

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6672002号
(P6672002)

(45) 発行日 令和2年3月25日(2020.3.25)

(24) 登録日 令和2年3月6日(2020.3.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B 4 1 J	2/17	(2006.01)	B 4 1 J	2/17
B 4 1 J	2/18	(2006.01)	B 4 1 J	2/18
B 4 1 J	2/195	(2006.01)	B 4 1 J	2/195
B 4 1 J	2/14	(2006.01)	B 4 1 J	2/14 603

B 4 1 J 2/14 605

請求項の数 15 (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2016-25258 (P2016-25258)

(22) 出願日

平成28年2月12日(2016.2.12)

(65) 公開番号

特開2017-140807 (P2017-140807A)

(43) 公開日

平成29年8月17日(2017.8.17)

審査請求日

平成31年1月17日(2019.1.17)

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 110001243

特許業務法人 谷・阿部特許事務所

(72) 発明者 山田 辰也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 石田 浩一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 笠井 信太郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液体吐出装置および制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体を吐出させるエネルギーを発生するエネルギー発生素子と、
前記エネルギー発生素子に対向する位置に設けられる吐出口と、
前記エネルギー発生素子が複数配置されるヘッド基板と、
前記吐出口を複数有する吐出口形成部材と、
前記ヘッド基板と前記吐出口形成部材とから構成され、前記エネルギー発生素子を備える圧力室と、

前記圧力室への液体の供給流路である液体流入流路と、
前記圧力室からの液体の回収流路である液体回収流路と、
から構成される液体吐出ヘッドを備える液体吐出装置であって、
前記吐出口から液体が吐出していない非吐出時に、前記吐出口から液体に含まれる揮発成分が蒸発する速度である蒸発速度に関する情報を取得する取得手段と、
前記取得手段によって取得された前記蒸発速度に関する情報に基づいて、前記液体流入流路から前記圧力室を通過して前記液体回収流路に向かう方向に生じる液体の流速を制御する流速制御手段とを備え、

前記流速制御手段は、前記蒸発速度が高いほど、前記圧力室を通過する液体の流速が早くなるように制御可能であることを特徴とする
液体吐出装置。

【請求項 2】

10

20

前記圧力室を通過する液体は、当該圧力室の外部との間で循環されることを特徴とする請求項 1 に記載の液体吐出装置。

【請求項 3】

前記流速制御手段は、

前記吐出口から液体が吐出していない非吐出時において、前記圧力室を通過する液体の流速を J 、前記蒸発速度を Jv としたとき、

$$10 < J / Jv < 200$$

を満たすように前記圧力室を通過する液体の流速を制御することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液体吐出装置。

【請求項 4】

前記流速制御手段は、

前記吐出口から液体が吐出していない非吐出時において、前記圧力室を通過する液体の流速を 0.5 mm/s 以上かつ 120 mm/s 以下に制御する

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 5】

液体温度を検知する温度検知手段と、

前記温度検知手段によって検知された液体温度に基づいて前記蒸発速度を導出する蒸発速度導出手段とをさらに備える

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 6】

前記液体吐出装置の設置位置における環境パラメータを取得する環境パラメータ取得手段をさらに備え、

前記蒸発速度導出手段は、

前記温度検知手段によって検知された液体温度と、環境パラメータ取得手段によって取得された環境パラメータ値に基づいて前記蒸発速度を導出する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の液体吐出装置。

【請求項 7】

前記環境パラメータ値は、前記液体吐出装置の設置位置における環境温度および環境湿度を示す値である

ことを特徴とする請求項 6 に記載の液体吐出装置。

【請求項 8】

前記蒸発速度導出手段は、

前記液体温度が T ()、前記環境温度が T_0 ()、前記環境湿度が H (%) となる場合における前記蒸発速度である Jv (mm/s) を、

$$Jv = 0.01 \times (Pv(T) - Pv(T_0)) \times H / 100$$

$$\log Pv(T) = 8.03 - 1706 / (T + 231.4)$$

により算出する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の液体吐出装置。

【請求項 9】

前記蒸発速度導出手段は、

前記液体温度、前記環境温度、前記環境湿度の組み合わせと、前記蒸発速度とが対応付けられたテーブルを保持し、当該テーブルを参照することにより前記蒸発速度を導出する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の液体吐出装置。

【請求項 10】

前記エネルギー発生素子とは異なる温度調節素子と、

液体温度を所定範囲内の温度となるように前記温度調節素子を制御する温度制御手段とをさらに備える

ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

前記液体吐出ヘッドの上流側と下流側とに一対の圧力調整機構をさらに備え、
前記流速制御手段は、

前記吐出口から液体が吐出していない非吐出時において、前記一対の圧力調整機構によつて印加される差圧を P 、液体の粘度を η 、前記液体吐出装置における全てのインク流路の抵抗を R 、前記圧力室において液体が流れる方向である流方向に鉛直な面の流路断面積を A 、液体に含まれる揮発成分が前記吐出口から蒸発する蒸発速度を J_v としたとき、

$$10 < P / (\eta \times R \times A \times J_v) < 200$$

を満たすように前記圧力室を通過する液体の流速を制御する
ことを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載の液体吐出装置。

【請求項12】

10

液体を吐出させるエネルギーを発生するエネルギー発生素子と、
前記エネルギー発生素子に対向する位置に設けられる吐出口と、
前記エネルギー発生素子が複数配置されるヘッド基板と、
前記吐出口を複数有する吐出口形成部材と、

前記ヘッド基板と前記吐出口形成部材とから構成され、前記エネルギー発生素子と前記吐出口とをそれぞれ少なくとも一つ有する圧力室と、

前記圧力室への液体の供給流路である液体流入流路と、

前記圧力室からの液体の回収流路である液体回収流路と、

から構成される液体吐出ヘッドを備える液体吐出装置の制御方法であつて、

前記吐出口から液体が吐出していない非吐出時に、前記吐出口から液体に含まれる揮発成分が蒸発する速度である蒸発速度に関する情報を取得する取得ステップと、

前記取得ステップにおいて取得された前記蒸発速度に関する情報に基づいて、前記液体流入流路から前記圧力室を通過して前記液体回収流路に向かう方向に生じる液体の流速を制御する流速制御ステップとを備え、

