

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6201701号
(P6201701)

(45) 発行日 平成29年9月27日(2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日(2017.9.8)

(51) Int.Cl.		F I			
B 4 1 J	2/195	(2006.01)	B 4 1 J	2/195	
B 4 1 J	2/165	(2006.01)	B 4 1 J	2/165	2 0 7
B 4 1 J	2/01	(2006.01)	B 4 1 J	2/01	4 0 3
			B 4 1 J	2/01	5 0 1

請求項の数 7 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2013-253224 (P2013-253224)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年12月6日(2013.12.6)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-110291 (P2015-110291A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年6月18日(2015.6.18)	(74) 代理人	100125689
審査請求日	平成28年11月4日(2016.11.4)		弁理士 大林 章
		(74) 代理人	100121108
			弁理士 高橋 太郎
		(72) 発明者	鈴木 俊行
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	新川 修
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	道祖土 新吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

顔料を含む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、前記圧力室に設けられた圧電素子と、を含む吐出部と、

前記圧力室を膨張または収縮させるように前記圧電素子を変位させる駆動信号を生成する駆動信号生成部と、

前記駆動信号が前記圧電素子に印加されることにより発生した、前記圧力室内の圧力の変化に応じた値を示す前記圧電素子の残留振動波形の周期を検出する残留振動検出部と、

前記残留振動検出部で検出された前記残留振動波形の周期に基づいて前記液体の前記顔料の沈降が生じたことを判定する判定部と、

を有することを特徴とする液体吐出装置。

【請求項2】

前記判定部は、

前記残留振動波形の周期が所定範囲内である場合、前記液体の状態が正常であると判定し、

前記残留振動波形の周期が前記所定範囲より長い場合、前記液体が増粘していると判定し、

前記残留振動波形の周期が前記所定範囲より短い場合、前記顔料の沈降が生じていると判定する、

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】

前記残留振動検出部は、前記残留振動波形の周期及び振幅を検出し、
前記判定部は、

前記残留振動波形の周期が前記所定周期より短く、且つ、前記残留振動波形の振幅が所定値よりも大きい場合、前記顔料の沈降の程度は、第 1 沈降状態であると判定し、

前記残留振動波形の周期が前記所定周期より短く、且つ、前記残留振動波形の振幅が所定値以下の場合、前記顔料の沈降の程度は、前記第 1 沈降状態よりも沈降の程度が進行した第 2 沈降状態であると判定する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の液体吐出装置。

【請求項 4】

前記判定部による判定結果に基づいて、前記駆動信号生成部を制御する制御部を含み、
前記制御部は、

前記判定部によって前記顔料の沈降の程度が前記第 1 沈降状態であると判定された場合、前記ノズルから前記液体を吐出させずに前記圧力室の前記液体を攪拌するように前記圧力室を膨張または収縮させる攪拌駆動信号を生成するように、前記駆動信号生成部を制御し、

前記判定部によって前記顔料の沈降の程度が前記第 2 沈降状態であると判定された場合、前記圧力室の内部に充填された前記液体を前記ノズルから全部吐出させるフラッシング駆動信号を生成するように、前記駆動信号生成部を制御する、

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 5】

前記顔料を含む液体は、

白色顔料と、ウレタン樹脂と、を含有する捺染用白色インクジェットインクあって、
前記白色顔料の平均粒径と、前記ウレタン樹脂の平均粒径とが、

2 白色顔料の平均粒径 / ウレタン樹脂の平均粒径 $\geq 1/2$ を満たす、

ことを特徴する請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 6】

前記顔料を含む液体は、インクジェット記録用白色系インクであって、

平均粒子径が 200 nm 以上 400 nm 以下であり、金属酸化物からなる白色系顔料を含有し、

$0.5 \times A \leq V \leq 1.3 \times A$ を満たし、

A は、インクジェット記録用白色系インクに含まれる前記白色系顔料の含有量（質量％）であり、V は、インクジェット記録用白色系インク中で前記白色系顔料が完全に沈降したとき、インクジェット記録用白色系インクの全体積に占める前記白色系顔料の体積の割合（％）である、

ことを特徴する請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 7】

前記顔料を含む液体は、

自己分散型顔料と、4 級アミノ酸と、アルカンジオールと、を含有し、

前記アルカンジオールは、少なくとも 1, 6 - ヘキサジオールを含み、

前記 4 級アミノ酸は、前記 1, 6 - ヘキサジオールよりも多く含有される、インクである、

ことを特徴する請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項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、液体吐出装置の吐出状態の検査に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

インクジェットタイプのプリンター（以下、インクジェットプリンターという。）は、キャピティ内のインクを吐出することによって印刷を行う。インクは、乾燥すると増粘する。キャピティ内のインクが増粘すると、吐出不良の原因となることがある。また、キャピティ内のインクに気泡が含まれたり、あるいは、紙粉がインクを吐出するノズルに付着すると、吐出不良の原因となることがある。よって、インクの吐出状態を検査することが好ましい。

特許文献1には、圧電素子を用いてキャピティ内のインクに振動を与え、その残留振動に対するインクの挙動を検知することによって、吐出状態を判定する手法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-299341号公報（図26）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、液体吐出装置にて利用されるインクの中には、色材や溶剤などの関係上、当該インクに含まれている顔料成分の沈降速度が速いインクが存在する。本明細書において「沈降」とは、一定期間液体（例えばインク）を放置した場合に、液体に含有されていた成分（例えば顔料成分）が沈殿し、液体に含有されていた成分が液体の下層に積もることをいう。沈降成分としては、例えば白色系インクにあっては、白色系顔料を挙げることができ、これに結合または吸着した成分を含む場合がある。

特に、白色系インクは、その組成の都合上、顔料成分の沈降が起きやすい。このようなインクを吐出する場合、キャピティに充填してから吐出するまでの間に、沈降により成分の不均一が発生し、不安定な画像形成となってしまう場合がある。

しかしながら、従来の技術では、インクが増粘が生じたか否かを判定できても、インクの顔料成分の沈降が生じたか否かを判定することはできなかった。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、インクの顔料成分の沈降が生じたか否かを判定することを解決課題の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

以上の課題を解決するために、本発明に係る液体吐出装置の一態様は、顔料を含む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、前記圧力室に設けられた圧電素子と、を含む吐出部と、前記圧力室を膨張または収縮させるように前記圧電素子を変位させる駆動信号を生成する駆動信号生成部と、前記駆動信号が前記圧電素子に印加されることにより発生した、前記圧力室内の圧力の変化に応じた値を示す前記圧電素子の残留振動波形の周期を検出する残留振動検出部と、前記残留振動検出部で検出された前記残留振動波形の周期に基づいて前記液体の前記顔料の沈降が生じたことを判定する判定部と、を有することを特徴とする。

この発明によれば、圧力室を膨張または収縮させる圧電素子の残留振動波形の周期に基づく簡易な処理で、当該圧力室内で顔料の沈降が生じているか否かが判定される。これにより、吐出部の正常な吐出機能を回復させるために、真にフラッシング処理（圧力室内の液体（例えばインク）を廃棄する処理）が必要な場合にのみ選択的にフラッシング処理を実行し、圧力室内を攪拌する程度の処理で足りる軽度の沈降等の場合には攪拌処理等で対応することが可能となる。これにより、フラッシング処理の実行回数が必要最小限に抑制されるため、インクの無駄な消費が抑制される。

なお、従来のインクジェットプリンターにおいても、吐出異常が生じた際に回復手段による回復処理が実行されるものが存在する。しかしながら、従来のインクジェットプリンターにおいては、インクの顔料成分の沈降が生じたことを判定することができないため、フラッシング処理が真に必要な場合（例えばインクが増粘や重度の沈降状態が生じた場合

10

20

30

40

50

) 以外の場合であっても、フラッシング処理が実行されてしまうことがある。

【 0 0 0 6 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記残留振動波形の周期が所定範囲内である場合、前記液体の状態が正常であると判定し、前記残留振動波形の周期が前記所定範囲より長い場合、前記液体が増粘していると判定し、前記残留振動波形の周期が前記所定範囲より短い場合、前記顔料の沈降が生じていると判定する、ことが好ましい。

この態様によれば、残留振動波形の周期を所定の閾値と比較するという簡易な処理によって、圧力室内で顔料の沈降や液体の増粘が発生しているか否かを判定することができる。

10

具体的には、残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路を考えた場合、残留振動の計算モデルは、音圧 p 、イナータンス m 、コンプライアンス C_m 及び音響抵抗 r で表せる。ここで顔料の沈降が発生すると、当該沈降して凝集・固化した顔料成分の重量だけインク重量が減少するため、インクの流路内におけるインク重量が減少してイナータンス m が低下する。これにより、正常吐出時に比べて周波数が高くなる（周期が短くなる）特徴的な残留振動波形が得られる。つまり、沈降状態発生時の残留振動波形は、正常吐出時のそれに比べて、周期 T が小さい波形となる。一方、インクに増粘が生じた場合、音響抵抗 r が増加する。この場合、正常吐出時に比べて周波数が極めて低くなる（周期が長くなる）と共に、残留振動が過減衰となる特徴的な残留振動波形が得られる。従って、残留振動波形の周期に基づいて、圧力室内で顔料の沈降やインクの増粘が発生したことを判定できる。

20

【 0 0 0 7 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記残留振動検出部は、前記残留振動波形の周期及び振幅を検出し、前記判定部は、前記残留振動波形の周期が前記所定周期より短く、且つ、前記残留振動波形の振幅が所定値よりも大きい場合、前記顔料の沈降の程度は、第1沈降状態であると判定し、前記残留振動波形の周期が前記所定周期より短く、且つ、前記残留振動波形の振幅が所定値以下の場合、前記顔料の沈降の程度は、前記第1沈降状態よりも沈降の程度が進行した第2沈降状態であると判定する、ことが好ましい。

この態様によれば、残留振動波形の振幅と周期とを、それぞれ所定の閾値と比較するという簡易な処理によって、圧力室内で生じた沈降の程度を判定することができる。

30

具体的には、第2沈降状態発生時には、第1沈降状態発生時と同様にイナータンス m が低下し、正常吐出時に比べて残留振動波形の周波数が高くなる（周期 T が短くなる）ものの、第2沈降状態発生時に特有の現象として、沈降して凝集・固化した顔料成分に起因してノズルの径が小さくなったような状態となり、音響抵抗 r が増加する。

この音響抵抗 r の低下により、残留振動波形の振幅の減衰率も小さくなり、残留振動は、その振幅をゆっくりと下げることとなる。さらには、沈降して凝集・固化した顔料成分により実質的に圧力室内の容積が減少したような状態となる。これにより、残留振動波形の振幅は小さくなる。つまり、第1沈降状態発生時と、第2沈降状態発生時とでは、残留振動波形の振幅の大きさが異なるため、当該振幅の値に基づいてそれらを識別することができる。

40

【 0 0 0 8 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部による判定結果に基づいて、前記駆動信号生成部を制御する制御部を含み、前記制御部は、前記判定部によって前記顔料の沈降の程度が前記第1沈降状態であると判定された場合、前記ノズルから前記液体を吐出させずに前記圧力室の前記液体を攪拌するように前記圧力室を膨張または収縮させる攪拌駆動信号を生成するように、前記駆動信号生成部を制御し、前記判定部によって前記顔料の沈降の程度が前記第2沈降状態であると判定された場合、前記圧力室の内部に充填された前記液体を前記ノズルから全部吐出させるフラッシング駆動信号を生成するように、前記駆動信号生成部を制御する、ことが好ましい。

50

この態様によれば、吐出部の正常な吐出機能を回復させるために、真にフラッシング処理が必要な場合にのみ選択的にフラッシング処理を実行し、圧力室内を攪拌する程度の処理で足りる軽度の沈降等の場合には攪拌処理等で対応することが可能となる。これにより、フラッシング処理の実行回数が必要最小限に抑制されるため、インクの無駄な消費が抑制される。

【0009】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記顔料を含む液体は、白色顔料と、ウレタン樹脂と、を含有する捺染用白色インクジェットインクあって、前記白色顔料の平均粒径と、前記ウレタン樹脂の平均粒径とが、 $2 \times \text{白色顔料の平均粒径} / \text{ウレタン樹脂の平均粒径} \geq 1.2$ を満たす、ことが好ましい。

10

この態様によれば、液体は再分散性が高い白色インクジェットインクであるため、従来のインクを用いた場合では回復処理としてフラッシング処理を実行せざるを得ない程度の沈降が生じた場合であっても、攪拌処理の実行で足りるようになる。つまり、フラッシング処理の実行回数を更に抑制することができるため、インクの無駄な消費を更に抑制することができる。

【0010】

上述した液体吐出装置の一態様は、前記顔料を含む液体は、インクジェット記録用白色系インクであって、平均粒子径が $200 \text{ nm} < \text{平均粒子径} < 400 \text{ nm}$ であり、金属酸化物からなる白色系顔料を含有し、 $0.5 \times A < V < 1.3 \times A$ を満たし、Aは、インクジェット記録用白色系インクに含まれる前記白色系顔料の含有量（質量%）であり、Vは、インクジェット記録用白色系インク中で前記白色系顔料が完全に沈降したとき、インクジェット記録用白色系インクの全体積に占める前記白色系顔料の体積の割合（%）である、ことが好ましい。

20

この態様によれば、液体は吐出安定性に優れ、白色度の高い画像を記録できるインクジェット記録用白色系インクであるため、白色系顔料を含む沈降物が生じて、これが硬化したり増粘したりしにくいので、インクジェット記録装置に当該白色系インクを供給した状態で長期間保存しても吐出不良が生じにくい。このため、従来のインクを用いた場合では回復処理としてフラッシング処理を実行せざるを得ない程度の沈降が生じた場合であっても、攪拌振動処理の実行で足りるようになる。つまり、フラッシング処理の実行回数を更に抑制することができるため、インクの無駄な消費を更に抑制することができる。

30

【0011】

本発明に係る液体吐出装置の制御方法の一態様は、前記顔料を含む液体は、自己分散型顔料と、4級アミノ酸と、アルカンジオールと、を含有し、前記アルカンジオールは、少なくとも1,6-ヘキサジオールを含み、前記4級アミノ酸は、前記1,6-ヘキサジオールよりも多く含有される、インクである、ことが好ましい。

この態様によれば、液体は顔料成分の凝集による沈降を抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に優れるインクであるため、フラッシング処理の実行回数を更に抑制することができ、インクの無駄な消費を更に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

40

【図1】本発明の実施形態に係るインクジェットプリンターの構成を示すブロック図。

【図2】インクジェットプリンター1の概略外観構成を示す図。

【図3】(a)は第1モードで形成された記録物を示す図。(b)は第2モードで形成された記録物を示す図。(c)は第3モードで形成された記録物を示す図。

【図4】ヘッド部が備える各吐出部の概略的な断面図。

【図5】ヘッド部が備える各吐出部の概略的な断面図。

【図6】インク滴の吐出の態様を示す図。

【図7】振動板の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図。

【図8】振動板の残留振動の実験値と計算値との関係のグラフを示す図。

【図9】(a)(b)はキャピティ内におけるインクの顔料成分の沈降の概念を示す図。

50

【図 10】ヘッドドライバーのうち駆動信号生成部 1 の構成を示すブロック図。

【図 11】デコーダー DC が行うデコードの内容を示す図。

【図 12】単位動作期間 T_u における駆動信号生成部の動作を説明するためのタイミングチャートを示す図。

【図 13】駆動信号 V_{in} の波形を示す図。

【図 14】検査用の駆動信号 $V_{in}[m]$ の波形を示す。

【図 15】ヘッドドライバーに係る構成を示すブロック図。

【図 16】吐出異常検出回路の構成を示すブロック図

【図 17】計測部の動作に係るタイミングチャートを示す図。

【図 18】吐出異常に係る原因の判定処理のフローチャートを示す図。

10

【図 19】判定部による判定の処理内容を示す図。

【図 20】第 2 の変形例に係る検査用の駆動信号の波形を示す波形図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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、各図において、各部の寸法及び縮尺は、実際のもものと適宜に異ならせてある。また、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0014】

20

< A . 実施形態 >

本実施形態では、液体吐出装置として、インク（「液体」の一例）を吐出して被記録媒体（例えば記録用紙）に画像を形成するインクジェットプリンターを例示して説明する。

図 1 は、本実施形態に係るインクジェットプリンター 1 の構成を示す機能ブロック図である。同図に示すように、インクジェットプリンター 1 は、内部に充填されたインクを吐出可能な吐出部 35 を M 個（M は、2 以上の自然数）具備するヘッド部 30 と、ヘッド部 30 を駆動するヘッドドライバー 50 と、被記録媒体に対するヘッド部 30 の相対位置を移動させるための給紙位置移動部 4 と、吐出部 35 において「吐出異常を引き起こし得るインクの状態（以下、単に「吐出異常」という。）」が検出された場合に当該吐出部 35 の吐出機能を正常に回復させるための回復処理を実行する回復手段 70 と、を備える。

30

ここで「吐出異常」は、あくまでも吐出部 35 のキャビティ内部のインクの状態により検出されるものであり、現実には吐出部 35 による吐出に異常が生じる前の時点であっても検出され得る。

また、インクジェットプリンター 1 は、パーソナルコンピューターやデジタルカメラ等のホストコンピューター 9 から供給された画像データ Img に基づいて、給紙位置移動部 4、ヘッドドライバー 50、及び、回復手段 70 の動作を制御することで、被記録媒体に画像を形成する印刷処理、吐出部 35 の吐出異常を検出し且つその原因を判定する吐出異常検出処理、及び、吐出異常が検出された際に当該吐出部 35 の吐出機能を正常に回復させる回復処理等の各種処理の実行を制御する制御部 6 と、を備える。

【0015】

40

制御部 6 は、CPU 61 と、記憶部 62 とを備える。記憶部 62 は、ホストコンピューター 9 から図示省略したインターフェース部を介して供給される画像データ Img をデータ格納領域に格納する不揮発性半導体メモリーの種類である EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) を備える。また、記憶部 62 は、被記録媒体の形状についての情報等の印刷処理を実行する際に必要なデータと、吐出異常検出処理により得られた結果を表す吐出異常検出結果データとを一時的に格納し、あるいは印刷処理等の各種処理を実行するための制御プログラムを一時的に展開する RAM (Random Access Memory) を備える。また、記憶部 62 は、インクジェットプリンター 1 の各部を制御する制御プログラム等を格納する不揮発性半導体メモリーの種類である PROM を備える。

