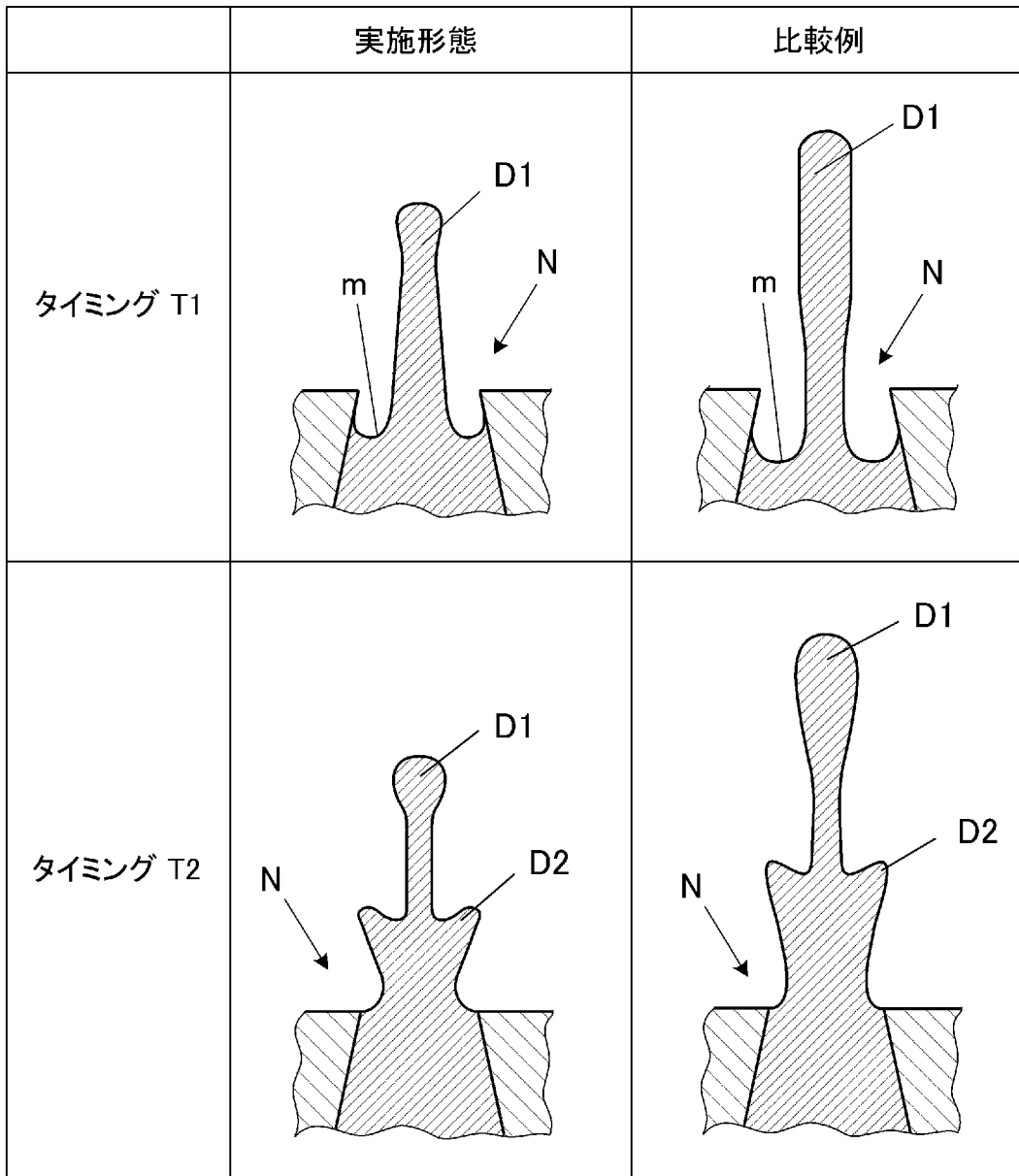
[図8]