前記流速制御ステップにおいて、前記蒸発速度が高いほど、前記圧力室を通過する液体の流速が早くなるように制御可能であることを特徴とする制御方法。

【請求項13】

コンピュータに、請求項12に記載の制御方法を実行させるためのプログラム。

【請求項14】

30

液体を吐出させるエネルギーを発生するエネルギー発生素子と、
前記エネルギー発生素子に対向する位置に設けられる吐出口と、
前記エネルギー発生素子を備える圧力室と、

前記圧力室への液体の供給流路である液体流入流路と、

前記圧力室からの液体の回収流路である液体回収流路と、

から構成される液体吐出ヘッドを備える液体吐出装置であつて、

前記液体流入流路から前記圧力室を通過して前記液体回収流路に向かう方向に生じる液体の流速を制御する流速制御手段を備え、該流速制御手段は、液体に含まれる揮発成分が前記吐出口から蒸発する蒸発速度が高いほど、前記圧力室を通過する液体の流速が早くなるように制御可能であることを特徴とする液体吐出装置。

【請求項15】

40

前記圧力室を通過する液体は、当該圧力室の外部との間で循環される
ことを特徴とする請求項14に記載の液体吐出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インクなどの液体を吐出する液体吐出ヘッドを搭載する液体吐出装置、および液体吐出装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、インクなどの液体を吐出する液体吐出ヘッドには、インクを沸騰させて発泡によ

50

り液滴を吐出するサーマル方式や、圧電素子による衝撃波により液滴を吐出するピエゾ方式などの液体吐出ヘッドが知られている。

【0003】

従来技術の液体吐出ヘッドでは、インクの揮発性成分が吐出口から蒸発することにより、インク濃度の上昇や、吐出口近傍におけるインク増粘などの現象が発生する場合があった。このような現象は、出力画像に色ムラを発生させたり、吐出口からのインク吐出速度を低下させたりするなど、高品質な出力を得られない原因となっていた。近年、屋外展示を考慮した堅牢な画像へのニーズや、プラスチックフィルムや電子回路基板などの非紙メディア印刷へのニーズが高まり、インクに用いられる溶媒、色材、樹脂などの素材が多様化し、上述の課題は深刻化している。

10

【0004】

こうした課題を解決する手法として、インクが吐出している場合と吐出していない場合とに関わらず、液体吐出ヘッドに供給するインクを循環させることにより、吐出口近傍のインク増粘を抑制する手法が提案されている（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-142910号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

液体吐出装置が高速出力を行う際、液体吐出ヘッドから連続してインクが吐出されると、液体吐出ヘッドおよび液体吐出ヘッド内のインクの温度が上昇する。インク温度が上昇すると、揮発性成分であるインク溶媒（例えば水など）の蒸発速度も上昇するため、吐出口近傍を循環するインクの流速が低いと、吐出口近傍のインク増粘を抑制しきれない課題があった。

【0007】

上記課題を解決するための手法として、吐出口近傍を循環するインクの流速を早くする手法が考えられる。しかしながら、インクの流速が過大であると、インク供給経路における圧力損失が大きくなるため、吐出口における負圧が大きくなり、インクの吐出に影響し、特許文献1の手法を用いても、依然として高品質な出力を得られない場合があった。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一実施形態は、液体を吐出させるエネルギーを発生するエネルギー発生素子と、前記エネルギー発生素子に対向する位置に設けられる吐出口と、前記エネルギー発生素子が複数配置されるヘッド基板と、前記吐出口を複数有する吐出口形成部材と、前記ヘッド基板と前記吐出口形成部材とから構成され、前記エネルギー発生素子を備える圧力室と、前記圧力室への液体の供給流路である液体流入流路と、前記圧力室からの液体の回収流路である液体回収流路と、から構成される液体吐出ヘッドを備える液体吐出装置であって、前記吐出口から液体が吐出していない非吐出時に、前記吐出口から液体に含まれる揮発成分が蒸発する速度である蒸発速度に関する情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された前記蒸発速度に関する情報に基づいて、前記液体流入流路から前記圧力室を通過して前記液体回収流路に向かう方向に生じる液体の流速を制御する流速制御手段とを備え、前記流速制御手段は、前記蒸発速度が高いほど、前記圧力室を通過する液体の流速が早くなるように制御可能であることを特徴とする液体吐出装置である。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明の液体吐出装置によれば、高品質な出力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

50

【図1】実施形態1における液体吐出ヘッドを示す図である。

【図2】実施形態1におけるインク供給経路を示す模式図である。

【図3】実施形態1における液体吐出装置のソフトウェア機能ブロック図である。

【図4】図4(a)は、実施形態1における記録素子基板の斜視図である。図4(b)は、実施形態1における記録素子基板の拡大透視図である。図4(c)は、実施形態1における記録素子基板の断面図である。図4(d)は、実施形態1における吐出部近傍の拡大断面図である。

【図5】実施形態1において、インク溶媒における揮発成分の蒸発速度 J_v と、インク循環流速の最小値 J_{min} との関係を示したグラフである。

【図6】実施形態1において、液体吐出ヘッドの形状と比例定数 J_{min}/J_v の値とを対応付けられたテーブルである。
10

【図7】実施形態2におけるインク供給経路を示す模式図である。

【図8】実施形態3におけるインク供給経路を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[実施形態1]

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。ただし、この実施形態に記載されている構成要素はあくまで例示であり、本発明の範囲をそれらに限定する趣旨のものではない。なお、本明細書において「インク」とは、記録媒体に付与されることによって、画像の形成、または記録媒体の加工に用いられ得る任意の液体を含む。したがって、本明細書における「インク」は、記録に用いられることが可能なあらゆる液体を包含する概念である。また記録の概念も特に限定されるものではなく、産業用途等にも適用可能である。例えば、バイオチップ作製や電子回路印刷、半導体基板の作製などの用途としても用いることができる。
20

