

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4904038号
(P4904038)

(45) 発行日 平成24年3月28日(2012.3.28)

(24) 登録日 平成24年1月13日(2012.1.13)

(51) Int. Cl. F I
B 4 1 J 2/165 (2006.01) B 4 1 J 3/04 1 O 2 H
B 4 1 J 2/045 (2006.01) B 4 1 J 3/04 1 O 3 A
B 4 1 J 2/055 (2006.01)

請求項の数 10 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2005-288792(P2005-288792)
 (22) 出願日 平成17年9月30日(2005.9.30)
 (65) 公開番号 特開2007-98652(P2007-98652A)
 (43) 公開日 平成19年4月19日(2007.4.19)
 審査請求日 平成20年2月13日(2008.2.13)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (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
 審査官 鈴木 友子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体を吐出するノズルと、
 前記ノズルに連通する圧力室と、

前記圧力室の液体に加える圧力を発生するアクチュエータであって、前記ノズルから液体を吐出させる液体吐出駆動、および、前記ノズルから液体が吐出しない程度に前記ノズルのメニスカスを揺らすメニスカス揺らし駆動を行うアクチュエータと、

前記ノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を判別する増粘状態判別部であって、前記ノズルのメニスカスにおける液体の揮発量、前記液体の溶媒濃度及び前記液体の粘度のうちで少なくともひとつに基づいて、前記ノズルから液体の吐出が可能であって前記ノズルのメニスカス揺らしが不要な第1の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしが必要な第2の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は不可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしを行うと前記第1の増粘状態に回復可能な第3の増粘状態とを判別する増粘状態判別部と、

前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記第1の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わないで前記ノズルから液体を吐出する一方で、前記第2の増粘状態及び前記第3の増粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行った後に前記ノズルから液体を吐出し、前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記第1の増粘状態及び前記第2の増粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わない一方で、前記第3の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行う制

10

20

御をする制御部と、

を備えたことを特徴とする液体吐出装置。

【請求項 2】

液体を吐出するノズルと、

前記ノズルに連通する圧力室と、

前記圧力室の液体に加える圧力を発生するアクチュエータであって、前記ノズルから液体を吐出させる液体吐出駆動、および、前記ノズルから液体が吐出しない程度に前記ノズルのメニスカスを揺らすメニスカス揺らし駆動を行うアクチュエータと、

前記ノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を判別する増粘状態判別部と、

前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となる前に前記アクチュエータを用いて前記メニスカス揺らし駆動を行ってから、前記アクチュエータを用いて前記液体吐出駆動を行う一方で、前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となっても、前記メニスカス揺らし駆動により前記メニスカス近傍の液体の粘度が回復可能である間は前記ノズルから液体の吐出を行う場合と比較して前記メニスカス揺らし駆動の頻度を低減して前記アクチュエータにより前記メニスカス揺らし駆動を行う制御部と、

を備えたことを特徴とする液体吐出装置。

【請求項 3】

前記増粘状態判別部は、前記ノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を実測により判別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】

前記ノズルのメニスカスから溶媒が揮発するための揮発条件を取得する手段と、

前記揮発条件を取得する手段によって取得された揮発条件と前記ノズルのメニスカス近傍の増粘状態との対応関係を示す情報を数式または表として記憶する記憶部と、を備え、

前記増粘状態判別部は、前記揮発条件取得手段によって取得された揮発条件と、前記記憶部に記憶された情報とに基づいて、前記増粘状態を判別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 5】

前記圧力室、前記圧力室から前記ノズルに至る流路、および、前記ノズルのうちで少なくともひとつの内圧を検出する圧力センサを備え、

前記増粘状態判別部は、前記圧力センサの検出結果に基づいて前記増粘状態を判別することを特徴とする請求項 1 から 4 のうちいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 6】

前記ノズルの近傍に、前記液体の溶媒濃度を検出する濃度センサが配置され、

前記増粘状態判別部は、前記濃度センサの検出結果に基づいて前記増粘状態を判別することを特徴とする請求項 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 7】

液体を吐出するノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態について、ノズルのメニスカスにおける液体の揮発量、前記液体の溶媒濃度及び前記液体の粘度のうちで少なくともひとつに基づいて、前記ノズルから液体の吐出が可能であって前記ノズルのメニスカス揺らしが不要な第 1 の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしが必要な第 2 の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は不可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしを行うと前記第 1 の増粘状態に回復可能な第 3 の増粘状態とを判別し、

前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記第 1 の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わないで前記ノズルから液体を吐出する一方で、前記第 2 の増粘状態及び前記第 3 の増粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行った後に前記ノズルから液体を吐出し、

前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記第 1 の増粘状態及び前記第 2 の増

10

20

30

40

50

粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わない一方で、前記第3の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行うことを特徴とする液体吐出装置の制御方法。

【請求項8】

液体を吐出するノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を判別し、

前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となる前に前記ノズルから液体が吐出しない程度に前記ノズルのメニスカス揺らしを行ってから、前記ノズルから液体を吐出させる一方で、前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となっても、前記メニスカスを揺らしにより前記メニスカス近傍の液体の粘度が回復可能である間は前記ノズルから液体の吐出を行う場合と比較して前記メニスカス揺らしの頻度を低減して前記メニスカス揺らしを行うことを特徴とする液体吐出装置の制御方法。

10

【請求項9】

前記ノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を実測により判別することを特徴とする請求項7または8に記載の液体吐出装置の制御方法。

【請求項10】

前記ノズルのメニスカスから溶媒が揮発するための揮発条件を取得する手段と、前記揮発条件を取得する手段によって取得された揮発条件と前記ノズルのメニスカス近傍の増粘状態との対応関係を示す情報を数式または表として記憶する記憶部と、を用い、

20

前記揮発条件取得手段によって取得された揮発条件と、前記記憶部に記憶された情報とに基づいて、前記増粘状態を判別することを特徴とする請求項7または8に記載の液体吐出装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液体吐出装置及びその制御方法に係り、特にノズルのメニスカス揺らしを行う液体吐出装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ノズル（液体吐出口）のメニスカス（液面）における増粘防止のためにメニスカス揺らしを行う液体吐出装置が知られている。

30

【0003】

具体的には、図12(a)に示すように、ノズル51のメニスカスからは大気圧とインク溶媒の蒸気圧との差に因りインク溶媒が揮発しており、図12(b)に示すように、ノズル51内のインクが増粘して固化し、ノズル51を塞いでしまうことにより、吐出できない状態が生じてしまう。そこで、吐出が行われない休止期間中、ノズル51のメニスカスをインクが吐出しない程度にわずかに揺らすメニスカス揺らし（メニスカス微振動とも呼ばれる）を、繰り返し行う。

【0004】

このようなメニスカス揺らしにより、ノズル51内のインクが攪拌されてメニスカス近傍のインク粘度の上昇が抑えられるだけでなく、図12(a)に示すように、ノズル51へ至る吐出流路512内のインクや、アクチュエータ58が取り付けられている圧力室52内のインクが、攪拌される。圧力室52へインクを供給するインク供給流路953および共通流路955の一部のインクも攪拌される。

40

【0005】

特許文献1には、液滴吐出始点から所定距離だけ待機ポジションに戻った位置で所定の攪拌条件に基づいてメニスカス揺らしを行う液体吐出装置であって、環境温度と環境湿度のうちで少なくとも一方を検出し、微振動用の電気信号を構成するパルス（微振動パルス）の数を増減すること（すなわち微振動時間を増減すること）、微振動用の電気信号の周

50

期を変えること、及び、微振動用の電気信号の振幅を変えることが記載されている。

【0006】

また、特許文献2には、規定時間以上吐出を行わないノズルのメニスカス揺らしを行う液体吐出装置であって、前記規定時間は、ノズルのメニスカスを空气中にさらしておいてノズルが塞がれる目詰まりが発生するまでの時間の約半分としたものが記載されている。

【特許文献1】特許第3467695号公報

【特許文献2】特開平9-290505号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、吐出の休止期間中にメニスカス揺らしを繰り返し行くと、メニスカス近傍のインク粘度が暫時的には低下したとしても、低粘度化したノズル51のメニスカスから溶媒がさらに揮発して、ノズル51へ至る吐出流路512及び圧力室52を含む流路全体のインク粘度は上昇を続けることになる。そうすると、やがてはメニスカス揺らしをしてもその効果が得られなくなる。したがって、メニスカス揺らしを繰り返し行くと、結局、吐出不可能な状態となる前にパージと呼ばれる空吐出を行う必要がでてくる。

【0008】

このようなパージによってインク粘度を回復させようとする場合、前述のようにメニスカス揺らしに因り圧力室52を含む流路全体のインクが増粘した状態では、圧力室52内のインクも廃棄する必要がある。

【0009】

図12(c)において、第1の線911は初期の溶媒濃度分布(すなわち共通流路955からノズル51まで溶媒濃度が平均的に初期濃度Aである分布)を示し、第2の線912は所定時間 t_1 経過後の溶媒濃度分布を示し、第3の線913は $t_2 (> t_1)$ 経過後の溶媒濃度分布を示す。これらの溶媒濃度分布を示す線911、912、913に示すように、時間の経過とともに、ノズル51と比較して圧力室52の方が溶媒濃度が緩やかに低下する(すなわちインク粘度が緩やかに増加する)にしても、パージの際に、正常な吐出ができるように不良な濃度のインクを廃棄しようとするれば、ノズル51内のインクに限らずどうしても圧力室52内のインクも廃棄しなければならない。すなわち、図12(c)において斜線を引いたパージ量を示す領域902の分のインクを廃棄する必要がある。

【0010】

特に、多数のノズル51を高密度に配置しようとする、圧力室52の容積も小さくなり、メニスカス揺らしを続けると圧力室52内のインクがすぐに増粘してしまい、パージ間隔が短くなる。また、ノズル数に比例した量のインクを廃棄しなければならない。