【0016】

50

CPU61は、印刷処理、吐出異常検出処理、及び、回復処理等の各種処理の実行を制御する。より具体的には、CPU61は、ホストコンピュータ9から供給される画像データImgを、記憶部62に格納する。また、CPU61は、画像データImg等の記憶部62に格納されている各種データ等に基づいて、給紙位置移動部4の駆動を制御するためのドライバー制御信号Ctr1及びCtr2と、ヘッドドライバー50の駆動を制御するための印刷信号SI、切替制御信号Sw、及び、駆動波形信号Com等の各種信号と、回復手段70の駆動を制御するための各種制御信号とを生成し、これらの信号をインクジェットプリンター1の各部に供給する。これにより、CPU61は、給紙位置移動部4、ヘッドドライバー50、及び、回復手段70の動作を制御し、印刷処理、吐出異常検出処理、及び、回復処理等の各種処理の実行を制御する。なお、制御部6の各構成要素は、図示省略したバスを介して電氣的に接続されている。

10

【0017】

ヘッドドライバー50は、駆動信号生成部51、吐出異常検出部52、及び、切替部53を備える。

駆動信号生成部51は、制御部6から供給される印刷信号SI、及び、駆動波形信号Comに基づいて、ヘッド部30が備える吐出部35を駆動するための駆動信号Vinを生成する。なお、詳細は後述するが、本実施形態において駆動波形信号Comは、駆動波形信号Com-A、Com-B、及びCom-Cの3つの信号を含む。

また、印刷信号SI及び駆動波形信号Comを、「印刷制御信号」と総称する。つまり、駆動信号生成部51は、印刷制御信号に基づいて駆動信号Vinを生成する。

20

吐出異常検出部52は、吐出部35が駆動信号Vinにより駆動された後に生じる、吐出部35の内部のインクの振動等に起因する吐出部35内部の圧力の変化を残留振動信号Voutとして検出するとともに、残留振動信号Voutに基づいて、当該吐出部35に吐出異常があるか否か及び当該吐出部35におけるインクの吐出状態を判定し、判定結果を判定結果信号Rsとして出力する。

切替部53は、制御部6から供給される切替制御信号Swに基づいて、各吐出部35を、駆動信号生成部51または吐出異常検出部52のいずれか一方に接続させる。

【0018】

給紙位置移動部4は、ヘッド部30を移動させるための（より正確には、ヘッド部30を搭載するキャリッジ32を移動させるための）キャリッジモーター41と、キャリッジモーター41を駆動するためのキャリッジモータードライバー401と、被記録媒体を搬送するための給紙モーター42と、給紙モーター42を駆動するための給紙モータードライバー402と、を備える。なお、キャリッジモータードライバー401及び給紙モータードライバー402を、モータードライバー40と総称することがある。

30

【0019】

図2は、第1実施形態に係る記録装置としてのインクジェットプリンター1を示す概略斜視図である。図2に示すように、インクジェットプリンター1は、キャリッジ32を備えている。キャリッジ32は、キャリッジモーター41により駆動されるタイミングベルト103を介し、ガイド部材104に案内されてプラテン105の軸方向に往復移動する。被記録媒体（本例では記録用紙）200は、図示しない搬送機構によってキャリッジ32とプラテン105との間に向かって送られる。

40

【0020】

キャリッジ32の被記録媒体200に対向する位置には、インクジェット式記録ヘッド300が搭載されている。また、インクジェット式記録ヘッド300の上部には、液体としてのインクを当該インクジェット式記録ヘッド300に供給する背景用インク組成物としての白色系インクが収容された白色系インクカートリッジ106及び着色インク組成物としてのカラー及びブラックインクが収容されたカラーおよびブラックインクカートリッジ107が着脱可能に装填されている。被記録媒体200は、印字等領域Pに配置されて、インクジェット式記録ヘッド300によってインクが吐出され、文字、画像等が記録される。文字、画像等が記録された被記録媒体200は、記録物210として排出される。

50

本明細書において「白色系インク」とは、社会通念上「白色」と呼称される色で印字等するインク（または「インキ」と称されているもの；以下同様）を意味し、微量着色されているものも含む。また、その顔料を含有するインクが「白色インク、ホワイトインク」などといった名称で呼称／販売されるインク（インキ）を含む。

さらに言えば、「白色系インク」は、例えば当該インクが、「エプソン純正写真用紙<光沢>」（セイコーエプソン社製）に100% duty以上又は写真用紙の表面が十分に被覆される量で記録に用いられた場合に、分光測光器Spectrolino（商品名、Gretag Macbeth社製）を用いて、測定条件をD50光源、観測視野を2°、濃度をDIN NB、白色基準をAbs、フィルターをNo、測定モードをReflectanceと設定して、当該インクの明度(L*)及び色度(a*、b*)を計測した場合に、70 L* 100、-4.5 a* 2、-6 b* 2.5を満たすインク（インキ）を含む。

10

なお、本実施形態において白色系インクは、白色とは限らない記録媒体（例えば、プラスチックや金属）に対して画像を記録するために用いられる場合がある。このような場合に、白色系インクは、例えば、記録媒体の色を消したり、カラー画像の透過性を下げたりするために、下地層の形成に用いられる。なお、本実施形態に係る白色系インクは、これに限らず、白色の記録媒体に用いてもよい。

【0021】

また、図2に示すように、被記録媒体200が配置されない非印字等領域である、例えば、ホームポジションHには、ノズル（後述）の出口を覆うキャッピング手段120、ポンピング処理する（キャピティ（後述）内のインクを吸引して排出する）吸引ポンプ130、及び、ワイピング処理する（ノズルの出口近傍に付着した紙粉などの異物を拭き取る）ワイピング部材140が配置されている。

20

【0022】

以下、本実施形態に係るインクジェットプリンター1による、被記録媒体200への記録方法の概略を説明する。インクジェットプリンター1は、図3(a)に示す記録物210aを形成する第1モード、図3(b)に示す記録物210bを形成する第2モード、および図3(c)に示す記録物210cを形成する第3モード、の記録モードを備えている。ここで「記録物」とは、例えば印字等による記録が為された被記録媒体200のことをいう。

30

【0023】

図3(a)に示す記録物210aは、被記録媒体200上に白色系画像Pwとカラー画像Pcと、が隣接して形成されている。図3(b)に示す記録物210bは、被記録媒体200上にカラー画像Pcが形成され、カラー画像Pc上に白色系画像Pwが重なって形成されている。図3(c)に示す記録物210cは、被記録媒体200上に白色画像Pwが形成され、白色系画像Pw上にカラー画像Pcが重なって形成されている。

【0024】

インクジェットプリンター1による記録方法は、記録モードを選択する記録モード選択工程と、選択された記録モードに基づく初めに記録画像を形成する第1記録工程と、第1記録工程によって形成された画像を乾燥する乾燥工程と、乾燥工程の後に選択された記録モードに基づく次の記録画像を形成する第2記録工程と、を備えている。

40

【0025】

（記録モード選択工程）記録モード選択工程は、第1モード、第2モードおよび第3モードのいずれかを選択し、インクジェットプリンター1に備える図示しない操作部により記録モードを選択指定する方法、もしくはインクジェットプリンター1に接続された図示しないパーソナルコンピュータによって記録モードを選択指定する方法などによって記録モードを選択指定する。

【0026】

（第1記録工程）記録モード選択工程によって選択された記録モードに基づき、所定のインクを被記録媒体200上にインクジェット法で画像が形成、記録される。第1モードま

50

たは第3モードが選択された場合の第1記録工程では、背景用画像の一例として白色系画像Pwが形成される(以下、背景用画像の一例として白色系画像Pwにより説明する)。被記録媒体200は、印刷本紙等の塗工紙、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、金属、ガラスから選択される一種であるのが好ましい。これらの被記録媒体200はインク非吸収性または低吸収性であり、ブリストー(Bristow)法において、接触開始から30msecまでの水吸収量が1ml/m²以下のものである。

【0027】

背景用インクは、1気圧下相当の沸点が280以上のアルキルポリオールを実質的に含有しないことが好ましい。例えば、1気圧下相当の沸点が188のプロピレングリコールは含んでもよいが、1気圧下相当の沸点が280以上のグリセリン、1気圧下相当の沸点が280以上のポリエチレングリコール、1気圧下相当の沸点が280以上のポリプロピレングリコール等は含まない。また、背景用インクは、背景用として用いられるインクであれば特に限定されないが、白色系インク又は光輝性インクである事が好ましい。白色系インクに含まれる、白色系顔料としては、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニア、中空樹脂粒子の微粒子を含む顔料を用いることができる。ここで、優れた白色度から酸化チタンの微粒子を含むのが好ましい。白色系顔料の平均粒子径は、特に限定されないが100nm以上1μm以下が好ましく、200nm以上400nm以下であるのがさらに好ましく、250nm以上380nm以下であるのが一層好ましく、最も好ましくは260nm以上350nm以下である。なお、これらの微粒子は、酸化珪素、アルミナ等でコーティングされた微粒子であってもよい。

【0028】

光輝性インクは、光輝性顔料を含有するものである。光輝性顔料としては、媒体に付着されたときに光輝性を呈しうるものであれば特に限定されないが、例えば、アルミニウム、銀、金、白金、ニッケル、クロム、錫、亜鉛、インジウム、チタン、および銅からなる群より選択される1種または2種以上の合金(金属顔料ともいう)や、パール光沢を有するパール顔料を挙げることができる。パール顔料の代表例としては、二酸化チタン被覆雲母、魚鱗箔、酸塩化ビスマス等の真珠光沢や干渉光沢を有する顔料が挙げられる。

【0029】

また、背景用顔料としては、下記(式1)に示す「ストークスの式」によって得られる沈降速度vが 2.0×10^{-6} (cm/s)以上であることが好ましい。ストークスの式によって算出される沈降速度が早い背景用顔料は、第2モードの際に、下地の画像との滲みを起こしやすい。しかし、本願の発明によれば、当該不具合を良好に防止出来る。

【0030】

$$v = \{ (\rho_p - \rho_w) g R^2 \} / (18 \eta) \quad \dots (式1)$$

上記(式1)における、vは沈降速度(cm/s)、 ρ_p は顔料の密度(g/cm³)、 ρ_w は20における溶媒の密度(g/cm³)、gは重力加速度(m/s²)、Rは顔料の動的光散乱法によって算出される体積基準の平均粒子径(cm)、 η は20における溶媒の粘度(Pa·s)である。

【0031】

第1記録工程で記録される白色系画像Pwは、被記録媒体200に形成されるべた画像であってもよいし、カラーおよびブラックインクによって着色画像が形成される位置に合わせて白色系画像Pwを形成してもよい。白色系画像Pwに記録される着色画像の十分な視認性を得るには、白色系インクを用いて形成する白色系画像Pwの白色度は73以上、より好ましくは75以上がよい。ここで、背景用画像(本実施形態においては白色系画像Pw)の記録に使用される白色系顔料量は0.8g/m²以上、より好ましくは1.0g/m²以上であるのが好ましい。

【0032】

また、白色系インクの表面張力は、30mN/m以下であることが好ましく、28mN/m以下であることがより好ましい。さらに、後述する着色インクとの表面張力の差は、

10

20

30

40

50

背景用インク組成物としての白色系インクの表面張力を S_1 (mN/m)、着色インク組成物の表面張力を S_2 (mN/m)とした場合に、 $-5 < (S_1 - S_2) < 4$ であることが好ましい。

【0033】

第2モードにおける第1記録工程では、着色インクを用いてインクジェット法によりカラー画像Pcが形成される。着色インクは、色材を含有し、1気圧下相当の沸点が280以上のアルキルポリオールを実質的に含有しない。ここで、着色インクの表面張力は、30mN/m以下であるのが好ましく、28mN/m以下であることがより好ましく、一層好ましくは26mN/m以下であり、さらに好ましくは10mN/m以上28mN/m以下であり、最も好ましくは10mN/m以上26mN/m以下である。

10

【0034】

(乾燥工程)本願発明において、第2記録工程の前には、活性化エネルギー線(例えば、紫外線)照射工程や乾燥工程を設けても良い。乾燥工程を設けた場合に、乾燥工程は、第1記録工程で形成された白色系画像Pwもしくはカラー画像Pcを乾燥させる。乾燥の方法としては、自然乾燥、加熱乾燥を用いることができる。加熱乾燥としては、温風乾燥、熱源による直接接触のヒーター乾燥、活性化エネルギー線(例えば赤外線)による乾燥等が挙げられる。なお、乾燥工程は、第1記録工程と同時に行われても良い。

【0035】

第1記録工程において白色系画像Pwが形成される、すなわち第1モードおよび第3モードの場合には、白色系画像の乾燥率を40%~90%(好ましくは55%~90%)となるように乾燥することが好ましい。また、第1記録工程においてカラー画像Pcが形成される、すなわち第2モードの場合には、カラー画像Pcの乾燥率を40%~90%(好ましくは55%~90%)となるように乾燥することが好ましい。なお、乾燥工程で達成する乾燥率は、第2記録工程で吐出される着色インクが第1記録工程によって形成された白色系画像Pwもしくはカラー画像Pcに到達するまでに達成されていればよい。したがって、乾燥工程は、第1記録工程で被記録媒体200に白色系画像Pwもしくはカラー画像Pcが記録されて、第2記録工程で着色インクもしくは白色系インクが白色系画像Pwもしくはカラー画像Pcに到達するまでの工程であり、第1記録工程から第2記録工程までの間の自然乾燥も乾燥工程に含まれる。

20

【0036】

乾燥率は以下の方法によって、算出することが可能である。被記録媒体にインクを付与して画像形成したときの被記録媒体の質量が、乾燥率0%に相当する。そして、所定の乾燥条件下で画像を乾燥させ、被記録媒体の質量変化が実質的に止まった時点が、乾燥率100%に相当する。これら2つのデータ及び乾燥時間を変更させて得たデータ(中間乾燥率)から、同一の乾燥条件下において、被記録媒体の質量変化及び乾燥率の変化を表すことができる。このようにして得られた結果、背景色の画像形成から有色(白色を除く。)の画像形成までの時間、第2記録工程時の被記録媒体の質量などから、乾燥率を算出することができる。なお、乾燥温度が随時変化する場合には、質量を基準に乾燥率を算出するのが好ましい。

30

【0037】

第1記録工程において形成された画像の乾燥工程における乾燥時間は、第3モードの第1記録工程によって形成される白色系画像Pwの乾燥時間、第2モードの第1記録工程によって形成されるカラー画像Pcの乾燥時間を長くすることが好ましい。このように乾燥することにより、後述する第2モードの第2記録工程において被記録媒体200上に形成されたカラー画像Pc上に白色系画像Pwを形成する白色系インクをインクジェット法によって重ねた場合に、カラー画像Pcへの白色系画像Pwのブリード、すなわち混色、滲みなどを抑制することができる。背景用顔料は、着色インクに用いられる着色顔料よりも沈降速度が速い傾向にあるため、第2モードにおける滲みは、第3モードにおける滲みよりも大きい傾向にある。よって、第3モードにおける乾燥状態を高める事が好ましいからである。

40

50

【 0 0 3 8 】

(第2記録工程)選択された記録モードに基づき、第1記録工程において形成された白色形画像 P w もしくはカラー画像 P c に対して、カラー画像 P c もしくは白色系画像 P w が形成される。

【 0 0 3 9 】

第1モードが選択された場合、第2記録工程では図3(a)に示すように白色形画像 P w に隣接するようにカラー画像 P c が形成され、記録物 2 1 0 a を得ることができる。第2モードが選択された場合、第2記録工程では図3(b)に示すようにカラー画像 P c 上に白色形画像 P w が重ねて形成され、記録物 2 1 0 b を得ることができる。また、第3モードが選択された場合、第2記録工程では図3(c)に示すように白色形画像 P w 上にカラー画像 P c が重ねて形成され、記録物 2 1 0 c を得ることができる。

10

【 0 0 4 0 】

次に、図4及び図5を参照して、ヘッド部 3 0、及び、ヘッド部 3 0 が備える吐出部 3 5 の構成について説明する。

図4は、ヘッド部 3 0 が備える各吐出部 3 5 の概略的な断面図である。図4に示す吐出部 3 5 は、圧電素子 5 0 0 の駆動によりキャビティ 4 4 5 内の液体(本例ではインク)がノズル N から吐出するものである。具体的には、圧電素子 5 0 0 に印加する電圧(駆動信号)を時間的に変化させ、キャビティ 4 4 5 に膨張と収縮とを生じさせることで(キャビティ 4 4 5 の容積を変化させることで)、ノズル N からインクが吐出される。この吐出部 3 5 は、ノズル N が形成されたノズルプレート 4 4 0 と、キャビティプレート 4 4 2 と、振動板 4 4 3 と、複数の圧電素子 5 0 0 を積層してなる積層圧電素子 5 0 1 とを備えている。

20

【 0 0 4 1 】

キャビティプレート 4 4 2 は、所定の形状(凹部が形成されるような形状)に成形され、これにより、キャビティ 4 4 5 およびリザーバ 4 4 6 が形成される。キャビティ 4 4 5 とリザーバ 4 4 6 とは、インク供給口 4 4 7 を介して連通している。また、リザーバ 4 4 6 は、インク供給チューブ 3 1 1 を介してインクカートリッジ 1 0 6、1 0 7 と連通している。

【 0 0 4 2 】

積層圧電素子 5 0 1 の図4中下端は、中間層 4 4 4 を介して振動板 4 4 3 と接合されている。積層圧電素子 5 0 1 には、複数の外部電極 4 4 8 および内部電極 4 4 9 が接合されている。すなわち、積層圧電素子 5 0 1 の外表面には、外部電極 4 4 8 が接合され、積層圧電素子 5 0 1 を構成する各圧電素子 5 0 0 同士の間(または各圧電素子の内部)には、内部電極 4 4 9 が設置されている。この場合、外部電極 4 4 8 と内部電極 4 4 9 の一部が、交互に、圧電素子 5 0 0 の厚さ方向に重なるように配置される。