【0012】

(液体吐出ヘッドの全体構成)

図1は、本発明を適用可能な各種液体吐出ヘッド100および記録素子基板101を示した図である。図1(a)は、記録素子基板101が液体吐出ヘッド100に単独で配置された実施例を示す。本実施例において、液体吐出ヘッド100は、記録媒体に対して主走査方向の往復移動を繰り返しながら記録を行う走査型の液体吐出ヘッドである。図1(b)は、複数の記録素子基板101が液体吐出ヘッド100に千鳥状に配置された実施例を示す。このような液体吐出ヘッド100は、いわゆるラインヘッド形態の液体吐出ヘッドであり、固定された液体吐出ヘッド100に対して記録媒体が移動することにより記録を行う。図1(c)は、複数の記録素子基板101が隣接して配置された実施例を示す。図1(b)と同様に、液体吐出ヘッド100はラインヘッド形態の液体吐出ヘッドであり、固定された液体吐出ヘッド100に対して記録媒体が移動することにより記録を行う。本実施形態における液体吐出ヘッド100は、図1(a)～(c)に例示される実施形態を含む任意の形態で実施可能であり、これらに限定されるものではない。
30

【0013】

(インク供給経路の説明)

図2は、本実施形態の液体吐出ヘッド100を備える液体吐出装置1において、インク供給経路を示す模式図である。また、図3は、本実施形態の液体吐出装置1のソフトウェア機能ブロック図である。以下、図2および図3を参照し、本実施形態について説明する。
40

【0014】

本実施形態において、インクはインクタンク201からインク供給流路202を通り、液体吐出ヘッド100に供給される。液体吐出ヘッド100に供給されたインクの一部は、吐出口303から吐出され記録媒体に付与され、インクの一部は再びインクタンク201に回収される。インク供給流路202には、液体吐出ヘッド100の上流側に負圧調整装置203が設けられ、液体吐出ヘッド100の下流側に循環流発生装置204が設けら
50

れている。負圧調整装置 203 および循環流発生装置 204 が、インクタンク 201 と液体吐出ヘッド 100 の間でインクの循環流を発生させつつ、吐出口 303 の近傍部分におけるインク圧力を調整することができる。

【0015】

液体吐出ヘッド 100 には、液体温度であるインクの温度を検知する温度検知部 205 が内蔵される。本実施形態において、温度検知部 205 は、インクの温度を直接的または間接的に検知する機構であり、たとえば液体の温度を検知するための温度検知素子によって実現される。温度検知素子をヘッド基板に設け、ヘッド基板の温度を測定することでインクの温度を間接的に測定しても良い。また測定したヘッド基板の温度を後述する制御に用いても良い。本実施形態に適用することができる温度検知素子の例としては、液体吐出ヘッド 100 に内蔵される抵抗膜型やダイオード型の温度検知センサが挙げられる。その他、温度検知部 205 は、液体吐出ヘッド 100 の外部に取り付けられる温度計や、温度検知機能および温度調節機能を備えるサーモスタートなど、さまざまな温度検知機構によって実現することができる。10

【0016】

液体吐出装置 1 には、液体吐出装置 1 の設置位置における温度および / または湿度の値である環境パラメータ値を取得する環境パラメータ取得部 206 が設けられる。本実施形態に適用することができる環境パラメータ取得部 206 の具体的な例としては、一般的な温度計、湿度計のほか、タッチスクリーンディスプレイ上に表示されるユーザインターフェースなどであってもよい。この場合、液体吐出装置 1 の設置空間において、空調によって一定に保たれた環境温度や環境湿度などのパラメータ値の入力を受け付けることができる。なお、本明細書における「環境温度」「環境湿度」とは、温度検知部 205 によって検知される温度とは異なる位置における温度値や湿度値であることを意味している。そのため、環境パラメータ取得部 206 は、温度検知部 205 と物理的に異なる位置に設けられていればよく、例えば液体吐出装置 1 の筐体内に設けられていてもよいし、USB ケーブルなどを介して液体吐出装置 1 と外部接続されていてもよい。20

【0017】

温度検知部 205 によって検知されたインク温度と、環境パラメータ取得部 206 によって取得された環境温度および環境湿度とは、流速制御部 207 に入力される。本実施形態に適用することができる流速制御部 207 の例としては、液体吐出装置 1 に搭載され、CPU・メモリなどが一体構成されている MPU などのコントローラが挙げられる。流速制御部 207 は、入力を受け付けたインク温度と、環境温度および環境湿度とに基づいてインクの蒸発速度に関する情報を導出する。次いで、流速制御部 207 は、吐出口 303 の近傍を通過するインクの流速が最適な値となるように循環流発生装置 204 を制御する。また、このようなインクの蒸発速度の導出は、蒸発速度導出部 208 の機能ブロックの処理によって実行される。蒸発速度導出処理については後述する。本実施形態においては環境温度と環境湿度との双方の値に基づきインクの蒸発速度に関する情報を導出しているが、本発明においては環境温度と環境湿度の少なくとも一方の値に基づいてインクの蒸発速度に関する情報を導出すれば良い。30

【0018】

循環流発生装置 204 は、インクの流れを発生させつつ、インクの流速や流量を所定の値に制御可能な任意の装置によって実現される。具体的には、循環流発生装置 204 は、定圧力ポンプや定流量ポンプのほか、微細加工技術である MEMS によって生成され、記録素子基板 101 に組み込まれたマイクロポンプなどによっても実現することができる。さらには、循環流発生装置 204 は、液体吐出ヘッド 100 と一体化して構成してもよく、あるいは、液体吐出ヘッド 100 の外部に配置され、インク供給チューブを介して液体吐出ヘッド 100 と接続することもできる。40

【0019】

(記録素子基板の構成)