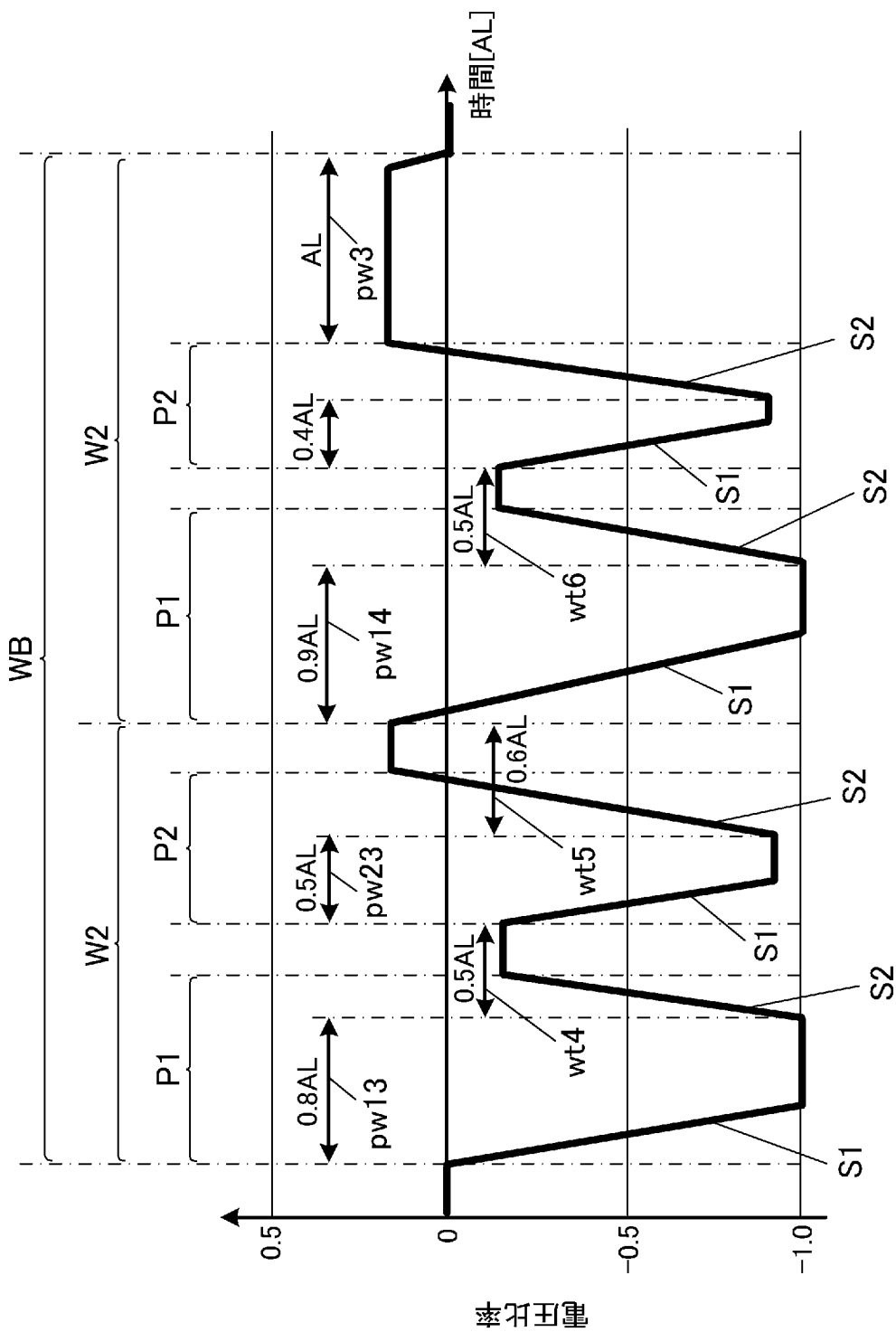
[図9]



[図10]