30

【 0 0 4 3 】

そして、外部電極 4 4 8 と内部電極 4 4 9 との間に駆動信号生成部 5 1 より駆動電圧波形を印加することにより、積層圧電素子 5 0 1 が図4中の矢印で示すように変形して(図3上下方向に伸縮して)振動し、この振動により振動板 4 4 3 が振動する。この振動板 4 4 3 の振動によりキャビティ 4 4 5 の容積(キャビティ内の圧力)が変化し、キャビティ 4 4 5 内に充填されたインクがノズル N より吐出する。

40

液体の吐出により、キャビティ 4 4 5 内で減少した液量は、リザーバ 4 4 6 からインクが供給されて補給される。また、リザーバ 4 4 6 へは、インクカートリッジ 1 0 6、1 0 7 からインク供給チューブ 3 1 1 を介してインクが供給される。

【 0 0 4 4 】

なお、ノズルプレート 4 4 0 に形成されるノズル N 間のピッチは、印刷解像度(dpi: dot per inch)に応じて適宜設定され、その配列パターンの一例としては例えば主走査方向及び副走査方向について互いにずらして配列するパターンを挙げることができる。

【 0 0 4 5 】

50

次に、吐出部 3 5 の他の例について説明する。図 5 に示す吐出部 3 5 A は、圧電素子 5 0 0 の駆動により振動板 4 6 2 が振動し、キャビティ 4 5 8 内のインク（液体）がノズル N から吐出するものである。ノズル（孔）N が形成されたステンレス鋼製のノズルプレート 4 5 2 には、ステンレス鋼製の金属プレート 4 5 4 が接着フィルム 4 5 5 を介して接合されており、さらにその上に同様のステンレス鋼製の金属プレート 4 5 4 が接着フィルム 4 5 5 を介して接合されている。そして、その上には、連通口形成プレート 4 5 6 およびキャビティプレート 4 5 7 が順次接合されている。

【 0 0 4 6 】

ノズルプレート 4 5 2、金属プレート 4 5 4、接着フィルム 4 5 5、連通口形成プレート 4 5 6 及びキャビティプレート 4 5 7 は、それぞれ所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これらを重ねることにより、キャビティ 4 5 8 およびリザーバ 4 5 9 が形成される。キャビティ 4 5 8 とリザーバ 4 5 9 とは、インク供給口 4 6 0 を介して連通している。また、リザーバ 4 5 9 は、インク取り入れ口 4 6 1 に連通している。

10

【 0 0 4 7 】

キャビティプレート 4 5 7 の上面開口部には、振動板 4 6 2 が設置され、この振動板 4 6 2 には、下部電極 4 6 3 を介して圧電素子 5 0 0 が接合されている。また、圧電素子 5 0 0 の下部電極 4 6 3 と反対側には、上部電極 4 6 4 が接合されている。駆動信号生成部 5 1 は、上部電極 4 6 4 と下部電極 4 6 3 との間に駆動電圧波形を印加（供給）することにより、圧電素子 5 0 0 が振動し、それに接合された振動板 4 6 2 が振動する。この振動板 4 6 2 の振動によりキャビティ 4 5 8 の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ 4 5 8 内に充填されたインク（液体）がノズル N より液体として吐出する。

20

【 0 0 4 8 】

インクの吐出によりキャビティ 4 5 8 内で減少した液量は、リザーバ 4 5 9 からインクが供給されて補給される。また、リザーバ 4 5 9 へは、インク取り入れ口 4 6 1 からインクが供給される。

【 0 0 4 9 】

次に、インク滴の吐出について、図 6 を参照して説明する。駆動信号生成部 5 1 から図 4（図 5 についても同様）に示す圧電素子 5 0 0 に駆動電圧が印加されると、電極間にクーロン力が発生し、振動板 4 4 3（図 5 においては振動板 4 6 2；以下同様）は、図 6（a）に示す初期状態に対して、図 4（図 5）中の上方向へ撓み、図 6（b）に示すようにキャビティ 4 4 5（図 5 においてはキャビティ 4 5 8；以下同様）の容積が拡大する。この状態において、駆動信号生成部 5 1 の制御により、駆動電圧を変化させると、振動板 4 4 3 は、その弾性復元力によって復元し、初期状態における振動板 4 4 3 の位置を越えて下方向に移動し、図 6（c）に示すようにキャビティ 4 4 5 の容積が急激に収縮する。このときキャビティ 4 4 5 内に発生する圧縮圧力により、キャビティ 4 4 5 を満たすインク（液状材料）の一部が、このキャビティ 4 4 5 に連通しているノズル N からインク滴として吐出される。

30

【 0 0 5 0 】

各キャビティ 4 4 5 の振動板 4 4 3 は、この一連のインク吐出動作が終了した後、次のインク吐出動作を開始するまでの間、圧電素子 5 0 0 と一体的に減衰振動をしている。以下、この減衰振動を残留振動とも称する。振動板 4 4 3 及び圧電素子 5 0 0 の残留振動（以下、単に「振動板 4 4 3」の残留振動という。）は、ノズル N やインク供給口 4 4 7（図 5 においてはインク供給口 4 6 0；以下同様）の形状、あるいはインク粘度等による音響抵抗 r と、流路内のインク重量によるイナータンス m と、振動板 4 4 3 のコンプライアンス C_m と、によって決定される固有振動周波数を有するものと想定される。

40

本明細書においてインクの「流路」とは、インクの収容部（例えば白色系インクカートリッジ 1 0 6）より流出したインクが、ノズル N から吐出されるまでに通る空間のことをいう。例えば、インクジェットプリンター 1 では、例えば、インク供給チューブ 3 1 1 と、ヘッド部 3 0 内のインク流通経路とがインク流路に相当する。

【 0 0 5 1 】

50

上記想定に基づく振動板 4 4 3 の残留振動の計算モデルについて説明する。

図 7 は、振動板 4 4 3 の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。このように、振動板 4 4 3 の残留振動の計算モデルは、音圧 p と、上述のイナータンス m 、コンプライアンス C_m 及び音響抵抗 r とで表せる。そして、図 7 の回路に音圧 p を与えた時のステップ応答を体積速度 u について計算すると、次式が得られる。

$$u = \{ p / (\quad \cdot m) \} e^{-\quad t} \cdot \sin(\quad t) \quad \dots (\text{式 2})$$

$$= \{ 1 / (m \cdot C_m) - \quad^2 \}^{1/2} \quad \dots (\text{式 3})$$

$$= r / (2 m) \quad \dots (\text{式 4})$$

【 0 0 5 2 】

この式から得られた計算結果と、別途行ったインク滴の吐出後の振動板 4 4 3 の残留振動の実験における実験結果とを比較する。図 8 は、振動板 4 4 3 の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。この図 8 に示すグラフからも分かるように、実験値と計算値の 2 つの波形は、概ね一致している。

【 0 0 5 3 】

さて、吐出部 3 5 において、前述したような吐出動作を行ったにもかかわらずノズル N からインク滴が正常に吐出されない現象、即ち液体の吐出異常が発生する場合がある。この吐出異常が発生する原因としては、原因 1 インクの顔料成分の沈降、原因 2 ノズル N 近傍でのインクの増粘（乾燥などに起因して粘度が増すこと）、原因 3 ノズル N の出口近傍への紙粉付着、等が挙げられる。

【 0 0 5 4 】

この吐出異常が発生すると、その結果としては、典型的にはノズル N から液体が吐出されないこと、即ち液体の不吐出現象が現れ、その場合、被記録媒体 2 0 0 に印刷した画像における画素のドット抜けを生じる。また、吐出異常の場合には、ノズル N から液体が吐出されたとしても、液体の量が過少であったり、その液体の飛行方向（弾道）がずれたりして適正に着弾しないので、やはり画素のドット抜けとなって現れる。このようなことから、以下の説明では、液体の吐出異常のことを単に「ドット抜け」という場合もある。

【 0 0 5 5 】

以下においては、図 8 に示す比較結果に基づいて、吐出部 3 5 に発生する印刷処理時の吐出異常の原因別に、振動板 4 4 3 の残留振動の計算値と実験値とが概ね一致するように、音響抵抗 r 及びイナータンス m のうち少なくとも一方の値を調整する。

【 0 0 5 6 】

図 9 (a) (b) は、キャピティ 4 4 5、リザーバ 4 4 6、及びインク供給口 4 4 7 内におけるインクの顔料成分の沈降の概念を示す図である。まず、吐出異常の原因の 1 つである、原因 1 キャピティ 4 4 5 内におけるインクの顔料成分の沈降について検討する。

本明細書においては、インクの顔料成分の沈降によって生じる状態を 2 つの状態に分類する。一の状態（以下、「第 1 沈降状態」という。）は図 9 (a) に示す状態であり、主としてノズル N から離隔した部位にインクの顔料成分が沈降（さらには凝集や固化）し、ノズル N 近傍にはキャピティ 4 4 5 内の容積が実質的に減少する程度の沈降が生じていない状態である。この状態においては、ノズル N 近傍には顔料成分の濃度が薄まったインクが到来する。

他の状態（以下、「第 2 沈降状態」という。）は図 9 (b) に示す状態であり、ノズル N 近傍においても、当該キャピティ 4 4 5 内の容積が実質的に減少する程度のインクの顔料成分の沈降（さらには凝集や固化）が生じている状態である。

【 0 0 5 7 】

図 9 (a) に示す第 1 沈降状態においては、凝集・固化した顔料成分の重量だけインク重量が減少するため、結果として流路内のインク重量が減少してイナータンス m が低下するものと考えられる。従って、インクが正常に吐出された図 8 に示す場合に対してイナータンス m を小さく設定し、第 1 沈降状態発生時の残留振動の実験値とマッチングすると、正常吐出時に比べて周波数が高くなる（周期 T が短くなる）特徴的な残留振動波形が得ら

10

20

30

40

50

れる。つまり、第1沈降状態発生時の残留振動波形は、正常吐出時のそれに比べて、周期Tが小さい波形となる。

【0058】

図9(b)に示す第2沈降状態においては、第1沈降状態発生時と同様にイナータンスmが低下し、正常吐出時に比べて周波数が高くなる(周期Tが短くなる)。また、第2沈降状態発生時には、ノズルN近傍において凝集・固化した顔料成分に起因して当該ノズルNの径が小さくなったような状態となり、音響抵抗rが増加するものと考えられる。この音響抵抗rの低下により、残留振動波形の振幅の減衰率も小さくなり、残留振動は、その振幅をゆっくりと下げることとなる。

さらには、沈降して凝集・固化した顔料成分がキャビティ445内の流路を狭めるため、実質的にキャビティ445内の容積が減少したような状態となる。このキャビティ445内の容積の減少により、残留振動波形の振幅Aは小さくなるものと考えられる。つまり、第2沈降状態発生時の残留振動波形は、正常吐出時のそれに比べて、周期Tが小さくなり、且つ、振幅Aも小さい波形となる。

【0059】

次に、吐出異常のもう1つの原因である、原因2 ノズルN近傍でのインクの増粘について検討する。ノズルN近傍でインクに増粘が生じた場合、キャビティ445内のインクは当該キャビティ445内に閉じこめられた状態となる。具体的には、本例では増粘が生じた状態として、数日間キャッピング手段120を装着させない状態で吐出部35を放置し、ノズルN近傍のインクが乾燥して増粘が生じたことにより、当該インクを吐出することができなくなった状態(ノズルN近傍にインクが固着した状態)を想定している。

このようにノズルN近傍のインクに増粘が生じた場合、音響抵抗rが増加するものと考えられる。インクが正常に吐出された図8の場合に対して、音響抵抗rを大きく設定し、且つ、ノズルN近傍のインクの増粘(乾燥、固着)時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、正常吐出時に比べて周波数が極めて低くなると共に、残留振動が過減衰となる特徴的な残留振動波形が得られる。

これは、インク滴を吐出するために振動板443が図4中下方に引き寄せられることによって、キャビティ445内にリザーバ446からインクが流入した後に、振動板443が図4中上方に移動するときに、キャビティ445内のインクの逃げ道がないために、振動板443が急激に振動できなくなるため(過減衰となるため)である。

【0060】

次に、吐出異常のさらにもう1つの原因である、原因3 ノズルN出口近傍への紙粉付着について検討する。ノズルNの出口近傍に紙粉が付着した場合、キャビティ445内から紙粉を介してインクが染み出してしまうとともに、ノズルNからインクを吐出することができなくなる。このように、ノズルNの出口近傍に紙粉が付着し、ノズルNからインクが染み出している場合には、振動板443から見てキャビティ445内及び染み出し分のインクが正常時よりも増えることにより、イナータンスmが増加するものと考えられる。また、ノズルNの出口近傍に付着した紙粉の繊維によって音響抵抗rが増大するものと考えられる。

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、イナータンスm、音響抵抗rを共に大きく設定して、ノズルNの出口近傍への紙粉付着時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、正常吐出時に比べて周波数が低くなる特徴的な残留振動波形が得られる。ここで、紙粉の付着の場合は、インクの増粘の場合と比較して、残留振動の周波数がより高い(周期Tがより短い)。

【0061】

本実施形態に係るインクジェットプリンター1は、各吐出部35におけるノズルNからのインク滴が吐出されたときの振動板443の残留振動の周期Tに基づいて、各吐出部35の吐出異常を検出する。また、その周期Tとその振幅Aとに基づいて、当該吐出異常の原因を特定する。つまり、本実施形態に係るインクジェットプリンター1は、残留振動を解析して吐出異常及びその原因を特定するものである。

【 0 0 6 2 】

以下、ヘッドドライバー 5 0 (駆動信号生成部 5 1、吐出異常検出部 5 2、及び、切替部 5 3) の構成及び動作について説明する。

【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、ヘッドドライバー 5 0 のうち駆動信号生成部 5 1 の構成を示すブロック図である。同図に示すように、駆動信号生成部 5 1 は、シフトレジスタ S R、ラッチ回路 L T、デコーダ D C、並びに、トランスマッションゲート T G a、T G b 及び T G c からなる組を、M 個の吐出部 3 5 に 1 対 1 に対応するように M 個有する。以下では、これら M 個の組を構成する各要素を、図において上から順番に、1 段、2 段、...、M 段と称することがある。

10

なお、詳細は後述するが、吐出異常検出部 5 2 は、M 個の吐出部 3 5 に 1 対 1 に対応するように M 個の吐出異常検出回路 D T (D T [1]、D T [2]、...、D T [M]) を具備する。

【 0 0 6 4 】

駆動信号生成部 5 1 には、制御部 6 から、クロック信号 C L、印刷信号 S I、ラッチ信号 L A T、チェンジ信号 C H、及び、駆動波形信号 C o m (C o m - A、C o m - B、C o m - C) が供給される。

ここで、印刷信号 S I とは、画像の 1 ドットを形成するにあたって、各吐出部 3 5 (各ノズル N) から吐出させるインク量を規定するデジタルの信号である。より詳細には、本実施形態に係る印刷信号 S I は、各吐出部 3 5 (各ノズル N) から吐出させるインク量を、上位ビット b 1、中位ビット b 2 および下位ビット b 3 の 3 ビットで規定するものであり、制御部 6 からクロック信号 C L に同期して駆動信号生成部 5 1 にシリアルで供給される。この印刷信号 S I により、各吐出部 3 5 から吐出されるインク量を制御することで、被記録媒体 2 0 0 の各ドットにおいて、非記録、小ドット、中ドットおよび大ドットの 4 階調を表現することが可能となり、さらに残留振動を発生させてインクの吐出状態を検査するための検査用の駆動信号を生成することが可能となる。

20

【 0 0 6 5 】

シフトレジスタ S R のそれぞれは、印刷信号 S I を、各吐出部 3 5 に対応する 3 ビット毎に、一旦保持する。詳細には、M 個の吐出部 3 5 に 1 対 1 に対応する、1 段、2 段、...、M 段の M 個のシフトレジスタ S R が互いに縦続接続されるとともに、印刷信号 S I が、クロック信号 C L にしたがって順次後段に転送される。そして、M 個のシフトレジスタ S R の全てに印刷信号 S I が転送された時点で、クロック信号 C L の供給が停止し、M 個のシフトレジスタ S R のそれぞれが印刷信号 S I のうち自身に対応する 3 ビット分のデータを保持した状態を維持する。

30

【 0 0 6 6 】

M 個のラッチ回路 L T のそれぞれは、ラッチ信号 L A T が立ち上がるタイミングで、M 個のシフトレジスタ S R のそれぞれに保持された、各段に対応する 3 ビット分の印刷信号 S I を一斉にラッチする。図 1 5 において、S I [1]、S I [2]、...、S I [M] のそれぞれは、1 段、2 段、...、M 段のシフトレジスタ S R に対応するラッチ回路 L T によってそれぞれラッチされた、3 ビット分の印刷信号 S I を示している。

40

【 0 0 6 7 】

ところで、インクジェットプリンター 1 が被記録媒体 2 0 0 に画像を形成して印刷を行う期間である印刷動作期間は、複数の単位動作期間 T u からなる。

そして、制御部 6 は、M 個の吐出部 3 5 の各々について、単位動作期間 T u を印刷処理又は吐出異常検出処理に割り当てる。制御部 6 は、3 つの態様で吐出部 3 5 を制御する。第 1 の態様は、M 個の吐出部 3 5 の一部に印刷処理を割り当て、他部に吐出異常検出処理に割り当てる。第 2 の態様は、M 個の吐出部 3 5 の全てに印刷処理を割り当てる。第 3 の態様は、M 個の吐出部 3 5 の全てに吐出異常検出処理を割り当てる。

各単位動作期間 T u は、制御期間 T c 1 とこれに後続する制御期間 T c 2 とからなる。本実施形態では、制御期間 T c 1 及び T c 2 は、互いに等しい時間長を有する。

50

制御部 6 は、駆動信号生成部 5 1 に対して、単位動作期間 T_u 毎に印刷信号 S_I を供給し、また、ラッチ回路 L_T は、単位動作期間 T_u 毎に印刷信号 $S_I[1]$ 、 $S_I[2]$ 、...、 $S_I[M]$ をラッチする。

【0068】

デコーダ D_C は、ラッチ回路 L_T によってラッチされた 3 ビット分の印刷信号 S_I をデコードし、制御期間 T_{c1} 及び T_{c2} のそれぞれにおいて、選択信号 S_a 、 S_b 及び S_c を出力する。

