

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5222564号
(P5222564)

(45) 発行日 平成25年6月26日(2013.6.26)

(24) 登録日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(51) Int.Cl. F 1
B 4 1 J 2/175 (2006.01) B 4 1 J 3/04 1 O 2 Z

請求項の数 16 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2008-167 (P2008-167)	(73) 特許権者	000250502
(22) 出願日	平成20年1月4日(2008.1.4)		理想科学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-160807 (P2009-160807A)		東京都港区芝5丁目34番7号
(43) 公開日	平成21年7月23日(2009.7.23)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成22年12月27日(2010.12.27)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100159651
			弁理士 高倉 成男
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インク循環確認方法及びインク充填方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インクを吐出し画像を形成する少なくとも1つの記録ヘッドと、
前記インクが充填されている上流側タンクと、
前記インクが充填されている下流側タンクと、
前記上流側タンクと前記記録ヘッドとを結ぶ第1のインク経路と、
前記記録ヘッドと前記下流側タンクとを結ぶ第2のインク経路と、
前記下流側タンクと前記上流側タンクとを結ぶ第3のインク経路と、
前記下流側タンク内のインク量に応じて変位するパラメータの変位量を検出するセンサと、
を有し、

前記上流側タンク、前記第1のインク経路、前記記録ヘッド、前記第2のインク経路、
前記下流側タンク、及び前記第3のインク経路の順で再び、前記上流側タンクへと前記インクを循環させるインク循環経路の確認方法において、

前記上流側タンク内のインクを前記第1及び第2のインク経路を経由して、前記下流側タンクに向けて供給する第1インク供給工程と、

前記下流側タンク内のインクを前記第3のインク経路を経由して前記上流側タンクに向けて、前記第1インク供給工程におけるインク供給量よりも大なる供給量でインクを供給する第2インク供給工程と、

前記第1インク供給工程及び第2インク供給工程を行っている間、前記パラメータの変

位置を検出し、前記パラメータが第1の値から該第1の値よりも小さい第2の値になったことを検出したならば、前記第2インク供給工程を停止させるインク供給停止工程と、

前記インク供給停止工程を実行してから、前記パラメータが前記第1の値に戻るまでの時間を計測する時間計測工程と、

前記時間計測工程における計測時間が予め定めた設定時間以下か否かを比較する比較工程と、

を有することを特徴とするインク循環経路の確認方法。

【請求項2】

前記下流側タンクに気密に接続され、前記下流側タンク内のインク量に応じて伸縮し、その先端が変位するペローズを備え、

前記パラメータは、前記ペローズの前記先端の位置であって、

前記センサは、前記ペローズの前記先端の位置を検出する位置センサであり、

前記インク供給停止工程は、前記ペローズが収縮し、前記位置センサによってペローズ先端が第1の位置になったことが検出されたならば、前記第2インク供給工程を停止させ、前記時間計測工程は、インク供給停止工程を実行してから、前記ペローズの先端が伸張し、その先端が前記第1の位置よりも低い第2の位置になるまでの時間を計測することを特徴とする請求項1記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項3】

前記パラメータは、前記下流側タンクのインク液面高さであり、

前記センサは、前記下流側タンクのインク液面の高さを検出する液面検出センサであり

、前記インク供給停止工程は、前記下流側タンクのインク液面が、第1の高さよりも低い第2の高さになったならば、前記第2インク供給工程を停止させ、

前記時間計測工程は、前記インク供給停止工程を実行してから、前記下流側タンクのインク液面が前記第2の高さから前記第1の高さになるまでの時間を計測することを特徴とする請求項1記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項4】

前記パラメータは、前記下流側タンクのインク液面高さであり、

前記センサは、前記下流側タンクのインク液面が所定高さになったことを検出し、ON出力する液面検出センサであり、

前記インク供給停止工程は、液面検出センサの出力がONからOFFになったならば第2インク供給工程を停止させ、

前記時間計測工程は、前記インク供給停止工程を実行してから、前記液面検出センサが再びONになるまでの時間を計測することを特徴とする請求項1記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項5】

前記第1及び第2のインク供給工程、前記インク供給停止工程、前記時間計測工程、前記比較工程からなる工程を複数回繰り返して、前記インク循環経路を確認することを特徴とする請求項2乃至4記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項6】

前記比較工程において計測時間が予め定めた設定時間を超えた場合に、前記第1及び第2のインク経路に対してインクの充填を行うインク充填工程を有することを特徴とする請求項1記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項7】

前記比較工程において計測時間が予め定めた設定時間内であった場合に、前記第1乃至第3のインク経路内のインクを循環させるインク循環工程を有することを特徴とする請求項1記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項8】

前記インク循環工程は、前記下流側インクタンク内の圧力が一定になるように、前記下流側タンク内のインクを前記第3のインク経路を經由して、前記上流側タンクに向けて供

10

20

30

40

50

給する第3インク供給工程を有することを特徴とする請求項7記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項9】

前記下流側タンク内の圧力を検出する圧力センサをさらに有し、

前記第3インク供給工程は、前記圧力センサの検出結果に基づいて、前記下流側タンク内のインクを前記第3のインク経路を経由して、前記上流側タンクに向けて供給することを特徴とする請求項8記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項10】

前記インクボトルから前記上流側タンクもしくは前記下流側タンクに向けてインクを補給する補給工程を有し、

前記判断工程は、前記補給工程が実行されている時以外に実行されることを特徴とする請求項9記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項11】

前記判断工程は、前記記録ヘッドによる画像形成工程が実行されている時以外に実行されることを特徴とする請求項9記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項12】

前記下流側タンクに気密に接続され、前記下流側タンク内のインク量に応じて伸縮し、その先端が変位するペローズと、前記ペローズの前記先端の位置を検出する位置センサと、をさらに有し、

前記インク循環工程は、前記位置センサの検出結果に基づいて、前記ペローズの先端が所定範囲内にとどまるように、前記下流側タンク内のインクを前記第3のインク経路を経由して、前記上流側タンクに向けて供給する第3インク供給工程を有することを特徴とする請求項8記載のインク循環経路の確認方法。

【請求項13】

インクを吐出し画像を形成する少なくとも1つの記録ヘッドと、

前記インクが充填されている上流側タンクと、

前記インクが充填されている下流側タンクと、

前記上流側タンクと前記記録ヘッドとを結ぶ第1のインク経路と、

前記記録ヘッドと前記下流側タンクとを結ぶ第2のインク経路と、

前記下流側タンクと前記上流側タンクとを結ぶ第3のインク経路と、

前記下流側タンクに気密に接続され、その先端に錘が設けられ、当該錘の自重によって下方に伸張するペローズと、

前記ペローズの錘の位置を検出する位置センサと、を有し、

前記上流側タンク、前記第1のインク経路、前記記録ヘッド、前記第2のインク経路、前記下流側タンク、及び前記第3のインク経路の順で再び、前記上流側タンクへと前記インクを循環させるインク循環経路の確認方法において、

前記ペローズを錘の自重によって伸張させて、前記第2のインク経路から前記下流側タンクに向けてインクを供給するインク供給工程と、

前記位置センサによって前記ペローズの錘の所定変位量を検出し、該所定変位量に要する時間を計測する時間計測工程と、

前記時間計測工程における計測時間が所定時間を超えるか否かを判断する判断工程と、を有することを特徴とするインク循環経路の確認方法

【請求項14】

前記上流側タンクに気密に接続され、前記上流側タンク内のインク量に応じてその先端が伸張するペローズを備え、

前記パラメータは、前記ペローズの前記先端の位置であって、

前記センサは、前記ペローズの前記先端の位置を検出する位置センサであり、

前記インク供給停止工程は、前記上流側タンクに接続された前記ペローズが伸張しその先端が第1の位置になったならば、第2インク供給工程を停止させ、

前記時間計測工程は、前記インク供給停止工程を実行してから、前記ペローズが伸

10

20

30

40

50

張しその先端が前記第 1 の位置よりも低い第 2 の位置になるまでの時間を計測することを特徴とする請求項 1 3 記載のインク循環確認方法。

【請求項 1 5】

インクを吐出し画像を形成する少なくとも 1 つの記録ヘッドと、
前記インクが充填されている上流側タンクと、
前記インクが充填されている下流側タンクと、
前記上流側タンクと前記記録ヘッドとを結ぶ第 1 のインク経路と、
前記記録ヘッドと前記下流側タンクとを結ぶ第 2 のインク経路と、
前記下流側タンクと前記上流側タンクとを結ぶ第 3 のインク経路と、
前記上流側タンク内のインク量に応じて変位するパラメータの変位量を検出するセンサ
と、を有し、

10

前記上流側タンク、前記第 1 のインク経路、前記記録ヘッド、前記第 2 のインク経路、
前記下流側タンク、及び前記第 3 のインク経路の順で再び、前記上流側タンクへと前記イ
ンクを循環させるインク循環経路におけるインク循環確認方法において、

前記上流側タンク内のインクを前記第 1、第 2 のインク経路を経由して前記下流側タン
クに向けて供給する第 1 インク供給工程と、

前記下流側タンク内のインクを前記第 3 のインク経路を経由して前記上流側タンクに向
けて、前記第 1 インク供給工程におけるインク供給量よりも大なる供給量でインクを供給
する第 2 インク供給工程と、

前記パラメータの変位量を検出し、前記パラメータが予め定めた第 2 の値から該第 2 の
値よりも大きい第 1 の値になったことを検出したならば、前記第 2 インク供給工程を停止
させるインク供給停止工程と、

20

前記インク供給停止工程を実行してから、前記パラメータが前記第 2 の値に戻るまでの
時間を計測する時間計測工程と、

前記時間計測工程における計測時間が予め定めた設定時間以下か否かを比較する比較工
程と、

を有するインク循環確認方法。

【請求項 1 6】

前記パラメータは、前記上流側タンク内のインクの液面高さであり、
前記センサは、前記上流側タンク内のインクの液面の高さを検出する液面検出センサで
あり、

30

前記インク供給停止工程は、前記上流側タンク内のインクの液面が、第 1 の高さよりも
高い第 2 の高さになったならば、第 2 インク供給工程を停止させ、

前記時間計測工程は、インク供給停止工程を実行してから、前記上流側タンクの液面が
前記第 2 の高さから前記第 1 の高さに低くなるまでの時間を計測することを特徴とする請
求項 1 5 記載のインク循環確認方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、循環機構をインク供給流路に設けられたインクジェット画像形成装置におけ
 るインク循環確認方法及びインク充填方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

一般に、インクを記録媒体に吐出して画像を形成するインクジェット画像形成装置が知
 られている。この画像形成装置には、記録ヘッドにインクを供給するインク供給流路と共
 に、画像形成に使用されなかったインクをインク供給系に戻すインク回帰経路を構築し、
 インク供給手段と記録ヘッドの間でインクを循環させるインク循環経路を有する構成があ
 る。

【0003】

このようなインクの循環を行うことにより、移動するインクによる放熱効果を利用して

50

駆動中の記録ヘッドの温度上昇を防止し、且つ記録ヘッド内に発生した気泡の除去及びインクの増粘防止を実現している。例えば、特許文献1には、装置後に行う循環インク経路への初期充填に関する技術が提案されている。この技術には、記録ヘッド内部にインクを初期充填する際に、複数回に分けて充填することにより、記録ヘッドと覆うキャップからインクがこぼれ出て周辺が汚れることを防止する。ここでは、記録ヘッドに設けられたセンサによって、記録ヘッドにインクが充填されているか否かを検出している。このセンサによってインクが充填されていないことを検出した場合には、さらにインクの充填動作を実行している。

【0004】

また、特許文献2には、画像形成中の記録ヘッドの発熱を循環するインクで冷却する技術が記載されている。この技術では、インクの循環を行うために用いられるポンプの脈動が記録ヘッドの吐出圧力に影響を与えないように、エアバッファを有するバッファタンクを介してインクを記録ヘッドに供給する。画像形成中において、記録ヘッドの温度監視システムによって、記録ヘッドの冷却が必要と判断された場合に立てられる画像形成中循環フラグを監視する。このフラグがオンとなった場合にのみ循環ポンプを動作させて、インクを循環させ、その結果、記録ヘッドを通過するインクにより消耗する温度まで冷却されることが提案されている。

【特許文献1】特開2007-007944号公報

【特許文献2】特開2006-150745号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前述した特許文献1には、初期充填時の循環動作に関しては記載されているが、循環を継続させながら画像形成することや、インクの循環が正常に動作していることの検出については記載されていない。

【0006】

また、特許文献2には、画像形成中にインクを常時循環させながら記録ヘッドを冷却する具体的な方法や、その際に循環が正常に動作していることを検出する方法については何ら記載されていない。

【0007】

前述したようなインクの循環経路を構成した場合、画像形成中であっても実際にインクが循環していることを検出するための検出手段が必要となる。この検出手段は、例えば、流量センサを用いること等が考えられるが、この流量センサは比較的高額である。また循環経路上のどの部分でインクの流れが停止しているかを確認しようとするれば、複数の流量センサを配置する必要がある、それなりの制御（検出処理や告知等）も行わなければならない。このため、循環経路でインクの流れを検出することはコストが掛かっている。

【0008】

そこで本発明は、安価な構成で、適切にインクの循環が行われているかどうかを確認できるインク循環確認方法及びインク充填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】

【0009】

本発明は、上述した目的を達成するために、インクを吐出し画像を形成する少なくとも1つの記録ヘッドと、前記インクが充填されている上流側タンクと、前記インクが充填されている下流側タンクと、前記上流側タンクと前記記録ヘッドとを結ぶ第1のインク経路と、前記記録ヘッドと前記下流側タンクとを結ぶ第2のインク経路と、前記下流側タンクと前記上流側タンクとを結ぶ第3のインク経路と、前記下流側タンク内のインク量に応じて変位するパラメータの変位量を検出するセンサと、を有し、前記上流側タンク、前記第1のインク経路、前記記録ヘッド、前記第2のインク経路、前記下流側タンク、及び前記第3のインク経路の順で再び、前記上流側タンクへと前記インクを循環させるインク循環経路の確認方法において、前記上流側タンク内のインクを前記第1及び第2のインク経

10

20

30

40

50

路を經由して、前記下流側タンクに向けて供給する第1インク供給工程と、前記下流側タンク内のインクを前記第3のインク経路を經由して前記上流側タンクに向けて、前記第1インク供給工程におけるインク供給量よりも大なる供給量でインクを供給する第2インク供給工程と、前記第1インク供給工程及び第2インク供給工程を行っている間、前記パラメータの変位量を検出し、前記パラメータが第1の値から該第1の値よりも小さい第2の値になったことを検出したならば、前記第2インク供給工程を停止させるインク供給停止工程と、前記インク供給停止工程を実行してから、前記パラメータが前記第1の値に戻るまでの時間を計測する時間計測工程と、前記時間計測工程における計測時間が予め定めた設定時間以下か否かを比較する比較工程と、を有するインク循環確認方法を提供する。

10

【発明の効果】**【0010】**

本発明によれば、画像形成中においてもインクの流れが検出可能で、且つインク吐出のための圧力を適正範囲に保ちつつ、気泡吸い込みやインク漏れを防止するインク循環確認方法及びインク充填方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0011】**