【0011】

図13を用いて従来の液体吐出装置におけるパージ処理の課題についてさらに詳細に説明しておく。図13において、横軸は時間 t であり、縦軸は図12(a)に示すノズル51のメニスカスから圧力室52側へ離間した位置920の溶媒濃度である。第1の線921はメニスカス揺らしを行いパージは行わない場合の前記位置920の溶媒濃度の経時変化を示し、第2の線922はメニスカス揺らしとパージとを行う場合の前記位置920の溶媒濃度の経時変化を示し、第3の線923はパージにより回復可能な溶媒濃度の経時変化を示す。吐出直後の初期状態($t=0$)における溶媒濃度Aからメニスカス揺らしを繰り返すと前述のように溶媒濃度が低下していくので($P_0 \sim P_1$)、正常吐出可能な限界の溶媒濃度Eとなる直前に、例えば前記溶媒濃度Eの近傍の閾値 t_{hE} まで低下したとき、パージを行う。このようなパージを行うと、溶媒濃度が回復する($P_1 \sim P_2$)。その後、連続的なメニスカス揺らしとパージとが繰り返される($P_2 \sim P_9$)。このようにパージを繰り返し行う必要がある、図12(c)に示すパージ量902分のインクが繰り返しノズル51から廃棄されることになる。また、パージにより回復可能な溶媒濃度は第3の線923に示すように徐々に低下してしまうので、吸引などの本格的なメンテナンス動作により、溶媒濃度を初期化する必要がある($P_9 \sim P_{10}$)。パージ中やメンテ

10

20

30

40

50

ナンス動作中は本来の吐出ができない。すなわち印刷できない待ち時間ができてしまうことになる。また、ページよりも吸引の方が一般に所要時間が長い。

【0012】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、ノズルのメニスカスにおける液体の揮発量を低減できるとともに、ページなどによる液体の浪費を抑えることができる液体吐出装置およびその制御方法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】

【0013】

前記目的を達成するために、本発明は、液体を吐出するノズルと、前記ノズルに連通する圧力室と、前記圧力室の液体に加える圧力を発生するアクチュエータであって、前記ノズルから液体を吐出させる液体吐出駆動、および、前記ノズルから液体が吐出しない程度に前記ノズルのメニスカスを揺らすメニスカス揺らし駆動を行うアクチュエータと、前記ノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を判別する増粘状態判別部であって、前記ノズルのメニスカスにおける液体の揮発量、前記液体の溶媒濃度及び前記液体の粘度のうちで少なくともひとつに基づいて、前記ノズルから液体の吐出が可能であって前記ノズルのメニスカス揺らしが不要な第1の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしが必要な第2の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は不可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしを行うと前記第1の増粘状態に回復可能な第3の増粘状態とを判別する増粘状態判別部と、前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記第1の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わないで前記ノズルから液体を吐出する一方で、前記第2の増粘状態及び前記第3の増粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行った後に前記ノズルから液体を吐出し、前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記第1の増粘状態及び前記第2の増粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わない一方で、前記第3の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行う制御をする制御部と、を備えたことを特徴とする液体吐出装置を提供する。

【0014】

この発明によれば、ノズルから液体の吐出を行う場合には、必要に応じてメニスカス揺らし駆動を行なってメニスカス近傍の液体の粘度が回復してから、液体吐出駆動が行われる一方で、ノズルから液体の吐出を行わない場合には、メニスカス揺らしの頻度が抑制されるので、ノズルのメニスカスにおける揮発量が抑えられることになり、ページ（空吐出）の頻度を少なく且つ1回のページに必要な液体量を低減させ、液体の浪費を抑えることができる。また、ページや吸引の頻度を減らしてもメニスカスの粘度を長期にわたり回復させることができ、ページ間隔や吸引間隔を極めて長くできるので、記録媒体に印刷を行う際の生産性が向上することになる。また、メニスカス揺らし回数を低減させることにもなり、省エネルギーであるとともに、アクチュエータの寿命が延びることにもなる。

【0015】

また、本発明は、液体を吐出するノズルと、前記ノズルに連通する圧力室と、前記圧力室の液体に加える圧力を発生するアクチュエータであって、前記ノズルから液体を吐出させる液体吐出駆動、および、前記ノズルから液体が吐出しない程度に前記ノズルのメニスカスを揺らすメニスカス揺らし駆動を行うアクチュエータと、前記ノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を判別する増粘状態判別部と、前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となる前に前記アクチュエータを用いて前記メニスカス揺らし駆動を行ってから、前記アクチュエータを用いて前記液体吐出駆動を行う一方で、前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となっても、前記メニスカス揺らし駆動により前記メニスカス近傍の液体の粘度が回復可能である間は前記ノズルから液体の吐出を行う場合と比較して前記メニスカス揺らし駆動の頻度を低減して前記アクチュエータにより前記メニスカス揺らし駆動を行う制御部と、を備えたことを特徴とする液体吐出装置を提供する。

【0016】

この発明によれば、ノズルから液体の吐出を行う場合には、メニスカス揺らし駆動を行なってメニスカス近傍の液体の粘度が回復してから、液体吐出駆動が行われる一方で、ノズルから液体の吐出を行わない場合には、液体の吐出が不可能な増粘状態となってもメニスカス揺らし駆動によりメニスカス近傍の液体の粘度が回復可能である間はメニスカス揺らしの頻度が抑制されるので、ノズルのメニスカスにおける揮発量が最小限に抑えられることになり、パージ（空吐出）の頻度を極めて少なく且つ1回のパージに必要な液体量を低減させ、液体の浪費を抑えることができる。また、パージや吸引の頻度を減らしてもメニスカスの粘度を長期にわたり回復させることができ、パージ間隔や吸引間隔を極めて長くできるので、記録媒体に印刷を行う際の生産性が向上することになる。また、メニスカス揺らし回数を低減させることにもなり、省エネルギーであるとともに、アクチュエータの寿命が延びることにもなる。

10

【0017】

一実施形態において、前記増粘状態判別部は、前記ノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を実測により判別することを特徴とする。

【0021】

一実施形態において、前記ノズルのメニスカスから溶媒が揮発するための揮発条件を取得する手段と、前記揮発条件を取得する手段によって取得された揮発条件と前記ノズルのメニスカス近傍の増粘状態との対応関係を示す情報を数式または表として記憶する記憶部と、を備え、前記増粘状態判別部は、前記揮発条件取得手段によって取得された揮発条件と、前記記憶部に記憶された情報とに基づいて、前記増粘状態を判別することを特徴とする。

20

【0022】

一実施形態において、前記圧力室、前記圧力室から前記ノズルに至る流路、および、前記ノズルのうちで少なくともひとつの内圧を検出する圧力センサを備え、前記増粘状態判別部は、前記圧力センサの検出結果に基づいて前記増粘状態を判別することを特徴とする。

【0023】

一実施形態において、前記ノズルの近傍に、前記液体の溶媒濃度を検出する濃度センサが配置され、前記増粘状態判別部は、前記濃度センサの検出結果に基づいて前記増粘状態を判別することを特徴とする。

30

【0024】

また、本発明は、液体を吐出するノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態について、ノズルのメニスカスにおける液体の揮発量、前記液体の溶媒濃度及び前記液体の粘度のうちで少なくともひとつに基づいて、前記ノズルから液体の吐出が可能であって前記ノズルのメニスカス揺らしが不要な第1の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしが必要な第2の増粘状態と、前記ノズルから液体の吐出は不可能であるが前記ノズルのメニスカス揺らしを行うと前記第1の増粘状態に回復可能な第3の増粘状態とを判別し、前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記第1の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わないで前記ノズルから液体を吐出する一方で、前記第2の増粘状態及び前記第3の増粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行った後に前記ノズルから液体を吐出し、前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記第1の増粘状態及び前記第2の増粘状態のいずれかであれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行わない一方で、前記第3の増粘状態であれば前記ノズルのメニスカス揺らしを行うことを特徴とする液体吐出装置の制御方法を提供する。

40

【0025】

また、本発明は、液体を吐出するノズルのメニスカス近傍の液体の増粘状態を判別し、前記ノズルから液体の吐出を行う場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となる前に前記ノズルから液体が吐出しない程度に前記ノズルのメニスカス揺らしを行ってから、前記ノズルから液体を吐出させる

50

一方で、前記ノズルから液体の吐出を行わない場合には、前記メニスカス近傍の液体の増粘状態が前記ノズルから液体を吐出することが不可能な状態となっても、前記メニスカスを揺らしにより前記メニスカス近傍の液体の粘度が回復可能である間は前記ノズルから液体の吐出を行う場合と比較して前記メニスカス揺らしの頻度を低減して前記メニスカス揺らしを行うことを特徴とする液体吐出装置の制御方法を提供する。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、ノズルのメニスカスにおける揮発量を低減できるとともに、パーズや吸引の頻度を少なくして液体の浪費を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

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。

【0028】

[画像形成装置の全体構成]

図1は、本発明に係る液体吐出装置の一例としての画像形成装置の全体構成を示すブロック図である。

【0029】

図1に示す画像形成装置10は、主として、通信インターフェース111、メモリ112、151、システムコントローラ113、搬送部114、搬送制御部115、給液部116、給液制御部117、ヘッドコントローラ150、ドットデータ生成部152、アクチュエータ駆動部153、アクチュエータ選択部154、センサ選択部155、センサ信号処理部156、吐出異常検出部157、タイマ161、増粘状態判別部162、および、吐出有無判定部163を含んで構成されている。

【0030】

通信インターフェース111は、ホストコンピュータ300から送られてくる画像データを受信する画像データ入力手段である。通信インターフェース111には、USB (Universal Serial Bus)、IEEE 1394などの有線、又は、無線のインターフェースを適用することができる。

【0031】

ホストコンピュータ300から送出された画像データは通信インターフェース111を介して画像形成装置10に取り込まれ、システムコントロール用のメモリ112に一旦記憶される。

【0032】

なお、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리카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画像形成装置10に入力されるようにしてもよい。

【0033】

システムコントローラ113は、マイクロコンピュータ及びその周辺回路等から構成され、所定のプログラムに従って画像形成装置10の全体を制御する主制御手段である。すなわち、システムコントローラ112は、通信インターフェース111、システムコントロール用のメモリ112、搬送制御部115、給液制御部117、ヘッドコントローラ150等の各部を制御する。

【0034】

搬送部114は、紙などの記録媒体を所定の搬送路上で搬送するものである。例えば、記録媒体を吸引して載置する搬送ベルト、その搬送ベルトを駆動する搬送ローラ及び搬送モータを含んで構成される。

