

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7551350号  
(P7551350)

(45)発行日 令和6年9月17日(2024.9.17)

(24)登録日 令和6年9月6日(2024.9.6)

(51)国際特許分類	F I
B 4 1 J 2/18 (2006.01)	B 4 1 J 2/18
B 4 1 J 2/175(2006.01)	B 4 1 J 2/175 5 0 1
B 4 1 J 2/01 (2006.01)	B 4 1 J 2/01 4 0 1
	B 4 1 J 2/01 1 0 7

請求項の数 19 (全28頁)

(21)出願番号	特願2020-106019(P2020-106019)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和2年6月19日(2020.6.19)	(74)代理人	110001243 弁理士法人谷・阿部特許事務所
(65)公開番号	特開2022-334(P2022-334A)	(72)発明者	山田 和弘 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43)公開日	令和4年1月4日(2022.1.4)	(72)発明者	中村 陽平 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	令和5年6月16日(2023.6.16)	審査官	中村 博之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液体吐出装置及び液体吐出ヘッド

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体を収容可能な液体収容部と、  
液体を吐出可能な吐出口を有する液体吐出部と、  
前記液体収容部から液体を受け取り、所定の圧力範囲に制御した液体を前記液体吐出部に供給可能とする圧力制御手段と、  
前記圧力制御手段によって圧力を制御された液体を前記液体吐出部と前記圧力制御手段との間で循環させつつ前記吐出口に液体を供給する、前記圧力制御手段と前記液体吐出部との間で液体を循環させるための第1循環流路と、前記第1循環流路において液体を流動させる第1ポンプとを含む第1循環手段と、  
前記液体収容部と前記圧力制御手段との間で液体を循環させる第2循環手段と、  
を備え、  
前記圧力制御手段及び前記第1循環手段は、前記液体吐出部を支持しつつ所定の方向に沿って往復走査を行う液体吐出ヘッドに一体化して設けられていることを特徴とする液体吐出装置。

【請求項2】

液体を収容可能な液体収容部と、  
液体を吐出可能な吐出口を有する液体吐出部と、  
前記液体収容部から液体を受け取り、所定の圧力範囲に制御した液体を前記液体吐出部に供給可能とする圧力制御手段と、

前記圧力制御手段によって圧力を制御された液体を前記液体吐出部と前記圧力制御手段との間で循環させつつ前記吐出口に液体を供給する第 1 循環手段と、  
前記液体収容部と前記圧力制御手段との間で液体を循環させる第 2 循環手段と、  
を備え、  
前記圧力制御手段及び前記第 1 循環手段は、前記液体吐出部を支持しつつ所定の方向に沿って往復走査を行う液体吐出ヘッドに一体化して設けられ、  
前記圧力制御手段は、  
前記液体収容部から液体を受け取る供給室と、  
前記液体吐出部と連通する負圧室と、  
前記供給室と前記負圧室との圧力差に応じて前記供給室と前記負圧室との連通状態を制御する圧力制御弁と、  
を含み、  
前記圧力制御弁が前記供給室と前記負圧室との連通を閉じている場合には、前記第 1 循環手段によって形成される第 1 循環流と前記第 2 循環手段によって形成される第 2 循環流とが分離される、ことを特徴とする液体吐出装置。

10

【請求項 3】

液体を収容可能な液体収容部と、  
液体を吐出可能な吐出口を有する液体吐出部と、  
前記液体収容部から液体を受け取り、所定の圧力範囲に制御した液体を前記液体吐出部に供給可能とする圧力制御手段と、  
前記圧力制御手段によって圧力を制御された液体を前記液体吐出部と前記圧力制御手段との間で循環させつつ前記吐出口に液体を供給する第 1 循環手段と、  
前記液体収容部と前記圧力制御手段との間で液体を循環させる第 2 循環手段と、  
を備え、  
前記圧力制御手段及び前記第 1 循環手段は、前記液体吐出部を支持しつつ所定の方向に沿って往復走査を行う液体吐出ヘッドに一体化して設けられ、  
前記第 1 循環手段は、前記液体吐出部の前記吐出口から液体を吐出するための圧力を発生させる圧力室を経由しない循環流を形成することを特徴とする液体吐出装置。

20

【請求項 4】

前記圧力制御手段は、  
前記液体収容部から液体を受け取る供給室と、  
前記液体吐出部と連通する負圧室と、  
前記供給室と前記負圧室との圧力差に応じて前記供給室と前記負圧室との連通状態を制御する圧力制御弁と、  
を備える、請求項 1 に記載の液体吐出装置。

30

【請求項 5】

前記圧力制御弁は、前記供給室と前記負圧室とを連通させるオリフィスに対し進退可能に設けられ、前記供給室と前記負圧室との圧力差に応じて前記オリフィスとのギャップを変化させる、請求項 2 又は 4 に記載の液体吐出装置。

【請求項 6】

前記負圧室は、当該負圧室の内部の圧力に応じて変位可能な受圧板を有し、  
前記受圧板は、前記圧力制御弁を前記オリフィスから離間させる方向に押圧する押圧力を前記圧力制御弁に加える、請求項 5 に記載の液体吐出装置。

40

【請求項 7】

前記圧力制御弁は、付勢手段の付勢力によって前記オリフィスを閉塞させる方向に付勢され、前記付勢力と前記受圧板の前記押圧力の合力によって前記ギャップを変化させる、請求項 6 に記載の液体吐出装置。

【請求項 8】

前記負圧室の一部は、当該負圧室の圧力に応じて変位する可撓性部材により構成され、  
前記受圧板は、前記可撓性部材と共に変位する、請求項 6 に記載の液体吐出装置。

