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 JP2006-240262A 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.

Yuichi Kawashima
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-2006-240262

(43) Publication date: September 14, 2006

(51) Int.Cl.	FI	Theme code (reference)
B41J 2/01 (Jan. 2006)	B41J 3/04 101Z	2C056 2C057
B41J 2/045 (Jan. 2006)	B41J 3/04 103A	
B41J 2/055 (Jan. 2006)		

Request for examination: not yet filed Number of claims: 11 OL (30 pages in total)

(21)Application Number: JP 2005-62986

(22)Filing Date: March 7, 2005

(71)Applicant: 000005201
Fuji Photo Film Co., Ltd.
210 Nakanuma, Minami-ashigara-shi, Kanagawa, Japan

(74)Representative: 100083116
Patent Attorney Kenzo Matsuura

(72)Inventor: Kanji Nagashima
c/o Fuji Photo Film Co., Ltd.
798 Miyadai, Kaisei-machi, ashigarakami-gun, Kanagawa, Japan

(JPO Remarks: The following is a trademark)
1. Ethernet

F term (reference)
2C056 EA04 EA28 EB09 EB30 EC07 EC29 EC38 EC45 FA12 FA13 HA05 HA15
2C057 AF21 AG15 AG44 AG68 AG84 AG93 AK01 AL25 AL26 AM16 AM21 AM22 AN04 AN05 AR04 BA04 BA14

(54) LIQUID EJECTION HEAD AND IMAGE FORMATION DEVICE

(57) ABSTRACT

PROBLEM: To be able to accurately detect temperature distribution in a liquid ejection head having a plurality of heating sources.

SOLUTION: A liquid ejection head includes a plurality of individual liquid chambers

52 that respectively communicates with a plurality of ejection ports, and a common liquid chamber 55 that supplies a liquid to the plurality of individual liquid chambers 52, and a plurality of temperature sensors 80 is arranged in the common liquid chamber 55. The temperature sensors 80 are arranged on a plurality of representative flow lines 71, 72 and 73 selected in advance from among a plurality of the flow lines indicating a flow path in the common liquid chamber 55 of the liquid flowing into the common liquid chamber 55 through a supply port 551.

CLAIMS

1. A liquid ejection head comprising:

a plurality of pressure chambers respectively communicating with a plurality of ejection ports; and

a common liquid chamber that supplies a liquid to the plurality of pressure chambers, wherein

a plurality of temperature detection elements is arranged in the common liquid chamber.

2. The liquid ejection head according to claim 1, wherein

the plurality of pressure chambers is arranged in a predetermined two-dimensional arrangement pattern, the number of which is the same as the number of the ejection ports, and

the plurality of temperature detection elements is arranged in an arrangement pattern different from the arrangement pattern of the pressure chambers, the number of which is smaller than the number of the pressure chambers.

3. The liquid ejection head according to claim 1 or 2, wherein

the common liquid chamber has a supply port to which a liquid is supplied from an outside of the common liquid chamber, and

the temperature detection elements are arranged at a plurality of representative flow lines selected in advance from among a plurality of flow lines indicating a flow path in the common liquid chamber of a liquid flowing into the common liquid chamber through the supply port.

4. The liquid ejection head according to claim 3, wherein the plurality of temperature detection elements is arranged for each of the representative flow lines.

5. The liquid ejection head according to claim 3, wherein the temperature

detection element is arranged one by one for each of the representative flow lines.

6. The liquid ejection head according to any of claims 3 to 5, wherein the plurality of temperature detection elements is arranged along a direction perpendicular to at least one of the representative flow lines among the plurality of representative flow lines.

7. The liquid ejection head according to any of claims 3 to 5, wherein the plurality of temperature detection elements is arranged along a line formed by connecting points where arrival time of a liquid from the supply port is equal.

8. The liquid ejection head according to any of claims 3 to 5, wherein the temperature detection elements are respectively arranged at a plurality of positions where arrival time of a liquid having flowed in from the supply port is different at a time difference with an equal interval.

9. The liquid ejection head according to any of claims 1 to 8, wherein heating is performed for each of the pressure chambers by an ejection unit that ejects a liquid in the pressure chamber via the ejection port.

10. The liquid ejection head according to any of claims 1 to 9, wherein a temperature adjustment element of at least one type of a heating element that heats a liquid in the common liquid chamber, a cooling element that cools a liquid in the common liquid chamber, and a heating and cooling element that heats and cools a liquid in the common liquid chamber is arranged in the common liquid chamber.

11. An image formation device comprising the liquid ejection head according to any of claims 1 to 10, wherein a predetermined recording medium is moved relative to the liquid ejection head to form an image on the recording medium.

Detailed Description of Invention

Technical Field

[0001]

The present invention relates to a liquid ejection head and an image formation device, and more specifically to a liquid ejection head and an image formation device that eject a liquid onto a recording medium such as paper to form an image.

Related Art

[0002]

Conventionally, there is known an image formation device that forms an image on a recording medium by ejecting ink from a nozzle toward the recording medium while relatively moving an ink ejection head where a large number of nozzles are arrayed and the recording medium such as paper.

[0003]

As an ink ejection head that is mounted on such image formation device, a piezoelectric ink ejection head is known in which ink is supplied to a pressure chamber communicating with the nozzle, a volume of the pressure chamber is changed by giving a drive signal according to image data to a piezoelectric body attached to this pressure chamber, and ink in the pressure chamber is ejected from the nozzle.

[0004]

On the other hand, a thermal jet ink ejection head is also known in which ink is heated to generate bubbles and squirts ink droplets with the pressure.

[0005]

There is known an image formation device including a plurality of ink ejection heads, in which one temperature detection element that detects temperature of the ink ejection head and one heating element that heats the ink ejection head are provided for each ink ejection head (see Patent Documents 1 and 2).

[0006]

The ink ejection head described in Patent Document 1 includes a temperature detection element and a heating element (heater) in each of a plurality of ink ejection heads, detects the temperature of the entire ink ejection head for each ink ejection head by each temperature detection element, and performs overall heating control of each ink ejection head for each ink head by each heating element so that a temperature difference between the ink ejection heads falls within a predetermined temperature range.

[0007]

The ink ejection head described in Patent Document 2 includes a plurality of nozzles (ink ejectors), a plurality of pressure chambers (ink chambers) respectively communicating with nozzles, and one common liquid chamber (ink inflow chamber) that supplies a liquid to the plurality of pressure chambers, and an outside of the common liquid chamber (ink inflow chamber) is provided with one temperature detection element and one heating element (heating body) in the vicinity of the common liquid chamber. With such configuration, the temperature in the vicinity of the common liquid chamber is detected by the temperature detection element in the vicinity of the common liquid chamber, and the heating element in the vicinity of the common liquid chamber heats and controls the ink in the common liquid chamber.

Patent Document 1: JP-A-1-95056 (typically Fig. 3)

Patent Document 2: JP-A-2-107447 (typically Fig. 2)

Disclosure of Invention

Technical Problem

[0008]

For the purpose of forming a high-quality image, high resolution is required. Specifically, the diameter of each nozzle is reduced to reduce ink droplets ejected onto a

recording medium, a plurality of nozzles are two-dimensionally arrayed, and the interval (nozzle pitch) between the nozzles is reduced to increase the number of pixels per unit area.

[0009]

When the nozzles are two-dimensionally arrayed, in general, pressure chambers communicating with the respective nozzles are also two-dimensionally arrayed. Ejection conditions (for example, difference in ejection frequency and characteristics of nozzles and the like) are different for each nozzle, and a plurality of heating sources such as actuators (for example, piezoelectric bodies and heaters) respectively corresponding to a plurality of pressure chambers exist in the ink ejection head, and therefore two-dimensional variation occurs in temperature distribution in the ink ejection head.

[0010]

Therefore, in order to achieve the purpose of forming a high-quality image, it is not sufficient to make the nozzle array two-dimensional, and it is necessary to accurately detect the temperature distribution in the ink ejection head in order to perform appropriate temperature control.

[0011]

In the ink ejection heads disclosed in Patent Documents 1 and 2, only one temperature detection element is provided for one ink ejection head. Therefore, even though the temperature of the entire ink ejection head can be roughly grasped, the temperature distribution in the ink ejection head (typically, temperature distribution in the common liquid chamber) cannot be accurately detected.

[0012]

Patent Documents 1 and 2 describe that temperature detection is performed for

each ink ejection head, but do not include any description suggesting how to accurately detect the temperature distribution in one ink ejection head.

[0013]

The present invention has been made in view of such circumstances, and an object is to provide a liquid ejection head and an image formation device capable of accurately detecting a temperature distribution in an ink ejection head including a plurality of heating sources.

Solution to Problem

[0014]

In order to achieve the object, the invention according to claim 1 includes: a plurality of pressure chambers respectively communicating with a plurality of ejection ports; and a common liquid chamber that supplies a liquid to the plurality of pressure chambers, in which a plurality of temperature detection elements is arranged in the common liquid chamber.

[0015]

With this configuration, as compared with a case where one temperature detection element is arranged in the vicinity of the common liquid chamber (for example, a partition wall member of the common liquid chamber), the temperature distribution in the common liquid chamber is accurately detected by the plurality of temperature detection elements arranged in the common liquid chamber.

[0016]

The invention according to claim 2 includes a configuration in the invention according to claim 1, in which the plurality of pressure chambers is arranged in a predetermined two-dimensional arrangement pattern, the number of which is the same

as the number of the ejection ports, and the plurality of temperature detection elements is arranged in an arrangement pattern different from the arrangement pattern of the pressure chambers, the number of which is smaller than the number of the pressure chambers.

[0017]

With this configuration, the temperature distribution in the ink ejection head that changes by heating for each pressure chamber (for example, heating by actuator driving or heating by a heater) is accurately grasped by detecting the temperature distribution in the common liquid chamber, and the number of temperature detection elements is reduced as compared with the case where the temperature detection element is arranged in each of the plurality of pressure chambers, and therefore the temperature distribution is efficiently detected.

[0018]

The invention according to claim 3 includes a configuration in the invention according to claim 1 or 2, in which the common liquid chamber has a supply port to which a liquid is supplied from an outside of the common liquid chamber, and the temperature detection elements are arranged at a plurality of representative flow lines selected in advance from among a plurality of flow lines indicating a flow path in the common liquid chamber of a liquid flowing into the common liquid chamber through the supply port.

[0019]

With this configuration, temperature detection using a two-dimensional liquid flow in the common liquid chamber is performed, and a two-dimensional temperature distribution in the common liquid chamber is accurately and efficiently grasped.

[0020]

The invention according to claim 4 includes a configuration in the invention according to claim 3, in which the plurality of temperature detection elements is arranged for each of the representative flow lines.

[0021]

With this configuration, the temperature of the liquid changing along the flow of the liquid can be accurately detected.

[0022]

The invention according to claim 5 includes a configuration in the invention according to claim 3, in which the temperature detection element is arranged one by one for each of the representative flow lines.

[0023]

With this configuration, the number of temperature detection elements can be minimized and temperature detection can be efficiently performed.

[0024]

The invention according to claim 6 includes a configuration in the invention according to any of claims 3 to 5, in which the plurality of temperature detection elements is arranged along a direction perpendicular to at least one of the representative flow lines among the plurality of representative flow lines.

[0025]

With this configuration, the number of temperature detection elements can be minimized and temperature detection can be efficiently performed.

[0026]

The invention according to claim 7 includes a configuration in the invention according to any of claims 3 to 5, in which the plurality of temperature detection elements is arranged along a line formed by connecting points where arrival time of a

liquid from the supply port is equal.

[0027]

With this configuration, it is possible to accurately detect the difference in temperature due to the difference in the flow path of the liquid simultaneously flowing in from the supply port.

[0028]

The invention according to claim 8 includes a configuration in the invention according to any of claims 3 to 5, in which the temperature detection elements are respectively arranged at a plurality of positions where arrival time of a liquid having flowed in from the supply port is different at a time difference with an equal interval.

[0029]

With this configuration, the number of temperature detection elements can be reduced, and temperature detection can be efficiently performed.

[0030]

The invention according to claim 9 includes a configuration in the invention according to any of claims 1 to 8, in which heating is performed for each of the pressure chambers by an ejection unit that ejects a liquid in the pressure chamber via the ejection port.

[0031]

With this configuration, temperature control can be performed without adding a special heating element.

[0032]

The invention according to claim 10 includes a configuration in the invention according to any of claims 1 to 9, in which a temperature adjustment element of at least one type of a heating element that heats a liquid in the common liquid chamber, a

cooling element that cools a liquid in the common liquid chamber, and a heating and cooling element that heats and cools a liquid in the common liquid chamber is arranged in the common liquid chamber.

[0033]

With this configuration, temperature control in the common liquid chamber can be performed in detail in response to a temperature detection result of each temperature detection element.

[0034]

The invention according to claim 11 is an image formation device including the liquid ejection head according to any of claims 1 to 10, in which a predetermined recording medium is moved relative to the liquid ejection head to form an image on the recording medium.

Advantageous Effects of Invention

[0035]

According to the present invention, the temperature distribution in the ink ejection head can be accurately detected.

Best Mode for Carrying Out the Invention

[0036]

Hereinafter, a best mode for carrying out the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings.

[0037]

[Overall Configuration of Image Formation Device]

Fig. 1 is a schematic block diagram illustrating an overall configuration of an

image formation device of one embodiment according to the present invention.

[0038]

In Fig. 1, an image formation device 10 of the present embodiment is configured to mainly include an ink ejection head 50, a temperature sensor 80 (temperature detection element), a main controller 110, a main memory 112, an image data inputter 114, a conveyance controller 116, an ink ID inputter 118, a conveyor 126, a print controller 150, a print control memory 152, a basic waveform generator 154, and a head driver 156.

[0039]

The ink ejection head 50 ejects ink onto a recording medium such as paper. The image formation device 10 of the present embodiment includes the ink ejection head 50 of each of colors of black (K), cyan (C), magenta (M), and yellow (Y). A specific structure of the ink ejection head 50 will be described in detail later.

[0040]

The temperature sensor 80 detects a temperature. Specifically, the temperature sensor 80 includes, first, a plurality of temperature sensors (internal temperature detection sensors) arranged inside the ink ejection head 50 to detect a temperature distribution inside the ink ejection head 50, and, second, one temperature sensor (surrounding temperature detection sensor) to detect a temperature (surrounding temperature) outside the ink ejection head 50.

[0041]

The internal temperature detection sensor is used for determining whether or not to adjust the temperature of the ink in the ink ejection head 50 and determining the temperature adjustment amount, and used for confirming the temperature adjustment result such as whether or not the target temperature has been reached by heating. The

arrangement of the internal temperature detection sensors will be described in detail later.

[0042]

On the other hand, the surrounding temperature detection sensor is used when determining whether or not to tickle the meniscus of the ink in order to prevent rise in viscosity of the ink due to evaporation of a solvent from the ink surface in the nozzle 51.

[0043]

The conveyor 126 moves a recording medium such as paper relative to the ink ejection head 50. Specifically, the conveyor 126 includes a conveyance motor and a conveyance belt, and conveys the recording medium on a predetermined conveyance path.

[0044]

The image data inputter 114 receives image data from a host computer 300. In the present embodiment, specifically, image data is received from the host computer 300 by a wired communication interface such as a universal serial bus (USB), IEEE1394, or Ethernet, or a wireless communication interface. In the present invention, the input aspect of the image data is not limited to a case where the image data is input by communication with the host computer 300. For example, image data may be input by reading image data from a removable medium such as a memory card or an optical disc.

[0045]

The conveyance controller 116 controls the conveyor 126. Specifically, the conveyance controller 116 performs adsorption of the recording medium to the conveyance belt constituting the conveyor 126, and drive of the conveyance belt.

[0046]

The ink ID inputter 118 receives an ink ID (ink identification information) for identifying the type of ink. In the present embodiment, specifically, the ink ID inputter 118 is attachable to and detachable from the image formation device 10, and reads the ink ID from an ink cartridge (not illustrated) storing the ink. For example, there is an input aspect such as reading an ink ID given as a barcode and wirelessly reading an ink ID from an IC tag. The ink ID may be input by communication with the host computer 300. The ink ID may be input by a user's operation.

[0047]

The print controller 150 performs control of ejecting ink from the ink ejection head 50 toward the recording medium by the ink ejection head 50 based on the image data stored in the main memory 112. The print controller 150 controls temperature adjustment of the ink in the ink ejection head 50 based on the temperature distribution inside the ink ejection head 50 detected by the temperature sensor 80. The print controller 150 controls meniscus tickling for preventing rise in viscosity of the ink based on the ink ID input to the ink ID inputter 118 and the surrounding temperature detected by the temperature sensor 80. The print controller 150 includes a microprocessor and a peripheral circuit thereof.

[0048]

The print control memory 152 is a memory for the print controller 150, and stores a program executed by the printer controller 150, print data generated by the print controller 150 based on image data, and various types of information necessary for the print controller 150 to perform print control.

[0049]

The basic waveform generator 154 generates a basic waveform including an

electric signal (drive waveform) necessary for drive of the ink ejection head 50. The basic waveform generator 154 may be formed integrally with the print controller 150 described above. A specific shape of the basic waveform will be described in detail later.

[0050]

The head driver 156 selects and give, to the ink ejection head 50, a necessary drive waveform from among a plurality of types of drive waveforms based on the basic waveform output from the basic waveform generator 154 and the electric signal (selection waveform) that is output from the print controller 152 and instructs selection of the drive waveform. The selection of the drive waveform by the head driver 156 will be described in detail later.

[0051]

The main controller 110 controls each unit such as the main memory 112, the image data inputter 114, the conveyance controller 116, the ink ID inputter 118, and the print controller 150. Specifically, the main controller 110 includes a microprocessor and a peripheral circuit thereof.

[0052]

The main memory 112 stores a program executed by the main controller 110, various types of information necessary for execution of the program, image data input from the host computer 300, and the like.

[0053]

[Structure of Ink Ejection Head]

Fig. 2 is a plan perspective view illustrating an overall schematic structure of the ink ejection head 50.

[0054]

In Fig. 2, the ink ejection head 50 has a large number of nozzles 51 (ejection ports) arrayed over a length exceeding at least one side of a recording sheet having the maximum size, and ejects ink from the nozzles 51 toward the recording medium while moving relative to the recording medium such as paper.

[0055]

The ink ejection head 50 is configured by arraying, in a two-dimensional matrix, a plurality of pressure chamber units 54 each configured to include the plurality of nozzles 51 that ejects ink, a pressure chamber 52 (individual liquid chamber) that communicates with the nozzles 51 and applies pressure to the ink when ejecting the ink from the nozzles 51, and an individual ink supply port 53 that supplies the ink to the pressure chamber 52 from a common liquid chamber described later that is not illustrated in Fig. 2.

[0056]

Fig. 3 is an enlarged view of a part of the ink ejection head 50 illustrated in Fig. 2.

[0057]

In Fig. 3, the plurality of nozzles 51 is arrayed along a main scanning direction and arrayed along a direction forming a predetermined angle θ with respect to the main scanning direction. That is, the plurality of nozzles 51 is arrayed in what is called a two-dimensional matrix.

[0058]

Specifically, m nozzles of, for example, reference numerals 51-11, 51-21, 51-31, ... (or 51-16, 51-26, 51-36, ...) are arrayed along the main scanning direction. For example, n (n = 6, here) nozzles of reference numerals 51-11, 51-12, 51-13, 51-14, 51-15, and 51-16 are arrayed along a direction forming the angle θ with respect to the main

scanning direction.

[0059]

In a virtual nozzle array (projection nozzle array) obtained by projecting all the nozzles 51 on one line (main scanning line) along the main scanning direction includes the nozzles 51 arranged at substantially the same interval as a dot pitch P (that is, the interval in the main scanning direction between dots formed on the recording medium by ejecting ink from the nozzles 51) in the main scanning direction. That is, the projection nozzle array is a nozzle array having substantially the same pitch as the dot pitch P.

[0060]

In practice, the interval (nozzle pitch) of the nozzles 51 is n times (here, n = 6) the dot pitch P in the main scanning direction, and is d (= P × 1/cosθ) illustrated in Fig. 3 in the direction forming the angle θ with respect to the main scanning direction.

[0061]

Fig. 4 is a cross-sectional view taken along line 4-4 in Fig. 2, and illustrates one pressure chamber 52 and the periphery thereof. Fig. 4 presents one nozzle 51, one pressure chamber 52, one individual ink supply port 53, one individual electrode 57, one piezoelectric body 58, and one temperature sensor 80, but actually, the ink ejection head 50 includes a plurality of nozzles 51, a plurality of pressure chambers 52, a plurality of individual ink supply ports 53, a plurality of individual electrodes 57, a plurality of piezoelectric bodies 58, and a plurality of temperature sensors 80. Specifically, the pressure chambers 52, the individual ink supply ports 53, the individual electrodes 57, and the piezoelectric bodies 58 are provided in a two-dimensional matrix by the same number of the nozzles 51, and the temperature sensors 80 are arranged in an arrangement pattern different from the arrangement pattern of the nozzles 51, the

pressure chambers 52, and the like, the number of which is smaller than the number of the nozzles 51 (the number of the pressure chambers 52).

[0062]

A vibrating plate 56 is arranged on a side opposite to a side where the nozzles 51 are arranged with a space in the pressure chamber 52 interposed therebetween, and constitutes a vibration surface of each pressure chamber 52. The vibrating plate 56 is common to the plurality of pressure chambers 52 and is formed of one plate.

[0063]

A common liquid chamber 55 is arranged on a side opposite to a side where the pressure chambers 52 are arranged with the vibrating plate 56 interposed therebetween, and supplies ink to the plurality of pressure chambers 52 through the individual ink supply ports 53 formed on the vibrating plate 56. That is, when the nozzles 51 are viewed below with respect to the pressure chamber 52, the common liquid chamber 55 is formed as a liquid chamber forming one common space so as to cover all of the plurality of pressure chambers 52 immediately above the plurality of pressure chambers 52. Specifically, the common liquid chamber 55 has a size in a planar direction that is a size equal to or greater than a two-dimensional pattern in which the plurality of individual ink supply ports 53 is arranged in a two-dimensional matrix. With such common liquid chamber 55, ink is supplied with good refill properties to each of the pressure chambers 52 arrayed in a two-dimensional matrix.

[0064]

The piezoelectric body 58 is made of, for example, piezoelectric, and changes the volume of the pressure chambers 52 via the vibrating plate 56. One electrode of the piezoelectric body 58 includes the individual electrode 57, and is connected to the head driver 156 of Fig. 1 via the individual electrode 57. The other electrode of the

piezoelectric body 58 includes the vibrating plate 56 (common electrode) and is grounded. A drive waveform that is an electric signal for driving the piezoelectric body 58 is given from the head driver 156 of Fig. 1 to the piezoelectric body 58.

[0065]

There are various types of drive waveforms given from the head driver 156 to the piezoelectric body 58. First, there is a drive waveform (referred to as "ejection drive waveform") that generates, in the piezoelectric body 58, ejection vibration for ejecting ink from the nozzles 51. Second, there is a drive waveform (referred to as "heating drive waveform") that heats ink by heating the piezoelectric body 58 without ejecting the ink from the nozzles 51. Third, there is a drive waveform (referred to as "ejection and heating drive waveform") that heats the piezoelectric body 58 in parallel with the ejection vibration. The ejection and heating drive waveform includes the ejection drive waveform and the heating drive waveform described above. Fourth, there is a drive waveform (referred to as "meniscus tickling waveform") that tickles the meniscus in the nozzles 51 with a minute amplitude so as to suppress rise in viscosity of the ink without ejecting the ink from the nozzles 51. Fifth, there is a non-drive waveform that does not drive the piezoelectric body 58 and does not include any of the ejection drive waveform, the heating drive waveform, and the meniscus tickling waveform.

[0066]

The piezoelectric body 58 of the present embodiment not only constitutes a pressure generation unit that generates a pressure for ejecting ink from the nozzles 51 but also constitutes a heating unit that heats the ink and a viscosity adjustment unit that adjusts the viscosity of the ink.

[0067]

In the present embodiment, the plurality of temperature sensors 80 is arranged on the top surface of the common liquid chamber 55. In the present embodiment, the plurality of temperature sensors 80 is arranged in the common liquid chamber 55 in an arrangement pattern in consideration of the flow of the ink flowing in the common liquid chamber 55, and the temperature of the ink in each pressure chamber 52 is specified together with the temperature distribution in the common liquid chamber 55 by the print controller 150 based on the temperature detection result of the plurality of temperature sensors 80.