【0035】

搬送制御部115は、システムコントローラ113からの指示に従って搬送部114を

10

20

30

40

50

駆動するドライバ（駆動回路）である。

【0036】

搬送部114は、搬送制御部115により制御され、記録媒体と液体吐出ヘッド50とを、記録媒体の搬送方向（副走査方向）において、相対的に移動させる。

【0037】

給液部116は、液体吐出ヘッド50にインクを供給するものである。給液部116は、例えば、画像形成装置10に着脱自在に装着されたインカートリッジ等のインクタンクから液体吐出ヘッド50に至る管路、及び、ポンプ等からなる。

【0038】

給液制御部117は、システムコントローラ113からの指示に従って給液部116を制御し、これによりインカートリッジ等のインク貯蔵部から液体吐出ヘッド50に対してインクが供給される。

10

【0039】

ヘッドコントローラ150は、マイクロコンピュータおよびその周辺回路等から構成され、所定のプログラムおよびシステムコントローラ113からの指示に従って、液体吐出ヘッド50によるインクの吐出、後述のメニスカス揺らし、後述のメンテナンス動作、各種の履歴情報の作成など、各種の処理を制御する。

【0040】

ドットデータ生成部152は、ヘッドコントローラ150の指示に従い、画像データからドットデータを生成するものである。画像データは、通信インターフェース111などにより画像形成装置10に入力されてメモリ112に記憶されている。ドットデータは、吐出されるドットの配置などを示すデータである。ドットのサイズが可変である場合には、ドットデータは、ドットの配置に加えて、吐出されるドットのサイズを示す。生成されたドットデータはヘッドコントロール用のメモリ151に記憶される。

20

【0041】

アクチュエータ駆動部153は、ヘッドコントローラ150の指示に従い、液体吐出ヘッド50のアクチュエータ58に供給される所定の駆動信号を生成する。生成された駆動信号は、アクチュエータ選択部154に対して出力される。

【0042】

ヘッドコントローラ150は、ドットデータ生成部152によって生成されたドットデータに基づいて、液体吐出ヘッド50内に2次元配列されている全てのアクチュエータ（後述する図3の58）の中から駆動信号を与えるアクチュエータを決定し、駆動信号を与えるアクチュエータ58を示すアクチュエータ選択信号を生成する。生成されたアクチュエータ選択信号は、アクチュエータ選択部154に対して出力される。このようなアクチュエータ選択信号は、アクチュエータ駆動部153によって生成された駆動信号と同期してアクチュエータ選択部154に与えられるようになっている。

30

【0043】

アクチュエータ選択部154は、スイッチ回路を含んで構成されている。アクチュエータ選択部154は、ヘッドコントローラ150から出力されたアクチュエータ選択信号に基づいて、アクチュエータ58を選択し、アクチュエータ駆動部153によって生成された駆動信号を与える。

40

【0044】

アクチュエータ選択部154から駆動信号を与えられた液体吐出ヘッド50のアクチュエータ58は、液体吐出ヘッド50のノズル（後述する図2および図3の51）からインクを吐出させる。

【0045】

このような液体吐出ヘッド50による記録媒体に向けたインクの吐出と並行して、ヘッドコントローラ150は、ドットデータ生成部152によって生成されたドットデータに基づいて、液体吐出ヘッド50内に2次元配列されている全ての圧力センサ（後述する図3の70）の中から吐出異常検出のための圧力検出を行う圧力センサ70を決定し、その

50

決定された圧力センサ 70 を示すセンサ選択信号を生成する。生成されたセンサ選択信号は、センサ選択部 155 に対して出力される。

【0046】

センサ選択部 155 は、スイッチ回路を含んで構成されている。センサ選択部 155 は、ヘッドコントローラ 150 から出力されたセンサ選択信号に基づいて圧力センサ 70 を選択する。液体吐出ヘッド 50 内の各圧力センサ 70 は、対応する圧力室（後述する図 2 および図 3 の 52）の内圧を検出して、圧力検出信号を出力する。

【0047】

センサ選択部 155 は、選択した圧力センサ 70 からの圧力検出信号をセンサ信号処理部 156 に対して出力する。

【0048】

センサ信号処理部 156 によって信号処理された圧力検出信号は、圧力検出データとしてヘッドコントロール用のメモリ 151 に記憶される。

【0049】

吐出異常検出部 157 は、メモリ 151 に記憶された圧力検出データに基づいて、圧力検出対象の圧力室 52 に対応するノズル 51 から正常に吐出が行われているか否かを判定する。このような吐出異常検出部 157 による判定の結果は、ヘッドコントローラ 150 を経由してシステムコントローラ 113 に伝えられる。

【0050】

タイマ 161 は、インクの吐出に係る時間、後述のメニスカス揺らしに係る時間、後述のパーズや吸引などのメンテナンス動作に係る時間などの各種の時間を測定する。例えば、液体吐出ヘッド 50 が有する複数のノズル（後述する図 2 および図 3 の 51）について、各ノズル 51 ごとに、吐出後の経過時間、吐出間隔、ノズル 51 のメニスカス（液面）揺らし後の経過時間、メニスカス揺らし間隔、液体吐出ヘッド 50 のメンテナンス動作後の経過時間、メンテナンス動作間隔を測定する。なお、メニスカス揺らしおよびメンテナンス動作については、後に詳説する。

【0051】

測定された時間に基づいて、ヘッドコントローラ 150 またはシステムコントローラ 113 が吐出履歴情報、メニスカス揺らし履歴情報、および、メンテナンス動作履歴情報を作成し、メモリ 151、112 に記憶させる。

【0052】

増粘状態判別部 162 は、液体吐出ヘッド 50 のノズルのメニスカス近傍のインクの増粘状態を判別する。本実施形態における増粘状態判別部 162 は、具体的には、各ノズルごとに、ノズルのメニスカスにおける液体の揮発量、溶媒濃度及び粘度のうちで少なくともひとつを特定し、この特定の結果に基づいて増粘状態を判別する。ここで、インクは着色剤（色材）と溶媒を含み、メニスカスから揮発するのは溶媒の方である。なお、増粘状態の判別態様については後に詳説する。

【0053】

吐出有無判定部 163 は、液体吐出ヘッド 50 が有する複数のノズルについて、各ノズルごとに、吐出の有無を判定する。本実施形態における吐出有無判定部 163 は、具体的には、ドットデータ生成部 152 によって生成されたドットデータに基づいて、液体吐出ヘッド 50 の各ノズルごとに、吐出前に吐出の有無を予知する。

【0054】

[液体吐出ヘッドの構造]

図 2 は、液体吐出ヘッド 50 の全体構造の一例について概略を示す平面透視図である。

【0055】

図 2 において、液体吐出ヘッド 50 は、紙などの記録媒体に向けてインクを吐出するノズル 51（吐出口）と、ノズル 51 に連通する圧力室 52 と、圧力室 52 内にインクが供給される開口部としてのインク供給流路 53 とを含んでなる複数の圧力室ユニット 54 が、2次元配列されて構成されている。なお、図 2 では、図示の便宜上、一部の圧力室ユニ

10

20

30

40

50

ット54が省略して描かれている。

【0056】

複数のノズル51は、主走査方向（本実施形態では記録媒体の搬送方向と略直交する方向である）と、主走査方向に対して所定の角度をなす斜め方向との2方向に沿って、2次元マトリクス状に配列されている。具体的には、主走査方向に対して角度をなす斜め方向に沿ってノズル51が一定のピッチdで複数配列されていることにより、ノズル51が主走査方向に沿った一直線上に所定のピッチ「 $d \times \cos$ 」で配列されたものと等価に取り扱うことができる。このようなノズル配列によれば、例えば主走査方向に沿って例えば1インチ当たり2400個（2400ノズル/インチ）に及ぶような高密度のノズル配列と実質的に同等の構成にできる。すなわち、液体吐出ヘッド50の長手方向（主走査方向）に沿った直線上に並べられるように投影される実質的なノズルの間隔（投影ノズルピッチ）の高密度化が達成される。図2に示すように2方向に沿ったノズル配列を、2次元マトリクス状のノズル配列と呼ぶことにする。

10

【0057】

また、複数のノズル51に1対1で連通する複数の圧力室52も、ノズル51と同様に、2次元マトリクス状に配列されている。

【0058】

なお、本発明の実施に際して、ノズル51等の配置構造は、図2に示した例に特に限定されない。例えば、複数のノズル51が2次元的に配列された短尺の液体吐出ヘッドブロックを千鳥状に配列して繋ぎ合わせることで、記録媒体の全幅に対応する長さのノズル列を有する液体吐出ヘッドを構成してもよい。

20

【0059】

図2に示すようなノズル配列によって、主走査方向（記録媒体の搬送方向と略直交する方向）に記録媒体の全幅に対応する長さにわたるノズル列を備えるフルライン型の液体吐出ヘッドを構成することができる。

【0060】

図2の液体吐出ヘッド50の一部について、図3にノズル面50Aと垂直に切断した断面を示す。

【0061】

図3において、液体吐出ヘッド50は、複数のプレート501、502、503、504、505、92が積層されて形成されている。

30

【0062】

複数のノズル51（吐出口）が2次元マトリクス状に配列されて形成されているノズルプレート501の上には、複数のノズル51にそれぞれ連通する複数の吐出流路512が形成されているノズル連通プレート502が積層されている。ノズル連通プレート502は、例えばSUSによって形成されている。

【0063】

また、ノズル連通プレート502の上には、圧力センサ70が形成されている圧力センサプレート503が積層されている。

【0064】

圧力センサ70は、PVD（ポリフッ化ビニリデン）などの圧電材料からなる圧力検出用の圧電体層71（以下単に「圧電体」という）を、圧電体71の厚さ方向において、金属などの導電性材料からなる電極層72（以下単に「電極」という）が挟んで構成されている。

40

【0065】

圧力検出用の圧電体71は、後述の圧力室形成プレート504に形成されている圧力室52の内圧の変化に応じて歪みを生じる。このような圧電体71を挟む電極72は、圧電体71の歪みに応じて電荷が誘導される。したがって、圧力センサ70の電極72から、圧力室52の内圧に応じた電圧（以下「圧力検出信号」という）が出力される。この圧力検出信号は、図示を省略した配線および図1のセンサ選択部155を介して、図1のセン