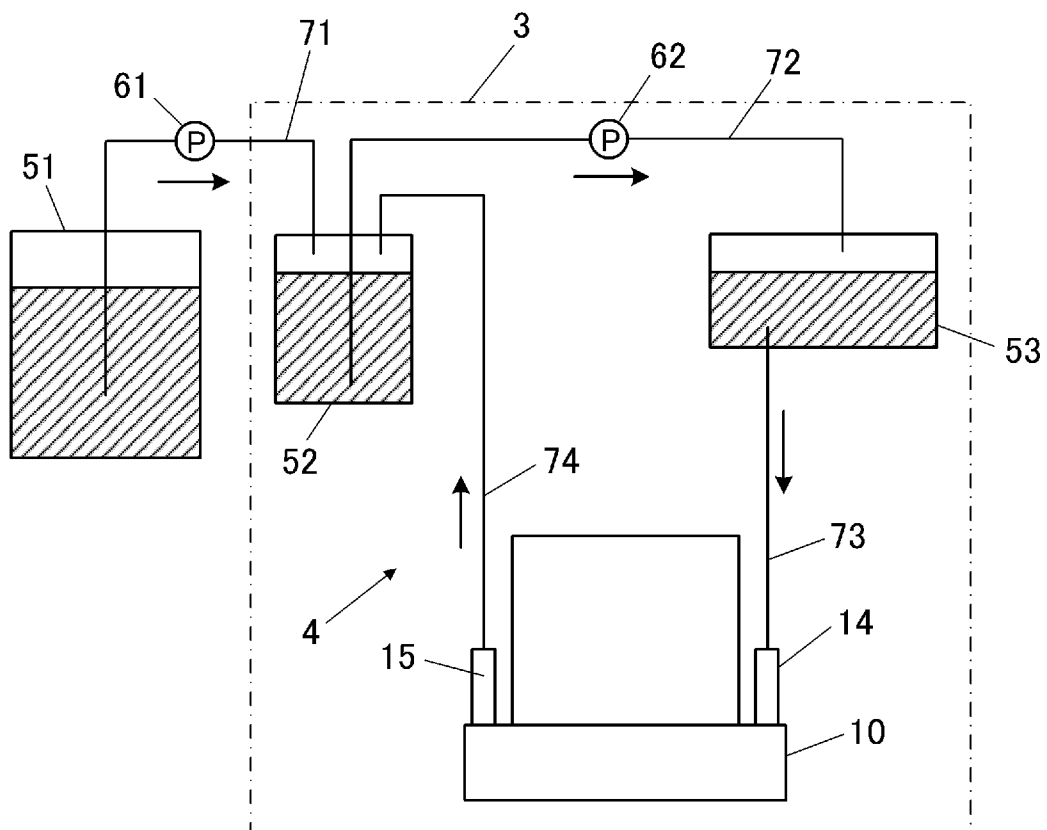
[図11]



[図12]