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

図1には、本発明に係る第1の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するためのインクジェットプリンタ(画像形成装置)のインク循環経路に関する構成例を示す。ここでは、本実施形態に必要な構成のみを示しており、図示していないが、通常のインクジェットプリンタに備えられている構成部(例えば、記録媒体供給機構、搬送機構、記録媒体排出機構、操作部、表示部及び全体を制御する制御部等)は有しているものとする。また、以下の各実施形態における各図では、X軸方向は水平方向で、記録媒体搬送方向を示し、Y軸方向は、水平方向で記録媒体搬送と直行する方向を示し、Z軸方向は、鉛直方向の上下方向を示すものとして図示している。

20

【0012】

このインクジェットプリンタは、大別して、画像形成を行う複数の記録ヘッド25と、各記録ヘッド25を駆動するためのヘッド駆動制御部18と、記録ヘッド25にインクを供給する上流側タンク3と、画像形成に使用されずに戻るインクを收容する下流側タンク2と、下流側タンク2から上流側タンク3へインクを移動させるポンプ4と、インクの温度調整を行う熱交換器5と、下流側タンク2に画像形成に消費して不足するインクを補給するインク補給タンク1と、内部が大気圧状態のオーバーフロー経路部11と、を備えている。

30

【0013】

さらに、インクの循環経路として、上流側タンク3から記録ヘッド25に接続された供給流路20と、記録ヘッド25から下流側タンク2に接続された帰還流路21と、ポンプ4と熱交換器5とを介して下流側タンク2から上流側タンク3に接続する移動流路24と、バルブ8を介してインク補給タンク1から下流側タンク2に接続するインク補給流路23とで構成される。また、空気を流入して各タンク2,3内を大気圧にするために、オーバーフロー経路部11からノーマルクローズタイプのバルブ9を介して上流側タンク3の上部に接続された大気開放経路19と、同様にオーバーフロー経路部11からノーマルオープンタイプのバルブ10を介して下流側タンク2の上部に接続された大気開放経路22とがそれぞれに接続されている。また、大気開放経路22上でバルブ10と下流側タンク2との間に圧力センサ17が設けられている。

40

【0014】

この構成においては、大気開放経路19、22を通して、上流側タンク3と下流側タンク2とを大気開放するために、オーバーフロー経路11内部も大気に開放されている。大気開放経路19、22は、上流側タンク3及び下流側タンク2からインクが溢れ出る異常事態が発生した際に、これらの大気開放経路を通して、溢れ出たインクが流れ出し、オー

50

バーフロー経路部 11 を経由して、図示されない廃液タンクヘインクを導く働きも有している。

【0015】

下流側タンク 2 内及び上流側タンク 3 内には、共に、一端を中心に遥動可能に片持ちで取り付けられ、他端に空気が密閉されマグネットを内蔵するフロートが設けられている同型のフロート部 13, 14 が取り付けられている。それぞれのフロート部 13 及び 14 には、タンクの外部にフロート内のマグネットを検出するリードスイッチを有する位置センサ (S1 センサ) 15 及び位置センサ (S2 センサ) 16 が配置されている。これらのセンサは、タンク内のインク量に応じて変位するパラメータの変位量を検出する。S1 センサ 15 及び S2 センサ 16 は、フロート部 13, 14 の遥動する各フロートが予め定めた好適なインク量をオン・オフによる位置で検出するように取り付けられている。

10

【0016】

さらに、上流側タンク 3 内には、内部を二分するように、異物 (ゴミやインクのかたまり等) をインク経路から除去するためのフィルタ 12 が設けられている。

【0017】

また、各記録ヘッド 25 を駆動するためのヘッド駆動制御部 18 が信号ケーブル 27 により接続されている。さらに、それぞれ記録ヘッド 25 内には、温度センサ 26 として、例えばサーミスタが設けられている。熱交換器 5 は、熱伝導性の良いアルミニウムでインク流路が構成されている。そのアルミニウムにペルチェ素子 6 の一面が接着され他面は放熱手段に接着されてファン 7 で放熱冷却される。熱交換器 5 は記録ヘッド 25 に流れるインクの温度を所定範囲に入れるべく、インク温度が低い際には、ペルチェの発熱が熱交換器 5 を通してインクに与えられ、インク温度が高い際には記録ヘッド 25 からインクに与えられた熱量を熱交換器 5 にてペルチェ素子 6 を冷却して熱を奪う働きをしている。

20

【0018】

ポンプ 4 は、下流側タンク 2 から上流側タンク 3 にインクを移動させる働き以外に、バルブ 10 を閉じた状態で駆動することによって、下流側タンク 2 内部に負圧を発生させる働きもしている。この負圧のレベルを一定にするために、圧力センサ (S3 センサ) 17 にて下流側タンク 2 内部の圧力を測定し、その測定結果をポンプ駆動回路 (図示しない) ヘフィードバックし、ポンプ 4 の回転数を PWM 制御している。

【0019】

ここで、図 10 及び図 11 を参照して記録ヘッド 25 の構成について説明する。

記録ヘッド 25 は、記録媒体の幅以上のノズル列の長さを有し、カラー画像を形成する色毎に搬送方向とノズル列が直交するように、順次配置される。又は、記録媒体の幅に満たないノズル列の長さを有し、複数の記録ヘッドを記録媒体の幅方向でその幅を超えるように交互に並べて配置して用いてもよい。

30

【0020】

記録ヘッド 25 内部には、往路共通流路 25 i と復路共通流路 25 g とが設けられている。さらに、往路共通流路 25 i にインクを流入するためのインク導入口 25 a と、復路共通流路 25 g から画像形成に使用しなかったインクを流出するためにインク導出口 25 b とが Z 軸方向上面に設けられている。

40

【0021】

記録ヘッド 25 の Z 軸方向の下面には、インクを吐出する複数のノズル 25 d が列状に開口されたノズルプレート 25 c が設けられている。記録ヘッド内部でそれぞれのノズル 25 d と対向する部分には、圧電素子 25 e により形成されるチャンネル内流路 25 h が設けられ、インク導入口 25 a から流入したインクは、往路共通流路 25 i を経て往路穴 25 j、チャンネル内流路 25 h、復路穴 25 f、復路共通流路 25 g と通って、インク導出口 25 b から流出する。チャンネル内流路 25 h は、平行な溝形状に形成され、それらの溝を形成する壁の部分が振動することで圧力波を生成し、ノズル 25 d から Z 軸方向下方へ向かってインク滴が吐出される。

【0022】

50

これらの圧電素子 25 e は、中央部に並ぶ往路穴の列に対して対称に配置されており、ノズル 25 d も圧電素子 25 e に設けられたチャンネル内流路 25 h の中央部に設けられている。

【0023】

インク導入口 25 a から入ったインクは、インク導出口 25 b に至るまでにチャンネル内流路 25 h に分岐し、圧電素子 25 e の発熱を奪って流れている。そのインクの一部は、画像形成のためにノズル 25 d から吐出される。

【0024】

温度センサ 26 は、記録ヘッド 25 を流れるインク温度を測定するために、圧電素子 25 e の取り付け部近傍の温度をインク温度として間接的に検出している。尚、間接的に測定したとしても、製作した際の検査工程において、設計に基づき又は実測して補正値を算出して取り付け部近傍の温度を補正してもよい。

10

【0025】

複数の記録ヘッド 25 は、供給流路 20 と帰還流路 21 にそれぞれに連結されており、供給流路 20 にはインク導入口 25 a が接続し、帰還流路 21 にはインク導出口 25 b が接続している。各記録ヘッド 25 におけるノズル 25 d は、平面なノズルプレート 25 c 内に開口され、ノズルプレート 25 は、記録媒体と等間隔で対向するように設けられている。

【0026】

次に、このように構成された画像形成装置のインク循環経路におけるインク循環確認方法及びインク充填方法について説明する。

20

図 1 に示すように、下流側タンク 2 は、適正なインク量を収容した状態で S1 センサ 15 が ON する瞬間の液面位置は、記録ヘッド 25 のノズルプレート 25 c から下方に距離 H1 を下がった位置に配置される。また、上流側タンク 3 は、適正なインク量を収容した状態で S2 センサ 16 が ON する瞬間の液面位置は、記録ヘッド 25 のノズルプレート 25 c から上方に距離 H2 を上がった位置に配置される。

【0027】

インクの供給流路 20 と帰還流路 21 は内径が 5 mm 以上の太いチューブで構成されており、インクが流れる際の圧力損失を低く抑えるように設計されている。補給ボトル 1 は、上流側タンク 3 よりも高い位置に配置され、バルブ 8 が開くことによって自重でインク補給流路 23 を通って、インクが下流側タンク 2 に補給される。ポンプ 4 は、必要に応じて、下流側タンク 2 から上流側タンク 3 にインクを移動させる。

30

【0028】

この時、熱交換器 5 により、記録ヘッド 25 に流れるインクとペルチェとの間で熱のやり取りを行い、インクの温度を予め定めた範囲に入れる。本実施形態では、下流側タンク 2 の H1 : 略 50 mm、上流側タンク 3 の H2 : 略 100 mm、下流側タンク 2 内における気室の負圧の目標値は、- 4.5 kPa としている。

【0029】

本実施形態において使用するインクの比重は、例えば、略 1 g/cm^3 である。このインクの粘度は温度によって異なり、例えば、15 にて $15 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、25 にて $10 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、35 にて $7 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、45 にて $5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ と変化する。下流側タンク 2 と上流側タンク 3 の間では、水頭差 150 mm がある。記録ヘッドの気室の圧力差として、上流側タンク 3 を大気開放して、水頭差 100 mm 分の $+1 \text{ kPa}$ がノズルに対してかかる。下流側タンク 2 を閉じて気室を -3.5 kPa に設定することで、空気圧 -3.5 kPa と水頭差 50 mm 分の -0.5 kPa がかかり、水頭差と気室の圧力差を合わせて -4 kPa の負圧が生じることになる。記録ヘッド内部の流路抵抗と記録ヘッドまでの流路抵抗によってノズル 25 d でインクのメニスカスを形成する負圧のレベルを設定することができる。本実施形態では、ノズルのメニスカスが、 -1.5 kPa となるように、流路抵抗を設定している。

40

【0030】

50

次に、ボトル1からインクをインク経路に補充する際の導入動作について説明する。

まず、バルブ9、10を開き、上流側タンク3及び下流側タンク2を大気圧状態にした後、さらにバルブ8を開いて、ボトル1からインクを下流側タンク2に流入させる。このインク補給により下流側タンク2内のインク液面が上昇すると共に、フロート13が浮き上がり、S1センサ15がONする。このS1センサ15がONしたならば、バルブ8を閉めてインク補給を停止する。

【0031】

次に、ポンプ4を駆動し、下流側タンク2から上流側タンク3にインクを汲み上げる。汲み上げられたインクは、フィルタ12を通り抜ける際に、大きな粒子(インクの塊りや異物)が除去され、上流側タンク3内部に溜まる。上流側タンク3においても、インク液面が上昇すると共に、フロート14が浮き上がり、S1センサがONする。

10

【0032】

このS2センサ16がONしたならば、ポンプ4の汲み上げ動作を停止する。この汲み上げ動作の期間中に、S1センサ15がOFFとなった場合には、随時バルブ8を開いてボトル1から下流側タンク2にインクを補給する。これらのインクの補充動作及び汲み上げ動作を繰り返し、S1センサ15とS2センサ16とが共にONになった状態で両タンクへの初期充填が完了する。この初期充填完了時に、バルブ10を大気開放し、バルブ9を閉じる。

【0033】

この初期充填完了時には、インク経路で繋がっている供給流路20、記録ヘッド25及び帰還流路21にも一部インクが流れ込み、気泡も多く残っている。特に、供給流路20及び帰還流路21は、太いチューブを用いているため、鉛直に配置されているチューブ部分には、空気は下流に押し出されること無く、留まったままとなる場合が多い。

20

【0034】

この状況下では、上流側タンク3では気室部分がバルブ9で密閉されるため、インクが重力により自然に記録ヘッド25側に落ちてくることは無い。一方、下流側タンク2は、バルブ10が開放されており気室部分が大気状態である。本来、記録ヘッド25と帰還流路21内部は、インクで完全に満たされ、記録ヘッド25のノズル25dにメニスカスが形成されているはずである。しかし、気泡の存在により、メニスカスが壊れ、ノズル25dからインクが垂れ落ちる。又は、ノズルからさらに空気が入り込み、帰還流路21内部の空気の体積が増加する。そこで初期充填は、記録ヘッド25から垂れたインクを受けるためのインクパン(図示せず)が、記録ヘッド25の下方からノズル25に宛がわれている状態で実施される。

30

【0035】

[液面検出動作]

次に、図5に示すフローチャートを参照して、初期充填後のインク量の確認、即ち、上流側タンク3及び下流側タンク2におけるインク液面検出について説明する。ここでは、インク補充の後、供給流路20、記録ヘッド25及び帰還流路21内部における気泡除去動作を行う。

【0036】

40

まず、上流側タンク3及び下流側タンク2に適量のインクが貯留されているか、即ち、S1センサ15とS2センサ16が共にONにしているか否かを判定する(ステップS1)。この判定において、S1センサ15とS2センサ16が共にONしていた場合には(YES)、適量のインクが貯留されていると判断して次のインク経路の確認フローに移行する(ステップS12については後述する)。これに対して、S1センサ15とS2センサ16が、共に又は一方がONしていない場合には(NO)、S1センサ15がOFFにしているか否かを判定する(ステップS2)。即ち、下流側タンク2のインクが不足しているか否かを判定する。この判定でS1センサ15がOFFしていれば(NO)、バルブ8を開いて(ステップS3)、下流側タンク2に補給ボトル1からインクを補給する。尚、この時、バルブ10は開放状態にある。

50

【 0 0 3 7 】

さらに、インク補給の際に、タイマに予め定めた設定時間T0が設定され、カウントを開始する(ステップS4)。尚、タイマは図示しない制御部に設けられているものとする。カウント時間Tが設定時間T0に達する前に、S1センサ15がONするか否かを判定する(ステップS5)。設定時間T0到達前にS1センサ15がONしたならば(Y E S)、バルブ8を閉じて(ステップS8)、下流側タンク2へのインクの補給を止めて、ステップS1に戻る。一方、設定時間T0を越えてもS1センサ15がONしなければ(N O)、インクの補充が十分ではなく、ボトル1内に補充すべきインクが貯留されていないと判断して、インク補給を中断するようにバルブ8を閉じる(ステップS6)。そして、その装置状態を保持し、ボトル1のインク切れを音声ガイド、ブザー音及び/又はエラー表示によりユーザに告知する(ステップS7)。

10

【 0 0 3 8 】

前記ステップS2の判定において、S1センサ15がONしていたならば(N O)、S2センサ16はO F Fになっているため、バルブ9を開いて(ステップS10)、上流側タンク3を大気状態とする。

【 0 0 3 9 】

その後、ポンプ4を駆動し(ステップS11)、下流側タンク2のインクを上流側タンク3に汲み上げる。そしてステップS1に移行し、再度、下流側タンク2と併せて上流側タンク3内のインク量が適量か否かを判定する。S1センサ15とS2センサ16が共に、ONになった状態でポンプ4を停止し、且つバルブ9を閉じて(ステップS12)、液面検出動作を終了し、次のインク経路の確認動作に移行する。尚、液面検出動作が終了したことを、音声ガイドやディスプレイ表示などによりユーザに告知するようにすれば、ユーザフレンドリーという面でメリットがある。