50

サ信号処理部 156 に入力される。

【0066】

なお、圧力センサ 70 の両面（上側及び下側）には、図示を省略したが、絶縁層を介して、シールド層が形成されていることが好ましい。このシールド層は、接地し、圧力センサ 70 をその外部の電界から遮蔽する。

【0067】

圧力センサプレート 503 の上には、複数の圧力室 52 が形成されている圧力室プレート 504 が積層されている。複数の圧力室 52 は、吐出流路 512 を介して複数のノズル 51 にそれぞれ連通している。

【0068】

圧力室プレート 504 の上には、圧力室 52 の天面を構成する振動板 56 が積層されている。振動板 56 は、後述のアクチュエータ 58 の共通電極も兼ねている。また、振動板 56 には、インク供給流路 53 が形成されており、このインク供給流路 53 を介して、圧力室 52 と振動板 56 の上側に形成されている後述の共通液室 55 とが連通している。

【0069】

振動板 56 上の圧力室 52 に対応する部分には、PZT（チタン酸ジルコン酸塩）などの圧電材料からなる圧力発生用の圧電体 58a が形成され、圧電体 58a の上面には個別電極 57 が形成されている。このようにして共通電極である振動板 56 と個別電極 57 とこれらの電極にその上下を挟まれた圧電体 58a は、振動板 56 と個別電極 57 との間に電圧が印加されると変形して圧力室 52 内の液体に加える圧力を発生し、圧力室 52 の容積を変化させることによりノズル 51 からインクを吐出させるアクチュエータ 58 を構成している。なお、振動板 56 は接地されており、実際には、個別電極 57 に図 1 のアクチュエータ駆動部 153 から出力された駆動信号が印加されることにより、アクチュエータ 58 が駆動されるようになっている。

【0070】

また、振動板 56（共通電極）、圧電体 58a 及び個別電極 57 からなるアクチュエータ 58 の上部には、圧電体 58a の動作を阻害しないように、またアクチュエータ 58 全体を保護するために、空隙 58b が設けられている。この空隙 58b は、圧電体 58a 及びその上に形成されている個別電極 57 を完全に覆うように各アクチュエータ 58 ごとに筐体 58c を設けることによって形成されている。また、筐体 58c の表面には、絶縁保護層 98 が形成されている。なお、絶縁保護層 98 のみでこの筐体 58c を形成するようにしてもよい。

【0071】

個別電極 57 の一端部は、外側へ引き出され、電極パッド 59（内部電極パッド）が形成されている。この電極パッド 59 の上には垂直に柱状電気配線 90（エレキ柱）が共通液室 55 を貫通するように形成されている。

【0072】

柱状電気配線 90 の上部には、多層フレキシブルケーブル 92 が形成されており、多層フレキシブルケーブル 92 に形成されている図示を省略した各配線が各柱状電気配線 90 に電極パッド 90a（外部電極パッド）を介して接続し、各アクチュエータ 58 を駆動するための電気信号（駆動信号）がそれぞれの柱状電気配線 90 を通じて各アクチュエータ 58 の個別電極 57 に供給されるようになっている。

【0073】

また、振動板 56 と多層フレキシブルケーブル 92 との間の柱状電気配線 90（エレキ柱）が林立する空間は、圧力室 52 に供給するためのインクをプールする共通液室 55 となっており、ここにはインクが充填するため、柱状電気配線 90 や多層フレキシブルケーブル 92 等のインクに接する表面部分にも絶縁保護層 98 が形成されている。

【0074】

本実施形態の液体吐出ヘッド 50 において、従来は振動板 56 に対して圧力室 52 と同じ側に配置していた共通液室 55 を振動板 56 の上側に配置し、すなわち圧力室 52 とは

10

20

30

40

50

反対側に共通液室 5 5 を配置した背面供給流路構造としたため、共通液室 5 5 のサイズを大きくすることができて圧力室 5 2 にインクを確実に供給することができ、ノズル 5 1 の高密度化を達成することができるのと同時に高密度化した場合においても高周波での駆動が可能となる。

【 0 0 7 5 】

また、各アクチュエータ 5 8 の個別電極 5 7 への配線を個別電極 5 7 の電極パッド 5 9 から垂直に立ち上げ共通液室 5 5 を貫通するようにしたため、駆動信号を各アクチュエータ 5 8 に供給するための配線を高密度化することが可能となった。

【 0 0 7 6 】

また、共通液室 5 5 を振動板 5 6 の上に配置したため、圧力室 5 2 からノズル 5 1 までの吐出流路 5 1 2 の長さを従来よりも短くすることができ、高密度化した場合であっても、高粘度インク（例えば 20 cp ~ 50 cp 程度）の吐出が可能である。また、共通液室 5 5 を振動板 5 6 の上に配置するとともに共通液室 5 5 と圧力室 5 2 とを真っ直ぐなインク供給流路 5 3 で繋いでいるので、吐出後の迅速なリフィルが可能である。

【 0 0 7 7 】

なお、本実施形態において、アクチュエータ 5 8 は、ノズル 5 1 からのインクの吐出に用いられるとともに、ノズル 5 1 のメニスカスをインクが吐出しない程度の振幅および周波数で揺らすメニスカス揺らしにも用いられる。このようなメニスカス揺らしはメニスカス微振動とも呼ばれる。メニスカス揺らしの制御処理については後に詳説する。

【 0 0 7 8 】

また、本実施形態において、圧力室 5 2 の壁面に配置された圧力センサ 7 0 は、各ノズル 5 1 ごとの吐出異常検出に用いられるとともに、メニスカス揺らしを行うか否か判断するために各ノズル 5 1 ごとの揮発量検出（あるいは、溶媒濃度検出またはインク粘度検出）に用いることも可能である。

【 0 0 7 9 】

なお、圧力センサ 7 0 を配置する位置は、圧力検出対象の圧力室 5 2 の下方に特に限定されない。例えば、圧力室 5 2 の側壁に圧力センサ 7 0 を配置してもよい。ただし、圧力室 5 2 を二次元的に且つ高密度に配置するためには、圧力室 5 2 の側方に圧力センサ 7 0 が配置されているよりも、圧力室 5 2 の下方に圧力センサ 7 0 が配置されている方が、好ましい。また、ノズル 5 1 の吐出状態を的確に判定するには、図 3 に示すようにノズル 5 1 の近傍に圧力センサ 7 0 が配置されていることが、好ましい。また、圧力センサ 7 0 は圧力室 5 2 の内圧を検出する構成に限らず、吐出流路 5 1 2 やノズル 5 1 の内圧を検出する構成でもよい。

【 0 0 8 0 】

また、圧力センサ 7 0 の圧電体 7 1 の形状は、平板状に限定されるものではない。ただし、圧力センサ 7 0 を圧力室 5 2 とノズル 5 1 との間に設けた場合、アクチュエータ 5 8 によって発生された圧力に対する吐出の即応性を低下させないように、薄板からなる圧電材料を圧電体 7 1 として用いて、圧力室 5 2 からノズル 5 1 の吐出面までの距離を短くすることが、好ましい。

【 0 0 8 1 】

[インク供給系およびメンテナンス系]

図 4 は、画像形成装置 1 0 におけるインク供給系およびメンテナンス系の構成を示した概要図である。

【 0 0 8 2 】

インクタンク 6 0 は、液体吐出ヘッド 5 0 にインクを供給するための基タンクである。インクタンク 6 0 と液体吐出ヘッド 5 0 を繋ぐ管路 6 5 0（インク供給管路）の間には、異物や気泡を除去するためにフィルタ 6 2 が設けられている。

【 0 0 8 3 】

また、画像形成装置 1 0 には、長期の吐出休止期間におけるノズル 5 1 のメニスカスの乾燥を防止又はメニスカス近傍のインク粘度の上昇を防止する手段としてのキャップ 6 4

10

20

30

40

50

と、ノズル面50Aを清掃する手段としてのクリーニングブレード66とが設けられている。

【0084】

これらのキャップ64及びクリーニングブレード66を含むメンテナンスユニットは、図示を省略した移動機構によって液体吐出ヘッド50に対して相対移動可能であり、必要に応じて所定の退避位置から液体吐出ヘッド50の下方のメンテナンス位置に移動されるようになっている。

【0085】

また、キャップ64は、図示しない昇降機構によって液体吐出ヘッド50に対して相対的に昇降される。昇降機構は、キャップ64を所定の上昇位置まで上昇させ、液体吐出ヘッド50に密着させることにより、ノズル面50Aの少なくともノズル領域をキャップ64で覆うようになっている。

10

【0086】

また、好ましくは、キャップ64の内側が仕切壁によってノズル列に対応した複数のエリアに分割されており、これら仕切られた各エリアをセレクト等によって選択的に吸引できる構成とする。

【0087】

クリーニングブレード66は、ゴムなどの弾性部材で構成されており、図示を省略したクリーニングブレード用の移動機構により液体吐出ヘッド50のインク吐出面(ノズル面50A)において摺動可能である。ノズル面50Aにインク液滴又は異物が付着した場合、クリーニングブレード66をノズル面50Aにおいて摺動させることでノズル面50Aを拭き取り、ノズル面50Aを清掃するようになっている。

20

【0088】

吸引ポンプ67は、液体吐出ヘッド50のノズル面50Aをキャップ64が覆った状態で、その液体吐出ヘッド50のノズル51からインクを吸引し、吸引したインクを回収タンク68へ送液する。

【0089】

このような吸引動作は、画像形成装置10にインクタンク60が装填されてインクタンク60から液体吐出ヘッド50へインクを充填するとき(初期充填時)のほか、長時間停止して粘度が上昇したインクを除去するとき(長時間停止の使用開始時)にも行われる。

30

【0090】

ここで、ノズル51からの吐出について整理しておくとして、第1に、紙などの記録媒体に画像形成するために記録媒体に向けて行う通常の吐出があり、第2に、キャップ64をインク受けとしてそのキャップ64に向けて行うパージ(空吐出ともいう)がある。