50

## 【請求項 9】

前記第 1 循環手段において、前記第 1 ポンプは、前記負圧室と前記液体吐出部との間で液体を循環させるための第 1 循環流路において液体を流動させ、

前記第 2 循環手段は、前記供給室と前記液体収容部との間で液体を循環させるための第 2 循環流路と、前記第 2 循環流路において液体を流動させる第 2 ポンプとを含む、請求項 4 に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 10】

前記圧力制御弁が前記供給室と前記負圧室との連通を閉じている場合には、前記第 1 循環手段によって形成される第 1 循環流と前記第 2 循環手段によって形成される第 2 循環流とが分離されることを特徴とする請求項 4 に記載の液体吐出装置。

10

## 【請求項 11】

前記第 2 循環手段は、前記液体収容部と前記圧力制御手段との間に設けられた第 2 圧力制御手段を含み、前記第 2 圧力制御手段により制御される圧力は、前記圧力制御手段により制御される圧力よりも高圧に設定されている、請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 12】

前記第 1 循環手段は、前記液体吐出部の前記吐出口から液体を吐出するための圧力を発生させる圧力室を経由する循環流を形成する、請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 13】

前記第 1 循環手段は、前記液体吐出部の前記吐出口から液体を吐出するための圧力を発生させる圧力室を経由しない循環流を形成する、請求項 1、2、4 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

20

## 【請求項 14】

前記液体吐出部における液体の流動方向を切換える切換手段をさらに備える、請求項 1 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 15】

前記第 1 循環手段は、前記液体吐出部より下流の圧力が一定の圧力を下回った際に、前記液体吐出部へと液体を供給して前記液体吐出部の圧力を補償する負圧補償手段を備える、請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

30

## 【請求項 16】

前記第 1 循環手段は、記録待機状態において液体を循環させる流量を、記録動作状態において液体を循環させる流量よりも増大させる、請求項 15 に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 17】

前記第 1 ポンプは、圧電型ダイヤフラムポンプである、請求項 1 または 4 に記載の液体吐出装置。

## 【請求項 18】

液体を吐出可能な吐出口を有する液体吐出部と、

液体収容部との接続を可能とし、前記液体収容部から供給される液体を受け取り、所定の圧力範囲に制御した液体を前記液体吐出部に供給可能とする圧力制御手段と、

40

前記圧力制御手段から供給された液体を前記液体吐出部と前記圧力制御手段との間で循環させつつ前記吐出口に液体を供給する、前記圧力制御手段と前記液体吐出部との間で液体を循環させるための第 1 循環流路と、前記第 1 循環流路において液体を流動させる第 1 ポンプとを含む第 1 循環手段と、

前記液体収容部と前記圧力制御手段との間で液体を循環させる循環流路の一部を構成する流路と、

を備え、所定の方向に沿って往復走査を行うことを特徴とする液体吐出ヘッド。

## 【請求項 19】

液体を吐出可能な吐出口を有する液体吐出部と、

液体収容部との接続を可能とし、前記液体収容部から供給される液体を受け取り、所定の

50

圧力範囲に制御した液体を前記液体吐出部に供給可能とする圧力制御手段と、  
前記圧力制御手段から供給された液体を前記液体吐出部と前記圧力制御手段との間で循環  
させつつ前記吐出口に液体を供給する第 1 循環手段と、  
前記液体収容部と前記圧力制御手段との間で液体を循環させる循環流路の一部を構成する  
流路と、  
を備え、  
前記第 1 循環手段は、前記液体吐出部の前記吐出口から液体を吐出するための圧力を発生  
させる圧力室を経由しない循環流を形成し、  
所定の方向に沿って往復走査を行うことを特徴とする液体吐出ヘッド。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体吐出装置及び液体吐出ヘッドに関する。

【背景技術】

【0002】

液体吐出ヘッドを用いて記録を行う液体吐出装置では、液体吐出ヘッドや液体供給流路における液体の増粘、色材の沈降、泡や異物の滞留などに対する対策として、液体吐出ヘッドと液体収容部との間で液体を循環させる循環機構を備えたものが提案されている。

【0003】

特許文献 1 には、液体吐出ヘッド上に搭載した循環ポンプにより液体吐出ヘッド内で液体を循環させる液体吐出装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2017 - 7108 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の構成では、液体吐出ヘッド内の液体を循環ポンプによって循環させることにより、液体吐出ヘッド内での液体の増粘、色材の沈降、及び異物の滞留などを低減することが可能である。しかし、液体収容部から液体吐出ヘッド間の液体流路では、色材の沈降や異物の滞留が発生することがある。そのため、記録開始前には液体吐出ヘッドの吐出口から液体を吸引・排出させる吸引回復操作を長時間行う必要があり、多くの廃インクとダウンタイムが発生するという問題がある。このような問題は、白インクのような沈降性の激しいインクを用いる商業印刷用の液体吐出装置では、特に顕著になる。

30

【0006】

そこで、液体収容部内の液体を、供給チューブ、循環ポンプ、液体吐出ヘッド、回収チューブ、液体収容部の順で循環させる構成が考えられる。しかしこの構成では、液体吐出ヘッドの往復走査時に回収チューブが揺動して液体吐出ヘッド内に負圧変動が生じ、液体吐出ヘッドの吐出特性や吐出液滴量が不安定になる。このため、記録される画像にスジやムラが発生して画質が低下する虞がある。この画質への影響は、印刷生産性を高めるべく液体吐出ヘッドの走査速度を上げるほど顕著になる。

40

【0007】

このように、従来の技術では廃インク及びダウンタイムの削減と、高速かつ高画質な記録性能との両立は困難であった。

【0008】

本発明は、液体流路での色材の沈降や異物の滞留を抑制しつつ、生産性に優れた液体吐出動作を実現することが可能な液体吐出装置、および液体吐出ヘッドの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

