

Declaration of Translator

I, Yuichi Kawashima, am qualified to translate Japanese to English by the following qualifications: I am a native Japanese speaker and I graduated from Sophia University, majoring in English, had a TOEIC score of 980 and grade 1 on the NIPTA patent translation exam.

I personally reviewed the attached translation of JP2007-76344A from Japanese into English, which, to the best of my abilities, I have confirmed is a true and correct translation thereof.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and correct, and I acknowledge that any willful false statement made in this declaration is punishable under 18 U.S.C. § 1001 by fine or imprisonment or both.


Signature

Yuichi Kawashima
Print Name

May 17th, 2023

Date

(19) Japan Patent Office (12) Laid-Open Patent Publication (A) (11) Publication No.
(JP)

JP-A-2007-
76344

(43) Publication date: March 29,
2007

(51) Int.Cl.	FI	Theme code (reference)
B41J 2/045 (Jan. 2006) B41J 2/055 (Jan. 2006)	B41J 3/04 103A	2C057

Request for examination: not yet filed Number of claims: 11 OL (18 pages
in total)

(21)Application Number: JP 2005-271122	(71)Applicant: 000006747 Ricoh KK Nakamagome 1-3-6, Ota, Tokyo, japan
(22)Filing Date: September 16, 2005	(74)Representative: 230100631 Attorney Tomiyasu Inamoto (72)Inventor: Takeyasu Yoshida c/o Ricoh KK Nakamagome 1-3-6, Ota, Tokyo, japan F term (reference) 2C057 AF06 AG12 AG42 AL19 AL26 AM16 AM17 AR04 AR07 AR08 AR16 AR20 BA03 BA14

(54) IMAGE FORMATION DEVICE

(57) ABSTRACT

PROBLEM: A refill amount changes between the time of low temperature and the time of high temperature, a difference in ejection droplet amount becomes large between during low-frequency driving and during high-frequency driving, and thus stable droplet ejection by high-frequency driving cannot be performed.

SOLUTION: To reduce pulling of the final droplet ejection drive signal P5 and increase pushing, a drive waveform generation unit that generates a drive waveform including one or a plurality of preliminary drive signal P4 that does not cause a liquid droplet to

be ejected or has a relatively slow droplet speed before the droplet ejection drive signal P5 that causes a liquid droplet to be ejected is included, and the droplet speed at the time of causing a liquid droplet to be ejected with the droplet ejection drive signal P5 following the preliminary drive signal P4 is made relatively faster than the droplet speed at the time of causing a liquid droplet to be ejected with the droplet ejection drive signal P5 alone.

CLAIMS

1. An image formation device comprising: a recording head including a nozzle that ejects a liquid droplet of a recording liquid, a pressure generation chamber with which this nozzle communicates, and a pressure generation unit that generates a pressure for pressurizing a recording liquid in this pressure generation chamber; and a drive waveform generation unit that generates a drive waveform including a plurality of time-series drive signals to be applied to the pressure generation unit of this recording head, wherein

the image formation device includes a unit that generates a drive waveform including one or a plurality of preliminary drive signals that does not cause a liquid droplet to be ejected or has a relatively low droplet speed before a droplet ejection drive signal that causes a liquid droplet to be ejected, and a droplet speed when a liquid droplet is ejected with the droplet ejection drive signal following the preliminary drive signal is relatively higher than a droplet speed when a liquid droplet is ejected with the droplet ejection drive signal alone.

2. The image formation device according to claim 1, wherein the droplet ejection drive signal causes a liquid droplet to be ejected at a resonance timing of pressure fluctuation by the preliminary drive signal.

3. The image formation device according to claim 1 or 2, wherein a droplet speed of ejection when the preliminary drive signal and the droplet ejection drive signal are sequentially applied is a target droplet speed.

4. The image formation device according to any of claims 1 to 3, wherein the preliminary drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand, the droplet ejection drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand

and a contraction waveform element that causes the pressure generation chamber to contract after expansion, and a potential difference of an expansion waveform element of the droplet ejection drive signal is smaller than a potential difference of an expansion waveform element of the preliminary drive signal.

5. The image formation device according to any of claims 1 to 4, wherein the droplet ejection drive signal includes a waveform element that causes the pressure generation chamber in a contracted state after droplet ejection to expand, and this waveform element causes the pressure generation chamber to contract in an antiphase to a pressure fluctuation of the pressure generation chamber by a previous waveform element.

6. The image formation device according to any of claims 1 to 4, wherein the droplet ejection drive signal includes a waveform element that causes the pressure generation chamber in a contracted state after droplet ejection to further contract and a waveform element that causes the pressure generation chamber to expand after contraction, and each waveform element causes the pressure generation chamber to contract and expand in an antiphase to pressure fluctuation of the pressure generation chamber by a waveform element up to a waveform element that causes the liquid droplet to be ejected.

7. The image formation device according to any of claims 1 to 3, wherein the droplet ejection drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand and a contraction waveform element that causes the pressure generation chamber to contract after expansion, and the image formation device further includes a unit that generates a plurality of drive waveforms having different ratios of a potential difference of the contraction waveform element to a potential difference of the expansion waveform element.

8. The image formation device according to claim 7, wherein a potential difference of the expansion waveform element is equal to or twice a potential difference of the contraction waveform element.
9. The image formation device according to claim 7, wherein a potential difference of the contraction waveform element is equal to or thrice a potential difference of the expansion waveform element.
10. The image formation device according to any of claims 7 to 9, wherein based on an environmental temperature, a drive waveform in which a ratio of a potential difference of the expansion waveform element to a potential difference of the contraction waveform element is small is output at a time of a low temperature and a drive waveform in which a ratio of a potential difference of the expansion waveform element to a potential difference of the contraction waveform element is large is output at a time of a high temperature.
11. The image formation device according to any of claims 1 to 3, wherein the droplet ejection drive signal includes a contraction waveform element that causes the pressure generation chamber to contract from a state where the preliminary drive signal is applied, and an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand after contraction.

Detailed Description of Invention

Technical Field

[0001]

The present invention relates to an image formation device, and more specifically to an image formation device including a recording head that ejects a liquid droplet of a recording liquid.

Related Art

[0002]

Examples of various types of image formation devices such as a printer, a facsimile machine, a copier, a plotter, and a printer/fax/copier multifunction printer include a serial image formation device in which a recording head (print head) including a liquid droplet ejection head that ejects a liquid droplet of a recording liquid (for example, ink) is mounted on a carriage, this carriage is caused to perform serial scanning in a direction orthogonal to a conveyance direction of a recorded medium (hereinafter, the term “sheet” is used, but the material is not limited to paper, and is also referred to as recording medium, recording sheet, transfer material, and the like), the recorded medium is intermittently conveyed according to a recording width, and conveyance and recording are alternately repeated to form (recording and printing are also used synonymously) an image on the recorded medium, and a line image formation device including a line head.

[0003]

In order to perform gradation printing in such image formation device, for example, a common drive waveform including a plurality of drive signals (drive pulses) is generated within one printing cycle (within one drive cycle), and one or a plurality of drive signals is selected from this common drive waveform and applied to a pressure generation unit (actuator unit) for generating energy for ejecting a liquid droplet of a recording head, thus a liquid droplet having a same or different droplet size is caused to be ejected from the recording head and to be coalesced during flying, or a plurality of droplets is dropped to a same landing position, and thus a dot having a different size is formed.

[0004]

Regarding a drive waveform in such image formation device, for example, Patent Document 1 describes generating pulse signals including a plurality of ejection drive pulses to be output in time series within one printing cycle for ejecting a droplet, and, as a non-ejection drive pulse that gives tickling to meniscus to an extent that a liquid droplet is not ejected, a drive pulse including a first signal for expanding a pressure generation chamber, a second signal for holding an expanded state of the pressure generation chamber after the first signal, and a third signal for contracting the pressure generation chamber after the second signal.

Patent Document 1: JP-A-2005-041039

[0005]

Patent Document 2 describes including a signal supply unit that supplies an actuator with a drive signal including a first potential VL that increases a volume of a pressure chamber, a second potential VH that decreases the volume of the pressure chamber, and an intermediate potential VM between the first potential VL and the second potential VH, and a temperature detection unit that detects an environmental temperature or a temperature of ink, and that the signal supply unit supplies at least a main drive signal whose potential changes in order of the intermediate potential VM, the first potential VL, the second potential VH, and the intermediate potential VM, and changes a proportion $H = (VM - VL)/(VH - VL)$ of a difference between the intermediate potential VM and the first potential VL with respect to a difference between the second potential VH and the first potential VL between 0.5 to 1 according to a detected temperature of the temperature detection unit such that the ratio approaches 1 as the detected temperature of the temperature detection unit is lower.

Patent Document 2: JP-A-2003-127369

[0006]

Patent Document 3 describes that a drive waveform for forming one dot is changed based on presence or absence of an injection pulse signal immediately before and immediately after the one dot and a shape of a drive waveform of the injection pulse signal.

Patent Document 3: JP-A-2001-301206

Disclosure of Invention

Technical Problem

[0007]

As described above, in order to achieve both high printing speed and high image quality, a plurality of types of liquid droplets having different droplet amounts is ejected from a same nozzle, a drive waveform including a plurality of drive signals is generated within one drive cycle, and a drive signal is selectively applied, thus a small dot to a large dot are formed.

[0008]

A recording head and a recorded medium move in a serial image formation device, and a recorded medium moves in a line image formation device, and therefore it is necessary to land a liquid droplet at a target pixel position by adjusting droplet ejection timing and droplet speed.

[0009]

On the other hand, in order to further increase the printing speed by increasing a printing drive frequency, a refill amount (filling amount of a recording liquid into a pressure generation chamber) enough to be able to continuously eject large dots at a high frequency is required. Here, since the refill amount decreases in a low-temperature environment where the viscosity of the recording liquid increases, in order

to obtain high speed and high image quality regardless of the temperature environment, it is necessary to form the shape of a fluid resistance portion in which the refill amount is sufficient in the low-temperature environment. When the pressure generation chamber is expanded, the recording liquid flows in by refill from a common liquid chamber to the pressure generation chamber through the fluid resistance portion at the same time as drawing the meniscus.

[0010]

However, as the recording liquid temperature increases, the refill amount also increases, and the recording liquid flows into the pressure generation chamber more than the ejection droplet amount. As a result, the meniscus after liquid droplet ejection is brought into a raised state, and in a case where the next droplet is ejected in that state, the ejection becomes unstable or the ejection droplet amount increases. Since the refill amount also varies depending on the recording liquid viscosity, there is a problem that the ejection droplet amount varies depending on the temperature environment in a case where high frequency driving is performed.

[0011]

In the head described in Patent Document 2 described above, although temperature is taken into consideration, a change in the refill amount is not taken into consideration at all. Therefore, in a case of forming large dots by a plurality of pulses (drive signals) as described above, there is a problem that it is difficult to stably eject liquid droplets regardless of the temperature environment when ejecting liquid droplets at a high frequency.

[0012]

In the liquid droplet ejection method described in Patent Document 3, since the drive waveform is changed according to the presence or absence of the dots

immediately before and immediately after and the type of the drive waveform for large, medium, and small dots and non-injection, the number of drive waveforms increases, leading to an increase in design cost. Furthermore, there is also a problem that a configuration for selecting a drive waveform for each ejection channel becomes complicated, which leads to an increase in cost, and moreover, selecting a drive waveform by a printing pattern leads to an increase in printing processing time.

[0013]

The present invention has been made in view of the above problems, and it is an object of the present invention to provide an image formation device capable of reducing a difference in ejection droplet amount between during low-frequency driving and during high-frequency driving, performing stable droplet ejection during high-frequency driving, and forming a high-quality image at a high speed.

Solution to Problem

[0014]

In order to solve the above problems, an image formation device according to the present invention includes a unit that generates a drive waveform including one or a plurality of preliminary drive signals that does not cause a liquid droplet to be ejected or has a relatively low droplet speed before a droplet ejection drive signal that causes a liquid droplet to be ejected, in which a droplet speed when a liquid droplet is ejected by a droplet ejection drive signal following the preliminary drive signal is relatively higher than a droplet speed when a liquid droplet is ejected by a droplet ejection drive signal alone.

[0015]

Here, it is preferable that the droplet ejection drive signal causes a liquid

droplet to be ejected at a resonance timing of a pressure fluctuation by the preliminary drive signal. It is preferable that the droplet speed of ejection when the preliminary drive signal and the droplet ejection drive signal are sequentially applied is a target droplet speed.

[0016]

It is preferable that the preliminary drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand, the droplet ejection drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand and a contraction waveform element that causes the pressure generation chamber to contract after expansion, and the potential difference of the expansion waveform element of the droplet ejection drive signal is smaller than the potential difference of the expansion waveform element of the preliminary drive signal.

[0017]

Furthermore, it is preferable that the droplet ejection drive signal includes a waveform element that causes the pressure generation chamber in a contracted state after droplet ejection to expand, and this waveform element has a configuration of contracting in an antiphase to a pressure fluctuation of the pressure generation chamber by a previous waveform element, or the droplet ejection drive signal includes a waveform element that causes the pressure generation chamber in a contracted state after droplet ejection to further contract and a waveform element that causes the pressure generation chamber to expand after contraction, and each waveform element is configured to contract and expand in an antiphase to a pressure fluctuation of the pressure generation chamber by a waveform element up to the waveform element that causes a liquid droplet to be ejected.

[0018]

It is preferable that the droplet ejection drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand and a contraction waveform element that causes the pressure generation chamber to contract after expansion, and includes a unit that generates a plurality of drive waveforms having different ratios of the potential difference of the contraction waveform element to the potential difference of the expansion waveform element.

[0019]

In this case, it is possible to have a configuration in which the potential difference of the expansion waveform element is equal to or twice or equal to or thrice the potential difference of the contraction waveform element. It is preferable that, based on an environmental temperature, a drive waveform in which a ratio of a potential difference of the expansion waveform element to a potential difference of the contraction waveform element is small is output at a time of a low temperature and a drive waveform in which a ratio of a potential difference of the expansion waveform element to a potential difference of the contraction waveform element is large is output at a time of a high temperature.

[0020]

It is possible to give the droplet ejection drive signal a configuration to include a contraction waveform element that causes the pressure generation chamber to contract from a state where the preliminary drive signal is applied, and an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand after contraction.

Advantageous Effects of Invention

[0021]

An image formation device according to the present invention includes a unit

that generates a drive waveform including one or a plurality of preliminary drive signals that does not cause a liquid droplet to be ejected or has a relatively low droplet speed before a droplet ejection drive signal that causes a liquid droplet to be ejected, in which a droplet speed when a liquid droplet is ejected by a droplet ejection drive signal following the preliminary drive signal is relatively higher than a droplet speed when a liquid droplet is ejected by a droplet ejection drive signal alone. Therefore, it is possible to reduce a refill amount by a drive signal for ejecting a large dot and to reduce raising of a meniscus, to suppress a change in an ejection droplet amount during high-frequency driving, to reduce a difference in ejection droplet amount between during low-frequency driving and during high-frequency driving, to perform stable ejection during high-frequency driving, and to form a high-quality image at a high speed.