20

【 0 0 4 0 】

以上説明したルーチンにより、下流側タンク2と上流側タンク3の液面レベルを検出して、それぞれのタンクに適正なインク量が貯留されていることを確認する。

【 0 0 4 1 】

[インク経路確認動作]

次に図6に示すフローチャートを参照して、インク経路の確認について説明する。尚、インク経路とは、供給流路20から記録ヘッド25を經由して帰還流路21に至るインクが自重で流ることが可能なインク経路を指す。

30

【 0 0 4 2 】

まず、バルブ9及びバルブ10を開いて、上流側タンク3からインクの自重でインクをそれぞれの記録ヘッド25に供給すると共に、記録ヘッド25を經由して下流側タンク2へと流す。そして、ポンプ4を駆動してインク量が減っている上流側タンク3に向けて下流側タンク2のインクを補充するように汲み上げる(ステップS21)。ポンプ4のインク汲み上げ量は、下流側タンク2に流れ込むインク流量よりも大きくなるように設定されている。尚、このポンプ4の動作により、上流側タンク3には下流側タンク2からS1センサ15がONからO F Fになるまでインクが送られてくるので、設計時にその分の容量を収容するだけの気室容量を確保しておく必要がある。

40

【 0 0 4 3 】

次に、下流側タンク2のS1センサ15がO F Fになったか否かを判定する(ステップS22)。ポンプ4によるインクの汲み上げは、S1センサ15がO F Fになるまで継続され(N O)、一方、S1センサ15がO F Fになったならば(Y E S)、ポンプ4の駆動を停止し、タイマに予め定められた設定時間T1を設定し、カウントを開始する(ステップS23)。

【 0 0 4 4 】

その後、タイマのカウント時間Tが設定時間T1を越えたか否かを判定する(ステップS24)。ポンプ4を駆動し、タイマカウントしている間にも、上流側タンク3から、水頭差により記録ヘッド25を經由したインクが、帰還流路21を経て下流側タンク2へ流

50

れ込む。そしてカウント時間 T が設定時間 T1 を経過するまでに、S 1 センサ 1 5 が ON するか否かを判定する（ステップ S 2 5）。

【 0 0 4 5 】

このステップ S 2 5 の判定において、S 1 センサ 1 5 が ON になれば（YES）、バルブ 9 を閉め（ステップ S 2 6）、インク経路は正常であると判断し、後述するインク循環動作へ移行する。尚、インク循環動作に移行する前に、インク経路を確認した結果、正常であったことをユーザに報知するようにしても良い。

【 0 0 4 6 】

一方、ステップ S 2 5 で S 1 センサ 1 5 が ON していなければ（NO）、インク量が不足していると判断し、ステップ S 2 4 に戻り、カウントを継続する。

10

【 0 0 4 7 】

また、供給流路 2 0 及び帰還流路 2 1 及び記録ヘッド 2 5 の内部に気泡が多く存在している場合には、インクがスムーズに流れないため、設定時間 T 1 を経過しても S 1 センサ 1 5 が ON せず、ステップ S 2 4 でカウント時間 T が設定時間 T1 を経過することになる（NO）。その場合は、インク経路におけるインクの充填が不十分（インク経路に異常がある）と判断して、バルブ 9 を閉じて（ステップ S 2 7）、後述するインクの充填動作へ移行する。尚、インク充填動作に移行する前に、インク経路に異常があることをユーザに報知しても良い。

【 0 0 4 8 】

このように、インクの自重によって上流側タンク 3 から下流側タンク 2 へと流れるインクの流量が、予め決められた設定時間 T 1 以内に、所定量以上に達するかどうかを判定することで、上流側タンク 3 から下流側タンク 2 のインク経路が正常か否かを確認できる。

20

【 0 0 4 9 】

[インク充填動作]

次に、図 7 に示すフローチャートを参照して、インクの充填動作について説明する。

まず、バルブ 9、1 0 を閉じて（ただし、バルブ 9 はインク経路確認動作において閉じられて終了している）。インク経路を密閉状態とする。そして、タイマに時間 T 2 を設定する（ステップ S 3 1）。タイマ設定後に、ポンプ 4 の駆動を開始し、タイマのカウントを開始する（ステップ S 3 2）。カウント時間 T が設定時間 T 2 に達したか否かを判定し（ステップ S 3 3）、カウント時間 T が設定時間 T 2 に達するまでポンプ 4 の駆動を継続する。

30

【 0 0 5 0 】

この設定時間 T 2 は、ポンプ 4 の駆動によって、下流側タンク 2 の液面が下がりすぎて、下流側タンク 2 から上流側タンク 3 までのインク経路に空気が入ることを防止するために設定されるものであって、インク経路の製造仕様に基づき又は実測して設定される。このポンプ 4 の駆動により、バルブ 9 が閉じられたインク経路が密閉された状態で、ポンプ 4 により上流側タンク 3 へインクが送り込まれるため、上流側タンク 3 の気室は、高い正圧となる。一方、下流側タンク 2 はインクが流出されたため、気室は大きな負圧となっている。

【 0 0 5 1 】

40

この時、上流側タンク 3 から下流側タンク 2 へ流れるインクへは、通常の循環時の圧力差よりも大きな圧力が与えられる。例えば、上流側タンク 3 の気室が 1 0 k P a の正圧となり、下流側タンク 2 の気室が - 5 k P a の負圧となる場合には、水頭差 1 . 5 k P a とあわせて約 1 6 . 5 k P a の圧力差が与えられる。また、記録ヘッド 2 5 には、正圧が印加されることからノズル 2 5 d からインクが流出する。同時に、記録ヘッド 2 5 内部には十分にインクが充填される。ノズル 2 5 d の流路抵抗は、その他の流路抵抗と比べて十分に大きいため、一旦、記録ヘッド 2 5 内がインクで満たされると、ノズルから少量のインクが流出するものの、ほとんどのインクは、下流側タンク 2 へ向かって流れ出る。そのときの流速が速くなることにより、溜まって流れなかった気泡が供給流路 2 0 及び帰還流路 2 1 から下流側タンク 2 に向かって押し出される。

50

【 0 0 5 2 】

カウント時間 T が設定時間 T 2 に達したならば (N O)、ポンプ 4 を停止する (ステップ S 3 4)。ポンプ 4 を停止させた後、一旦、バルブ 9、10 を開き (ステップ S 3 5)、上流側及び下流側タンク 2、3 それぞれを大気開放して、気室圧力を大気圧状態に戻す。次に、バルブ 9 を閉じる (ステップ S 3 6)。このバルブ 9 が閉じられると、上流側タンク 3 に空気が流入しないため、インクは記録ヘッド 2 5 には供給されない。次に、図示しないワイブ機構を駆動させることによって、ノズル 2 5 d から流出し、ノズルプレート 2 5 c に付着している余剰インクを拭き取る (ステップ S 3 7)。拭き取り後、ノズル 2 5 d のインクは、下流側タンク 2 の液面水頭差によって負圧を受け、メニスカスが形成された状態となる。次に、検出回数 J に 1 を加算するインクリメント処理を行い (ステップ S 3 8)、液面検出動作を再度行う (ステップ S 3 9)。

10

【 0 0 5 3 】

このようにして、供給流路 2 0、帰還流路 2 1 及び記録ヘッド 2 5 内部の気泡が、下流側タンク 2 へ押し出され、インク経路にインクが充填されることになる。

【 0 0 5 4 】

上述した例では、バルブ 9、10 を閉じてポンプ 4 を駆動させているが、流路構成によっては、下流側タンク 2 の負圧によってヘッドのノズル位置でのインク圧力が負圧となり、ノズルからの空気を吸い込んでしまう場合がある。そのような場合には、バルブ 10 を開いたままで同じ動作を行わせることでも、ノズルを正圧に保つことができ、帰還経路 2 1 内の気泡を下流側タンク 2 に押し出すことができる。

20

【 0 0 5 5 】

[インク循環動作]

次に、インク経路におけるインク循環について説明する。

図 1 3 に示すフローチャートを参照して、インクがインク経路を正常に流れる状態の循環について説明する。

インク経路確認動作 (図 6 参照) にて、インク経路が正常であると判断された場合 (ステップ S 2 5 にて「 Y E S 」と判定された場合)、インク循環動作が開始される。

【 0 0 5 6 】

下流側タンク 2 の気室は、バルブ 10 が開いているので、略大気圧状態となっている。この状態で、まず、バルブ 9 を開き、バルブ 10 を閉じる (ステップ S 8 1)。下流側タンク 2 のインク液面がノズルよりも - 5 0 mm 低い位置であるのに対して、上流側タンク 3 のインク液面はノズルよりも + 1 0 0 mm の高い位置であるため、バルブ 9 を開くことで、ノズルには正圧が印加されることになる。しかしながら、バルブ 10 が閉じられ、かつ下流側タンク 2 のインク液面高さが低いため、ノズルには強い正圧が印加されるわけではなく、すぐにノズルからインクが流出するというわけではない。

30

【 0 0 5 7 】

その後、ポンプ 4 を最小駆動負荷 (duty minimum) にて駆動を開始する (ステップ S 8 2)。例えば、循環開始時にポンプ 4 に急激に高い駆動負荷を与えた場合に、下流側タンク 2 内に一気に高い負圧が発生し、記録ヘッド 2 5 のノズルから空気を吸い込んでしまうおそれがある。このようなことが無いように、循環開始時のポンプ 4 の駆動負荷は最小に設定している。

40

【 0 0 5 8 】

バルブ 9 を開き、バルブ 10 を閉じてから短い時間経過後にポンプ 4 の駆動が開始され、下流側タンク 2 のインクが汲み上げられることで、下流側タンク 2 の気室は徐々に減圧され、負圧となる。ここで、S 3 センサ 1 7 で測定された実測値 P が下流側タンク 2 の気室圧力の設定値 P 0 よりも大きいか否かを判定する (ステップ S 8 3)。ここで例えば、下流側タンク 2 の気室圧力の設定値 P 0 を、- 4 . 5 k P a と設定する。実測値 P が設定値 P 0 よりも大きくない場合、即ち実測値 P が - 4 . 5 k P a よりも負圧側になっている場合には (N O)、ポンプ 4 の駆動負荷 (duty) を減らす (ステップ S 8 4)。この駆動負荷の減少で、下流側タンク 2 の気室が、より P 0 (- 4 . 5 k P a) に近づく。また、

50

実測値 P が設定値 P 0 よりも大きい場合、即ち実測値 P が - 4 . 5 k P a よりも正圧側になっている場合には (Y E S)、逆にポンプ 4 の駆動負荷を増加させる (ステップ S 8 5)。このようなフィードバック制御を行うことで、下流側タンク 2 の気室圧力が - 4 . 5 k P a に収束するように制御される。尚、インク循環開始当初は、最小駆動負荷にて駆動されるポンプ 4 のインク汲み上げ量に対して、上流側タンク 3 からのインク流入量が多いため、ステップ S 8 3 の判定としては暫くの間は「 Y E S 」になる。従って、インク循環を開始してからしばらくはポンプ 4 の駆動負荷は徐々に増加していく。

【 0 0 5 9 】

ポンプ 4 の駆動負荷のフィードバック制御を行い、気室の圧力を一定に制御している間は、下流側タンク 2 のインク液面高さは変化せず、気室の量も変化しない。つまり、記録ヘッド 2 5 を通って、上流側タンク 3 から下流側タンク 2 に供給されるインク量とほとんど同じ量だけ、ポンプ 4 が上流側タンク 3 へ汲み上げるように駆動しているので、下流側タンク 2 の気室圧力が略 - 4 . 5 k P a を維持する。

【 0 0 6 0 】

ポンプ 4 の駆動負荷制御を行っている間に、システムから印刷終了時やスタンバイに入るときに出される補給完了を指示するインク循環終了の命令があった場合には (ステップ S 8 6 : Y E S)、ポンプ 4 の駆動を停止させ (ステップ S 8 7)、バルブ 1 0 を開け、バルブ 9 を閉じて通常の画像形成待機状態にする。また、ステップ S 8 6 で、インク循環終了命令がなければ (N O)、インク補給が完了していないため、ステップ S 8 3 に戻り、ポンプ 4 の駆動負荷制御を継続する。

【 0 0 6 1 】

尚、このインク循環中に画像形成を行う場合、記録ヘッド 2 5 からのインク吐出に伴い、インク量が減少し上流側タンク 3 のインク液面が下がる。この時、S 2 センサ 1 6 は、上流側タンク 3 内のインク量の増減を検出するセンサとして機能する。S 2 センサ 1 6 が O F F になると、インク量が不足したものと判断されて、バルブ 8 が開き、補給ボトル 1 からインク補給流路 2 3 を経て下流側タンク 2 へインクが補給される。下流側タンク 2 は、インク量が増えることで僅かな圧力上昇が発生するが、その圧力上昇を S 3 センサ 1 7 で検出して、ポンプ 4 の駆動負荷にフィードバックをかける。この結果、ポンプ 4 の駆動負荷は高められ、インクは上流側タンク 3 に汲み上げられ、下流側タンク 2 のインク液面はすぐに元の位置に戻る。その後、上流側タンク 3 へのインク補給によって、S 2 センサ 1 6 が O N になったならば、バルブ 8 を閉めてインク補給を終了する。

【 0 0 6 2 】

このような動作による上流側タンク 3 のインク液面変化は、S 2 センサ 1 6 が O F F から O N するまでの高さでしかない。本実施形態では、液面位置の変化は、略 1 0 m m 以内であり、圧力に換算すれば、0 . 1 k P a の変動である。下流側タンク 2 の気室圧力が変化しなければ、上流側タンク 3 の液面は大気に開放されており、前述したように、僅かな変動しかしないため、ノズル 2 5 d 部分にかかる圧力はほとんど変化せず、インクを補給している最中であっても、安定してインクをノズル 2 5 d から吐出することができ、画像形成に支障がない。

【 0 0 6 3 】

また、画像形成中においては、S 1 センサ 1 5 のフロートはほとんど上下動しないため、下流側タンク 2 のリアルタイムでのインク液面検出はできない状況となる。また記録ヘッド 2 5 からのインク吐出が無く、インクの消費がほとんど無い状態では上流側タンク 3 の S 2 センサ 1 6 も変動しないため、上流側タンク 3 においても同様にインク液面の把握ができない状況となる。従って、画像形成中に、インクが漏れている状態、気泡がインク経路に入って循環しにくい状態、記録ヘッド 2 5 のチャンネル 2 5 h 部分が詰まってインクが流れない状態といった異常が発生しても、それを検出するのが困難となる。そのリスクを下げるために、循環動作を行う前に前述したように、図 5 及び図 6 に示す液面検出及びインク経路の確認の動作を実施することで、画像形成前にインク経路が循環可能な状態になっているか否かを確認することが好ましい。

【0064】

このように、本実施形態によれば、インクの自重によって上流側タンク3から下流側タンク2へと流れるインクの流量が、予め決められた設定時間T1以内に、所定量以上に達するかどうかを判定することで、上流側タンク3から下流側タンク2のインク経路が正常か否かを確認できる。