【0091】

また、液体吐出ヘッド50のノズル51や圧力室52内に気泡が混入したり、ノズル51内のインクの粘度上昇があるレベルを超えたりすると、前述の空吐出ではインクをノズル51から吐出できなくなるので、液体吐出ヘッド50のノズル面50Aにキャップ64を当てて液体吐出ヘッド50の圧力室52内の気泡が混入したインク又は増粘したインクを吸引ポンプ67で吸引する動作が行われる。

40

【0092】

なお、本実施形態の画像形成装置10では、以下に詳説するメニスカス揺らしの制御処理を行うので、パージや吸引の頻度は極めて少なく済む。

【0093】

[メニスカス揺らしの制御処理]

本実施形態におけるメニスカス揺らしの制御処理について以下詳細に説明する。

【0094】

本実施形態におけるメニスカス揺らしは、ノズル51のメニスカスから揮発するインク溶媒の量(以下「溶媒揮発量」と称する)を最小限に抑えて、ノズル51のみでなく、圧力室52も含めて、液体吐出ヘッド50全体のインクの増粘を最小限に抑えるように行う

50

。

【0095】

このようにインクの増粘を最小限に抑えるには、具体的には、ノズル51のメニスカスからインク溶媒が揮発する条件（揮発条件）に基づいて、メニスカス近傍のインクの増粘状態を判別し、メニスカス揺らしを最小限行うように制御する。例えば、溶媒揮発量を推定または実測し、この溶媒揮発量に基づいてメニスカス揺らしを最小限に行うように制御する。ここで、溶媒揮発量は、吐出休止状態における溶媒濃度の時間的変化と相関関係にあるので、直接的に溶媒濃度に基づいてメニスカス揺らしを最小限に行うように制御してもよい。また、溶媒揮発量は、吐出休止状態におけるメニスカス近傍のインク粘度の時間的変化と相関関係にあるので、直接的にインク粘度に基づいてメニスカス揺らしを最小限

10

【0096】

ここで、メニスカス揺らしを最小限行うというのは、溶媒の揮発によりメニスカス近傍の溶媒濃度が下がって（すなわちインク粘度が上がって）、ノズル51から液体を吐出できない状態になるとしても、メニスカス揺らしを行うことで正常な吐出が可能な状態（好ましくは、吐出に適した状態もしくは許容される状態）に回復可能な限界の溶媒濃度（あるいはインク粘度）となるまで、メニスカス揺らしを行わないように抑制することである。

。

【0097】

なお、メニスカス近傍のインク粘度が高くなっても液体を吐出できる限界の溶媒濃度を、「吐出可能限界濃度」と以下称する。また、前述のようにメニスカス近傍のインク粘度が高すぎて液体の吐出は不可能であるがメニスカス揺らしを行うことで吐出可能な状態に回復可能な限界の溶媒濃度を、「回復可能限界濃度」と以下称する。

20

【0098】

なお、本実施形態においては、メニスカス揺らしを最小限行い、これにより「吐出可能限界濃度」よりも「回復可能限界濃度」は低い。言い換えると、吐出可能な限界のインク粘度よりもメニスカス揺らしにより回復可能な限界のインク粘度は高い。

【0099】

図5は、本実施形態におけるメニスカス揺らしの制御処理の説明に用いる説明図である

30

。

【0100】

図5において、横軸は時間 t を示し、左縦軸はメニスカス近傍のインク溶媒の濃度（溶媒濃度）を示す。また、 A は初期の溶媒濃度であり、 B は前述の「吐出可能限界濃度」であり、 C は前述の「回復可能限界濃度」である。また、第1の閾値 t_{h_B} ($A > t_{h_B} > B$)は、吐出可能限界濃度 B の近傍に設定されており、第2の閾値 t_{h_C} ($A > t_{h_C} > C$)は、回復可能限界濃度 C の近傍に設定されている。

【0101】

図5中に実線で示す溶媒濃度移動線 $MD1$ 、 $MD2$ は、メニスカス近傍の溶媒濃度の経時変化を示す。なお、各時間の溶媒濃度は、 $MD1$ 、 $MD2$ 上の該当する時間の点を左縦軸上に投影して得られる。また、図5中に点線で示すインク粘度線 $MV1$ 、 $MV2$ は、メニスカス近傍のインク粘度の経時変化を示しており、 $MD1$ 、 $MD2$ にそれぞれ対応している。なお、各時間のインク粘度は、 $MV1$ 、 $MV2$ 上の該当する時間の点を右縦軸上に投影して得られる。

40

【0102】

まず、第1の溶媒濃度移動線 $MD1$ （点 $D0$ 点 $D1$ 点 $D21$ 点 $D31$ ）を用いて吐出を行わない場合の溶媒濃度の経時変化について説明する。

【0103】

液体吐出直後の初期時（ $t = 0$ ）、すなわち図5の点 $D0$ では、図6（a）に示すように、ノズル51内のインクは増粘しておらず、固化もしていない。メニスカス揺らしを行わないと、図6（b）に示すように、ノズル51のメニスカスから溶媒が揮発することに

50

より、メニスカス近傍のインク粘度が上昇して、図6(c)に示すように、ノズル51のメニスカスからの溶媒の揮発量が減る。すなわち、図5の点D0 点D1 点D21というように吐出後の時間の経過とともに溶媒濃度が低下して、図6(d)に示すように、ノズル51のメニスカスからの溶媒の揮発量がわずかになる。図5の点D21では、ノズル51から正常なインクの吐出ができない状態(吐出不可能状態)、詳細には吐出休止後の1回目の駆動波形による吐出ができない状態(「発一」ともいう)となっている。このような発一の状態であっても、点D21ではメニスカスがまだ軟らかく、メニスカス揺らしを行えば、正常に吐出可能状態に回復する。すなわち、吐出休止後の1回目の駆動波形による吐出が可能な状態に回復する。もしも、このままメニスカス揺らしを行わないで放置すると、やがて図5の点D9に至り、図6(e)に示すようにノズル51のメニスカスが

10

【0104】

本実施形態においては、図5の第1の溶媒濃度移動線MD1の点D0 点D1 点D21で表しているように、メニスカスの溶媒濃度が、初期の溶媒濃度Aから吐出可能限界濃度B以下になっても、基本的には、メニスカス揺らしを行わない。すなわち、図6(a)に示す初期状態から、図6(b)に示す状態及び図6(c)に示す状態を経て、図6(d)に示す吐出不可能状態となっても、図6(e)に示す回復不可能状態とはならない範囲内であれば、メニスカス揺らしを抑制する。ただし、回復可能限界濃度Cの近傍に予め設定した第2の閾値 t_{hc} ($B > t_{hc} > C$ である)よりも低くなったときにメニスカス揺らしを開始する。そうすると、メニスカス揺らしにより、図5の第1の溶媒濃度移動線MD1の点D21 点D31に示すように、メニスカス近傍の溶媒濃度は初期濃度Aの近傍まで回復する。すなわち、図6(a)に示すように、ノズル51のメニスカス近傍のインクがほとんど増粘していない状態にまで回復する。

20

【0105】

一方で、メニスカス近傍の溶媒濃度が回復可能限界濃度C近傍の閾値 t_{hc} まで低下する前に、インクを吐出する必要が生じたときには、メニスカス揺らしを開始して、図5の第2の溶媒濃度移動線MD2の点D1 点D22に示すように、メニスカス近傍の溶媒濃度を略初期濃度Aまで回復させた後に、インクの吐出を行う。すなわち、図6(f)に示す回復状態(図6(a)の初期状態に相当する)を経て、図6(g)に示す吐出状態になる。

30

【0106】

本実施形態においては、メニスカス揺らしを最小限にしか行わないので、メニスカスから揮発する溶媒の量(溶媒揮発量)が従来と比較して小さく、図7に示すように、メニスカス近傍におけるインク溶媒の濃度上昇範囲751は狭い。言い換えると、メニスカス近傍の溶媒濃度勾配が大きい。

【0107】

このように、溶媒揮発量が小さいので圧力室52内のインク752の溶媒濃度の変化(又はインク粘度の変化)が従来と比較して小さい。

【0108】

具体的には、図8に示すように、圧力室52へ至る吐出流路512の溶媒濃度は圧力室52に近づくほど低下が緩やかになり、また、圧力室52内の溶媒濃度はほとんど低下しない。すなわち、メニスカス揺らしを行わなくても、吐出流路512の圧力室52側、圧力室52、及び、これらに連通する共通液室55の全体の溶媒濃度は、ほとんど低下しないことになる。ページや吸引などのメンテナンス動作を行うにしても、インクの廃棄量は、図8に斜線で示す領域802に相当し、わずかで済む。

40

【0109】

また、メニスカス揺らしにより回復可能な溶媒濃度の経時変化は、図5に線RDで示すようにとても緩やかになる。したがって、ページや吸引などのメンテナンスの頻度を極めて少なくすることができる。

50

【0110】

なお、図5は、メニスカス揺らしにより略初期濃度Aまでメニスカス近傍の溶媒濃度を回復させる場合を例に示しているが、このような場合に特に限定されず、AとCとの間の所定の溶媒濃度まで回復させるようにしてもよい。例えば、メニスカス揺らし時間を短くする。

【0111】

溶媒濃度がCの近傍(例えば t_{hc})で保たれるようにする態様もある。

【0112】

従来技術では常時メニスカス揺らしをしているので、図12(c)において、ノズル51のメニスカス近傍の溶媒濃度は時間的变化(A_0 A_1' A_2')が緩やかになるが、溶媒濃度が低下する領域902は圧力室52の内部まで到達してしまう。一方で、本発明では、図5に示すように溶媒濃度が t_{hc} になるまでの間、メニスカス揺らしを抑制しているので、図8において、ノズル51のメニスカス近傍の溶媒濃度は時間的变化(A_0 A_1 A_2)が比較的急激になるが、溶媒濃度が低下する領域902をノズル51のメニスカス近傍の狭い領域802にすることが可能となる。したがって、パージで回復する際、インク消費量を低減することが可能となる。

10

【0113】

以上説明したメニスカス揺らしの制御処理は、図1に示す画像形成装置10において、ヘッドコントローラ150がタイマ161、増粘状態判別部162および吐出有無判定期部163を用いて行う。