図 4 (a) は、本実施形態において、液体吐出ヘッド 100 に搭載される記録素子基板

50

101の外観斜視図である。本実施形態の記録素子基板101は、図4(a)に示される通り、ヘッド基板301上にオリフィスプレート302が接合されており、オリフィスプレート302には複数の吐出口303が配置されている。吐出口303は、複数配列して吐出口列304を構成している。ヘッド基板301は、加工可能な半導体基板などの素材によって形成されることが望ましく、このような素材を用いることにより、ヘッド基板301の表面にエネルギー発生素子や電気回路、電気配線、温度センサ等の電子デバイスが複数配置可能となる。吐出口を複数有する吐出口形成部材であるオリフィスプレート302は、レーザー加工により吐出口303を形成可能な樹脂基板、ダイシングにより吐出口303を形成可能な無機プレートなどの素材によって形成され得る。またオリフィスプレート302は、光硬化により吐出口303およびインク流路を形成する感光樹脂材料などの素材によっても形成され得る。また、ヘッド基板301と同様に半導体基板を用いて、MEMS加工により吐出口303およびインク流路を形成するなど、任意の材料を用いることができる。
10

【0020】

図4(b)は、記録素子基板101をZ軸方向からオリフィスプレート302を見た拡大透視図である。ヘッド基板301とオリフィスプレート302とによって囲まれた空間は圧力室305を構成する。吐出口303は、液体を吐出するために利用されるエネルギーを発生するエネルギー発生素子306に対向する位置に設けられ、インク液滴は吐出口303を介して液体吐出ヘッド100の外部に吐出される。エネルギー発生素子306には、インクを発熱により沸騰させ、インク液滴を液体吐出ヘッド100の外部に吐出する抵抗発熱素子や、圧電効果によりインク液滴を液体吐出ヘッド100の外部に吐出する圧電素子などを用いることができる。圧力室305は、ヘッド基板301とオリフィスプレート302とから構成され、液体流入流路307と液体回収流路308とに流体的に接続する液体流路を構成している。さらに、圧力室305には、エネルギー発生素子306と吐出口303とをそれぞれ少なくとも一つ有する。液体吐出ヘッド100に流入したインクは、インクの供給流路である液体流入流路307から圧力室305を通過してインクの回収流路である液体回収流路308に向かう方向に流れる。
20

【0021】

図4(c)は、図4(b)の記録素子基板101において、線分IVC-IVCで切断した断面図である。垂直供給口309と、垂直回収口310とはヘッド基板301を貫通し、それぞれ液体流入流路307と、液体回収流路308とに接続する。
30

【0022】

図4(d)は、図4(c)の記録素子基板101において、吐出口303の近傍を拡大した断面図である。図4(d)において、オリフィスプレート302の厚みは符号D₀、液体流入流路307(液体回収流路308)の高さは符号D_hに、吐出口303の口径は符号D_wとしてそれぞれ図示される。図4(c)(d)に示される通り、温度検知部205は、ヘッド基板301上の吐出口列304に隣接する領域に配置され、液体流入流路307または液体回収流路308(以下、単に「液体流路」と記す場合がある)内のインク温度を検知する。検知されたインク温度は流速制御部207へ出力される。
40

【0023】

図2で説明した循環流発生装置204によるインクの流れによって、圧力室305内のインクは圧力室305の外部との間で循環される。具体的には、液体吐出ヘッドの外部から液体吐出ヘッドに流入したインクは、垂直供給口309、液体流入流路307、圧力室305、液体回収流路308、垂直回収口の順に流れ液体吐出ヘッドの外部に導出された後に、再び液体吐出ヘッドに導入される循環経路となる。流速制御部207は、循環流発生装置204が出力するインク流の流速または流量などの出力を変化させることにより、吐出口303の近傍を流れるインクの流速(以下、単に「流速」と記す場合がある)を制御する。本実施形態においては、温度検知部205によって検知される対象は、吐出口303から吐出される直前のインクであることが望ましい。具体的には、温度検知部205の設置個所は、吐出口303の直下や、吐出口303に隣接する位置、または図4(a)
50

のように2以上の吐出口列304が配置されている記録素子基板101場合、吐出口列304の中間位置などが例示される。その他、温度検知部205をインク供給流路202の近傍や記録素子基板101の近傍に設置し、熱伝導手法を用いてインク温度を推測する方法などのように、間接的にインク温度を検知する手法も本実施形態に適用することができる。したがって、温度検知部205の配置位置は図4(c)(d)に示された位置に限定されるものではない。

【0024】

(インク流速制御のメカニズム)

いわゆるインク循環型の記録ヘッドを搭載する液体吐出装置において、インク温度(もしくは液体吐出ヘッドの温度)が高いときは、インク温度が低いときと比較して、インク増粘の抑制に要するインク流速が早くなる。この理由について、以下簡潔に説明する。
10

【0025】

液体吐出装置におけるインク粘度の増加・減少を検討すると、液体吐出ヘッドにおいて連続的にインクが吐出されている場合、吐出口へのインクの供給も連続的に行われるため、インク粘度の上昇は発生しない、もしくは非常に軽微である。しかし、液体吐出ヘッドがインク吐出を長時間停止する非吐出時に、インクに含まれる溶媒の揮発成分が吐出口から蒸発してしまうため、不揮発性溶剤や色材が濃縮し、吐出口及び圧力室内のインク粘度が上昇する。圧力室内におけるインク粘度の上昇は、吐出口からのインク吐出速度の低下や、吐出口からのインク不吐出などの原因となる。さらには、不揮発性溶剤や色材が濃縮することにより、出力画像に濃度ムラが発生するなどの原因となる。
20