[0068]

Specifically, the temperature sensors 80 are arranged along a plurality of representative flow lines selected in advance from among a plurality of flow lines indicating the flow path of the ink in the common liquid chamber 55. The print control memory 152 stores conversion table information for converting temperature distribution information along the representative flow lines in the common liquid chamber 55 detected by the temperature sensors 80 into temperature information of ink for each pressure chamber 52. The print controller 150 specifies the temperature of each pressure chamber 52 based on the temperature distribution information along the representative flow lines in the common liquid chamber 55 detected by the temperature sensors 80 and the conversion table information stored in the print control memory 152.

[0069]

These temperature sensors 80 and the print controller 150 constitute a temperature specifier of the present image formation device 10.

[0070]

Since the temperature distribution in the common liquid chamber 55 is detected to obtain the temperature of the ink in each pressure chamber 52, the number of

temperature sensors 80 can be reduced to detect the temperature of the ink in each pressure chamber 52, and congestion of a signal wire can be alleviated as compared with the case where the temperature sensors 80 is arranged in each pressure chamber 52.

[0071]

The present invention is not limited to the case where the temperature sensors 80 is arranged only in the common liquid chamber 55, and includes a case where the temperature sensors are not arranged in the common liquid chamber 55 but arranged for each pressure chamber 52, and a case where the temperature sensors are arranged in the common liquid chamber 55 and arranged for each pressure chamber 52.

[0072]

The present invention is not limited to the case where the temperature of each pressure chamber 52 is specified based on the detection result of the temperature sensors 80, and includes a case where the temperature of each pressure chamber 52 is specified by estimation processing based on image data input to the image data inputter 114 (edited image data, in a case where the image data is edited).

[0073]

Next, the structure of the ink ejection head 50 that is preferable from the viewpoint of heat conduction will be described.

[0074]

As described above, the piezoelectric body 58 is attached to the vibrating plate 56, and the vibrating plate 56 is in contact with the ink in the pressure chamber 52. Therefore, when the piezoelectric body 58 is used as a heating unit that heats the ink in the pressure chamber 52, in order to efficiently transfer the heat generated by the piezoelectric body 58 to the ink in the pressure chamber 52, it is preferable to satisfy the following (Condition 1) to (Condition 5).

[0075]

(Condition 1) The vibrating plate 56 is thin.

[0076]

(Condition 2) The area on the wetted side of the vibrating plate 56 is large (for example, there are irregularities).

[0077]

(Condition 3) The thermal conductivity of the material of the vibrating plate 56 is high (for example, it is formed of iron, aluminum, copper, gold, a diamond thin film, or the like).

[0078]

(Condition 4) The thermal conductivity between the piezoelectric body 58 and the vibrating plate 56 is high (direct and tight contact, thin adhesive layer, and the like).

[0079]

(Condition 5) The surfaces of the piezoelectric body 58 other than the surface in contact with the vibrating plate 56 have low thermal conductivity (are insulated).

[0080]

On the other hand, it is also possible to heat the ink in the common liquid chamber 55 arranged on the opposite side to the vibrating plate 56 with the piezoelectric body 58 interposed therebetween, and when the piezoelectric body 58 is used as the heating unit of the ink in the common liquid chamber 55, it is preferable to satisfy the following (Condition 6) to (Condition 9).

[0081]

(Condition 6) The surfaces of the piezoelectric body 58 other than the surface in contact with the vibrating plate 56 have high thermal conductivity. For example, the piezoelectric body 58 is covered with oil or the like having high thermal conductivity,

and faces the common liquid chamber 55 via an actuator cover 68 (for example, a material having high thermal conductivity such as aluminum) covering the piezoelectric body 58.

[0082]

(Condition 7) The thermal conductivity of the vibrating plate 56 is low.

[0083]

(Condition 8) The vibrating plate 56 is thick.

[0084]

(Condition 9) The thermal conductivity between the piezoelectric body 58 and the vibrating plate 56 is low (the adhesive layer is thick).

[0085]

[Drive Waveform of Piezoelectric Body]

As described above, the drive waveform given from the head driver 156 to the piezoelectric body 58 mainly includes the ejection drive waveform, the heating drive waveform, the ejection and heating drive waveform, the meniscus tickling waveform, and the non-drive waveform. Each of these drive waveforms will be described in detail.

[0086]

Fig. 5 represents, with the horizontal axis as time t and the vertical axis as applied voltage V of the piezoelectric body 58, the ejection drive waveform in the case of continuously ejecting n droplets (for example, n = 2) of ink from the same nozzle 51. In Fig. 5, Tjt denotes an ejection cycle (equal to the minimum ejection cycle because of continuous ejection), and Ajt denotes an amplitude of the ejection drive waveform. When the ejection drive waveform having an uneven shape (a shape that generates pull and push of the meniscus surface) as illustrated in Fig. 5 is given to the piezoelectric

body 58, the piezoelectric body 58 generates vibration according to this uneven shape to change the volume of the pressure chamber 52, the meniscus surface in the nozzle is pulled and pushed with a stroke corresponding to an amplitude Ajt, and the ink in the form of drops is continuously ejected from the nozzle 51 toward the recording medium in an ejection cycle Tjt. For example, when the meniscus surface is continuously pulled and pushed twice, two drops of ink are ejected from the nozzle and landed on the recording medium.

[0087]

In order to perform ejection most efficiently in the ejection vibration, in principle, the minimum ejection cycle Tjt is set such that the meniscus repeats pull and push at a resonance frequency f0 (the frequency at which the vibration of the ink in the pressure chamber 52 is maximized by a resonance phenomenon of the pressure chamber 52 under the condition that the amplitude of the drive waveform is constant) of the pressure chamber 52. Actually, in consideration of the stability of ejection, the minimum ejection cycle Tjt may be appropriately set so as to vibrate the meniscus at a frequency away from the resonance frequency f0 of the pressure chamber 52.

[0088]

Fig. 6 represents, with the horizontal axis as time t and the vertical axis as the applied voltage V of the piezoelectric body 52, the heating drive waveform that heats the ink in the pressure chamber 52. In Fig. 6, Tht denotes the cycle of the heating drive waveform, and Aht denotes the amplitude of the heating drive waveform.

[0089]

In Fig. 7 represents, with the horizontal axis as time t and the vertical axis as the applied voltage V of the piezoelectric body 52, the ejection and heating drive waveform in a case of heating the ink in the pressure chamber 52 in parallel with the

ejection of the ink droplets. In Fig. 7, Tjt denotes the ejection cycle, Tht denotes the cycle of the heating drive waveform, Ajt denotes the amplitude of the ejection drive waveform, and Aht denotes the amplitude of the heating drive waveform.

[0090]

The ejection and heating drive waveform illustrated in Fig. 7 has a shape obtained by superimposing the heating drive waveform illustrated in Fig. 6 (however, a shape indicated by the solid line) on the ejection drive waveform illustrated in Fig. 5. In a case where such superposition formation of the ejection and heating drive waveform is not performed, the heating drive waveform may be a waveform that vibrates without temporarily stopping over the entire heating period as indicated by the solid line with a supplementary dotted line in Fig. 6.

[0091]

In the heating drive waveform of Fig. 6, the peak value (maximum value) of the applied voltage V is the same (for example, 24 [V]) as the peak value (maximum value) of the applied voltage V of the ejection drive waveform illustrated in Fig. 5. Similarly, the peak value (maximum value) of the applied voltage V of the heating drive waveform in the ejection and heating drive waveform of Fig. 7 is the same (for example, 24 [V]) as the peak value (maximum value) of the applied voltage V of the ejection drive waveform in the ejection and heating drive waveform.

[0092]

A preferable heating drive waveform will be described in detail below.

[0093]

It is assumed that the piezoelectric body is driven with a sinusoidal wave, for a theoretical and brief explanation using mathematical expressions. Then, a heating value P of the piezoelectric body is expressed by the following Mathematical

Expression 1.

[0094]

[Mathematical Expression 1]

$$P = V^2 \times \tan\delta \times 2\pi f \times C$$

Here, V is an applied voltage (amplitude of the sinusoidal wave) of the piezoelectric body 58, tanδ is a dielectric loss of the piezoelectric body 58, f is a drive frequency (frequency of the sinusoidal wave) of the piezoelectric body 58, and C is capacitance of the piezoelectric body 58.

[0095]

For example, in Mathematical Expression 1, when V = 24 [V], tanδ = 2.0 [%], f = 1 [MHz], and C = 300 [pF], the heating value P of the piezoelectric body 58 is 22 [mW].

[0096]

As indicated in Mathematical Expression 1, the heating value P of the piezoelectric body 59 increases in proportion to each of the drive frequency f of the piezoelectric body 58, the capacitance C of the piezoelectric body 58, and the square of the applied voltage V of the piezoelectric body 58. That is, the heating efficiency of the piezoelectric body 58 can be enhanced by appropriately setting the drive frequency f, the capacitance C, and the applied voltage V.

[0097]

First, the relationship between the drive frequency f and the heating value P of the piezoelectric body 58 will be described focusing on the capacitance C of the piezoelectric body 58.

[0098]

The piezoelectric body 58 has a property that the capacitance C is maximized

when the drive frequency f is a resonance frequency fr of the piezoelectric body 58 due to a resonance phenomenon of the piezoelectric body 58 itself. Therefore, by setting the resonance frequency fr of the piezoelectric body 58 or a frequency in the vicinity thereof as a frequency fht of the heating drive waveform given to the piezoelectric body 58, the capacitance C of the piezoelectric body 58 increases, and the heating value P of the piezoelectric body 58 becomes greater than that in the above-described Mathematical Expression 1.

[0099]

The resonance frequency fr (a plurality of them exists) of the piezoelectric body 58 is $fr > f0$ in general, and in order to perform stable ejection in ejection vibration, it is preferably $fr \geq 2 \times f0$, and more preferably $fr \geq 3 \times f0$.

[0100]

Next, the relationship between the drive frequency f and the heating value P will be described focusing on the applied voltage V of the piezoelectric body 58.

[0101]

From Mathematical Expression 1 described above, the heating value P of the piezoelectric body 58 increases in proportion to the square of the applied voltage V of the piezoelectric body 58. However, when the applied voltage V is excessively increased, the ink is ejected from the nozzle 51, which is inappropriate for heating vibration. Therefore, the applied voltage V needs to be set to an appropriate value that increases the heating value P of the piezoelectric body 58 within a range where the ink is not ejected from the nozzle 51.

[0102]

Fig. 8 is a graph showing the relationship between the vibration frequency f (drive frequency) of the piezoelectric body and a vibration gain g indicating the

magnitude of vibration of the ink in the pressure chamber under the condition that the applied voltage V is constant.

[0103]

As shown in Fig. 8, the vibration gain g is maximized at the resonance frequency f0 of the pressure chamber 52.

[0104]

Here, for the purpose of simply preventing non-ejection of ink, it is conceivable that the applied voltage V of the piezoelectric body 58 is only required to be set small even if the vibration gain g is high, and it is also conceivable that the drive frequency f is only required to be set small (for example, set to about 50 kHz) to lower the vibration gain g. However, for example, in a case where the drive frequency f is set to the vicinity of f0, the applied voltage V of the piezoelectric body 58 has to be extremely small in order to prevent ink ejection, and the heating value P of the piezoelectric body 58 becomes smaller than that in Mathematical Expression 1. For example, as the drive frequency f is decreased from f0, the heating value P of the piezoelectric body 58 becomes smaller than that in Mathematical Expression 1. However, in the heating vibration, it is not sufficient to simply prevent non-ejection of ink, and it is required that heating efficiency is good. That is, it is necessary to select a condition under which the vibration of the ink is less likely to increase even when a large applied voltage V is given to the piezoelectric body 58.

[0105]

From the viewpoint of preventing such non-ejection of the ink and obtaining a large heating value P, a frequency fth of the heating drive waveform is preferably equal to or greater than 2 × f0 (570 kHz in Fig. 8) so as to become equal to or less than approximately 1/2 vibration gain (g0/2) with respect to the vibration gain g0 of the ink

in the pressure chamber 52 at the resonance frequency f0 (285 kHz in Fig. 8) of the pressure chamber 52 from the relationship between the vibration frequency f and the pressure chamber vibration gain g shown in Fig. 8 and the above-described Mathematical Expression 1.

[0106]

More specifically, the frequency fht of the heating drive waveform is further increased in order to further increase the heating value P while further increasing the stability (non-ejection stability) in which ejection does not occur in heating drive. Specifically, from Fig. 8, the frequency fht of the heating drive waveform is more preferably equal to or greater than 3 × f0.

[0107]

In Fig. 8, as the drive frequency f increases from f0, the vibration gain g converges toward a predetermined value (0.6 in Fig. 8). In the heating drive, if the vibration gain g is sufficiently small within a range where the ink is not ejected from the nozzle 51, it is conceivable that the frequency fht of the heating drive waveform is preferably as high as possible so as to further increase the heating value P of the piezoelectric body 58 focusing only on the above-described Mathematical Expression 1. However, actually, it is necessary to set an appropriate frequency at which mist ejection does not occur as the frequency fht of the heating drive waveform.

[0108]

Here, the mist ejection is a phenomenon in which as the drive frequency f of the piezoelectric body 58 is increased, the meniscus surface of the ink in the nozzle 51 vigorously vibrates, and fine spray of ink squirts from the meniscus surface of the nozzle 51.

[0109]

The relationship between a meniscus surface amplitude h at which mist ejection occurs and the drive frequency f of the piezoelectric body 58 is expressed by the following Mathematical Expression 2.

[0110]

[Mathematical Expression 2]

$$h \geq 2\ (\mu/\rho) \times (\rho/T\pi f)^{1/3}$$

Here, μ is viscosity [Pa · s], ρ is density of liquid [kg/m^3], and T is surface tension [N/m].

[0111]

For example, when vibration of 2.5 [MHz] is applied to water, the meniscus surface amplitude h ≥ 0.24 [μm], and mist ejection generally occurs.

[0112]

From Mathematical Expression 2, when the drive frequency f of the piezoelectric body 58 increases, a boundary value of the meniscus surface amplitude h (h where equality is established in Mathematical Expression 2) decreases in proportion to $f^{-1/3}$. Therefore, in order to prevent mist ejection, a combination of f and V is selected so that the actual meniscus surface amplitude h falls within a range below the boundary value to mist ejection, and $V^2 \times f$ is maximized from the above-described Mathematical Expression 1.

[0113]

For example, when the applied voltage of the heating drive waveform is set to an applicable maximum value (for example, the peak value is 24 V, which is the same as the ejection vibration waveform), and the frequency fth of the heating drive waveform is set to a maximum value within a range where mist ejection does not occur, the maximum heating value P is obtained.

[0114]

Whether or not mist ejection occurs differs depending on not only the characteristics of the liquid (ink) but also the structure and shape of the ink ejection head, and f and V cannot be uniquely determined over all the ink ejection heads. Therefore, whether or not mist ejection occurs is determined according to the characteristics of the liquid and the structure and shape of the ink ejection head. f and V may be determined by experiment.

[0115]

The conditions of the preferable heating drive waveform given from the head driver 156 to the piezoelectric body 58 described above are summarized as follows.

[0116]

(Condition 1) The frequency fht of the heating drive waveform is equal to or twice (2 × f0) the resonance frequency f0 of the pressure chamber. More preferably, it is equal to or greater than 3 × f0. Here, f0 is a frequency at which the vibration of the ink in the pressure chamber 52 is maximized due to the resonance of the pressure chamber 52 when a vibration waveform having a constant amplitude is given to the pressure chamber 52.

[0117]

(Condition 2) The frequency fht of the heating drive waveform is set to a frequency at which mist ejection does not occur.

[0118]

(Condition 3) The frequency fht of the heating drive waveform is (a) set to a maximum frequency within the mist non-ejection range from the viewpoint of maximizing the heating value P of the piezoelectric body 58 as much as possible. Alternatively, it is preferable to (b) set the resonance frequency fr of the piezoelectric

body 58 or a frequency in the vicinity thereof as the frequency fht of the heating drive waveform within the mist non-ejection range.

[0119]

In the case of (b), for example, when fr = n × f0 (n is an integer), a frequency at or the vicinity of fr = 2 × f0 is set as the frequency fht of the heating drive waveform. More preferably, a frequency at or the vicinity of fr = 3 × f0 is set as the frequency fht of the heating drive waveform. In the case of (b), the relationship between the preferable frequency fht of the heating drive waveform and the capacitance Cht of the piezoelectric body 58 is as follows. Assuming that the capacitance of the piezoelectric body 58 at the resonance frequency fr of the piezoelectric body 58 is Cr, and the capacitance of the piezoelectric body 58 at a frequency (specifically, about 1/10 of fr) sufficiently lower than the resonance frequency fr of the piezoelectric body 58 is C0, with $\Delta C = |Cr - C0|$, it is preferable that $|Cht - C0|/\Delta C \geq 0.3$ is preferable for capacitance Cht at the frequency fht of the actually used heating drive waveform. More preferably, the frequency at which $|Cht - C0|/\Delta C \geq 0.7$ is established is set as the frequency fht of the heating drive waveform.

[0120]

As described above, for a theoretical and brief explanation of the present invention, the case where the drive waveform given from the head driver 156 to the piezoelectric body 58 has a sinusoidal waveform has been described as an example. However, the heating drive waveform is not limited to a sinusoidal waveform, and it goes without saying that another shape such as a trapezoidal waveform or a square waveform may be used.

[0121]

Comparing the ejection drive and the heating drive, the ejection drive that gives

the piezoelectric body 58 a drive waveform for ejecting ink and the heating drive that gives the piezoelectric body 58 a drive waveform having a large heating value within a range where ink is not ejected have different drive waveforms.

[0122]

Specifically, while the ejection drive waveform has a shape that pulls and pushes the meniscus surface (alternatively, it may be a shape for only pushing, or a shape for pulling, pushing, and pulling), the heating drive waveform is a continuous vibration waveform having an amplitude Aht smaller than the amplitude Ajt of the ejection drive waveform and a cycle Tht smaller than the minimum ejection period Tjt (that is, a frequency greater than the ejection frequency = 1/Tjt in the case of continuous ejection). Here, the "continuous vibration waveform" is not limited to a case of continuously vibrating over the entire heating period, and includes a case where vibration is temporarily stopped in the middle of the heating period as indicated by the solid line in Fig. 6.

[0123]

Next, the meniscus tickling waveform will be described.

[0124]

The meniscus tickling is vibration that suppresses rise in viscosity of the ink by meniscus tickling that stirs the ink near the nozzle 51 with respect to rise in viscosity of the ink due to evaporation of the solvent from the surface of the ink in the nozzle 51.

[0125]

Since the meniscus tickling suppressing rise in viscosity of the ink and the above-described heating drive for heating the ink have totally different expected effects, it is noted that drive waveforms different from each other are used and different controls are performed so as to efficiently obtain the respective effects.

[0126]

As the meniscus tickling waveform given to the piezoelectric body 58, a waveform that can give the vibration gain g higher than that of the heating drive waveform so as to efficiently perform meniscus tickling without waste of energy, and that makes the heating value P of the piezoelectric body 58 smaller than that of the heating drive waveform is used. Specifically, a waveform of a minute amplitude having a frequency at or in the vicinity of the resonance frequency f0 of the pressure chamber 52 and an applied voltage smaller than the heating drive waveform is used.

[0127]

Since the saturated vapor pressure increases as the temperature (surrounding temperature) of the outside air with which the ink in the nozzle 51 is in contact increases, the meniscus tickling is performed as the temperature increases.

[0128]

The meniscus tickling is performed on ink having high volatility, and is not performed on ink having low volatility. For example, the ink ID is read from the ink cartridge by the ink ID inputter 118 of Fig. 1, the temperature is detected by the temperature sensor 80, and whether or not to perform meniscus tickling is determined by the print controller 150. The ink ID of highly volatile ink that requires meniscus tickling and a temperature threshold for determining whether or not to perform meniscus tickling for each ink ID are stored in advance in the memory 152. When the ink ID read from the ink cartridge corresponds to the ink ID stored in advance in the memory 152 and the temperature detected by the temperature sensor 80 exceeds the temperature threshold stored in advance in the memory 152, the print controller 150 determines to perform meniscus tickling.

[0129]

Comparing the meniscus tickling with the heating drive, the meniscus tickling that gives the piezoelectric body 58 a drive waveform for suppressing the heating value not for the purpose of heating and the heating vibration that gives the piezoelectric body 58 a drive waveform for obtaining a heating value greater than that of the meniscus tickling for the purpose of heating have different drive waveforms. Compared with the heating drive waveform, the meniscus tickling waveform has a low frequency and a small applied voltage.

[0130]

The meniscus tickling is controlled to perform on ink in which the solvent is likely to volatilize and not perform on ink in which the solvent is less likely to volatilize (for example, oily ink), whilst the heating vibration is performed when the temperature is to be set to a predetermined temperature in place of controlling whether or not to perform the heating vibration depending on the volatility of the ink solvent. That is, the meniscus tickling performed when the volatility of the ink solvent is high and the temperature is higher than the predetermined temperature threshold and the heating vibration performed when the temperature is lower than the predetermined temperature threshold in order to increase the ink temperature regardless of the volatility of the ink solvent are qualitatively reversed in the direction of control.

[0131]

The non-drive waveform is a non-drive waveform that does not generate any of ink ejection from the nozzle 51, heating of the ink in the pressure chamber 52, and meniscus tickling. For example, the non-drive waveform is a waveform for maintaining a constant voltage (for example, 24 [V]).

[0132]

[Selection of Drive Waveform]

The selection of the drive waveform (also simply referred to as “switching”) will be described.

[0133]

In the image formation device 10 of the present embodiment, as illustrated in Fig. 9(a), the basic waveform generator 154 generates a basic waveform 901 having a continuous shape on a time axis, in which a drive waveform 91 for ejection drive and a drive waveform 92 for heating drive are superimposed. The print controller 150 generates a selection waveform 902 indicating a drive waveform to be selected from the basic waveforms 901 on the time axis for each piezoelectric body 58 as illustrated in Fig. 9(b). The head driver 156 selects a necessary drive waveform for each piezoelectric body 58 on the time axis from the basic waveform 901 illustrated in Fig. 9(a) according to the selection waveform 902 illustrated in Fig. 9(b). Fig. 9(c) illustrates a drive waveform 903 as an example of a selection result by the head driver 156. The drive waveform 903 selected by the head driver 156 in this manner is supplied to the piezoelectric body 58.

[0134]

Hereinafter, the basic waveform, the selection waveform, and the selected drive waveform will be described in detail.

[0135]

In Fig. 9(a), an ejection drive waveform 91 in the basic waveform 901 is an uneven waveform for ejection that has the amplitude Ajt necessary for ejection and generates pull and push of the meniscus. This ejection drive waveform 91 is inserted every minimum ejection cycle Tjt (for example, 50 μsec) on the time axis. In the present embodiment, an uneven shape that generates pull and push of the meniscus is used, but other examples of the uneven shape for ejection include a shape that generates

only push of the meniscus, and a shape that generates pull, push, and pull. The heating drive waveform 92 in the basic waveform 901 is a continuous vibration waveform having the cycle Tht and the amplitude Aht necessary for heating drive, and is inserted between the ejection drive waveform 91 and the ejection drive waveform 91 on the time axis. The heating drive waveform 92 has an amplitude smaller than that of the ejection drive waveform 91 and a cycle smaller than the minimum ejection cycle Tjt.

[0136]

The selection waveform 902 illustrated in Fig. 9(b) indicates selection (ON) and non-selection (OFF) of the ejection drive waveform for each cycle (for example, 50 μsec) on the time axis. Specifically, Fig. 9(b) illustrates non-selection (OFF) of the ejection drive waveform 91 and selection (ON) of the heating drive waveform 92 in a first cycle (0 to 50 μsec), and illustrates selection (ON) of the ejection drive waveform 91 and selection (ON) of the heating drive waveform 92 in a second cycle (50 to 100 μsec).

[0137]

The drive waveform 903 selected by the head driver 156 illustrated in Fig. 9(c) does not have the ejection drive waveform 91 and has the heating drive waveform 92 in the first cycle (0 to 50 μsec), and has the ejection drive waveform 91 and the heating drive waveform 92 in the second cycle (50 to 100 μsec). That is, in the first cycle, only the heating drive waveform 91 is given to the piezoelectric body 58. In the second cycle, the ejection and heating drive waveforms 91 and 92 are given to the piezoelectric body 58.

[0138]

For the sake of convenience of drawing, Fig. 9 illustrates only two states of a state where both drive waveforms of the ejection drive waveform and the heating drive

waveform are selected, and a state where the ejection drive waveform is not selected and only the heating drive waveform is selected. However, there are a state where the heating drive waveform is not selected and only the ejection drive waveform is selected, and a state where both the ejection drive waveform and the heating drive waveform are not selected (non-drive state).