50

本発明は、液体を収容可能な液体収容部と、液体を吐出可能な吐出口を有する液体吐出部と、前記液体収容部から液体を受け取り、所定の圧力範囲に制御した液体を前記液体吐出部に供給可能とする圧力制御手段と、前記圧力制御手段によって圧力を制御された液体を前記液体吐出部と前記圧力制御手段との間で循環させつつ前記吐出口に液体を供給する、前記圧力制御手段と前記液体吐出部との間で液体を循環させるための第１循環流路と、前記第１循環流路において液体を流動させる第１ポンプとを含む第１循環手段と、前記液体収容部と前記圧力制御手段との間で液体を循環させる第２循環手段と、を備え、前記圧力制御手段及び前記第１循環手段は、前記液体吐出部を支持しつつ所定の方向に沿って往復走査を行う液体吐出ヘッドに一体化して設けられていることを特徴とする。

【発明の効果】

10

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、液体流路での色材の沈降や異物の滞留を抑制しつつ、生産性に優れた液体吐出動作を実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施形態における液体吐出装置の概略構成を示す模式図である。

【図 2】第 1 実施形態における液体吐出装置の循環流路を示す模式図である。

【図 3】記録時の循環経路の状態及びインクの流れを示す模式図である。

【図 4】高記録デューティ時の循環経路の状態及びインクの流れを示す模式図である。

【図 5】第 2 実施形態における液体吐出装置の循環流路を示す模式図である。

20

【図 6】液体吐出ヘッド内でインクの流れを逆転させた状態を示す模式図である。

【図 7】第 2 実施形態における変形例を示す模式図である。

【図 8】記録素子基板を示す断面斜視図である。

【図 9】第 2 実施形態における循環ユニットを示す斜視図である。

【図 10】図 9 に示す循環ユニットの分解斜視図である。

【図 11】切換弁の断面を模式的に示す図である。

【図 12】図 10 に示すヘッド循環ポンプの斜視図及び断面図である。

【図 13】図 12 に示すヘッド循環ポンプの分解斜視図である。

【図 14】図 6 に示す循環ユニットの X I V - X I V 線断面図である。

【図 15】図 14 における X V - X V 線断面図である。

30

【図 16】図 14 における X V I - X V I 線断面図である。

【図 17】圧力レギュレータの弁部流抵抗と弁開度との関係を示す図である。

【図 18】比較例における液体吐出装置の概略構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。但し、本発明の範囲は特許請求の範囲によって定まるものであり、以下の記載は本発明の範囲を限定するものではない。また以下に記載されている形状、配置等は、本発明の範囲を限定するものではない。なお、本実施形態では、液体を吐出して記録媒体に記録を行う液体吐出装置として、インクジェット記録装置を例に採り説明する。よって、以下の説明では、インクジェット記録装置より吐出する液体をインクと称し、インクを吐出する液体吐出ヘッドを記録ヘッドと称す。

40

【 0 0 1 3 】

〔第 1 実施形態〕

（記録装置の全体構成）

図 1 は、本発明の実施形態に係るインクジェット記録装置 1 0 0 0（以下、単に記録装置という）の概略構成を示す模式図である。スライド軸 1 0 0 4 により移動可能に支持されたキャリッジ 1 0 0 5 には記録ヘッド 1 が搭載されている。キャリッジ 1 0 0 5 は、不図示のキャリッジモータの駆動力により、スライド軸 1 0 0 4 に沿ってプラテン 1 0 0 8 上を往復移動する。記録媒体 1 0 0 7 は、不図示の搬送ローラによってプラテン 1 0 0 8 の上面まで搬送される。記録ヘッド 1 はプラテン 1 0 0 8 の上面に支持されている記録媒

50

体 1 0 0 7 上を往復移動しながらインクを吐出する。記録媒体 1 0 0 7 は、記録ヘッド 1 の往復移動に伴って、搬送ローラにより間欠的に搬送される。記録ヘッド 1 は、記録ヘッド 1 に対して電力及び吐出制御信号等を伝送する不図示の制御部に電氣的に接続されている。記録装置 1 0 0 0 は、制御部による制御の下、記録媒体 1 0 0 7 の搬送動作に合わせて記録媒体 1 0 0 7 上にインクを吐出する。このような記録ヘッド 1 の動作により、記録媒体 1 0 0 7 に画像が記録される。なお、本実施形態における制御部は、C P U、R O M、R A M等を有するコンピュータによって構成され、C P Uは、R O Mに格納された制御プログラムに従い、R A Mに格納されたデータなどを用いつつ種々の演算、制御などの処理を行う。また、R A Mは、C P Uの演算処理においてワークエリアとしても使用される。

【 0 0 1 4 】

10

記録装置 1 0 0 0 は、メインタンク 2 0 0 0 と、メインタンク 2 0 0 0 から供給されるインクを収容するサブタンク(液体収容部) 2 0 0 1 と、記録ヘッド 1 とサブタンク 2 0 0 1 を流体連通させる供給チューブ 1 0 0 1 及び回収チューブ 1 0 0 2 と、を含む。これらの構成要素は、記録装置 1 0 0 0 において使用するインクの種類毎(インク色毎)に設けられている。本実施形態では、ブラック(Bk)、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)の4色のインクを使用するため、インク毎に上記の構成要素が設けられている。但し、図1では、図示の簡略化のため、4色のうち、2色分のインクの供給チューブ 1 0 0 1 と回収チューブ 1 0 0 2 のみを示している。供給チューブ 1 0 0 1 には供給ポンプ 1 0 0 3 が接続されており、この供給ポンプ 1 0 0 3 によってサブタンク 2 0 0 1 から記録ヘッド 1 にインクが供給される。さらに、記録ヘッド 1 へ供給されたインクの一部は、

20

【 0 0 1 5 】

(記録ヘッドの概略構成)