【0026】

そこで、いわゆる循環型の記録ヘッドでは、圧力室を通過するインク流れを発生させることにより、吐出口や圧力室内で粘度が上昇したインクを回収する手法が知られている。このような循環型の記録ヘッドは、不揮発性溶剤や色材の濃度を略一定に保つことができるため、インクの吐出が長時間停止した場合であっても正常なインク吐出を行うことができる。より詳細には、インク吐出が停止している場合、吐出口から蒸発して失われてしまうインク溶媒の揮発成分量と、循環流により補われるインク量とは平衡状態にある。このとき、圧力室内におけるインクの平均濃縮度は、インク循環流速とインク溶媒の揮発成分の蒸発速度とに依存する。したがって、インク温度が上昇し、インク蒸発速度が増加した場合、圧力室内のインク平均濃縮度を一定に保つためには、インク循環流速をインク蒸発速度に応じて(好ましくは比例して)増加させる必要がある。
30

【0027】

図5は、インク溶媒における揮発成分の蒸発速度 J_v と、インク循環流速の最小値 J_{min} との関係を示したグラフである。なお、図5のグラフは、インク溶媒における揮発成分が「水」である例を示している。また、インク循環流速の最小値 J_{min} は、インク吐出が10秒間停止した後にインク吐出が再開された場合の吐出速度と、インク吐出が連続して行われた場合の吐出速度との差が10%以内である例を示している。

【0028】

図5に示されるグラフにおいて、液体吐出ヘッドIにおけるオリフィスプレートの厚み D_o は8μm、液体流路の高さ D_h は6μm、吐出口の口径 D_w は19.5μmである。一方、液体吐出ヘッドIIのオリフィスプレートの厚み D_o は6μm、液体流路の高さ D_h は6μm、吐出口の口径 D_w は17μmである。液体吐出ヘッドI、II共に、蒸発速度 J_v と、インクを正常に吐出するために必要な最低循環流速 J_{min} とは略比例関係にある。
40

【0029】

ここで、蒸発速度 J_v と最低循環流速 J_{min} との比を、比例定数 J_{min}/J_v とした場合、比例定数 J_{min}/J_v の値は液体吐出ヘッド100の構成とインクの組成とに依存する。

【0030】

図6は、オリフィスプレートの厚み D_o 、液体流路の高さ D_h 、吐出口の口径 D_w の組
50

み合わせが異なるいくつかの液体吐出ヘッドと、比例定数 J_{min}/J_v の値とが対応付けられたテーブルを示す。図 6 に示される通り、比例定数 J_{min}/J_v の値は、液体吐出ヘッドの構成によって異なる。出願人が実験を通じて得た結果によれば、比例定数 J_{min}/J_v の値は、概ね 5 ~ 100 の範囲となることが判明した。循環流速の変動等のマージンを考慮すると、蒸発速度の 10 ~ 200 倍の範囲となるように吐出口の近傍を流れる流速を制御することができれば、インク吐出が長時間停止した場合であっても、安定したインク吐出を行うことが可能となることが想定される。

【0031】

(蒸発速度の導出手法)

以上説明した通り、インク吐出が長時間停止した場合であっても、安定したインク吐出を実現するために好適な循環流速は、インクの蒸発速度に比例する。 10

ここで、インク蒸発速度 J_v [mm / s] は、インク温度 T []、環境温度 T_0 [] 、環境湿度を H [%] としたとき、次式で求めることができる。

$$J_v = K \times (P_v(T) - P_v(T_0) \times H / 100) \quad \dots \text{ (式 1)}$$

ここで、 $P_v(T)$ [mmHg] は、温度 T におけるインク溶媒の飽和蒸気圧であり、インク溶媒が主に水である場合、次の経験式 (Antoine の式) で表される。

$$\log P_v(T) = 8.03 - 1706 / (T + 231.4) \quad \dots \text{ (式 2)}$$

【0032】

式 1 における比例係数 K は、吐出口近傍から蒸発したインク溶媒の飽和蒸気が広がっている領域の厚み (境膜厚) に基づく定数である。比例係数 K の値は、主に吐出口の開口面積に応じて決まり、実験値に基づいて定めることができる。開口面積が 250 平方 μm の吐出口を有する液体吐出ヘッドでは、 $K = 0.013$ 程度となる。 20

【0033】

本実施形態の蒸発速度導出部 208 は、温度検知部 205 により検知されたインク温度 (ヘッド温度) T と、環境パラメータ取得部 206 により取得された環境温度 T_0 および環境湿度 H とから、上記数式 1 および数式 2 を用いて、蒸発速度 J_v を算出することができる。なお、実施形態は、蒸発速度導出部 208 が、上記数式 1 および数式 2 を用いて蒸発速度 J_v を算出する様様に限定されない。例えば、インク温度 T と、環境温度 T_0 と、環境湿度 H と組み合わせによって定められるインクの蒸発速度 J_v を測定し、入力値に応じた蒸発速度 J_v を参照可能なテーブル $J_v(T, T_0, H)$ として流速制御部 207 の記憶領域に保持されていてもよい。この場合、蒸発速度導出部 208 は、インク温度 T 、環境温度 T_0 、環境湿度 H などの値と、テーブル $J_v(T, T_0, H)$ とに基づいて、蒸発速度 J_v を導出することができる。また環境パラメータ取得部においては、環境温度と環境湿度の双方でなく、いずれか一方の値から蒸発速度を算出しても良い。 30

【0034】

(具体例)

上記説明した実施形態について、具体例を示して以下説明する。オリフィスプレートの厚み (D_o) が 11 μm 、流路高さ (D_h) が 14 μm 、吐出口の口径 (D_w) が 50 平方 μm (開口面積が 250 平方 μm) 構成の液体吐出ヘッドについて、上記具体値に基づいた循環流速の設計値を以下に説明する。インク温度 $T = 55$ 、環境温度 $T_0 = 25$ 、湿度 50 % とした場合、開口面積 250 平方 μm の吐出口から、純水が蒸発する蒸発速度 J_v は 0.27 mm / s となる。そこで、蒸発速度導出部 208 は、インクの循環流速 J が蒸発速度 J_v の 10 ~ 200 倍の値となるように循環流速 J を可変させる。すなわち、循環流速 J を 5.0 mm / s ~ 27 mm / s の範囲の値となるように循環流量を制御することができれば、安定したインク吐出が実現される。 40