図 11 は、デコーダ D_C が行うデコードの内容を示す説明図（テーブル）である。この図に示すように、 m 段（ m は、 $1 \leq m \leq M$ を満たす自然数）に対応する印刷信号 $S_I[m]$ の示す内容が、例えば $(b_1, b_2, b_3) = (1, 0, 0)$ である場合、 m 段のデコーダ D_C は、制御期間 T_{c1} において、選択信号 S_a をハイレベル H に設定するとともに、選択信号 S_b 及び S_c をローレベル L に設定し、また、制御期間 T_{c2} において、選択信号 S_a 及び S_c をローレベル L に設定するとともに、選択信号 S_b をハイレベル H に設定する。

また、下位ビット b_3 が「1」の場合は、上位ビット b_1 及び中位ビット b_2 の値に関わらず、 m 段のデコーダ D_C は、制御期間 T_{c1} 及び T_{c2} において、選択信号 S_a 及び S_b をローレベル L に設定するとともに、選択信号 S_c をハイレベル H に設定する。

【0069】

説明を図 10 に戻す。同図に示すように、駆動信号生成部 5 1 は、 M 個の吐出部 3 5 に 1 対 1 に対応するように、 M 個のトランスミッションゲート T_{Ga} 及び T_{Gb} の組を備える。

トランスミッションゲート T_{Ga} は、選択信号 S_a が H レベルのときにオンし、 L レベルのときにオフする。トランスミッションゲート T_{Gb} は、選択信号 S_b が H レベルのときにオンし、 L レベルのときにオフする。トランスミッションゲート T_{Gc} は、選択信号 S_c が H レベルのときにオンし、 L レベルのときにオフする。

例えば、 m 段において、印刷信号 $S_I[m]$ の示す内容が、 $(b_1, b_2, b_3) = (1, 0, 0)$ である場合には、制御期間 T_{c1} においてトランスミッションゲート T_{Ga} がオンするとともにトランスミッションゲート T_{Gb} 及び T_{Gc} がオフし、また、制御期間 T_{c2} においてトランスミッションゲート T_{Ga} 及び T_{Gc} がオフするとともにトランスミッションゲート T_{Gb} がオンする。

【0070】

トランスミッションゲート T_{Ga} の一端には駆動波形信号 $Com-A$ が供給され、トランスミッションゲート T_{Gb} の一端には駆動波形信号 $Com-B$ が供給され、トランスミッションゲート T_{Gc} の一端には駆動波形信号 $Com-C$ が供給される。また、トランスミッションゲート T_{Ga} 、 T_{Gb} 及び T_{Gc} の他端は相互に接続されている。

トランスミッションゲート T_{Ga} 、 T_{Gb} 及び T_{Gc} は排他的にオンとなり、制御期間 T_{c1} 及び T_{c2} 毎に選択された駆動波形信号 $Com-A$ 、 $Com-B$ 、又は $Com-C$ が、駆動信号 $V_{in}[m]$ として出力され、これが、切替部 5 3 を介して m 段の吐出部 3 5 に供給される。

【0071】

図 12 は、単位動作期間 T_u における駆動信号生成部 5 1 の動作を説明するためのタイミングチャートである。同図に示すように、単位動作期間 T_u は、制御部 6 が出力するラッチ信号 LAT により規定される。また、各単位動作期間 T_u は、ラッチ信号 LAT 及びチェンジ信号 CH により規定される、互いに等しい時間長の制御期間 T_{c1} 及び T_{c2} からなる。

【0072】

同図に示されるように、単位動作期間 T_u において制御部 6 から供給される駆動波形信号 $Com-A$ は、単位動作期間 T_u のうち制御期間 T_{c1} に配置された単位波形 $PA1$ と、制御期間 T_{c2} に配置された単位波形 $PA2$ と、を連続させた波形である。単位波形 $PA1$ 、及び、単位波形 $PA2$ の開始及び終了のタイミングにおける電位は、いずれも基準電位 V_c である。また、この図に示す通り、単位波形 $PA1$ の電位 V_{a11} と電位 V_{a12} との電位差は、単位波形

10

20

30

40

50

PA2の電位 V_{a21} と電位 V_{a22} との電位差よりも大きい。このため、各吐出部 3 5 が備える圧電素子 5 0 0 が単位波形 PA1により駆動された場合に当該吐出部 3 5 が備えるノズルNから吐出されるインクの量は、単位波形 PA2により駆動された場合に吐出されるインクの量よりも多い。

【 0 0 7 3 】

単位動作期間 T_u において制御部 6 から供給される駆動波形信号 Com- B は、制御期間 T_{c1} に配置された単位波形 PB1と、制御期間 T_{c2} に配置された単位波形 PB2とを連続させた波形である。単位波形 PB1の開始及び終了のタイミングにおける電位は、いずれも基準電位 V_c であり、単位波形 PB2は制御期間 T_{c2} に亘って基準電位 V_c に保たれる。また、単位波形 PB1の電位 V_{b11} と基準電位 V_c との電位差は、単位波形 PA2の電位 V_{a21} と電位 V_{a22} との電位差よりも小さい。そして、各吐出部 3 5 が備える圧電素子 5 0 0 が単位波形 PB1により駆動された場合であっても当該吐出部 3 5 が備えるノズルNからはインクは吐出されない。同様に、圧電素子 5 0 0 に単位波形 PB2が供給された場合にも、ノズルNからインクが吐出されることはない。

【 0 0 7 4 】

単位動作期間 T_u において制御部 6 から供給される駆動波形信号 Com- C は、制御期間 T_{c1} に配置された単位波形 PC1と、制御期間 T_{c2} に配置された単位波形 PC2とを連続させた波形である。単位波形 PB1の開始及び単位波形 PB2の終了のタイミングにおける電位は、いずれも第1電位 V_1 (この例では、基準電位 V_c) である。単位波形 PB1は、第1電位 V_1 から第2電位 V_2 に遷移し、更に、第2電位 V_2 から第3電位 V_3 に遷移し、第3電位 V_3 に保たれる。また、単位波形 PB2は、第3電位 V_3 を保持した後、第3電位 V_3 から第1電位 V_1 に遷移し、第1電位 V_1 に保たれる。駆動波形信号 Com- C はインクの吐出状態を検査する際に選択される。なお、この例の第1電位 (基準電位 V_c) は、インクの出吐時において、圧電素子 5 0 0 に保持されるべき電位に設定してある。

【 0 0 7 5 】

上述のとおり、M個のラッチ回路 L T は、ラッチ信号 L A T の立ち上がりのタイミング、すなわち、単位動作期間 T_u (T_p または T_t) が開始されるタイミングにおいて、印刷信号 $S I [1]$ 、 $S I [2]$ 、...、 $S I [M]$ を出力する。

また、m段のデコーダ D C は、上述のとおり、印刷信号 $S I [m]$ に応じて、制御期間 T_{c1} 及び T_{c2} のそれぞれにおいて、図 1 6 に示すテーブルの内容に基づいて選択信号 S_a 、 S_b 及び S_c を出力する。

また、m段のトランスマッションゲート T G a、T G b及び T G cは、上述のとおり、選択信号 S_a 、 S_b 及び S_c に基づいて、駆動波形信号 Com- A、Com- B、又は Com- C のいずれかを選択し、選択した駆動波形信号 Comを駆動信号 $V_{in} [m]$ として出力する。

【 0 0 7 6 】

図 1 0 乃至図 1 2 に加え、図 1 3 を参照しつつ、単位動作期間 T_u において駆動信号生成部 5 1 が出力する駆動信号 V_{in} の波形について説明する。

単位動作期間 T_u において供給される印刷信号 $S I [m]$ の内容が $(b_1, b_2, b_3) = (1, 1, 0)$ である場合には、制御期間 T_{c1} 及び制御期間 T_{c2} において、選択信号 S_a 、 S_b 、 S_c がそれぞれHレベル、Lレベル、Lレベルとなるため、トランスマッションゲート T G aにより駆動波形信号 Com- A が選択され、単位波形 PA1及び単位波形 PA2が駆動信号 $V_{in} [m]$ として出力される。また、制御期間 T_{c2} において、選択信号 S_a 、 S_b 、 S_c がそれぞれHレベル、Lレベル、Lレベルとなるため、トランスマッションゲート T G aにより駆動波形信号 Com- A が選択され、単位波形 PA2が駆動信号 $V_{in} [m]$ として出力される。

この結果、m段の吐出部 3 5 は、単位動作期間 T_u において、単位波形 PA1に基づく中程度の量のインクの吐出、及び、単位波形 PA2に基づく小程度の量のインクの吐出がなされ、これら 2 度にわたり吐出されたインクが被記録媒体 2 0 0 上で合体するため、記録用紙 P 上には、大ドットが形成される。

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

単位動作期間 T_u において供給される印刷信号 $S I [m]$ の内容が $(b 1, b 2, b 3) = (1, 0, 0)$ である場合には、制御期間 T_{c1} において、選択信号 $S a, S b, S c$ がそれぞれ H レベル、L レベル、L レベルとなるため、トランスミッションゲート $T G a$ により駆動波形信号 $C o m - A$ が選択され、単位波形 $P A 1$ が駆動信号 $V i n [m]$ として出力される。また、制御期間 T_{c2} において、選択信号 $S a, S b, S c$ がそれぞれ L レベル、H レベル、L レベルとなるため、トランスミッションゲート $T G b$ により駆動波形信号 $C o m - B$ が選択され、単位波形 $P B 2$ が駆動信号 $V i n [m]$ として出力される。

この結果、 m 段の吐出部 3 5 は、単位動作期間 T_u において、単位波形 $P A 1$ に基づく中程度の量のインクの吐出がなされ、記録用紙 P 上には、中ドットが形成される。

【 0 0 7 8 】

10

単位動作期間 T_u において供給される印刷信号 $S I [m]$ の内容が $(b 1, b 2, b 3) = (0, 1, 0)$ である場合には、制御期間 T_{c1} において、選択信号 $S a, S b, S c$ がそれぞれ L レベル、H レベル、L レベルとなるため、トランスミッションゲート $T G b$ により駆動波形信号 $C o m - B$ が選択され、単位波形 $P B 1$ が駆動信号 $V i n [m]$ として出力される。また、制御期間 T_{c2} において、選択信号 $S a, S b$ がそれぞれ H レベル、L レベル、L レベルとなるため、トランスミッションゲート $T G a$ により駆動波形信号 $C o m - A$ が選択され、単位波形 $P A 2$ が駆動信号 $V i n [m]$ として出力される。

この結果、 m 段の吐出部 3 5 は、単位動作期間 T_u において、単位波形 $P A 2$ に基づく小程度の量のインクの吐出がなされ、記録用紙 P 上には、小ドットが形成される。

【 0 0 7 9 】

20

単位動作期間 T_u において供給される印刷信号 $S I [m]$ の内容が $(b 1, b 2, b 3) = (0, 0, 0)$ である場合には、制御期間 T_{c1} 及び T_{c2} において、選択信号 $S a, S b, S c$ がそれぞれ L レベル、H レベル、L レベルとなるため、トランスミッションゲート $T G b$ により駆動波形信号 $C o m - B$ が選択され、単位波形 $P B 1$ 及び $P B 2$ が駆動信号 $V i n [m]$ として出力される。

この結果、 m 段の吐出部 3 5 からは、単位動作期間 T_u において、インクの吐出がなされず、記録用紙 P 上には、ドットが形成されない（非記録となる）。

【 0 0 8 0 】

単位動作期間 T_u において供給される印刷信号 $S I [m]$ の内容が $(b 1, b 2, b 3) = (1 \text{ or } 0, 1 \text{ or } 0, 1)$ である場合には、制御期間 T_{c1} 及び T_{c2} において、選択信号 $S a, S b, S c$ がそれぞれ L レベル、L レベル、H レベルとなるため、トランスミッションゲート $T G c$ により駆動波形信号 $C o m - C$ が選択され、単位波形 $P C 1$ 及び $P C 2$ が駆動信号 $V i n [m]$ として出力される。

30

この結果、 m 段の吐出部 3 5 からは、単位動作期間 T_u において、インクの吐出がなされず、インクの吐出状態の検査が行われる。

【 0 0 8 1 】

図 1 4 に、検査用の駆動信号 $V i n [m]$ の波形を示す。同図に示すように駆動信号 $V i n [m]$ は、時刻 $t 1s$ から時刻 $t 1e$ までの第 1 期間 $T 1$ 中に第 1 電位 $V 1$ となり、時刻 $t 2s$ から時刻 $t 2e$ までの第 2 期間 $T 2$ 中に第 2 電位 $V 2$ となり、時刻 $t 3s$ から時刻 $t 3e$ までの第 3 期間 $T 3$ 中に第 3 電位 $V 3$ となる。また、駆動信号 $V i n [m]$ は、第 1 電位 $V 1$ から第 2 電位 $V 2$ ($t 1e \sim t 2s$) に遷移し、第 2 電位 $V 2$ から第 3 電位 $V 3$ に遷移する ($t 2e \sim t 3s$) に遷移する。

40

【 0 0 8 2 】

この例では、第 1 電位 $V 1$ から第 2 電位 $V 2$ まで遷移させる時刻 $t 1e$ から時刻 $t 2s$ において圧電素子 5 0 0 にチャージされた電荷が放電される。この結果、圧電素子 5 0 0 はメニスカスをキャパティ 4 4 5 の内部に引き込むように加振される。この後、第 2 期間 $T 2$ では、第 2 電位 $V 2$ を保持し、時刻 $t 2e$ から時刻 $t 3s$ において、第 2 電位 $V 2$ から第 3 電位 $V 3$ に遷移させる。時刻 $t 2e$ から時刻 $t 3s$ までの期間では、圧電素子 5 0 0 に電荷がチャージされる。この結果、圧電素子 5 0 0 はメニスカスをキャパティ 4 4 5 の外部に押し出す方向に変位する。但し、インクがノズル N から吐出しないように第 3 電位 $V 3$ が設定

50

されている。仮に、第2電位 V_2 から第1電位 V_1 に遷移させると、圧電素子500の変位が短時間で元の状態に戻り、インクが吐出してしまう。

【0083】

そこで、本実施形態では、第3電位 V_3 が、第1電位 V_1 と第2電位 V_3 との間の電位となるように設定している。即ち、この例では、メニスカスをなるべくキャビティ445の内部に引き込んだ状態から、インクが吐出しないようにメニスカスを戻すことによって、キャビティ445の内部に大きな圧力変化を発生させる。これによって、残留振動を大きな振幅で取り出すことが可能となる。

【0084】

また、本実施形態においては、第1期間 T_1 の終了時刻 t_{1e} から第2期間 T_2 の終了時刻 t_{2e} までの時間を T_{xa} とし、キャビティ445の固有振動周期を T_c としたとき、以下のように時間 T_{xa} を定めることが好ましい。

キャビティ445内のインクは圧電素子500が撓むことによって加振される。このとき、キャビティ445内の圧力は固有振動周期 T_c に同期して増加減少する。一方、第2期間 T_2 の終了時刻 t_{2e} は、圧電素子500の変位の方向を変化させるタイミングである。大きな残留振動を得るためには、キャビティ445内の圧力の変化に同期して、圧電素子500の変位の方向を変化させることが好ましい。

【0085】

本実施形態に係るインクジェットプリンター1は、検査用の駆動信号 V_{in} により吐出部35を駆動して、その結果生じる当該吐出部35のキャビティ445内部の圧力変化に基づく圧電素子500の起電力の変化を残留振動信号 V_{out} として検出する。そして、残留振動信号 V_{out} に基づいて当該吐出部35に吐出異常があるか否かについての判定を実行する吐出異常検出処理を実行する。

【0086】

図15は、ヘッドドライバー50のうち切替部53の構成、並びに、切替部53と吐出異常検出部52、ヘッド部30、及び、駆動信号生成部51との電気的な接続関係を示すブロック図である。

同図に示すように、切替部53は、 M 個の吐出部35に1対1に対応する1段～ M 段の M 個の切替回路 U ($U[1]$ 、 $U[2]$ 、...、 $U[M]$)を備える。 m 段の切替回路 $U[m]$ は、 m 段の吐出部35を、駆動信号 $V_{in}[m]$ が供給される配線、又は吐出異常検出部52が備える吐出異常検出回路 DT のいずれか一方に、電気的に接続する。

以下では、各切替回路 U において、吐出部35と駆動信号生成部51とが電気的に接続されている状態を、第1の接続状態と称する。また、吐出部35と吐出異常検出部52の吐出異常検出回路 DT とが電気的に接続されている状態を、第2の接続状態と称する。

【0087】

制御部6は、 m 段の切替回路 $U[m]$ に対して、切替回路 $U[m]$ の接続状態を制御するための切替制御信号 $Sw[m]$ を供給する。

具体的には、制御部6は、単位動作期間 T_u において、印字を実行させる吐出部35に対応する切替回路を第1の接続状態とし、検査の対象となる吐出部35に対応する切替回路を第2の接続状態とするように切替制御信号 $Sw[1]$ 、 $Sw[2]$ 、...、 $Sw[M]$ を出力する。即ち、単位動作期間 T_u において、第1の接続状態と第2の接続状態と指定する切替制御信号 Sw が混在してもよいし、切替制御信号 Sw が全て第1の接続状態を指定してもよいし、切替制御信号 Sw が全て第2の接続状態を指定してもよい。

【0088】

図16は、ヘッドドライバー50のうち吐出異常検出部52が備える吐出異常検出回路 DT の構成を示すブロック図である。

図16に示すように、吐出異常検出回路 DT は、残留振動信号 V_{out} に基づいて、吐出部35の残留振動の1周期分の時間長を表す検出信号 NT_c を出力する検出部55と、検出信号 NT_c に基づいて、吐出部35における吐出異常の有無及び吐出異常がある場合におけるその吐出状態を判定して、判定結果を表す判定結果信号 Rs を出力する判定部56と、

10

20

30

40

50

を備える。

このうち検出部 55 は、吐出部 35 から出力される残留振動信号 V_{out} からノイズ成分等を除去した整形波形信号 V_d を生成する波形整形部 551 と、この整形波形信号 V_d 等に基づいて検出信号 NTc を生成する計測部 552 と、を備える。