Best Mode for Carrying Out the Invention

[0022]

Hereinafter, embodiments of the present invention will be described with reference to the accompanying drawings. First, an example of a mechanism of the image formation device according to the present invention will be described with reference to Figs. 1 and 2. Fig. 1 is an explanatory side view for explaining an overall configuration of the mechanism, and Fig. 2 is an explanatory plan view of the mechanism.

In this image formation device, a carriage 3 is slidably held in a main scanning direction by a guide rod 1 and a guide rail 2, which are guide members laterally bridged on left and right side plates not illustrated, and a main scanning motor 4 performs moving scanning in an arrow direction (main scanning direction) in Fig. 2 via a timing belt 5 stretched between a driving pulley 6A and a driven pulley 6B.

[0023]

To this carriage 3 is attached four recording heads 7y, 7c, 7m, and 7k (when colors are not distinguished, the recording heads are called the “recording head 7”) including liquid droplet ejection heads that respectively eject ink droplets of, for example, yellow (Y), cyan (C), magenta (M), and black (K) with a plurality of ink ejection port being arrayed in a direction intersecting the main scanning direction and an ink droplet ejection direction facing downward.

[0024]

The carriage 3 is mounted with a sub tank 8 of each color for supplying ink of each color to the recording head 7. The sub tank 8 is replenished and supplied with ink from a main tank (ink cartridge) (not illustrated) via an ink supply tube 9.

[0025]

On the other hand, as a sheet feeder for feeding sheets 12 stacked on a sheet stacker (pressure plate) 11 such as a sheet feeding cassette 10, a semicircular roller (sheet feeding roller) 13 for separating and feeding the sheets 12 one by one from the sheet stacker 11 and a separation pad 14 made of a material having a great friction coefficient are included, and the separation pad 14 opposes the sheet feeding roller 13 and is biased on the sheet feeding roller 13 side.

[0026]

In order to convey the sheet 12 fed from this sheet feeder on a lower side of the recording head 7, a conveyance belt 21 for electrostatically adsorbing and conveying the sheet 12, a counter roller 22 for holding the sheet 12 to be fed from the sheet feeder via a guide 15 between the counter roller 22 and the conveyance belt 21 and conveying the sheet 12, a conveyance guide 23 for turning, by approximately 90°, the sheet 12 to be fed substantially vertically upward and causing the sheet to follow the conveyance belt

21, and a pressing roller 25 biased on the conveyance belt 21 side by a pressing member 24 are included. A charging roller 26, which is a charging unit for charging a surface of the conveyance belt 21 is included.

[0027]

Here, the conveyance belt 21, which is an endless belt, is stretched between a conveyance roller 27 and a tension roller 28, and is configured to circle in a belt conveyance direction (sub scanning direction) of Fig. 2 as the conveyance roller 27 is rotated from a sub scanning motor 31 via a timing belt 32 and a timing roller 33. A guide member 29 is arranged on the back surface side of the conveyance belt 21 corresponding to an image formation region by the recording head 7. The charging roller 26 is arranged to come into contact with a surface layer of the conveyance belt 21 and rotate following rotation of the conveyance belt 21.

[0028]

As illustrated in Fig. 2, a shaft of the conveyance roller 27 is attached with a slit disk 34 and provided with a sensor 35 that detects a slit of this slit disk 34, and the slit disk 34 and the sensor 35 constitute a rotary encoder 36.

[0029]

Furthermore, as a sheet discharger for discharging the sheet 12 recorded by the recording head 7, a separation claw 51 for separating the sheet 12 from the conveyance belt 21, a sheet discharge roller 52 and a sheet discharge roller 53, and a sheet discharge tray 54 for stocking the sheet 12 to be discharged are included.

[0030]

A back is removably attached with a double-sided sheet feeding unit 55. This double-sided sheet feeding unit 55 takes in and inverts the sheet 12 returned by reverse rotation of the conveyance belt 21, and feeds the sheet between the counter roller 22 and

the conveyance belt 21 again.

[0031]

As illustrated in Fig. 2, a maintenance and recovery mechanism 56 for maintaining and recovering a state of a nozzle of the recording head 7 is arranged in a non-printing region on one side in the scanning direction of the carriage 3.

[0032]

This maintenance and recovery mechanism 56 includes a cap 57 for capping a respective nozzle surface of the recording head 7, a wiper blade 58, which is a blade member for wiping the nozzle surface, and an idle ejection receiver 59 that receives a liquid droplet when idle ejection for ejecting a liquid droplet that does not contribute to recording is performed in order to discharge a thickened recording liquid.

[0033]

In the image formation device configured as described above, the sheets 12 are separated and fed one by one from the sheet feeder, and the sheet 12 fed substantially vertically upward is guided by the guide 15, sandwiched between the conveyance belt 21 and the counter roller 22, and conveyed. Furthermore, the leading end is guided by the conveyance guide 23, and pressed against the conveyance belt 21 by the pressing roller 25, and the conveyance direction is changed by substantially 90°.

[0034]

At this time, a controller not illustrated applies an alternating voltage, i.e., a voltage in which a positive output and a negative output are alternately repeated, to the charging roller 26 from an AC bias supply unit. The conveyance belt 21 is charged in an alternating charging voltage pattern, where positive and negative are alternately charged in a band shape with a predetermined width in the sub scanning direction, which is a circling direction. When the sheet 12 is fed onto the conveyance belt 21

charged alternately positive and negative, the sheet 12 is adsorbed to the conveyance belt 21 with electrostatic force, and the sheet 12 is conveyed in the sub scanning direction by the circling movement of the conveyance belt 21.

[0035]

Then, by driving the recording head 7 according to an image signal while moving the carriage 3 in forward path and return path directions, ink droplets are ejected onto the stopped sheet 12 to record one row, the sheet 12 is conveyed by a predetermined amount, and then recording of the next row is performed. When a recording end signal or a signal indicating that the rear end of the sheet 12 has reached the recording region is received, the recording operation is ended, and the sheet 12 is discharged to the sheet discharge tray 54.

[0036]

In a case of double-sided printing, when recording of the a front surface (surface to be printed first) ends, the conveyance belt 21 is rotated backward to feed the recorded sheet 12 into the double-sided sheet feeding unit 61, the sheet 12 is reversed (brought into a state where the back surface becomes a printing surface) and fed again between the counter roller 22 and the conveyance belt 21, timing control is performed, the sheet 12 is conveyed onto the conveyance belt 21 in the same manner as described above, recording is performed on the back surface, and the sheet 12 is discharged onto the discharging tray 54.

[0037]

During printing (recording) standby, the carriage 3 is moved to the maintenance and recovery mechanism 55 side, the nozzle surface of the recording head 7 is capped with the cap 57 to keep the nozzle in a wet state, and thus ejection failure due to ink drying is prevented. In a state where the recording head 7 is capped with the cap 57,

the recording liquid is sucked from the nozzle (called “nozzle suction” or “head suction”), a recovery operation of discharging a thickened recording liquid and air bubbles is performed, and wiping is performed by the wiper blade 58 in order to clean and remove the ink attached to the nozzle surface of the recording head 7 by this recovery operation. An idle ejection operation of ejecting ink not related to recording is performed before the start of recording, in the middle of recording, and the like. Due to this, stable ejection capability of the recording head 7 is maintained.

[0038]

Next, an example of a liquid ejection head constituting the recording head 7 will be described with reference to Figs. 3 and 4. Fig. 3 is an explanatory cross-sectional view along a long direction of the liquid chamber of the head, and Fig. 4 is an explanatory cross-sectional view in a short direction of the liquid chamber of the head (the direction in which the nozzles are arrayed).

[0039]

In this liquid droplet ejection head, for example, a channel plate 101 formed by anisotropically etching a single-crystal silicon substrate, a vibrating plate 102 formed by, for example, nickel electroforming joined to a lower surface of this channel plate 101, and a nozzle plate 103 joined to an upper surface of the channel plate 101 are joined and laminated, and these form a nozzle communication path 105, which is a channel with which a nozzle 104 that ejects a liquid droplet (ink droplet) communicates, a liquid chamber 106, which is a pressure generation chamber, and an ink supply port 109, which communicates with a common liquid chamber 108 for supplying ink to the liquid chamber 106 through a fluid resistance portion (supply path) 107.

[0040]

The liquid droplet ejection head includes two rows (only one row is illustrated

in Fig. 6) of laminated piezoelectric elements 121 as electromechanical transducer elements, which are pressure generation units (actuator units) for deforming the vibrating plate 102 and pressurizing the ink in the liquid chamber 106, and a base substrate 122 for joining and fixing the piezoelectric elements 121. A support column 123 is provided between the piezoelectric elements 121. This support column 123 is a portion formed simultaneously with the piezoelectric elements 121 by dividing a piezoelectric element member, but it simply serves as a support column because a drive voltage is not applied.

[0041]

The piezoelectric elements 121 are connected with an FPC cable 12 mounted with a drive circuit (drive IC) not illustrated.

[0042]

Then, a peripheral edge of the vibrating plate 102 is joined to a frame member 130, and this frame member 130 is provided with a through portion 131 that houses an actuator unit including the piezoelectric element 121 and the base substrate 122, a recess that becomes the common liquid chamber 108, and an ink supply hole 132 for supplying ink from the outside to this common liquid chamber 108. This frame member 130 is formed of, for example, thermosetting resin such as epoxy resin or polyphenylene sulfite by injection molding.

[0043]

Here, in the channel plate 101, for example, a single-crystal silicon substrate having a crystal plane orientation (110) is anisotropically etched using an alkaline etching solution such as an aqueous potassium hydroxide solution (KOH) to form the recess and the hole to become the nozzle communication path 105 and the liquid chamber 106. However, the channel plate is not limited to a single-crystal silicon

substrate, and other stainless substrates or photosensitive resins can also be used.

[0044]

The vibrating plate 102 is formed of a metal plate of nickel, and is produced by, for example, an electroforming method, but a metal plate, a joining member between metal and a resin plate, or the like can also be used. The piezoelectric element 121 and the support column 123 are bonded to this vibrating plate 102 with an adhesive, and the frame member 130 is further bonded with an adhesive.

[0045]

The nozzle plate 103 forms the nozzle 104 having a diameter of 10 to 30 μm corresponding to each liquid chamber 106, and is bonded to the channel plate 101 with an adhesive. In this nozzle plate 103, a water-repellent layer is formed via a required layer on the outermost surface of a surface of a nozzle formation member made of a metal member. The surface of this nozzle plate 103 becomes a nozzle surface 34a described above.

[0046]

The piezoelectric element 121 is a laminated piezoelectric element (here, PZT) in which a piezoelectric material 151 and an internal electrode 152 are alternately laminated. An individual electrode 153 and a common electrode 154 are connected to the internal electrodes 152 alternately drawn out to different end surfaces of this piezoelectric element 121. In this embodiment, the ink in the liquid chamber 106 is pressurized using displacement in d33 direction as a piezoelectric direction of the piezoelectric element 121, but the ink in the pressurized liquid chamber 106 may be pressurized using displacement in d31 direction as a piezoelectric direction of the piezoelectric element 121. One substrate 122 may assume a structure provided with one row of the piezoelectric element 121.

[0047]

In the liquid droplet ejection head configured as described above, for example, the piezoelectric element 121 contracts by lowering the voltage applied to the piezoelectric element 121 from the reference potential, the vibrating plate 102 descends and the volume of the liquid chamber 106 expands, whereby the ink flows into the liquid chamber 106, after that, the voltage applied to the piezoelectric element 121 is increased to extend the piezoelectric element 121 in the lamination direction, and the vibrating plate 102 is deformed in the nozzle 104 direction to contract the volume of the liquid chamber 106, whereby the recording liquid in the liquid chamber 106 is pressurized, and the droplets of the recording liquid are ejected (injected) from the nozzle 104.

[0048]

Then, by returning the voltage applied to the piezoelectric element 121 to the reference potential, the vibrating plate 102 is restored to the initial position, and the liquid chamber 106 expands to generate a negative pressure. Therefore, at this time, the liquid chamber 106 is filled with the recording liquid from the common liquid chamber 108. Then, after the vibration of the meniscus surface of the nozzle 104 is attenuated and stabilized, the operation for next liquid droplet ejection is performed.

[0049]

The drive method of this head is not limited to the above example (pulling-pushing), and pulling, pushing, and the like can be performed depending on the drive waveform.

[0050]

Next, an outline of a controller of this image formation device will be described with reference to the block diagram of Fig. 5.

A controller 200 includes a CPU 211 that controls the entire device, a ROM 202 that stores a program executed by the CPU 211 and other fixed data, a RAM 203 that temporarily stores image data and the like, a rewritable nonvolatile memory 204 for holding data even while the power supply of the device is cut off, and an ASIC 205 that processes image processing for performing various signal processing, rearrangement, and the like on the image data and input/output signals for controlling the entire device.

[0051]

This controller 200 includes an I/F 206 for transmitting and receiving data and signals to and from a host side, a print controller 207 including a data transfer unit for driving and controlling the recording head 7 and a drive waveform generation unit for generating a drive waveform according to the present invention, a head driver (driver IC) 208 for driving the recording head 107 provided on the carriage 3 side, a motor driver 210 for driving the main scanning motor 4 and the sub scanning motor 31, an AC bias supply unit 212 for supplying charging roller 34 with AC bias, and an I/O 213 for inputting detection signals from an encoder sensor 43 and the sensor 35 and detection signals from various sensors such as a temperature sensor 215 that detects an environmental temperature. This controller 200 is connected with an operation panel 214 for inputting and displaying information necessary for this device.

[0052]

Here, the controller 200 receives, by the I/F 206, print data and the like via a cable or a network from the host side such as an information processing device such as a personal computer, an image reading device such as an image scanner, and an imaging device such as a digital camera.

[0053]

Then, the CPU 201 of the controller 200 reads and analyzes the print data in a

reception buffer included in the I/F 206, performs necessary image processing, data rearrangement processing, and the like in the ASIC 205, and transfers this image data from the head drive controller 207 to the head driver 208. Generation of dot pattern data for image output is performed by a printer driver on the host side.

[0054]

The print controller 207 includes, a drive waveform generator including a D/A converter that performs D/A conversion of pattern data of a drive signal stored in the ROM, a voltage amplifier, and a current amplifier, and a drive waveform selector given to the head driver, and includes a drive waveform generation unit that generates a drive waveform including one drive pulse (drive signal) or a plurality of drive pulses (drive signals), and outputs the drive waveform to the head driver 208, in addition to transferring the above-described image data as serial data and outputting, to the head driver 208, a transfer clock, a latch signal, a droplet control signal (mask signal), and the like that are necessary for transfer of this image data and confirmation of transfer

[0055]

The head driver 208 drives the recording head 7 by selectively applying a drive signal constituting a drive waveform given from the print controller 207 based on image data corresponding to one row of the recording head 7 to be input serially to a drive element (for example, a piezoelectric element) that generates energy for ejecting a liquid droplet of the recording head 7. At this time, by selecting a drive pulse constituting the drive waveform, it is possible to separately form dots having different sizes such as a large droplet, a medium droplet, and a small droplet, for example.