【0065】

また、本実施形態によれば、画像形成する前に、インク経路を確認できる。特に、このインク経路確認動作を、装置電源を入れた立ち上げ直後や、画像形成Aと画像形成Bとの間の待機時間など、画像形成命令を受け付けていないタイミングで確認動作を実行することが好ましい。

10

【0066】

次に、インク経路の確認の変形例について説明する。

図8に示すフローチャートは、前述した図6におけるフローチャートの変形例を示している。この変形例は、S1センサ15がONになる回数を複数回繰り返して確認する点が図6におけるインク経路の確認とは異なっている。図8に示すフローチャートにおいて、図6に示したフローチャートとは異なる工程について説明し、同様の工程については図6に示したステップ番号を付して、詳細な説明は省略する。

【0067】

まず、 $K = 0$ を設定する(ステップS41)。ここでKはインク経路確認動作において、S1センサ15の出力がOFFからONに替わった回数を表す。

20

次に、バルブ9及び10をそれぞれ開けると共に、ポンプ4を駆動させ(ステップS21)、上流側タンク3へインクを補充する(尚、バルブ10は前の工程により開けられたままとなっている)。そして、S1センサ15がOFFになったならば(ステップS22)、ポンプ4の駆動を停止させる(ステップS23)。ポンプ4の駆動が停止すると、バルブ9、10がそれぞれに開いているため、インクの自重でもって、上流側タンク3のインクが記録ヘッド25を介して下流側タンク2に向けてインクが流れる。このポンプ4の駆動停止と同時に設定時間T1を設定すると共に、タイマカウントを開始する。カウントTは設定時間T1になるまで行い(ステップS24)、カウントされている間にわたって、S1センサ15がONするか否かを判定する(ステップS25)。

【0068】

30

このステップS25の判定で、S1センサ15がONしたならば(YES)、回数Kをインクリメント($K = K + 1$)し(ステップS42)、その後、回数Kが2になったか否かを判断し(ステップS43)、 $K = 2$ になっていれば(YES)、バルブ9を閉じ(ステップS26)、前述した循環動作に移行する。一方、インク経路の確認が最初であって、回数Kが1の場合には(NO)、充填処理回数Jに2を設定し(ステップS44)、再度インク経路の確認を行うべく、ステップS21に戻る。そして、ステップS25にて再度、S1センサ15がONになったならば、ステップS42にて回数Kをインクリメントし、 $K = 2$ とする。すると、ステップS43の判定でYESとなり、バルブ9を閉じて(ステップS26)、循環動作へと移行する。

一方、ステップS24の判定で、S1センサ15が設定時間T1以内にONしなければ(NO)、バルブ9を閉じて(ステップS27)、充填処理回数Jの確認を行う(ステップS45)。尚、充填処理回数Jは図7の充填処理を一回行う毎に1だけインクリメントされる。

40

【0069】

このステップS45では、充填処理回数が3回未満である場合(YES)には、再度充填処理(図7参照)へ移行する。充填処理が既に3回に達していた場合(NO)には、インク経路(供給流路20、帰還流路21又は記録ヘッド25等)にインクを充填することができない重大な不具合が発生しているものと判断し、ユーザに対して異常である旨を報知し、インク経路確認動作を終了する。

【0070】

50

このように、本変形例によれば、インク経路が正常と判断されても、直ちに循環動作に移行するのではなく、複数回にわたってインク経路が正常であることを判断してから循環動作に移行するようにしている。このため、インク経路におけるインクの流れが不安定な場合に、偶然にもS 1 センサがONになった場合にも、直ちにインク経路が正常であるという判断をくさず、的確にインク経路が正常か否かを判断することが可能となり、信頼性が向上する。

【0071】

次に、第2の実施形態について説明する。

本実施形態では、インク循環を行いながら画像形成を実行している間で、インク経路が正常であるか否か、即ち、インク循環状態が正常であるか否かの検出を行う方法に特徴がある。

10

前述したようにインクの粘度は、室温等の周囲温度によって変化する。本実施形態においては、下流側タンク2内の気室圧力を一定に保持しつつインクを循環させているため、上流側タンク3から下流側タンク2に向けてインクが流れるための圧力差は温度によらず、略一定である。例えば、6 kPaの圧力差がある。

【0072】

周囲温度の変化によって、インク温度が変わりインク粘度が変化すると、その温度に対応したインク流量が変わることになる。例えばインク温度が15 °Cのときの流量は2 ml/s、25 °Cでは3 ml/s、35 °Cでは4.5 ml/s、45 °Cでは5.5 ml/sといった具合である。これらのインク温度に対する下流側タンク2に流れ込むインク量が一義的に決まれば、ポンプ4が同量のインクを上流側タンク3へ戻すためのポンプ4の駆動負荷も、一義的に決まる。従って、図示しない制御部内に、インク温度に対応するポンプ4の駆動負荷の関係を規定したテーブルを作成し、測定されたインク温度を利用して、粘度及びインク流量を推定することができる。

20

【0073】

インクの温度は、インク経路に設けた温度センサで検出可能である。本実施形態では新たに温度センサを設けることなく、記録ヘッド25の駆動電圧を制御する目的で設けられた温度センサ26を利用している。温度センサ26は、記録ヘッド25内の圧電素子近傍でインクの温度を検出できるところに設けられていればよい。インクの粘度は、数度の温度差では大きく変わらないので、2~3 °Cの誤差を許容することもできる。従って、温度センサ26は、記録ヘッド25内の設けられる位置に自由度があり、インク経路近傍でインク温度を検出できればよいことになる。

30

【0074】

図14に示すフローチャートを参照して、画像形成時等におけるインク循環中にインク経路を確認する方法について説明する。この例におけるインク循環の手順は、前述した図13のインク循環のフローと略同じであるが、本実施形態では、インク温度から算出されるポンプ4の適正な駆動負荷と、実際に測定されるポンプ4の駆動負荷とを比較して、インク経路が正常か否かを判定する点が相違点であり、本実施形態の特徴である。

【0075】

まず、バルブ9を開き、バルブ10を閉じる(ステップS91)。その後、タイマに時間T5を設定する(ステップS92)。時間T5は、インク循環時のポンプ4の駆動負荷(duty)が安定するまでの時間であり、製造時に適宜設定される。勿論、ポンプ性能やインクに応じて、時間調整も可能である。時間T5の設定後に、ポンプ4を最小駆動負荷(duty minimum)にて駆動を開始し、カウントtを開始する(ステップS93)。

40

【0076】

次に、S3センサ17で測定された実測値Pが下流側タンク2の気室圧力の設定値P0よりも大きいかどうかを判定する(ステップS94)。この判定で、実測値Pが設定値P0よりも大きくない場合には(N O)、ポンプ4の駆動負荷(duty)を減らす(ステップS96)。一方、実測値Pが設定値P0よりも大きい場合には(Y E S)、逆にポンプ4の駆動負荷を増加させる(ステップS95)。このようなフィードバック制御を行うこと

50

で、下流側タンク 2 の気室圧力が一定値、例えば、 -4.5 kPa に収束するように制御される。

【0077】

次に、タイマによるカウントが設定時間 T_5 を経過したかどうかを判定する（ステップ S 97）。この判定で設定時間 T_5 を経過したならば（YES）、ボトル 1 からのインク補給が行われていない、且つ記録ヘッド 25 がインクを非吐出の状態になっているかを判定する（ステップ S 98）。ステップ S 98 の判定において、ボトル 1 からのインク補給が行われている（バルブ 8 が開いている）、又は記録ヘッド 25 から画像記録のためにインクが吐出されている状態である場合（NO）には、ステップ S 94 に戻る。

【0078】

ステップ S 98 の判定において、インク補給がされておらず（バルブ 8 が閉じている）、且つ記録ヘッド 25 からインクが吐出されていないタイミングであれば（YES）、設定されているポンプ 4 の駆動負荷 D と、温度センサ 26 から得られたインク温度に基づいて算出される適正駆動負荷 $f(T)$ と、を比較する（ステップ S 99）。尚、適正駆動負荷 $f(T)$ には幅（範囲）をもたせており、ここでは適正駆動負荷 $f(T)$ は $0.9 * f(T)$ から $1.1 * f(T)$ の範囲に設定している。即ち、ステップ S 99 では、現時点で設定されているポンプ 4 の駆動負荷 D が、インク温度に基づいて算出された適正駆動負荷 $f(T)$ の $\pm 10\%$ の範囲内に収まっているか否かを判定し、範囲外であれば（NO）、異常と判断してポンプ 4 の駆動を停止する（ステップ S 100）。

【0079】

この異常は、ポンプ 4 の駆動負荷 D が、算出された適正駆動負荷 $f(T)$ の 90% を下回る場合には、インクの流れが悪いと判断される。即ち、上流側タンク 3 から下流側タンク 2 までのインク経路内に大きな空気のかたまり等が入っている状態や、インク経路が詰まっている状態が想定される。逆に、設定された駆動負荷 D が、算出された適正駆動負荷 $f(T)$ の 110% を上回る場合には、下流側タンク 2 の気室の負圧を保ったために、より大きな駆動負荷を要していると判断し、インク経路の空気漏れなどが考えられる。いずれの場合も異常として判断される。

【0080】

このように異常と判断された場合には、バルブ 10 を開けて、バルブ 9 を閉じ、さらに図示されないインクパンを記録ヘッド 25 の下方に配置して、ノズル 25 d からインクが垂れたとしても、装置を汚さないようにインクパンで受け止める（ステップ S 101）。その後、ユーザに対してインクの循環が異常であることを報知する。

【0081】

ステップ S 99 の判定において、駆動負荷 D が適正駆動負荷 $f(T)$ の $\pm 10\%$ 範囲に入っている場合（YES）は正常と見なされ、インク循環の終了の判定（システムからのインク循環終了命令があるか否かの判定）を行い（ステップ S 102）、終了でなければ（NO）、ステップ S 94 に戻る。また、インク循環を終了する場合には（YES）、ポンプ 4 の駆動を停止し（ステップ S 103）、バルブ 10 を開けて、バルブ 9 を閉じて（ステップ S 104）、記録動作可能な状態にしてインクの循環を終了する。

【0082】

このインク循環動作によれば、実際に測定されるポンプ 4 の駆動負荷 D が、温度センサ 26 から出力されるインク温度に対応する適正駆動負荷 $f(T)$ 範囲に収まっているかどうかを判定することで、インク温度に見合った循環流量になっているかどうかを判定し、見合っていれば正常、見合っていなければ異常と判定することができる。

【0083】

また、インク経路に異常があるか否かの判定を、ポンプ 4 を駆動してから一定時間（ T_5 ）を経過した後に行っているため、ポンプ 4 の駆動初期に起こりがちな不安定な動作に起因するインク循環不良を無視することができる。つまり、インクの循環動作がある程度落ち着いたところで判定しているため、精度の高い検出が可能となる。

【0084】

以上説明したように、本実施形態によれば、インク循環している画像形成中においてもインクの流れが正常かどうかを検出することが可能で、且つインク吐出のための圧力を適正範囲に保ちつつ、気泡吸い込みやインク漏れを防止することができる。

【 0 0 8 5 】

次に、第 3 の実施形態について説明する。

図 2 には、第 3 の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するためのインクジェットプリンタのインク循環経路に関する構成例を示す。この図 2 においても、第 1 の実施形態と同様に、通常の画像形成装置に備えられている構成部は有しているものとする。また、本実施形態の構成部位において、前述した第 1 の実施形態の構成部位と同等のものには、同じ参照符号を付して、その説明を省略する。

10

【 0 0 8 6 】

本実施形態において、前述した第 1 の実施形態と異なる点は、圧力センサ (S 3 センサ) 1 7 の代わりに負圧ペローズ 3 0 及びその負圧ペローズの膨張具合を検出する 2 つの位置センサ (S 4 センサ、 S 5 センサ) 2 8 , 2 9 を設けた点である。

負圧ペローズ 3 0 は、ゴム材料又は樹脂材料により形成される、 Z 軸方向へ伸縮自在な蛇腹構成である。この内部は、密閉された空間となっており、バルブ 1 0 と下流側タンク 2 との間の大気開放経路 2 2 と空間的に連通するように連結される。負圧ペローズ 3 0 は、ほとんどバネ定数を持っていないものが望ましい。底部には、錘 3 1 が取り付けられている。よって、負圧ペローズ 3 0 が伸縮することで、錘 3 1 の位置は Z 軸方向に変動する。

20

【 0 0 8 7 】

負圧ペローズ 3 0 の伸縮可能範囲における Z 軸方向の上方、下方に対応する位置には、負圧ペローズ 3 0 の錘 3 1 を検出する上方位置センサ (S 4 センサ) 2 8 と下方位置センサ (S 5 センサ) 2 9 が配設される。

【 0 0 8 8 】

この S 4 センサ 2 8 と S 5 センサ 2 9 の配設位置は、下流側タンク 2 内の許容気室圧力範囲の上限、下限、言い換えると下流側タンク 2 内の許容インク量の上限、下限に対応して設定されている。そして、この 2 つのセンサ 2 8 , 2 9 の出力は図示しない制御部に送られ、ポンプ 4 の駆動負荷を制御するために用いられる。

【 0 0 8 9 】

尚、負圧ペローズ 3 0 の初期状態としては、錘 3 1 が S 4 センサ 2 8 と S 5 センサ 2 9 の間に位置づけられるように、下流側タンク 2 内の圧力や負圧ペローズそのもの及び各センサ 2 8 , 2 9 の配設位置を設計しておく。

30

【 0 0 9 0 】

次に、図 1 5 に示すフローチャートを参照して、本実施形態におけるインク経路の異常検出を行う方法について説明する。

本実施形態のインク液面検出、インク経路の確認及び充填処理は、前述した第 1 の実施形態と同様であるので、ここでは説明を割愛する。

【 0 0 9 1 】

本実施形態のインク循環動作は、負圧ペローズ 3 0 の伸縮、即ち錘 3 1 の高さにより制御される。まず、バルブ 9 を開き、バルブ 1 0 を閉じる (ステップ S 1 2 1) 。その後、タイマに時間 T 5 を設定する (ステップ S 1 2 2) 。時間 T 5 は、インク循環時の駆動負荷 (duty) が安定するまでの時間であり、製造時に適宜設定される。その設定後に、ポンプ 4 を最小駆動負荷 (duty minimum) にて駆動を開始し、タイマカウントを開始する (ステップ S 1 2 3) 。

40

【 0 0 9 2 】

次に、負圧ペローズ 3 0 の錘 3 1 が S 5 センサ 2 9 によって検出されたか否かを判定する (ステップ S 1 2 4) 。ここで、錘 3 1 が S 5 センサ 2 9 によって検出された場合 (Y E S) 、それは下流側タンク 2 内のインク量が許容量よりも多すぎることなので、ポンプ 4 の駆動負荷を増やして錘 3 1 を上昇させる (ステップ S 1 2 6) 。一方、錘 3 1

50

がS5センサによって検出されていない場合(NO)には、錘31がS4センサ28によって検出されるか否かを判定する(ステップS125)。この判定で、錘31がS4センサ28によって検出された場合(YES)、それは下流側ポンプ2内のインク量が許容量よりも少なすぎるということであるので、ポンプ4の駆動負荷を減らして錘31を下げる(ステップS127)。