[0139]

That is, based on the selection waveform output from the print controller 150, the head driver 156 drives the piezoelectric body 58 by selecting one state from a state where both drive waveforms of the ejection drive waveform 91 and the heating drive waveform 92 are given to the piezoelectric body 58 in parallel, a state where either one of the drive waveforms 91 and 92 is given to the piezoelectric body 58, and a state where neither of the drive waveforms 91 and 92 is given to the piezoelectric body 58.

[0140]

Here, the state where the ejection drive waveform and the heating drive waveform are given to the piezoelectric body 58 in "parallel" is a state where heating driving is also performed while droplets (ejection) are performed a plurality of times from one nozzle 51. In other words, as indicated from the example of the drive waveform in Fig. 9(c), microscopically, the heating drive is performed between the ejection drives, but macroscopically, the ejection drive and the heating drive are performed almost simultaneously.

[0141]

The print controller 150 specifies the temperature of the liquid in each of the plurality of pressure chambers 52, and determines whether or not the temperature of the ink in each pressure chamber 52 is a temperature to be heated. For the piezoelectric body 58 corresponding to the pressure chamber 52 in which the ink is to be heated

among the plurality of piezoelectric bodies 58, the selection waveform 902 instructing selection (ON) of the heating drive waveform 92 is output to the head driver 156. Based on such selection waveform 902, the head driver 156 gives the heating drive waveform 92 to the piezoelectric body 58 corresponding to the pressure chamber 52 in which the ink is to be heated among the plurality of piezoelectric bodies 58, and does not give the heating drive waveform 92 to the piezoelectric body 58 corresponding to the pressure chamber 52 in which heating is unnecessary.

[0142]

In the case of heating drive, pulse modulation is performed for switching the switching time (the period during which the heating drive waveform 92 is turned on in the selection waveform) according to the amount of temperature rise desired for each pressure chamber 52.

[0143]

The minimum switching time and the maximum switching time are determined in advance. The minimum switching time is one wave (or one mountain) of the heating drive waveform. This is because if it is shorter than this, unnecessary vibration is generated in the piezoelectric body 58. The maximum switching time is time during which the ink does not foam due to heating. Since the foaming temperature varies depending on the contact state between the ink and the heating surface, it is preferable to determine the maximum switching time on an assumption that the foaming temperature is 10 to 15 °C lower in consideration of a margin.

[0144]

Switching timing (timing of switching ON/OFF) is set while the basic waveform 901 is at the reference voltage (for example, 24 V). This is because unless the switching is performed while the basic waveform 901 is at the reference voltage,

unnecessary vibration is generated in the piezoelectric body 58.

[0145]

The meniscus tickling does not need to be performed in parallel with the ejection drive and the heating drive. Therefore, when the meniscus tickling is performed, a selection waveform different from the selection waveform instructing the selection of the ejection drive and the heating drive is given from the print controller 150 to the head driver 156.

[0146]

[Basic Arrangement Pattern of Temperature Sensors]

Various types of arrangement patterns of the temperature sensors 80 in the common liquid chamber 55 will be described with reference to Fig. 10.

[0147]

Fig. 10(a) is a schematic diagram illustrating a first basic arrangement pattern.

[0148]

The common liquid chamber 55 includes a common ink supply port 551 through which ink is supplied from the outside of the common liquid chamber 55 to the common liquid chamber 55, the plurality of individual ink supply ports 53 (not illustrated in Fig. 10) two-dimensionally arrayed to individually supply ink from the common liquid chamber 55 to the respective pressure chambers 52, and a common ink discharge port 552 through which unused ink that has not been supplied from the common liquid chamber 55 to the plurality of pressure chambers 52 is discharged from the common liquid chamber 55 to the outside of the common liquid chamber 55.

[0149]

In such common liquid chamber 55, as illustrated in Fig. 10(a), the plurality of temperature sensors 80 is arranged in an arrangement pattern different from the

arrangement pattern of the pressure chambers 52 as illustrated in Fig. 2, the number of which is smaller than the number of the pressure chambers 52 (equal to the number of the individual ink supply ports 53), so as to efficiently detect the temperature distribution of the ink in the common liquid chamber 55.

[0150]

In Fig. 10(a), lines 71, 72, and 73 with arrows reaching the common ink discharge port 552 from the common ink supply port 551 are three representative flow lines selected in advance from among a large number of flow lines in the common liquid chamber 55. Among the three representative flow lines 71, 72, and 73, the representative flow line 71 passing through a position 710 closer to one side wall (the upper wall in the figure) 553 of the common liquid chamber 55 than a center 720 of the common liquid chamber 55 is called a first representative flow line, the representative flow line 72 passing through the center 720 of the common liquid chamber 55 is called a second representative flow line, and the representative flow line 73 passing through a position 730 closer to the other side wall (the lower wall in the figure) 554 of the common liquid chamber 55 than the center 720 of the common liquid chamber 55 is called a third representative flow line.

[0151]

Here, the flow line indicates a flow path of the ink in the common liquid chamber 55.

[0152]

In the present embodiment, specifically, in a state where there is no supply of ink from the common liquid chamber 55 to the plurality of pressure chambers 52 via the individual ink supply port 53 (that is, in a state where there is no ejection of ink from the nozzle 51), a trajectory of the flow in which the ink flows from the common ink

supply port 551 to the common ink discharge port 552 is defined as the flow line.

[0153]

In Fig. 10(a), the common liquid chamber 55 is formed such that the width of the common ink supply port 551 and the width of the common ink discharge port 552 are substantially the same as the width of the common liquid chamber 55 for convenience of explanation. The flow velocities of the inks in the three representative flow lines 71, 72, and 73 are all assumed to be the same.

[0154]

That is, in the first basic arrangement pattern, the first to third representative flow lines 71, 72, and 73 are flow lines having linear shapes parallel to one another and having a constant flow velocity from the common ink supply port 551 to the common ink discharge port 552.

[0155]

In the first basic arrangement pattern, two temperature sensors 80 are arranged along each of the representative flow lines 71, 72, and 73.

[0156]

In the first basic arrangement pattern, three temperature sensors 80 are arranged along two perpendicular lines perpendicular to the representative flow lines. Each perpendicular line is a line (simply referred to as “isochronal line”) connecting points where the arrival time of the ink from the common ink supply port 551 (simply referred to as “ink arrival time”) is equal.

[0157]

Specifically, three temperature sensors 80 are arranged along the isochronal line in which the ink arrival time is t1. Three temperature sensors 80 are arranged along the isochronal line in which the ink arrival time is t2.

[0158]

Fig. 10(b) is a schematic diagram illustrating a second basic arrangement pattern.

[0159]

In Fig. 10(b), unlike Fig. 10(a), the width of the common ink supply port 551 and the width of the common ink discharge port 552 are formed smaller than the width of the common liquid chamber 55. In Fig. 10(b), similarly to Fig. 10(a), the three representative flow lines 71, 72, and 73 selected in advance from a large number of flow lines in the common liquid chamber 55 are indicated by arrows. However, the three representative flow lines 71, 72, and 73 have different shapes and different flow velocities from one another.

[0160]

Specifically, the first representative flow line 71 is a flow line in a curved shape that starts from the common ink supply port 551, passes through the vicinity of the one side wall (upper wall in the figure) 553 of the common liquid chamber 55 away from the center 720 of the common liquid chamber 55, and reaches the common ink discharge port 552. The second representative flow line 72 is a flow line in a linear shape that starts from the common ink supply port 551, passes through the center 720 of the common liquid chamber 55, and reaches the common ink discharge port 552. The third representative flow line 73 is a flow line in a curved shape that starts from the common ink supply port 551, passes through the vicinity of the other side wall (lower wall in the figure) 554 of the common liquid chamber 55 away from the center 720 of the common liquid chamber 55, and reaches the common ink discharge port 552.

[0161]

As for the flow velocity, the flow velocity of the second representative flow

line 72 passing through the center 720 of the common liquid chamber 55 is greater than the flow velocity of the first representative flow line 71 and the flow velocity of the third representative flow line 73 passing through the vicinity of the side walls 553 and 554 away from the center of the common liquid chamber 55.

[0162]

Two temperature sensors 80 are arranged along each of the plurality of representative flow lines 71, 72, and 73.

[0163]

The plurality of temperature sensors 80 is arranged along the isochronal line having the equal ink arrival time. Specifically, three temperature sensors 80 are arranged along the isochronal line in which the ink arrival time is t1. Three temperature sensors 80 are arranged along the isochronal line in which the ink arrival time is t2.

[0164]

Fig. 10(c) is a schematic diagram illustrating a third basic arrangement pattern.

[0165]

The common liquid chamber 55 illustrated in Fig. 10(c) is formed such that the width of the common ink supply port 551 and the width of the common ink discharge port 552 are substantially the same as the width of the common liquid chamber 55. It is assumed that the three representative flow lines 71, 72, and 73, which are the same as the representative flow lines of the first basic arrangement pattern illustrated in Fig. 10(a), are selected in advance from among the large number of flow lines in the common liquid chamber 55, and the three representative flow lines 71, 72, and 73 have the same ink flow velocity.

[0166]

In the third basic arrangement pattern, as compared with the first basic arrangement pattern illustrated in Fig. 10(a), the temperature sensors 80 are arranged on each of the representative flow lines 71, 72, and 73 such that the number of the temperature sensors 80 arranged on one representative flow line is reduced.

[0167]

Specifically, the three temperature sensors 80 are arranged along one perpendicular line perpendicular to the representative flow lines 71, 72, and 73 such that the ink simultaneously flowing into the common liquid chamber 55 from the common ink supply port 551 flows along the respective representative flow lines 71, 72, and 73 and reaches the plurality of temperature sensors 80 in the common liquid chamber 55 at the same time when reaching the plurality of temperature sensors 80. Specifically, the three temperature sensors 80 are arranged along an isochronal line in which the ink arrival time is a predetermined time t.

[0168]

Fig. 10(d) is a schematic diagram illustrating a fourth basic arrangement pattern.

[0169]

In Fig. 10(d), unlike Fig. 10(c), the width of the common ink supply port 551 and the width of the common ink discharge port 552 are formed smaller than the width of the common liquid chamber 55. In Fig. 10(d), similarly to Fig. 10(c), the three representative flow lines 71, 72, and 73 selected in advance from a large number of flow lines in the common liquid chamber 55 are indicated by arrows. However, the three representative flow lines 71, 72, and 73 have different shapes and different flow velocities from one another.

[0170]

The shapes of the three representative flow lines in the fourth basic arrangement pattern are the same as the shapes of the three representative flow lines in the second basic arrangement pattern illustrated in Fig. 10(b).

[0171]

In the fourth basic arrangement pattern, as compared with the second basic arrangement pattern illustrated in Fig. 10(b), the temperature sensors 80 are arranged such that the number of the temperature sensors 80 arranged on one representative flow line is reduced.

[0172]

Specifically, the three temperature sensors 80 are arranged along an isochronal line formed by connecting points having the equal ink arrival time such that the ink simultaneously flowing into the common liquid chamber 55 from the common ink supply port 551 flows along the respective representative flow lines 71, 72, and 73 and reaches the plurality of temperature sensors 80 in the common liquid chamber 55 at the same time when reaching the plurality of temperature sensors 80. Specifically, the three temperature sensors 80 are arranged along an isochronal line in which the ink arrival time is a predetermined time t.

[0173]

Fig. 10(e) is a schematic diagram illustrating a fifth basic arrangement pattern.

[0174]

In Fig. 10(e), the width of the common ink supply port 551 and the width of the common ink discharge port 552 are formed substantially the same as the width of the common liquid chamber 55. The representative flow lines 71, 72, and 73 have the same number, position, shape, and flow velocity as those of the first basic arrangement pattern illustrated in Fig. 10(a).

[0175]

In the fifth basic arrangement pattern, as compared with the first basic arrangement pattern illustrated in Fig. 10(a), the temperature sensors 80 are arranged such that the number of the temperature sensors 80 arranged on one representative flow line 71, 72, and 73 is reduced.

[0176]

Specifically, the plurality of temperature sensors 80 is arranged at positions such that when the ink having simultaneously flowed into the common liquid chamber 55 from the common ink supply port 551 flows along the respective representative flow lines 71, 72, and 73 and reaches the plurality of temperature sensors 80 in the common liquid chamber 55, the ink reaches at different times with time differences dt with a substantially equal interval.

[0177]

Specifically, one temperature sensor 80 is arranged at a position where the ink arrival time is predetermined time t0 in the first representative flow line 71, one temperature sensor 80 is arranged at a position where the ink arrival time is t0 + dt in the second representative flow line 72, and one temperature sensor 80 is arranged at a position where the ink arrival time is t0 + 2 × dt in the third representative flow line 73.

[0178]

In such fifth basic arrangement pattern, an information amount of for each representative flow line decreases as compared with the first basic arrangement pattern illustrated in Fig. 10(a), but temperature information can be uniformly obtained for the entire common liquid chamber 55.

[0179]

[Specific Structure of Common Liquid Chamber]

A specific structure of the common liquid chamber 55 will be described separately in first to third aspects.

[0180]

Fig. 11 is a horizontal cross-sectional view illustrating the structure of the common liquid chamber 55 of the first aspect.

[0181]

In Fig. 11, the first representative flow line 71 is a flow line in a curved shape from the common ink supply port 551 to the common ink discharge port 552, passing through the vicinity of the one side wall (upper wall in the figure) 553 of the common liquid chamber 55 away from the center of the common liquid chamber 55. The second representative flow line 72 is a flow line in a linear shape from the common ink supply port 551 to the common ink discharge port 552, passing through the center of the common liquid chamber. The third representative flow line 73 is a flow line in a curved shape from the common ink supply port 551 to the common ink discharge port 552, passing through the vicinity of the other side wall (lower wall in the figure) 554 of the common liquid chamber 55 away from the center of the common liquid chamber 55.

[0182]

The flow velocity of the second representative flow line 72 passing through the center of the common ink chamber 55 is greater than the flow velocity of the first representative flow line 71 and the flow velocity of the third representative flow line 73 passing through the vicinity of the side wall away from the center of the common liquid chamber 55.

[0183]

Except for a temperature sensor 80-00 in the vicinity of the common ink supply port 551, four temperature sensors 80-11, 80-12, 80-13, and 80-14 are arranged on the

first representative flow line 71 passing near the one side wall 553 of the common liquid chamber 55, three temperature sensors 80-21, 80-22, and 80-23 are arranged on the second representative flow line 72 passing through the center of the common liquid chamber 55, and four temperature sensors 80-31, 80-32, 80-33, and 80-34 are arranged on the third representative flow line 73 passing near the other side wall 554 of the common liquid chamber 55.

[0184]

Three temperature sensors of reference numeral 80-11, reference numeral 80-21, and reference numeral 80-31 are arranged along the line where the arrival time of the ink is t1. Three temperature sensors of reference numeral 80-12, reference numeral 80-22, and reference numeral 80-32 are arranged along the line where the ink arrival time is t2 (> t1). Three temperature sensors of reference numeral 80-13, reference numeral 80-23, and reference numeral 80-33 are arranged along the line where the ink arrival time is t3 (> t2). Two temperature sensors of reference numeral 80-14 and reference numeral 800-34 are arranged along the line where the ink arrival time is t4 (> t3).

[0185]

In addition to the positions along the three representative flow lines 71, 72, and 73, temperature detection elements may be added to other positions. In the present embodiment, two temperature sensors 80-01 and 80-02 are supplementarily arranged around the common ink supply port 551.

[0186]

Fig. 12 is a horizontal cross-sectional view illustrating the structure of the common liquid chamber 55 of the second aspect.

[0187]

In Fig. 12, the representative flow line (the second representative flow line 72) passing through the center of the common ink chamber 55 and the representative flow lines (the first representative flow line 71 and the third representative flow line 73) passing through the vicinity of the side walls 553 and 554 away from the center of the common ink chamber 55 are the same as those in the first aspect illustrated in Fig. 10.

[0188]

In the second aspect, unlike the first aspect, representative flow lines (a fourth representative flow line 74 and a fifth representative flow line 75) are supplementarily selected in a middle between the representative flow line (the second representative flow line 72) passing through the center of the common ink chamber 55 and the representative flow lines (the first representative flow line 71 and the third representative flow line 73) passing through the vicinity of the side wall away from the center of the common ink chamber 55.

[0189]

The magnitude relationship between the flow velocities of the representative flow lines 71 to 75 is as follows: the flow velocity of the representative flow line of the center (the second representative flow line 72) > the flow velocity of the supplementary representative flow lines (the fourth representative flow line 74 and the fifth representative flow line 75) > the flow velocity of the representative flow lines in the vicinity of the side wall (the first representative flow line 71 and the third representative flow line 73).

[0190]

Two temperature sensors 80 are arranged on each of the representative flow lines 71 to 75 except for the temperature sensor 80-00 in the vicinity of the common ink supply port 551.

[0191]

As for the relationship between the ink arrival time and the arrangement pattern of the temperature sensors 80, the temperature detection elements of reference numeral 80-41 and reference numeral 80-51 are arranged along the isochronal line in which the ink arrival time is t1, the temperature detection elements of reference numeral 80-12, reference numeral 80-22, and reference numeral 80-32 are arranged along the line in which the ink arrival time is t2 (> t1), the temperature detection elements of reference numeral 80-43, reference numeral 80-23, and reference numeral 80-53 are arranged along the line in which the ink arrival time is t3 (> t2), and the temperature detection elements of reference numeral 80-14 and reference numeral 80-34 are arranged along the line in which the ink arrival time is t4 (> t3).

[0192]

In the second aspect, the representative flow lines 81 to 85 in which the temperature sensors 80 are arranged are made different between adjacent isochronal lines.

[0193]

For example, on the isochronal line with the ink arrival time = t1, the temperature sensors 80-41 and 80-51 are respectively arranged at positions intersecting the fourth representative flow line 74 and the fifth representative flow line 75 that have been supplemented. On the isochronal line where the ink arrival time is t2, adjacent to this isochronal line, the temperature sensors 80-22, 80-12, and 80-32 are respectively arranged at positions intersecting the representative flow line (the second representative flow line 72) passing through the center and the representative flow lines (the first representative flow line 71 and the third representative flow line 73) passing through the vicinity of the side wall. On the isochronal line where the ink arrival time is t3,

adjacent to this isochronal line, the temperature sensors 80-43 and 80-53 are respectively arranged at positions intersecting the fourth representative flow line 74 and the fifth representative flow line 75 having been supplemented. On the isochronal line where the ink arrival time is t4, adjacent to this isochronal line, the temperature sensors 80-14 and 80-34 are respectively arranged at positions intersecting the representative flow lines (the first representative flow line 71 and the third representative flow line 73) passing through the vicinity of the side wall.

[0194]

In addition to the positions along the three representative flow lines 71, 72, and 73, temperature detection elements may be added to other positions. In the present embodiment, two temperature sensors 80-01 and 80-02 are supplementarily arranged around the common ink supply port 551.

[0195]

Fig. 13 is a plan view illustrating the structure of the common liquid chamber 55 of the third aspect.

[0196]

In Fig. 13, the arrangement pattern of the representative flow lines 71, 72, and 73 selected in advance and the temperature sensors 80 is the same as that in the first aspect illustrated in Fig. 10.

[0197]

In the third aspect, unlike the first aspect and the second aspect, not only heating is performed by heating drive of the piezoelectric body 58, but also heating is performed by the heating element 82 arranged in the common liquid chamber 55.

[0198]

In the common liquid chamber 55 having the common ink supply port 551 and

the common ink discharge port 552, the ink flows in a direction from the common ink supply port 551 to the common ink discharge port 552 viewed as a whole. Namely, even if the ink flows in various directions locally, the ink flows in a uniform direction as a whole. That is, when a temperature change occurs in a certain part in the common liquid chamber 55, it affects the downstream direction of the flow of ink. By performing temperature control in consideration of such ink flow, the heating control in the two-dimensional temperature distribution can be efficiently and accurately performed by the heating elements 82, the number of which is smaller than the number of pressure chambers 52 and the number of nozzles 51.

[0199]

In Fig. 13, the plurality of heating elements 82 is arranged in the common liquid chamber 55 in an arrangement pattern different from the arrangement pattern of the pressure chambers 52, the number of which is smaller than the number of the pressure chambers 52 (that is, the number of which is smaller than the number of the nozzles 51).

[0200]

Specifically, the heating elements 82 are arranged close to the temperature sensor 80 on the upstream side of the flow line where the temperature sensor 80 is positioned with respect to the arrangement position of the temperature sensor 80. By doing this, the heating control result by the heating element 82 is immediately detected by the temperature sensor 80 provided close to the downstream of the heating element 82, and therefore appropriate heating control can be performed.

[0201]

Fig. 13 illustrates a case where only the heating elements 82 are arranged in the common liquid chamber 55 as electrothermal conversion elements for temperature

control for convenience of illustration, but a plurality of cooling elements (not illustrated) for cooling the ink in the common liquid chamber 55 may be arranged in the common liquid chamber 55. In place of arranging both the heating element and the cooling element, a Peltier element that performs heating and cooling may be arranged.

[0202]

Specifically, the cooling element may be arranged close to the temperature sensor 80 on the upstream side of the flow line where the temperature sensor 80 is positioned with respect to the arrangement position of the temperature sensor 80. By doing this, the temperature control result by the cooling element is immediately detected by the temperature sensor 80 provided close to the downstream of the cooling element, and therefore appropriate cooling control can be performed.

[0203]

The heating element 82 (or the cooling element) may be arranged close to the temperature sensor 80 on the downstream side of the flow line where the temperature sensor 80 is positioned with respect to the arrangement position of the temperature sensor 80. By doing this, it is possible to perform desired temperature control by the heating element 82 (or the cooling element) immediately based on the temperature detection result by the temperature sensor 80.

[0204]

The heating element 82 (or the cooling element) may be arranged so as to be substantially evenly separated from the plurality of temperature sensors 80 positioned around the heating element 82 (or the cooling element). By doing this, it is possible to measure a state where the temperature control result by the heating element 82 (or the cooling element) is transferred to the surrounding ink, and therefore appropriate temperature control can be performed.

[0205]

In the image formation device 10 including the common liquid chamber 55 of the third aspect as illustrated in Fig. 13, first temperature adjustment by heating drive of the piezoelectric body 58 and second temperature adjustment by the heating element 82 (or the cooling element) arranged in the common liquid chamber 55 can be used in combination. Such use in combination is executed under the control of the print controller 150. When used in combination, the temperature adjustment of a bias reference temperature adjustment amount (the same temperature adjustment amount over the plurality of pressure chambers 52) is performed by the heating element 82 (or the cooling element) in the common liquid chamber 55, and the temperature adjustment of a control residual (a difference from the reference temperature adjustment amount different for each pressure chamber 52) is performed by heating drive of the piezoelectric body 58. Then, since the control amount of the piezoelectric body 58 can be reduced, the proportion in one cycle of ink ejection of the heating drive waveform with respect to the piezoelectric body 58 can be reduced, and the ejection cycle can be reduced.

[0206]

Such combined control can be applied even in a case of performing switching using the basic waveform 901 having the ejection drive waveform 91 and the heating drive waveform 92 as described with reference to Fig. 9, or even in a case of separately generating the ejection drive waveform and the heating drive waveform and performing switching of these drive waveforms. In either case, the heating drive time can be shortened, and the ejection cycle can be reduced.

[0207]

[Columnar Wire]

In the ink ejection head 50 illustrated in Fig. 4, a drive wire is arranged from the individual electrodes 57 of the piezoelectric body 58 along a bottom surface of the common liquid chamber 50, but in place of arranging the drive wire of the piezoelectric body 58 along the bottom surface of the common liquid chamber 50 in this manner, a columnar wire 60 may be arranged so as to perpendicularly penetrate the common liquid chamber 50 as illustrated in Figs. 14 and 15.

[0208]

Fig. 14 is a perspective view schematically illustrating the ink ejection head 50 in which the columnar wire 60 is provided in the common liquid chamber 55. Fig. 15 is a specific cross-sectional view of the ink ejection head 50. In Figs. 14 and 15, the same constituent elements as those in the case without the columnar wire illustrated in Fig. 4 are denoted by the same reference numerals, and a detailed description will be omitted. Since Fig. 14 is a schematic diagram briefly illustrating a columnar wire structure, some components such as the temperature sensor 80 illustrated in Fig. 15 are omitted.