次に、本実施形態における記録装置 1 0 0 0 の記録ヘッド 1 の概略構成及び記録ヘッド 1 内に形成されるインク流路(液体流路)について説明する。図2ないし図4は、本実施形態における記録装置 1 0 0 0 の1色分のインク流路及びインクの流れを示す模式図であり、図2は記録待機状態を、図3は記録動作状態を、図4は高記録デューティで記録動作を行った状態をそれぞれ示している。なお、図2ないし図4では説明を簡略化するため、1色のインクが流動する流路のみを示しているが、実際には複数色分の循環流路が、各記録ヘッド 1 および記録装置 1 0 0 0 の本体部に設けられている。

30

【 0 0 1 6 】

まず、本実施形態における記録ヘッド 1 の概略構成を説明する。記録ヘッド 1 は、液体吐出部としての記録素子基板 1 0 と、記録素子基板 1 0 を支持する支持部材 1 1 と、支持部材 1 1 が固定される循環ユニット 2 0 0 とを有する。

【 0 0 1 7 】

循環ユニット 2 0 0 は、液体収容部であるサブタンク 2 0 0 1 からインクを受け取り、所定の圧力範囲に制御したインクを、支持部材 1 1 を介して記録素子基板 1 0 に供給する圧力制御機構としての機能を果すものであり、以下のような構成を有する。

【 0 0 1 8 】

40

循環ユニット 2 0 0 は、フィルタ 2 0 1 と、圧力制御手段としての圧力レギュレータ 2 0 2 と、ヘッド循環ポンプ 2 0 3 と、負圧補償弁 2 0 4 と、これらを連通させる流路を有する。圧力レギュレータ 2 0 2 は、供給室 2 0 2 5 と、オリフィス 2 0 2 8 において液体連通可能な負圧室 2 0 2 6 と、オリフィス 2 0 2 8 を通過するインクの流抵抗を制御する圧力制御弁 2 0 2 7 を有する。圧力制御弁 2 0 2 7 は、オリフィス 2 0 2 8 に対して進退可能に設けられており、ばねにより構成された付勢部材(付勢手段) 2 0 2 1 の付勢力によって、オリフィス 2 0 2 8 を閉塞する方向に付勢されている。

【 0 0 1 9 】

供給室 2 0 2 5 は、循環ユニット 2 0 0 の骨格をなすボディ 2 0 6 に形成された流路を介して供給チューブ 1 0 0 1 及び回収チューブ 1 0 0 2 に連通している。負圧室 2 0 2 6

50

は、ボディ 206 に形成された流路を介してヘッド循環ポンプ 203 の排出口 2038 に連通し、かつ支持部材 11 内に形成される流路 11c に連通している。負圧室 2026 は、その側面部が可撓性フィルム 2023 によって構成され、可撓性フィルム 2023 の内面には、受圧板 2022 が固定されている。受圧板 2022 には、圧力制御弁 2027 に設けられたシャフト 2024 の一端が付勢部材 2021 によって当接している。受圧板 2022 は、負圧室 2026 内の圧力変動に応じて可撓性フィルムと共に変位可能となっている。この受圧板 2022 の変位は、シャフト 2024 によって圧力制御弁 2027 に伝達される。これにより、圧力制御弁 2027 は、受圧板 2022 からの押圧力と付勢部材 2021 の付勢力との合力に応じて位置が変化し、オリフィス 2028 におけるインクの流抵抗を制御する。なお、フィルタ 201 は、供給ポンプ 1003 によってサブタンク 2001 から供給されるインクに含まれる塵埃や気泡などを除去する機能を有する。

10

#### 【0020】

ヘッド循環ポンプ 203 は、液体を排出する排出口 2038 と、液体を吸引する吸引口 2039 とを有する。排出口 2038 は、流路を介して圧力制御手段としての圧力レギュレータ 202 に連通し、吸引口 2039 は支持部材 11 に形成された流路 11d に連通している。ヘッド循環ポンプ 203 は、吸引口 2039 から吸引したインクを排出口 2038 から排出し、流路を介して圧力レギュレータ 202 に供給し、後述の第 1 循環流路 R1 におけるインクの循環流を形成する駆動源として機能する。

#### 【0021】

負圧補償弁 204 は、ヘッド循環ポンプ 203 の排出口 2038 と吸引口 2039 とを連通する迂回流路 R3 に設けられている。負圧補償弁 204 は、その上流側と下流側との間に差圧が発生した場合に、開弁して迂回流路 R3 を連通させる。この負圧補償弁 204 は、記録デューティが高い画像を記録し続けた場合に、吐出口の下流側に発生する負圧上昇を抑制する機能を有する。なお、ここでいう記録デューティとは、記録媒体の単位領域に実際に付与されるインク量と、単位領域に付与可能な最大インク量との割合を意味し、記録デューティが高い程、単位領域に対するインクの付与量は多くなる。

20

#### 【0022】

記録素子基板 10 には、インクを吐出する吐出口 103 が形成されると共に、吐出口 103 に連通する流路が形成されている。この流路は、吐出口 103 に連通する圧力室 106 と、圧力室 106 に連通する供給流路 105a 及び回収流路 105b 等により形成されている。なお、この記録素子基板 10 の構造については、後に図 8 に基づいて詳細に説明する。

30

#### 【0023】

支持部材 11 には、記録素子基板 10 と循環ユニット 200 とを連通させる流路 11c、11d が形成されている。流路 11c は、その一端部が連通口 11a を介して循環ユニット 200 の流路に連通する一方、他端部が記録素子基板 10 に形成された開口 109 を介して供給流路 105a に連通している。また、流路 11d は、その一端部が連通口 11b を介して循環ユニット 200 の流路に連通する一方、他端部が記録素子基板 10 に形成された開口 109 を介して回収流路 105b に連通している。

#### 【0024】

以上の構成を有する記録ヘッド 1 により、記録装置 1000 内には、循環ユニット 200 と、支持部材 11 と、記録素子基板 10 とを循環する第 1 循環流路 R1 が形成され、さらに、循環ユニットとサブタンクとを循環する第 2 循環流路 R2 が形成される。