【0093】

ポンプ4に与えられる駆動負荷は、その錘31がS4センサ28とS5センサ29の間に位置するように高さが制御される。この範囲内に錘31があれば、負圧ベローズ30は縮みきることも伸びきることも無く、錘31の重さと下流側タンク2の気室圧力が釣り合った状態となる。錘31の重さは、所望する下流側タンク2の気室内の負圧に合わせた重さに選択されている。つまり、錘31による負圧ベローズ30の伸張によって、所望する負圧を下流側タンク2に発生させている。

10

【0094】

ステップS124及びステップS125において、共に判定がNOであれば、錘31はS4センサとS5センサの検出位置間に位置づけられていることとなり、ポンプ4の駆動負荷はそのまま維持している。

【0095】

そして、タイマにカウントされた時間tが、設定した時間T5を越えたか否かを判定し(ステップS128)、設定時間T5を越えていなければ(NO)、ステップS124に戻り、錘31の位置を検出する。カウント値tが設定時間T5を越えたならば(YES)、ボトル1からのインク補給が行われていない、且つ記録ヘッド25がインクを非吐出の状態になっているかを判定する(ステップS129)。これは、画像形成中に行うインクの循環の確認のタイミングとして、下流側タンク2や記録ヘッド25に対して急激な圧力変動を与えないことを考慮したためである(ボトル1からのインク補給がされている場合だと、インク循環が正常かどうかを検出することができず、また、画像形成中(記録ヘッド25からインクを吐出させている間)にインク循環の確認を行うと、記録ヘッド25に急激な圧力変動が加わり、画像形成の品質を落としかねない)。このステップS129の判定で、各条件を満たしていなければ(NO)、ステップS124に戻る。また、ステップS129の判定で各条件を満たしていたならば(YES)、意図的にポンプ4の駆動負荷を増加させる(ステップS130)。その結果、下流側タンク2内のインク量は減少し、気室の容量は増大する。この結果、負圧ベローズ30が収縮し、錘31が上昇する。ポンプ4の駆動負荷を増加させる処理は、S4センサ28によって錘31が検出されるまで行われる(ステップS131)。そしてS4センサ28の検出位置まで錘31が上昇すると、S4センサ28によって錘31が検出されONになる(YES)。S4センサ28がONしたならば、ポンプ4の駆動を一時的に停止させると共に、タイマカウント(時間t)を開始する(ステップS132)。

20

30

【0096】

記録ヘッド25からは継続して下流側タンク2に向かってインクが流れ込んでくるのに対して、ポンプ4の駆動を停止したことによって下流側タンク2からはインクの流出がないため、下流側タンク2のインク液面が上昇する。このインク液面の上昇により、気室の空気が負圧ベローズ30内に入り伸張することに加え、錘31の自重によって負圧ベローズ30が伸張するため、錘31の高さが下がり始める。

40

【0097】

下がっていく錘31をS5センサ29によって検出されたならば(ステップS133)、タイマカウントtを終了する。(ステップS134)。この時、錘31が降下する速さは、上流側タンク3から記録ヘッド25を経由して下流側タンク2に流れ込んでくるインク流量に依存する。この流量は前述したように、インクの粘度、即ちインク温度に依存している。

【0098】

次に、インク温度Tを温度センサ26で検出し、その温度から算出されるインク流量に

50

基づくS4センサ28の位置からS5センサ29の位置までの降下時間 $t(T)$ と、実測した時間 t とを、比較条件 $[0.9 * t(T) < t < 1.1 * t(T)]$ で比較する(ステップS135)。尚、インク温度 T に対する適正降下時間 $t(T)$ は予めテーブル化されており、図示しない制御部内に読み出し可能な状態で格納されている。この比較において、実測した時間 t が、インク温度 T から算出される適正降下時間 $t(T)$ の $\pm 10\%$ の範囲であれば(YES)、インク経路(供給流路20、記録ヘッド25、帰還流路21)に異常は無いと判断し、後述するステップS137に移行する。一方、その範囲を外れる場合には(NO)、異常があると判断し、インクパンを記録ヘッドの下方へ移動させて、バルブ9を閉じ及び、バルブ10を開く(ステップS136)。インク経路に異常があり、インク循環が正しく行えていないことを報知して停止する。

10

【0099】

また、ステップS137において、インクの循環を終了するならば(YES)、ポンプ4の駆動を停止し(ステップS138)(ただし、ステップS124でNOだった場合には、ステップS132でポンプ駆動は停止済みとなっている)、バルブ9を閉じ、バルブ10を開けて(ステップS139)、このインク循環(インク経路)の確認動作を終了する。

【0100】

本実施形態によれば、体積変化する負圧ベローズ30を下流側タンク2の気室に連通させて設けることにより、ポンプ4を一時停止させても、ノズル25dにかかる圧力を変化させずに循環を継続することが可能となる。

20

【0101】

さらに、負圧ベローズの錘31の位置を検出することで、上流側タンク3から下流側タンク2に向かってインクが流れて込んでくることを検出することが可能となる。さらに、インクの温度によって負圧ベローズ30の高さ変化する時間を測定することで、より正確にインク経路の異常を検出することが可能となる。

【0102】

本実施形態では、インクの循環中に、ポンプ4を一時停止させ、負圧ベローズ30とそれに取り付けられた錘31の位置の変化、及びその変化の時間を検出して正常にインクが流れているか否かを判断している。勿論、この判定方法に限定されるものではなく、例えば、S1センサ15又はS2センサ16の液面の高さ変化の有無、及びセンサ出力論理が変化(ON/OFF変化)するまでの時間を検出して、正常時と比較することで正常にインクが流れているか否かを判断することも可能である。その場合には、S1センサ15又はS2センサ16の論理変化におけるインクの体積変化の範囲で、負圧ベローズ30が少なくとも伸縮可能な範囲にあることが必要となる。従って、負圧ベローズ30の底部(錘31)がS4センサ28とS5センサ29の間にあることが望ましい。

30

【0103】

さらに、その他の判定方法としては、負圧ベローズ30の高さがS4センサ28とS5センサ29の間に制御されている場合のポンプ4の駆動負荷に基づき、前述した第1の実施形態における図14で説明した方法で駆動負荷が、そのときのインク温度に対して適性か否かで判定することも可能である。

40

【0104】

さらに、本実施形態によれば、前述した第1の実施形態の効果に加えて、ベローズを用いた簡易な構成により、所望の負圧を下流側タンクに生じさせることができる。

【0105】

次に、第4の実施形態について説明する。

図3には、第4の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するためのインクジェットプリンタのインク循環経路に関する構成例を示す。この図3においても、第3の実施形態と同様に、通常の画像形成装置に備えられている構成部は有しているものとする。また、本実施形態の構成部位において、前述した第3の実施形態の構成部位と同等のものには、同じ参照符号を付して、その説明を省略する。

50

【0106】

本実施形態は、前述した第3の実施形態の構成に加えて、下流側タンク2からポンプ4へインクを取り込む流路24の吸い込み口に液面調整器32が設けられている構成である。

【0107】

この液面調整器32は、図12(a)、(b)に示すように、パイプから成る流路24に嵌め込まれて、流路周囲側面をガイドとして上下動可能に設けられている。液面調整器32は、上部に気体(例えば、空気)を密閉したリング形状の浮き部32aと、下部に円筒形状の凸部32bとにより構成されている。流路24は、下流側タンク2内の底に近い位置まで延出している。流路24の下部外周面には、インクを吸い上げるためのインク取り込み口24aが開口されている。

10

【0108】

図12(a)は、下流側タンク2内に適量のインク量が充填されて、液面が高くなった状態を示し、図12(b)は、液面が低くなった状態を示している。液面が高いときには、インク取り込み口24aが液面調整器32から露呈しているため、ポンプ4はインクを吸い上げることが可能である。一方、インクが吸い上げられて液面が低くなると共に、液面調整器32が下降し、その凸部32bがインク取り込み口24aを塞ぐため、ポンプ4はインクを吸い上げることができなくなる。ポンプ4のインク吸い上げ能力は、記録ヘッド25から下流側タンク2に戻ってくるインクの量よりも常に多くなるように設計されている。本実施形態では、インク液面の高さによってポンプ4によるインク汲み上げ量が変

20

【0109】

本実施形態では、液面調整器32を設けたために、下流側タンク2のインク液面が下がり、液面調整器32がインク取り込み口24aを塞いでしまうと、ポンプ4で下流側タンク2内部の気室に負圧を作ることできない構成となっている。このため、負圧ペローズ30には錘31が設けられ、その錘31の重さで負圧ペローズ30が伸張することで、下流側タンク2に負圧を発生させる。この錘アクチュエータ37は、Z方向に移動することができ、下降する際には、錘31の自重で負圧ペローズ30を伸張させ、上昇する際には、錘31を押し上げて負圧ペローズ30を収縮させる。錘アクチュエータ37の移動範囲の最上位置は、押し上げる錘31がS4センサ28の検出位置に位置づけられる位置であり、最下位置は錘31がS5センサ29の検出位置に位置づけられる位置になるように設定されている。尚、負圧ペローズ30が最も収縮した状態において錘31の位置が、S4センサ28の検出位置に位置づけられる位置にあり、最も伸張した状態においては錘31の位置はS5センサ29の検出位置よりも下方となる(ただし、錘アクチュエータ37の最下位置の設定により、錘31はS5センサ29の検出位置が最下位置となる)。錘アクチュエータ37のホームポジションHPは、前述した最上位置に設定される。バルブ9が開けられて、且つバルブ10が閉じられた状態で錘アクチュエータ37を最下位置まで下降させると、負圧ペローズ30は錘31の自重により下方に伸張し、下流側タンク2の気室

30

40

【0110】

また、その状態でポンプ4を駆動すると、記録ヘッド25から流れ込むインク量以上のインク量を汲み上げるので、下流側タンク2のインク液面が下がっていくと共に、負圧ペローズ30が収縮していく。インク液面が下がるにつれて、前述した液面調整器32の位置も徐々に下がり、インク取り込み口24aを塞ぐことになり、ポンプ4によるインクの汲み上げが出来なくなる。このようにして、下流側タンク2の液面は液面調整器32の動

50

作によって、一定の高さを維持することになる。また液面の高さが略一定に維持されているということは、下流側タンク 2 の気室の圧力も略一定となるため、負圧ペローズ 30 の錘 31 の高さ位置も略一定となる。このときの錘 31 の位置は、S 4 センサ 28 の検出位置と S 5 センサの検出位置の間の所定高さ位置 P 1 となる。

【 0 1 1 1 】

次に、図 16 に示すフローチャートを参照して、インク循環動作中におけるインクの流れが正常か否かを判定する方法について説明する。

初期状態は、バルブ 9 が閉じられ、バルブ 10 が開放され、錘アクチュエータ 37 はホームポジション H P に位置づけられている。バルブ 10 が開放されているため、負圧ペローズ 30 が収縮していても、下流側タンク 30 には正圧は生じない。また、このとき、S 4 センサ 28 は負圧ペローズ 30 の錘 31 を検出している状態になっている。

10

【 0 1 1 2 】

この状態で、まず、バルブ 9 を開き、バルブ 10 を閉じる (ステップ S 1 4 1)。タイマに所定時間 T 7 を設定する (ステップ S 1 4 2)。この所定時間 T 7 は、負圧ペローズ 30 の底部の錘 31 が S 4 センサ 28 によって検出できている位置から検出できない位置に移動するまでに要する時間であり、この所定時間 T 7 を越えても S 4 センサ 28 が錘 31 を検出している場合に循環異常と判断するための設定時間である。その後、錘アクチュエータ 37 を最下位置まで退避させ、且つタイマのカウント t をスタートする (ステップ S 1 4 3)。錘アクチュエータ 37 が退避することで、錘 31 の自重によって負圧ペローズ 30 は徐々に伸張していき、錘 31 の高さ位置が下がっていく。また、下流側タンク 2

20

【 0 1 1 3 】

次に、負圧ペローズ 30 の底部に設けた錘 31 が S 4 センサ 28 の検出位置から移動し、検出できない位置に移動したか否かを判定する (ステップ S 1 4 4)。正常にインクが下流側タンクに流れ込んでいる状態ならば、負圧ペローズ 30 は下流側タンク 2 に流れ込むインク流量と略同等の容積だけ伸張することになり、それによって錘 31 が下降していき、タイマカウント t が T 7 に達する前に、錘 31 が S 4 センサ 28 の検出位置から外れることになる。この判定で、S 4 センサ 28 が錘 31 を検出し続けていれば (NO)、タイマによるカウント時間 t が所定時間 T 7 を越えたか否かを判定する (ステップ S 1 4 5)

30

【 0 1 1 4 】

また、ステップ S 1 4 4 の判定において、S 4 センサ 28 が OFF となり、負圧ペローズ 30 の錘 31 が正常に下降したと判断されたならば (YES)、所定時間 T 7 に時間を加える (ステップ S 1 4 6) と共に、タイマカウント t が t p に達したかどうかを判定する (ステップ S 1 4 7)。ここで、は、ポンプ 4 を駆動させない状態において、錘アクチュエータ 37 の退避により負圧ペローズ 30 が伸張し、錘 31 が S 4 センサ 28 の検出位置から外れてから S 5 センサ 29 の検出位置に達するまでに要する時間である。t p は、錘アクチュエータ 37 がホームポジション H P にあるときの錘 31 の位置から、負圧ペローズ 30 が錘 31 の自重によって伸張していき、その錘 31 の位置が S 4 センサ 28 と S 5 センサ 29 の間の所定位置 P 0 (P 1 よりも下方に設定) に達するまでに要する時間である。

40

【 0 1 1 5 】

カウント値 t が設定時間 t p に達したならば (YES)、ポンプ 4 を駆動させる (ステップ S 1 4 8)。ここでのポンプ 4 の駆動負荷は、前述の実施形態における最小駆動負荷

50

とは異なり、下流側タンク 2 に流れ込むインク量以上のインク量を汲み上げることが可能な程度に設定されている。正常な状態であれば、ポンプ 4 の駆動により下流側タンク 2 のインク液面は下がり、それまで伸張していた負圧ベローズ 30 は一転収縮し始める。インク液面が下がり続けていくと、液面調整器 32 の作用により、流路取り入れ口 24 を塞いだところで、ポンプ 4 によるインクの汲み上げができなくなり、インク液面は略一定になる。このため、インク経路が正常な状態であれば、負圧ベローズ 30 の収縮もインク液面が一定に維持されたところで止まり、錘 31 の高さ位置は前述した P 1 (P O よりも高い) の高さ位置にとどまることになる。

【 0 1 1 6 】

次に、設定時間 (T 7 +) を経過したかどうかを判定し (ステップ S 1 4 9)、経過したならば (Y E S)、S 5 センサ 2 9 によって錘 31 が検出されたか否かを判定する (ステップ S 1 5 0)。インク経路に異常が発生した場合、例えば、下流側タンク 2 にインクではなく空気が入り込んできた場合には、下流側タンク 2 のインク液面は一定になっているにもかかわらず、負圧ベローズ 30 はその内部に空気が入り込むことで伸張し続け、タイマカウント t が T 7 + を越えた頃に錘 31 が S 5 センサによって検出されることになる。