[0209]

In Figs. 14 and 15, the columnar wire 60 rises in the common liquid chamber substantially perpendicular to the arrangement surface of the piezoelectric body 58, penetrates the common liquid chamber 55, and reaches the top surface of the common liquid chamber 55. An electrode 59 on the piezoelectric body 58 side of the columnar wire 60 is formed to extend from the individual electrode 57 of the piezoelectric body 58. An electrode 60a on the outer side of the columnar wire 60 (an upper wall 62 side of the common liquid chamber 55) is connected to the head driver 156 of Fig. 1. An insulating film 68 is formed on the wetted surface of the columnar wire 60.

[0210]

As illustrated in Fig. 15, the temperature sensor 80 and the heating element 82 are attached to the top surface of the common liquid chamber 55 so as to avoid the columnar wire 60. In such case, the representative flow line is generally different in shape from the representative flow lines 71, 72, and 73 illustrated in Figs. 10 to 13. Also in such case, the temperature sensor 80 and the heating element 82 are arranged on a representative flow line selected in advance from among a plurality of flow lines, and temperature distribution detection to which the present invention is applied is performed.

[0211]

[Ejection Vibration Control Based on Ink Temperature]

Drive force is adjusted according to the ink temperature with respect to a variation result of the ink temperature detected by the temperature sensor 80, and ejection force is controlled to increase in the pressure chamber 52 having a low ink temperature. The ejection force is determined so as to adjust the ejection ink amount and/or the ink ejection speed to a target value.

[0212]

For example, the temperature of the ink in the pressure chamber 52 is specified for each pressure chamber 52. In such specification of the ink temperature for each pressure chamber, as illustrated in Figs. 11 to 13, the ink temperature for each pressure chamber 52 may be indirectly specified based on the detection result of the temperature sensor 80 provided in the common liquid chamber 55, or the temperature sensor may be actually arranged for each pressure chamber 52 to directly specify the ink temperature for each pressure chamber 52. Then, as illustrated in Fig. 16, the amplitude of the ejection drive waveform is switched for each pressure chamber 52 based on the ink temperature for each pressure chamber 52 having been specified.

[0213]

When the ink temperature in the pressure chamber 52 is greater than a predetermined first temperature threshold, the piezoelectric body 58 corresponding to the pressure chamber 52 is given an ejection drive waveform having an amplitude AjtS smaller than a standard amplitude AjtM.

[0214]

When the ink temperature in the pressure chamber 52 is equal to or less than the first temperature threshold and greater than a predetermined second temperature threshold (< the first temperature threshold), the piezoelectric body 58 corresponding to the pressure chamber 52 is given an ejection drive waveform having the standard amplitude AjtM.

[0215]

When the ink temperature in the pressure chamber 52 is equal to or less than the second temperature threshold (< the first temperature threshold), the piezoelectric body 58 corresponding to the pressure chamber 52 is given an ejection drive waveform having an amplitude AjtL greater than the standard amplitude AjtM.

[0216]

[Application Control Associated with Manufacturing Variation]

For a nozzle with an initially weak ejection force due to a manufacturing error or the like, the ink viscosity is lowered by increasing the ink temperature near the nozzle (Fig. 17), and the fluid resistance is reduced and the ink flying speed is increased.

[0217]

When the ejection force is substantially the same and the flying speed of the ink is different, the time required for arrival at the medium changes, and the dot position variation appears as jitter on a line. Therefore, if the ejection force is substantially the

same, it is important to equalize the flying speed.

[0218]

As an example, the ink speed in the nozzle at an ink viscosity of 20 cp is 27.5 m/sec as the reference state, and changes to 21.9 m/sec at a viscosity of 1.5 times.

[0219]

For a nozzle in which the dot size is stably reduced due to a manufacturing error or the like, the dot size is controlled large by raising the ink temperature near the nozzle, and the dot size is made to a desired size.

[0220]

On the contrary, for a nozzle in which the dot size increases, the dot size is controlled small by lowering the ink temperature near the nozzle, and the dot size is made to a desired size.

[0221]

A case where the present invention is applied to an image formation device having a full-line ink ejection head where nozzles are arrayed in a two-dimensional matrix as illustrated in Fig. 2 has been described, but the present invention does not need such full-line ink ejection head as a precondition. For example, it goes without saying that the present invention can be applied to an image formation device having a shuttle scanning type ink ejection head that scans in the main scanning direction.

[0222]

[Example of Control Performed by Print Controller]

A representative control performed by the print controller 150 will be exemplified.

[0223]

(Control 1) Based on image data, the piezoelectric body 58 corresponding to

the nozzle 51 from which the ink is to be ejected is specified among the plurality of piezoelectric bodies 58.

[0224]

(Control 2) The temperature of the ink in each of the plurality of pressure chambers 52 is specified based on the detection result of the temperature distribution inside the common liquid chamber 55 by the plurality of temperature sensors 80 and the conversion table information stored in advance in the print control memory 152. It is determined whether or not the temperature of the ink in the plurality of pressure chambers 52 having been specified is a temperature to be heated. That is, the piezoelectric body 58 corresponding to the pressure chamber 52 in which the liquid is to be heated is specified among the plurality of piezoelectric bodies 58. Specifically, it is determined whether or not the ink temperature for each pressure chamber 52 having been specified is within a predetermined target temperature range. For example, it is determined whether or not the ink temperature of each pressure chamber 52 is equal to or less than a predetermined temperature threshold, and when the ink temperature is equal to or less than the temperature threshold, it is determined that heating should be performed.

[0225]

(Control 3) Whether or not to perform meniscus tickling is determined based on the ink to be used and the surrounding temperature of the nozzle 51.

[0226]

(Control 4) Based on determination results of control 1, control 2, and control 3, a selection waveform to be given to the head driver 156 is generated, and the selection waveform is given to the head driver 156.

[0227]

(Control 5) When heating drive is performed, the switching time of the heating drive waveform (the period during which the heating drive waveform is on) is switched based on the ink temperature for each pressure chamber 52. Specifically, control is performed such that the lower the ink temperature of the pressure chamber 52 has, the longer the time to give the heating drive waveform to the corresponding piezoelectric body 58 is.

[0228]

(Control 6) In a case of supplying heating drive waveform to the plurality of piezoelectric bodies 58 at the time of heating drive, if drive of the plurality of piezoelectric bodies 58 is started at the same time, a current starts to flow to the plurality of piezoelectric bodies 58 at the same time. Therefore, switching timing of the piezoelectric bodies 58 (timing when the heating drive waveform is switched from off to on) is made different.

[0229]

There are various types of temperature pattern control of the ink ejection head 50 as follows.

[0230]

(Temperature pattern control 1) Temperature pattern control to cancel density shading.

[0231]

(Temperature pattern control 2) Temperature pattern control to cancel unevenness (streak unevenness).

[0232]

(Temperature pattern control 3) Temperature pattern control that compensates for variations in ink supply capability due to dependence on an image pattern

(dependence on a bias of a place where ink is injected, or the like). Specifically, the temperature of a part where the ink supply capacity cannot be made in time is increased, and the flow path resistance of a flow path portion for supplying the ink is reduced to speed up the supply.

[0233]

(Temperature pattern control 4) Temperature pattern control to correct variations in ink ejection speed and ink ejection amount due to manufacturing variations of portions affecting ink ejection capability of the nozzle 51, the piezoelectric body 58, and the like.

[0234]

(Temperature pattern control 5) Temperature pattern control for performing recovery according to a non-ejection detection result.

[0235]

While a case where the present invention is applied to an ink ejection head using a piezo actuator has been described, the present invention is not limited to an ink ejection head using such piezo actuator. The present invention can be applied to, for example, a thermal jet ink ejection head in which ink is heated to generate bubbles, pressure is applied to ink in the pressure chamber by the bubbles, and ink droplets are ejected by the pressure.

[0236]

In addition, the present invention is not limited to the examples described in the embodiment, and various design changes and improvements may be made without departing from the gist of the present invention.

Brief Description of Drawings

[0237]

Fig. 1 is a schematic block diagram illustrating an example of an overall configuration of an image formation device according to the present invention.

Fig. 2 is a plan perspective view illustrating a schematic structure of an ink ejection head.

Fig. 3 is an enlarged view illustrating a part of the ink ejection head illustrated in Fig. 2 in an enlarged manner.

Fig. 4 is a cross-sectional view of the ink ejection head taken along line 4 -4 of Fig. 2.

Fig. 5 is a waveform diagram illustrating an example of an ejection drive waveform.

Fig. 6 is a waveform diagram illustrating an example of a heating drive waveform.

Fig. 7 is a waveform diagram illustrating an example of a drive waveform (ejection and heating drive waveform) in a case where ejection and heating are performed in parallel.

Fig. 8 is a graph showing a relationship between the vibration frequency of the piezoelectric body and the ink vibration gain of the pressure chamber.

Fig. 9(a) is a waveform diagram illustrating an example of a basic waveform that is a basis of a drive waveform to be given to a piezoelectric body, Fig. 9(b) is a waveform diagram illustrating an example of a selection waveform representing an instruction for selecting a necessary drive waveform from the basic waveform, and Fig. 9(c) is a waveform diagram illustrating an example of a drive waveform selected based on the selection waveform from the basic waveform.

Figs. 10 (a), (b), (c), (d), and (e) are each a schematic diagram illustrating a

basic arrangement pattern of temperature sensors.

Fig. 11 is a horizontal cross-sectional view illustrating an internal structure of the common liquid chamber of the first aspect.

Fig. 12 is a horizontal cross-sectional view illustrating an internal structure of the common liquid chamber of the second aspect.

Fig. 13 is a horizontal cross-sectional view illustrating an internal structure of the common liquid chamber of the third aspect.

Fig. 14 is a schematic perspective view illustrating an example of an ink ejection head having a columnar wire in the common liquid chamber.

Fig. 15 is a cross-sectional view illustrating an example of an ink ejection head having a columnar wire in the common liquid chamber.

Fig. 16 is an explanatory view illustrating a control example of an ejection drive waveform based on ink temperature.

Fig. 17 is a graph showing an example of a relationship between ink temperature and viscosity.

Description of Reference Signs

[0238]

10 image formation device

50 ink ejection head

51 nozzle

52 pressure chamber

53 individual ink supply port

55 common liquid chamber

56 vibrating plate

57 individual electrode

58 piezoelectric body

60 columnar wire

71, 72, 73 representative flow line

80 temperature sensor

82 heating element (or cooling element) in common liquid chamber

110 main controller

112 main memory

114 image data inputter

116 conveyance controller

118 ink ID inputter

126 conveyor

150 print controller

152 print control memory

154 basic waveform generator

156 head driver

551 common ink supply port

552 common ink discharge port

553, 554 side wall of common liquid chamber

FIG. 1

80	TEMPERATURE SENSOR
110	MAIN CONTROLLER
112	MAIN MEMORY
114	IMAGE DATA INPUTTER
116	CONVEYANCE CONTROLLER
118	INK ID INPUTTER
126	CONVEYOR
150	PRINT CONTROLLER
152	PRINT CONTROL MEMORY
154	BASIC WAVEFORM GENERATOR
156	HEAD DRIVER
300	HOST COMPUTER

FIG. 3

3	MAIN SCANNING DIRECTION

FIG. 5

1	EJECTION
2	EJECTION

FIG. 8

4	g: GAIN (ANTILOGARITHM)
5	f: VIBRATION FREQUENCY [Hz]

FIG. 9

(a)

6 VOLTAGE (V)

7 TIME (μsec)

(b)

8 VOLTAGE (V)

9 TIME (μsec)

(c)

10 VOLTAGE (V)

11 TIME (μsec)

FIG. 16

12 VOLTAGE (V)

13 PRESSURE CHAMBER WITH HIGH INK TEMPERATURE

14 PRESSURE CHAMBER WITH STANDARD INK TEMPERATURE

15 PRESSURE CHAMBER WITH LOW INK TEMPERATURE

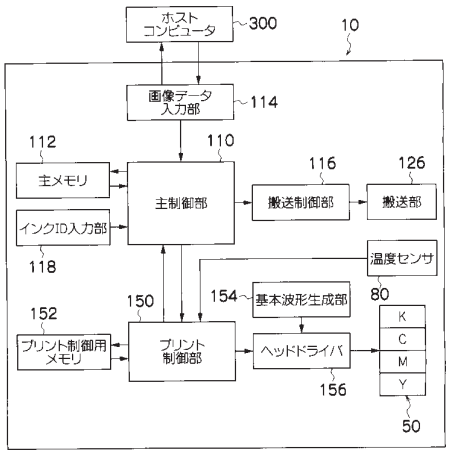
16 TIME (μsec)

FIG. 17

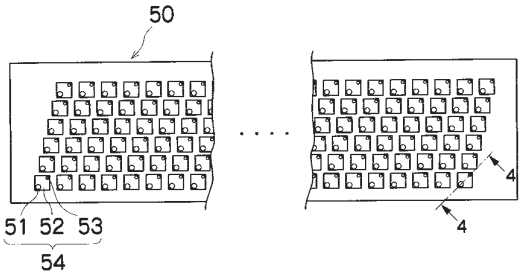
17 TEMPERATURE (°C)

18 VISCOSITY (cP)

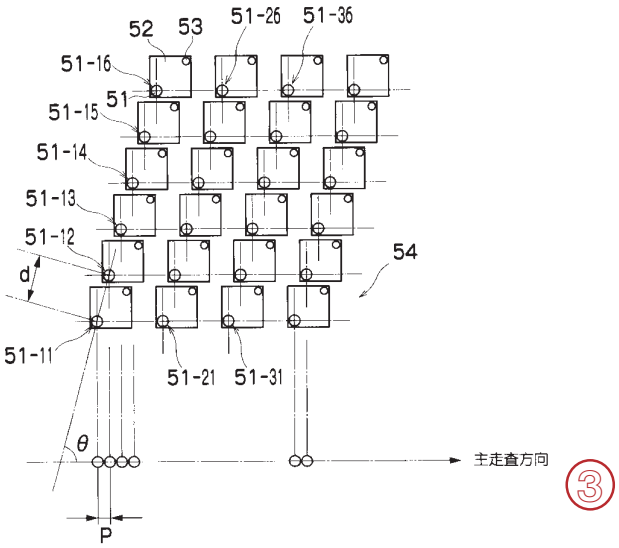
【図 1】



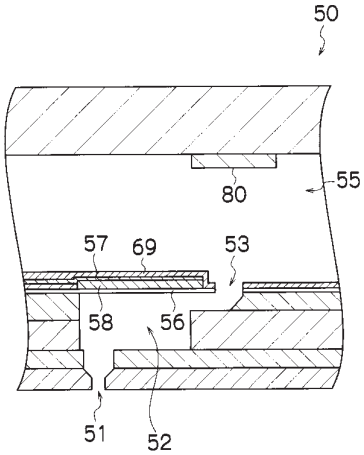
【図 2】



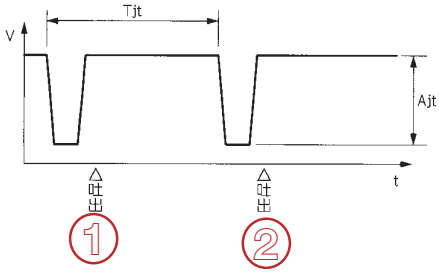
【図 3】



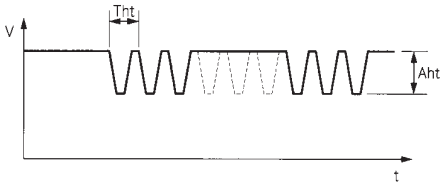
【図 4】



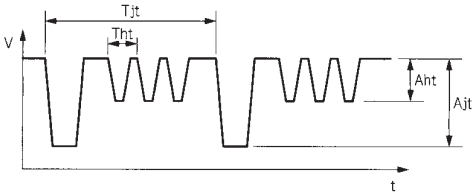
【図 5】



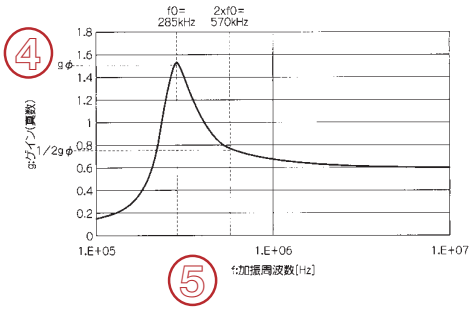
【図 6】



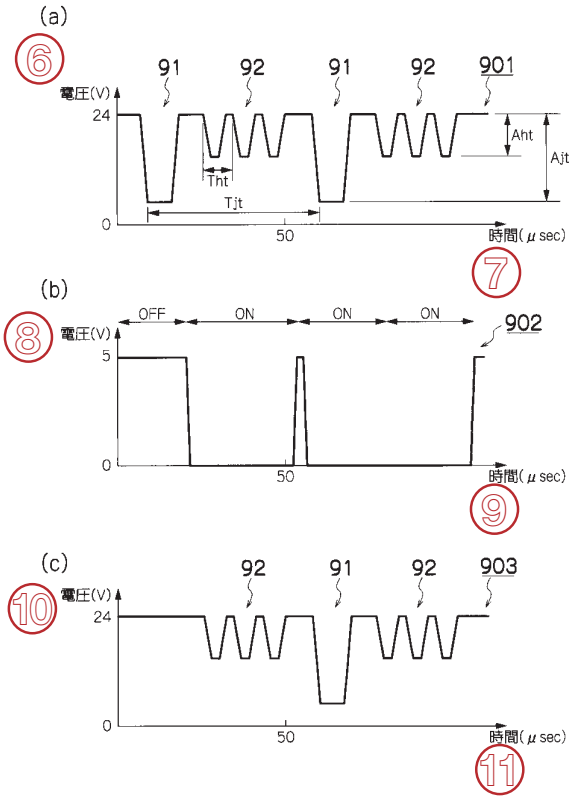
【図 7】



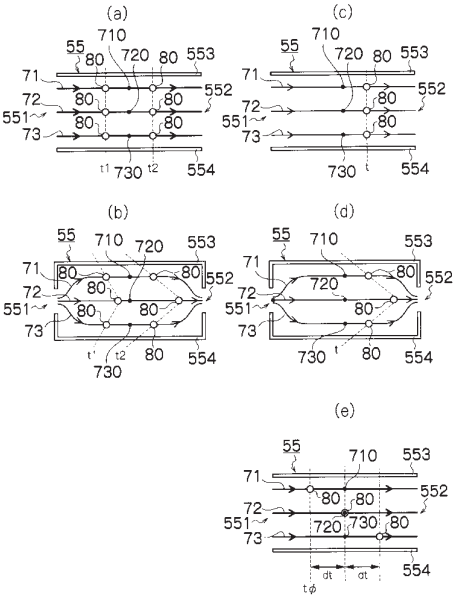
【図８】


f0=
285kHz
2xf0=
570kHz
gφ
1/2gφ
gゲイン(倍数)
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1.E+05
1.E+06
1.E+07
f:加振周波数[Hz]
4
5

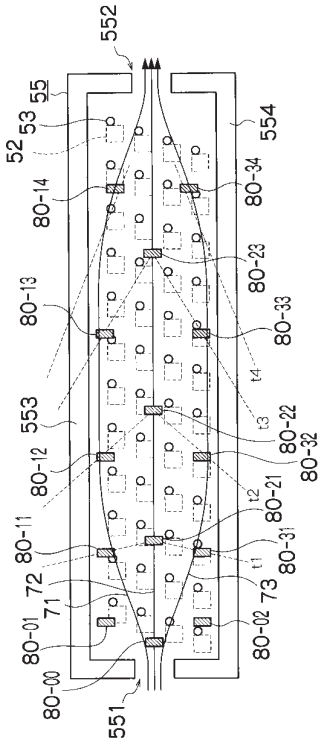
【図９】


(a)
6
91
92
91
92
901
電圧(V)
24
0
Aht
Ajt
Tht
Tjt
50
時間(μsec)
7
(b)
8
OFF
ON
ON
ON
902
電圧(V)
5
0
50
時間(μsec)
9
(c)
10
92
91
92
903
電圧(V)
24
0
50
時間(μsec)
11

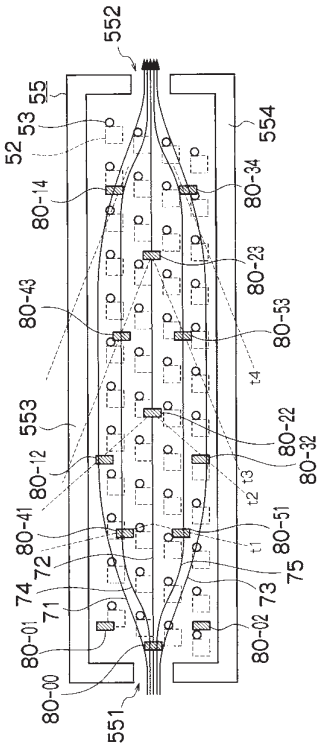
【図１０】


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
55
710
720
80
553
71
72
551
73
552
554
730
t1
t2
t'
t
dt
tφ

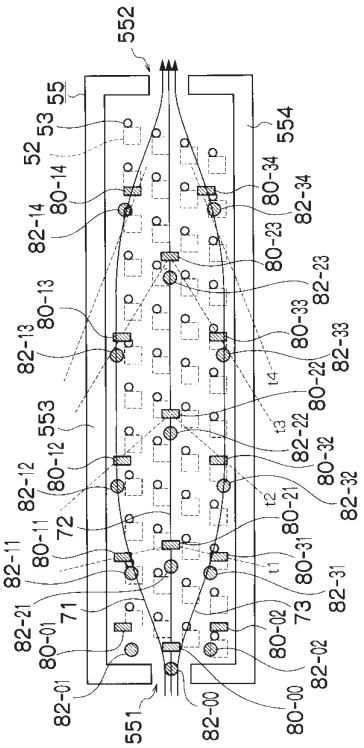
【図１１】


552
55
53
52
554
80-14
80-34
80-13
80-23
80-33
553
80-12
80-22
80-32
80-11
80-21
80-31
72
71
73
80-01
80-02
80-00
551
t1
t2
t3
t4

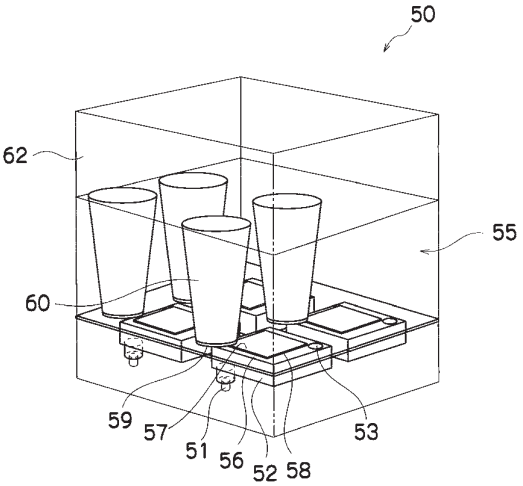
【図１２】



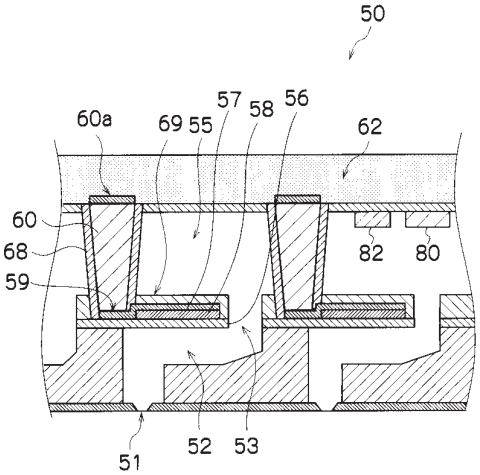
【図１３】



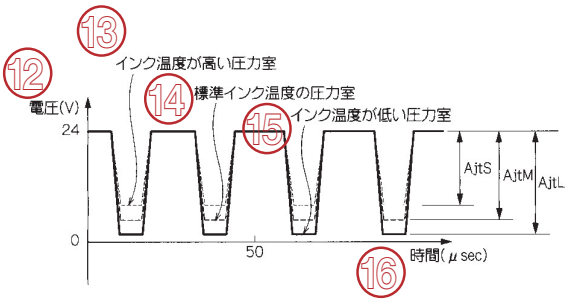
【図１４】



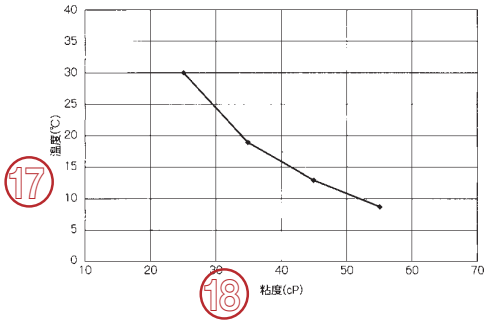
【図１５】



【図１６】


13
12
インク温度が高い圧力室
14
標準インク温度の圧力室
15
インク温度が低い圧力室
電圧(V)
24
0
50
AjtS
AjtM
AjtL
16
時間(μsec)