[0056]

The CPU 201 calculates a drive output value (control value) for the main scanning motor 4 based on a speed detection value and a position detection value

obtained by sampling a detection pulse from the encoder sensor 43 constituting a linear encoder, and a speed target value and a position target value obtained from a speed/position profile stored in advance, and drives the main scanning motor 4 via the motor driver 210. Similarly, the CPU 201 calculates a drive output value (control value) for the sub scanning motor 31 based on a speed detection value and a position detection value obtained by sampling a detection pulse from the encoder sensor 35 constituting the rotary encoder, and the speed target value and the position target value obtained from the speed/position profile stored in advance, and drives the sub scanning motor 31 via the motor driver via the motor driver 210.

[0057]

Next, an example of this print controller 207 and the head driver 208 will be described with reference to Fig. 6.

As described above, the print controller 207 includes a drive waveform generator 301 that generates and outputs a drive waveform (common drive waveform) including a plurality of drive pulses (drive signals) within one print cycle, and a data transfer unit 302 that outputs 2-bit image data (gradation signal 0, 1) corresponding to a print image, a clock signal, a latch signal (LAT), and droplet control signals M0 to M3.

[0058]

The droplet control signal is a 2-bit signal that instructs, for each droplet, opening and closing of an analog switch 317, which is a switch unit described later, of the head driver 208. The droplet control signal makes a state transition to an H level (ON) with a waveform to be selected in accordance with the printing cycle of the common drive waveform, and makes a state transition to a L level (OFF) when not selected.

[0059]

The head driver 208 includes a shift register 311 to which a transfer clock (shift clock) and serial image data (gradation data: 2 bits/CH) from the data transfer unit 302 are input, a latch circuit 312 for latching each resist value of the shift register 311 by a latch signal, a decoder 313 that decodes the gradation data and control signals M0 to M3 and outputs a result, a level shifter 314 that converts the level of a logic level voltage signal of the decoder 313 into a level at which the analog switch 315 can operate, and an analog switch 316 that is on/off (opened/closed) by output of the decoder 313 provided via the level shifter 314.

[0060]

This analog switch 316 is connected to the selection electrode (individual electrode) 154 of each piezoelectric element 121, and receives the common drive waveform from the drive waveform generator 301. Therefore, the analog switch 316 is on according to the result of the decoder 313 decoding the serially-transferred image data (gradation data) and the control signals MN0 to MN3, and thus a required drive signal constituting the common drive waveform passes (is selected) and is applied to the piezoelectric element 121.

[0061]

Next, the drive waveform according to a first embodiment of the present invention generated and output by the drive waveform generator in this image formation device will be described with reference to Fig. 7 and subsequent drawings.

Here, for example, as illustrated in Fig. 7(a), the drive waveform generator 301 generates and outputs a plurality of drive signals P1 to P5 in time series. Therefore, by outputting the droplet control signals M0 to M3 as illustrated in Fig. 7(b) from the data transfer unit 302, it is possible to select and apply, to the piezoelectric element 121, the plurality of drive signals P1 to P5. The drive signal P4 is a preliminary drive signal in

the present invention, and the drive signal P5 is a droplet ejection drive signal.

[0062]

Namely, in the droplet control signal M1, the drive signal P2 is selected, and a liquid droplet (small droplet) forming a small dot is ejected from the recording head 7. In the droplet control signal M2, the drive signals P1 and P2 are selected, and two droplets are ejected from the recording head 7 and coalesced during flying, thereby ejecting a liquid droplet (medium droplet) forming a medium dot. In the droplet control signal M3, the drive signals P1 to P5 are selected, and four droplets are ejected from the recording head 7 corresponding to the drive signals P1, P2, P3, and P5 and coalesced during flying, thereby ejecting a liquid droplet (large droplet) forming a large dot.

[0063]

Then, details of the preliminary drive signal P4 and the droplet ejection drive signal P5 in the present invention will be described with reference to Fig. 8.

Here, the droplet ejection by the drive signal P5 is performed by pulling and pushing to eject a liquid droplet by falling the potential from a state where the intermediate potential VM is applied in advance to the piezoelectric element 121 to expand the liquid chamber 106, and then contracting the liquid chamber 106 by setting the potential to the potential VH, which is higher than the intermediate potential VM.

[0064]

The preliminary drive signal P4 includes an expansion waveform element a that causes the liquid chamber 106 to expand by falling from the intermediate potential VM, a waveform element b that holds the potential following this waveform element a, and a waveform element c that rises to the intermediate potential VM following the waveform element b. Here, the waveform element is a waveform element in which

droplet ejection is not performed even if the preliminary drive signal P4 is applied, but the waveform element may be a waveform element in which droplet ejection is performed at a slower droplet speed than when the droplet ejection drive signal P5 is applied following the preliminary drive signal P4.

[0065]

The droplet ejection drive signal P5 includes an expansion waveform element d that causes the liquid chamber 106 to expand by falling from the intermediate potential VM, a waveform element e that holds the potential following this waveform element d, a waveform element f that causes the liquid chamber 106 to contract by rising to the potential VH beyond the intermediate potential VM following the waveform element e, a waveform element g that holds the potential following this waveform element f, and a waveform element h that causes the liquid chamber 106 to expand by falling to the intermediate potential VM following the waveform element g.

[0066]

Here, the waveform element is a waveform element in which the droplet speed when the liquid droplet is ejected by the droplet ejection drive signal P5 following the preliminary drive signal P4 becomes relatively higher than the droplet speed when the liquid droplet is ejected by the droplet ejection drive signal P5 alone.

[0067]

The droplet ejection drive signal P5 has a waveform in which the waveform element f is output at the timing at which the phase becomes the same as the pressure fluctuation in the liquid chamber 106 generated by the preliminary drive signal P4. Namely, the droplet ejection drive signal P5 causes the liquid droplet to be ejected at the resonance timing of the pressure fluctuation by the preliminary drive signal P4 (see Fig. 9). The potential difference of the expansion waveform element d of the droplet

ejection drive signal P5 is made smaller than the potential difference of the expansion waveform element a of the preliminary drive signal P4.

[0068]

Therefore, when the preliminary drive signal P4 is applied, the liquid chamber 106 expands to generate pressure vibration, and at the same time, the ink flows into the liquid chamber 106 through the fluid resistance portion 107. The ink flows into the liquid chamber 106, and the ink meniscus of the nozzle 104 is brought into a raised state. By applying the droplet ejection drive signal P5 at this timing, it is possible to eject the ink droplet accumulated in the meniscus (see Fig. 9).

[0069]

As described above, by using a pressure wave by the preliminary drive signal P4, the droplet ejection drive signal P5 can cause a liquid droplet to be ejected at a required droplet speed even if a falling potential VL of the expansion waveform element d that causes the liquid chamber 106 to expand from the intermediate potential VM is decreased.

[0070]

The waveform element d that causes the liquid chamber 106 to expand is so small that inflow of ink into the liquid chamber 106 by the droplet ejection drive signal P5 is reduced, the raising of the meniscus after the liquid droplet ejection is reduced, and the ejection droplet amount can be kept constant even during high-frequency driving.

[0071]

The timing of the expansion waveform element h that causes the liquid chamber 106 to expand by returning the potential of the droplet ejection drive signal P5 after the droplet ejection from the potential VH to the intermediate potential VM is

assumed to be a time when residual pressure in the liquid chamber 106 after the droplet ejection becomes positive pressure. That is, by setting the timing to have an antiphase to the pressure, a damping effect can be generated and the meniscus state can be stabilized. Namely, by expanding the pressure generation chamber so as to have an antiphase to the residual vibration of the pressure after the droplet ejection, the residual vibration of the pressure is quickly suppressed, and the stability of the droplet ejection during high-frequency driving is further improved.

[0072]

In this manner, since a drive waveform including one or a plurality of preliminary drive signals that does not cause a liquid droplet to be ejected or has a relatively low droplet speed is generated before a droplet ejection drive signal that causes the liquid droplet to be ejected, and the droplet speed when the droplet is ejected with the droplet ejection drive signal following the preliminary drive signal is relatively higher than the droplet speed when the droplet is ejected with the droplet ejection drive signal alone, the refill amount associated with the droplet ejection can be reduced, and the ejection droplet amount can be kept substantially constant during low-frequency driving and during high-frequency driving. Namely, by reducing the refill amount by reducing as much as possible the pulling of the droplet ejection drive signal that causes the final droplet to be ejected and increasing the pushing as much as possible, the preliminary vibration before the final liquid droplet ejection drive signal is used to keep the ejection droplet amount substantially constant, and thus the droplet speed at the time of causing a liquid droplet to be ejected with the droplet ejection drive signal following the preliminary drive signal is made relatively faster than the droplet speed at the time of causing a liquid droplet to be ejected with the droplet ejection drive signal alone.

[0073]

Since the droplet ejection drive signal causes a liquid droplet to be ejected at the resonance timing of the pressure fluctuation by the preliminary drive signal, it is possible to efficiently eject the droplet by using the resonance of the pressure. Therefore, typically, it is possible to reduce the amount of ink flowing from the common liquid chamber when the pressure generation chamber is expanded by the final drive signal, to reduce a difference in ejection droplet amount between during low-frequency driving and during high-frequency driving, and to stably eject the droplets during high-frequency driving.

[0074]

Furthermore, since the droplet speed of ejection when the preliminary drive signal and the droplet ejection drive signal are sequentially applied is a target droplet speed, it is possible to reduce a difference in ejection droplet amount between during low-frequency driving and during high-frequency driving, and to perform stable ejection during high-frequency driving.

[0075]

Since the preliminary drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand, the droplet ejection drive signal includes an expansion waveform element that causes the pressure generation chamber to expand and a contraction waveform element that causes the pressure generation chamber to contract after expansion, and the potential difference of the expansion waveform element of the droplet ejection drive signal is smaller than the potential difference of the expansion waveform element of the preliminary drive signal, as described above, it is possible to reduce the amount of ink flowing from the common liquid chamber when the pressure generation chamber is expanded by the final drive signal, to reduce a difference in ejection droplet amount between during low-frequency

driving and during high-frequency driving, and to stably eject the droplets during high-frequency driving.

[0076]

Next, a drive waveform according to a second embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 10.

The droplet drive signal P5 here includes a waveform element i that rises from the potential VH to a potential VH2 to cause the contracted liquid chamber 106 to further contract after the waveform element g held following the waveform element f that causes the liquid chamber 106 to contract to eject a droplet, and a waveform element h2 that falls from the potential VH2 to the intermediate potential VM following this waveform element i.

[0077]

Namely, in the first embodiment, the liquid chamber 106 is expanded (by the waveform element h) to be damped when the pressure after droplet ejection is the positive pressure. However, in this second embodiment, after the potential VH after droplet ejection, the potential VH2 is set (by the waveform element i) to further contract the liquid chamber 106 at the timing when the residual pressure becomes negative, and the potential is returned to the intermediate potential VM so as to expand the liquid chamber 106 at the timing when the residual pressure becomes positive (by the waveform element h2).

[0078]

This gives a stronger damping effect than that of the first embodiment. Namely, by further contracting and expanding the pressure generation chamber so as to have an antiphase to the residual vibration of the pressure after droplet ejection, it is possible to more strongly suppress the residual vibration of the pressure, and it is

possible to perform more stable ejection during high-frequency driving.

[0079]

Next, a drive waveform according to a third embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 11.

Here, it is a waveform that gives a plurality of (here, three) preliminary drive signals P41, P42, and P43 before the droplet ejection drive signal P5. The waveform elements a, b, and c of the preliminary drive signals P41, P42, and P43 are denoted by sub reference numerals “1”, “2”, and “3”, respectively. These preliminary drive signals P41, P42, and P43 may have the same waveform or different waveforms.

[0080]

In this manner, by applying the plurality of preliminary drive waveforms, it is possible to arbitrarily eject a larger droplet amount than that in the first and second embodiments.

[0081]

Next, a drive waveform according to a fourth embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 12.

In this embodiment, a unit that generates and outputs a low-temperature drive waveform PL including a preliminary drive signal P401 and a droplet ejection drive signal P501 illustrated in Fig. 12(a), an ordinary-temperature drive waveform PM including a preliminary drive signal P402 and a droplet ejection drive signal P502 illustrated in Fig. 12(b), and a high-temperature drive waveform PH including a preliminary drive signal P403 and a droplet ejection drive signal P503 illustrated in Fig. 12(c).

[0082]

Here, the droplet ejection drive signals P501, P502, and P503 differentiate the

ratio of the potential difference from the potential VL to the potential VH of the waveform element f that causes the liquid chamber 106 to contract to the potential difference from the intermediate potential VM to the potential VL of the waveform element d that causes the liquid chamber 106 to expand, and in the high-temperature drive waveform PH, the ratio is made equal to or twice, preferably equal to or thrice.

[0083]

Specifically, the potential difference between the waveform element a of the preliminary drive signal P401 of the low-temperature drive waveform PL and the waveform element d of the droplet ejection drive signal P501 is greater than the potential difference between the waveform element a of the preliminary drive signal P402 of the ordinary-temperature drive waveform PM and the waveform element d of the droplet ejection drive signal 502, and the potential difference between the waveform element a of the preliminary drive signal P403 of the high-temperature drive waveform PH and the waveform element d of the droplet ejection drive signal P503 is smaller than the potential difference between the waveform element a of the preliminary drive signal P402 of the ordinary-temperature drive waveform PM and the waveform element d of the droplet ejection drive signal 502.

[0084]

As described above, since the viscosity of the recording liquid (ink) increases as the environmental temperature decreases, that is, the fluidity decreases, the refill amount decreases in a low-temperature environment where the viscosity of the recording liquid increases, and increases in a high-temperature environment where the recording liquid decreases. Then, in the low-temperature drive waveform PL used in a low-temperature environment, the potential difference for expanding the liquid chamber 106 is increased (further expanded) to secure the refill amount, and in the high-

temperature drive waveform PH used in a high-temperature environment, the potential difference for expanding the liquid chamber 106 is decreased (not further expanded) to limit the refill amount, and thus the meniscus state after ejection can be made constant regardless of the temperature environment, and uniform droplets can be ejected regardless of the temperature.