【 0 1 1 7 】

このステップ S 1 5 0 の判定において、S 5 センサ 2 9 が錘 31 を検出したならば (N O)、ステップ S 1 6 0 に移行して、ポンプ 4 の駆動を停止させ、インクパンを記録ヘッド 25 の下方へ移動し、バルブ 9 を閉じ、バルブ 10 を開き、且つアクチュエータ 37 をホームポジションへ移動させた後 (ステップ S 1 6 0)、ユーザにエラーを報知する異常発生時の処理を行う。一方、ステップ S 1 5 0 の判定で、S 5 センサ 2 9 が検出していなければ (Y E S)、負圧ベローズ 30 の伸張は止まり、P 1 の位置で錘 31 が停止したと判断し、ステップ S 1 5 1 に移行する。

【 0 1 1 8 】

ステップ S 1 5 1 では、ボトル 1 からのインク補給が行われていない、且つ記録ヘッド 25 がインクを非吐出の状態になっているかを判定する。ここで、インク補給が行われておらず、且つインク吐出が行われていないタイミングであれば (Y E S)、ポンプ 4 の駆動を停止させる (ステップ S 1 5 2)。このポンプ 4 の駆動停止と同時に、タイマに設定時間 T 8 が設定されると共に、直ちにカウントが開始される (ステップ S 1 5 3)。設定時間 T 8 は、錘 31 が P 1 の位置から S 5 センサ 2 9 の検出位置までの移動に要する時間であり、予め決められている設定時間である。このポンプ 4 の駆動停止により、記録ヘッド 25 を通過したインクが下流側タンク 2 へ流れている場合には、下流側タンク 2 の液面が上昇し、気室の空気が負圧ベローズ 30 内へ流れ込むため、負圧ベローズ 30 が下方に伸びる。

【 0 1 1 9 】

次に、負圧ベローズ 30 の錘 31 が S 5 センサ 2 9 によって検出されたか否かを判定する (ステップ S 1 5 4)。錘 31 が設定時間 T 8 以内に S 5 センサ 2 9 によって検出されたならば (Y E S)、正常にインクが流れていると判断して、再びポンプ 4 を駆動させる (ステップ S 1 5 5)。一方、設定時間 T 8 以内に S 5 センサ 2 9 に検出されなければ (N O)、カウント時間 t が設定時間 T 8 を越えるまで検出を継続する (ステップ S 1 5 6)。そして、カウント時間 t が設定時間 T 8 を越えても S 5 センサ 2 9 で検出されなければ (N O)、インク循環に異常が発生したものと判断して、前述したステップ S 1 6 0 に移行して異常時の処理を行う。即ち、インクパンを記録ヘッド 25 の下方へ移動し、バルブ 9 を閉じ、バルブ 10 を開き、且つアクチュエータ 37 をホームポジションへ移動させた後、ユーザにエラーを報知する。

【 0 1 2 0 】

一方、ステップ S 1 5 1 の判定で、インクが補給され又は、インクが吐出されているタイミングであれば (N O)、循環の終了が指示されたかどうかを判断し (ステップ S 1 5 7)、終了であれば (Y E S)、ポンプ 4 の駆動を停止させる (ステップ S 1 5 8)。こ

10

20

30

40

50

のポンプ4の駆動停止した後、インクパンを記録ヘッド25の下方へ移動し、バルブ9を閉じ、バルブ10を開き、且つアクチュエータ37をホームポジションへ移動させた後、終了する(ステップS159)。

【0121】

以上説明したように、本実施形態によれば、錘アクチュエータ37がホームポジションに位置づけられたときの負圧ペローズ30の錘31の位置(S4センサ28によって検出されている位置)から、錘31の自重により自然に伸張させたときの錘31の位置が、所定時間内にS4センサ28の検出位置から外れたかどうかを判定することで、インク経路20, 21が正常か異常かを判断できる。また、ポンプ4を駆動させている状態で、負圧ペローズ30が伸張しているかどうかをS5センサ29で判定することで、インク経路20, 21が正常か異常かを判断できる。

10

【0122】

また、液面調整器32によってインク取り入れ口24が塞がれるインク液面に対応する錘31の位置P1から、錘31の自重でもって自然に伸張させたときの錘31の位置が、所定時間T8内にS5センサ29によって検出されるかどうかを判定することで、インク循環が正常か異常かを判断できる。

【0123】

また、ポンプ4の駆動をON/OFF制御することで、下流側タンク2の液面が変化するが、負圧ペローズ30が、その内部体積を変化させ、錘31が気室の圧力を一定に保つため、ノズル25dの圧力を適正に保ったままでインクが記録ヘッド25を通過して下流側タンク2まで流れていることを検出できる。

20

【0124】

尚、前述した第1乃至第4の実施形態では、インクの循環が正常であるか否かを判断するタイミングとして、インク補給時ではなく、且つ記録ヘッドによるインク吐出が行われていないタイミングにより実施した例について説明した。これは、下流側タンク2の圧力変動が少ないタイミングで実施した方がより正確な判定が行いやすいからであるが、必ずしもそのタイミングに限られるわけではない。

【0125】

次に、第5の実施形態について説明する。

図4には、第5の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するための画像形成装置のインク循環経路に関する構成例を示す。本実施形態は、第4の実施形態と同様に、通常の画像形成装置に備えられている構成部は有しているものとする。また、この図4に示す本実施形態の構成部位において、前述した第4の実施形態の構成部位と同等のものには、同じ参照符号を付して、その説明を省略する。

30

【0126】

前述した第4の実施形態では、下流側タンク2の液面と上流側タンク3の液面との間に高さの違いを設けて配置していたが、本実施形態では、下流側タンク2と上流側タンク3の液面は同じ高さであり、共にノズルプレート25cからH1だけ下方に配置されている。また、第4実施形態に設けられていた液面調整器32は、本実施形態においては設けられていない。また、負圧ペローズではなく、加圧ペローズを設けている点で第4の実施形態と相違する。

40

【0127】

本実施形態の構成において、下流側タンク2の構成は第4の実施形態(図3)と同等である。上流側タンク3は、ノズルプレート25cよりも下方に配置されているため、記録ヘッド25に対して水頭圧による正圧を発生させることはできない。このため、上流側タンク3の気室に一端が繋がる大気開放経路19上に加圧ペローズ33が設けられている。加圧ペローズ33の最上部には、錘34が設けられており、その自重(重力)により加圧ペローズ33を上方から押すことによって、加圧ペローズが収縮し、上流側タンク3の気室に正圧を与えることができる。

【0128】

50

また、大気開放経路 19 の他端は、バルブ 9 を介して、オーバーフロー経路部 11 に連通している。このバルブ 9 は、バルブ 10 と同じくノーマルオープンタイプとなる。

【0129】

この加圧ベローズ 33 の上部にある錘 34 の高さを検出するために、位置センサ (S6 センサ) 35 と位置センサ (S7 センサ) 36 が設けられる。S6 センサ 35 は加圧ベローズ 33 が最も伸張したときの錘 34 を検出し、S7 センサ 36 は加圧ベローズ 33 が最も収縮したときの錘 34 を検出する。

【0130】

また、加圧ベローズ 33 の伸縮を行わせる錘アクチュエータ 38 が設けられている。この錘アクチュエータ 38 は、錘 34 を引っ張り上げたり、引っ張り上げた錘 34 を引き離したりするアクチュエータであり、錘 34 を最上部に持ち上げた位置 (S6 センサ 35 で錘 34 が検出される位置) をホームポジションとして設定されている。

10

【0131】

図 17 に示すフローチャートを参照して、循環動作中にインクの流れが正常か否かを判定する方法について説明する。尚、第 3 実施形態にて説明したインク循環方法 (図 15 参照) と同じステップについては同一参照符号を付している。

【0132】

初期状態としては、錘アクチュエータ 37、38 はそれぞれホームポジションに設定されている。つまり、錘 31 は S4 センサ 28 によって検出される位置、錘 34 は S6 センサ 35 によって検出される位置に設定される。また、バルブ 9、10 はそれぞれに開いた状態である。

20

【0133】

この状態から、本実施形態のインク循環動作は、バルブ 9、10 をそれぞれに閉じる (ステップ S170)。その後、タイマに時間 T5 を設定する (ステップ S122)。時間 T5 は、インク循環時の駆動負荷 (duty) が安定するまでの時間であり、製造時に適宜設定される。

【0134】

その後、錘アクチュエータ 37 はホームポジションから下方へ退避すると共に、錘アクチュエータ 38 は錘 34 を引き離す。そしてタイマカウントを開始する (ステップ S171)。錘アクチュエータ 38 が錘 34 を引き離すことにより、錘 34 はその自重により、加圧ベローズ 33 を上方から押圧し、収縮させる。また、錘アクチュエータ 37 が退避することで、錘 31 の自重により負圧ベローズ 30 を下方に伸張させる。負圧ベローズ 30 の伸張及び加圧ベローズ 33 の収縮により、下流側タンク 2 には負圧が、また上流側タンク 3 には、正圧が印加させることになり、上流側タンク 3 のインクが供給流路 20、記録ヘッド 25、帰還流路 21 を経由して下流側タンク 2 へと流れ込む。

30

【0135】

その後、ポンプ 4 を最小駆動負荷 (duty minimum) にて駆動を開始する (ステップ S123)。

【0136】

次に、負圧ベローズ 30 の錘 31 が S5 センサ 29 によって検出されたか否かを判定する (ステップ S124)。ここで、錘 31 が S5 センサ 29 によって検出された場合 (YES)、それは下流側タンク 2 内のインク量が許容量よりも多すぎることなので、ポンプ 4 の駆動負荷を増やして錘 31 を上昇させる (ステップ S126)。一方、錘 31 が S5 センサによって検出されていない場合 (NO) には、錘 31 が S4 センサ 28 によって検出されるか否かを判定する (ステップ S125)。この判定で、錘 31 が S4 センサ 28 によって検出された場合 (YES)、それは下流側タンク 2 内のインク量が許容量よりも少なすぎることなので、ポンプ 4 の駆動負荷を減らして錘 31 を下げる (ステップ S127)。

40

【0137】

ポンプ 4 に与えられる駆動負荷は、その錘 31 が S4 センサ 28 と S5 センサ 29 の間

50

に位置するように高さが制御される。この範囲内に錘31があれば、負圧ペローズ30は縮みきることもし伸びきることもし無く、錘31の重さと下流側タンク2の気室圧力が釣り合った状態となる。錘31の重さは、所望する下流側タンク2の気室内の負圧に合わせた重さに選択されている。つまり、錘31による負圧ペローズ30の伸張によって、所望する負圧を下流側タンク2に発生させている。

【0138】

尚、ポンプ4の駆動負荷に応じて、加圧ペローズ33は伸縮を行う。即ち、ポンプ4の駆動負荷が低く、インクの汲み上げ量が少ない場合には、錘34の自重によって加圧ペローズ33は収縮を行う。逆に、ポンプ4の駆動負荷が高く、インクの汲み上げ量が多い場合には、上流側タンク3の気室圧力が高まり、錘34の自重に抗して加圧ペローズ33は伸張を行う。この加圧ペローズ33の伸縮によって、上流側タンク3内の気室圧力を一定に保っている。ステップS124及びステップS125において、共に判定がNOであれば、錘31はS4センサとS5センサの検出位置間に位置づけられていることとなり、ポンプ4の駆動負荷はそのままで維持する。

10

【0139】

そして、タイマによってカウントされた時間tが、設定した時間T5を越えたか否かを判定し(ステップS128)、設定時間T5を越えていなければ(NO)、ステップS124に戻り、錘31の位置を検出する。カウント値tが設定時間T5を越えたならば(YES)、ボトル1からのインク補給が行われていない、且つ記録ヘッド25がインクを非吐出の状態になっているかを判定する(ステップS129)。これは、画像形成中に行うインクの循環の確認のタイミングとして、下流側タンク2や記録ヘッド25に対して急激な圧力変動を与えないことを考慮したためである(ボトル1からのインク補給がされている場合だと、インク循環が正常かどうかを検出することができず、また、画像形成中(記録ヘッド25からインクを吐出させている間)にインク循環の確認を行うと、記録ヘッド25に急激な圧力変動が加わり、画像形成の品質を落としかねない)。このステップS129の判定で、各条件を満たしていなければ(NO)、ステップS138に移行する。

20

【0140】

また、ステップS129の判定で各条件を満たしていたならば(YES)、意図的にポンプ4の駆動負荷を増加させる(ステップS130)。その結果、下流側タンク2内のインク量は減少し、負圧ペローズ30が収縮し、錘31が上昇する。ポンプ4の駆動負荷を増加させる処理は、S4センサ28によって錘31が検出されるまで行われる(ステップS131)。そしてS4センサ28の検出位置まで錘31が上昇すると、S4センサ28によって錘31が検出されONになる(YES)。S4センサ28がONしたならば、ポンプ4の駆動を一時的に停止させると共に、タイマカウントtを開始する(ステップS172)。なお、このタイマカウントtは、当然ながら先ほどまでカウントしていたカウント値tをリセットした後、再度カウントし始めるものとする。

30

【0141】

記録ヘッド25からは継続して下流側タンク2に向かってインクが流れ込んでくるのに対して、ポンプ4の駆動を停止したことによって下流側タンク2からはインクの流出がないため、下流側タンク2のインク液面が上昇する。このインク液面の上昇により、気室の空気が負圧ペローズ30内に入り伸張することに加え、錘31の自重によって負圧ペローズ30が伸張するため、錘31の高さが下がり始める。ここで、S5センサ29がONしたかどうかを判断し(ステップS173)、この時、下がっていく錘31をS5センサ29に達するまでの時間tを測定する。S5センサ29のONが検出されたならばタイマカウントtを終了する(ステップS174)。この時、錘31が降下する速さは、上流側タンク3から記録ヘッド25を経由して下流側タンク2に流れ込んでくるインク流量に依存する。この流量は前述したように、インクの粘度、即ちインク温度に依存している。

40

次に、インク温度Tを温度センサ26で検出し、その温度から算出されるインク流量に基づく、S4センサ28の位置からS5センサ29の位置までの降下時間t(T)と、実測した時間tとを、比較条件 $[0.9 * t(T) < t < 1.1 * t(T)]$ で比較する(

50

ステップS175)。尚、インク温度Tに対する適正降下時間t(T)は予めテーブル化されており、図示しない制御部内に読み出し可能な状態で格納されている。

【0142】

この比較において、実測した時間tが、インク温度Tから算出される適正降下時間t(T)の±10%の範囲であれば(YES)、インク経路(供給流路20、記録ヘッド25、帰還流路21)に異常は無いと判断し、ステップS137に移行する。一方、その範囲を外れる場合には(NO)、異常があると判断し、インクパンを記録ヘッドの下方へ移動させて、バルブ9とバルブ10を開き、錘アクチュエータ37,38をホームポジションに移動させる(ステップS176)。この動作の後、インク経路に異常があり、インク循環が正しく行えていないことを報知する。

10

【0143】

また、ステップS137において、循環の完了が指示されたかどうかを判断し、終了であれば(YES)、ポンプ4の駆動を停止する(ステップS138)。次に、バルブ9,10を開けて(ステップ139)、錘アクチュエータ37,38をホームポジションに移動させ(ステップ177)、このフロー動作を終了する。尚、錘アクチュエータ37は、錘31を持ち上げながらホームポジションに移動し、錘アクチュエータ38は錘34を引き上げながらホームポジションに移動する。