【図１７】


17
温度(℃)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
10
20
30
40
50
60
70
18
粘度(cP)

(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2006-240262
(P2006-240262A)
(43)公開日　平成18年9月14日(2006.9.14)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
B41J	2/01	(2006.01)	B41J	3/04	101Z	2C056
B41J	2/045	(2006.01)	B41J	3/04	103A	2C057
B41J	2/055	(2006.01)				

審査請求 未請求　請求項の数 11　ＯＬ　（全 30 頁）

(21)出願番号　特願2005-62986(P2005-62986)
(22)出願日　平成17年3月7日(2005.3.7)

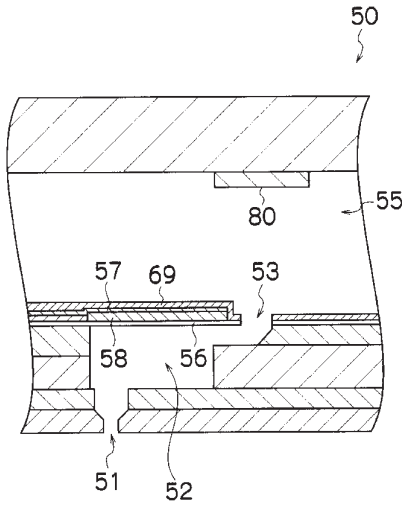
（特許庁注：以下のものは登録商標）
1．イーサネット

(71)出願人　000005201
富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼２１０番地
(74)代理人　100083116
弁理士　松浦　憲三
(72)発明者　永島　完司
神奈川県足柄上郡開成町宮台７９８番地
富士写真フイルム株式会社内

Ｆターム(参考)　2C056 EA04 EA28 EB09 EB30 EC07 EC29 EC38 EC45 FA12 FA13 HA05 HA15
2C057 AF21 AG15 AG44 AG68 AG84 AG93 AK01 AL25 AL26 AM16 AM21 AM22 AN04 AN05 AR04 BA04 BA14

(54)【発明の名称】液体吐出ヘッド及び画像形成装置

(57)【要約】
【課題】　複数の発熱源を有する液体吐出ヘッド内の温度分布を的確に検出することができること。
【解決手段】　複数の吐出口とそれぞれ連通している複数の個別液室５２と、複数の個別液室５２に液体を供給する共通液室５５を備え、共通液室５５内に複数の温度センサ８０を配置した。温度センサ８０は、供給口５５１を介して共通液室５５内に流入した液体の共通液室５５内での流動経路を示す複数の流線の中から予め選択された複数の代表流線７１、７２、７３に配置した。
【選択図】　図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の吐出口とそれぞれ連通している複数の圧力室と、
前記複数の圧力室に液体を供給する共通液室と、
を備え、
前記共通液室内に複数の温度検出素子が配置されていることを特徴とする液体吐出ヘッド。
【請求項２】
前記複数の圧力室は、前記吐出口の数と同数だけ所定の２次元の配置パターンで配置されており、
前記複数の温度検出素子は、前記圧力室の数よりも少ない数だけ前記圧力室の配置パターンとは異なる配置パターンで配置されていることを特徴とする請求項１に記載の液体吐出ヘッド。
【請求項３】
前記共通液室は、該共通液室の外部から液体が供給される供給口を有し、
前記温度検出素子は、前記供給口を介して前記共通液室内に流入する液体の前記共通液室内での流動経路を示す複数の流線の中から予め選択された複数の代表流線に配置されていることを特徴とする請求項１又は２に記載の液体吐出ヘッド。
【請求項４】
前記温度検出素子は、前記各代表流線ごとに複数配置されていることを特徴とする請求項３に記載の液体吐出ヘッド。
【請求項５】
前記温度検出素子は、前記各代表流線ごとにひとつずつ配置されていることを特徴とする請求項３に記載の液体吐出ヘッド。
【請求項６】
前記温度検出素子は、前記複数の代表流線のうち少なくともひとつの代表流線に対して垂直な方向に沿って複数配置されていることを特徴とする請求項３乃至５のいずれかに記載の液体吐出ヘッド。
【請求項７】
前記温度検出素子は、前記供給口からの液体の到達時間が等しい点同士を結んでなる線に沿って複数配置されていることを特徴とする請求項３乃至５のいずれかに記載の液体吐出ヘッド。
【請求項８】
前記温度検出素子は、前記供給口から流入した液体の到達時間が等間隔の時間差をもって異なる複数の位置にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項３乃至５のいずれかに記載の液体吐出ヘッド。
【請求項９】
前記吐出口を介して前記圧力室の液体を吐出させる吐出手段によって前記圧力室ごとに加熱を行うことを特徴とする請求項１乃至８のいずれかに記載の液体吐出ヘッド。
【請求項１０】
前記共通液室内の液体の加熱を行う加熱素子、前記共通液室内の液体の冷却を行う冷却素子、及び、前記共通液室内の液体の加熱と冷却を行う加熱冷却素子のうち少なくとも一種類の温度調整素子が前記共通液室内に配置されていることを特徴とする請求項１乃至９のいずれかに記載の液体吐出ヘッド。
【請求項１１】
請求項１乃至１０のいずれかに記載の液体吐出ヘッドを備え、該液体吐出ヘッドに対して所定の記録媒体を相対的に移動させて該記録媒体に画像を形成することを特徴とする画像形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は液体吐出ヘッド及び画像形成装置に係り、特に紙などの記録媒体に対して液体を吐出して画像を形成する液体吐出ヘッド及び画像形成装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、多数のノズルを配列させたインク吐出ヘッドと紙などの記録媒体とを相対的に移動させながら、ノズルから記録媒体に向けてインクを吐出することにより、記録媒体上に画像を形成するようにした画像形成装置が知られている。
【０００３】
このような画像形成装置に搭載するインク吐出ヘッドとしては、ノズルに連通した圧力室にインクを供給し、この圧力室に取り付けられた圧電体に対して画像データに応じた駆動信号を与えることにより圧力室の容積を変化させて、圧力室内のインクをノズルから吐出するようにしたピエゾ方式のインク吐出ヘッドが知られている。
【０００４】
一方で、インクを加熱して気泡を発生させ、その圧力でインク滴を飛ばすようにしたサーマルジェット方式のインク吐出ヘッドも知られている。
【０００５】
また、複数のインク吐出ヘッドを備えた画像形成装置において、インク吐出ヘッドの温度を検出する温度検出素子とインク吐出ヘッドを加熱する加熱素子とが、各インク吐出ヘッドごとに、ひとつずつ設けられたものが知られている（特許文献１、２を参照）。
【０００６】
特許文献１に記載のものは、複数のインク吐出ヘッドのそれぞれに温度検出素子と加熱素子（ヒーター）とを備え、各温度検出素子により各インク吐出ヘッドごとにインク吐出ヘッド全体の温度を検出し、インク吐出ヘッド間の温度差が所定の温度範囲内となるように、各加熱素子により各インクヘットヘッドごとに各インク吐出ヘッド全体の加熱制御を行うようになっている。
【０００７】
特許文献２に記載のものは、複数のノズル（インク吐出部）と、各ノズルにそれぞれ連通する複数の圧力室（インク室）と、複数の圧力室に液体を供給するひとつの共通液室（インク流入室）とを備え、共通液室（インク流入室）の外部にはその共通液室の近傍に温度検出素子及び加熱素子（発熱体）がそれぞれ一つずつ設けられている構成となっている。このような構成により、共通液室の近傍の温度検出素子により共通液室の近傍の温度が検出され、共通液室の近傍の加熱素子により共通液室内のインクが加熱制御される。
【特許文献１】特開平１－９５０５６号公報（特に第３図）
【特許文献２】特開平２－１０７４４７号公報（特に第２図）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
高品質な画像を形成することを目的として、高解像度化が求められている。具体的には、各ノズルの径を小さくして記録媒体に対して吐出されるインク滴を小さくし、かつ、複数のノズルを２次元配列にするとともにノズル同士の間隔（ノズルピッチ）を小さくして単位面積あたりの画素数を多くする。
【０００９】
ノズルを２次元的に配列した場合、一般に、各ノズルに連通する圧力室も２次元的に配列される。ノズルごとに吐出条件（例えば吐出頻度の違いやノズルなどの特性）が異なり、また、複数の圧力室にそれぞれ対応したアクチュエータ（例えば圧電体やヒータ）など複数の発熱源がインク吐出ヘッド内に存在するので、インク吐出ヘッド内の温度分布に２次元的なばらつきが生ずる。
【００１０】
したがって、高画質な画像を形成するという目的を達成するためには、ノズル配列の２

次元化を行うだけでは足りず、適切な温度制御を行うためにインク吐出ヘッド内の温度分布を的確に検出する必要がある。

【００１１】

特許文献１、２に記載のものは、ひとつのインク吐出ヘッドに対してひとつの温度検出素子が設けられているだけなので、インク吐出ヘッド全体の温度を大雑把に把握することはできても、インク吐出ヘッド内の温度分布（特に共通液室内の温度分布）を的確に検出することができない。

【００１２】

また、特許文献１、２には、各インク吐出ヘッドごとに温度検出をすることについては記載されているが、ひとつのインク吐出ヘッド内の温度分布を如何に的確に検出するかについて何ら示唆する記載がない。

【００１３】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、複数の発熱源を有するインク吐出ヘッド内の温度分布を的確に検出することができる液体吐出ヘッド及び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】

前記目的を達成するために、請求項１に記載の発明は、複数の吐出口とそれぞれ連通している複数の圧力室と、前記複数の圧力室に液体を供給する共通液室と、を備え、前記共通液室内に複数の温度検出素子が配置されている構成になっている。

【００１５】

この構成によって、共通液室の近傍（例えば共通液室の隔壁部材等）に温度検出素子をひとつ配置した場合と比較して、共通液室内に複数配置された温度検出素子によって共通液室内の温度分布が的確に検出されることになる。

【００１６】

請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の発明において、前記複数の圧力室は、前記吐出口の数と同数だけ所定の２次元の配置パターンで配置されており、前記複数の温度検出素子は、前記圧力室の数よりも少ない数だけ前記圧力室の配置パターンとは異なる配置パターンで配置されている構成になっている。

【００１７】

この構成によって、各圧力室ごとの発熱（例えばアクチュエータ駆動による発熱あるいはヒーターによる発熱）によって変化するインク吐出ヘッド内の温度分布が共通液室内の温度分布を検出することにより的確に把握されるとともに、複数の圧力室内にそれぞれ温度検出素子を配置した場合と比較して温度検出素子の数が低減されるので効率的に温度分布が検出されることになる。

【００１８】

請求項３に記載の発明は、請求項１又は２に記載の発明において、前記共通液室は、該共通液室の外部から液体が供給される供給口を有し、前記温度検出素子は、前記供給口を介して前記共通液室内に流入する液体の前記共通液室内での流動経路を示す複数の流線の中から予め選択された複数の代表流線に配置されている構成になっている。

【００１９】

この構成によって、共通液室内の２次元的な液体の流れを利用した温度検出が行われることになり、共通液室内の２次元的な温度分布が的確かつ効率よく把握されることになる。

【００２０】

請求項４に記載の発明は、請求項３に記載の発明において、前記温度検出素子は、前記各代表流線ごとに複数配置されている構成になっている。

【００２１】

この構成によって、液体の流れに沿って変化していく液体の温度を的確に検出することができる。

【００２２】
請求項５に記載の発明は、請求項３に記載の発明において、前記温度検出素子は、前記各代表流線ごとにひとつずつ配置されている構成になっている。
【００２３】
この構成によって、温度検出素子の数を最小限にして効率よく温度検出を行うことができる。
【００２４】
請求項６に記載の発明は、請求項３乃至５のいずれかに記載の発明において、前記温度検出素子は、前記複数の代表流線のうち少なくともひとつの代表流線に対して垂直な方向に沿って複数配置されている構成になっている。
【００２５】
この構成によって、温度検出素子の数を最小限にして効率よく温度検出を行うことができる。
【００２６】
請求項７に記載の発明は、請求項３乃至５のいずれかに記載の発明において、前記温度検出素子は、前記供給口からの液体の到達時間が等しい点同士を結んでなる線に沿って複数配置されている構成になっている。
【００２７】
この構成によって、同時に供給口から流入する液体の流動経路の違いによる温度の差異を的確に検出することができる。
【００２８】
請求項８に記載の発明は、請求項３乃至５のいずれかに記載の発明において、前記温度検出素子は、前記供給口から流入した液体の到達時間が等間隔の時間差をもって異なる複数の位置にそれぞれ配置されている構成になっている。
【００２９】
この構成によって、温度検出素子の数を低減して効率よく温度検出を行うことができる。
【００３０】
請求項９に記載の発明は、請求項１乃至８のいずれかに記載の発明において、前記吐出口を介して前記圧力室の液体を吐出させる吐出手段によって前記圧力室ごとに加熱を行う構成になっている。
【００３１】
この構成によって、特別な加熱素子を追加することなく温度制御を行うことができる。
【００３２】
請求項１０に記載の発明は、請求項１乃至９のいずれかに記載の発明において、前記共通液室内の液体の加熱を行う加熱素子、前記共通液室内の液体の冷却を行う冷却素子、及び、前記共通液室内の液体の加熱と冷却を行う加熱冷却素子のうち少なくとも一種類の温度調整素子が前記共通液室内に配置されている構成になっている。
【００３３】
この構成によって、各温度検出素子の温度検出結果に対応して共通液室内の温度制御を詳細に行うことができる。
【００３４】
請求項１１に記載の発明は、請求項１乃至１０のいずれかに記載の液体吐出ヘッドを備え、該液体吐出ヘッドに対して所定の記録媒体を相対的に移動させて該記録媒体に画像を形成することを特徴とする画像形成装置である。
【発明の効果】
【００３５】
本発明によれば、インク吐出ヘッド内の温度分布を的確に検出することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００３６】

以下、添付図面に従って、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【００３７】

［画像形成装置の全体構成］

図１は、本発明に係る一実施形態の画像形成装置の全体構成を示す概略ブロック図である。

【００３８】

図１において、本実施形態の画像形成装置１０は、主として、インク吐出ヘッド５０、温度センサ８０（温度検出素子）、主制御部１１０、主メモリ１１２、画像データ入力部１１４、搬送制御部１１６、インクＩＤ入力部１１８、搬送部１２６、プリント制御部１５０、プリント制御用メモリ１５２、基本波形生成部１５４、ヘッドドライバ１５６、を含んで構成されている。

【００３９】

インク吐出ヘッド５０は、紙などの記録媒体に対してインクを吐出するものである。本実施形態の画像形成装置１０は、黒（Ｋ）、シアン（Ｃ）、マゼンタ（Ｍ）、イエロ（Ｙ）の各色のインク吐出ヘッド５０を備えている。このインク吐出ヘッド５０の具体的な構造については、後に詳述する。

【００４０】

温度センサ８０は、温度を検出するものである。具体的には、第１に、インク吐出ヘッド５０の内部に配置されてそのインク吐出ヘッド５０の内部の温度分布を検出する複数の温度センサ（内部温度検出センサ）と、第２に、インク吐出ヘッド５０の外部の温度（周辺温度）を検出するひとつの温度センサ（周辺温度検出センサ）とによって構成されている。

【００４１】

内部温度検出センサは、インク吐出ヘッド５０内のインクを温度調整するか否かの判定、及び、温度調整量の判定に用いられるとともに、加熱により目的の温度に達したか否か等の温度調整結果の確認に用いられる。内部温度検出センサの配置については、後に詳述する。

【００４２】

一方で、周辺温度検出センサは、ノズル５１内のインク表面から溶媒が蒸発することに起因するインクの粘度上昇を防止するためにインクのメニスカスを揺らすか否かを判定する際に用いられる。

【００４３】

搬送部１２６は、紙などの記録媒体をインク吐出ヘッド５０に対して相対的に移動させるものである。具体的には、搬送モータ、搬送ベルトなどによって構成されており、記録媒体を所定の搬送路上で搬送する。

【００４４】

画像データ入力部１１４は、ホストコンピュータ３００から画像データが入力されるものである。本実施形態において、具体的には、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）、ＩＥＥＥ１３９４、イーサネットなどの有線の通信インタフェース、又は、無線の通信インタフェースによって、ホストコンピュータ３００から画像データを受信する。なお、本発明において、画像データの入力態様は、ホストコンピュータ３００との通信により画像データが入力される場合に特に限定されるものではない。例えば、メモリカードや光ディスクなどのリムーバブルメディアから画像データを読み込むことにより画像データが入力されるようにしてもよい。

【００４５】

搬送制御部１１６は、搬送部１２６を制御するものである。具体的には、搬送部１２６を構成する搬送ベルトへの記録媒体の吸着や、その搬送ベルトの駆動などを行う。

【００４６】

インクＩＤ入力部１１８は、インクの種類を識別するインクＩＤ（インク識別情報）が

入力されるものである。本実施形態において、具体的には、画像形成装置１０に装着及び脱着が可能であって、インクを収納したインクカートリッジ（図示を省略）からインクＩＤを読み取るようになっている。例えば、バーコードとして付与されたインクＩＤを読み取る、ＩＣタグから無線でインクＩＤを読み取る、などの入力態様がある。ホストコンピュータ３００との通信により入力されるようにしてもよい。ユーザの操作により入力されるようにしてもよい。

【００４７】

プリント制御部１５０は、主メモリ１１２に記憶されている画像データに基づいて、インク吐出ヘッド５０によってそのインク吐出ヘッド５０から記録媒体に向けてインクを吐出する制御を行う。また、プリント制御部１５０は、温度センサ８０によって検出されたインク吐出ヘッド５０の内部の温度分布に基づいてインク吐出ヘッド５０内のインクの温度調整を制御する。また、プリント制御部１５０は、インクＩＤ入力部１１８に入力されたインクＩＤと温度センサ８０によって検出された周辺温度とに基づいてインクの粘度上昇を防止するためのメニスカス揺らしを制御する。プリント制御部１５０は、例えば、マイクロプロセッサ及びその周辺回路によって構成されている。

【００４８】

プリント制御用メモリ１５２は、プリント制御部１５０用のメモリであり、プリンタ制御部１５０が実行するプログラム、プリント制御部１５０が画像データに基づいて生成したプリント用データや、プリント制御部１５０がプリント制御を行うのに必要な各種情報を記憶する。

【００４９】

基本波形生成部１５４は、インク吐出ヘッド５０の駆動に必要な電気信号（駆動波形）を含む基本波形を生成する。基本波形生成部１５４は、前述のプリント制御部１５０と一体に形成されていてもよい。なお、基本波形の具体的な形状については、後に詳述する。

【００５０】

ヘッドドライバ１５６は、基本波形生成部１５４から出力された基本波形と、プリント制御部１５２から出力された、駆動波形の選択を指示する電気信号（選択波形）とに基づいて、複数種類の駆動波形の中から必要な駆動波形を選択してインク吐出ヘッド５０に与える。ヘッドドライバ１５６による駆動波形の選択については、後に詳述する。

【００５１】

主制御部１１０は、主メモリ１１２、画像データ入力部１１４、搬送制御部１１６、インクＩＤ入力部１１８、プリント制御部１５０などの各部を制御するものである。主制御部１１０は、具体的には、マイクロプロセッサ及びその周辺回路によって構成されている。

【００５２】

主メモリ１１２は、主制御部１１０が実行するプログラム、そのプログラムの実行に必要な各種の情報、ホストコンピュータ３００から入力された画像データなどを記憶するものである。

【００５３】

［インク吐出ヘッドの構造］

図２は、インク吐出ヘッド５０の全体の概略構造を示す平面透視図である。

【００５４】

図２において、インク吐出ヘッド５０は、最大サイズの記録紙の少なくとも一辺を超える長さにわたって配列された多数のノズル５１（吐出口）を有し、紙などの記録媒体に対して相対的に移動しながら、ノズル５１から記録媒体に向けてインクを吐出する。

【００５５】

インク吐出ヘッド５０は、インクを吐出する複数のノズル５１、ノズル５１と連通しておりノズル５１からインクを吐出するときにインクに対して圧力を付与する圧力室５２（個別液室）、及び、図２では図示を省略した後述の共通液室から圧力室５２に対してインクを供給する個別インク供給口５３をそれぞれ含んで構成される複数の圧力室ユニット５

４が、２次元マトリクス状に配列されて構成されている。

【００５６】

図２に示されたインク吐出ヘッド５０の一部分を拡大して図３に示す。

【００５７】

図３において、複数のノズル５１は、主走査方向に沿って配列されているとともに、主走査方向に対して所定の角度θをなす方向に沿って配列されてなる。すなわち、複数のノズル５１は、いわゆる２次元マトリクス状で配列されている。

【００５８】

具体的には、例えば、符号５１-11、５１-21、５１-31、…（あるいは符号５１-16、５１-26、５１-36、…）のｍ個のノズルが主走査方向に沿って配列されている。また、例えば、符号５１-11、５１-12、５１-13、５１-14、５１-15、５１-16のｎ個（ここではｎ＝６）のノズルが主走査方向に対して角度θをなす方向に沿って配列されている。

【００５９】

主走査方向に沿ったひとつの線（主走査線）に全てのノズル５１を投影してなる仮想的なノズル配列（投影ノズル配列）は、主走査方向のドットピッチＰ（すなわちノズル５１からインクが吐出されることにより記録媒体上に形成されるドット同士の主走査方向における間隔）と略同一の間隔でノズル５１が配置されてなる。すなわち、投影ノズル配列は、ドットピッチＰと略同一のピッチを有するノズル配列である。

【００６０】

実際上は、ノズル５１の間隔（ノズルピッチ）は、主走査方向においてはドットピッチＰのｎ倍（ここではｎ＝６）であり、主走査方向に対して角度θをなす方向においては、図３に示されるｄ（＝Ｐ×１／ｃｏｓθ）である。

【００６１】

図４は、図２の４－４線に沿った断面図であり、ひとつの圧力室５２及びその周辺を示している。なお、図４には、ノズル５１、圧力室５２、個別インク供給口５３、個別電極５７、圧電体５８、及び、温度センサ８０がそれぞれひとつずつ記載されているが、実際には、インク吐出ヘッド５０は、ノズル５１、圧力室５２、個別インク供給口５３、個別電極５７、圧電体５８、及び、温度センサ８０をそれぞれ複数備えている。具体的には、圧力室５２、個別インク供給口５３、個別電極５７、及び、圧電体５８はノズル５１と同数だけ２次元マトリクス状に設けられており、温度センサ８０はノズル５１の数（圧力室５２の数）よりも少ない数だけノズル５１や圧力室５２等の配置パターンとは異なる配置パターンで配置されている。

【００６２】

振動板５６は、圧力室５２内の空間を挟んでノズル５１が配置されている側とは反対側に配置されており、各圧力室５２の振動面を構成している。振動板５６は、複数の圧力室５２に共通のものとし１枚のプレートで形成されている。

【００６３】

共通液室５５は、振動板５６を挟んで圧力室５２が配置されている側とは反対側に配置されており、振動板５６に形成されている個別インク供給口５３を介して複数の圧力室５２にインクを供給する。すなわち、圧力室５２に対してノズル５１を下として見たとき、共通液室５５は、複数の圧力室５２の直上において、これらの複数の圧力室５２の全てを覆うように、ひとつの共通の空間をなす液室として形成されている。詳細には、共通液室５５は、平面方向の広さとして、複数の個別インク供給口５３が２次元マトリクス状に配置されてなる２次元パターン以上の広さを有する。このような共通液室５５により、２次元マトリクス状に配列された各圧力室５２に対して、インクがリフィル性良く供給されることになる。

【００６４】

圧電体５８は、例えばピエゾからなり、振動板５６を介して圧力室５２の容積を変化させる。圧電体５８の一方の電極は個別電極５７によって構成されており、個別電極５７を介して図１のヘッドドライバ１５６と接続されている。圧電体５８の他方の電極は振動板