40

#### 【0025】

以下、第 1 循環流路 R1 及び第 2 循環流路 R2 におけるインクの流れについて、詳細に説明する。

#### 【0026】

(第 1 循環流路におけるインクの流れ)

まず、第 1 循環流路 R1 内のインクの流れについて説明する。ヘッド循環ポンプ (第 1 ポンプ) 203 を駆動することによって、ヘッド循環ポンプ 203 の排出口 2038 から

50

圧力レギュレータ 202 内の負圧室 2026 ヘインクが供給される。圧力レギュレータ 202 は所謂減圧型レギュレータ機構であり、圧力制御弁 2027 と付勢部材 2021 の働きによって、通過流量が変動した場合でも負圧室 2026 内の圧力を一定範囲内で安定化させる機能を有する。圧力制御動作の詳細については後述する。

#### 【0027】

圧力レギュレータ 202 の負圧室 2026 で所定の微負圧範囲 ( - 20 ~ - 1000 mm A q 以下が好ましい ) に調圧されたインクは、負圧室 2026 を通過して支持部材 11 中に形成された流路 11c を経由し、記録素子基板 10 内に形成された流路に流入する。この流路は前述のように供給流路 105a、圧力室 106、回収流路 105b などを含む。支持部材 11 の流路 11c から供給流路 105a に流入したインクは、図 2 の矢印に示すように、圧力室 106、回収流路 105b を通過した後、支持部材 11 の流路 11d を介して、再びヘッド循環ポンプ 203 に戻る。なお、圧力室 106 に流入したインクの一部は、吐出口 103 に供給される。

10

#### 【0028】

このように記録ヘッド 1 内には、圧力レギュレータ 202 と記録素子基板 10 間を循環する、第 1 インク循環流 ( 以下「ヘッド内循環流」ともいう ) が生じる。このため、第 1 循環流路 R1 内におけるインク顔料の沈降は抑制される。さらに、泡、増粘インク及び異物等を記録素子基板 10 外へと排出することができるため、予備吐動作を行うことなく適正な吐出動作を行うことができ、信頼性の高い記録が可能になる。

#### 【0029】

20

図 2 に示す記録ヘッド 1 において、第 1 循環流路 R1 内を流れるインク ( 液体 ) により形成される第 1 循環流は、記録素子基板 10 の圧力室 106 を通過するようになっている。この場合のインク流量は、適正な吐出動作を実現できる範囲に設定する。通常のインクジェット記録ヘッドにおいては吐出口 103 近傍の流路は数十  $\mu\text{m}$  以下の非常に微細なマイクロチャンネルであるので圧損が非常に大きい。そのため、あまり大きな流量を設定すると吐出口 103 における負圧が大きくなり過ぎて、吐出動作に適切なメニスカスを保持できなくなる虞がある。特に吐出口 103 間隔を 300 dpi 以上の密度で配置した記録素子基板 10 では、インク流れの流量は全ての吐出口 103 において吐出を同時に行った際の吐出流量以下に設定することが好ましい。また、記録素子基板 10 または支持部材 11 内、またはその境界部にバイパス流路を形成し、圧力室 106 を経由せずに循環可能な流路を追加する構成を採ることも好ましい。

30

#### 【0030】

ヘッド循環ポンプ 203 の形式としては、必要な流量と送液圧力を確保できれば容積型であっても非容積型であっても適用可能である。例えば、容積型であればダイヤフラムポンプ、チューブポンプ、ピストンポンプ等が適用可能である。また、適用可能な非容積型のポンプとしては、例えば軸流式ポンプが挙げられる。また、駆動方式についてもモータ式、圧電式、ニューマチック式など複数の方式から好ましく選択することができる。但し、使用方法として記録ヘッド 1 上に搭載して高速に往復移動させることやコストを考えれば、小型軽量で部品点数が少ないポンプを選択することが好ましい。また圧力脈動も小さいポンプであればなお好ましい。このような特徴を備える好ましいポンプの例としては圧電型ダイヤフラムポンプが挙げられる。あるいはまた、圧電素子や沸騰による発泡等により内圧が高周波で変移するポンプ室において、その前後に流抵抗差を設けた管路を接続することにより、流体慣性効果を発生させて送液するタイプのポンプであっても好ましく適用することができる。なお、本実施形態では、上述のヘッド循環ポンプ 203 と第 1 循環流路 R1 とにより第 1 循環手段が構成されている。

40

#### 【0031】

( 第 2 循環流路におけるインクの流れ )

次に、記録ヘッド 1 内に形成される第 2 循環流路 R2 内のインクの流れについて説明する。交換可能なメインタンク 2000 内のインクは、補充ポンプ 2003 によってサブタンク 2001 に供給され、その後、供給チューブ 1001 を介して記録ヘッド 1 の循環コ

50



ニット 200 に供給される。サブタンク 2001 は、大気連通口 2002 を有し、インク中の気泡を外部に排出することが可能である。また、サブタンク 2001 はインクを収容可能であるため、記録動作中にメインタンク 2000 を交換する間も記録動作を継続させることが可能になり、記録装置 1000 の利便性を高めることができる。

#### 【0032】

補充ポンプ 2003 は、記録動作や吸引回復等、記録ヘッド 1 の吐出口 103 からインクを吐出（排出）することによって消費されたインクを補充する必要がある際、メインタンク 2000 からサブタンク 2001 へインクを移送する。サブタンク 2001 は、供給チューブ 1001 を介して記録ヘッド 1 にインクを供給可能なように接続されている。さらに、サブタンク 2001 は、回収チューブ 1002 を介して記録ヘッド 1 にからインクを回収可能なように接続されている。