【0144】

本実施形態によれば、負圧、正圧を作るために密閉された両タンク2,3の気室を体積変化可能なベローズ30,33と大気開放路により連結する構成により、ノズル25dのメニスカス圧力を一定に保ちつつ、ベローズ30の下部及びベローズ33の上部の高さ変化を検出することで、循環中のインクが正常に流れているか否かを検出することができる。

20

【0145】

尚、本実例では負圧ベローズ30の高さ変化で循環異常を検出する方法について説明したが、加圧ベローズ33も負圧ベローズ30と同時に体積変化するため、同様の方法で加圧ベローズ33の上部の高さ変化から異常を検出してよい。加圧ベローズ33の体積変化で検出する場合には、インクが循環する場合だけでなく、ノズル2dのメニスカスが壊れてノズル2dからインクが漏れている場合も考えられるため、この点については、確認が必要である。

30

【0146】

次に、第1乃至第5の実施形態に係る変形例について説明する。

以上説明した第1乃至第5の実施形態の構成においては、さらに異常の原因を推定し、回復までを実施する方法がある。前述したように温度センサ26は、複数の記録ヘッド25の圧電素子近傍又は、インク経路近傍にそれぞれ設けられている。これらの記録ヘッド25は、信号ケーブル27によってヘッド駆動部18と接続され、駆動電源の供給や制御信号又はセンサ信号等のやり取りにより駆動制御されている。

【0147】

記録ヘッド25は、ノズル2dからインク滴を吐出する吐出波形と、内部の圧電素子25eが振動するだけでインクを吐出させない非吐出波形の2種類の波形で駆動される。記録ヘッド25内部にインクが流れている状態で吐出波形あるいは非吐出波形で圧電素子25eを駆動する場合、インクの流れにより圧電素子25eが発生させた熱が冷却され、圧電素子自体の温度上昇は殆ど見られない。一方、インク循環が停止した状態では、圧電素子25eが発生した熱が周囲に拡散しないため、圧電素子自体の温度が急速に上昇する。また、記録ヘッド25内部に、インクが詰まっている場合と気泡が存在する場合とでは、インクが入っている場合の方が空気よりも温度上昇が少ない。この温度変化は温度センサ26によって検出することが可能である。

40

【0148】

この温度変化の特性を利用した異常検出を実施することができる。

図18には、インク循環が停止した状態における駆動する圧電素子の温度上昇の特性を

50

示し、図19には、インク循環が正常に循環するものと異常な循環をするものの温度特性を示す図である。図9に示すフローチャートを参照して、個別記録ヘッドにおける循環動作中にインクの流れが正常か否かを判定する方法について説明する。尚、図9において、「プリカーサ」と記載している動作は、圧電素子25eを非吐出波形で駆動することを意味している。尚、温度センサ26は、圧電素子25eの温度を直接検出していないが、圧電素子25eの取り付け部近傍の温度を検出して、圧電素子25eの温度を間接的に検出している。

【0149】

まず、タイマに設定時間 t_3 を設定した後(ステップS181)、インク循環されない状態で圧電素子を駆動開始(プリカーサ開始)するとともに、タイマのカウントを開始する(ステップS182)。次に、カウント時間 t が設定時間 t_3 を経過するまで待機して(ステップS183: YES)、圧電素子の駆動を継続し、カウント時間 t が設定時間 t_3 を経過したならば(NO)、圧電素子の駆動を停止する(ステップS184)。

10

【0150】

次に、それぞれの記録ヘッド25の温度センサ26の出力に基づき、温度変化 T_1 を算出する(ステップS185)。この T_1 を予め定めた判定温度 t と比較し(ステップS186)、温度変化 T_1 が判定温度 t よりも小さければ(YES)、インクが充填されていると判断する(ステップS187)。一方、温度変化 T_1 が判定温度 t よりも大きければ(NO)、気泡が入っていると判断する(ステップS188)。

【0151】

次に、タイマに設定時間 t_4 を設定され(ステップS189)、インクの循環を開始し、タイマのカウントを開始する(ステップS190)。カウント時間 t が設定時間 t_4 を経過した否か判定し(ステップS191)、カウント時間 t が設定時間 t_4 を経過した後(NO)、温度センサ26の検出結果から温度変化 T_2 を算出する(ステップS192)。その算出後、インクの循環を停止する(ステップS193)。

20

【0152】

次に、温度変化 T_1 と設定温度 t とを比較し、且つ温度変化 T_2 と予め設定された設定温度 t とを比較する(ステップS194)。この判定で0、例えば、温度変化 T_2 が設定温度 t よりも小さければ、インクの流れる量が予定よりも少ないと判断する。 T_1 と T_2 との組み合わせによって、次の場合が判断される。

30

【0153】

(1) $T_1 < t$ 、 $T_2 > t$... 記録ヘッド25内に適量のインクが充填されており、正常に流れている。

(2) $T_1 > t$ 、 $T_2 > t$... 記録ヘッド25内に空気が混入しているが、適量のインクは正常に流れている。

(3) $T_1 > t$ 、 $T_2 < t$... 記録ヘッド25内に空気が混入しており、インクが正常に流れていない。

(4) $T_1 < t$ 、 $T_2 < t$... 記録ヘッド25内に空気は混入していないがインクは正常に流れていない(例えば、インク詰まり)。

このような例で、 $T_1 < t$ 、且つ $T_2 > t$ でなかった場合には(NO)、回復動作を実施する。この回復動作は、図7に示した充填動作と同じ動作を実施する。

40

【0154】

以上説明したように、記録ヘッド25内のインク循環状況を、複数の記録ヘッド25の個々に設けられた温度センサ26を用いて、圧電素子の温度変化を検出するにより、全体のインク流量では判別がつかない個々の記録ヘッド25における状況を判定することが可能である。前述した第1乃至第5の実施形態に対して、下流側タンク2又は上流側タンク3の全インク流量における循環異常検出と、個々の記録ヘッド25に設けられた温度センサ26の検出結果から判断する循環異常検出とを、適宜組み合わせることで、より正確な検出結果を得ることができる。

【0155】

50

以上説明した本発明の各実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

1. ポンプによるインクの循環を開始する前に、上流・下流側タンクを共に大気開放して、水頭圧のみで上流側タンクから下流側タンクに流し、所定時間以内に所定量のインクが下流側タンクに溜まったかどうかを検出することで、インクが記録ヘッド内を正常に流れることが可能な状態か否かを確認できる。

【0156】

2. インク循環時（画像形成時）において、下流側タンクの気室の圧力が所定圧力になるように調整したポンプの駆動負荷と、インクの温度を検出して、インク温度に見合った適正駆動負荷とを比較することで、インクが記録ヘッドを正常に流れている状態か否かを確認できる。この場合、ポンプの駆動負荷を検出するだけで、インク温度に応じて変化する循環流量が適切かどうかを判断でき、その結果、インク経路が正常な状態か否かを確認することが可能となる。また、下流側タンクの液面高さを変化させることなく、また、記録ヘッドのノズルに形成されるメニスカスを破壊することなく検出できるため、画像形成時にも検出することが可能となる。

10

【0157】

3. インクを循環させる流路上に設けられた下流側タンクの負圧空気層に、体積変化する弾性体として負圧ベローズを配置し、負圧ベローズに所望の負圧と釣り合う錘を持たせて、ポンプの送り量を変化させることによって、負圧ベローズの位置（伸縮状態）を変化させ、その変化を検出することによって、記録ヘッドのノズルに形成するメニスカス圧力を変化させることなく、インクがヘッドを正常に流れている状態か否かを検出することが可能である。

20

【0158】

4. 複数の記録ヘッドの個々に設けられた温度センサを圧電素子により発熱させ、その際の温度上昇とその後に、循環するインクに熱を放熱させて、冷却による温度降下から記録ヘッド内にインクが適正に充填されているか、又はインクが正常に流れているかを判断することができ、全記録ヘッドに流れる全体的なインク量では判断できない個々の記録ヘッドのインク流れ具合からも判別することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0159】

【図1】本発明に係る第1、第2の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するための画像形成装置のインク循環経路に関する構成例を示す図である。

30

【図2】第3の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するための画像形成装置のインク循環経路に関する構成例を示す図である。

【図3】第4の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するための画像形成装置のインク循環経路に関する構成例を示す図である。

【図4】第5の実施形態として、インク循環確認方法及びインク充填方法を実現するための画像形成装置のインク循環経路に関する構成例を示す図である。

【図5】第1の実施形態において、初期充填後のインク量の確認、即ち、上流側タンク3及び下流側タンク2における液面検出について説明するためのフローチャートである。

【図6】第1の実施形態において、インク経路の確認について説明するためのフローチャートである。

40

【図7】第1の実施形態において、充填処理動作について説明するためのフローチャートである。

【図8】第1の実施形態において、図6におけるフローの変形例を示すフローチャートである。

【図9】第1乃至第5の実施形態に係る変形例であり、個別に記録ヘッドにおける循環動作中にインクの流れが正常か否かを判定する方法について説明するためのフローチャートである。

【図10】第1乃至第5の実施形態において、記録ヘッドの断面構成を示す図である。

【図11】第1乃至第5の実施形態において、記録ヘッドの断面構成を含む斜めから見た

50

外観構成を示す図である。

【図12】第3の実施形態において、下流側タンクに用いられる液面調整器の動作を示す図である。

【図13】第1の実施形態において、インクがインク経路を正常に流れる状態の循環について説明するためのフローチャートである。

【図14】第2の実施形態において、画像形成時等にインクが流れているインク経路におけるインク循環について説明するためのフローチャートである。

【図15】第3の実施形態において、循環中にインク経路の異常検出を行う方法について説明するためのフローチャートである。

【図16】第4の実施形態において、循環動作中にインクの流れが正常か否かを判定する方法について説明するためのフローチャートである。

10

【図17】第5の実施形態において、循環動作中にインクの流れが正常か否かを判定する方法について説明するためのフローチャートである。

【図18】第1乃至第5の実施形態に係る変形例において、インク循環が停止した状態における駆動する圧電素子の温度上昇の特性を示す図である。

【図19】第1乃至第5の実施形態に係る変形例において、インク循環が正常に循環するものと異常な循環をするものの温度特性を示す図である。

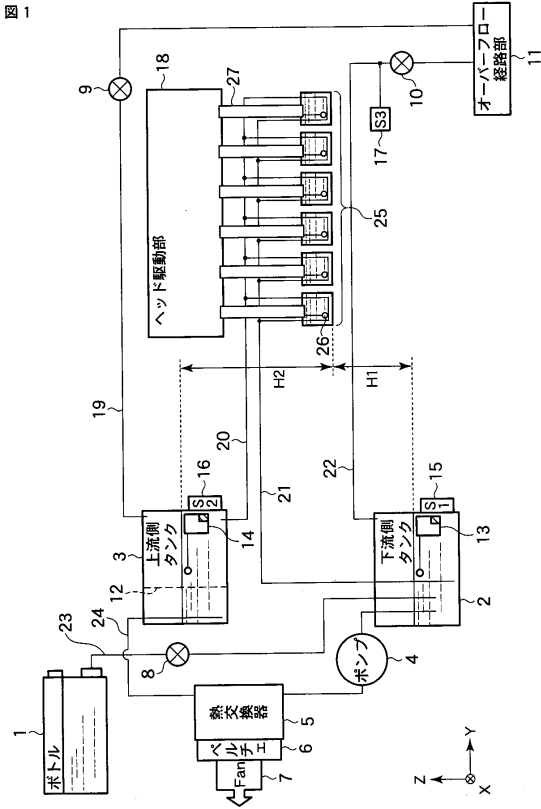
【符号の説明】

【0160】

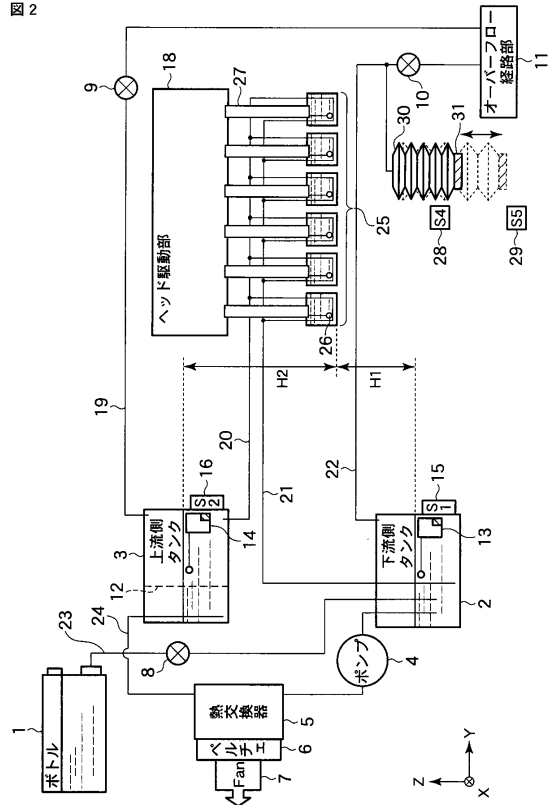
1 ... インク補給タンク、2 ... 下流側タンク、3 ... 上流側タンク、4 ... ポンプ、5 ... 熱交換器、6 ... ペルチェ素子、7 ... ファン、8, 9, 10 ... バルブ、11 ... オーバーフロー経路部、12 ... フィルタ、13, 14 ... フロート部、15 ... 位置センサ(S1センサ)、16 ... 位置センサ(S2センサ)、17 ... 圧力センサ(S3センサ)、18 ... ヘッド駆動制御部、19, 22 ... 大気開放経路、20 ... 供給流路、21 ... 帰還流路、23 ... インク補給流路、24 ...、25 ... 記録ヘッド、25e ... 圧電素子、26 ... 温度センサ、27 ... 信号ケーブル、28 ... 位置センサ(S4センサ)、29 ... 位置センサ(S5センサ)、30 ... 負圧ベローズ、30, 31 ... 錘、32 ... 液面調整器。