[0085]

Here, in switching of the drive waveform, as illustrated in Fig. 13, the environmental temperature is detected based on a detection signal from the temperature sensor 215, and compared with predetermined temperature zones (sections) of low temperature, ordinary temperature, and high temperature to determine as to which of low temperature, ordinary temperature, and high temperature. According to a determination result, the drive waveform data for generating the low-temperature drive waveform PL is selected in the case of low temperature, the drive waveform data for generating the ordinary-temperature drive waveform PM is selected in the case of ordinary temperature, and the drive waveform data for generating the high-temperature drive waveform PH is selected in the case of high temperature, and the respective drive waveforms are generated and output.

[0086]

Next, a drive waveform according to a fifth embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 14.

This drive waveform is a waveform without the waveform element e that causes the liquid chamber 106 to expand before the waveform element f that causes the liquid chamber 106 to contract to eject a droplet of the preliminary drive signal P4 and the droplet ejection drive signal P5.

[0087]

As described above, since the refill amount varies depending on the temperature, depending on the recording liquid to be used, the drive waveform is a waveform without the waveform element e that causes the liquid chamber 106 to expand before the waveform element f in this manner, and thus the recording liquid is prevented from flowing into the liquid chamber 106, the difference in ejection droplet amount during low-frequency driving and during high-frequency driving is reduced, and stable ejection during high-frequency driving is performed.

[0088]

In the above embodiments, the present invention has been described with a serial image formation device having a printer configuration. However, the present invention is not limited to this, and can be applied to a serial image formation device having a printer/facsimile/copier multifunction printer (MFP) configuration, other line image formation devices, and the like.

Brief Description of Drawings

[0089]

Fig. 1 is an explanatory side view explaining an overall configuration of the mechanism of the image formation device according to the present invention.

Fig. 2 is an explanatory plan view of the mechanism.

Fig. 3 is an explanatory cross-sectional view along a long direction of the liquid chamber, illustrating an example of the liquid ejection head constituting the recording head in the image formation device.

Fig. 4 is an explanatory cross-sectional view along a short direction of the liquid chamber, similarly.

Fig. 5 is an explanatory block diagram illustrating an outline of the controller

in the image formation device.

Fig. 6 is an explanatory block diagram illustrating an example of the print controller and the head driver.

Fig. 7 is an explanatory diagram for explaining a drive waveform according to the first embodiment of the present invention.

Fig. 8 is an enlarged explanatory view of portions of a preliminary drive signal and a droplet ejection drive signal of the drive waveform, similarly.

Fig. 9 is an explanatory view for explaining a relationship between the preliminary drive signal and the droplet ejection drive signal, and a of the liquid chamber pressure change.

Fig. 10 is an enlarged explanatory view of portions of a preliminary drive signal and a droplet ejection drive signal of a drive waveform according to the second embodiment of the present invention.

Fig. 11 is an enlarged explanatory view of portions of a preliminary drive signal and a droplet ejection drive signal of a drive waveform according to the third embodiment of the present invention.

Fig. 12 is an enlarged explanatory view of portions of a preliminary drive signal and a droplet ejection drive signal of a drive waveform corresponding to the temperature according to the fourth embodiment of the present invention.

Fig. 13 is a flowchart for explaining the drive waveform selection processing according to the embodiment.

Fig. 14 is an enlarged explanatory view of portions of a preliminary drive signal and a droplet ejection drive signal of a drive waveform according to the fifth embodiment of the present invention.

Description of Reference Signs

[0090]

3	carriage
7	recording head
7k, 7c, 7m, 7y	recording head
104	nozzle
106	liquid chamber (pressure generation chamber)
121	piezoelectric element (pressure generation unit)
207	print controller
208	head driver
301	drive waveform generator
302	data transfer unit

FIG. 2

- 1 BELT CONVEYANCE DIRECTION (SUB SCANNING DIRECTION)
- 2 MAIN SCANNING DIRECTION
- 3 RETURN PATH
- 4 FORWARD PATH

FIG. 5

- 3 CARRIAGE
- 4 MAIN SCANNING MOTOR
- 7 RECORDING HEAD
- 21 CONVEYANCE BELT
- 26 CHARGING ROLLER
- 31 SUB SCANNING MOTOR
- 35 ENCODER SENSOR
- 43 ENCODER SENSOR
- 206 HOST I/F
- 207 PRINT CONTROLLER
- 208 HEAD DRIVER
- 210 MOTOR DRIVER
- 212 AC BIAS SUPPLY UNIT
- 214 OPERATION PANEL
- 215 TEMPERATURE SENSOR

FIG. 6

- 5 COMMON DRIVE WAVEFORM

6	DROPLET CONTROL SIGNAL
7	LATCH SIGNAL
8	IMAGE DATA
9	TRANSFER CLOCK
121	PIEZOELECTRIC ELEMENT
301	DRIVE WAVEFORM GENERATOR
302	DATA TRANSFER UNIT
311	SHIFT REGISTER
312	LATCH CIRCUIT
313	DECODER
314	LEVEL SHIFTER
315	ANALOG SWITCH

FIG. 7

10	(a) DRIVE WAVEFORM
11	(b) CONTROL SIGNAL

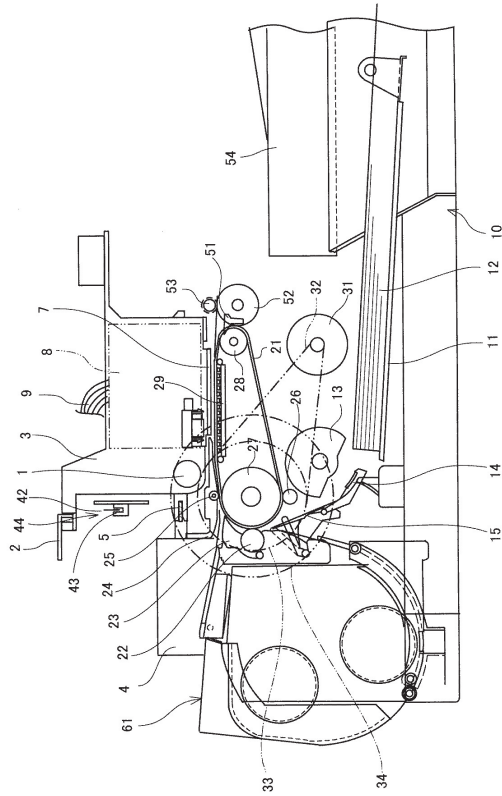
FIG. 9

12	PRELIMINARY + DROPLET EJECTION
13	PRELIMINARY
14	(a) PRESSURE CHANGE
15	DROPLET EJECTION
16	(b) DRIVE SIGNAL
17	PRELIMINARY

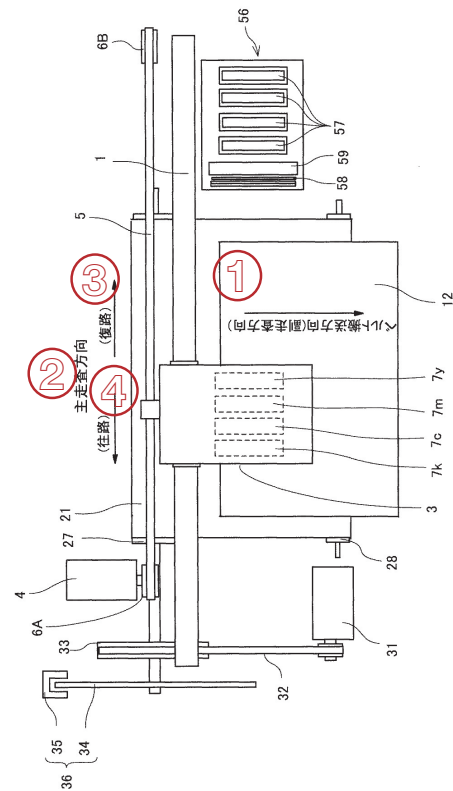
FIG. 13

18 DETECT TEMPERATURE
19 LOW TEMPERATURE
20 Y (LOW TEMPERATURE)
21 ORDINARY TEMPERATURE
22 N (HIGH TEMPERATURE)
23 Y (ORDINARY TEMPERATURE)
24 SELECT LOW-TEMPERATURE DRIVE WAVEFORM
25 SELECT ORDINARY-TEMPERATURE DRIVE WAVEFORM
26 SELECT HIGH-TEMPERATURE DRIVE WAVEFORM