５６（共通電極）によって構成されており、接地されている。圧電体５８を駆動する電気信号である駆動波形は、図１のヘッドドライバ１５６から圧電体５８に与えられる。

【００６５】

ヘッドドライバ１５６から圧電体５８に与えられる駆動波形には各種ある。第１に、ノズル５１からインクを吐出させる吐出振動を圧電体５８に発生させる駆動波形（「吐出駆動波形」と称する）がある。第２に、ノズル５１からインクを吐出させることなく圧電体５８を発熱させることによりインクの加熱を行う駆動波形（「加熱駆動波形」と称する）がある。第３に、吐出振動と並行して圧電体５８に発熱をさせる駆動波形（「吐出・加熱駆動波形」と称する）がある。なお、吐出・加熱駆動波形は、前述の吐出駆動波形と加熱駆動波形とを含んでいる。第４に、ノズル５１からインクを吐出させることなくインクの粘度上昇を抑えるようにノズル５１内のメニスカスを微小な振幅で揺らす駆動波形（「メニスカス微振動波形」と称する）がある。第５に、吐出駆動波形、加熱駆動波形、及び、メニスカス微振動波形のいずれをも含まない、圧電体５８を駆動しない無駆動波形がある。

【００６６】

本実施形態の圧電体５８は、ノズル５１からインクを吐出させるための圧力を発生する圧力発生手段を構成しているだけでなく、インクを加熱する加熱手段、及び、インクの粘度を調整する粘度調整手段をも構成している。

【００６７】

温度センサ８０は、本実施形態では、共通液室５５の天面に複数配置されている。また、本実施形態では、複数の温度センサ８０は共通液室５５内を流れるインクの流動が考慮された配置パターンで共通液室５５内に配置されており、このような複数の温度センサ８０の温度検出結果に基づいてプリント制御部１５０により共通液室５５内の温度分布とともに各圧力室５２内のインクの温度が特定される。

【００６８】

具体的には、温度センサ８０は、共通液室５５内でのインクの流動経路を示す複数の流線の中から予め選択された複数の代表流線に沿って配置されている。また、プリント制御用メモリ１５２には、温度センサ８０によって検出された共通液室５５内の代表流線に沿った温度分布情報を各圧力室５２ごとのインクの温度情報に変換するための変換テーブル情報が記憶されている。プリント制御部１５０は、温度センサ８０によって検出された共通液室５５内の代表流線に沿った温度分布情報と、プリント制御用メモリ１５２に記憶されている変換テーブル情報とに基づいて、各圧力室５２ごとの温度を特定する。

【００６９】

これらの温度センサ８０及びプリント制御部１５０は本画像形成装置１０の温度特定部を構成している。

【００７０】

このように共通液室５５内の温度分布を検出して各圧力室５２ごとのインクの温度を求めるようになっているので、温度センサ８０の数を低減して各圧力室５２ごとのインクの温度を検出することができるとともに、各圧力室５２内に温度センサ８０を配置した場合と比較して信号配線の混雑を緩和することができる。

【００７１】

なお、本発明は、温度センサ８０を共通液室５５内のみに配置した場合に特に限定されるものではなく、共通液室５５内には配置しないで各圧力室５２ごとに配置した場合、及び、共通液室５５内に配置するとともに各圧力室５２ごとに配置した場合を含む。

【００７２】

また、本発明は、温度センサ８０の検出結果に基づいて各圧力室５２ごとの温度を特定する場合に限定されるものではなく、画像データ入力部１１４に入力された画像データ（その画像データを編集した場合には編集後の画像データ）に基づいて各圧力室５２ごとの温度を推定処理により特定する場合を含む。

【００７３】

次に、熱伝導の観点から好ましいインク吐出ヘッド５０の構造について説明する。

【００７４】

前述のように圧電体５８は振動板５６に取り付けられており、振動板５６は圧力室５２のインクに接しているので、圧電体５８を圧力室５２内のインクを加熱する加熱手段として用いる場合、圧電体５８の発熱を効率よく圧力室５２内のインクに伝えるため、次のような（条件１）～（条件５）を満たしていることが、好ましい。

【００７５】

（条件１）振動板５６が薄い。

【００７６】

（条件２）振動板５６の接液側の面積が大きい（例えば、凹凸がある）。

【００７７】

（条件３）振動板５６の材料の熱伝導率が大きい（例えば、鉄、アルミニウム、銅、金、ダイアモンド薄膜などで形成されている）。

【００７８】

（条件４）圧電体５８と振動板５６との間の熱伝導率が高い（直接かつ密に接している、接着層が薄いなど）。

【００７９】

（条件５）圧電体５８の面のうちで振動板５６と接している面以外は熱伝導率が低い（断熱されている）。

【００８０】

一方で、圧電体５８によって、その圧電体５８を挟んで振動板５６と反対側に配置されている共通液室５５内のインクを加熱することも可能であり、共通液室５５内のインクの加熱手段として圧電体５８を用いる場合には、次のような（条件６）～（条件９）を満たしていることが、好ましい。

【００８１】

（条件６）圧電体５８の面のうちで振動板５６に接している面以外は熱伝導率が高い。例えば、熱伝導率の高いオイルなどで覆われ、圧電体５８を覆うアクチュエータカバー６８（例えばアルミニウムなどの熱伝導率の高い材料）を介して共通液室５５に面している。

【００８２】

（条件７）振動板５６の熱伝導率が小さい。

【００８３】

（条件８）振動板５６が厚い。

【００８４】

（条件９）圧電体５８と振動板５６との間の熱伝導率が低い（接着層が厚い）。

【００８５】

［圧電体の駆動波形］

圧電体５８に対してヘッドドライバ１５６から与える駆動波形には、前述のように、主として、吐出駆動波形、加熱駆動波形、吐出・加熱駆動波形、メニスカス微振動波形、及び、無駆動波形がある。これらの駆動波形についてそれぞれ詳述する。

【００８６】

図５は、同一のノズル５１からｎ滴（例えばｎ＝２）のインクを連続して吐出させる場合の吐出駆動波形について、横軸を時間ｔとし、縦軸を圧電体５８の印加電圧Ｖとして表している。図５において、Ｔｊｔは吐出周期（連続吐出なので最小吐出周期に等しい）であり、Ａｊｔは吐出駆動波形の振幅である。図５に示すような凹凸形状（メニスカス面のプル及びプッシュを発生させる形状である）からなる吐出駆動波形が圧電体５８に与えられると、この凹凸形状に従って圧電体５８が振動を発生して圧力室５２の容積を変化させることにより振幅Ａｊｔに応じたストロークでノズル内のメニスカス面がプル及びプッシュされて、ノズル５１から記録媒体に向けて滴状のインクが吐出周期Ｔｊｔで連続して吐出される。例えば、メニスカス面のプル及びプッシュが２回連続して行われると、ノズル

から２滴のインクが吐出されて記録媒体に着弾する。

【００８７】

吐出振動において、最も効率良く吐出を行うためには、原理的には、メニスカスがその圧力室５２の共振周波数ｆ０（駆動波形の振幅を一定とした条件下で圧力室５２の共振現象により圧力室５２内のインクの振動が最大になる周波数である）でプル及びプッシュを繰り返すように最小吐出周期Ｔｊｔを設定する。実際には、吐出の安定性を考慮して、適宜、圧力室５２の共振周波数ｆ０から離れた周波数でメニスカスを振動させるように最小吐出周期Ｔｊｔを設定してもよい。

【００８８】

図６は、圧力室５２内のインクを加熱させる加熱駆動波形について、横軸を時間ｔとし、縦軸を圧電体５２の印加電圧Ｖとして表している。図６において、Ｔｈｔは加熱駆動波形の周期であり、Ａｈｔは加熱駆動波形の振幅である。

【００８９】

図７は、インク滴の吐出と並行して圧力室５２内のインクの加熱を行う場合の吐出・加熱駆動波形について、横軸を時間ｔとし、縦軸を圧電体５２の印加電圧Ｖとして表している。図７において、Ｔｊｔは吐出周期であり、Ｔｈｔは加熱駆動波形の周期であり、Ａｊｔは吐出駆動波形の振幅であり、Ａｈｔは加熱駆動波形の振幅である。

【００９０】

なお、図７に示す吐出・加熱駆動波形は、図５に示す吐出駆動波形に対して図６に示す加熱駆動波形（ただし実線で示す形状）を重畳してなる形状を有している。このような吐出・加熱駆動波形の重畳形成を行わない場合には、図６において実線に点線で補足して示すように、加熱駆動波形については、全加熱期間にわたって一時停止することなく振動する波形としてもよい。

【００９１】

図６の加熱駆動波形において印加電圧Ｖのピーク値（最大値）は、図５に示す吐出駆動波形の印加電圧Ｖのピーク値（最大値）と同一（例えば２４［Ｖ］）にしてある。同様に、図７の吐出・加熱駆動波形中の加熱駆動波形の印加電圧Ｖのピーク値（最大値）は、その吐出・加熱駆動波形中の吐出駆動波形の印加電圧Ｖのピーク値（最大値）と同一（例えば２４［Ｖ］）にしてある。

【００９２】

好ましい加熱駆動波形について以下詳述する。

【００９３】

なお、数式を用いて理論的かつ簡略に説明するため、正弦波で圧電体を駆動したものとする。そうすると、圧電体の発熱量Ｐは、下記の数１で表される。

【００９４】

［数１］

$$P = V^2 \times \tan\delta \times 2\pi f \times C$$

ここで、Ｖは圧電体５８の印加電圧（正弦波の振幅）、tanδは圧電体５８の誘電率損、ｆは圧電体５８の駆動周波数（正弦波の周波数）、Ｃは圧電体５８の静電容量である。

【００９５】

例えば、数１において、Ｖ＝２４［Ｖ］、tanδ＝２．０［％］、ｆ＝１［ＭＨｚ］、Ｃ＝３００［ｐＦ］とした場合、圧電体５８の発熱量Ｐは２２［ｍＷ］となる。

【００９６】

数１に示されるように、圧電体５９の発熱量Ｐは、圧電体５８の駆動周波数ｆ、圧電体５８の静電容量Ｃ、及び、圧電体５８の印加電圧Ｖの２乗、にそれぞれ比例して大きくなる。すなわち、駆動周波数ｆ、静電容量Ｃ及び印加電圧Ｖを適切に設定することにより圧電体５８の発熱効率を高めることができる。

【００９７】

まず、圧電体５８の静電容量Ｃに着目して圧電体５８の駆動周波数ｆと発熱量Ｐとの関係について説明する。

【００９８】
圧電体５８は、その圧電体５８自身の共振現象により、駆動周波数ｆが圧電体５８の共振周波数ｆｒであるときに静電容量Ｃが最大になる性質を有する。したがって、圧電体５８に与える加熱駆動波形の周波数ｆｈｔとして圧電体５８の共振周波数ｆｒ又はその近傍の周波数を設定することにより、圧電体５８の静電容量Ｃが大きくなって、前述の数１より、圧電体５８の発熱量Ｐが大きくなる。
【００９９】
なお、圧電体５８の共振周波数ｆｒ（複数存在する）は、一般に、ｆｒ＞ｆ０であり、吐出振動において安定した吐出を行うためには、好ましくはｆｒ≧２×ｆ０であり、更に好ましくはｆｒ≧３×ｆ０である。
【０１００】
次に、圧電体５８の印加電圧Ｖに着目して駆動周波数ｆと発熱量Ｐとの関係について説明する。
【０１０１】
前述の数１より、圧電体５８の発熱量Ｐは圧電体５８の印加電圧Ｖの２乗に比例して大きくなるが、印加電圧Ｖを大きくし過ぎると、ノズル５１からインクが吐出してしまうことになって加熱振動としては不適切になるので、印加電圧Ｖは、ノズル５１からインクが吐出しない範囲内で圧電体５８の発熱量Ｐが大きくなる適切な値に設定する必要がある。
【０１０２】
図８は、印加電圧Ｖが一定という条件下における圧電体の加振周波数ｆ（駆動周波数）と圧力室内のインクの振動の大きさを示す振動ゲインｇとの関係を示すグラフである。
【０１０３】
図８に示されるように、圧力室５２の共振周波数ｆ０において、振動ゲインｇが最大になる。
【０１０４】
ここで、単にインクの不吐出を防止する目的であれば、振動ゲインｇが高くても圧電体５８の印加電圧Ｖを小さく設定すればよいかとも考えられるし、また、駆動周波数ｆを小さく（例えば５０ｋＨｚ程度に設定）して振動ゲインｇを下げるようにしてもよいかとも考えられる。しかし、例えば駆動周波数ｆをｆ０近傍に設定した場合には、インクの吐出を防止するために圧電体５８の印加電圧Ｖを極めて小さくせざるを得なくなり、数１より圧電体５８の発熱量Ｐが小さくなってしまう。また、例えば駆動周波数ｆをｆ０から小さくしていくと、数１より圧電体５８の発熱量Ｐが小さくなっていく。しかし、加熱振動では、単にインクの不吐出が防止されればよいというわけでなく、発熱効率がよいことが要求される。すなわち、圧電体５８に大きな印加電圧Ｖを与えてもインクの振動が大きくなりにくい条件を選ぶ必要がある。
【０１０５】
このようなインクの不吐出を防止するとともに大きな発熱量Ｐを得るという観点から、図８に示す加振周波数ｆと圧力室振動ゲインｇとの関係及び前述の数１より、圧力室５２の共振周波数ｆ０（図８では２８５ｋＨｚ）における圧力室５２内のインクの振動ゲインｇ０に対して略１／２の振動ゲイン（ｇ０／２）以下となるように、加熱駆動波形の周波数ｆｔｈは２×ｆ０（図８では５７０ｋＨｚ）以上とするのが好ましい。
【０１０６】
より詳細には、加熱駆動において吐出が発生しないという安定度（不吐出安定度）を更に高めつつ発熱量Ｐを更に大きくするため、加熱駆動波形の周波数ｆｈｔを更に高くする。具体的には、図８より、加熱駆動波形の周波数ｆｈｔは、３×ｆ０以上とするのが、より好ましい。
【０１０７】
なお、図８において、駆動周波数ｆがｆ０から高くなるにつれて、振動ゲインｇが所定の値（図８では０．６）に向けて収束していく。加熱駆動では、ノズル５１からインクが吐出しない範囲内で振動ゲインｇが充分に小さければ、あとは前述の数１のみに着目して

圧電体５８の発熱量Ｐをより大きくするように、加熱駆動波形の周波数ｆｈｔは高ければ高いほどよいかとも考えられる。しかし、実際には、加熱駆動波形の周波数ｆｈｔとしてはミスト吐出が発生しない適切な周波数を設定する必要がある。

【０１０８】

ここで、ミスト吐出とは、圧電体５８の駆動周波数ｆを高くしていくと、ノズル５１内のインクのメニスカス面が激しく振動して、霧状の微細なインクがノズル５１のメニスカス面から飛び出す現象である。

【０１０９】

ミスト吐出が発生するメニスカス面振幅ｈと圧電体５８の駆動周波数ｆとの関係は、下記の数２で表される。

【０１１０】

［数２］

$$h \geqq 2(\mu/\rho)\times(\rho/T\pi f)^{1/3}$$

ここで、μは粘度［Ｐａ・ｓ］、ρは液体の密度［ｋｇ／m_3］、Ｔは表面張力［Ｎ／ｍ］である。

【０１１１】

例えば、水に２．５［ＭＨｚ］の振動を加えたとき、メニスカス面振幅ｈ≧０．２４［μｍ］となり、一般に、ミスト吐出が発生する。

【０１１２】

数２より、圧電体５８の駆動周波数ｆが高くなると、$f^{-1/3}$に比例して、メニスカス面振幅ｈの境界値（数２において等式が成立するｈである）が小さくなる。そこで、ミスト吐出を起こさないようにするために、実際のメニスカス面振幅ｈがミスト吐出となる境界値を下回る範囲内で、かつ、前述の数１より$V^2\times f$が最大となるように、ｆ及びＶの組み合わせを選択する。

【０１１３】

例えば、加熱駆動波形の印加電圧を適用可能な最大値（例えばピーク値を吐出振動波形と同じ２４Ｖ）に設定し、加熱駆動波形の周波数ｆｔｈはミスト吐出が発生しない範囲内で最高値に設定すれば、最大の発熱量Ｐが得られることになる。

【０１１４】

なお、ミスト吐出が発生するか否かは、液体（インク）の特性のほか、インク吐出ヘッド内の構造や形状にも因っても異なり、全てのインク吐出ヘッドに亘ってｆ及びＶを一意に定めることはできないので、これらの液体の特性、インク吐出ヘッドの構造及び形状に応じて定める。実験によりｆ及びＶを求めてもよい。

【０１１５】

以上説明したヘッドドライバ１５６から圧電体５８に与える好ましい加熱駆動波形の条件について整理すると以下の通りである。

【０１１６】

（条件１）加熱駆動波形の周波数ｆｈｔは、圧力室の共振周波数ｆ０の２倍（２×ｆ０）以上とする。より好ましくは、３×ｆ０以上とする。ここで、ｆ０は、一定の振幅の振動波形を圧力室５２に与えた場合に圧力室５２の共振により圧力室５２内のインクの振動が最大になる周波数である。

【０１１７】

（条件２）加熱駆動波形の周波数ｆｈｔは、ミスト吐出が発生しない周波数を設定する。

【０１１８】

（条件３）加熱駆動波形の周波数ｆｈｔは、（ａ）圧電体５８の発熱量Ｐを可能な限り最大にするという観点からは、ミスト不吐出の範囲内において最大の周波数を設定する。あるいは、（ｂ）ミスト不吐出の範囲内において、圧電体５８の共振周波数ｆｒ又はその近傍の周波数を加熱駆動波形の周波数ｆｈｔとして設定するのが、好ましい。

【０１１９】

上記（ｂ）の場合には、例えば、ｆｒ＝ｎ×ｆ０（ｎは整数）であるとき、ｆｒ＝２×ｆ０又はその近傍の周波数を加熱駆動波形の周波数ｆｈｔとして設定する。より好ましくはｆｒ＝３×ｆ０又はその近傍の周波数を加熱駆動波形の周波数ｆｈｔとして設定する。なお、上記（ｂ）の場合には、好ましい加熱駆動波形の周波数ｆｈｔと圧電体５８の静電容量Ｃｈｔとの関係は、次の通りである。圧電体５８の共振周波数ｆｒでの圧電体５８の静電容量をＣｒ、圧電体５８の共振周波数ｆｒより十分低い周波数（具体的には、ｆｒの１／１０程度）での圧電体５８の静電容量をＣ０としたとき、ΔＣ＝｜Ｃｒ－Ｃ０｜として、実際に用いる加熱駆動波形の周波数ｆｈｔでの静電容量Ｃｈｔについて、｜Ｃｈｔ－Ｃ０｜／ΔＣ≧０．３であることが好ましい。さらに好ましくは、｜Ｃｈｔ－Ｃ０｜／ΔＣ≧０．７となる周波数を加熱駆動波形の周波数ｆｈｔとする。

【０１２０】

以上、本発明について理論的かつ簡略に説明するために、ヘッドドライバ１５６から圧電体５８に与える駆動波形が正弦波形状である場合を例に説明したが、加熱駆動波形は正弦波形状である場合に特に限定されるものではなく、台形波形状や方形波形状等の他の形状としてもよいことは言うまでもない。

【０１２１】

吐出駆動と加熱駆動とを対比すると、インクを吐出させる駆動波形を圧電体５８に対して与える吐出駆動と、インクを吐出させない範囲内で発熱量が大きな駆動波形を圧電体５８に対して与える加熱駆動とでは、駆動波形が異なる。

【０１２２】

具体的には、吐出駆動波形は、メニスカス面をプル及びプッシュする形状（あるいは、プッシュのみする形状や、プル、プッシュ及びプルをする形状であってもよい）であるのに対して、加熱駆動波形は、吐出駆動波形の振幅Ａｊｔよりも小さな振幅Ａｈｔと最小吐出周期Ｔｊｔよりも小さな周期Ｔｈｔ（すなわち連続吐出する場合の吐出周波数＝１／Ｔｊｔよりも大きな周波数）とを有する連続的な振動波形である。ここで、「連続的な振動波形」とは、加熱期間の全てにわたって連続的に振動する場合に限らず、図６に実線で示すように加熱期間の途中で振動が一時的に停止する場合を含む。

【０１２３】

次に、メニスカス微振動波形について説明する。

【０１２４】

メニスカス微振動は、ノズル５１内のインクの表面から溶媒が蒸発することに因るインクの粘度上昇に対して、ノズル５１付近のインクを攪拌するメニスカス揺らしによってインクの粘度上昇を抑える振動である。

【０１２５】

このようなインクの粘度上昇を抑えるメニスカス微振動とインクの加熱を行う前述の加熱駆動とは期待する効果が全く異なるので、それぞれの効果を効率よく得られるように互いに異なる駆動波形を用いるとともに、互いに異なる制御を行う点に留意する。

【０１２６】

圧電体５８に与えるメニスカス微振動波形としては、エネルギの無駄なく効率良くメニスカス揺らしを行うように加熱駆動波形よりも高い振動ゲインｇを得ることができ、かつ、加熱駆動波形よりも圧電体５８の発熱量Ｐが小さくなるような波形を用いる。具体的には、圧力室５２の共振周波数ｆ０又はその近傍の周波数と、加熱駆動波形よりも小さな印加電圧とを有した微小振幅の波形を用いる。

【０１２７】

また、ノズル５１内のインクが接する外気の温度（周辺温度）が高くなると飽和蒸気圧が高くなるので、メニスカス微振動は温度が高いほど行うことになる。

【０１２８】

また、メニスカス微振動は、揮発性の高いインクに対して行う一方で、揮発性の低いインクに対しては行わない。例えば、図１のインクＩＤ入力部１１８によってインクカートリッジからインクＩＤを読み取るとともに、温度センサ８０によって温度を検出し、プリ

ント制御部１５０によってメニスカス微振動を行うか否かを判定する。なお、メニスカス微振動が必要な揮発性の高いインクのインクＩＤと、各インクＩＤごとにメニスカス微振動を行うか否かを判定するための温度閾値をメモリ１５２に予め記憶している。プリント制御部１５０は、インクカートリッジから読み取られたインクＩＤがメモリ１５２に予め記憶されたインクＩＤに該当し、かつ、温度センサ８０によって検出した温度がメモリ１５２に予め記憶された温度閾値を超えるときには、メニスカス微振動を行うと判定する。

【０１２９】

メニスカス微振動と加熱駆動とを比較すると、加熱を目的とせず発熱量を抑える駆動波形を圧電体５８に対して与えるメニスカス微振動と、加熱を目的としてメニスカス微振動よりも大きな発熱量が得られる駆動波形を圧電体５８に対して与える加熱振動とでは、駆動波形が異なる。加熱駆動波形と比較してメニスカス微振動波形は、周波数が低く、印加電圧が小さい。

【０１３０】

また、メニスカス微振動は、溶媒が揮発しやすいインクに対して行う一方で溶媒が揮発し難いインク(例えば油性インク)では行わないという制御を行うが、加熱振動は、インク溶媒の揮発性によって行うか否かを制御するのではなく温度を所定の温度に設定すべきときに行う。すなわち、インク溶媒の揮発性が高く且つ所定の温度閾値よりも温度が高いときに行うメニスカス微振動と、インク溶媒の揮発性に関わらずインク温度を高めるために所定の温度閾値よりも温度が低いときに行う加熱振動とは、定性的に、制御の方向が逆である。

【０１３１】

なお、無駆動波形は、ノズル５１からのインクの吐出、圧力室５２内のインクの加熱、及び、メニスカス微振動のいずれをも発生しない無駆動の波形である。例えば、一定電圧（例えば２４［Ｖ］）を維持する波形である。

【０１３２】

［駆動波形の選択］

駆動波形の選択（単に「スイッチング」とも呼ぶ）について説明する。

【０１３３】

本実施形態の画像形成装置１０では、基本波形生成部１５４によって、図９（ａ）に示すような、吐出駆動用の駆動波形９１と加熱駆動用の駆動波形９２とが重畳されてなる、時間軸上でひと続きの形状を有する基本波形９０１が生成される。また、プリント制御部１５０によって、図９（ｂ）に示すような、時間軸上で基本波形９０１から選択すべき駆動波形を示す選択波形９０２が各圧電体５８ごとに生成される。ヘッドドライバ１５６は、図９（ａ）に示す基本波形９０１から、図９（ｂ）に示す選択波形９０２に従って、時間軸上で各圧電体５８ごとに必要な駆動波形を選択する。図９（ｃ）は、ヘッドドライバ１５６による選択結果の一例としての駆動波形９０３を示す。このようにしてヘッドドライバ１５６によって選択された駆動波形９０３が圧電体５８に供給される。