20

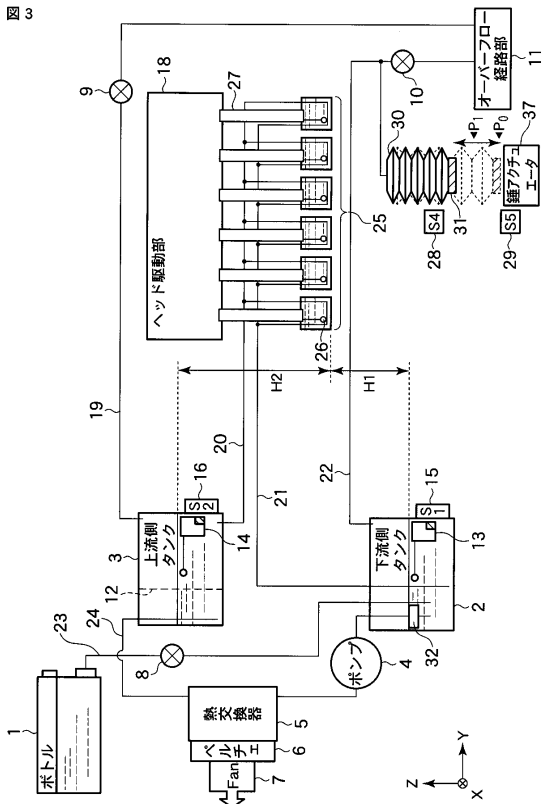
【図1】



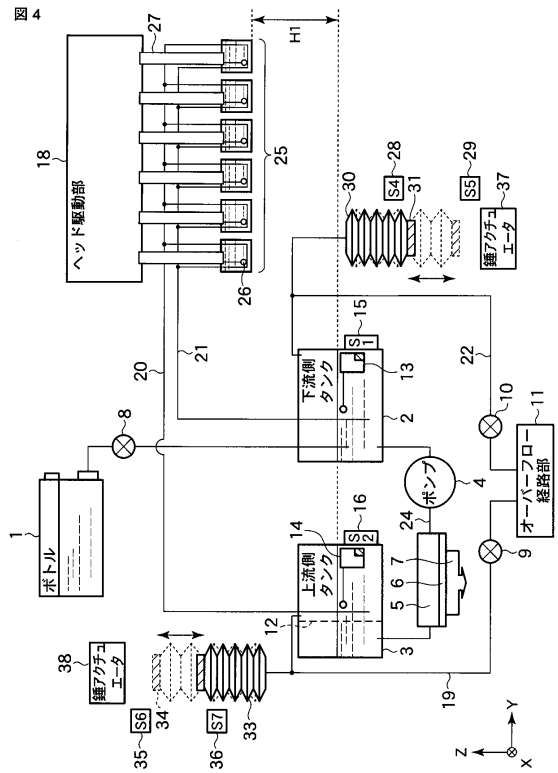
【図2】



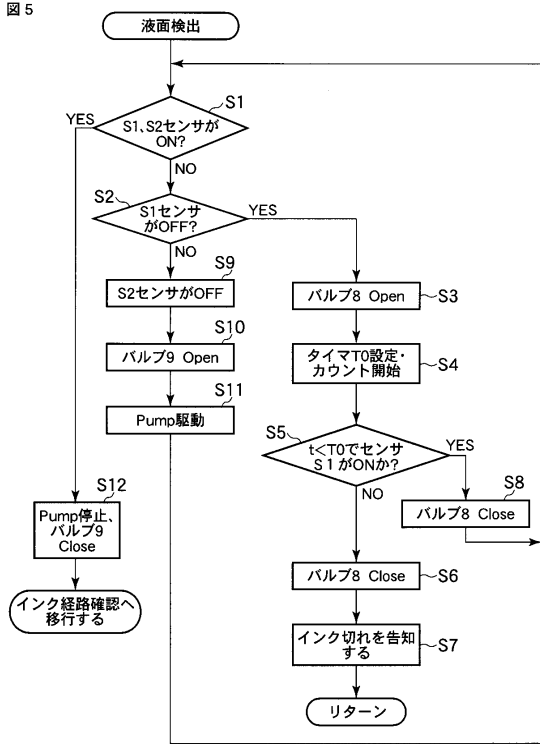
【図3】



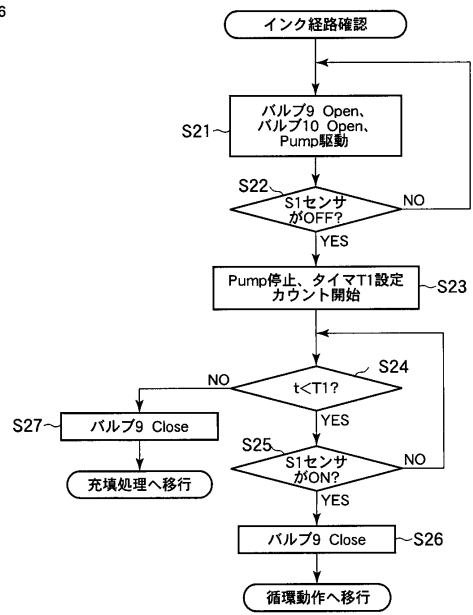
【図4】



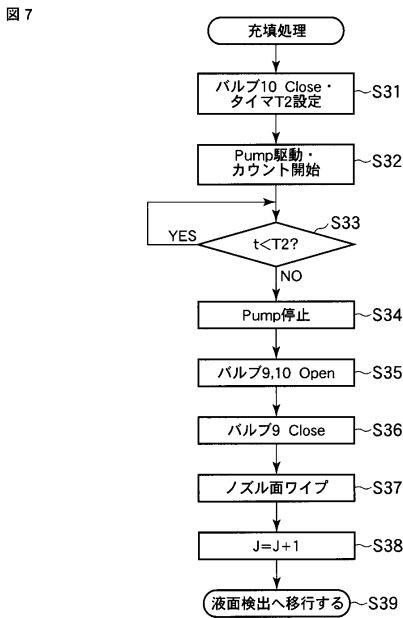
【図5】



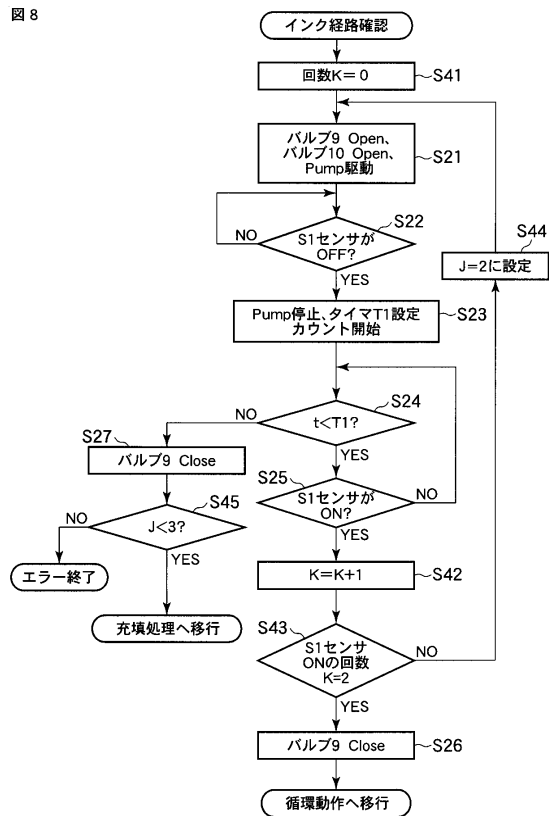
【図6】



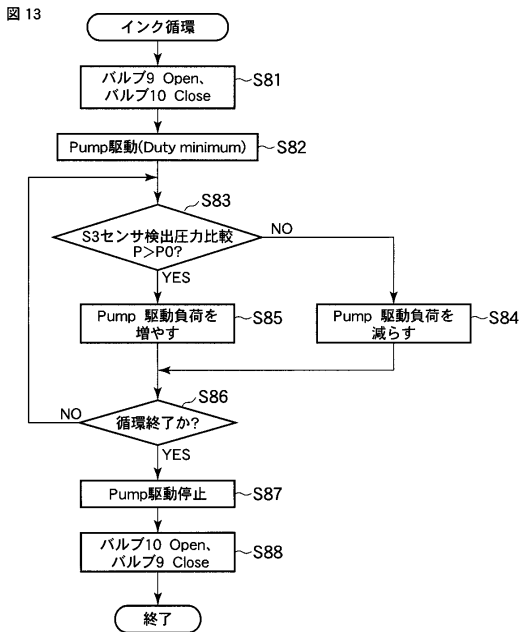
【図7】



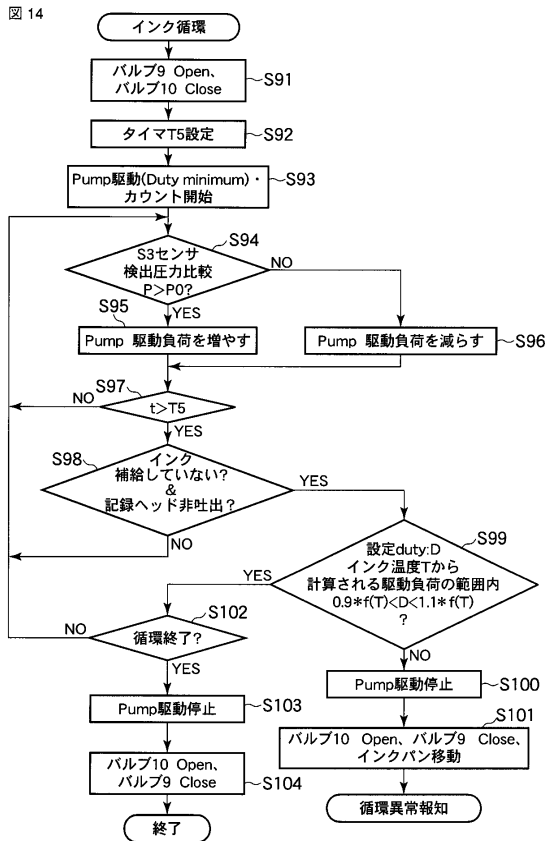
【図8】



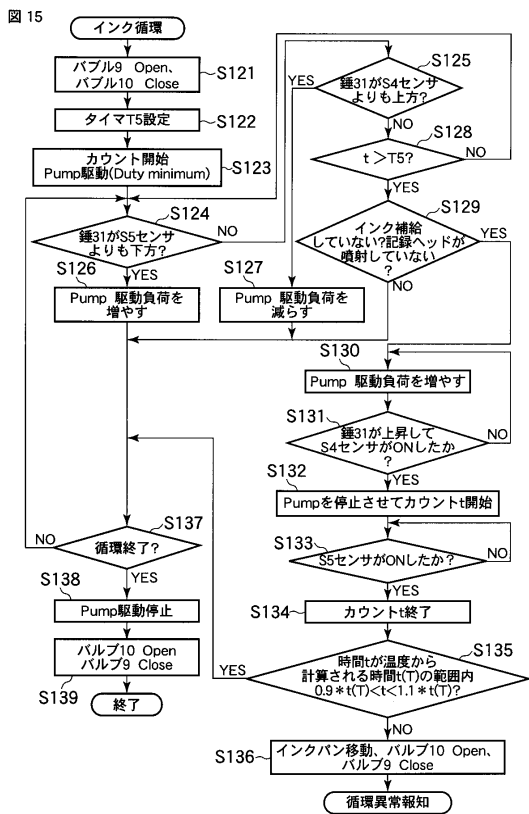
【図13】



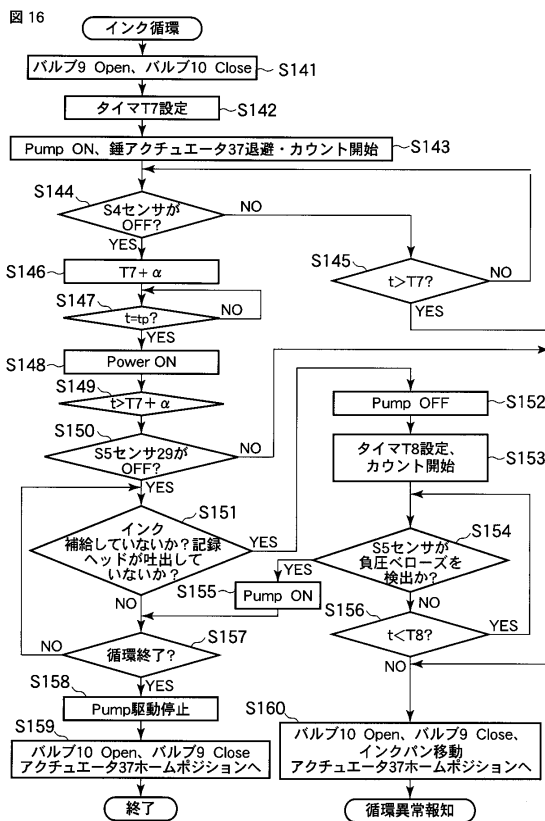
【図14】



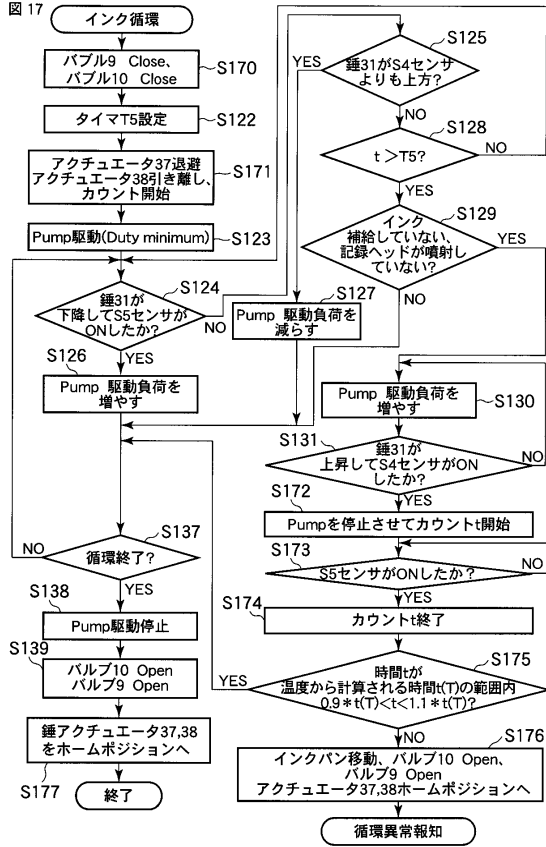
【図15】



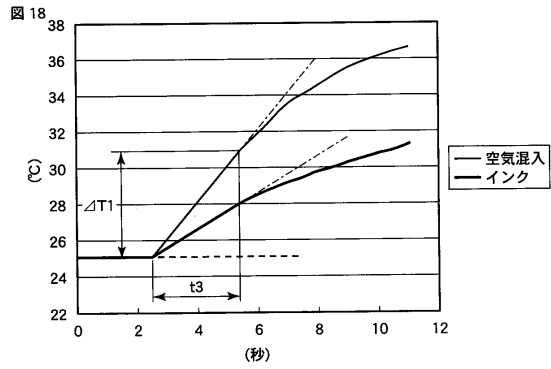
【図16】



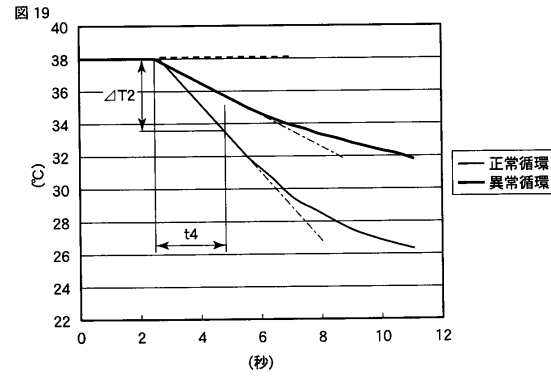
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 山田 尚寿
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4番2号 オリパス株式会社内

審査官 島 崎 純一

- (56)参考文献 特開2007-313884(JP,A)
特表2002-533247(JP,A)
特開2001-225478(JP,A)
特開2001-199080(JP,A)
特開2001-315350(JP,A)
特開2000-326523(JP,A)
特開2006-123365(JP,A)
特開平05-220972(JP,A)
特開平11-188895(JP,A)
特開2000-229422(JP,A)
実開平06-053473(JP,U)
特開平08-276575(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/175