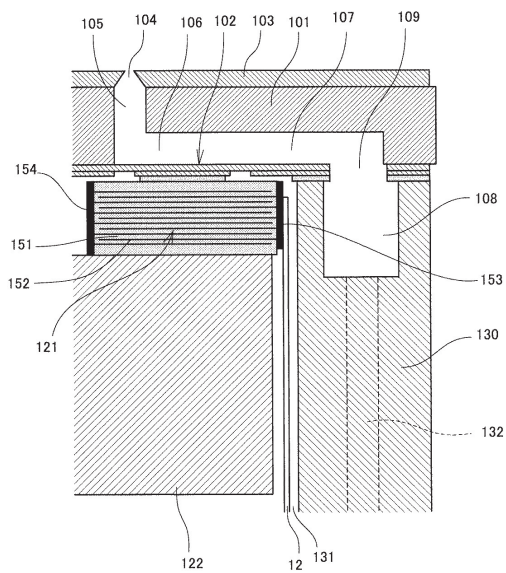
【図 1】



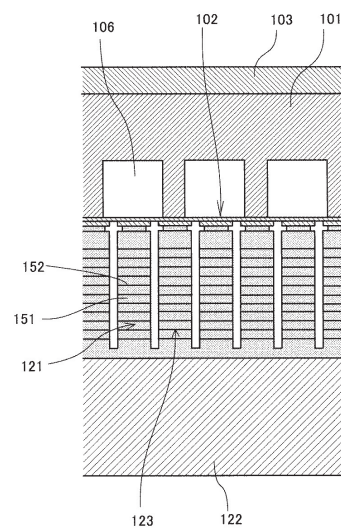
【図 2】



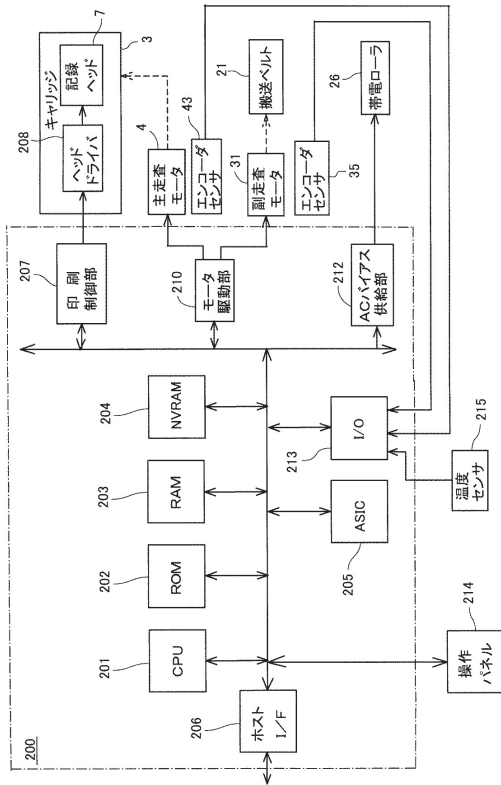
【図 3】



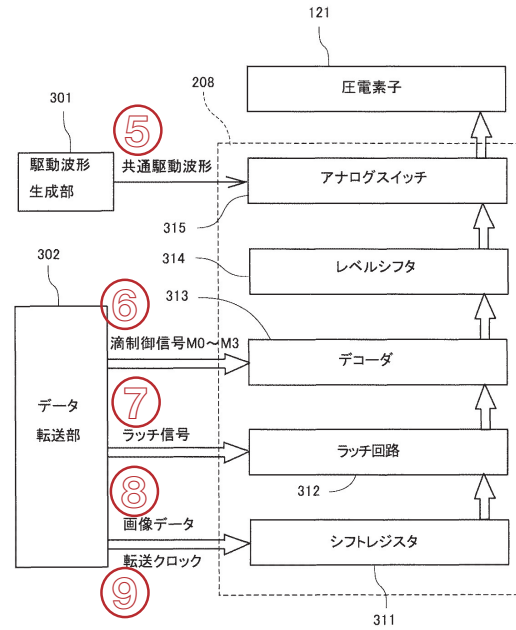
【図 4】



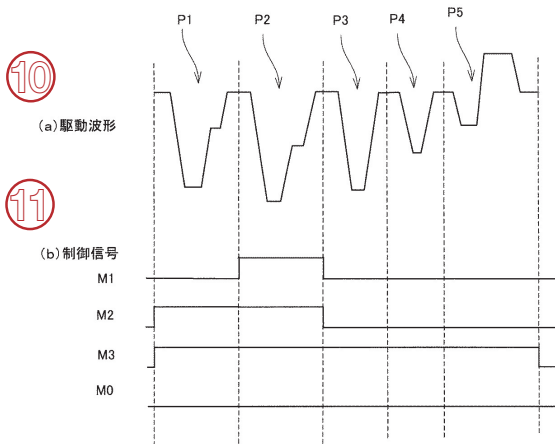
【図 5】



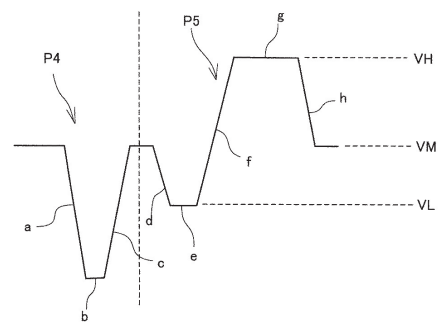
【図 6】



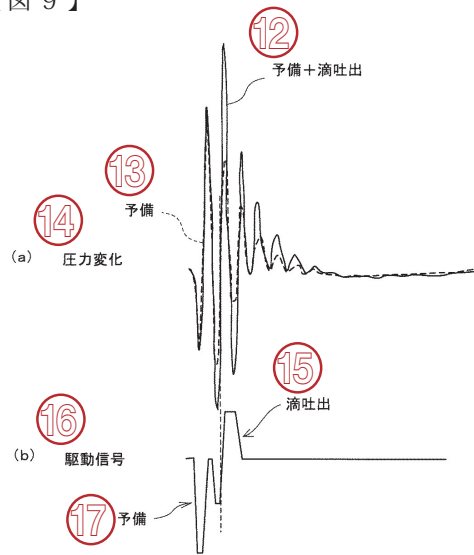
【図 7】



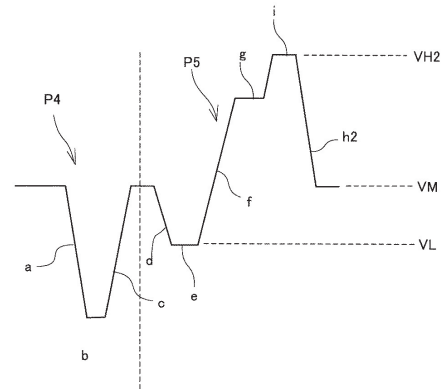
【図 8】



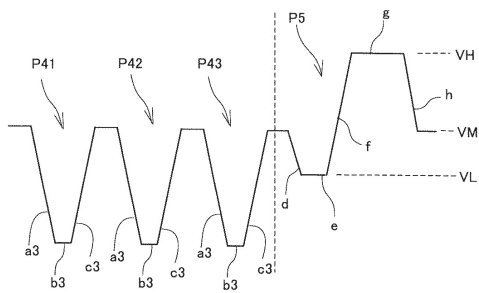
【図 9】



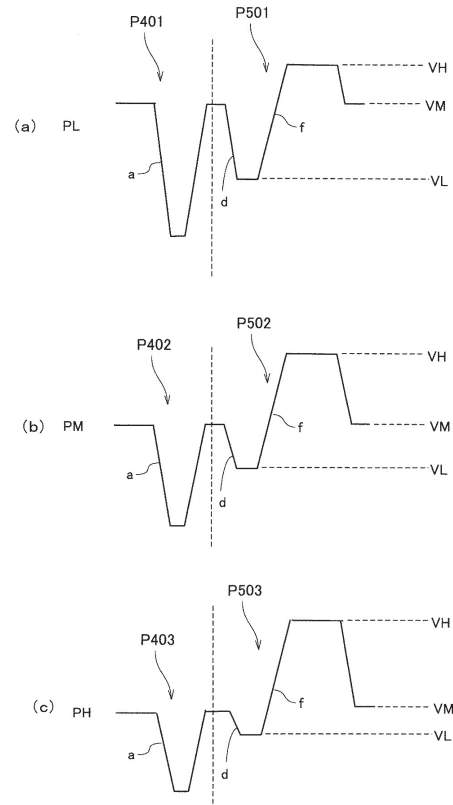
【図 10】



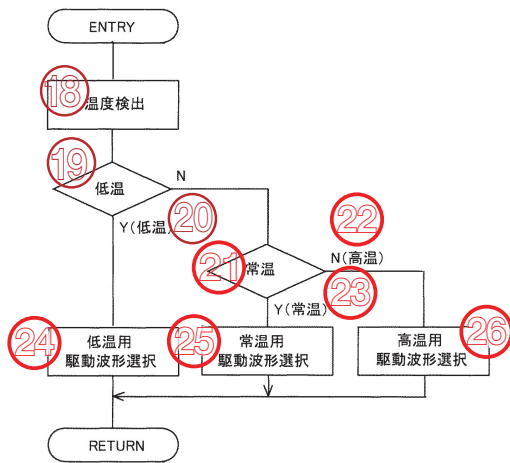
【図 11】



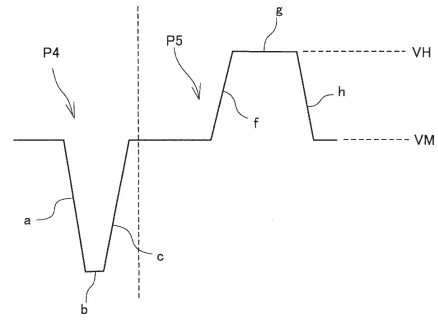
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-76344

(P2007-76344A)

(43) 公開日 平成19年3月29日(2007.3.29)

(51) Int. Cl.

F 1

テーマコード (参考)

B 4 1 J 2/045 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 A

2 C O 5 7

B 4 1 J 2/055 (2006.01)

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-271122 (P2005-271122)
 (22) 出願日 平成17年9月16日 (2005. 9. 16)

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 230100631
 弁護士 稲元 富保
 (72) 発明者 吉田 崇裕
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 Fターム(参考) 2C057 AF06 AG12 AG42 AL19 AL26
 AM16 AM17 AR04 AR07 AR08
 AR16 AR20 BA03 BA14

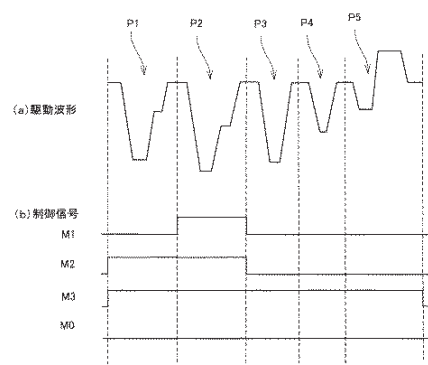
(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 低温時と高温時とではリフィル量に変化して、低周波駆動時と高周波駆動時とで吐出滴量の差が大きくなって、高周波駆動による安定して滴吐出を行なうことができない。

【解決手段】 最後の滴吐出駆動信号P5の引きを小さくし、押しを大きくするために、液滴を吐出させる滴吐出駆動信号P5の前に、液滴を吐出しない又は滴速度が相対的に遅い1又は複数の予備駆動信号P4を含む駆動波形を生成する駆動波形生成手段を備え、滴吐出駆動信号P5単独で液滴を吐出させたときの滴速度よりも予備駆動信号P4に続けた滴吐出駆動信号P5で液滴を吐出させたときの滴速度の方が相対的に速くなるようにする。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項1】

記録液の液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する圧力発生室と、この圧力発生室の記録液を加圧する圧力を発生させる圧力発生手段とを有する記録ヘッドと、この記録ヘッドの前記圧力発生手段に対して印加する、時系列的な複数の駆動信号からなる駆動波形を生成する駆動波形生成手段とを備える画像形成装置において、

液滴を吐出させる滴吐出駆動信号の前に、液滴を吐出ししない又は滴速度が相対的に遅い1又は複数の予備駆動信号を含む駆動波形を生成する手段を備え、前記滴吐出駆動信号単独で液滴を吐出させたときの滴速度よりも前記予備駆動信号に続けた前記滴吐出駆動信号で液滴を吐出させたときの滴速度の方が相対的に速いことを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】

請求項1に記載の画像形成装置において、前記滴吐出駆動信号は前記予備駆動信号による圧力変動の共振タイミングで液滴を吐出させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の画像形成装置において、前記予備駆動信号と滴吐出駆動信号とを順次印加したときに吐出される滴速度が目的とする滴速度であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれかに記載の画像形成装置において、前記予備駆動信号は前記圧力発生室を膨張させる膨張波形要素を含み、前記滴吐出駆動信号は前記圧力発生室を膨張させる膨張波形要素及び膨張後収縮させる収縮波形要素を含み、前記予備駆動信号の膨張波形要素の電位差よりも前記滴吐出駆動信号の膨張波形要素の電位差が小さいことを特徴とする画像形成装置。

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれかに記載の画像形成装置において、前記滴吐出駆動信号は、滴吐出後の収縮状態にある前記圧力発生室を膨張させる波形要素を含み、この波形要素はそれ以前の波形要素による前記圧力発生室の圧力変動と逆位相で収縮させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項6】

請求項1ないし4のいずれかに記載の画像形成装置において、前記滴吐出駆動信号は、滴吐出後の収縮状態にある前記圧力発生室を更に収縮させる波形要素及び収縮後膨張させる波形要素を含み、それぞれの波形要素は前記液滴を吐出させる波形要素までの波形要素による前記圧力発生室の圧力変動と逆位相で収縮、膨張させることを特徴とする画像形成装置。

【請求項7】

請求項1ないし3のいずれかに記載の画像形成装置において、前記滴吐出駆動信号は前記圧力発生室を膨張させる膨張波形要素及び膨張後収縮させる収縮波形要素を含み、前記膨張波形要素の電位差に対する前記収縮波形要素の電位差の比率が異なる複数の駆動波形を生成する手段を備えていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項8】

請求項7に記載の画像形成装置において、前記膨張波形要素の電位差が前記収縮波形要素の電位差の2倍以上であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項9】

請求項7に記載の画像形成装置において、前記収縮波形要素の電位差が前記膨張波形要素の電位差の3倍以上であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項10】

請求項7ないし9のいずれかに記載の画像形成装置において、環境温度に基づいて低温時は前記収縮波形要素の電位差に対する前記膨張波形要素の電位差の比率が小さい駆動波形を、高温時は前記収縮波形要素の電位差に対する前記膨張波形要素の電位差の比率が大

きい駆動波形をそれぞれ出力することを特徴とする画像形成装置。

【請求項11】

請求項1ないし3のいずれかに記載の画像形成装置において、前記滴吐出駆動信号は前記予備駆動信号を印加した状態から前記圧力発生室を収縮させる収縮波形要素と、収縮後【発明の詳細な説明】させる膨張波形要素とからなることを特徴とする画像形成装置。

【技術分野】

【0001】

本発明は画像形成装置に関し、特に記録液の液滴を吐出する記録ヘッドを備える画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ、プリンタ／ファックス／複写機複合機等の各種画像形成装置としては、記録液（例えばインク）の液滴を吐出する液滴吐出ヘッドで構成した記録ヘッド（印字ヘッド）をキャリッジに搭載して、このキャリッジを被記録媒体（以下「用紙」というが、材質を紙に限定するものではなく、また、記録媒体、記録紙、転写材などとも称される。）の搬送方向に対して直交する方向にシリアルスキャンさせるとともに、被記録媒体を記録幅に応じて間歇的に搬送し、搬送と記録を交互に繰り返すことによって被記録媒体に画像を形成（記録、印刷、印字、印写も同義で使用する。）するシリアル型画像形成装置、あるいはライン型ヘッドを備えたライン型画像形成装置がある。

【0003】

このような画像形成装置において階調印刷を行なうために、例えば1印字周期内（1駆動周期内）で複数の駆動信号（駆動パルス）からなる共通駆動波形を生成し、この共通駆動波形の内から1又は複数の駆動信号を選択して、記録ヘッドの液滴を吐出させるエネルギーを発生するための圧力発生手段（アクチュエータ手段）に対して印加することで、記録ヘッドから滴サイズが同じ又は異なる液滴を吐出させて、飛翔中に合体させることで、あるいは同じ着弾位置に複数滴を打ち込むことによって、大きさの異なるドットを形成するようにしたものがある。

【0004】

ところで、このような画像形成装置における駆動波形に関して、例えば特許文献1には、1印刷周期内に、液滴を吐出させるために時系列的に出力する複数の吐出駆動パルスと、液滴を吐出させない程度にメニスカスに微振動を与える非吐出駆動パルスとして、圧力発生室を膨張させる第1の信号と、第1の信号の後、圧力発生室の膨張状態を保持する第2の信号と、第2の信号の後、圧力発生室を収縮させる第3の信号とを含む駆動パルスを発生することが記載されている。

【特許文献1】特開2005-041039号公報

【0005】

特許文献2には、圧力室の容積を増加させる第1の電位VLと、圧力室の容積を減少させる第2の電位VHと、第1電位VLと第2電位VHとの間の中間電位VMとを含む駆動信号をアクチュエータに供給する信号供給手段と、環境温度またはインクの温度を検出する温度検出手段とを備え、信号供給手段は、中間電位VM、第1電位VL、第2電位VH、中間電位VMの順に電位が変化する主駆動信号を少なくとも供給し、第2電位VHと第1電位VLとの差に対する中間電位VMと第1電位VLとの差の割合 $H = (VM - VL) / (VH - VL)$ を、温度検出手段の検出温度が低いほど1に近づけるように、検出温度に応じて0.5～1の間で変化させることが記載されている。

【特許文献2】特開2003-127369号公報

【0006】

特許文献3には、1つのドットの直前および直後の噴射パルス信号の有無および該噴射パルス信号の駆動波形の形状にもとづいて、当該1ドットを形成する駆動波形を変更することが記載されている。

【特許文献3】特開2001-301206号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述したように、印字速度の高速化と高画質化を両立するために、同一のノズルから滴量の異なる複数の種類の液滴を吐出させ、一駆動周期内で複数の駆動信号を含む駆動波形を生成し、選択的に駆動信号を印加することで、小ドットから大ドットまでを形成することが行なわれている。

【0008】

また、シリアル型画像形成装置では記録ヘッド及び被記録媒体が、ライン型画像形成装置では被記録媒体が、それぞれ移動することから、滴吐出タイミングと滴速度を調整することで、狙った画素位置に液滴を着弾させなければならない。

【0009】

一方で、印字駆動周波数を上げることで更なる印字速度の高速化を図るために、大ドットを高周波で連続して吐出できるだけのリフィル量（圧力発生室への記録液の充填量）が必要となってくる。ここで、リフィル量は記録液の粘度が高くなる低温環境下において少なくなるため、温度環境によらず高速・高画質を得るためには、低温環境下でリフィル量が足りるような流体抵抗部の形状にする必要がある。圧力発生室を膨張させた場合、メニスカスを引き込むのと同時に流体抵抗部を通じて共通液室から圧力発生室へのリフィルによって記録液が流入する。

【0010】

しかしながら、記録液温度が上がるにつれてリフィル量も多くなり、吐出滴量以上に記録液が圧力発生室に流入してくる。その結果、液滴吐出後のメニスカスは盛り上がった状態となってしまう、その状態で次の滴を吐出させた場合には、吐出が不安定になったり、吐出滴量が多くなったりしてしまう。また、そのリフィル量も記録液粘度によって異なるため、高周波駆動を行なった場合には、温度環境によって吐出滴量が異なってしまうという課題を生じている。

【0011】

前述した特許文献2に記載のヘッドにあっては、温度を考慮しているものの、リフィル量の変化については何ら考慮されていないために、上述したように複数のパルス（駆動信号）によって大ドットを形成する場合、高周波で液滴を吐出させるときに温度環境によらず安定して液滴を吐出させることが難しいという課題がある。

【0012】

また、特許文献3に記載の液滴吐出方法にあっては、大、中、小の各ドットと非噴射に対して、直前および直後のドットの有無及び駆動波形の種類に応じて駆動波形を変更するために、駆動波形の数が多くなり、設計コストの増加につながる。さらに、吐出チャンネルごとに駆動波形を選択するための構成が複雑になり、コストの増加につながり、しかも、印写パターンによって駆動波形を選択することは印刷処理時間の増加につながるという課題も有している。

【0013】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、低周波駆動時と高周波駆動時の吐出滴量の差を小さくし、高周波駆動時の安定した滴吐出を行なうことができ、高速で高画質画像を形成できる画像形成装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の課題を解決するため、本発明に係る画像形成装置は、液滴を吐出させる滴吐出駆動信号の前に、液滴を吐出しない又は滴速度が相対的に遅い1又は複数の予備駆動信号を含む駆動波形を生成する手段を備え、滴吐出駆動信号単独で液滴を吐出させたときの滴速度よりも予備駆動信号に続けた滴吐出駆動信号で液滴を吐出させたときの滴速度の方が相

対的に速い構成とした。

【0015】

ここで、滴吐出駆動信号は予備駆動信号による圧力変動の共振タイミングで液滴を吐出させることが好ましい。また、予備駆動信号と滴吐出駆動信号とを順次印加したときに吐出される滴速度が目的とする滴速度であることが好ましい。