【０１３４】

以下、基本波形、選択波形、及び、選択された駆動波形についてそれぞれ詳述する。

【０１３５】

図９（ａ）において、基本波形９０１の中の吐出駆動波形９１は、吐出に必要な振幅Ａｊｔを有した、メニスカスのプル及びプッシュを発生させる吐出用の凹凸波形である。この吐出駆動波形９１は時間軸上において最小吐出周期Ｔｊｔ（例えば５０μsec）ごとに挿入されている。なお、本実施形態ではメニスカスのプル及びプッシュを発生させる凹凸形状を用いるが、吐出用の凹凸形状には、他に、メニスカスのプッシュのみを発生させる形状や、プル、プッシュ及びプルを発生させる形状などがある。基本波形９０１の中の加熱駆動波形９２は、加熱駆動に必要な周期Ｔｈｔ及び振幅Ａｈｔ有した連続的な振動波形であって、時間軸上において吐出駆動波形９１と吐出駆動波形９１との間に挿入されている。この加熱駆動波形９２は、吐出駆動波形９１よりも小さな振幅と最小吐出周期Ｔｊｔよりも小さな周期を有する。

【０１３６】
図９（ｂ）に示す選択波形９０２は、時間軸上の各サイクル（例えば５０μｓｅｃ）ごとに、吐出駆動波形の選択（ＯＮ）及び非選択（ＯＦＦ）を示す。図９（ｂ）において、具体的には、第１のサイクル（０～５０μｓｅｃ）では、吐出駆動波形９１の非選択（ＯＦＦ）及び加熱駆動波形９２の選択（ＯＮ）を示し、第２のサイクル（５０～１００μｓｅｃ）では、吐出駆動波形９１の選択（ＯＮ）及び加熱駆動波形９２の選択（ＯＮ）を示している。
【０１３７】
図９（ｃ）に示すヘッドドライバ１５６により選択された駆動波形９０３は、第１のサイクル（０～５０μｓｅｃ）では、吐出駆動波形９１が無く加熱駆動波形９２を有し、第２のサイクル（５０～１００μｓｅｃ）では、吐出駆動波形９１及び加熱駆動波形９２を有する。すなわち、第１のサイクルでは加熱駆動波形９１のみが圧電体５８に与えられる。また、第２のサイクルでは吐出・加熱駆動波形９１、９２が圧電体５８に与えられる。
【０１３８】
なお、図９では、図面作成の便宜上、吐出駆動波形及び加熱駆動波形の両駆動波形が選択されている状態と、吐出駆動波形が非選択で加熱駆動波形のみが選択されている状態の２つの状態のみ示しているが、加熱駆動波形が非選択で吐出駆動波形のみが選択されている状態と、吐出駆動波形及び加熱駆動波形の両駆動波形が非選択の状態（無駆動の状態）がある。
【０１３９】
すなわち、ヘッドドライバ１５６は、プリント制御部１５０から出力された選択波形に基づいて、吐出駆動波形９１及び加熱駆動波形９２の両駆動波形を圧電体５８に並行して与える状態、両駆動波形９１、９２のうちでいずれか一方を圧電体５８に与える状態、及び、両駆動波形９１、９２とも圧電体５８に与えない状態の中から一の状態を選択して圧電体５８を駆動するようになっている。
【０１４０】
ここで、吐出駆動波形及び加熱駆動波形を圧電体５８に「並行」して与える状態とは、ひとつのノズル５１から複数回の打滴（吐出）を行っているうちに加熱駆動も行っている状態である。言い換えると、図９（ｃ）の駆動波形の例からもわかるように、微視的には吐出駆動の合間に加熱駆動を行っているが、巨視的には吐出駆動と加熱駆動とをほぼ同時に行っている状態である。
【０１４１】
また、プリント制御部１５０は、複数の圧力室５２内の液体の温度をそれぞれ特定し、各圧力室５２内のインクの温度が加熱されるべき温度であるか否かを判定する。そして、複数の圧電体５８のうちでインクが加熱されるべき圧力室５２に対応している圧電体５８については、加熱駆動波形９２の選択（ＯＮ）を指示する選択波形９０２をヘッドドライバ１５６に対して出力する。このような選択波形９０２に基づいて、ヘッドドライバ１５６により、複数の圧電体５８のうちでインクが加熱されるべき圧力室５２に対応している圧電体５８には加熱駆動波形９２が与えられ、加熱が不要な圧力室５２に対応している圧電体５８には加熱駆動波形９２は与えられない。
【０１４２】
なお、加熱駆動の場合、各圧力室５２ごとに昇温させたい量に応じてスイッチング時間（選択波形で加熱駆動波形９２をオンとしている期間）を切り換えるパルス変調を行っている。
【０１４３】
最小スイッチング時間と最大スイッチング時間は、予め決められている。最小スイッチング時間は、加熱駆動波形の１波（又は１山）とする。これより短いと、圧電体５８に不要な振動を生じさせるからである。最大スイッチング時間は、インクが加熱により発泡しない時間とする。発泡温度はインクと発熱面との接触状態により変動するので、マージンを見込んで発泡温度は１０～１５℃低いものとして最大スイッチング時間を決めるのが、

好ましい。

【０１４４】

また、スイッチングタイミング（ＯＮ／ＯＦＦを切り換えるタイミングである）は、基本波形９０１が基準電圧（例えば２４Ｖ）である間とする。基準電圧である間にスイッチングしないと、圧電体５８に不要な振動を生じさせるからである。

【０１４５】

なお、メニスカス微振動は、吐出駆動及び加熱駆動とは並行して行う必要がない。したがって、メニスカス微振動を行うときには、吐出駆動及び加熱駆動の選択を指示する選択波形とは別の選択波形がプリント制御部１５０からヘッドドライバ１５６に与えられる。

【０１４６】

［温度センサの基本配置パターン］

共通液室５５内の温度センサ８０の各種の配置パターンについて、図１０を用いながら説明する。

【０１４７】

図１０（ａ）は、第１の基本配置パターンを示す模式図である。

【０１４８】

共通液室５５は、共通液室５５の外部から共通液室５５にインクが供給される共通インク供給口５５１と、共通液室５５から各圧力室５２に個別にインクを供給する２次元配列された複数の個別インク供給口５３（図１０では図示を省略）と、共通液室５５から複数の圧力室５２に供給されなかった未使用のインクを共通液室５５から共通液室５５の外部に排出する共通インク排出口５５２を有している。

【０１４９】

このような共通液室５５には、図１０（ａ）に示されるように、複数の温度センサ８０が、共通液室５５内のインクの温度分布を効率良く検出するように、圧力室５２の数（個別インク供給口５３の数に等しい）よりも少ない数だけ、図２に示されるような圧力室５２の配置パターンとは異なる配置パターンで、配置されている。

【０１５０】

図１０（ａ）中で共通インク供給口５５１から共通インク排出口５５２へ達する矢印付きの線７１、７２、７３は、共通液室５５内の多数の流線の中から、予め選択された３本の代表的な流線（代表流線）である。このような３本の代表流線７１、７２、７３のうちで、共通液室５５の中央７２０よりも共通液室５５の一方の側壁（図中では上側の壁）５５３に近い位置７１０を通る代表流線７１を第１の代表流線と呼ぶことにし、共通液室５５の中央７２０を通る代表流線７２を第２の代表流線と呼ぶことにし、共通液室５５の中央７２０よりも共通液室５５の他方の側壁（図中では下側の壁）５５４に近い位置７３０を通る代表流線７３を第３の代表流線と呼ぶことにする。

【０１５１】

ここで、流線とは、共通液室５５内でのインクの流動経路を示す。

【０１５２】

本実施形態において、具体的には、共通液室５５から複数の圧力室５２に対して個別インク供給口５３を介したインクの供給がない状態（すなわちノズル５１からのインクの吐出が全くない状態）において、共通インク供給口５５１から共通インク排出口５５２へ至るまでインクが流動するその流動の軌跡を流線としている。

【０１５３】

なお、図１０（ａ）において、共通液室５５は、説明の便宜上、共通インク供給口５５１の幅及び共通インク排出口５５２の幅を共通液室５５の幅と略同一にして形成されている。また、３本の代表流線７１、７２、７３におけるインクの流速は、全て等しいものとする。

【０１５４】

すなわち、第１の基本配置パターンにおいて、第１～第３の代表流線７１、７２、７３は、共通インク供給口５５１から共通インク排出口５５２へ至る、互いに平行な直線形状

であって一定流速の流線である。

【０１５５】

そして、第１の基本配置パターンでは、各代表流線７１、７２、７３に沿って、２つずつ温度センサ８０が配置されている。

【０１５６】

また、第１の基本配置パターンでは、代表流線に垂直な２本の垂線に沿って、それぞれ３つずつ温度センサ８０が配置されている。なお、各垂線は、共通インク供給口５５１からのインクの到達時間（単に「インク到達時間」と称する）が等しい点同士を結んでなる線（単に「等時線」と称する）である。

【０１５７】

具体的には、インク到達時間がｔ１である等時線に沿って、３つの温度センサ８０が配置されている。また、インク到達時間がｔ２である等時線に沿って、３つの温度センサ８０が配置されている。

【０１５８】

図１０（ｂ）は、第２の基本配置パターンを示す模式図である。

【０１５９】

図１０（ｂ）では、図１０（ａ）とは異なり、共通インク供給口５５１の幅及び共通インク排出口５５２の幅を共通液室５５の幅よりも小さくして形成してある。また、図１０（ｂ）では、図１０（ａ）と同様に、共通液室５５内の多数の流線の中から、予め選択された３本の代表流線７１、７２、７３を矢印付きで示している。ただし、３本の代表流線７１、７２、７３は、形状が互いに異なっているとともに、流速も互いに異なっている。

【０１６０】

具体的には、第１の代表流線７１は、共通インク供給口５５１を始点として、共通液室５５の中央７２０から離れて共通液室５５の一方の側壁（図中では上側の壁）５５３の近傍を通り、共通インク排出口５５２へ至る曲線形状の流線である。第２の代表流線７２は、共通インク供給口５５１を始点として、共通液室５５の中央７２０を通り、共通インク排出口５５２へ至る直線形状の流線である。第３の代表流線７３は、共通インク供給口５５１を始点として、共通液室５５の中央７２０から離れて共通液室５５の他方の側壁（図中では下側の壁）５５４の近傍を通り、共通インク排出口５５２へ至る曲線形状の流線である。

【０１６１】

流速については、共通液室５５の中央７２０を通る第２の代表流線７２の流速は、共通液室５５の中央から離れて側壁５５３、５５４の近傍を通る第１の代表流線７１及び第３の代表流線７３の流速と比較して大きい。

【０１６２】

このような複数の代表流線７１、７２、７３のそれぞれに沿って、２つずつ温度センサ８０が配置されている。

【０１６３】

また、インク到達時間が等しい等時線に沿って、複数の温度センサ８０が配置されている。具体的には、インク到達時間がｔ１である等時線に沿って、３つの温度センサ８０が配置されている。また、インク到達時間がｔ２である等時線に沿って、３つの温度センサ８０が配置されている。

【０１６４】

図１０（ｃ）は、第３の基本配置パターンを示す模式図である。

【０１６５】

図１０（ｃ）に示す共通液室５５は、共通インク供給口５５１の幅及び共通インク排出口５５２の幅が共通液室５５の幅と略同一にして形成されている。また、共通液室５５内の多数の流線の中から、図１０（ａ）に示す第１の基本配置パターンの代表流線と同一の３本の代表流線７１、７２、７３が予め選択されており、これらの３本の代表流線７１、７２、７３はインクの流速が等しいものとする。

【０１６６】
第３の基本配置パターンでは、図１０（ａ）に示す第１の基本配置パターンと比較して、１本の代表流線に配置される温度センサ８０の数が少なくなるようにして、各代表流線７１、７２、７３にそれぞれ温度センサ８０が配置されている。
【０１６７】
具体的には、共通インク供給口５５１から共通液室５５内に同時に流入したインクがそれぞれの代表流線７１、７２、７３に沿って流れ、共通液室５５内の複数の温度センサ８０に到達するとき、これらの温度センサ８０に同時にインクが到達するように、代表流線７１、７２、７３に対して垂直な一本の垂線に沿って３つの温度センサ８０が配置されている。詳細には、インク到達時間が所定時間ｔである等時線に沿って、３つの温度センサ８０が配置されている。
【０１６８】
図１０（ｄ）は、第４の基本配置パターンを示す模式図である。
【０１６９】
図１０（ｄ）では、図１０（ｃ）とは異なり、共通インク供給口５５１の幅及び共通インク排出口５５２の幅を共通液室５５の幅よりも小さくして形成してある。また、図１０（ｄ）では、図１０（ｃ）と同様に、共通液室５５内の多数の流線の中から、予め選択された３本の代表流線７１、７２、７３を矢印付きで示している。ただし、３本の代表流線７１、７２、７３は、形状が互いに異なっているとともに、流速が互いに異なっている。
【０１７０】
なお、第４の基本配置パターンにおける３本の代表流線の形状は、図１０（ｂ）に示す第２の基本配置パターンにおける３本の代表流線の形状と同じである。
【０１７１】
第４の基本配置パターンでは、図１０（ｂ）に示す第２の基本配置パターンと比較して、１本の代表流線に配置される温度センサ８０の数が少なくなるようにして、温度センサ８０が配置されている。
【０１７２】
具体的には、共通インク供給口５５１から共通液室５５内に同時に流入したインクがそれぞれの代表流線７１、７２、７３に沿って流れ、共通液室５５内の複数の温度センサ８０に到達するとき、これらの温度センサ８０に同時にインクが到達するように、インク到達時間が等しい点同士を結んでなる等時線に沿って温度センサ８０が配置されている。詳細には、インク到達時間が所定時間ｔである等時線に沿って、３つの温度センサ８０が配置されている。
【０１７３】
図１０（ｅ）は、第５の基本配置パターンを示す模式図である。
【０１７４】
図１０（ｅ）において、共通インク供給口５５１の幅及び共通インク排出口５５２の幅は共通液室５５の幅と略同一にして形成されている。また、代表流線７１、７２、７３は、図１０（ａ）に示す第１の基本配置パターンと本数、位置、形状、及び、流速が同じである。
【０１７５】
第５の基本配置パターンでは、図１０（ａ）に示す第１の基本配置パターンと比較して、１本の代表流線７１、７２、７３に配置される温度センサ８０の数が少なくなるようにして、温度センサ８０が配置されている。
【０１７６】
具体的には、共通インク供給口５５１から共通液室５５内に同時に流入したインクが、それぞれの代表流線７１、７２、７３に沿って流れ、共通液室５５内の複数の温度センサ８０に到達するとき、略等間隔の時間差ｄｔをもって、異なる時間に到達する位置に複数の温度センサ８０が配置されている。
【０１７７】

詳細には、第１の代表流線７１にはインク到達時間が所定時間ｔ０である位置に温度センサ８０がひとつ配置され、第２の代表流線７２にはインク到達時間がｔ０＋ｄｔである位置に温度センサ８０がひとつ配置され、第３の代表流線７３にはインク到達時間がｔ０＋２×ｄｔである位置に温度センサ８０がひとつ配置されている。

【０１７８】

このような第５の基本配置パターンでは、図１０（ａ）に示す第１の基本配置パターンと比較して代表流線の１本ごとの情報量は減るが、共通液室５５の全体について均等に温度情報を得ることができる。

【０１７９】

［共通液室の具体的構造］

共通液室５５の具体的な構造について、第１の態様から第３の態様までに分けて説明する。

【０１８０】

図１１は、第１の態様の共通液室５５について構造を示す水平断面図である。

【０１８１】

図１１において、第１の代表流線７１は、共通インク供給口５５１から、共通液室５５の中央を離れて共通液室５５の一方の側壁（図中では上側の壁）５５３の近傍を通り、共通インク排出口５５２へ至る曲線形状の流線である。第２の代表流線７２は、共通インク供給口５５１から、共通液室の中央を通り、共通インク排出口５５２へ至る直線形状の流線である。第３の代表流線７３は、共通インク供給口５５１から、共通液室５５の中央を離れて共通液室５５の他方の側壁（図中では下側の壁）５５４の近傍を通り、共通インク排出口５５２へ至る曲線形状の流線である。

【０１８２】

また、共通インク室５５の中央を通る第２の代表流線７２の流速は、共通液室５５の中央を離れて側壁の近傍を通る第１の代表流線７１及び第３の代表流線７３の流速と比較して大きい。

【０１８３】

共通インク供給口５５１の近傍の温度センサ８０―００を除いて、共通液室５５の一方の側壁５５３寄りを通る第１の代表流線７１には４つの温度センサ８０―１１、８０－１２、８０－１３、８０－１４が配置されており、共通液室５５の中央を通る第２の代表流線７２には３つの温度センサ８０―２１、８０―２２、８０―２３が配置されており、共通液室５５の他方の側壁５５４寄りを通る第３の代表流線７３には４つの温度センサ８０－３１、８０－３２、８０－３３、８０－３４が配置されている。

【０１８４】

インクの到達時間がｔ１である線に沿っては、符号８０－１１、符号８０－２１及び符号８０－３１の３つの温度センサが配置されている。インクの到達時間がｔ２（＞ｔ１）である線に沿っては、符号８０－１２、符号８０－２２及び符号８０－３２の３つの温度センサが配置されている。インクの到達時間がｔ３（＞ｔ２）である線に沿っては、符号８０－１３、符号８０－２３及び符号８０－３３の３つの温度センサが配置されている。インクの到達時間がｔ４（＞ｔ３）である線に沿っては、符号８０－１４、及び符号８００－３４の２つの温度センサが配置されている。

【０１８５】

なお、３本の代表流線７１、７２、７３に沿った位置に加えて、他の位置に温度検出素子を追加してよく、本実施形態では、共通インク供給口５５１の周辺に２つの温度センサ８０－０１、８０―０２を補足的に配置している。

【０１８６】

図１２は、第２の態様の共通液室５５の構造を示す水平断面図である。

【０１８７】

図１２において、共通インク室５５の中央を通る代表流線（第２の代表流線７２）、及び、共通インク室５５の中央を離れて側壁５５３、５５４の近傍を通る代表流線（第１の

代表流線７１、第３の代表流線７３）は、図１０に示す第１の態様と同じである。

【０１８８】

第２の態様では、第１の態様とは異なり、共通インク室５５の中央を通る代表流線（第２の代表流線７２）と共通インク室５５の中央を離れて側壁の近傍を通る代表流線（第１の代表流線７１、第３の代表流線７３）との中間に、補足的に代表流線（第４の代表流線７４、第５の代表流線７５）を選択してある。

【０１８９】

各代表流線７１～７５の流速の大小関係については、中央の代表流線（第２の代表流線７２）の流速＞補足的な代表流線の流速（第４の代表流線７４及び第５の代表流線７５）の流速＞側壁近傍の代表流線（第１の代表流線７１及び第３の代表流線７３）の流速、となっている。

【０１９０】

また、各代表流線７１～７５には、共通インク供給口５５１の近傍の温度センサ８０－００を除くと、それぞれ２つずつ温度センサ８０が配置されている。

【０１９１】

インク到達時間と温度センサ８０の配置パターンとの関係については、インク到達時間がｔ１である等時線に沿っては符号８０－４１及び符号８０－５１の温度検出素子が配置されており、インク到達時間がｔ２（＞ｔ１）である線に沿っては符号８０－１２、符号８０－２２及び符号８０－３２の温度検出素子が配置されており、インク到達時間がｔ３（＞ｔ２）である線に沿っては符号８０－４３、８０－２３及び符号８０－５３の温度検出素子が配置されており、インク到達時間がｔ４（＞ｔ３）である線に沿っては符号８０－１４及び符号８０－３４の温度検出素子が配置されている。

【０１９２】

なお、第２の態様では、隣接している等時線同士では温度センサ８０を配置する代表流線８１～８５を異ならせている。

【０１９３】

例えば、インク到達時間＝ｔ１である等時線には、補足した第４の代表流線７４及び第５の代表流線７５と交差する位置にそれぞれ温度センサ８０－４１、８０―５１を配置している。この等時線に隣接しているインク到達時間がｔ２の等時線には、中央を通る代表流線（第２の代表流線７２）及び側壁近傍を通る代表流線（第１の代表流線７１及び第３の代表流線７３）と交差する位置にそれぞれ温度センサ８０―２２、８０―１２、８０―３２を配置している。この等時線に隣接しているインク到達時間がｔ３の等時線には補足した第４の代表流線７４及び第５の代表流線７５と交差する位置にそれぞれ温度センサ８０－４３、８０－５３を配置している。この等時線に隣接しているインク到達時間がｔ４の等時線には側壁近傍を通る代表流線（第１の代表流線７１及び第３の代表流線７３）と交差する位置にそれぞれ温度センサ８０－１４、８０－３４を配置している。

【０１９４】

なお、３本の代表流線７１、７２、７３に沿った位置に加えて、他の位置に温度検出素子を追加してよく、本実施形態では、共通インク供給口５５１の周辺に２つの温度センサ８０－０１、８０－０２を補足的に配置している。

【０１９５】

図１３は、第３の態様の共通液室５５の構造を示す平面図である。

【０１９６】

図１３において、予め選択された代表流線７１、７２、７３及び温度センサ８０の配置パターンは、図１０に示す第１の態様と同じである。

【０１９７】

なお、第３の態様では、第１の態様および第２の態様とは異なり、圧電体５８の加熱駆動によって加熱を行うだけではなく、共通液室５５内に配置された加熱素子８２によっても加熱を行う。

【０１９８】

ところで、共通インク供給口５５１と共通インク排出口５５２を有する共通液室５５は、全体的に見ると、共通インク供給口５５１から共通インク排出口５５２へ至る方向へインクが流動する。つまり、局部的には様々な方向へインクが流れているとしても、全体的には一様な方向にインクが流れている。すなわち、共通液室５５内のある部分で温度変化が発生すると、その影響は、インクの流れの下流方向に及ぶことになる。このようなインクの流れを考慮した温度制御を行うことにより、圧力室５２の数やノズル５１の数よりも少ない数の加熱素子８２により、２次元的な温度分布における加熱制御を効率よく且つ的確に行うことが可能となる。

【０１９９】

図１３において、複数の加熱素子８２は、圧力室５２の数よりも少ない数だけ（すなわちノズル５１の数よりも少ない数だけ）、圧力室５２の配置パターンとは異なる配置パターンで、共通液室５５内に配置されている。

【０２００】

具体的には、加熱素子８２は、温度センサ８０の配置位置に対して、その温度センサ８０が位置する流線の上流側に、その温度センサ８０に近接させて配置されている。こうすることで、加熱素子８２による加熱制御結果が、その加熱素子８２の下流に近設した温度センサ８０により直ちに検出されることになるので、適当な加熱制御を行うことができる。

【０２０１】

なお、図１３は、図示の便宜上、温度制御用の電気熱変換素子として、加熱素子８２のみを共通液室５５内に配置した場合を示しているが、共通液室５５のインクを冷却する複数の冷却素子（図示を省略）を共通液室５５内に配置してもよい。また、加熱素子及び冷却素子の両方を配置する代わりに、加熱及び冷却を行うペルチェ素子を配置してもよい。

【０２０２】

具体的には、冷却素子を、温度センサ８０の配置位置に対して、その温度センサ８０が位置する流線の上流側に、その温度センサ８０に近接させて配置してもよい。こうすることで、冷却素子による温度制御結果が、その冷却素子の下流に近設した温度センサ８０により直ちに検出されることになるので、適当な冷却制御を行うことができる。

【０２０３】

加熱素子８２（又は冷却素子）は、温度センサ８０の配置位置に対して、その温度センサ８０が位置する流線の下流側に、その温度センサ８０に近接させて配置してもよい。こうすることで、温度センサ８０による温度検出結果に基づいて直ちに加熱素子８２（又は冷却素子）により所望の温度制御を行うことができる。

【０２０４】

また、加熱素子８２（又は冷却素子）は、その加熱素子８２（又は冷却素子）の周辺に位置する複数の温度センサ８０から略均等に離れるように配置してもよい。こうすることで、加熱素子８２（又は冷却素子）による温度制御結果が周辺のインクに伝わった状態を測定できることになるので、適当な温度制御を行うことができる。

【０２０５】

図１３に示すような第３の態様の共通液室５５を備えた画像形成装置１０では、圧電体５８の加熱駆動による第１の温度調整と、共通液室５５に配置した加熱素子８２（又は冷却素子）による第２の温度調整とを、併用することができる。このような併用はプリント制御部１５０の制御によって実行される。併用する場合、バイアス的な基準の温度調整量（複数の圧力室５２にわたって同じ温度調整量）の温調を共通液室５５内の加熱素子８２（又は冷却素子）により行い、制御残差（各圧力室５２ごとに異なる基準の温度調整量との差分）の温調を圧電体５８の加熱駆動により行う。そうすると、圧電体５８の制御量が減らせるので、圧電体５８に対する加熱駆動波形のインク吐出１周期に占める割合を減らすことができ、吐出周期を小さくすることができる。