【0089】

波形整形部 551 は、例えば、残留振動信号 V_{out} の周波数帯域よりも低域の周波数成分を減衰させた信号を出力するためのハイパスフィルターや、残留振動信号 V_{out} の周波数帯域よりも高域の周波数成分を減衰させた信号を出力するためのローパスフィルター等を備え、残留振動信号 V_{out} の周波数範囲を限定しノイズ成分を除去した整形波形信号 V_d を出力可能な構成を含む。

10

また、波形整形部 551 は、残留振動信号 V_{out} の振幅を調整するための負帰還型のアンプや、残留振動信号 V_{out} のインピーダンスを変換してローインピーダンスの整形波形信号 V_d を出力するためのボルテージフォロアなどを含む構成であってもよい。

【0090】

計測部 552 には、波形整形部 551 によって残留振動信号 V_{out} が整形されて成る整形波形信号 V_d と、制御部 6 が生成するマスク信号 Msk と、整形波形信号 V_d の振幅中心レベルの電位に定められた閾値電位 V_{th_c} とが供給される。計測部 552 は、これらの信号等に基づいて、検出信号 NTc と、当該検出信号 NTc が有効な値であるか否かを示す有効性フラグ $Flag$ と、検出信号 NTc の振幅 A とを特定して出力する。

図 17 は、計測部 552 の動作を示すタイミングチャートである。同図に示すように、振幅 A は、検出信号 NTc において最初に現れるピーク値 P と閾値電位 V_{th_c} との差の値である。検出信号 NTc において最初に現れるピーク値 P は、期間 T_{msk} が整形波形信号 V_d の波形の何れの時点で終了するかで、上側ピーク値及び下側ピーク値のいずれか一方になる。同図に示す例は、ピーク値 P が上側ピーク値である例である。

20

【0091】

図 17 に示すように、計測部 552 は、整形波形信号 V_d の示す電位と閾値電位 V_{th_c} とを比較して、整形波形信号 V_d の示す電位が閾値電位 V_{th_c} 以上となる場合にハイレベルとなり、整形波形信号 V_d の示す電位が閾値電位 V_{th_c} 未満となる場合にローレベルとなる比較信号 $Cmp1$ を生成する。

マスク信号 Msk は、波形整形部 551 からの整形波形信号 V_d の供給が開始されてから所定の期間 T_{msk} の間だけハイレベルとなる信号である。本実施形態では、整形波形信号 V_d のうち、期間 T_{msk} の経過後の整形波形信号 V_d のみを対象として検出信号 NTc を生成することで、残留振動の開始直後に重畳するノイズ成分を除去した精度の高い検出信号 NTc を得ることができる。

30

【0092】

計測部 552 は、カウンタ（不図示）を備える。当該カウンタは、マスク信号 Msk がローレベルに立ち下がった後、整形波形信号 V_d の示す電位が最初に閾値電位 V_{th_c} と等しくなるタイミングである時刻 t_1 において、クロック信号（不図示）のカウントを開始する。すなわち、当該カウンタは、マスク信号 Msk がローレベルに立ち下がった後、比較信号 $Cmp1$ が最初にハイレベルに立ち上がるタイミング、または、比較信号 $Cmp1$ が最初にローレベルに立ち下がるタイミングのうち、早い方のタイミングである時刻 t_1 において、カウントを開始する。

40

そして、当該カウンタは、カウントを開始した後において、整形波形信号 V_d の示す電位が、2 度目に閾値電位 V_{th_c} となるタイミングである時刻 t_2 においてクロック信号のカウントを終了させて、得られたカウント値を検出信号 NTc として出力する。すなわち、当該カウンタは、マスク信号 Msk がローレベルに立ち下がった後、比較信号 $Cmp1$ が 2 度目にハイレベルに立ち上がるタイミング、または、比較信号 $Cmp1$ が 2 度目にローレベルに立ち下がるタイミングのうち、早い方のタイミングである時刻 t_2 において、カウントを終了する。

このように、計測部 552 は、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間長を、整形波形信号 V_d

50

の1周期分の時間長として計測し、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの残留振動波形を示す信号として検出信号 NTc を生成する。つまり、検出信号 NTc の時間長は、整形波形信号 Vd の周期（すなわち残留振動信号 V_{out} の周期）を示す。

【0093】

ところで、整形波形信号 Vd の振幅が小さい場合には、計測部 552 は検出信号 NTc に係る計測を正確にできない可能性が高くなる。また、整形波形信号 Vd の振幅が小さい場合には、仮に検出信号 NTc の結果のみに基づいて吐出部 35 の吐出状態が正常であると判断される場合であっても、実際には吐出異常が生じている可能性が存在する。例えば、整形波形信号 Vd の振幅が小さい場合、キャピティ 445 にインクが注入されていないことによりインクを吐出できない状態であること等が考えられる。

10

【0094】

そこで、本実施形態は、整形波形信号 Vd の振幅が、検出信号 NTc の計測のために十分な大きさを有しているか否かを判定し、当該判定の結果を有効性フラグ $Flag$ として出力する。

具体的には、計測部 552 は、カウンタによりカウントが実行されている期間、つまり、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間において、振幅 A が「所定値」以上の場合に、有効性フラグ $Flag$ の値を、検出信号 NTc が有効であることを示す値「1」に設定し、それ以外の場合には「0」に設定したうえで、この有効性フラグ $Flag$ を出力する。ここで「所定値」とは、振幅 A の値が信頼性を有する最小の値である。振幅 A が、この所定値以下の値である場合、当該値は信頼性が乏しい値であるため、有効性フラグ $Flag$ の値を「0」に設定し、検出信号 NTc の計測に用いないこととする。

20

【0095】

このように本実施形態において、計測部 552 は、整形波形信号 Vd の1周期分の時間長を示す検出信号 NTc を生成するのに加え、整形波形信号 Vd が検出信号 NTc の計測のために十分な大きさの振幅を有しているか否かを判定するため、より正確に吐出異常を検出することが可能となる。

判定部 56 は、検出信号 NTc 、振幅 A 、及び有効性フラグ $Flag$ 、に基づいて、吐出部 35 におけるインクの吐出状態を判定し、判定結果を判定結果信号 Rs として出力する。

【0096】

図18は、本発明の実施形態に係るインクジェットプリンター1の判定部56による、吐出異常に係る原因の判定処理のフローチャートを示す図である。図19は、判定部56による判定の具体的な処理内容を示す図である。判定部56は、図19に示すように、検出信号 NTc の示す時間長（以下、「（残留振動の）周期」という。） T を、閾値 T_{x1} 、閾値 T_{x1} よりも長い周期を表す閾値 T_{x2} 、及び、閾値 T_{x2} よりも更に長い周期を表す閾値 T_{x3} のそれぞれと比較する。また、検出信号 NTc の振幅 A を、閾値 A_{th} と比較する。

30

【0097】

まず、計測部 552 による計測結果が判定部 56 に入力されると（ステップ S_1 ）、判定部 56 は、有効性フラグ $Flag$ の設定値が「1」であるか否かを判定する（ステップ S_2 ）。このステップ S_2 における判定結果が否定の場合（有効性フラグ $Flag$ の設定値が「0」である場合）、判定部 56 は、判定結果信号 Rs として「6」を設定する（ステップ S_2 ）。判定結果信号 Rs の設定値「6」は、図19に示すように、例えばインクがキャピティ 445 内部に注入されていない等、なんらかの原因により吐出異常が発生していることを示す設定値である。

40

【0098】

一方、ステップ S_2 の判定結果が肯定の場合、判定部 56 は、残留振動の周期 T が下記（式5）を満たすか否かを判定する（ステップ S_3 ）。

$$T_{x1} < T < T_{x2} \quad \dots \text{ (式5)}$$

閾値 T_{x1} は、キャピティ 445 等においてインクの顔料成分の沈降が生じた場合の残留振動の周期と、吐出状態が正常である場合の残留振動の周期との境界値である。閾値 T_{x2} は、ノズル N 出口近傍に紙粉が付着した場合の残留振動の周期と、吐出状態が正常である

50

場合の残留振動の周期との境界値である。

【 0 0 9 9 】

このステップ S 3 の判定結果が肯定の場合、判定部 5 6 は、判定結果信号 R s として、図 1 9 に示す「 1 」を設定する（ステップ S 4 ）。判定結果信号 R s の設定値「 1 」は、吐出部 3 5 におけるインクの吐出状態が正常であることを示す設定値である。

一方、ステップ S 3 の判定結果が否定の場合、判定部 5 6 は、残留振動の周期 T が下記（式 6 ）を満たすか否かを判定する（ステップ S 5 ）。

$$T < T \times 1 \quad \dots \text{ (式 6)}$$

【 0 1 0 0 】

このステップ S 5 の判定結果が否定の場合、判定部 5 6 は、残留振動の周期 T が下記（式 7 ）を満たすか否かを判定する（ステップ S 6 ）。

$$T \times 3 < T \quad \dots \text{ (式 7)}$$

閾値 $T \times 3$ は、ノズル N 近傍においてインクの増粘が生じた場合の残留振動の周期と、ノズル N 出口近傍に紙粉が付着した場合の残留振動の周期との境界値である。

このステップ S 6 の判定結果が肯定の場合、判定部 5 6 は、判定結果信号 R s として「 5 」を設定する（ステップ S 7 ）。判定結果信号 R s の設定値「 5 」は、図 1 9 に示すように、ノズル N 近傍におけるインクの増粘により吐出異常が発生していることを示す設定値である。

一方、ステップ S 6 の判定結果が否定の場合、判定部 5 6 は、判定結果信号 R s として「 4 」を設定する（ステップ S 8 ）。判定結果信号 R s の設定値「 4 」は、図 1 9 に示すように、ノズル N 出口近傍に付着した紙粉により吐出異常が発生していることを示す設定値である。

【 0 1 0 1 】

ところで、ステップ S 5 の判定結果が肯定である場合は、キャピティ 4 4 5 内部で沈降状態が生じている場合である。この場合、判定部 5 6 は、残留振動の振幅 A が下記（式 8 ）を満たすか否かを判定する（ステップ S 9 ）。

$$A_{th} < A \quad \dots \text{ (式 8)}$$

閾値 A_{th} は、キャピティ 4 4 5 内部で第 1 沈降状態が生じた際の残留振動の振幅と、第 2 沈降状態が生じた際の残留振動の振幅との境界値である。

ステップ S 9 の判定結果が肯定の場合、判定部 5 6 は、判定結果信号 R s として「 1 」を設定する（ステップ S 1 0 ）。判定結果信号 R s の設定値「 1 」は、図 1 9 に示すように、キャピティ 4 4 5 内で第 1 沈降状態が生じていることを示す設定値である。

一方、ステップ S 9 の判定結果が否定の場合、判定部 5 6 は、判定結果信号 R s として「 2 」を設定する（ステップ S 1 1 ）。判定結果信号 R s の設定値「 2 」は、図 1 9 に示すように、キャピティ 4 4 5 内で第 2 沈降状態が生じていることを示す設定値である。

【 0 1 0 2 】

上述したステップ S 2 、ステップ S 4 、ステップ S 7 、ステップ S 8 、ステップ S 1 0 、またはステップ S 1 1 において吐出異常の原因を示す判定結果信号 R s の値が設定されると、当該判定結果信号 R s は、制御部 6 に出力され、当該判定処理を終了する。

ところで制御部 6 は、吐出異常が生じていることを示す判定結果信号 R s が入力された場合には、必要に応じて、印刷処理を中断し（厳密には、印刷動作期間を中断させて）、ヘッド部 3 0 を初期位置（ $X = X_{ini}$ ）に移動させたうえで、判定結果信号 R s に示される吐出異常の原因に応じた適切な回復処理を、回復手段 7 0 によって実行する。

【 0 1 0 3 】

回復手段 7 0 は、吐出異常が生じた場合に、その原因に応じた（判定結果信号 R s に応じた）回復処理を実行して、吐出部 3 5 の正常な吐出機能を回復させる手段である。具体的には、回復手段 7 0 が実行する回復処理としては、上述したポンピング処理、上述したワイピング処理、「フラッシング処理」、及び「攪拌振動処理」を挙げることができる。これらの各回復処理を実行する各部材が、それぞれ回復手段 7 0 として機能する。従って

10

20

30

40

50

、ポンピング処理においては、上述した吸引ポンプ 130 などが回復手段 70 として機能する。また、ワイピング処理においては、上述したワイピング部材 140 などが回復手段 70 として機能する。

「フラッシング処理」は、対象となるノズル N の出口をキャッピング手段 120 で覆うことによって被記録媒体 200 にインク滴がかからない状態とした上で、当該ノズル N からインク滴を吐出させるヘッドクリーニング処理である。このフラッシング処理においては、ヘッドドライバー 50 及びヘッド部 30 などが回復手段 70 として機能する。

「攪拌振動処理」は、ノズル N からインクを吐出させることなくキャビティ 445 を膨張または収縮させることで、キャビティ 445 内部で沈降したインクの顔料成分を拡散させる処理である。具体的には、制御部 6 は、ノズル N からインクが吐出しないうに且つキャビティ 445 内部のインクが攪拌されるように圧電素子 500 を微振動させる駆動信号（攪拌駆動信号）を駆動信号生成部 51 に生成させる。この攪拌振動処理においては、ヘッドドライバー 50 及びヘッド部 30 などが回復手段 70 として機能する。

【0104】

従来のインクジェットプリンターにおいても、吐出異常が生じた際に回復手段による回復処理が実行されるものが存在する。しかしながら、例えばフラッシング処理は一定量のインクを廃棄する処理であるところ、インクの消費量を抑制する観点からは、フラッシング処理を極力避けることが好ましい。例えばインクの増粘や第 2 沈降状態が生じた場合のようにフラッシング処理の実行が真に必要な場合にはフラッシング処理をすることも止むを得ないが、例えば第 1 沈降状態が生じた場合等には攪拌振動処理の実行で足りる。

しかしながら、従来のインクジェットプリンターにおいては、インクの顔料成分の沈降が生じたことを明確に判定することができないため、フラッシング処理が真に必要な場合（例えばインクの増粘や第 2 沈降状態が生じた場合）以外の場合であっても、フラッシング処理が実行されてしまうことがある。

このような事情に鑑みて、本実施形態では図 18 及び図 19 を参照して説明した処理によって、インクの増粘が生じたことと、第 1 沈降状態が生じたことと、第 2 沈降状態が生じたこととをそれぞれ識別して検出し、その検出結果に基づいて、インクの増粘が生じた場合及び第 2 沈降状態が生じた場合のみ、制御部 6 は回復手段 70 によってフラッシング処理を実行する。これにより、フラッシング処理の実行回数が必要最小限に抑制されるため、インクの無駄な消費が抑制される。

【0105】

以上説明したように、本発明の一実施形態によれば、インクの顔料成分の沈降が生じたことを判定可能な液体吐出装置 1 を提供することができる。

なお、図 18 及び図 19 を参照して説明した判定部 56 による判定は、制御部 6（CPU 61）によって実行されるものであっても構わない。この場合、吐出異常検出部 52 の吐出異常検出回路 DT は、判定部 56 を備えずに構成され、検出部 55 が生成する検出信号 NTc を制御部 6 に対して出力するものであればよい。

【0106】

< B . 変形例 >

以上説明した実施形態は多様に変形され得る。具体的な変形の態様を以下に例示する。

《第 1 の変形例》

上述した実施形態と重複する説明については省略し、相違点のみを説明する。相違点は、インクジェットプリンター 1 の判定部 56 による判定処理である。すなわち、図 18 を参照して説明したフローチャートの処理はあくまで一例であり、全てのステップに係る処理が必須なわけではないし、各ステップの処理順序についても必須ではない。以下、詳細に説明する。

【0107】

判定部 56 は、吐出異常に係る原因の判定処理を実行するに際して、各ステップの判定処理を可能とする情報（有効性フラグ Flag、検出信号 NTc（すなわち残留振動の周期 T）、または振幅 A）が入力された時点以降、実行可能になったステップの判定処理を、任

10

20

30

40

50

意のタイミングで実行することができる。

具体的には、判定部 5 6 は、有効性フラグ Flag の設定値の判定処理（ステップ S 2）を実行することなく、ステップ S 3 の判定処理（吐出異常が生じたか否かを判定する処理）以降の判定処理を実行してもよい。さらには、ステップ S 3 に係る判定処理を実行することなく、ステップ S 5 以降の判定処理（吐出異常の原因を判定する処理）を実行してもよい。つまり、図 1 8 に示すフローチャートの処理順序に従うことなく、所望の処理順序で所望のステップに係る判定処理を判定部 5 6 に実行させてもよい。また、特定のステップに係る判定処理が不要である場合には、当該ステップに係る判定処理を判定部 5 6 に実行させないように構成してもよい。

【0108】

《第 2 の変形例》

上述した実施形態において検査用の駆動信号 Vin は、第 1 電位 V 1、第 2 電位 V 2 及び第 3 電位 V 3 の 3 つの状態をとるものであったが、本発明はこれに限定されるものではなく、4 つ以上の電位を含む信号波形であってもよい。

例えば、図 2 0 に示すように、第 1 期間 T 1 の終了時刻 t 1e から第 2 期間 T 2 の開始時刻 t 2s までの期間に、第 4 電位 V 4 を維持する第 4 期間 T 4 を設け、時刻 t 1e から時刻 t 4s までに第 1 電位 V 1 から第 4 電位 V 4 に遷移させ、時刻 t 4e から時刻 t 2s までに第 4 電位 V 4 から第 2 電位 V 2 に遷移させてもよい。

【0109】

ここで、第 4 電位 V 4 と第 2 電位 V 2 との電位差 V 42 は、第 1 電位 V 1 と第 2 電位 V 2 との電位差 V 12 よりも大きい。従って、実施形態と比較して本変形例の検査用の駆動信号 Vin は、キャビティ 4 4 5 内のインクをより大きな力で加振することができる。よって、インクの粘度が大きい場合などに効果的である。