20

【0114】

図9は、吐出及びメニスカス揺らしを行わない休止時間Aと、吐出間隔Bと、メニスカス揺らし時間Cとの関係を示す。

【0115】

本実施形態の画像形成装置10では、休止時間A(または吐出間隔B)、さらには、温度、湿度、溶媒蒸気圧などの後に詳説する揮発条件に応じて、メニスカス揺らし時間C(またはメニスカス揺らし回数)を特定し、ノズル51から液体を吐出する必要が生じたときには、メニスカス揺らしを行ってから吐出を行う。

【0116】

休止時間A(または吐出間隔B)が長くなると、メニスカス揺らし時間Cも一般に長くなるが、休止時間A中にメニスカス揺らしを連続して行う従来と比較して、ノズル51に連通する圧力室52内の溶媒濃度の変化が小さいので、メニスカス揺らしによる回復可能な期間が長くなる。

30

【0117】

ただし、あまり休止時間A(または吐出間隔B)が長くなると、メニスカス揺らしで回復できないほどにメニスカス近傍のインクが固化してしまうので、吐出しない場合でも、予め決められた所定の時間または所定の溶媒揮発量を超えたら、メニスカス揺らしを行う。

【0118】

さらに、所定のメンテナンス周期に一致したときは、メニスカス揺らしの代わりにパージを行うようにしてもよい。

40

【0119】

なお、インク組成にもよるが、揮発し易い水を溶媒とした水性インクでは、一般に、休止時間A(または吐出間隔B)が0.5秒を超えるあたりからメニスカス揺らしの効果があらわれる。

【0120】

例えば、2plのインク滴を20kHzで連続吐出すると0.2秒で圧力室52内のインクが入れ替わる場合であって、連続吐出の2.5回に1回の割合で非連続的な吐出を行う場合、圧力室52内のインクの入替わり時間は、略0.5秒になり、吐出によるインク排出量とインク溶媒の揮発量とがほぼバランスする。また、2plのインク滴を40k

50

H_zで連続吐出すると0.1秒で圧力室52内のインクが入れ替わる場合であって、連続吐出の5回に1回の割合で非連続的な吐出を行う場合にも、圧力室52内のインクの入替わり時間は、略0.5秒になり、吐出によるインク排出量とインク溶媒の揮発量とがほぼバランスする。実際には、圧力室52よりもインク溶媒濃度の低いノズル51からインクが吐出されるので、上記よりも低い頻度の吐出でインク排出量と溶媒揮発量とがバランスすることになる。このようなバランスをする条件は、圧力室52やノズル51に至る吐出流路512の形状および寸法、インクの物性、環境条件などの条件により定まる。

【0121】

つまり、休止時間A（または吐出間隔B）が0.5秒より短くても、溶媒揮発量とインク排出量とがバランスするよりも閑散的な吐出では、圧力室52や吐出流路512の溶媒濃度が低下し続けてしまい、従来のように吐出休止期間中にメニスカス揺らしを連続して行う方法では、早期にパージが必要な状態になってしまう。

10

【0122】

本実施形態では、休止時間A（または吐出間隔B）が0.5秒よりも短くても、上記バランスする吐出頻度よりも閑散的な吐出では、吐出間隔Bおよび吐出排出量にも基づいてメニスカス揺らしを制御することが好ましい。

【0123】

なお、例えばA4の記録媒体を1頁あたり0.5秒程度の高速で印刷する画像形成装置の場合、0.5秒を超えるような閑散的な吐出をするノズルでは、1頁に1吐出程度であり、吐出量に多少の変動があってもドット間の差は画質上は知覚されない。また、記録媒体上で数十mm程度離れているドット間では、0.5秒程度の閑散的な吐出では同様に吐出量に多少の変動があってもドット間の差は画質上は知覚されない。これらの場合には、メニスカス揺らしを初期の溶媒濃度に回復させるまで続ける必要はなく、緩やかな画質評価条件で許容される範囲内に溶媒濃度が回復したらメニスカス揺らしを停止するようにしてもよい。そうすると、インク溶媒の揮発量を極めて少なく抑えることができる。

20

【0124】

図10は、メニスカス揺らし制御処理の基本的な一例についてその流れを示すフローチャートである。

【0125】

図10において、まず、液体吐出ヘッド50に形成されている複数のノズル51について、各ノズル51ごとに、メニスカスにおけるインクの揮発条件を取得する(S2)。なお、揮発条件には、各種あり、後に詳説する。

30

【0126】

次に、液体吐出ヘッド50に形成されている複数のノズル51について、各ノズル51ごとに、インクを吐出するか否かを判別する(S4)。本実施形態においては、図1のドットデータ生成部152によって生成されるドットデータに基づいて、各ノズル51ごとに吐出の有無を予知する。

【0127】

また、揮発条件に基づいてノズル51のメニスカス近傍のインクの増粘状態を判別する(S10、S20)。

40

【0128】

なお、増粘状態の判別方法としては、具体的には、ノズル51のメニスカスにおける溶媒揮発量（インク揮発量）または溶媒濃度を演算して判別する方法などが挙げられる。

【0129】

ここでは、正常なインク吐出が可能であってメニスカス揺らしが不要な第1の状態（正常吐出可能状態）、インク吐出は可能であるが、メニスカス揺らしが必要であってメニスカス揺らしを行うと第1の状態（正常吐出可能状態）に回復可能な第2の状態（吐出可能かつ回復可能状態）、及び、インク吐出は不可能であるが、メニスカス揺らしを行うと第1の状態（正常吐出可能状態）に回復可能な第3の状態（吐出不可能かつ回復可能状態）を含む複数の増粘状態のうちでいずれの増粘状態であるかを判別する。

50

【0130】

なお、第1の状態における正常なインク吐出とは、吐出休止後の1回目の駆動波形により吐出ができることをいう。

【0131】

また、第2の状態は、吐出は可能であるが、吐出量や吐出方向等が正常ではなくなるので、回復が必要となる。

【0132】

また、増粘状態の判別は、具体的には、環境温度、環境湿度、溶媒蒸気圧などの各種の揮発条件に基づいてメニスカスからの溶媒の揮発量を算出し、この揮発量に対応する溶媒濃度と所定の閾値（図5の th_B および th_C ）とを比較することにより行われる。また、溶媒濃度を直接的に測定または算出して増粘状態を判別してもよく、溶媒の揮発量に対応するインク粘度を直接的に測定または算出して増粘状態を判別してもよい。

10

【0133】

詳細には、インク滴の飛翔速度が許容値以上であるか否か、すなわちインク滴の飛翔速度が所定の許容範囲内であるか否かを、溶媒の揮発量に基づいて判定することにより第1の増粘状態であるか否かを判別する。

【0134】

インク吐出を行う場合であって、メニスカスの増粘状態が第1の状態（正常吐出可能状態）である場合には、メニスカス揺らしを行うことなく、ノズル51から液体を吐出させる（S14）。

20

【0135】

その一方で、インク吐出を行う場合であっても、メニスカスの増粘状態が第2の状態（吐出可能かつ回復可能状態）および第3の状態（吐出不可能かつ回復可能状態）のうちいずれかの増粘状態である場合には、メニスカス揺らしを行い（S12）、メニスカス近傍のインクを第1の状態（正常吐出可能状態）に回復させた後に、ノズル51から液体を吐出させる（S14）。すなわち、ノズル51からの液体の吐出が不可能となる前にアクチュエータ58を用いてメニスカス揺らしを行うことによりノズル51からの液体の吐出が可能な状態にメニスカス近傍のインクの粘度を予め回復させた後、吐出を行う。

【0136】

メニスカス揺らしの頻度を低減する観点からは、メニスカスからのインク（詳細には溶媒）の揮発によりメニスカス近傍の溶媒濃度が図5に示す吐出可能限界濃度Bの近傍の閾値 th_B よりも小さくなったとき、第1増粘状態から第2の増粘状態に遷移したと判別し、メニスカス揺らしを行う。

30

【0137】

また、画質を向上させる観点からは、インク滴の飛翔速度が許容値よりも小さいときには、インク滴の飛翔速度が許容値以上となるまで溶媒濃度が上昇する時間だけメニスカス揺らしを行い、その後、吐出を行う。

【0138】

インク吐出を行わない場合であって、メニスカスの増粘状態が第1の状態（正常吐出可能状態）および第2の状態（吐出可能かつ回復可能状態）のうちいずれかの増粘状態である場合には、メニスカス揺らしを行わない。インク吐出を行わない場合であって、メニスカスの増粘状態が第3の状態（吐出不可能かつ回復可能状態）である場合には、メニスカス揺らしを行う（S22）。これにより、メニスカスを第1の状態（正常吐出可能状態）に回復させる。詳細には、ノズル51からのインクの吐出が不可能となってもメニスカスを揺らすことによりメニスカス近傍のインクの粘度が回復可能である間はメニスカス揺らしの頻度を抑制し、頻度が抑制された所定のタイミングでアクチュエータ58を用いてメニスカス揺らしを行うことによりノズル51からのインクの吐出が可能な状態にメニスカス近傍のインクの粘度を回復させる。

40

【0139】

メニスカス揺らしの頻度を低減する観点からは、メニスカスからのインク（詳細には溶

50

媒)の揮発によりメニスカス近傍の溶媒濃度が図5に示す回復可能限界濃度Cの近傍の閾値 t_{h_c} よりも小さくなったとき、第2の増粘状態から第3の増粘状態に遷移したと判別し、メニスカス揺らしを行う。

【0140】

なお、メニスカス近傍の溶媒濃度の代わりにメニスカス近傍のインク粘度に基づいてメニスカス近傍の増粘状態を判別してもよい。また、メニスカス近傍の溶媒濃度およびインク粘度は、メニスカスからのインクの揮発量に対応していることから、メニスカスからのインクの揮発量に基づいて増粘状態の判別をしている、すなわち、メニスカスからのインクの揮発量に基づいてメニスカス揺らしを行うか否かの判別をしているということもできる。

10

【0141】

[揮発条件取得およびメニスカスの増粘状態判別]

本実施形態の画像形成装置10は、複数のノズル51のメニスカスからの溶媒の揮発量に係る条件(揮発条件)を、各ノズル51ごとに、インクを吐出してから次にインクを吐出するまでの状態(吐出休止状態)、さらには閑散的な吐出状態において、取得して、メニスカス揺らし制御を行う。