【０２０６】

なお、このような併用制御は、図９を用いて説明したような吐出駆動波形９１と加熱駆

動波形９２とを有する基本波形９０１を用いてスイッチングを行う場合であっても、また、吐出駆動波形と加熱駆動波形とを別々に生成してこれらの駆動波形をスイッチングするようにした場合であっても、適用できる。いずれの場合であっても、加熱駆動時間を短くすることができ、吐出周期を小さくすることができる。

【０２０７】

［柱状配線］

なお、図４に示したインク吐出ヘッド５０は、圧電体５８の個別電極５７から共通液室５０の底面に沿って駆動配線を配置しているが、このように共通液室５０の底面に沿って圧電体５８の駆動配線を配置する代わりに、図１４及び図１５に示すように、共通液室５０を垂直に貫くようにして柱状の配線（柱状配線）６０を配置してもよい。

【０２０８】

図１４は、柱状配線６０を共通液室５５内に設けたインク吐出ヘッド５０を模式的に示す斜視透視図である。図１５は、そのインク吐出ヘッド５０の具体的な断面図である。図１４及び図１５において、図４に示す柱状配線のない場合と同じ構成要素には同じ符号を付してあり、詳細な説明を省略する。なお、図１４は柱状の配線構造を簡略に示す模式図であるため、図１５に示す温度センサ８０等の一部の部品は省略している。

【０２０９】

図１４及び図１５において、柱状配線６０は、圧電体５８の配置面に対して略垂直に共通液室内を立ち上がり、共通液室５５を貫通して、共通液室５５の天面に至っている。柱状配線６０の圧電体５８側の電極５９は、圧電体５８の個別電極５７から延在して形成されている。柱状配線６０の外部側（共通液室５５の上壁６２側）の電極６０ａは、図１のヘッドドライバ１５６に接続されている。柱状配線６０の接液面には絶縁膜６８が形成されている。

【０２１０】

図１５に示すように、温度センサ８０及び加熱素子８２は、柱状配線６０を避けるようにして共通液室５５の天面に取り付けられている。このような場合、代表流線は、図１０～図１３に示した代表流線７１、７２、７３とは一般に形状が異なることになる。このような場合にも、温度センサ８０及び加熱素子８２は、複数の流線の中から予め選ばれた代表流線上に配置され、本発明を適用した温度分布検出が行われる。

【０２１１】

［インク温度に基づく吐出振動制御］

なお、温度センサ８０によって検出したインク温度のばらつき結果に対し、インク温度に応じて駆動力を調整し、インク温度が低い圧力室５２では、吐出力が大きくなるように制御する。吐出力は、吐出インク量、及び／又は、インク吐出速度を目標値に合わせるように決定される。

【０２１２】

例えば、各圧力室５２ごとに圧力室５２内のインクの温度を特定する。このような各圧力室ごとのインク温度の特定は、図１１～図１３に示したように共通液室５５内に設けた温度センサ８０の検出結果に基づいて各圧力室５２ごとのインク温度を間接的に特定するようにしてもよく、また、実際に各圧力室５２ごとに実際に温度センサを配置して各圧力室５２ごとのインク温度を直接的に特定するようにしてもよい。そして、図１６に示すように、特定した各圧力室５２ごとのインク温度に基づいて、吐出駆動波形の振幅を各圧力室５２ごとに切り換える。

【０２１３】

圧力室５２内のインク温度が所定の第１の温度閾値よりも大きいとき、その圧力室５２に対応する圧電体５８には、標準の振幅ＡｊｔＭよりも小さな振幅ＡｊｔＳを有する吐出駆動波形を与える。

【０２１４】

圧力室５２内のインク温度が第１の温度閾値以下であって所定の第２の温度閾値（＜第１の温度閾値）より大きいとき、その圧力室５２に対応する圧電体５８には、標準の振幅

ＡｊｔＭを有する吐出駆動波形を与える。

【０２１５】

圧力室５２内のインク温度が第２の温度閾値（＜第１の温度閾値）以下であるとき、その圧力室５２に対応する圧電体５８には、標準の振幅ＡｊｔＭよりも大きな振幅ＡｊｔＬを有する吐出駆動波形を与える。

【０２１６】

［製造ばらつきと絡めた応用的制御］

製造誤差などにより、初期的に吐出力の弱いノズルに対しては、そのノズル付近のインク温度を高くすることでインク粘度を下げ（図１７）、流体抵抗を減らしインク飛翔速度を高める。

。

【０２１７】

また、吐出力が略同一であって、インクの飛翔速度が異なると、媒体への到着に要する時間が変わり、ドット位置ばらつき、線ではジッタとして現れるので吐出力が略同一であれば飛翔速度を揃えることが重要である。

【０２１８】

例として、インク粘度２０ｃｐでノズルでのインク速度が、粘度１．５倍でどう変化するかについては、基準状態では２７．５ｍ／ｓｅｃ、粘度１．５倍では２１．９ｍ／ｓｅｃとなる。

【０２１９】

製造誤差などにより、安定的にドットサイズが小さくなるノズルに対しては、そのノズル付近のインク温度を高くすることで、ドットサイズを大きめに制御し、ドットサイズを所望の大きさにする。

【０２２０】

また、逆にドットサイズが大きくなるノズルに対しては、そのノズル付近のインク温度を低くすることで、ドットサイズを小さめに制御し、ドットサイズを所望の大きさにする。

【０２２１】

なお、図２に示すようにノズルを２次元マトリクス状に配列したフルラインのインク吐出ヘッドを有した画像形成装置に本発明を適用した場合について説明したが、本発明は、このようなフルラインのインク吐出ヘッドを前提条件とするものではない。例えば、主走査方向にスキャンするシャトルスキャン方式のインク吐出ヘッドを有する画像形成装置に本発明を適用することが可能であることは言うまでもない。

【０２２２】

［プリント制御部が行う制御の例示］

プリント制御部１５０が行う代表的な制御を例示する。

【０２２３】

（制御１）画像データに基づいて、複数の圧電体５８のうちでインクを吐出すべきノズル５１に対応している圧電体５８を特定する。

【０２２４】

（制御２）複数の温度センサ８０による共通液室５５の内部の温度分布の検出結果とプリント制御用メモリ１５２に予め記憶されている変換テーブル情報とに基づいて、複数の圧力室５２内のインクの温度をそれぞれ特定する。特定した複数の圧力室５２内のインクの温度が加熱されるべき温度であるか否かを判定する。すなわち、複数の圧電体５８のうちで液体が加熱されるべき圧力室５２に対応している圧電体５８を特定する。具体的には、特定された各圧力室５２ごとのインク温度が、所定の目標温度の範囲内にあるか否かを判定する。例えば、各圧力室５２のインク温度が、予め決められた温度閾値以下であるか否かを判定し、温度閾値以下であれば加熱すべきと判定する。

【０２２５】

（制御３）使用するインクとノズル５１の周辺温度とに基づいて、メニスカス微振動を

行うか否かを判定する。

【０２２６】

（制御４）制御１、制御２、及び、制御３の判定結果に基づいて、ヘッドドライバ１５６に与える選択波形を生成し、ヘッドドライバ１５６に選択波形を与える。

【０２２７】

（制御５）なお、加熱駆動を行う場合、各圧力室５２ごとのインク温度に基づいて、加熱駆動波形のスイッチング時間（加熱駆動波形をオンとしている期間）を切り換える。具体的には、インク温度が低い圧力室５２ほど、対応する圧電体５８に加熱駆動波形を長い時間与える制御を行う。

【０２２８】

（制御６）加熱駆動時、複数の圧電体５８に加熱駆動波形を供給する場合には、複数の圧電体５８の駆動を同時に開始してしまうと複数の圧電体５８に同時に電流が流れ始めてしまうので、圧電体５８のスイッチングタイミング（加熱駆動波形をオフからオンに切り換える時機）を異ならせる。

【０２２９】

また、インク吐出ヘッド５０の温度パターン制御には以下の通り各種ある。

【０２３０】

（温度パターン制御１）濃度シェーディングを打ち消すような温度パターン制御。

【０２３１】

（温度パターン制御２）むら（筋むら）を打ち消すような温度パターン制御。

【０２３２】

（温度パターン制御３）画像のパターンへの依存（インクを打つ場所の偏り等への依存）に因るインク供給能力のばらつきを補なうような温度パターン制御。具体的には、インク供給の能力が間に合わない部分の温度を高くし、インクを供給する流路部分の流路抵抗を低減して供給を早くする。

【０２３３】

（温度パターン制御４）ノズル５１、圧電体５８等のインク吐出性能に影響する部分の製造ばらつきにより、インク吐出速度、インク吐出量がばらつく事を補正するような温度パターン制御。

【０２３４】

（温度パターン制御５）不吐出検出結果に応じて、リカバリを行うような温度パターン制御。

【０２３５】

また、ピエゾアクチュエータを用いたインク吐出ヘッドに本発明を適用した場合について説明したが、本発明は、このようなピエゾアクチュエータを用いたインク吐出ヘッドに限るものではない。例えば、インクを加熱して気泡を発生させ、その気泡により圧力室内のインクに圧力を与えて、その圧力によりインク滴が吐出されるようにしたサーマルジェット方式のインク吐出ヘッドに本発明を適用できる。

【０２３６】

その他、本発明は、実施形態において説明した例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の設計変更や改良を行ってもよいのはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【０２３７】

【図１】本発明に係る画像形成装置の全体構成の例を示す概略のブロック図である。

【図２】インク吐出ヘッドの概略構造を示す平面透視図である。

【図３】図２に示すインク吐出ヘッドの一部を拡大して示す拡大図である。

【図４】図２の４―４線に沿ったインク吐出ヘッドの断面図である。

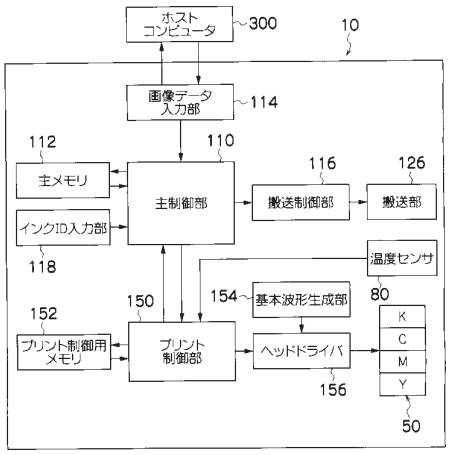
【図５】吐出駆動波形の例を示す波形図である。

【図６】加熱駆動波形の例を示す波形図である。

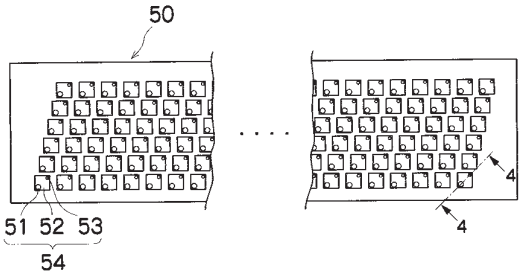
【図７】吐出と加熱とを並行して行う場合の駆動波形（吐出・加熱駆動波形）の例を示す

波形図である。
【図８】圧電体の加振周波数と圧力室のインク振動ゲインとの関係を示すグラフである。
【図９】（ａ）は圧電体に与える駆動波形の基本となる基本波形の例を示す波形図であり、（ｂ）は基本波形から必要な駆動波形を選択する指示を表す選択波形の例を示す波形図であり、（ｃ）は基本波形から選択波形に基づいて選択された駆動波形の例を示す波形図である。
【図１０】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）、（ｅ）はそれぞれ温度センサの基本配置パターンを示す模式図である。
【図１１】第１の態様の共通液室の内部構造を示す水平断面図である。
【図１２】第２の態様の共通液室の内部構造を示す水平断面図である。
【図１３】第３の態様の共通液室の内部構造を示す水平断面図である。
【図１４】共通液室内に柱状配線を有するインク吐出ヘッドの例を示す模式的な斜視透視図である。
【図１５】共通液室内に柱状配線を有するインク吐出ヘッドの例を示す断面図である。
【図１６】インク温度に基づく吐出駆動波形の制御例を示す説明図である。
【図１７】インク温度と粘度の関係例を示すグラフである。
【符号の説明】
【０２３８】
１０…画像形成装置、５０…インク吐出ヘッド、５１…ノズル、５２…圧力室、５３…個別インク供給口、５５…共通液室、５６…振動板、５７…個別電極、５８…圧電体、６０…柱状配線、７１、７２、７３…代表流線、８０…温度センサ、８２…共通液室内の加熱素子（又は冷却素子）、１１０…主制御部、１１２…主メモリ、１１４…画像データ入力部、１１６…搬送制御部、１１８…インクＩＤ入力部、１２６…搬送部、１５０…プリント制御部、１５２…プリント制御用メモリ、１５４…基本波形生成部、１５６…ヘッドドライバ、５５１…共通インク供給口、５５２…共通インク排出口、５５３、５５４…共通液室の側壁

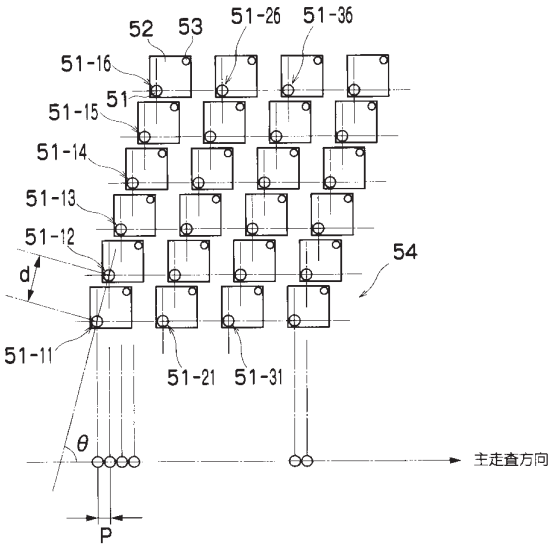
【図 1】



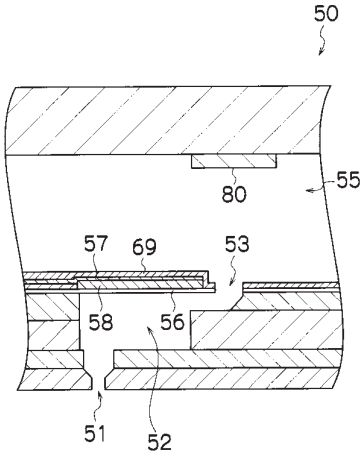
【図 2】



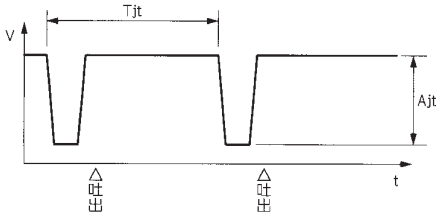
【図 3】



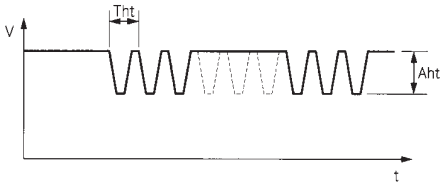
【図 4】



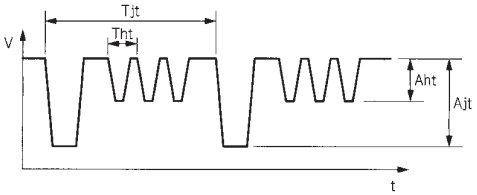
【図 5】



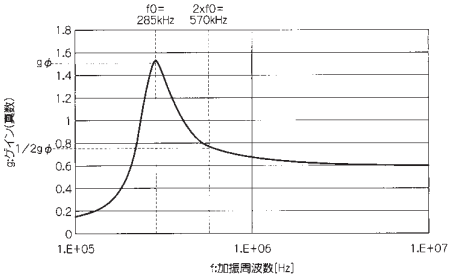
【図 6】



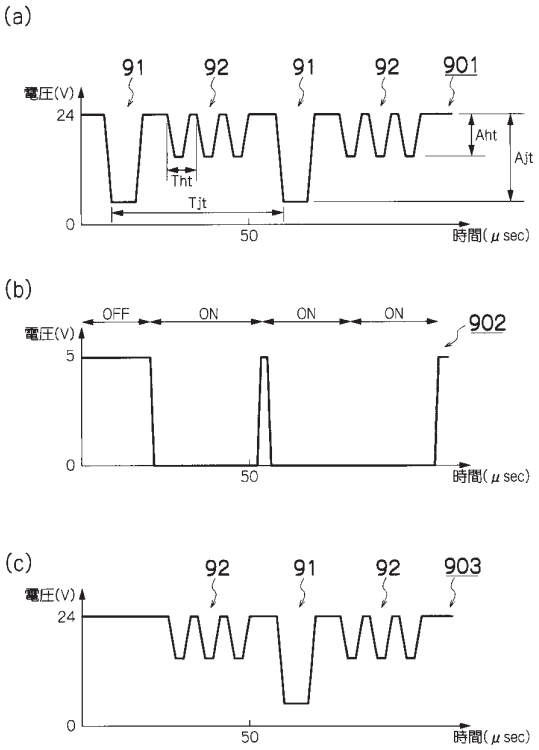
【図 7】



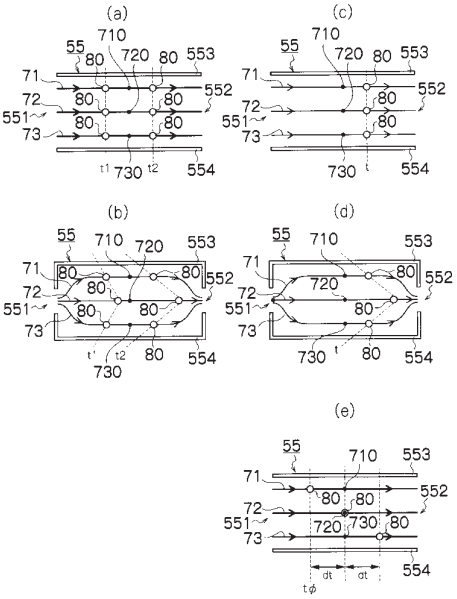
【図８】


f0=
285kHz
2xf0=
570kHz
gφ
1/2gφ
gφゲイン(倍数)
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1.E+05
1.E+06
1.E+07
f:加振周波数[Hz]

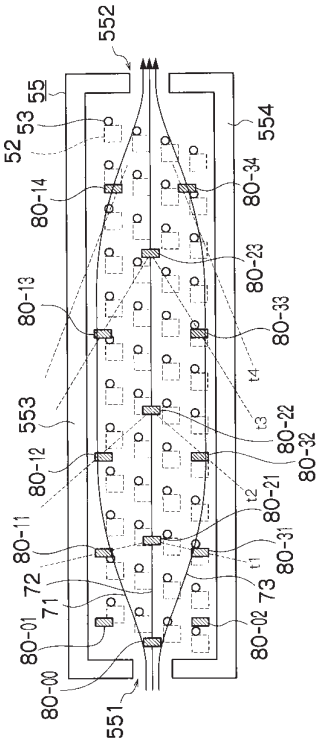
【図９】


(a)
91
92
91
92
901
電圧(V)
24
Aht
Ajt
Tht
Tjt
0
50
時間(μsec)
(b)
OFF
ON
ON
ON
902
電圧(V)
5
0
50
時間(μsec)
(c)
92
91
92
903
電圧(V)
24
0
50
時間(μsec)

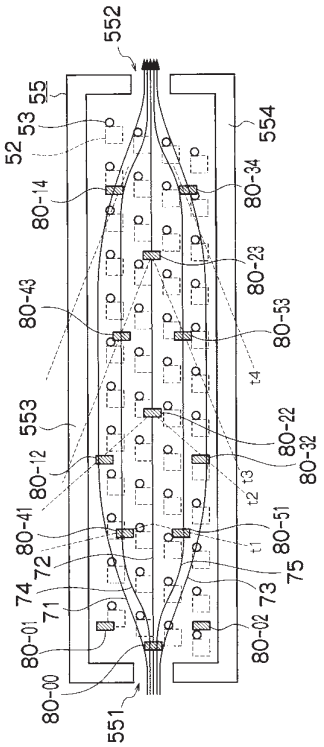
【図１０】


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
55
710
720
730
80
553
552
551
554
71
72
73
t1
t2
t'
t
tφ
dt

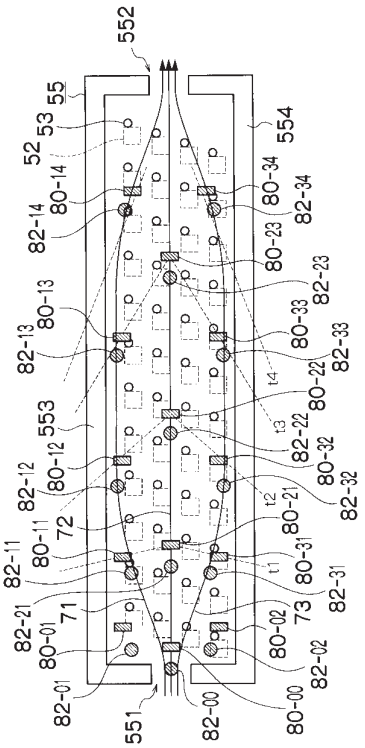
【図１１】


552
55
53
52
554
80-14
80-34
80-23
80-13
80-33
553
80-22
80-32
80-12
80-21
80-11
80-31
72
71
73
80-01
80-02
80-00
551
t1
t2
t3
t4

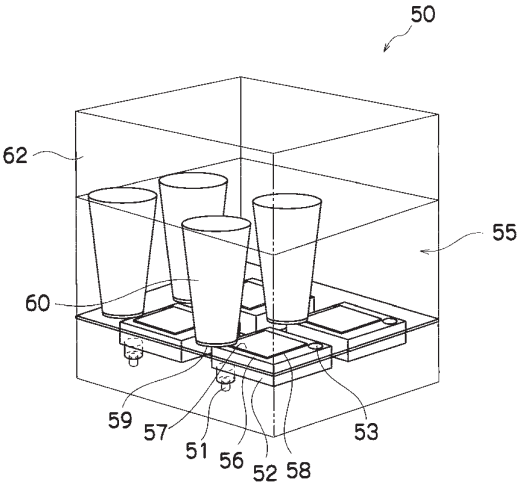
【図１２】



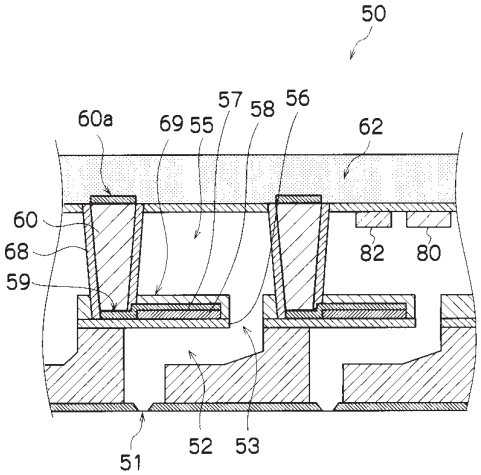
【図１３】



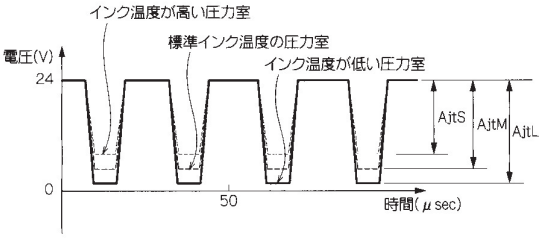
【図１４】



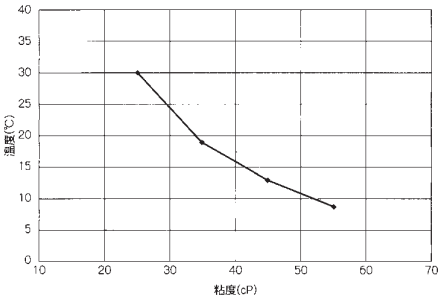
【図１５】



【図１６】


インク温度が高い圧力室
標準インク温度の圧力室
インク温度が低い圧力室
電圧(V)
24
0
50
時間(μsec)
AjtS
AjtM
AjtL

【図１７】


40
35
30
25
20
15
10
5
0
温度(℃)
10
20
30
40
50
60
70
粘度(cP)