また、第 4 期間 T 4 の終了時刻 t 4e から第 2 期間 T 2 の終了時刻 t 2e までの時間を T x b とし、キャビティ 4 4 5 の固有振動周期を T c としたとき、上述した実施形態と同様の理由から、時間 T x b は T c / 2 であることが好ましく、更に、以下に示す（式 9）を充足するものであってもよい。

$$T c / 2 - T c / 4 < T x b < T c / 2 + T c / 4 \dots \dots \text{（式 9）}$$

また、特に、T c / 2 から T c / 2 + T c / 4 までの範囲は、圧力が減少から増加へ転じた後であるので、その範囲に時間 T x b を設定することによって、さらに効率を高めることができる。

【0110】

《第 3 の変形例》

上述した実施形態及び変形例において、インクジェットプリンターは、図 1 に示すようなラインプリンターであるが、シリアルプリンターであってもよい。例えば、図 1 に示すヘッド部 3 0 の代わりに、Y 軸方向の幅が記録用紙 P の幅よりも狭いヘッド部を備え、キャリッジの主走査方向が Y 軸方向となるようなインクジェットプリンターであってもよい。

【0111】

《第 4 の変形例》

上述した実施形態及び変形例は、液体としてインクを吐出する液体吐出装置の一例として、インクジェットプリンターを例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、液体を吐出するのであれば、どのような装置であってもよい。例えば以下のような各種の材料を含む液体（サスペンション、エマルション等の分散液を含む）を吐出する装置であってもよい。即ち、カラーフィルタのフィルタ材料（インク）、有機 E L（Electro Luminescence）装置における E L 発光層を形成するための発光材料、電子放出装置における電極上に蛍光体を形成するための蛍光材料、P D P（Plasma Display Panel）装置における蛍光体を形成するための蛍光材料、電気泳動表示装置における泳動体を形成する泳動体材料、基板 W の表面にバンクを形成するためのバンク材料、各種コーティング材料、電極を形成するための液状電極材料、2 枚の基板間に微小なセルギャップを構成するためのスペ

10

20

30

40

50

ーサを構成する粒子材料、金属配線を形成するための液状金属材料、マイクロレンズを形成するためのレンズ材料、レジスト材料、光拡散体を形成するための光拡散材料、DNAチップやプロテインチップなどのバイオセンサーに利用する各種試験液体材料などである。

また、本発明では、液体を吐出する対象となる液体受容物は、記録用紙のような紙に限らず、フィルム、織布、不織布等の他のメディアや、ガラス基板、シリコン基板等の各種基板のようなワークであってもよい。

【0112】

< C . 応用例 >

《第1の応用例》

上述した一実施形態に係る液体吐出装置1によれば、吐出異常が生じた場合に、インクの顔料成分の沈降が生じたことを他の現象とは区別して検出可能となる上に、その沈降の程度をも検出することができるため、その沈降の程度に応じた適切な回復処理の実行が可能となり、無駄なフラッシング処理によるインクの消費を抑制することができる。

本応用例に係る白色系インクは再分散性が高いため、上述した一実施形態に係る液体吐出装置1と本応用例に係る白色系インクとを併用することで、従来のインクを用いた場合では回復処理としてフラッシング処理を実行せざるを得ない程度の沈降が生じた場合であっても、攪拌振動処理の実行で足りるようになる。つまり、フラッシング処理の実行回数を更に抑制することができるため、インクの無駄な消費を更に抑制することができる。

以下、本応用例に係る白色系インクについて詳細に説明する。

【0113】

本応用例に係る捺染用白色インクジェットインクは、白色顔料と、ウレタン樹脂と、を含有し、白色顔料の平均粒径と、ウレタン樹脂の平均粒径と、が下記(式10)を満たす捺染用インクジェットインクである。

$$2 \text{ 白色顔料の平均粒径} / \text{ウレタン樹脂の平均粒径} = 1.2 \dots \text{(式10)}$$

以下、本実施の形態に係るインクジェットインクに含まれる各成分について詳細に説明する。

【0114】

[白色顔料]

本応用例に係るインクジェットインクは、白色顔料を含有する。白色顔料としては、例えば、金属酸化物、硫酸バリウム、炭酸カルシウム等が挙げられる。金属酸化物としては、例えば、二酸化チタン、酸化亜鉛、シリカ、アルミナ、酸化マグネシウム等が挙げられる。これらの中でも、白色度に優れているという観点から、二酸化チタンが好ましい。

【0115】

白色顔料の平均粒径は、式を満たす限りにおいて特に限定されないが、例えば、300nm~400nmであることが好ましい。平均粒径が400nmを超えると、白色インクの吐出性が悪化するといった信頼性の低下を招く場合がある。一方、平均粒径が、300nm未満であると、白色度等の色濃度が不足する傾向がある。本明細書において、平均粒径とは、体積基準とした場合の、累積50%粒子径を意味し、光散乱法によって測定される。平均粒径の測定は、例えば、マイクロトラックUPA150(Microtrac Inc.社)を使用して測定することができる。

【0116】

白色顔料の含有量は、インクジェットインクの総質量に対して、5~15質量%であることが好ましい。白色顔料の含有量が15質量%を超えると、インクジェット式記録ヘッドの目詰まり等の信頼性を損なうことがある。一方、含有量が5質量%未満であると、白色度等の色濃度が不足する場合がある。

【0117】

[ウレタン樹脂]

本応用例に係るインクジェットインクは、ウレタン樹脂を含む。ウレタン樹脂としては、特に制限なく使用することができる。ウレタン樹脂としては、特に限定されず、ウレタ

10

20

30

40

50

ン結合以外に、主鎖にエーテル結合を含むポリエーテル型ウレタン樹脂、主鎖にエステル結合を含むポリエステル型ウレタン樹脂、主鎖にカーボネート結合を含むポリカーボネート型ウレタン樹脂、などを使用できる。なかでも、ポリカーボネート型ウレタン樹脂およびポリエステル型ウレタン樹脂を好ましく使用できる。

【0118】

ウレタン樹脂の平均粒径は、式を満たす限りにおいて特に限定されないが、例えば、25～180nmであることが好ましい。範囲とすることで、白色インクが沈降した際に凝集・固化が抑制され、再分散性が向上するという有利な効果が得られる。一方、平均粒径が180nmを超えると、白色インクの吐出性が悪化するという信頼性の低下を招く場合があり、平均粒径が25nm未満であると、印捺物の定着性が低下し、摩擦堅牢性が悪化する恐れがある。また、インク中のウレタン樹脂の形態としては、特に限定されないが、エマルジョンであることが好ましい。

10

【0119】

ウレタン樹脂の酸価は、特に限定されないが、好ましくは10～25mg KOH/gである。範囲とすることで、布帛上に印捺した場合に、白色インクの裏抜けを抑制し、高い色濃度を実現できるという有利な効果が得られる。酸価が25mg KOH/gを超えるとウレタン樹脂の水溶性が増し、摩擦堅牢性の悪化を招く恐れがある。また、酸価が10mg KOH/g未満では、ウレタン樹脂と捺染用前処理剤中に存在する多価金属イオンとの反応性が低く、白色インクが裏抜けする傾向がある。ここで、本明細書における酸価は、滴定法により測定するものとする。

20

【0120】

ウレタン樹脂の例としては、市販品を用いてもよく、例えば、第一工業製薬(株)製のスーパーフレックス(SF)シリーズの中の、SF150(平均粒径70nm)、SF150HS(平均粒径110nm)、SF210(平均粒径50nm)、SF800(平均粒径30nm)、SF870(平均粒径30nm)、SF460(平均粒径30nm)、SF470(平均粒径50nm)、三井化学(株)製のタケラックシリーズの中の、WS-5000(平均粒径90nm)、WS6021(平均粒径70nm)、W6010(平均粒径60nm)、W6020(平均粒径80nm)、W6061(平均粒径100nm)、W605(平均粒径80nm)、などが挙げられる。これらのウレタン樹脂の中でも、樹脂酸価が10～25mg KOH/gを満たす第一工業製薬(株)製のSF150、SF470等がより好ましい。また、ウレタン樹脂としては公知の方法により合成されたポリウレタン樹脂も用いることができる。

30

【0121】

[その他の成分]

本応用例に係る捺染用白色インクジェットインクは、成分に加えて、アルカンジオールおよびグリコールエーテルから選択される少なくとも1種を添加してもよい。アルカンジオールやグリコールエーテルは、記録媒体等の被記録面への濡れ性を高めてインクの浸透性を高めることができる。

本応用例に係る捺染用白色インクジェットインクは、分散剤を含むことができる。分散剤の含有量は、白色顔料の含有量に対して、3～30質量%であることが好ましい。分散剤及び白色顔料の含有量を範囲とすることにより、白色顔料の分散性に優れたインクが得られ、また、白色顔料が凝集したとしても再分散性に優れたインクを得ることができる。

40

【0122】

本応用例に係るインクジェットインクは、成分に加えて、アセチレングリコール系界面活性剤またはポリシロキサン系界面活性剤を添加してもよい。アセチレングリコール系界面活性剤またはポリシロキサン系界面活性剤は、記録媒体などの被記録面への濡れ性を高めてインクの浸透性を高めることができる。

【0123】

さらに、本応用例に係るインクジェットインクは、アニオン性界面活性剤、ノニオン性界面活性剤、両性界面活性剤等のその他の界面活性剤を添加してもよい。界面活性剤の含有量は、インクジェットインクの総質量に対して、好ましくは0.01～5質量%であり

50

、より好ましくは0.1～0.5質量%である。

本応用例に係るインクジェットインクは、成分に加えて、多価アルコールを添加してもよい。多価アルコールは、インクの乾燥を防止し、インクジェット式記録ヘッド部分におけるインクの目詰まりを防止することができる。多価アルコールの含有量は、インクジェットインクの全質量に対して、好ましくは0.1～30質量%であり、より好ましくは0.5～20質量%である。

【0124】

本応用例に係るインクジェットインクは、水を50質量%以上含有する、いわゆる水系インクであってもよい。水系インクは、非水系（溶剤系）インクに比べて、記録ヘッドに用いられているピエゾ素子等や、記録媒体に含まれる有機バインダー等への反応性が弱く、溶かしてしまう、腐食するといった不具合が少ない。また、非水系（溶剤系）インクでは、用いた溶剤が高沸点・低粘度であると、乾燥時間が非常にかかるという問題も生ずる。さらに、溶剤系インクに比べて水系インクは臭いも非常に抑えられており、半分以上が水であるので環境にも良いという利点がある。なお、水としては、イオン交換水、逆浸透水、蒸留水、超純水等が挙げられ、水の含有量は50～90質量%が好ましい。

【0125】

本応用例に係るインクジェットインクは、従来公知の装置、例えば、ボールミル、サンドミル、アトライター、バスケットミル、ロールミルなどを使用して、従来の顔料インクと同様に調製することができる。調製に際しては、メンブランフィルターやメッシュフィルター等を用いて粗大粒子を除去することが好ましい。

【0126】

《第2の応用例》

上述した一実施形態に係る液体吐出装置1によれば、吐出異常が生じた場合に、インクの顔料成分の沈降が生じたことを他の現象とは区別して検出可能となる上に、その沈降の程度をも検出することができるため、その沈降の程度に応じた適切な回復処理の実行が可能となり、無駄なフラッシング処理によるインクの消費を抑制することができる。

本応用例に係る白色系インクは、吐出安定性に優れ、白色度の高い画像を記録できる。特に、白色系顔料を含む沈降物が生じて、これが硬化したり増粘したりしにくいので、インクジェット記録装置に白色系インクを供給した状態で長期間保存しても吐出不良が生じにくい。このため、上述した一実施形態に係る液体吐出装置1と本応用例に係る白色系インクとを併用することで、従来のインクを用いた場合では回復処理としてフラッシング処理を実行せざるを得ない程度の沈降が生じた場合であっても、攪拌振動処理の実行で足りるようになる。つまり、フラッシング処理の実行回数を更に抑制することができるため、インクの無駄な消費を更に抑制することができる。

以下、本応用例に係る白色系インクについて詳細に説明する。

【0127】

本応用例に係るインクジェット記録用白色系インク（以下、単に「白色系インク」ともいう。）は、平均粒子径が200nm以上400nm以下であり、金属酸化物からなる白色系顔料を含有し、下記（式11）を満たす。

$$0.5 \times A \leq V \leq 1.3 \times A \quad \dots \text{(式11)}$$

（式11）において、Aは、白色系インクに含まれる白色系顔料の含有量（質量%）を示す。また、Vは、白色系インク中で白色系顔料が完全に沈降したとき、白色系インクの全体積に占める白色系顔料の体積の割合（%）を示す。

ここで「白色系インク中で白色系顔料が完全に沈降したとき」とは、白色系インクをインクジェットプリンターに充填して、温度20℃、湿度50%RHの条件下で、6ヶ月間相当で保存した場合のことをいう。

また、（式11）中の「V」は、本明細書では沈降体積率（%）ともいい、白色系インク中で白色系顔料が完全に沈降したときに、二層に分離したインクの界面を基準として、下層の体積を算出することによって得られる。具体的には、白色系インク中で白色系顔料が完全に沈降すると、透明の液体からなる上層（主として溶媒からなる）と、白色の沈降

物からなる下層（主として白色系顔料からなる）とに分離する。このとき、下層の体積が、上層および下層の体積の合計に占める割合を算出する。こうすることで、沈降体積率（％）が求められる。

沈降体積率が（式 11）を満たすことで、インクジェット記録装置内で白色系顔料を含む沈降物が生じても、これが硬化したり、増粘したりしにくいことを見出した。このように（式 10）を満たすことで、吐出安定性に優れた白色系インクが得られる。

具体的には、（式 11）において、 V が $0.5 \times A$ 未満であると、沈降物は強固かつ高密度に流路に密着した状態であり良好ではない。一方で、（式 10）において、 V が $1.3 \times A$ 超過であると、沈降物は高粘度の状態で見出し、白色系インクとしては良好ではない。なお、（式 11）において、白色系インクは $0.6 \times A < V < 1.0 \times A$ を満たすものであれば、一層良好な白色系インクとなる。

10

【 0 1 2 8 】

[白色系顔料]

本応用例に係る白色系インクは、金属酸化物からなる白色系顔料を含有する。金属酸化物としては、例えば、二酸化チタン、酸化亜鉛、シリカ、アルミナ、酸化マグネシウム等が挙げられる。これらの中でも、特に白色度および耐擦性に優れるという観点から、二酸化チタンが好ましい。

なお、白色系顔料には、例えば米国特許第 4,880,465 号などの明細書に記載されている中空構造を有する粒子を含まない。中空構造を有する粒子は、嵩高いため、（式 11）を満たさないためである。

20

白色系顔料の体積基準の平均粒子径（以下、「平均粒子径」という。）は、200 nm 以上 400 nm 以下である。白色系顔料の平均粒子径が範囲内、とりわけ下限を下回らずにあることで、良好な白色度を備えた画像を記録できる。また、白色系顔料の平均粒子径が範囲内、とりわけ上限を超えずにあることで、吐出安定性に優れた白色系インクが得られる。

白色系顔料の平均粒子径は、レーザー回折散乱法を測定原理とする粒度分布測定装置により測定することができる。粒度分布測定装置としては、例えば、動的光散乱法を測定原理とする粒度分布計（例えば、「マイクロトラック U P A」日機装株式会社製）が挙げられる。

白色系顔料の含有量（固形分）は、白色系インクの全質量に対して、好ましくは 1 % 以上 30 % 以下であり、より好ましくは 1 % 以上 20 % 以下である。白色系顔料の含有量が範囲内、とりわけ下限を下回らずにあることで、白色度等の色濃度が良好になる場合がある。また、白色系顔料の含有量が範囲内、とりわけ上限を超えずにあることで、ノズル詰まり等の発生を低減できる場合がある。

30

[樹脂]

本応用例に係る白色系インクは、樹脂を含有することができる。樹脂の機能としては、記録媒体上に白色系インクを定着させることや、白色系顔料を白色系インク中で分散させることが挙げられる。

このような樹脂としては、例えば、アクリル系樹脂、スチレンアクリル系樹脂、フルオレン系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ロジン変性樹脂、テルペン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、エポキシ系樹脂、エチレン - 酢酸ビニル共重合体樹脂等の公知の樹脂や、ポリオレフィンワックス等が挙げられる。これらの樹脂は、1 種単独または 2 種以上組み合わせ用いることができる。

40

樹脂のうち、スチレンアクリル系樹脂は、沈降物を増粘させる作用が小さいので好ましく用いることができる。

スチレンアクリル系樹脂としては、例えば、スチレン - アクリル酸共重合体、スチレン - メタクリル酸共重合体、スチレン - メタクリル酸 - アクリル酸エステル共重合体、スチレン - メチルスチレン - アクリル酸共重合体、スチレン - メチルスチレン - アクリル酸 - アクリル酸エステル共重合体等が挙げられる。なお、共重合体の形態としては、ランダム共重合体、ブロック共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれの形態

50

でも用いることができる。なお、スチレンアクリル系樹脂としては、市販されているものを利用してよい。スチレンアクリル樹脂の市販品としては、例えば、YS-1274（星光PMC株式会社製、溶液タイプ）、JONCRYL 61J（BASFジャパン株式会社製、溶液タイプ）等が挙げられる。

樹脂を含有する場合には、その含有量が、白色系インク的全質量に対して、0.5質量%以上9質量%以下であることが好ましい。樹脂の含有量が範囲内にあると、白色系顔料を含む沈降物の硬化や増粘が生じにくくなる。

なお、本応用例に係る白色系インクには、塩化ビニル系樹脂を実質的に含有しないことが好ましい。塩化ビニル系樹脂は、白色系顔料を含む沈降物を増粘させることがあるためである。

塩化ビニル系樹脂を実質的に含有しないとは、例えば、インク中における塩化ビニル系樹脂の含有量が0.1質量%以下、より好ましくは0.05質量%以下、一層好ましくは0.01質量%以下であることをいう。

[シリカ粒子]

本応用例に係る白色系インクは、シリカ(SiO₂)粒子を含有することができる。シリカ粒子は、白色系顔料を含む沈降物の硬化を抑制する機能を備える。具体的には、シリカ粒子は、白色系顔料の粒子間に入り込み、スペーサーとして機能することで、沈降物の硬化を抑制できる。