【0035】

また、インク温度 $T = 30$ の場合、蒸発速度 J_v は 0.03 mm / s となる。この場合、循環流速 J を 0.6 mm / s ~ 3.0 mm / s の範囲の値となるように循環流量を制御することができれば、安定したインク吐出が実現される。また、インク温度 $T = 80$ の場合、蒸発速度 J_v は 0.6 mm / s となる。この場合、循環流速 J を 6 ~ 120 mm 50

/ s の範囲の値となるよう循環流量を制御することができれば、安定したインク吐出が実現される。水などの揮発性溶媒をインクに適用する場合、液体吐出装置における許容動作温度は 80 以下が妥当であり、本実施形態による循環流速 J は、0.5 mm / s 以上（インク低温時）～120 mm / s 以下（インク高温時）の範囲内の値となる。

【0036】

以上説明した通り、本実施形態の液体吐出装置は、吐出口からのインク蒸発速度と、安定したインク吐出に要する最低循環流速とが略比例関係となる点に着目し、検出されたインク温度などに基づいて圧力室を通過するインクの流量を制御する。かかる構成により、本実施形態の液体吐出装置は、インク温度が変動しても、当該インク温度に応じた最低循環流速でインクを循環させることにより、インク増粘やインク増粘によって引き起こされる画質低下を抑制することができる。10

【0037】

[実施形態 2]

図 7 は、実施形態 2 の液体吐出ヘッド 100 を備える液体吐出装置 1 において、インク供給経路を示す模式図である。以下、図 7 を参照して実施形態 2 について説明する。上述の実施形態 1 では、液体吐出ヘッド 100 内を循環するインク温度は、主にエネルギー発生素子 306 から受ける熱と、記録素子基板 101 に設けられた回路から受ける熱と、インク供給経路における熱交換とにより、受動的に決まっていた。しかし、液体吐出装置 1 が高速出力を行う際、インクを吐出する周期である吐出周波数が高くなるとインク温度の変化が大きくなる。この結果、駆動されるエネルギー発生素子の密度が高い領域と低い領域との間でインク温度差が大きくなり、結果として吐出されるインク液滴の体積に差が生じてしまう。これは、出力物の濃度ムラの原因となるため、これを解消するためには、駆動されるエネルギー発生素子の密度に関わらず、インク温度を一定に保つ仕組みが必要となる。本実施形態の液体吐出ヘッド 100 は、エネルギー発生素子 306 とは異なる温度調節素子 402 を備え、温度検知部 205 との間でインク温度のフィードバック制御を行うことにより、インク温度を予め設定された範囲の値に保つことができる。本実施形態の液体吐出装置 1 は、環境温度（環境湿度）や出力速度などによって最適なインク温度が異なるため、インク温度の設定値は所定範囲内の温度に設定可能であることが望ましい。20

【0038】

図 7 は、本実施形態のインク供給経路の具体的構成を示す模式図である。本実施形態の液体吐出装置 1 は、実施形態 1 の温度検知部 205、環境パラメータ取得部 206、流速制御部 207 に加えて、温度制御部 401 および温度調節素子 402 を備えることを特徴とする。温度制御部 401 は、温度検知部 205 で検知されたインク温度が設定温度を超過した場合、温度調節素子 402 を停止してインク温度を低下させる。一方、温度制御部 401 は、温度検知部 205 で検知されたインク温度が設定温度よりも低下した場合、温度調節素子 402 を駆動してインク温度を上昇させる。流速制御部 207 は、実施形態 1 と同様に、温度検知部 205 により検知されたインク温度および環境パラメータ取得部 206 により取得された環境温度、環境湿度により、蒸発速度を導出する。次いで、流速制御部 207 は、圧力室 305 を通過するインクの流速を、蒸発速度の 10 ～ 200 倍となるように、循環流発生装置 204 の出力を制御する。30

【0039】

以上説明した通り、本実施形態の液体吐出装置は、温度制御部 401 および温度調節素子 402 を備え、液体吐出ヘッド 100 内を循環するインク温度を予め設定された一定の設定温度に保つ。かかる構成により、吐出されるインク液滴の体積を一定に保ち、出力物の濃度ムラを防ぎつつ、最小限のインク循環流速で吐出口近傍のインク増粘を抑制することができる。40

【0040】

[実施形態 3]

図 8 は、実施形態 3 の液体吐出ヘッド 100 を備える液体吐出装置 1 において、インク供給経路を示す模式図である。以下、図 8 を参照して実施形態 3 について説明する。上述50

の実施形態 1 ~ 2 において、液体吐出装置 1 のインク供給経路を循環するインクの流速は循環流発生装置 204 によって制御される例について説明した。本実施形態では、液体吐出ヘッド 100 の上流側に負圧調整装置 203 を、液体吐出ヘッド 100 の下流側に定圧力ポンプ 501 を設けた一対の圧力調整機構を適用した場合の望ましい構成例について以下説明する。

【0041】

循環流発生装置に定圧力ポンプ 501 を適用した場合、圧力室 305 を通過するインクの流速は、負圧調整装置 203 と定圧力ポンプ 501 との間に印加される差圧 P、インクの粘度 および液体吐出装置 1 における全インク供給路の流路抵抗によって決まる。ここで、全インク供給路とは、インクタンク 201、インク供給流路 202、液体流入流路 307、圧力室 305、液体回収流路 308、インク供給流路 202 から再びインクタンク 201 に戻る循環流路全体をいう。また、流路抵抗とは、ある流路の両端に差圧 P を印加したときに生じる流量を Q、流路内の流体の粘度を η としたときに、 $R = P / Q / \eta$ で表される係数である。