【0016】

また、予備駆動信号は圧力発生室を膨張させる膨張波形要素を含み、滴吐出駆動信号は圧力発生室を膨張させる膨張波形要素及び膨張後収縮させる収縮波形要素を含み、予備駆動信号の膨張波形要素の電位差よりも滴吐出駆動信号の膨張波形要素の電位差が小さいことが好ましい。

【0017】

さらに、滴吐出駆動信号は、滴吐出後の収縮状態にある圧力発生室を膨張させる波形要素を含み、この波形要素はそれ以前の波形要素による圧力発生室の圧力変動と逆位相で収縮させる構成、あるいは、滴吐出駆動信号は、滴吐出後の収縮状態にある圧力発生室を更に収縮させる波形要素及び収縮後膨張させる波形要素を含み、それぞれの波形要素は液滴を吐出させる波形要素までの波形要素による圧力発生室の圧力変動と逆位相で収縮、膨張させる構成とすることが好ましい。

【0018】

また、滴吐出駆動信号は圧力発生室を膨張させる膨張波形要素及び膨張後収縮させる収縮波形要素を含み、膨張波形要素の電位差に対する収縮波形要素の電位差の比率が異なる複数の駆動波形を生成する手段を備えていることが好ましい。

【0019】

この場合、膨張波形要素の電位差が収縮波形要素の電位差の2倍以上である構成、あるいは、3倍以上である構成とすることができる。また、環境温度に基づいて低温時は収縮波形要素の電位差に対する膨張波形要素の電位差の比率が小さい駆動波形を、高温時は収縮波形要素の電位差に対する膨張波形要素の電位差の比率が大きい駆動波形をそれぞれ出力することが好ましい。

【0020】

さらに、滴吐出駆動信号は予備駆動信号を印加した状態から圧力発生室を収縮させる収縮波形要素と、収縮後圧力発生室を膨張させる膨張波形要素とからなる構成とすることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る画像形成装置によれば、液滴を吐出させる滴吐出駆動信号の前に、液滴を吐出ししない又は滴速度が相対的に遅い1又は複数の予備駆動信号を含む駆動波形を生成する手段を備え、滴吐出駆動信号単独で液滴を吐出させたときの滴速度よりも予備駆動信号に続けた滴吐出駆動信号で液滴を吐出させたときの滴速度の方が相対的に速い構成としたので、大ドットを吐出させるための駆動信号によるリフィル量を少なくしてメニスカスの盛り上がり小さくすることができ、高周波駆動時の吐出滴量の変化を抑えることができ、低周波駆動時と高周波駆動時の吐出滴量の差を小さくし、高周波駆動時の安定した滴吐出を行なうことができ、高速で高画質画像を形成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。まず、本発明に係る画像形成装置の機構部の一例について図1及び図2を参照して説明する。図1は同機構部の全体構成を説明する側面説明図、図2は同機構部の平面説明図である。

この画像形成装置は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材であるガイドロッド1とガイドレール2とでキャリッジ3を主走査方向に摺動自在に保持し、主走査モータ4で駆動プーリ6Aと従動プーリ6Bとの間に張架したタイミングベルト5を介して図2で矢示方向（主走査方向）に移動走査する。

【0023】

このキャリッジ3には、例えば、それぞれイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（K）のインク滴を吐出する液滴吐出ヘッドからなる4個の記録ヘッド7_y、7_c、7_m、7_k（色を区別しないときは「記録ヘッド7」という。）を複数のインク吐出口を主走査方向と交叉する方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。

【0024】

キャリッジ3には、記録ヘッド7に各色のインクを供給するための各色のサブタンク8を搭載している。このサブタンク8にはインク供給チューブ9を介して図示しないメインタンク（インクカートリッジ）からインクが補充供給される。

【0025】

一方、給紙カセット10などの用紙積載部（圧板）11上に積載した用紙12を給紙するための給紙部として、用紙積載部11から用紙12を1枚ずつ分離給送する半月コロ（給紙ローラ）13及び給紙ローラ13に対向し、摩擦係数の大きな材質からなる分離パッド14を備え、この分離パッド14は給紙ローラ13側に付勢されている。

【0026】

そして、この給紙部から給紙された用紙12を記録ヘッド7の下方側で搬送するため、用紙12を静電吸着して搬送するための搬送ベルト21と、給紙部からガイド15を介して送られる用紙12を搬送ベルト21との間で挟んで搬送するためのカウンタローラ22と、略鉛直上方に送られる用紙12を略90°方向転換させて搬送ベルト21上に倣わせるための搬送ガイド23と、押さえ部材24で搬送ベルト21側に付勢された押さえコロ25とを備えている。また、搬送ベルト21表面を帯電させるための帯電手段である帯電ローラ26を備えている。

【0027】

ここで、搬送ベルト21は、無端状ベルトであり、搬送ローラ27とテンションローラ28との間に掛け渡されて、副走査モータ31からタイミングベルト32及びタイミングローラ33を介して搬送ローラ27が回転されることで、図2のベルト搬送方向（副走査方向）に周回するように構成している。なお、搬送ベルト21の裏面側には記録ヘッド7による画像形成領域に対応してガイド部材29を配置している。また、帯電ローラ26は、搬送ベルト21の表層に接触し、搬送ベルト21の回転に従動して回転するように配置されている。

【0028】

また、図2に示すように、搬送ローラ27の軸には、スリット円板34を取り付け、このスリット円板34のスリットを検知するセンサ35を設けて、これらのスリット円板34及びセンサ35によってロータリエンコーダ36を構成している。

【0029】

さらに、記録ヘッド7で記録された用紙12を排紙するための排紙部として、搬送ベルト21から用紙12を分離するための分離爪51と、排紙ローラ52及び排紙コロ53と、排紙される用紙12をストックする排紙トレイ54とを備えている。

【0030】

また、背部には両面給紙ユニット55が着脱自在に装着されている。この両面給紙ユニット55は搬送ベルト21の逆方向回転で戻される用紙12を取り込んで反転させて再度カウンタローラ22と搬送ベルト21の間に給紙する。

【0031】

さらに、図2に示すように、キャリッジ3の走査方向の一方側の非印字領域には、記録ヘッド7のノズルの状態を維持し、回復するための維持回復機構56を配置している。

【0032】

この維持回復機構56は、記録ヘッド7の各ノズル面をキャッピングするための各キャップ57と、ノズル面をワイピングするためのブレード部材であるワイパーブレード58と、増粘した記録液を排出するために記録に寄与しない液滴を吐出させる空吐出を行なうとき

の液滴を受ける空吐出受け59などを備えている。

【0033】

このように構成した画像形成装置においては、給紙部から用紙12が1枚ずつ分離給紙され、略鉛直上方に給紙された用紙12はガイド15で案内され、搬送ベルト21とカウンタローラ22との間に挟まれて搬送され、更に先端を搬送ガイド23で案内されて押さえコロ25で搬送ベルト21に押し付けられ、略90°搬送方向を転換される。

【0034】

このとき、図示しない制御部によってACバイアス供給部から帯電ローラ26に対してプラス出力とマイナス出力とが交互に繰り返すように、つまり交番する電圧が印加され、搬送ベルト21が交番する帯電電圧パターン、すなわち、周回方向である副走査方向に、プラスとマイナスが所定の幅で帯状に交互に帯電されたものとなる。このプラス、マイナス交互に帯電した搬送ベルト21上に用紙12が給送されると、用紙12が搬送ベルト21に静電力で吸着され、搬送ベルト21の周回移動によって用紙12が副走査方向に搬送される。

【0035】

そこで、キャリッジ3を往路及び復路方向に移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド7を駆動することにより、停止している用紙12にインク滴を吐出して1行分を記録し、用紙12を所定量搬送後、次の行の記録を行なう。記録終了信号又は用紙12の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了して、用紙12を排紙トレイ54に排紙する。

【0036】

また、両面印刷の場合には、表面（最初に印刷する面）の記録が終了したときに、搬送ベルト21を逆回転させることで、記録済みの用紙12を両面給紙ユニット61内に送り込み、用紙12を反転させて（裏面が印刷面となる状態にして）再度カウンタローラ22と搬送ベルト21との間に給紙し、タイミング制御を行って、前述したと同様に搬送ベルト21上に搬送して裏面に記録を行った後、排紙トレイ54に排紙する。

【0037】

また、印字（記録）待機中にはキャリッジ3は維持回復機構55側に移動されて、キャップ57で記録ヘッド7のノズル面がキャッピングされて、ノズルを湿润状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、キャップ57で記録ヘッド7をキャッピングした状態でノズルから記録液を吸引し（「ノズル吸引」又は「ヘッド吸引」という。）し、増粘した記録液や気泡を排出する回復動作を行い、この回復動作によって記録ヘッド7のノズル面に付着したインクを清掃除去するためにワイパーブレード58でワイピングを行なう。また、記録開始前、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出する空吐出動作を行なう。これによって、記録ヘッド7の安定した吐出性能を維持する。

【0038】

次に、記録ヘッド7を構成している液体吐出ヘッドの一例について図3及び図4を参照して説明する。なお、図3は同ヘッドの液室長手方向に沿う断面説明図、図4は同ヘッドの液室短手方向（ノズルの並び方向）の断面説明図である。

【0039】

この液滴吐出ヘッドは、例えば単結晶シリコン基板を異方性エッチングして形成した流路板101と、この流路板101の下面に接合した例えばニッケル電鍍で形成した振動板102と、流路板101の上面に接合したノズル板103とを接合して積層し、これらによって液滴（インク滴）を吐出するノズル104が連通する流路であるノズル連通路105及び圧力発生室である液室106、液室106に流体抵抗部（供給路）107を通じてインクを供給するための共通液室108に連通するインク供給口109などを形成している。

【0040】

また、振動板102を変形させて液室106内のインクを加圧するための圧力発生手段（アクチュエータ手段）である電気機械変換素子としての2列（図6では1列のみ図示）

の積層型圧電素子121と、この圧電素子121を接合固定するベース基板122とを備えている。なお、圧電素子121の間には支柱部123を設けている。この支柱部123は圧電素子部材を分割加工することで圧電素子121と同時に形成した部分であるが、駆動電圧を印加しないので単なる支柱となる。

【0041】

また、圧電素子121には図示しない駆動回路（駆動IC）を搭載したFPCケーブル12を接続している。

【0042】

そして、振動板102の周縁部をフレーム部材130に接合し、このフレーム部材130には、圧電素子121及びベース基板122などで構成されるアクチュエータユニットを収納する貫通部131及び共通液室108となる凹部、この共通液室108に外部からインクを供給するためのインク供給穴132を形成している。このフレーム部材130は、例えばエポキシ系樹脂などの熱硬化性樹脂或いはポリフェニレンサルファイトで射出成形により形成している。

【0043】

ここで、流路板101は、例えば結晶面方位（110）の単結晶シリコン基板を水酸化カリウム水溶液（KOH）などのアルカリ性エッチング液を用いて異方性エッチングすることで、ノズル連通路105、液室106となる凹部や穴部を形成したものであるが、単結晶シリコン基板に限られるものではなく、その他のステンレス基板や感光性樹脂などを用いることもできる。

【0044】

振動板102は、ニッケルの金属プレートから形成したもので、例えばエレクトロフォーミング法（電鍍法）で作製しているが、この他、金属板や金属と樹脂板との接合部材などを用いることもできる。この振動板102に圧電素子121及び支柱部123を接着剤接合し、更にフレーム部材130を接着剤接合している。

【0045】

ノズル板103は各液室106に対応して直径10～30 μ mのノズル104を形成し、流路板101に接着剤接合している。このノズル板103は、金属部材からなるノズル形成部材の表面に所要の層を介して最表面に撥水層を形成したものである。なお、このノズル板103の表面が前述したノズル面34aとなる。

【0046】

圧電素子121は、圧電材料151と内部電極152とを交互に積層した積層型圧電素子（ここではPZT）である。この圧電素子121の交互に異なる端面に引き出された各内部電極152には個別電極153及び共通電極154が接続されている。なお、この実施形態では、圧電素子121の圧電方向としてd33方向の変位を用いて液室106内インクを加圧する構成としているが、圧電素子121の圧電方向としてd31方向の変位を用いて加圧液室106内インクを加圧する構成とすることもできる。また、1つの基板122に1列の圧電素子121が設けられる構造とすることもできる。

【0047】

このように構成した液滴吐出ヘッドヘッドにおいては、例えば圧電素子121に印加する電圧を基準電位から下げることによって圧電素子121が収縮し、振動板102が下降して液室106の容積が膨張することで、液室106内にインクが流入し、その後圧電素子121に印加する電圧を上げて圧電素子121を積層方向に伸長させ、振動板102をノズル104方向に変形させて液室106の容積／体積を収縮させることにより、液室106内の記録液が加圧され、ノズル104から記録液の滴が吐出（噴射）される。

【0048】

そして、圧電素子121に印加する電圧を基準電位に戻すことによって振動板102が初期位置に復元し、液室106が膨張して負圧が発生するので、このとき、共通液室108から液室106内に記録液が充填される。そこで、ノズル104のメニスカス面の振動が減衰して安定した後、次の液滴吐出のための動作に移行する。

【0049】

なお、このヘッドの駆動方法については上記の例（引き－押し打ち）に限るものではなく、駆動波形の与えた方によって引き打ちや押し打ちなどを行なうこともできる。

【0050】

次に、この画像形成装置の制御部の概要について図5のブロック図を参照して説明する。

この制御部200は、この装置全体の制御を司るCPU211と、CPU211が実行するプログラム、その他の固定データを格納するROM202と、画像データ等を一時格納するRAM203と、装置の電源が遮断されている間もデータを保持するための書き換え可能な不揮発性メモリ204と、画像データに対する各種信号処理、並び替え等を行なう画像処理やその他装置全体を制御するための入出力信号を処理するASIC205とを備えている。

【0051】

また、この制御部200は、ホスト側とのデータ、信号の送受を行なうためのI/F206と、記録ヘッド7を駆動制御するためのデータ転送手段、本発明に係る駆動波形を生成する駆動波形生成手段を含む印刷制御部207、キャリッジ3側に設けた記録ヘッド107を駆動するためのヘッドドライバ（ドライバIC）208と、主走査モータ4及び副走査モータ31を駆動するためのモータ駆動部210と、帯電ローラ34にACバイアスを供給するACバイアス供給部212と、エンコーダセンサ43、35からの各検出信号、環境温度を検出する温度センサ215などの各種センサからの検出信号を入力するためのI/O213などを備えている。また、この制御部200には、この装置に必要な情報の入力及び表示を行なうための操作パネル214が接続されている。

【0052】

ここで、制御部200は、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置、イメージスキャナなどの画像読み取り装置、デジタルカメラなどの撮像装置などのホスト側からの印刷データをケーブル或いはネットを介してI/F206で受信する。

【0053】

そして、制御部200のCPU201は、I/F206に含まれる受信バッファ内の印刷データを読み出して解析し、ASIC205にて必要な画像処理、データの並び替え処理等を行ない、この画像データをヘッド駆動制御部207からヘッドドライバ208に転送する。なお、画像出力するためのドットパターンデータの生成はホスト側のプリンタドライバで行なっている。