10

#### 【0033】

供給ポンプ（第 2 ポンプ）1003 を駆動することによって、サブタンク 2001 内のインクは、図 2 の矢印に示すように、供給チューブ 1001 及びフィルタ 201 を通過し、圧力レギュレータ 202 の供給室 2025 に流入する。供給室 2025 に流入したインクは、回収チューブ 1002 を経由してサブタンク 2001 へ戻される。このように、記録装置 1000 には、サブタンク 2001 から記録ヘッド 1 を経て再びサブタンク 2001 に戻る第 2 循環流（以下「タンク循環流」ともいう）を形成する第 2 循環経路 R2 が形成されている。このため、サブタンク 2001、供給室 2025、供給チューブ 1001 及び回収チューブ 1002 等からなる第 2 循環流路 R2 でのインク顔料の沈降は抑制される。なお、本実施形態では、上述の供給ポンプ 1003 と第 2 循環流路 R2 とにより第 2 循環手段が構成されている。

20

#### 【0034】

また、回収チューブ 1002 上には差圧弁（第 2 圧力制御手段）2004 が設けられている。この差圧弁 2004 は、その上流側と下流側との間に一定圧以上の差圧が発生した場合にのみ開弁し、回収チューブ 1002 におけるインクの流動を可能にする。差圧弁 2004 の下流側にはサブタンク 2001 が接続されているため、差圧弁 2004 の下流側にはサブタンク 2001 との水頭圧が付与される。また、差圧弁 2004 の上流側は、圧力レギュレータ 202 によって一定圧以上の圧力に保持されている。この差圧弁 2004 の上流側の圧力値は必ずしも正圧である必要は無く、圧力レギュレータ 202 の設計上、正常な圧力制御が可能な最低圧力以上であれば負圧であってもよい。差圧弁 2004 は、回収チューブ 1002 の下流側の位置、すなわち、サブタンク 2001 の近傍に取り付けることも可能である。但し、回収チューブ 1002 の摺動に伴うインクの揺動によって生じる圧力変動をより緩和するためには、記録ヘッド 1 に近い位置に設けることが好ましい。また、差圧弁 2004 を記録ヘッド 1 と回収チューブ 1002 とを連結させるジョイント針内に挿入する構成をとれば、圧力変動を抑制する上でより好ましい。

30

#### 【0035】

なお、図 2 に示す状態では、記録は行われていないため、圧力レギュレータ 202 内の圧力制御弁 2027 は閉じられている。従って、圧力レギュレータ 202 に供給されたインクは、一定圧以上の圧力で供給室 2025 を通過して、回収チューブ 1002 からサブタンク 2001 に還流する。

40

#### 【0036】

以上説明したように本実施形態では、記録待機状態において、圧力レギュレータ 202 内の圧力制御弁 2027 を圧力境界として 2 つの循環流が形成される。

#### 【0037】

すなわち、

- 1) 圧力レギュレータ 202 と記録素子基板 10 との間に生じる第 1 循環流、
  - 2) 圧力レギュレータ 202 とサブタンク 2001 との間で生じる第 2 循環流、
- の 2 つの循環流が形成される。

#### 【0038】

50

このため、白インクのような沈降性の激しいインクであっても、色材の沈降に伴う濃度変化が抑制される。従って、本実施形態における記録装置 1000 では、記録再開時に吸引回復操作を行うことが不要になり、廃インクやダウンタイムが発生することはない。

#### 【0039】

また、記録動作時に供給チューブ 1001 及び回収チューブ 1002 で発生するインク揺動による圧力変動は、いずれもレギュレータの作用によって十分に緩和されるため、第 1 循環流側に伝達されることはない。このため、記録ヘッド 1 の往復走査速度を上げて高速記録を行った場合にも、記録ヘッド 1 の吐出特性は安定しており、スジやムラの少ない高品質な画像を記録することができる。

#### 【0040】

次に、記録動作を開始した際のインクの流動状態について説明する。図 3 は、本実施形態における記録装置 1000 の 1 色分のインクの流動状態を示す模式図である。吐出によりインク量が減少すると、負圧室 2026 内の負圧が高まり、圧力レギュレータ 202 の受圧板 2022 が図 3 における左方へと移動する。受圧板 2022 の移動に伴って圧力制御弁 2027 が左方へと移動し、オリフィス 2028 から離間する。その結果、吐出されたインクに相当する量のインクが、矢印 A1 に示すように、供給室 2025 から負圧室 2026 へと流入し、第 1 循環流へのインクの補充が行われる。この間も負圧室 2026 内の圧力は付勢部材 2021 の作用により、設定された微負圧に保たれており、第 1 循環流も継続されている。このため、非吐出状態にある吐出口 103 においても色材の沈降は発生せず、予備吐動作を実施しなくとも、吐出口 103 を常に吐出可能な状態に保つことができる。またこのとき、第 2 循環流も継続して維持されているため、サブタンク 2001 から記録ヘッド 1 の間でも色材の沈降は抑制される。従って、常に安定した濃度のインクを記録ヘッド 1 に供給することができる。

#### 【0041】

高速記録をするためには、記録ヘッド 1 を高速で往復走査させる必要があり、それに伴って、供給チューブ 1001 及び/または回収チューブ 1002 内のインク揺動が増大する。しかしながら、本実施形態では、インクの揺動によって圧力制御弁 2027 に伝達される圧力変動は、負圧室には減衰された状態で伝達される。すなわち、図 3 から分るように、圧力制御弁 2027 に伝達された圧力変動は、圧力制御弁 2027 の受圧面積 ( $S1$ ) と受圧板 2022 の受圧面積 ( $S2$ ) の比 ( $S1/S2$ ) に従って減衰し、その減衰された圧力変動が負圧室 2026 に伝達される。このため、第 1 循環流では負圧変動を十分に小さくすることができ、吐出液滴量や吐出特性を安定させることができる。従って、スジやムラの無い高画質の記録を高速で実行することができる。