【0042】

インク粘度はインク温度に依存するため、温度検知部 205 により検知された温度 T から、あらかじめ粘度計により求めた温度特性カーブ (T) を用いて算出しておく必要がある。圧力室 305 を通過するインクの流速は差圧に比例し粘度に反比例する。従って、本実施形態の液体吐出装置 1 では、定圧力ポンプ 501 によって印加される差圧 P を、蒸発速度 Jv およびインク粘度 η に比例させる。すなわち、負圧調整装置 203 と定圧力ポンプ 501 とが、 $P / Jv (T) / \eta (T)$ の値が一定となるように制御することができれば、吐出口近傍の増粘を抑制する最低限の流速で好適な吐出を実現することができる。定圧力ポンプ 501 の印加圧力 P [Pa]、インク粘度を $\eta [Pa \cdot s]$ 、全インク供給路の抵抗を R [mm]、圧力室 305 において液体が流れる方向である流方向に鉛直な面の流路断面積を A [mm^2] とする。このとき、圧力室 305 内のインク流速 J は、 $J = P / (\eta \times R \times A)$ で求められる。以上説明した通り、上記値および上記値を用いる計算式によって、 $J / Jv = P / (\eta \times R \times A \times Jv) = 10 \sim 200$ の範囲になるように圧力 P を制御することにより、吐出口近傍の増粘を抑制する最低限の流速で好適な吐出を実現することができる。

【0043】

以上説明した通り、本実施形態の液体吐出装置は、定圧力ポンプ 501 を備え、負圧調整装置 203 と定圧力ポンプ 501 とを用いて液体吐出装置 1 内のインク循環を行う。かかる構成により、液体吐出ヘッド 100 内におけるインク温度の変動にかかわらず、最小限のインク循環流速で吐出口近傍のインク増粘を抑制することができる。

【0044】

[その他の実施例]

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサーがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

【0045】

- 100 · · 液体吐出ヘッド
- 101 · · 記録素子基板
- 205 · · 温度検知部
- 206 · · 環境パラメータ取得部
- 207 · · 流速制御部
- 208 · · 蒸発速度導出部
- 301 · · ヘッド基板
- 302 · · オリフィスプレート