【0054】

印刷制御部207は、上述した画像データをシリアルデータで転送するとともに、この画像データの転送及び転送の確定などに必要な転送クロックやラッチ信号、滴制御信号（マスク信号）などをヘッドドライバ208に出力する以外にも、ROMに格納されている駆動信号のパターンデータをD/A変換するD/A変換器及び電圧増幅器、電流増幅器等で構成される駆動波形生成部及びヘッドドライバに与える駆動波形選択手段を含み、1の駆動パルス（駆動信号）或いは複数の駆動パルス（駆動信号）で構成される駆動波形を生成する駆動波形生成手段を含み、駆動波形をヘッドドライバ208に対して出力する。

【0055】

ヘッドドライバ208は、シリアルに入力される記録ヘッド7の1行分に相当する画像データに基づいて印刷制御部207から与えられる駆動波形を構成する駆動信号を選択的に記録ヘッド7の液滴を吐出させるエネルギーを発生する駆動素子（例えば圧電素子）に対して印加することで記録ヘッド7を駆動する。このとき、駆動波形を構成する駆動パルスを選択することによって、例えば、大滴、中滴、小滴など、大きさの異なるドットを打ち分けることができる。

【0056】

また、CPU201は、リニアエンコーダを構成するエンコーダセンサ43からの検出パルスをサンプリングして得られる速度検出値及び位置検出値と、予め格納した速度・位

置プロファイルから得られる速度目標値及び位置目標値とに基づいて主走査モータ4に対する駆動出力値(制御値)を算出してモータ駆動部210を介して主走査モータ4を駆動する。同様に、ロータリエンコーダを構成するエンコーダセンサ35からの検出パルスをサンプリングして得られる速度検出値及び位置検出値と、予め格納した速度・位置プロファイルから得られる速度目標値及び位置目標値とに基づいて副走査モータ31に対する駆動出力値(制御値)を算出してモータ駆動部210を介しモータドライバを介して副走査モータ31を駆動する。

【0057】

次に、この印刷制御部207及びヘッドドライバ208の一例について図6をも参照して説明する。

印刷制御部207は、上述したように、1印刷周期内に複数の駆動パルス(駆動信号)で構成される駆動波形(共通駆動波形)を生成して出力する駆動波形生成部301と、印刷画像に応じた2ビットの画像データ(階調信号0、1)と、クロック信号、ラッチ信号(LAT)、滴制御信号M0～M3を出力するデータ転送部302とを備えている。

【0058】

なお、滴制御信号は、ヘッドドライバ208の後述するスイッチ手段であるアナログスイッチ317の開閉を滴毎に指示する2ビットの信号であり、共通駆動波形の印刷周期に合わせて選択すべき波形でHレベル(ON)に状態遷移し、非選択時にはLレベル(OFF)に状態遷移する。

【0059】

ヘッドドライバ208は、データ転送部302からの転送クロック(シフトクロック)及びシリアル画像データ(階調データ: 2ビット/CH)を入力するシフトレジスタ311と、シフトレジスタ311の各レジスト値をラッチ信号によってラッチするためのラッチ回路312と、階調データと制御信号M0～M3をデコードして結果を出力するデコーダ313と、デコーダ313のロジックレベル電圧信号をアナログスイッチ315が動作可能なレベルへとレベル変換するレベルシフタ314と、レベルシフタ314を介して与えられるデコーダ313の出力でオン/オフ(開閉)されるアナログスイッチ316とを備えている。

【0060】

このアナログスイッチ316は、各圧電素子121の選択電極(個別電極)154に接続され、駆動波形生成部301からの共通駆動波形が入力されている。したがって、シリアル転送された画像データ(階調データ)と制御信号MN0～MN3をデコーダ313でデコードした結果に応じてアナログスイッチ316がオンにすることにより、共通駆動波形を構成する所要の駆動信号が通過して(選択されて)圧電素子121に印加される。

【0061】

次に、この画像形成装置における駆動波形生成部で生成出力する本発明の第1実施形態に係る駆動波形について図7以降をも参照して説明する。

ここでは、駆動波形生成部301は、例えば図7(a)に示すように、時系列的に複数の駆動信号P1～P5を生成出力する。したがって、データ転送部302から同図(b)に示すような滴制御信号M0～M3を出力することによって、複数の駆動信号P1～P5を選択して圧電素子121に印加することができる。なお、駆動信号P4は本発明における予備駆動信号、駆動信号P5は同じく滴吐出駆動信号である。

【0062】

つまり、滴制御信号M1では駆動信号P2が選択されて記録ヘッド7からは小ドットを形成する液滴(小滴)が吐出され、滴制御信号M2では駆動信号P1、P2が選択されて記録ヘッド7からは2つの液滴が吐出されて飛翔中に合体することで中ドットを形成する液滴(中滴)が吐出され、滴制御信号M3では駆動信号P1～P5が選択されて記録ヘッド7からは駆動信号P1、P2、P3、P5に対応して4つの液滴が吐出されて飛翔中に合体することで大ドットを形成する液滴(大滴)が吐出されることになる。

【0063】

そこで、本発明における予備駆動信号P 4及び滴吐出駆動信号P 5の詳細について図8を参照して説明する。

ここでの駆動信号P 5による液滴吐出は、圧電素子1 2 1に予め中間電位VMを印加した状態から電位を立ち下げて液室1 0 6を膨張させた後、中間電位VMよりも高い電位V Hにして液室1 0 6を収縮させることで液滴を吐出させる引き－押し打ちで行なうものとする。

【0064】

予備駆動信号P 4は、中間電位VMから立ち下がることで液室1 0 6を膨張させる膨張波形要素aと、この波形要素aに続いて電位を保持する波形要素bと、波形要素bに続いて中間電位VMまで立ち上がる波形要素cとで構成している。ここでは、予備駆動信号P 4を印加しても滴吐出が行われない波形要素にしているが、予備駆動信号P 4に続けて滴吐出駆動信号P 5を印加したときよりも滴速度が遅い滴吐出が行われる波形要素とすることもできる。

【0065】

滴吐出駆動信号P 5は、中間電位VMから立ち下がることで液室1 0 6を膨張させる膨張波形要素dと、この波形要素dに続いて電位を保持する波形要素eと、波形要素eに続いて中間電位VMを越えて電位V Hまで立ち上がることで液室1 0 6を収縮させる波形要素fと、この波形要素fに続いて電位を保持する波形要素gと、波形要素gに続いて中間電位VMまで立ち下がることで液室1 0 6を膨張させる波形要素hとで構成している。

【0066】

ここで、滴吐出駆動信号P 5単独で液滴を吐出させたときの滴速度よりも予備駆動信号P 4に続けた滴吐出駆動信号P 5で液滴を吐出させたときの滴速度の方が相対的に速くなる波形要素としている。

【0067】

そして、滴吐出駆動信号P 5は、予備駆動信号P 4によって発生する液室1 0 6内の圧力変動と同位相になるタイミングで波形要素fが出力される波形としている。つまり、滴吐出駆動信号P 5は予備駆動信号P 4による圧力変動の共振タイミングで液滴を吐出させるようにしている（図9参照）。また、滴吐出駆動信号P 5の膨張波形要素dの電位差は予備駆動信号P 4の膨張波形要素aの電位差よりも小さくしている。

【0068】

したがって、予備駆動信号P 4を印加することで、液室1 0 6が膨張して圧力振動が発生すると同時に、流体抵抗部1 0 7を通じて液室1 0 6内にインクが流入する。液室1 0 6内にインクが流入し、ノズル1 0 4のインクメニスカスが盛り上がった状態になる。このタイミングで、滴吐出駆動信号P 5を印加することにより、メニスカスに溜まったインク滴を吐出させることができる（図9参照）。

【0069】

このように、滴吐出駆動信号P 5は予備駆動信号P 4による圧力波を利用することにより、中間電位VMから液室1 0 6を膨張させる膨張波形用紙dの立ち下がり電位V Lが小さくしても、所要の滴速度で液滴を吐出させることができる。

【0070】

また、液室1 0 6を膨張させる波形要素dが小さいため、滴吐出駆動信号P 5による液室1 0 6内へのインクの流入は少なくなり、液滴吐出後のメニスカスの盛り上がりは小さくなり、高周波駆動時にも吐出滴量を一定に保つことができる。

【0071】

なお、滴吐出駆動信号P 5の滴吐出後の電位を電位V Hから中間電位VMへと戻して液室1 0 6を膨張させる膨張波形要素hのタイミングを、滴吐出後の液室1 0 6内の残留圧力が正圧となるとする。すなわち、圧力の逆位相になるタイミングとすることにより、制振効果を生み出し、メニスカス状態を安定にすることができる。つまり、滴吐出後の圧力の残留振動と逆位相になるように圧力発生室を膨張させることで、圧力の残留振動をすばやく抑制し、高周波駆動時の滴吐出の安定性がより向上する。

【0072】

このように、液滴を吐出させる滴吐出駆動信号の前に、液滴を吐出しない又は滴速度が相対的に遅い1又は複数の予備駆動信号を含む駆動波形を生成し、滴吐出駆動信号単独で液滴を吐出させたときの滴速度よりも予備駆動信号に続けた滴吐出駆動信号で液滴を吐出させたときの滴速度の方が相対的に速いので、液滴吐出に伴うリフィル量を少なくすることができ、低周波駆動時と高周波駆動時に吐出滴量を略一定に保つことができる。つまり、最後の液滴を吐出させる滴吐出駆動信号の引きをなるべく小さくしてリフィル量を少なくし、押しをなるべく大きくすることで、吐出滴量を略一定に保つために、最後の滴吐出駆動信号の前の予備振動を利用することによって、滴吐出駆動信号単独で液滴を吐出させたときの滴速度よりも予備駆動信号に続けた滴吐出駆動信号で液滴を吐出させたときの滴速度の方が相対的に速くなるようにする。

【0073】

また、滴吐出駆動信号は予備駆動信号による圧力変動の共振タイミングで液滴を吐出させることにより、圧力の共振を利用することで効率よく吐出させることができるため、特に、最後の駆動信号により圧力発生室を膨張させたときに共通液室から流入するインク量を少なくし、低周波駆動時と高周波駆動時の吐出滴量の差を小さくし、高周波駆動時の安定した吐出を行なうことができる。

【0074】

さらに、予備駆動信号と滴吐出駆動信号とを順次印加したときに吐出される滴速度が目的とする滴速度であることで、低周波駆動時と高周波駆動時の吐出滴量の差を小さくし、高周波駆動時の安定した吐出を行なうことができる。

【0075】

また、予備駆動信号は圧力発生室を膨張させる膨張波形要素を含み、滴吐出駆動信号は圧力発生室を膨張させる膨張波形要素及び膨張後収縮させる収縮波形要素を含み、予備駆動信号の膨張波形要素の電位差よりも滴吐出駆動信号の膨張波形要素の電位差が小さいことで、上述したように最後の駆動信号により圧力発生室を膨張させたときに共通液室から流入するインク量を少なくし、低周波駆動時と高周波駆動時の吐出滴量の差を小さくし、高周波駆動時の安定した吐出を行なうことができる。

【0076】

次に、本発明の第2実施形態に係る駆動波形について図10を参照して説明する。

ここでの滴駆動信号P5は、液室106を収縮させて滴を吐出させる波形要素fに続いて保持する波形要素gの後、電位VHから更に電位VH2まで立ち上がって収縮した液室106を更に収縮させる波形要素iと、この波形要素iに続いて電位VH2から中間電位VMまで立ち下がる波形要素h2とを含んでいる。

【0077】

つまり、上記第1実施形態では、滴吐出後の圧力が正圧の時に液室106を膨張させて（波形要素hで）制振させていたが、この第2実施形態では、滴吐出後の電位VHの後、残留圧力が負となるタイミングで、さらに液室106を収縮させる電位VH2とし（波形要素iで）、残留圧力が正となるタイミングで液室106を膨張させるように中間電位VMまで戻している（波形要素h2で）。

【0078】

これにより、第1実施形態よりも強い制振効果を得ることができる。つまり、滴吐出後の圧力の残留振動と逆位相になるように圧力発生室を更に収縮させ、膨張させることで、圧力の残留振動をより強く抑制し、高周波駆動時のより安定した吐出を行なうことができる。

【0079】

次に、本発明の第3実施形態に係る駆動波形について図11を参照して説明する。

ここでは、滴吐出駆動信号P5の前に、複数（ここでは3個）の予備駆動信号P41、P42、P43を与える波形としている。なお、各予備駆動信号P41、P42、P43の波形要素a、b、cにはそれぞれ「1」、「2」、「3」のサブ符号を付している。こ

これらの予備駆動信号P41、P42、P43は同じ波形であっても異なる波形であっても良い。

【0080】

このように、複数の予備駆動波形を印加することで、第1及び第2実施形態よりも大きな滴量を、任意に吐出させることができる。

【0081】

次に、本発明の第4実施形態に係る駆動波形について図12を参照して説明する。

この実施形態では、同図(a)に示す予備駆動信号P401と滴吐出駆動信号P501とからなる低温用駆動波形PLと、同図(b)に示す予備駆動信号P402と滴吐出駆動信号P502とからなる常温用駆動波形PMと、同図(c)に示す予備駆動信号P403と滴吐出駆動信号P503とからなる高温用駆動波形PHとを生成出力する手段を備えている。

【0082】

ここで、滴吐出駆動信号P501、P502、P503は、中間電位VMから液室106を膨張させる波形要素dの電位VLの電位差に対する電位VLから液室106を収縮させる波形要素fの電位VHまでの電位差の比率を異ならせ、高温用駆動波形PHではその比率を2倍以上、好ましくは3倍以上にする。

【0083】

具体的には、低温用駆動波形PLの予備駆動信号P401の波形要素a及び滴吐出駆動信号P501の波形要素dの電位差は常温用駆動波形PMの予備駆動信号P402の波形要素a及び滴吐出駆動信号P502の波形要素dの電位差よりも大きく、高温用駆動波形PHの予備駆動信号P403の波形要素a及び滴吐出駆動信号P503の波形要素dの電位差は常温用駆動波形PMの予備駆動信号P402の波形要素a及び滴吐出駆動信号P502の波形要素dの電位差よりも小さい。

【0084】

前述したように、記録液(インク)の粘度は環境温度が低くなるほど高くなる、つまり、流動性が低下することから、リフィル量は、記録液の粘度が高くなる低温環境下において少なくなり、記録液の低くなる高温環境下において多くなる。そこで、低温環境下で用いる低温用駆動波形PLでは液室106を膨張させる電位差を高くして(より膨張させて)リフィル量を確保し、高温環境下で用いる高温用駆動波形PHでは液室106を膨張させる電位差を低くして(より膨張させないで)リフィル量を制限することにより、吐出後のメニスカス状態を温度環境によらず一定にすることができ、温度によらず均一な滴を吐出を行なうことができる。