サンプルNo.	エタノール比率 (重量%)	飛翔状態	デキャップ
No.1	35	A	A
No.2	50	B	A
No.3	65	C	C

[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/040926

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B41J 2/015</i> (2006.01)i; <i>B41J 2/01</i> (2006.01)i; <i>B41J 2/045</i> (2006.01)i; <i>B41J 2/14</i> (2006.01)i; <i>B41J 2/18</i> (2006.01)i; <i>B41M 5/00</i> (2006.01)i FI: B41J2/015 101; B41J2/01 501; B41J2/045; B41J2/14 501; B41J2/01 403; B41J2/18; B41M5/00 120		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B41J2/015; B41J2/01; B41J2/045; B41J2/14; B41J2/18; B41M5/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-105159 A (RICOH COMPANY, LTD.) 15 June 2017 (2017-06-15) claims 1-12, paragraphs [0023], [0031], [0098], [0120]-[0161], fig. 15, 21	1-11
Y	WO 2021/130899 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 01 July 2021 (2021-07-01) claims 1-16, paragraphs [0005]-[0006], [0056]-[0081], fig. 5-10	1-11
A	JP 2019-182943 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 24 October 2019 (2019-10-24) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2013-503252 A (SILVERBROOK RESEARCH PTY LTD.) 31 January 2013 (2013-01-31) entire text, all drawings	1-11
A	JP 59-207265 A (HEWLETT PACKARD CO.) 24 November 1984 (1984-11-24) entire text, all drawings	1-11
A	EP 2072259 A1 (AGFA GRAPHICS N.V.) 24 June 2009 (2009-06-24) whole document	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>15 January 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>30 January 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/040926**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-105159	A	15 June 2017	US 2017/0151780 A1 claims 1-11, paragraphs [0081], [0102], [0268], [0300]-[0408], fig. 15, 21	
WO	2021/130899	A1	01 July 2021	US 2023/0044536 A1 claims 1-16, paragraphs [0005]-[0006], [0077]-[0121], fig. 5-10 EP 4082797 A1 CN 114845876 A	
JP	2019-182943	A	24 October 2019	JP 2021-119227 A JP 2022-189850 A	
JP	2013-503252	A	31 January 2013	US 2011/0064919 A1 WO 2011/029122 A1 EP 2556123 A1 TW 201109393 A CA 2767188 A KR 10-2012-0099205 A	
JP	59-207265	A	24 November 1984	US 4503444 A EP 124190 A2	
EP	2072259	A1	24 June 2009	WO 2009/080684 A1	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>B41J 2/015(2006.01)i; B41J 2/01(2006.01)i; B41J 2/045(2006.01)i; B41J 2/14(2006.01)i;                  B41J 2/18(2006.01)i; B41M 5/00(2006.01)i                  FI: B41J2/015 101; B41J2/01 501; B41J2/045; B41J2/14 501; B41J2/01 403; B41J2/18; B41M5/00 120</p>																																		
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>B41J2/015; B41J2/01; B41J2/045; B41J2/14; B41J2/18; B41M5/00</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2024年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2024年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2024年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2024年																								
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																																	
日本国公開実用新案公報	1971 - 2024年																																	
日本国実用新案登録公報	1996 - 2024年																																	
日本国登録実用新案公報	1994 - 2024年																																	
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2017-105159 A (株式会社リコー) 15.06.2017 (2017 - 06 - 15) [請求項1]-[請求項12], [0023], [0031], [0098], [0120]-[0161], [図15], [図21]</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2021/130899 A1 (コニカミノルタ株式会社) 01.07.2021 (2021 - 07 - 01) [請求項1]-[請求項16], [0005]-[0006], [0056]-[0081], [図5]-[図10]</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2019-182943 A (凸版印刷株式会社) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24) 全文全図</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2013-503252 A (シルバーブルック リサーチ ピーティワイ リミテッド) 31.01.2013 (2013 - 01 - 31) 全文全図</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 59-207265 A (ヒューレット・パッカート・カンパニー) 24.11.1984 (1984 - 11 - 24) 全文全図</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			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 2017-105159 A (株式会社リコー) 15.06.2017 (2017 - 06 - 15) [請求項1]-[請求項12], [0023], [0031], [0098], [0120]-[0161], [図15], [図21]	1-11	Y	WO 2021/130899 A1 (コニカミノルタ株式会社) 01.07.2021 (2021 - 07 - 01) [請求項1]-[請求項16], [0005]-[0006], [0056]-[0081], [図5]-[図10]	1-11	A	JP 2019-182943 A (凸版印刷株式会社) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24) 全文全図	1-11	A	JP 2013-503252 A (シルバーブルック リサーチ ピーティワイ リミテッド) 31.01.2013 (2013 - 01 - 31) 全文全図	1-11	A	JP 59-207265 A (ヒューレット・パッカート・カンパニー) 24.11.1984 (1984 - 11 - 24) 全文全図	1-11	* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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	“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献	“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	“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	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
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 2017-105159 A (株式会社リコー) 15.06.2017 (2017 - 06 - 15) [請求項1]-[請求項12], [0023], [0031], [0098], [0120]-[0161], [図15], [図21]	1-11																																
Y	WO 2021/130899 A1 (コニカミノルタ株式会社) 01.07.2021 (2021 - 07 - 01) [請求項1]-[請求項16], [0005]-[0006], [0056]-[0081], [図5]-[図10]	1-11																																
A	JP 2019-182943 A (凸版印刷株式会社) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24) 全文全図	1-11																																
A	JP 2013-503252 A (シルバーブルック リサーチ ピーティワイ リミテッド) 31.01.2013 (2013 - 01 - 31) 全文全図	1-11																																
A	JP 59-207265 A (ヒューレット・パッカート・カンパニー) 24.11.1984 (1984 - 11 - 24) 全文全図	1-11																																
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																																	
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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																																	
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献	“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																																	
“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	“&” 同一パテントファミリー文献																																	
“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																																		
<p>国際調査を完了した日</p> <p>15.01.2024</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>30.01.2024</p>																																	
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>中村 博之 2P 3709</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3261</p>																																	

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
A	EP 2072259 A1 (AGFA GRAPHICS N.V.) 24.06.2009 (2009 - 06 - 24) Whole Document	1-11
-----		

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/040926

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-105159	A	15.06.2017	US	2017/0151780	A1	
				Claims 1-11, [0081], [0102], [0268], [0300]- [0408], FIG.15, FIG. 21			
WO	2021/130899	A1	01.07.2021	US	2023/0044536	A1	
				Claims 1-16, [0005]- [0006], [0077]-[0121], FIGs. 5-10			
				EP	4082797	A1	
				CN	114845876	A	
JP	2019-182943	A	24.10.2019	JP	2021-119227	A	
				JP	2022-189850	A	
JP	2013-503252	A	31.01.2013	US	2011/0064919	A1	
				WO	2011/029122	A1	
				EP	2556123	A1	
				TW	201109393	A	
				CA	2767188	A	
				KR	10-2012-0099205	A	
JP	59-207265	A	24.11.1984	US	4503444	A	
				EP	124190	A2	
EP	2072259	A1	24.06.2009	WO	2009/080684	A1	