10

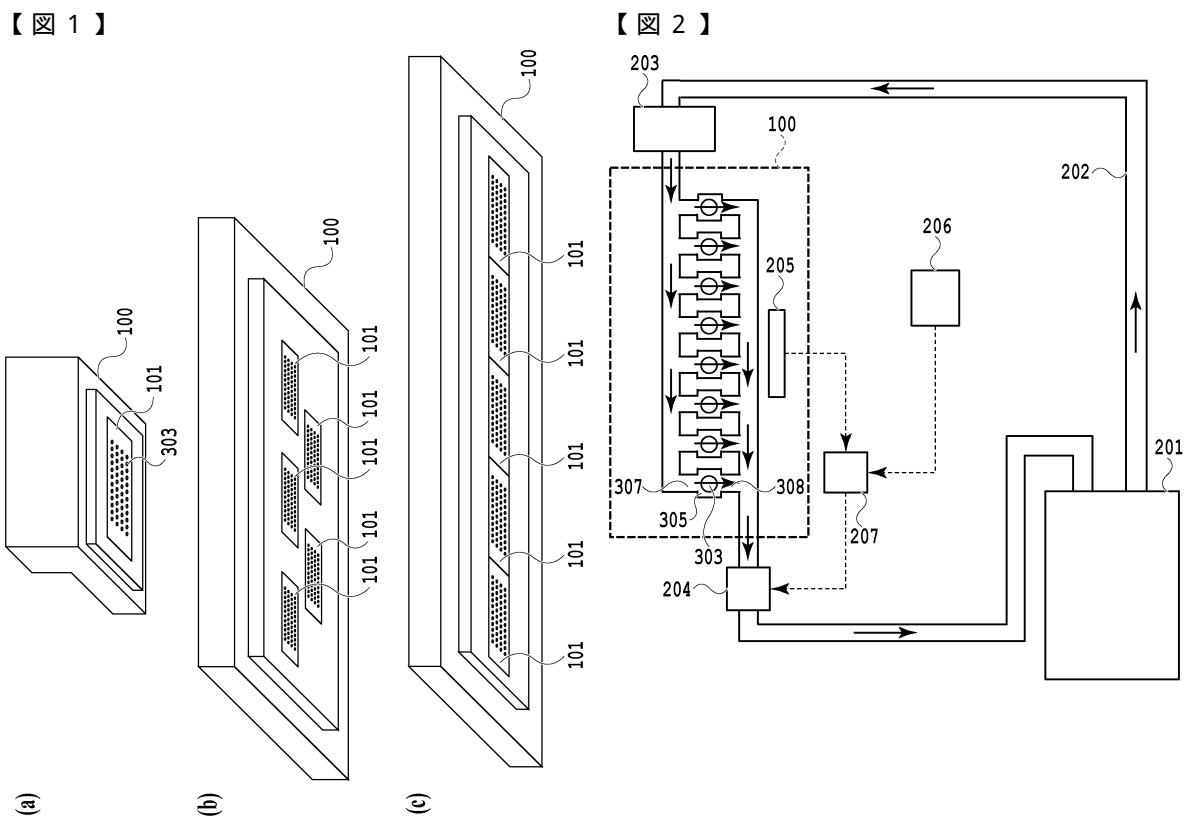
20

30

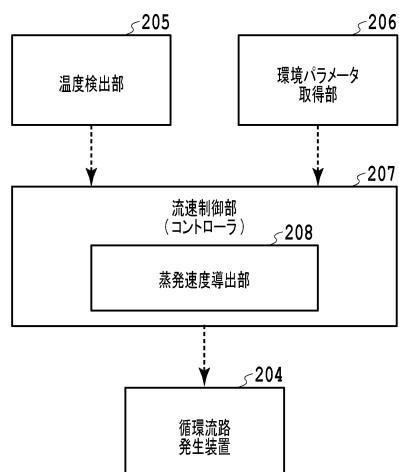
40

50

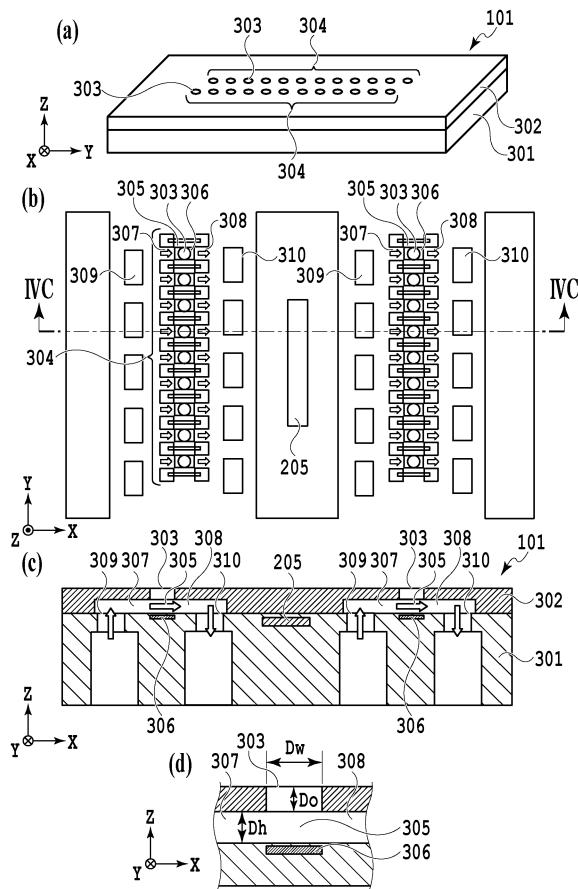
- 3 0 3 · · 吐出口
- 3 0 5 · · 壓力室
- 3 0 6 · · エネルギー発生素子
- 3 0 7 · · 液体流入流路
- 3 0 8 · · 液体回収流路



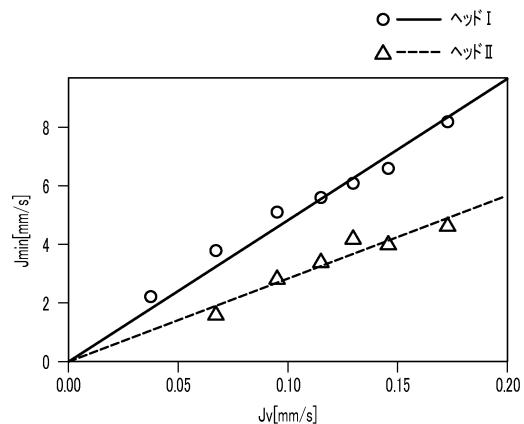
【図3】



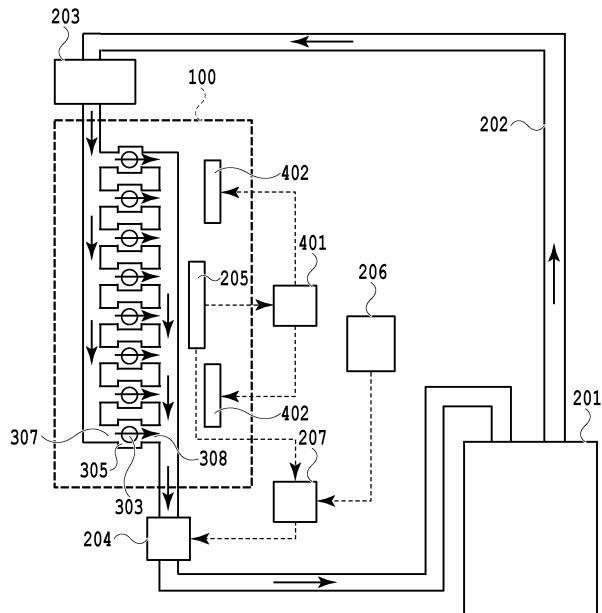
【図4】



【図5】



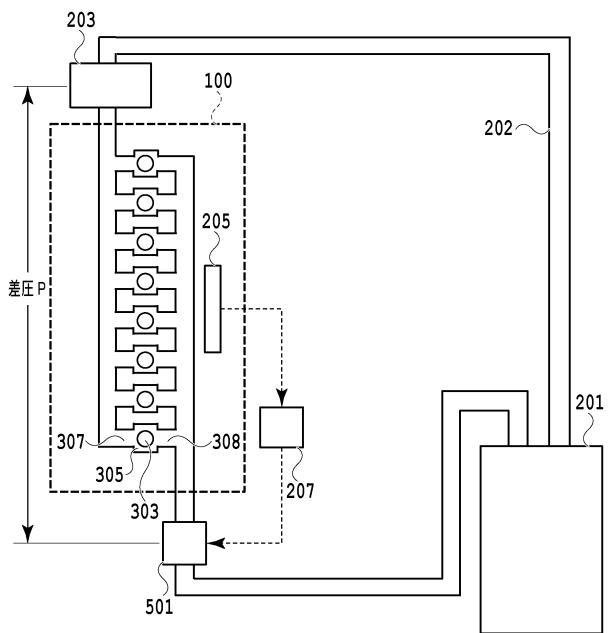
【図7】



【図6】

吐出口近傍形状	$D_o (\mu\text{m})$	$D_h (\mu\text{m})$	$D_w (\mu\text{m})$	比例定数: J_{\min}/J_v
I	8	6	19.5	51±5
II	6	6	17	28±4
III	4.5	5	19	16±8
IV	3	5	20	10±5
V	6	14	19.5	17±3
VII	11	14	18	42±5
VIII	8	6	16	27±3
VIII	6	4	19	59±8

【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 喜幸
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 齋藤 亜紀子
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 石綿 友樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 佐藤 智厚
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 岩永 周三
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 守屋 孝胤
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 長田 守夫

(56)参考文献 特開2013-032001(JP,A)
特開2009-154328(JP,A)
特表2011-520671(JP,A)
特開2002-234175(JP,A)
特開2013-141812(JP,A)
特開2012-001002(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0142159(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 41 J 2 / 01 - 2 / 215