【0085】

ここで、駆動波形の切り替えは、図13に示すように、温度センサ215からの検知信号に基づいて環境温度を検出し、検出温度を予め定めた低温、常温、高温の温度区域(区分)と比較して、低温、常温、高温のいずれであるかを判別し、判別した結果に応じて、低温の場合には低温用駆動波形PLを生成する駆動波形データを選択し、常温の場合には常温用駆動波形PMを生成する駆動波形データを選択し、高温の場合には高温用駆動波形PHを生成する駆動波形データを選択して、それぞれ駆動波形を生成出力するようにする。

【0086】

次に、本発明の第5実施形態に係る駆動波形について図14を参照して説明する。

この駆動波形は、予備駆動信号P4と滴吐出駆動信号P5の液室106を収縮させて滴を吐出させる波形要素fの前に、液室106を膨張させる波形要素eを持たない波形としている。

【0087】

前述したように、温度によって、リフィル量が異なることから使用する記録液によっては、このように波形要素fの前に、液室106を膨張させる波形要素eを持たない波形とすることで、液室106に記録液を流入しないようにし、低周波駆動時と高周波駆動時の

吐出滴量の差を小さくし、高周波駆動時の安定吐出を行なう。

【0088】

なお、上記実施形態においては、本発明をプリンタ構成のシリアル型画像形成装置で説明したがこれに限るものではなく、プリンタ/ファクシミリ/コピーの複合機(MFP)構成のシリアル型画像形成装置、その他、ライン型画像形成装置などにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】本発明に係る画像形成装置の機構部の全体構成を説明する側面説明図である。

【図2】同機構部の平面説明図である。

【図3】同画像形成装置における記録ヘッドを構成する液体吐出ヘッドの一例を示す液室長手方向に沿う断面説明図である。

【図4】同じく液室短手方向に沿う断面説明図である。

【図5】同画像形成装置における制御部の概要を説明するブロック説明図である。

【図6】印刷制御部及びヘッドドライバの一例を示すブロック説明図である。

【図7】本発明の第1実施形態に係る駆動波形を説明する説明図である。

【図8】同じく同駆動波形の予備駆動信号及び滴吐出駆動信号の部分の拡大説明図である。

【図9】同予備駆動信号及び滴吐出駆動信号と液室圧力変化との関係の説明に供する説明図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係る駆動波形の予備駆動信号及び滴吐出駆動信号の部分の拡大説明図である。

【図11】本発明の第3実施形態に係る駆動波形の予備駆動信号及び滴吐出駆動信号の部分の拡大説明図である。

【図12】本発明の第4実施形態に係る温度に対応する駆動波形の予備駆動信号及び滴吐出駆動信号の部分の拡大説明図である。

【図13】同実施形態に駆動波形選択処理の説明に供するフロー図である。

【図14】本発明の第5実施形態に係る駆動波形の予備駆動信号及び滴吐出駆動信号の部分の拡大説明図である。

【符号の説明】

【0090】

3…キャリッジ

7…記録ヘッド

7k、7c、7m、7y…記録ヘッド

104…ノズル

106…液室(圧力発生室)

121…圧電素子(圧力発生手段)

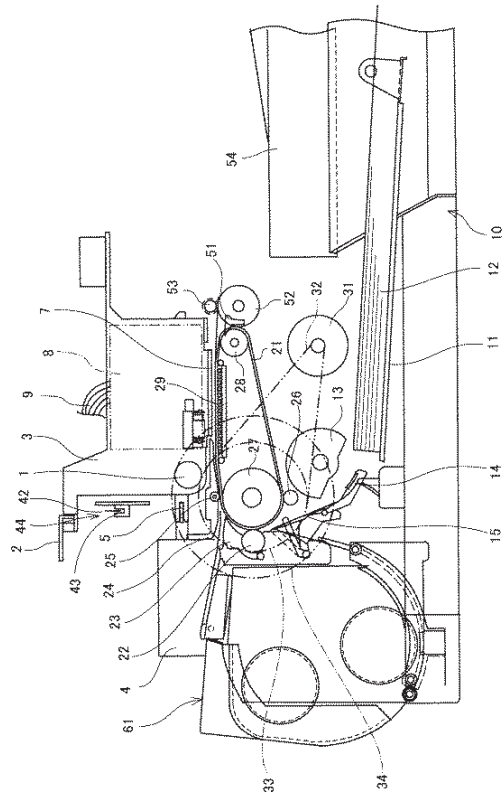
207…印刷制御部

208…ヘッドドライバ

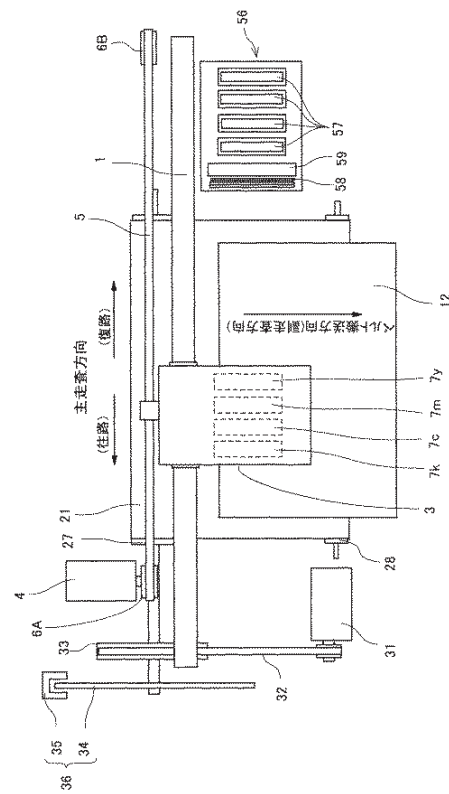
301…駆動波形生成部

302…データ転送部

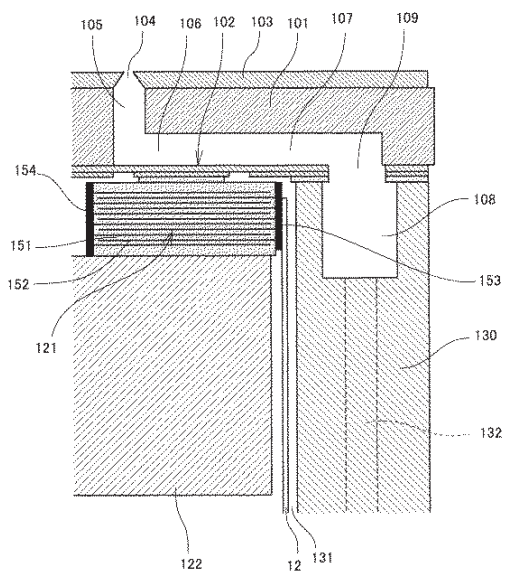
【図1】



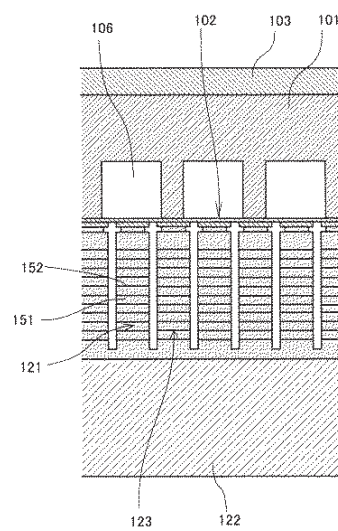
【図2】



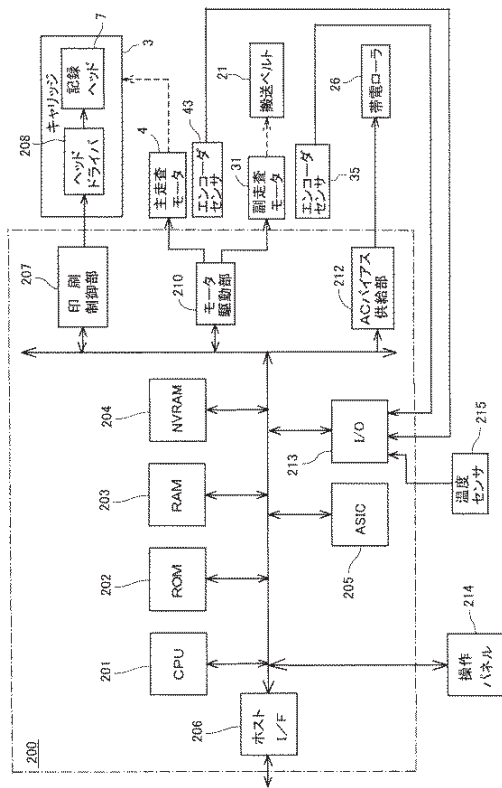
【図3】



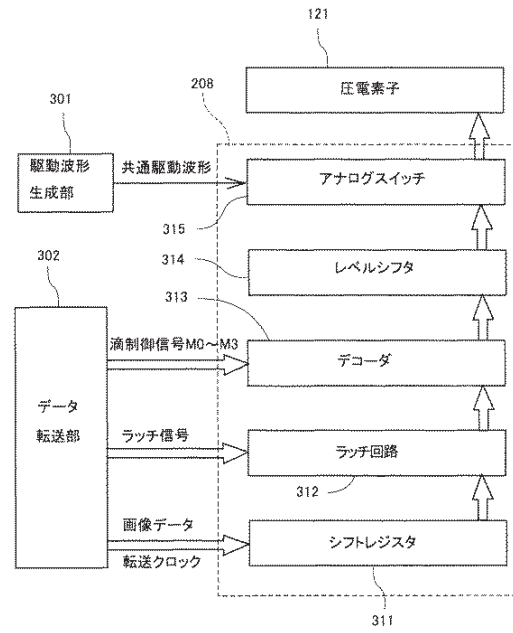
【図4】



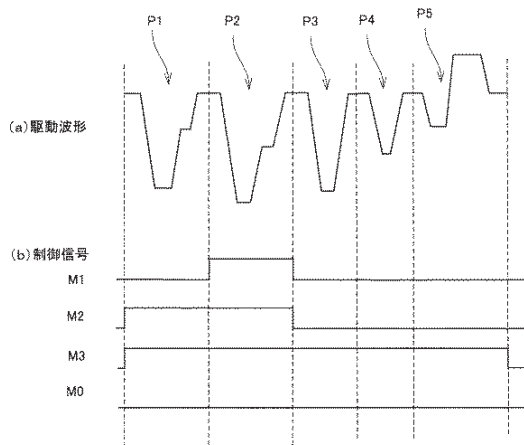
【図5】



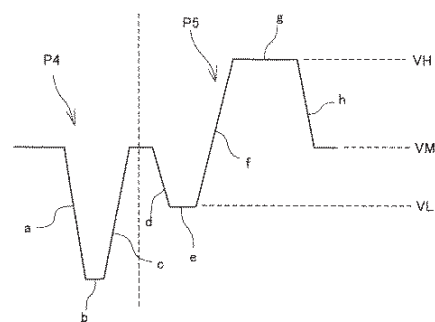
【図6】



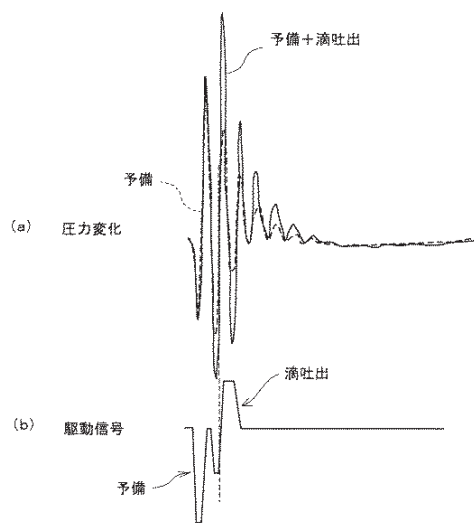
【図7】



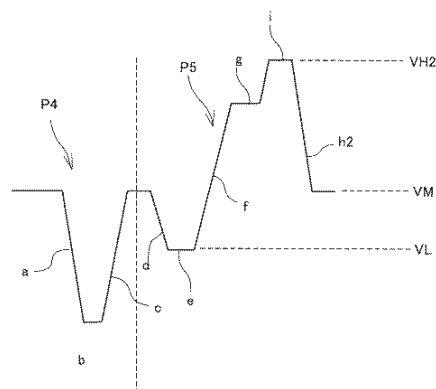
【図8】



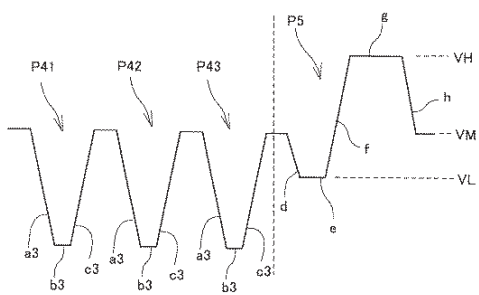
【図9】



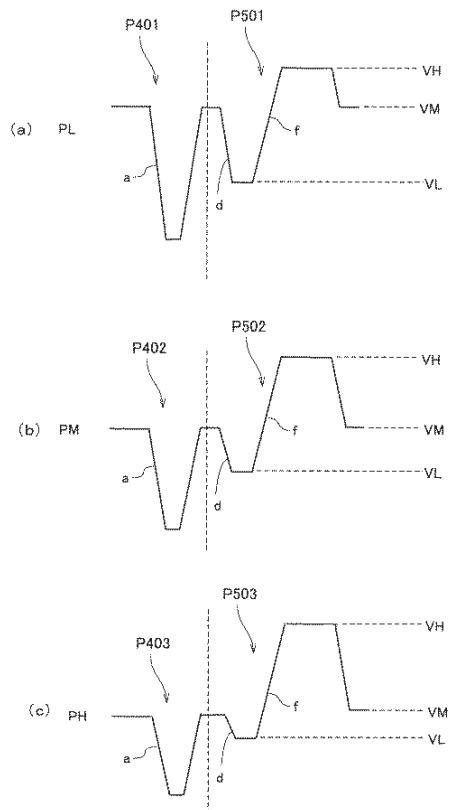
【図10】



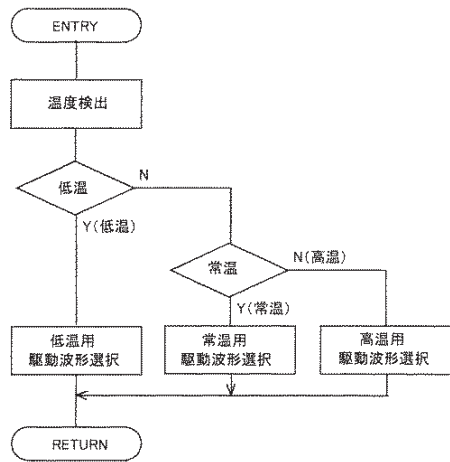
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