#### 【0042】

また、記録動作を停止すると、再び圧力制御弁 2027 が閉じて、第 2 循環流と第 1 循環流の 2 つの流れは自律的に分離されるが、それぞれの循環流は引き続き維持されるため、色材の沈降は抑制される。

#### 【0043】

図 4 は、高デューティで記録している際の状態を示す図である。前述のように、吐出口 103 への過剰な負圧印加を抑制する観点から、非記録時に記録素子基板 10 を通過するインクの流量は、全ての吐出口から同時にインクを吐出する時(全吐出時)の吐出流量よりも低く設定することが好ましい。全吐出により高記録デューティで記録動作が行われた場合には、図 4 の圧力室 106 内に記載した矢印のように、供給流路 105a からだけでなく、回収流路 105b から圧力室 106 へのインクのリフィルが発生する。ところが、本実施例ではヘッド循環ポンプ 203 として圧電ダイヤフラムポンプを用いており、このポンプは容積型ポンプであるため逆流は生じないようにになっている。そのため、記録素子基板 10 の多数の吐出口 103 が高記録デューティで記録を続けると、回収流路 105b の圧力が低くなっていき、やがて吐出口 103 へのインクのリフィル不足が生じる。この場合、吐出液滴の体積が設計よりも小さくなって画像が薄くなったり、あるいは掠れが生じたりする可能性がある。また、非記録状態の吐出口 103 が少数あった場合、その吐

10

20

30

40

50

出口 103 ではインクの通過流量が大きく増大して負圧上昇や温度の異常低下が生じるためインクの吐出に影響が出て、画質の低下が生じる。

【0044】

このような高記録デューティで記録した際に生じる画質の低下を回避するため、本実施形態では、循環ユニット 200 に負圧補償弁（負圧補償手段）204 が設けている。負圧補償弁 204 は、その上流側と下流側との差圧が設定した差圧以上になった場合に開となるように設計されている。高記録デューティでの記録が継続することにより、回収流路 105b の圧力が過剰に低下した場合には、負圧補償弁 204 が開となり、圧力レギュレータ 202 からインクが供給されるため、負圧の過剰上昇が抑制される。このため、高記録デューティで記録を行った際にも安定したインク吐出を行うことが可能になり、高品質な画像を形成することができる。

10

【0045】

ここで図 2 の記録待機状態を再度みると、負圧補償弁 204 及び迂回流路 R3 では循環流が発生していないことが分かる。この部分でのインク顔料の沈降を抑制するには、記録待機時にヘッド循環ポンプ 203 の流量を記録時よりも増大させ、ヘッド循環ポンプ 203 の吸引口 2039 の圧力を下げることが好ましい。これによって、負圧補償弁 204 を開くことができ、この部分での色材の沈降を抑制するインクの流れを発生できるので好ましい。但し、この操作によって記録素子基板 10 の圧力室 106 の圧力が低下し、設計通りの吐出駆動には適さなくなる可能性もあるが、吐出口 103 でのメニスカスが維持されている限りは、記録待機状態であるので問題はない。

20

【0046】

本実施形態は、記録素子基板 10 と圧力レギュレータ 202 の負圧室 2026 との間をインクが循環する第 1 循環流路 R1 と、圧力レギュレータ 202 の供給室 2025 とサブタンク 2001 との間をインクが循環する第 2 循環流路 R2 とを備える。これにより、負圧室 2026 と供給室 2025 との連通、遮断を行う圧力制御弁 2027 は、高速記録時にも負圧室 2026 を一定負圧に保つように吐出量に応じて開閉し、記録ヘッド 1 の走査時のチューブの揺動による圧力変動を十分に抑制することができる。このため、高速で高画質な記録が可能となる。一方、記録待機時には圧力制御弁 2027 は自律的に閉じるため、負圧が維持されたヘッド内の第 1 循環流路 R1 と、これとは圧力的に分離された第 2 循環流路が自律的に形成され、それぞれの経路で循環が停止することなく継続される。このため、白インクのような沈降性の激しいインクであっても、従来実施していた、大量のインク吸引による回復操作は不要となる。

30

【0047】

[第 2 実施形態]

図 5 及び図 6 に本発明の第 2 実施形態における記録装置 1000 の、1 色のインクに対応する流体流路を示す。第 2 実施形態と第 1 実施例との差異は、記録素子基板 10 内のインクの流動方向を切換えるために、循環ユニット 200 内に切換弁（切換手段）205 を 2 つ備えたことである。

【0048】

本実施形態では切換弁 205 として三方弁を使用しているが、これに限定されない。切換弁 205 は、記録素子基板 10 内の流れ、特に圧力室 106 内の流れを反転させる機能があれば、図 5 及び図 6 に示した構成以外でもよい。例えば、スライド弁を用いた 5 方弁を適用することも可能である。切換弁 205 を用いる場合に考慮すべきことは、切換弁 205 の切換時における圧力制御弁 2027 の動作により、記録ヘッド 1 内の圧力が、吐出口 103 内にメニスカスを維持することが可能な負圧範囲を超えないようにすることである。この目的のためには、圧力制御弁 2027 の開閉動作におけるストロークを非常に短く設計するか、または「ロッカー弁」方式を用いることが好ましい。ロッカー弁方式の具体的構造については後述する。

40

【0049】

図 5 に示すように、2 つの切換弁 205 のうち、図示の左側の切換弁 205 の 1 つのボ

50

ートは圧力レギュレータ 2 0 2 に連通し、右側の切換弁 2 0 5 の 1 つのポートはヘッド循環ポンプ 2 0 3 に連通している。さらに、両切換弁 2 0 5 の残りの 2 つのポートは、いずれも、支持部材 1 1 の 2 つの流路 1 1 c と 1 1 d に選択的に連通する。すなわち、図 5 に示す状態では、左側の切換弁 2 0 5 が流路 1 1 c に連通し、かつ流路 1 1 d との連通は遮断されている。従って図 5 に示す状態では、左側の切換弁は、圧力レギュレータ 2 0 2 の負圧室 2 0 2 6 から流出するインクを支持部材 1 1 内の流路 1 1 c へと供給し、右側の切換弁 2 0 5 は支持部材 1 1 内の流路 1 1 d からヘッド循環ポンプ 2 0 3 へとインクを回収する。