シリカ粒子は、シリカ粒子を水や有機溶媒中に分散させたコロイド溶液としたもの(コロイダルシリカ)を添加することが好ましい。これにより、シリカ粒子をインク中で容易に分散できる。このようなコロイダルシリカとしては、市販品を用いることもでき、例えば、扶桑化学工業株式会社製のクォートロン PL-1、PL-3、PL-7、日産化学株式会社製のスノーテックス XS、OX S、NX S、CX S-9等が挙げられる。

シリカ粒子を含有する場合には、その含有量が、白色系インク的全質量に対して、0.1質量%以上5質量%以下であることが好ましく、0.5質量%以上3質量%以下であることがより好ましい。シリカ粒子の含有量が範囲内にあると、沈降物の硬化を抑制する作用がさらに高まる場合がある。

シリカ粒子の好ましい体積基準の平均粒子径は、30nm以上120nm以下である。この範囲内にあることによって、白色系顔料のスペーサーとしての機能が良好に発揮される。また、白色系顔料とシリカ粒子の平均粒子径の好ましい関係は、白色系顔料の平均粒子径：シリカ粒子の平均粒子径=3：1～7：1であり、より好ましくは3.5：1～6.5：1である。なお、シリカ粒子の体積基準の平均粒子径は、白色系顔料の体積基準の平均粒子径と同様の方法で測定できる。

[糖類]

本応用例に係る白色系インクは、糖類を含有することができる。糖類は、白色系インクの湿潤性を高めて、インクジェット式記録ヘッドの目詰まりの抑制効果を高める機能や、沈降物の硬化を抑制する機能を備える。

糖は、単糖と二糖以上の糖により構成されていてもよいし、単糖のみであってもよいし、二糖以上の糖のみによって構成されていてもよい。糖の種類は、求める効果の範囲で適宜選択される。つまり、沈降物の硬化を抑制する効果に重点を置きたい場合には、二糖以上の糖のみ(単糖を含有しない)により構成されていてもよい。また、二糖以上の糖のみによって構成されている場合、その糖は、二糖と三糖以上の糖のみであってもよい。

【0129】

本応用例に係る白色系インクは、糖として、単糖、二糖以上の糖(オリゴ糖(三糖および四糖を含む)および多糖)を含有しても良い。単糖、二糖以上の糖の例としては、グルコース、リボース、マンニトール、マンノース、フルクトース、リボース、キシロース、アラビノース、ガラクトース、アルドン酸、グルシトール、(ソルビット)、マルトース、セロビオース、ラクトース、スクロース、トレハロース、マルトトリオース、などがあげられる。ここで、多糖とは広義の糖を意味し、アルギン酸、痒|シクロデキストリン、セルロースなど自然界に広く存在する物質を含む意味に用いることとする。また、これら

10

20

30

40

50

の糖の誘導体としては、した糖の還元糖〔（例えば、糖アルコール（一般式 $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_n\text{CH}_2\text{OH}$ （ここで、 $n = 2 \sim 5$ の整数を表す）で表される〕、酸化糖（例えば、アルドン酸、ウロン酸など）、アミノ酸、チオ糖などがあげられる。糖の種類は特に限定されないが、特に還元糖が好ましく、具体例としてはグルコース、フルクトースなどが挙げられる。

【0130】

また、単糖と二糖以上の糖が添加されている場合、インク中に含有された糖全体に対して、単糖の割合が5質量%以上50質量%以下であることが好ましく、より好ましくは、20質量%以上45質量%以下である。これにより、糖が保湿剤として作用し、記録ヘッドのノズル目詰まりを防ぐことができる。さらに、糖が白色系顔料の粒子に吸着し、粒子の凝集を防ぎ、白色色材の沈降による底面で固化を防ぐことができる。また、糖は三糖（二糖以上の糖の一種）を含むと一層好ましい。三糖を含有させる場合には、その含有量は特に限定されないが、3質量%以上90質量%以下が好ましく、より好ましくは25質量%以上85質量%以下である。なお、単糖と二糖以上の糖をインクに添加する場合、単糖と二糖以上の糖を別個に添加してもよいし、2つを含む混合糖（例えばシラップ）を添加してもよい。

還元糖の市販品としては、例えば「HS-500」（株式会社林原商事製）、「HS-300」（株式会社林原商事製）、「HS-60」（株式会社林原商事製）、「HS-30」（株式会社林原商事製）、「HS-20」（株式会社林原商事製）等が挙げられる。

糖類を含有する場合には、その含有量が、白色系インクの全質量に対して、2質量%以上15質量%以下であることが好ましく、5質量%以上10質量%以下であることがより好ましい。糖の含有量が範囲内にあると、記録される画像の乾燥性が良好であり、沈降物の硬化を良好に抑制できる。

〔その他の成分〕

本応用例に係る白色系インクは、有機溶媒、界面活性剤および水等を含有してもよい。

【0131】

本応用例に係る白色系インクは、従来公知の装置、例えば、ボールミル、サンドミル、アトライター、バスケットミル、ロールミルなどを使用して、従来の顔料インクと同様に調製することができる。調製に際しては、メンブランフィルターやメッシュフィルター等を用いて粗大粒子を除去することが好ましい。

《第3の応用例》

上述した一実施形態に係る液体吐出装置1によれば、吐出異常が生じた場合に、インクの顔料成分の沈降が生じたことを他の現象とは区別して検出可能となる上に、その沈降の程度をも検出することができるため、その沈降の程度に応じた適切な回復処理の実行が可能となり、無駄なフラッシング処理によるインクの消費を抑制することができる。

本応用例に係る白色系インクは、顔料成分の凝集による沈降を抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に優れる。このため、上述した一実施形態に係る液体吐出装置1と本応用例に係る白色系インクとを併用することで、フラッシング処理の実行回数を更に抑制することができるため、インクの無駄な消費を更に抑制することができる。

以下、本応用例に係る白色系インクについて詳細に説明する。

【0132】

本明細書において「分散安定性」とは、固体粒子を液体中に分散させて安定な懸濁液を形成する性質をいう。「吐出安定性」とは、ノズルの目詰まりがなく常に安定したインクの液滴をノズルから吐出させる性質をいう。

本応用例に係るインクジェット記録用水性顔料インクは、自己分散型顔料と、4級アミノ酸と、アルカンジオールと、を含有する。そして、アルカンジオールは、少なくとも1,6-ヘキサジオールを含み、かつ、4級アミノ酸は1,6-ヘキサジオールよりも多く含有されることを特徴とする。以下、当該顔料インクに含まれるか又は含まれ得る添加剤（成分）について説明する。

【0133】

〔自己分散型顔料〕

本応用例に係るインクジェット記録用水性顔料インクは、自己分散型顔料を含有する。この自己分散型顔料は、のとおり、その表面が分散性付与基（親水性官能基及びその塩のうち少なくともいずれか）の結合により改質されたものである。このような表面改質により、自己分散型顔料は分散剤を使用しなくとも水性溶媒中で安定的に分散することができる。また、顔料は、酸化チタン等のセラミックス、樹脂微粒子、及び金属などの、白色又はメタリックの顔料であってもよい。

自己分散型顔料は、顔料の表面に分散性付与基を、直接的に、又はアルキル基、アルキルエーテル基、アリアル基等を介して間接的に結合させることにより作製することができる。このようにして顔料から加工された自己分散型顔料は、分散剤の不存在下で水性溶媒中に分散又は溶解する。

10

【0134】

また、自己分散型顔料は、インクの保存安定性を良好にし、かつ、ノズルの目詰まりを防止するため、その平均粒径が50～250nmの範囲であることが好ましい。ここで、本明細書において、平均粒径とは、光散乱法による球換算50%平均粒径（ d_{50} ）を意味し、以下のようにして得られる値である。

【0135】

分散媒中の粒子に光を照射し、この分散媒の前方・側方・後方に配置された検出器によって、発生する回折散乱光を測定する。得られた測定値を利用して、本来は不定形である粒子を、球形であると仮定し、当該粒子の体積と等しい球に換算された粒子集団の全体積を100%として累積カーブを求め、その際の累積値が50%となる点を、「光散乱法による球換算50%平均粒径（ d_{50} ）」とする。回折散乱光の測定装置としては、例えば、レーザー回折散乱式粒度分布測定器 LMS-2000e（セイシン企業社（SEISHIN ENTERPRISE Co., Ltd.）製商品名）などが挙げられる。

20

【0136】

自己分散型顔料のうち、ブラック色の自己分散型顔料の市販品として、例えば、Cabot社より異なる2種類の製品として販売されている。CAB-O-JET200（スルホン化カーボンブラック）、CAB-O-JET300（カルボキシル化カーボンブラック）（以上、キャボット社（Cabot Corporation）製商品名）、Bonjet Black CW-1（オリエン特化学工業社（ORIENT CHEMICAL INDUSTRIES CO., LTD.）製商品名）が挙げられる。

30

【0137】

自己分散型顔料の表面に結合される分散性付与基としては、以下に限定されないが、例えば、カルボキシル基（-COOH）、ケトン基（-CO）、水酸基（-OH）、スルホン酸基（-SO₃H）、リン酸基（-PO₃H₂）、及び4級アンモニウム、並びにそれらの塩が挙げられる。これらの分散性付与基は、インクジェット記録用水性顔料インクに含まれる様々な物質（中でも極性の高い物質）によって不安定化される場合がある。

【0138】

自己分散型顔料と所定の量的関係を有する4級アミノ酸及び1,6-ヘキサンジオールとをインクジェット記録用水性顔料インクに含有させることで、自己分散型顔料の周囲にその沈降を抑制するカプセルが形成されると推測される。さらにいえば、本応用例における自己分散型顔料は、構造上及び機能上、いわゆる擬似的なマイクロカプセル化顔料といえることができる。なお、「構造上」とは、4級アミノ酸及び1,6-ヘキサンジオールが自己分散型顔料の表面に層を形成することを指し、「機能上」とは、表面に層が形成された自己分散型顔料が分散安定性に優れることを指す。ただし、マイクロカプセルは、一般的にポリマーやワックスや無機物などの比較的強固なカプセルを形成するものこと言う。本応用例における自己分散型顔料への層形成は、カプセル構造を形成し分散性向上には寄与するものの、非ポリマーで形成されているため強固なカプセルではなくマイクロカプセル化顔料とまで言い切れない。よって、本応用例における自己分散型顔料への層形成は、分散剤とマイクロカプセルの中間の性質を有するものであり、擬似的にマイクロカプ

40

50

セル化した自己分散型顔料とすることができる。

【0139】

本応用例における自己分散型顔料を擬似的なマイクロカプセル化したものは、従来のマイクロカプセル化顔料に比べ、インクに高濃度で含有させたとしても、低粘度であって吐出安定性に優れたインクとすることができる。

また、の自己分散型顔料は、分散安定性に優れ、顔料の凝集による沈降を抑制できるため、インクの保存安定性に優れた効果を発揮するものである。さらに、擬似的なマイクロカプセル化顔料を含有するインクジェット記録用水性顔料インクは、顔料の分散安定性に優れると共に、記録物上での発色性にも優れる。

自己分散型顔料は、1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。また、自己分散型顔料は、インクジェット記録用水性顔料インクの総質量(100質量%)に対し、2~15質量%含有されることが好ましく、5~12質量%含有されることがより好ましい。含有量が2質量%以上であると、印字濃度が十分なものとなって発色性に優れる。また、含有量が15質量%以下であると、ノズルが目詰まりすることなく、吐出安定性にも優れる。

【0140】

[4級アミノ酸]

本応用例に係るインクジェット記録用水性顔料インクは、4級アミノ酸を含有する。この4級アミノ酸は、4つの置換又は無置換のアルキル基を有する4級アンモニウムイオンをアミノ基として有するアミノ酸を意味する。

4級アミノ酸は、アミノ酸が共通して持つ、pH調整機能、保湿機能や被記録媒体のカーン抑制剤としての機能を有する。これに加えて、4級アミノ酸は、3級アミノ酸、2級アミノ酸、及び1級アミノ酸よりも化学的安定性に優れ、さらにインクの長期保存安定性にも適している。4級アミノ酸としてトリメチルグリシンを後述の1,6-ヘキサンジオールと共にインクジェット記録用水性顔料インクに含有させることで、自己分散型顔料が厚い層で被覆されて分散安定性に優れる。4級アミノ酸の市販品としては、アミノコート(登録商標、トリメチルグリシン、旭化成ケミカルズ社(Asahi Kasei Chemicals Corporation.)製商品名)が好ましく挙げられる。4級アミノ酸は、1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

本応用例において、4級アミノ酸は、後述の1,6-ヘキサンジオールよりも多く含有されることを特徴とする。この場合、自己分散型顔料の周囲に十分な擬似的なマイクロカプセルが形成されることが推測され、実際に顔料の凝集による沈降を抑制できるため(後述の遠心沈降率を低下させることができるため)、自己分散型顔料の分散安定性に優れたものとなる。

4級アミノ酸は、インクジェット記録用水性顔料インクの総質量(100質量%)に対し、好ましくは1~30質量%含まれ、より好ましくは4~20質量%含まれる。含有量が範囲内であると、4級アミノ酸と1,6-ヘキサンジオールとが、自己分散型顔料に対し協働して層形成して自己分散型顔料の分散安定性を優れたものとするすることができる。

【0141】

[アルカンジオール]

本応用例のインクジェット記録用水性顔料インクはアルカンジオールを含有し、このアルカンジオールは少なくとも1,6-ヘキサンジオールを含む。

[1,6-ヘキサンジオール]

インクジェット記録用水性顔料インクは、のとおり、1,6-ヘキサンジオールを含有する。この1,6-ヘキサンジオールを含有するインクは、普通紙に対しても乾燥が速く、かつ、滲みの少ない高画質のカラー画像を形成することができる。そして、のとおり、所定の量的関係を有する4級アミノ酸と1,6-ヘキサンジオールとが、自己分散型顔料に対し協働することで、結果として自己分散型顔料の分散安定性を優れたものとするすることができる。アルカンジオールは1,6-ヘキサンジオールからなることが好ましい。この場合、のような、4級アミノ酸及び1,6-ヘキサンジオールの協働作用を一層強化する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0142】

本応用例においては、インクジェット記録用水性顔料インク中、1,6-ヘキサジオールが4級アミノ酸よりも少量含有される。ここで、イオン性の4級アミノ酸及び結晶性の1,6-ヘキサジオールの存在意義、並びにこれらの間の量的関係が、自己分散型顔料の分散安定性に影響する理由については、以下のように説明できる。

4級アミノ酸は、疎水基、並びに2種の親水基としてのカルボキシル基及びアミノ基を有するため、自己分散型顔料の表面にも付着しやすいという特徴がある。4級アミノ酸が自己分散型顔料の表面に付着すると、のカルボキシル基及びアミノ基が自己分散型顔料の(ゼータ)電位を上昇させ、顔料の帯電反発力を向上させることで、自己分散型顔料は分散安定化する。

10

【0143】

また、1,6-ヘキサジオールは結晶性物質であるが、水には容易に溶解するという特徴がある。しかし、4級アミノ酸における疎水基(例えば、トリメチルグリシンにおけるメチル基)の近傍において、1,6-ヘキサジオールは層形態をとる。

その結果、4級アミノ酸とこれより少量の1,6-ヘキサジオールとがインク中に併存すると、自己分散型顔料がマイクロカプセル化顔料と同等の機能を有し、これにより顔料の凝集による沈降を抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に優れる。

【0144】

他方、インクジェット記録用水性顔料インク中、1,6-ヘキサジオールはそれ以外のアルカンジオールの総量よりも多く含有されるのが好ましい。この場合、1,6-ヘキサジオールが自己分散型顔料に付着する際、他の種類のアルカンジオールによる付着の阻害が抑制される。1,6-ヘキサジオールとそれ以外のアルカンジオールとは、自己分散型顔料への付着にとって競合的(拮抗的)関係にあるものと推測される。そのため、1,6-ヘキサジオールがそれ以外のアルカンジオールの総量よりも多く含有されることで、アルカンジオールのうち1,6-ヘキサジオールが優先して自己分散型顔料に付着することができ、結果として4級アミノ酸及び1,6-ヘキサジオールの協働作用による層形成を安定化させることができる。

20

4級アミノ酸とこれより少量の1,6-ヘキサジオールとがインク中に併存することに加えて、のように、1,6-ヘキサジオールの顔料への吸着を阻害しない条件も満たされると、顔料の凝集による沈降を一層抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に極めて優れる。

30

また、1,6-ヘキサジオールは、インクジェット記録用水性顔料インクの総質量(100質量%)に対し、好ましくは1~15質量%含まれ、より好ましくは3~12質量%含まれる。含有量が範囲内であると、4級アミノ酸と1,6-ヘキサジオールとが、自己分散型顔料に対し協働して層形成して自己分散型顔料の分散安定性を優れたものとすることができる。

[1,6-ヘキサジオール以外のアルカンジオール]

本応用例に係るインクジェット記録用水性顔料インクは、のとおり、1,6-ヘキサジオールよりも少量である限りにおいて、1,6-ヘキサジオール以外のアルカンジオールを含有してもよい。また、1,6-ヘキサジオール以外のアルカンジオールは、インクジェット記録用水性顔料インクの総質量(100質量%)に対し、10質量%以下含まれ得る。

40

【0145】

[界面活性剤]

本応用例に係るインクジェット記録用水性顔料インクは、界面活性剤を含有してもよい。この界面活性剤としては、ノニオン系界面活性剤が好ましく、アセチレングリコール系界面活性剤がより好ましい。インクジェット記録用水性顔料インクにアセチレングリコール系界面活性剤を含有させることで、4級アミノ酸の自己分散型顔料への吸着阻害を抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に優れたインクジェット記録用水性顔料インクが得ら

50

れる。

その理由として、ノニオン系界面活性剤の中でも直鎖構造ではなく立体構造を有するものは、4級アミノ酸よりも自己分散型顔料に付着しにくくなるためと推測される。立体構造を有するノニオン系界面活性剤の中では、のとおり、アセチレングリコール系界面活性剤が好ましい。

【0146】

アセチレングリコール系界面活性剤は、アセチレン基を中央に持ち、左右対称の構造を有する非イオン系界面活性剤であり、泡立ちにくい濡れ剤として様々な分野の水系材料に応用されている。また、アセチレングリコール系界面活性剤は、濡れ、消泡、及び分散といった各機能に優れる。さらに、アセチレングリコール系界面活性剤は、分子構造として