【0142】

揮発条件には各種あり、その代表例を以下に示す。

- (揮発条件1) 環境温度(特にノズル近傍の温度が好ましい)
- (揮発条件2) 環境湿度(特にノズル近傍の湿度が好ましい)
- (揮発条件3) 溶媒蒸気圧
- (揮発条件4) インクの攪拌履歴(メニスカス揺らし履歴、メンテナンス動作履歴)
- (揮発条件5) インクの吐出履歴
- (揮発条件6) ノズルの開口面積
- (揮発条件7) インク体積(メニスカス揺らしにより攪拌される範囲内のインクの体積、あるいは、吐出流路512、圧力室52、インク供給流路53などのメニスカス揺らしによりインクが攪拌される範囲内の全容積)
- (揮発条件8) 圧力室52からノズル51へ至る吐出流路512の形状および寸法
- (揮発条件9) メニスカス揺らしによるインクの攪拌効率(例えば、形状と攪拌量との対応関係やメニスカス揺らし用の駆動波形と攪拌量との対応関係)
- (揮発条件10) メニスカス揺らし量(例えば、メニスカス揺らし時間、メニスカス揺らし駆動波形の形状・振幅・波長など)
- (揮発条件11) インク物性(例えば、溶媒揮発性、溶媒拡散性、溶媒潜熱、熱伝導性、粘性、粘性の温度依存性など)
- (揮発条件12) インク温度(好ましくは各ノズル51ごとのノズル51近傍のインクの温度)
- (揮発条件13) アクチュエータ特性(揺らし力:インクが増粘して抵抗が増え動きにくくなった際のメニスカス揺らしにおけるアクチュエータの駆動力)
- (揮発条件14) 液体吐出ヘッド50と記録媒体との相対速度(例えば記録媒体の搬送速度)

20

30

40

これらの揮発条件をパラメータとして、ノズル51のメニスカスから揮発する溶媒の揮発量(あるいは、ノズル51のメニスカス近傍の溶媒濃度またはインク粘度)を、各ノズル51ごとに求める。

【0143】

また、前述の揮発条件のうちで、形状、インク物性、アクチュエータ特性などの固定パラメータは、定数や式、表の形にして、図1のメモリ151に予め記憶されている。

【0144】

その一方で、環境温度、環境湿度、溶媒蒸気圧、インク温度、インクの攪拌履歴、インクの吐出履歴などの変化するパラメータ(可変パラメータ)は、画像形成装置10の稼動中に取得される。

50

【 0 1 4 5 】

環境温度は、例えば液体吐出ヘッド50に設けられた温度センサにより検出する。環境湿度は、例えば液体吐出ヘッド50に設けられた湿度センサにより検出する。溶媒蒸気圧は、環境温度および環境湿度に基づいて求められる。インク温度は、例えば液体吐出ヘッド50に設けられた温度センサにより検出する。

【 0 1 4 6 】

これらの固定パラメータと可変パラメータに基づいて、メニスカス近傍の溶媒揮発量（あるいは溶媒濃度またはインク粘度）を特定し、メニスカス揺らしのタイミングを決める。

【 0 1 4 7 】

なお、メニスカス近傍の揮発量（あるいは溶媒濃度またはインク粘度）を特定する具体的な態様には、各種ある。

【 0 1 4 8 】

第1に、前述の各種の揮発条件に基づいて、各ノズル51ごとに揮発量を算出する態様がある。例えば、環境温度、環境湿度、溶媒蒸気圧、インクの攪拌履歴、および、インクの吐出履歴に基づいて、各ノズル51ごとに算出する。ここで、インクの攪拌履歴およびインクの吐出履歴は、ヘッドコントローラ150またはシステムコントローラ113によって各ノズル51ごとに作成され、メモリ151または112に記憶されたものを用いる。また、タイマ16によって計時される吐出後の経過時間および吐出間隔、メニスカス揺らし後の経過時間およびメニスカス揺らし間隔、ページ後の経過時間およびページ間隔、吸引後の経過時間および吸引間隔も、吐出履歴や攪拌履歴に含まれる。前述の揮発条件のうちでひとつまたは複数の揮発条件からなる各種の組み合わせをパラメータとして揮発量を算出する各種の態様がある。

【 0 1 4 9 】

第2に、前述の各種の揮発条件に基づいて、テーブル情報から、各ノズル51ごとに揮発量を取得する態様がある。

【 0 1 5 0 】

第3に、吐出異常検出用の圧力センサ70を兼用する態様がある。本実施形態では、図3に示すように、圧力室52の壁面に設けられた圧力センサ70により検出される圧力室52内の圧力に基づいて、各ノズル51ごとにメニスカスからの溶媒揮発量（あるいは溶媒濃度またはインク粘度）を求める。具体的には、メニスカス近傍のインクが増粘した状態のまま溶媒濃度がほとんど回復しない程度でアクチュエータ58を用いて圧力室52内のインクを揺らし、各ノズル15ごとに検出した圧力センサ70の出力信号（圧力検出信号）に基づいて、溶媒揮発量を求める。より詳細には、圧力センサ70によって検出された圧力の経時変化である共振波形を、インクが増粘していないときの正常時の共振波形と比較し、両共振波形の波長の差（あるいは共振点のずれ）および/または振幅の差に基づいて、溶媒揮発量が求められる。このようにして、各ノズル51ごとに溶媒揮発量が取得されれば、メニスカス揺らしを行う状態か否かを判別できる。

【 0 1 5 1 】

図11(a)は、アクチュエータ58で圧力室52内のインクを加圧する状態で、正常時（ここではインク全体の粘度が10cPであるとき）の共振波形915と、増粘時（ここではノズル51部分のインク粘度が正常時の2倍の20cPであるとき）の共振波形916を示す。なお、アクチュエータ58に入力される駆動波形919も併せて示した。

【 0 1 5 2 】

図11(a)の共振波形915、916は、具体的には、下記の計算条件において、ノズル部分（下記ノズル長さに相当する部分である）の圧力変化として、計算により求めた。

【 0 1 5 3 】

< 計算条件 >

ノズル直径：30 μm

10

20

30

40

50

ノズル長さ：30 μm

(供給絞り部分もノズルと同形状とする)

圧力室サイズ：0.3 mm × 0.3 mm × 0.15 mm

アクチュエータのコンプライアンス：1 × 10⁻²⁰ (m³ / Pa)

入力圧力：1 Mpa (片振幅)

パルス幅：1.87 μsec

図11(a)に示す共振波形915、916の共振点である第1ピーク9151、9161および第2ピーク9152、9262に基づいて求めた周期及び対数減衰率を、図11(b)のテーブル情報に示す。このような計算により求めたテーブル情報、あるいは、測定により求めたテーブル情報は、図1の第2メモリ151に予め記憶しておく。

10

【0154】

ノズル51のメニスカス近傍のインク粘度は、まず、圧力センサ70の出力信号(圧力検出信号)を解析して周期及び/又は対数減衰率を求め、次に、解析結果である周期及び/又は対数減衰率を図11(b)に示すテーブル情報内の数値と比較することにより特定する。具体的には、図1の増粘状態判別部162が、センサ信号処理部156から出力された共振波形と、第2メモリ151に予め記憶されたテーブル情報とに基づいて、メニスカス近傍の溶媒揮発量、溶媒濃度及びインク粘度のうち少なくともひとつを特定する。

【0155】

第4に、濃度検出センサをノズル51の近傍(特にメニスカスの近傍が好ましい)に設け、この濃度検出センサにより溶媒濃度を直接検出する態様がある。例えば、電気伝導度

20

により溶媒濃度を検出するセンサを用いる。

【0156】

以上、主としてメニスカス揺らしにより溶媒濃度の維持(あるいはインク粘度の維持)を行う場合を説明したが、このようなメニスカス揺らしとともに、インクを循環させる手段やインクを追加注入する手段を併用してもよい。

【0157】

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】

【0158】

30

【図1】本発明に係る液体吐出装置の一例としての画像形成装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】液体吐出ヘッドの全体構造の一例について概略を示す平面透視図である。

【図3】液体吐出ヘッドの内部構造の一例を示す断面図である。

【図4】インク供給系およびメンテナンス系の構成を示す概要図である。

【図5】メニスカス揺らし制御処理の説明に用いる説明図である。

【図6】メニスカス近傍のインクの増粘状態の説明に用いる説明図である。

【図7】メニスカス近傍および圧力室内におけるインクの増粘状態の変化の違いの説明に用いる説明図である。

【図8】共通液室からノズルまでの各位置における溶媒濃度を示す説明図である。

40

【図9】休止時間Aと吐出間隔Bとメニスカス揺らし時間Cとの関係を示す説明図である。

【図10】メニスカス揺らし制御処理の基本的な一例の流れを示すフローチャートである。

【図11】圧力の経時変化およびテーブル情報を示す図である。

【図12】従来の液体吐出装置におけるインクの増粘の説明に用いる説明図である。

【図13】従来の液体吐出装置におけるメニスカス揺らし、ページおよびメンテナンス動作にともなう溶媒濃度の経時変化を示す図である。

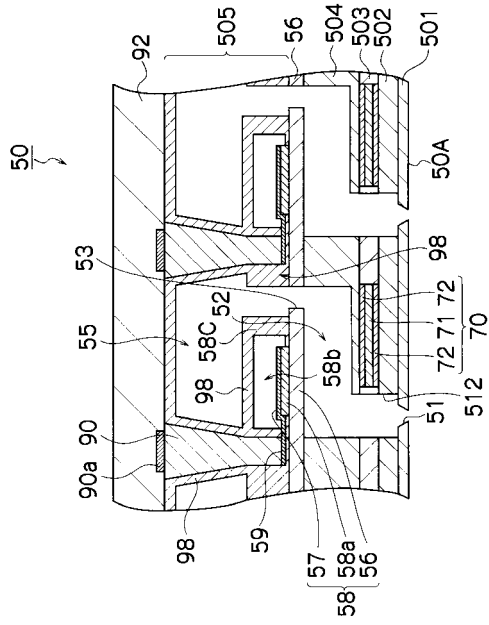
【符号の説明】

【0159】

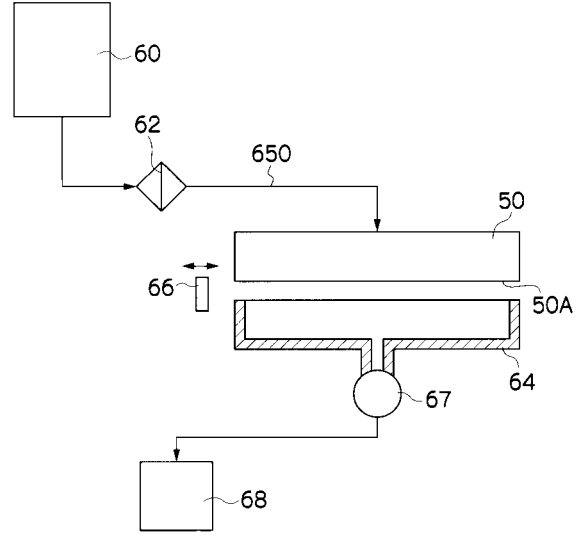
10...画像形成装置、50...液体吐出ヘッド、50A...ノズル面、51...ノズル、52

50

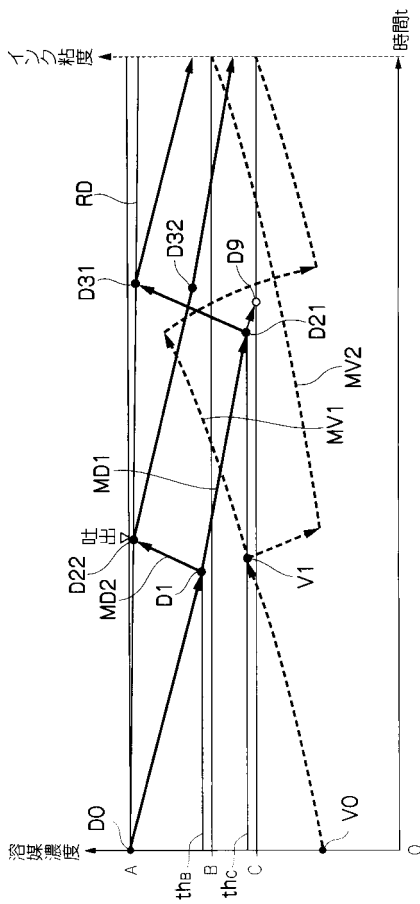
【 図 3 】



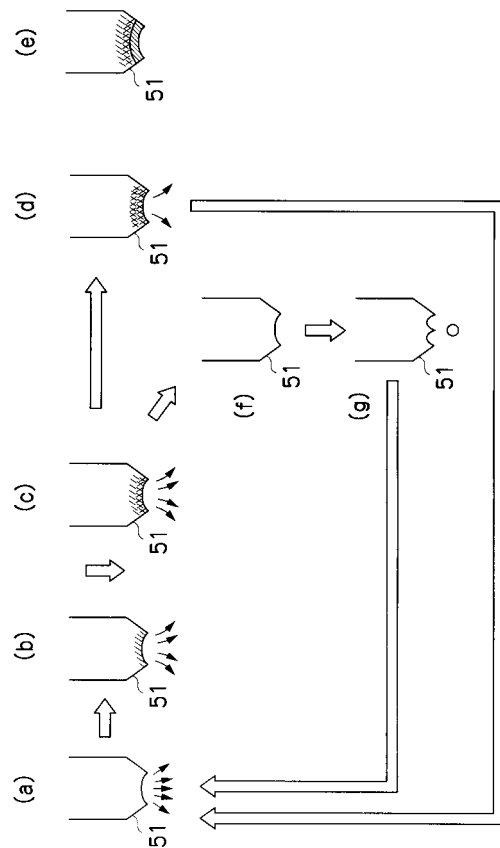
【 図 4 】



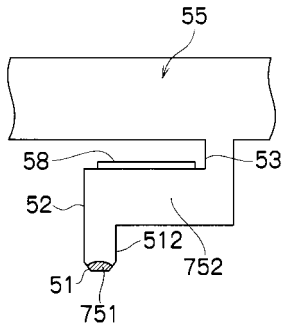
【 図 5 】



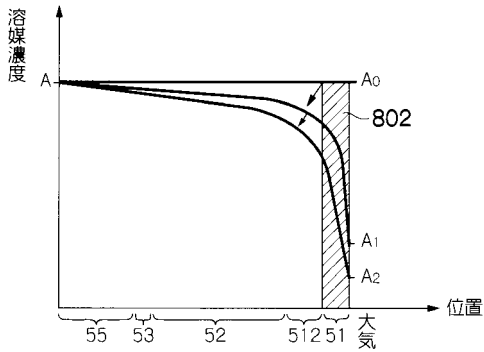
【 図 6 】



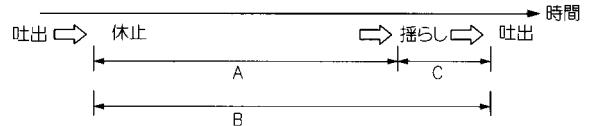
【図7】



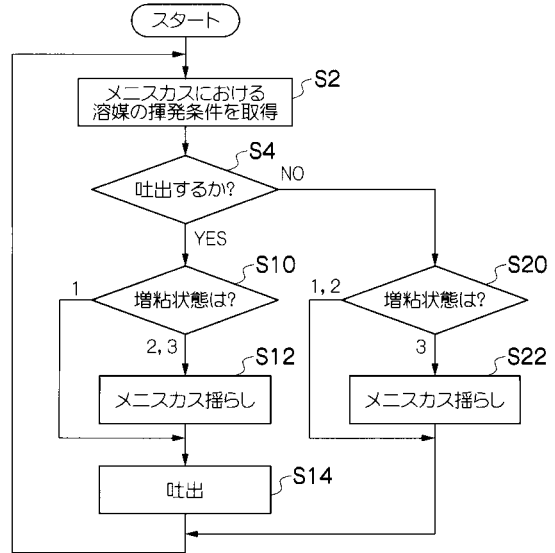
【図8】



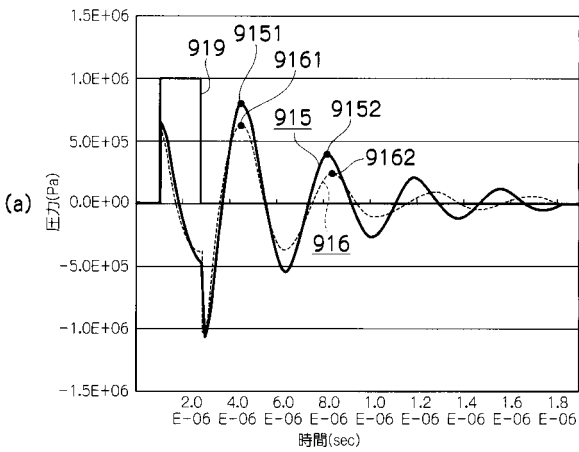
【図9】



【図10】



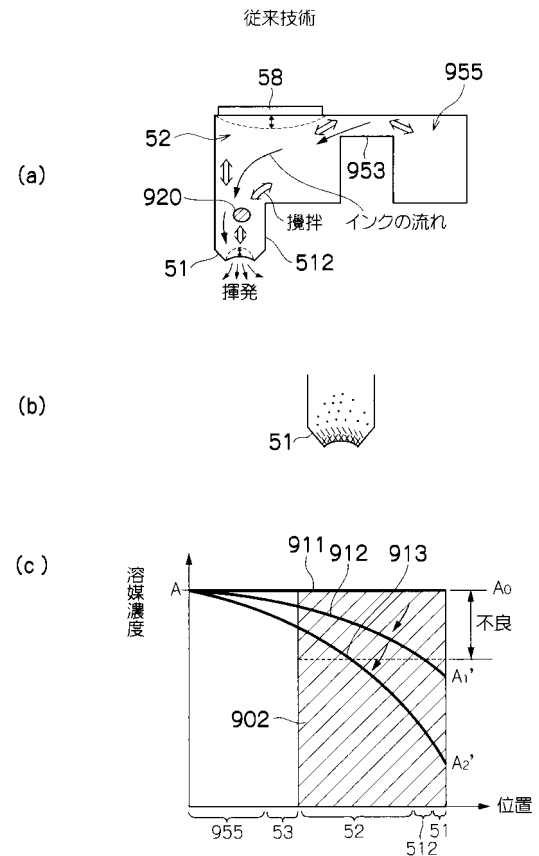
【図11】



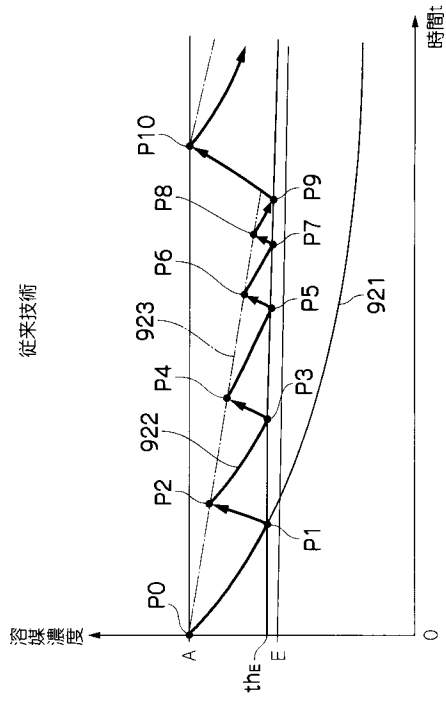
(b)

	第1ピーク-第2ピーク周期	対数減衰率
ノズル部粘度 10cP	3.71 μ sec	0.298
ノズル部粘度 20cP	3.76 μ sec	0.438

【図12】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005 - 111981 (JP, A)
特開2004 - 42314 (JP, A)
特開2001 - 72906 (JP, A)
特開2005 - 28280 (JP, A)
特開2000 - 309111 (JP, A)
特開2005 - 186545 (JP, A)
特開平3 - 108550 (JP, A)
特開2005 - 262551 (JP, A)
特開平7 - 178924 (JP, A)
特開平7 - 25018 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 4 1 J 2 / 1 6 5
B 4 1 J 2 / 0 4 5
B 4 1 J 2 / 0 5 5