10

【0147】

4級アミノ酸とこれより少量の1,6-ヘキサジオールとがインク中に併存することに加えて、4級アミノ酸の顔料への吸着を阻害しない条件も満たされると、顔料の凝集による沈降を一層抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に極めて優れる。アセチレングリコール系界面活性剤の市販品としては、例えば、サーフィノール104(シリーズ)、420、440、465、485、104、STG(以上、エアプロダクツ社(Air Products and Chemicals, Inc.)商品名)、オルフィンSTG、PD-001、SPC、E1004、E1010(以上、日信化学工業社(以上、Nissin Chemical Industry Co., Ltd.)製商品名)、アセチレノールE00、E40、E100、LH(以上、川研ファインケミカル社(Kawaken Fine Chemicals Co., Ltd.)製商品名)が挙げられる。アセチレングリコール系界面活性剤は、1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

20

アセチレングリコール系界面活性剤の含有量は、インクジェット記録用水性顔料インクの総質量(100質量%)に対し、0.1~3.0質量%が好ましく、0.3~2.0質量%がより好ましい。含有量が範囲内であると、光沢感及び浸透性が良好なものとなる。

【0148】

[水]

本応用例に係るインクジェット記録用水性顔料インクに含有される水は主溶媒である。この水として、例えば、イオン交換水、限外濾過水、逆浸透水、蒸留水等の純水、又は超純水が挙げられる。中でも、カビやバクテリアの発生を防止してインク組成物の長期保存が可能となるため、紫外線照射又は過酸化水素の添加などにより滅菌処理した水が好ましい。

30

[その他の添加剤]

本応用例に係るインクジェット記録用水性顔料インクは、した添加剤(成分)以外のものを含んでもよい。

本応用例によれば、顔料の凝集による沈降を抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に優れるインクジェット記録用水性顔料インクを提供することができる。また、4級アミノ酸とこれより少量の1,6-ヘキサジオールとがインク中に併存し、さらに、4級アミノ酸及び1,6-ヘキサジオールの顔料への吸着を阻害しない条件も満たされると、顔料の凝集による沈降を一層抑制でき、自己分散型顔料の分散安定性に極めて優れる。

40

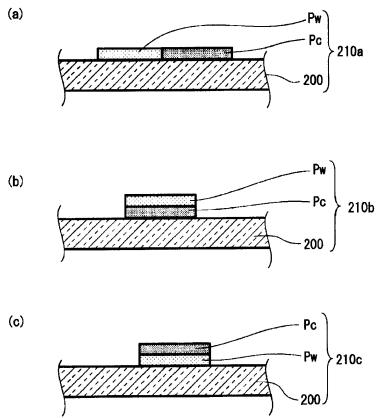
【符号の説明】

【0149】

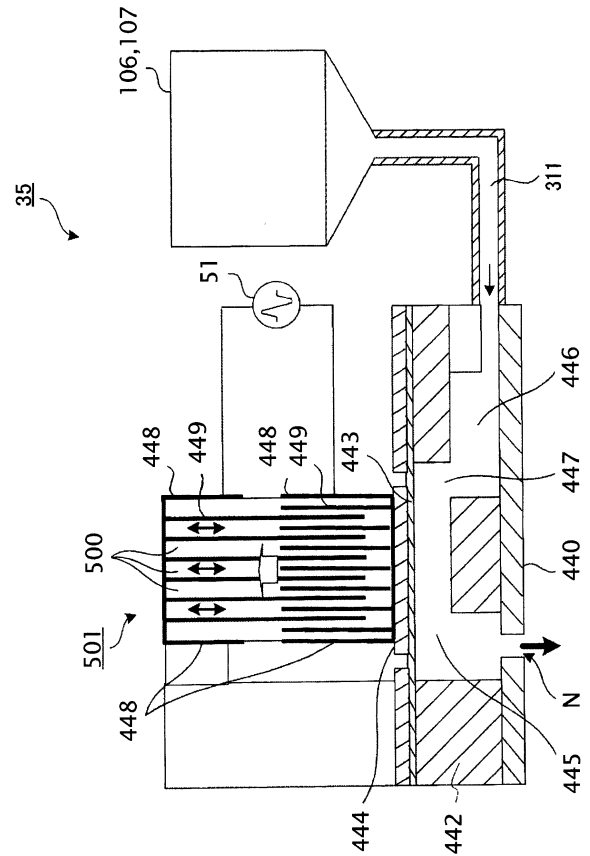
1...インクジェットプリンター、4...給紙位置移動部、6...制御部、9...ホストコンピューター、30...ヘッド部、32...キャリッジ、35, 35A...吐出部、40...モータードライバー、41...キャリッジモーター、42...給紙モーター、50...ヘッドドライバー、51...駆動信号生成部、52...吐出異常検出部、53...切替部、55...検出部、56...判定部、62...記憶部、70...回復手段、101...キャリッジ、103...タイミングベルト、104...ガイド部材、105...プラテン、106...白色系インクカートリッジ、10

50

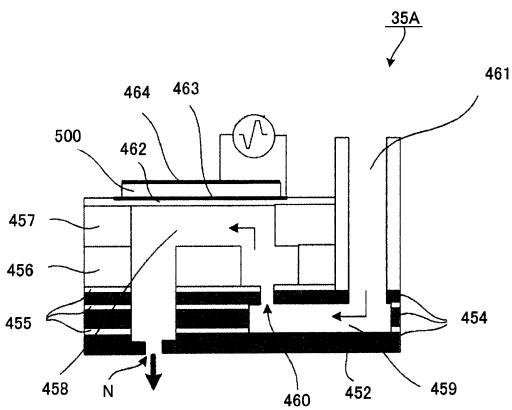
【 図 3 】



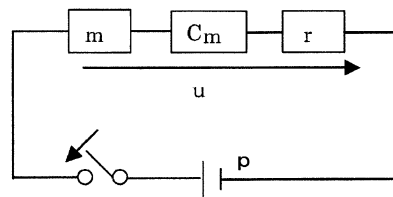
【 図 4 】



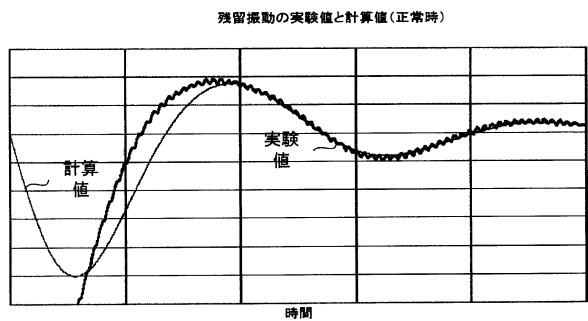
【 図 5 】



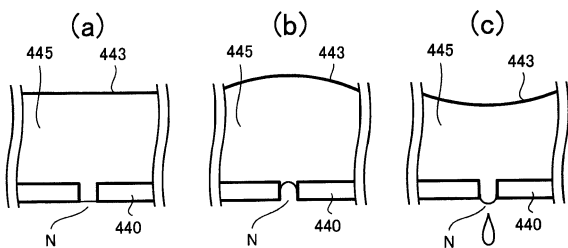
【 図 7 】



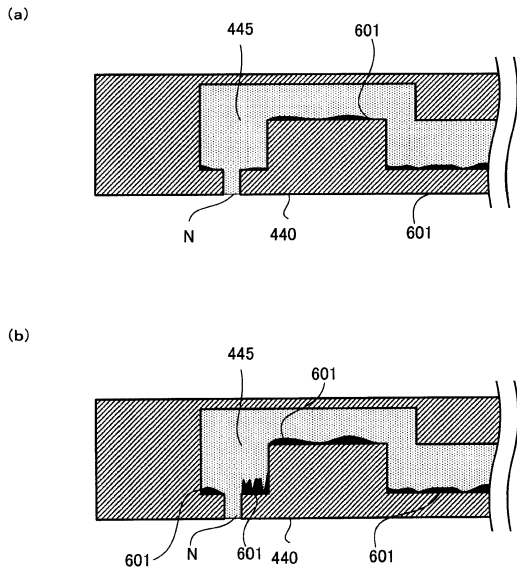
【 図 8 】



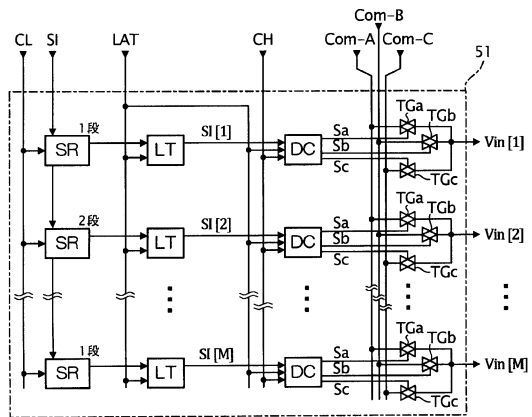
【 図 6 】



【図9】



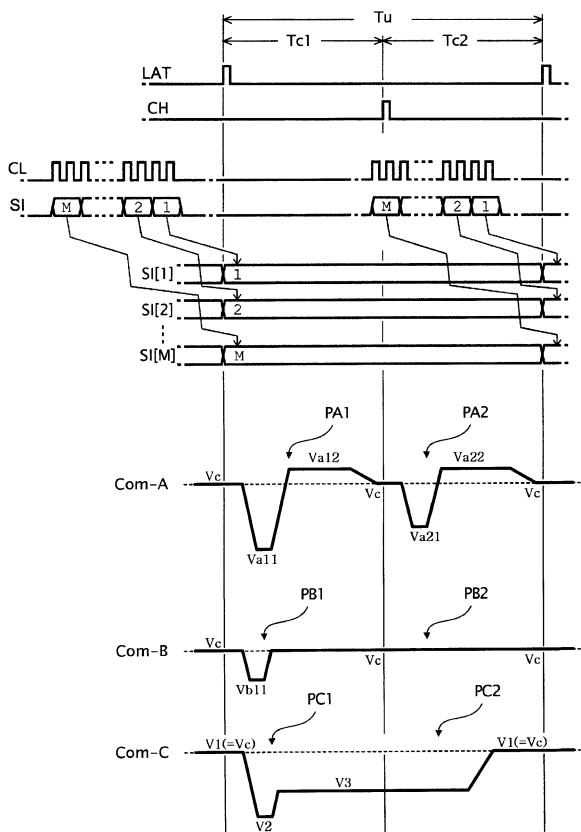
【図10】



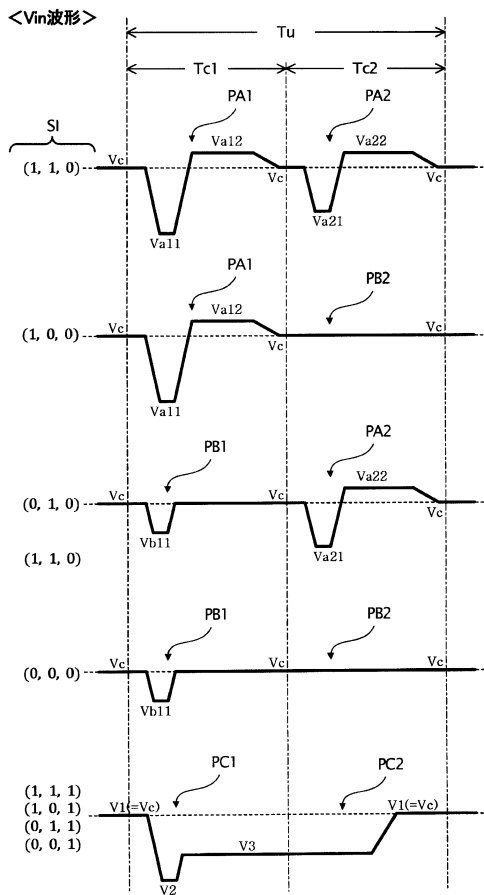
【図11】

SI (b1,b2,b3)	Tc1			Tc2		
	Sa	Sb	Sc	Sa	Sb	Sc
(1,1,0)	H	L	L	H	L	L
(1,0,0)	H	L	L	L	H	L
(0,1,0)	L	H	L	H	L	L
(0,0,0)	L	H	L	L	H	L
(0or1,0or1,1)	L	L	H	L	L	H

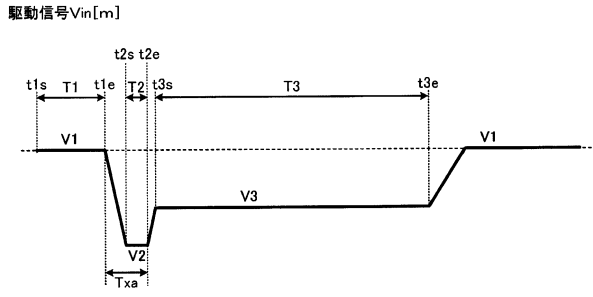
【図12】



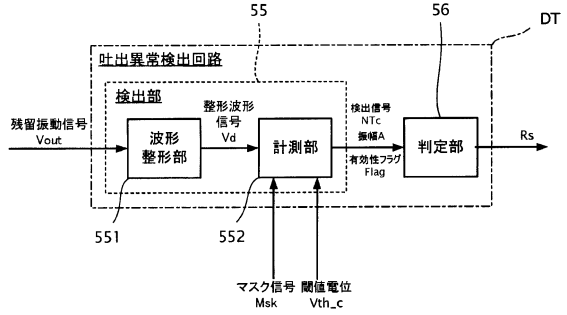
【図13】



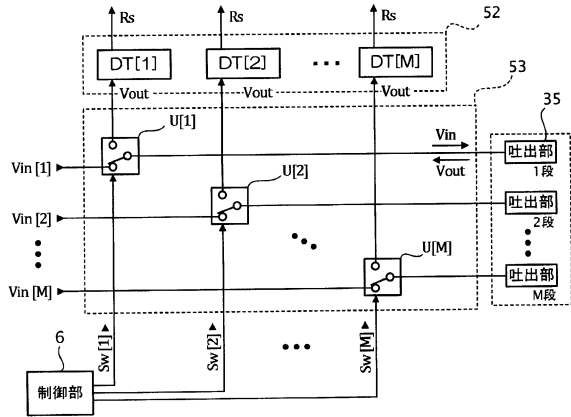
【図14】



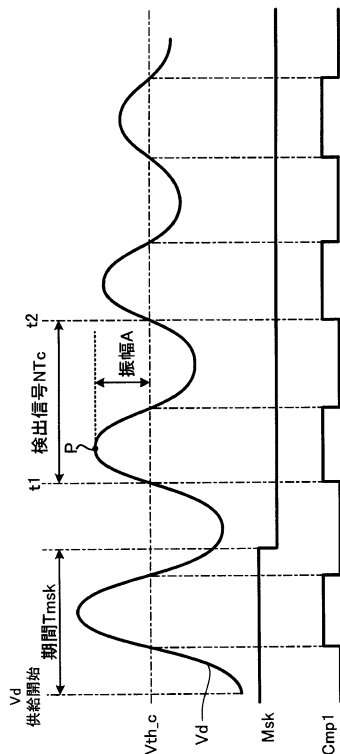
【図16】



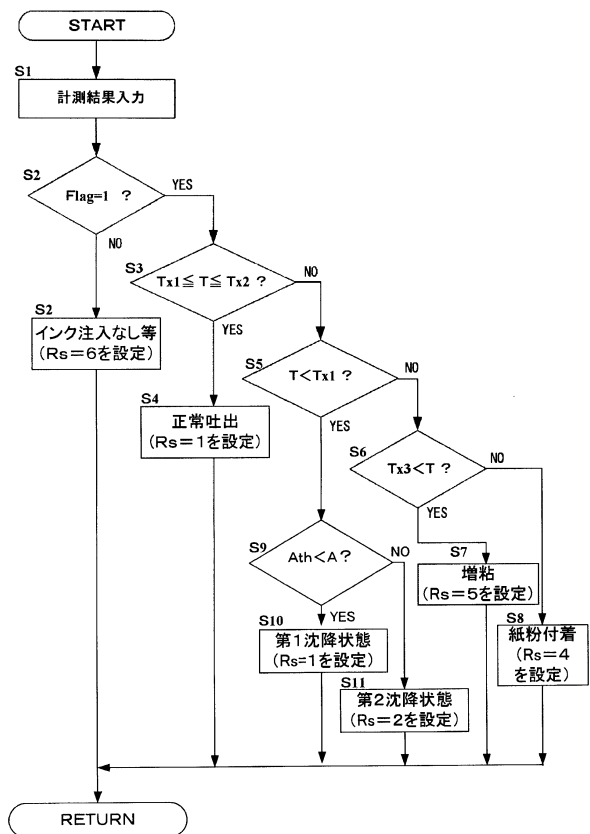
【図15】



【図17】



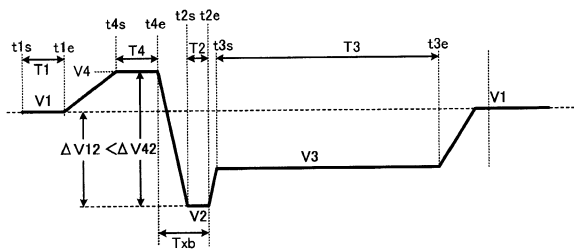
【図18】



【図 19】

有効性 Flag	検出信号NTc (比較内容)	判定結果信号Rs
1	$Tx1 \leq T \leq Tx2$	1: 正常
	$T < Tx1$ 、且つ、 $Ath < A$	2: 吐出異常《第1沈降状態》
	$T < Tx1$ 、且つ、 $A \leq Ath$	3: 吐出異常《第2沈降状態》
	$Tx2 < T \leq Tx3$	4: 吐出異常《紙粉》
	$Tx3 < T$	5: 吐出異常《増粘》
0	—————	6: 吐出異常《インク注入なし等》

【図 20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-276366(JP,A)
特開2011-201018(JP,A)
特開2012-035555(JP,A)
特開2012-097214(JP,A)
特開2013-129708(JP,A)
特開2013-176939(JP,A)
特開2013-060513(JP,A)
特開2012-219261(JP,A)
特開2000-203011(JP,A)
特開2006-123452(JP,A)
特開2004-299341(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0167807(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/01 - 2/215