#### 【 0 0 5 0 】

図 6 に、図 5 に示す状態から切換弁 2 0 5 と流路 1 1 c、1 1 d との連通状態を切換えた状態を示す。ここでは、左側の切換弁 2 0 5 は流路 1 1 d に連通し、かつ流路 1 1 c との連通は遮断されている。また、右側の切換弁 2 0 5 は流路 1 1 c と連通し、かつ流路 1 1 d との連通は遮断されている。この場合、左側の切換弁 2 0 5 は、圧力レギュレータ 2 0 2 の負圧室 2 0 2 6 から流出するインクを支持部材 1 1 内の流路 1 1 d へと供給し、右側の切換弁 2 0 5 は支持部材 1 1 内の流路 1 1 c からヘッド循環ポンプ 2 0 3 へとインクを回収する。なお、図 5 及び図 6 において、破線矢印は流路にインクが流れていない状態（遮断された状態）を示している。

#### 【 0 0 5 1 】

このように第 2 実施形態では、記録ヘッド 1 の圧力室 1 0 6 におけるインクの流動方向を逆転させるように切換えることが可能である。これは、次のようなことを目的としている。通常、記録素子基板 1 0 の圧力室 1 0 6 に直接連通している流路（独立連通孔 1 0 4 a、1 0 4 b）の幅の寸法は数十  $\mu\text{m}$  であり、供給流路 1 0 5 a や回収流路 1 0 5 b よりも狭くなっている。このため、供給流路 1 0 5 a 内に泡が発生または流入した場合、図 5 に示す状態だけでインクの循環を行っている場合には、圧力室 1 0 6 を通過して泡を排出するのは困難である。この場合、図 6 のように、圧力室 1 0 6 内のインクの流動方向を逆転させることで、供給流路 1 0 5 a 内の泡を記録素子基板 1 0 外へ排出することが可能になる。

#### 【 0 0 5 2 】

なお、図 5 及び図 6 のいずれのヘッド内循環状態であっても、記録ヘッド 1 内の負圧は圧力レギュレータ 2 0 2 によって適正範囲に維持されているため、ヘッド内循環を継続しつつ記録動作を開始することが可能である。このように、本実施形態では、第 1 の実施形態によって実現される機能及び効果に加えて、泡や異物を記録素子基板 1 0 外へ排出しつつ記録動作を継続することができる。このため、記録装置 1 0 0 0 のダウンタイムをさらに低減することが可能になる。

#### 【 0 0 5 3 】

#### [第 2 実施形態の変形例]

次に、上記第 2 実施形態における変形例を図 7 に基づいて説明する。第 2 実施形態では、図 6 に示すように、圧力室 1 0 6 に連通する独立連通孔 1 0 4 a と 1 0 4 b に、供給流路 1 0 5 a と回収流路 1 0 5 b がそれぞれ独立した状態で連通している。これに対し、本変形例では、独立連通孔 1 0 4 a 及び 1 0 4 b に単一の流路 1 0 5 c が連通する構成を備える。

#### 【 0 0 5 4 】

従って、本変形例では、支持部材 1 1 から供給されるインクのうち一部は独立連通孔 1 0 4 a、1 0 4 b を介して圧力室 1 0 6 に供給されるが、流入したインクの多くは圧力室 1 0 6 を通過せずに流路 1 0 5 c を経て再び支持部材 1 1 へと流入する。つまり、本変形例では、圧力室 1 0 6 を通過しない第 1 循環流路が形成されることとなる。

#### 【 0 0 5 5 】

これによれば、ヘッド内循環流が、圧力室 1 0 6 及びこれに連通する独立連通孔 1 0 4 a、1 0 4 b 等の微小な部分を通過しないためインクの流動抵抗が低減され、記録ヘッド 1 における色材の沈降をより確実に回避することが可能になる。また、インクに含まれる

10

20

30

40

50

泡や異物を、より確実に記録素子基板 10 外へ排出することができる。

【0056】

なお、記録待機時には圧力室 106 を通過する流れが形成されないため、圧力室 106 に連通する独立連通孔 104a、104b 内で顔料沈降が発生する可能性もある。しかし、上述したようにこの部分の寸法は小さいため、ごく少量の予備吐動作によってこの部分に沈降した色材を除去することができる。

【0057】

また、本変形例では、圧力室 106 を通過する循環流がないため、吐出口 103 における水分蒸発が抑制される。このため、ヘッド内循環を長期間継続してもインク全体の濃縮は抑制されるため、濃縮インクの排出処理を実施する回数も低減でき、廃インクをさらに削減できる。

10

【0058】

以下、上記実施形態における各部の構成をより具体的に説明する。なお、以下の説明では、上記第 2 実施形態の構成に基づいて説明を行うため、切換弁 205 を含んだ構成について述べるが、その他の構成については第 1 実施形態における各部の構成と同様である。

【0059】

(記録素子基板)

本実施形態における記録素子基板 10 の構成について説明する。図 8 は記録素子基板 10 に形成される複数の吐出口 103 からなる吐出口列 103L の長手方向 (Y 方向) を横切る断面を示す斜視図である。記録素子基板 10 には、Si により形成される基板 107 と感光性の樹脂により形成される吐出口形成部材 102 とが積層されている。基板 107 の裏面には蓋部材 108 が接合されている。基板 107 の一方の面側 (図中、上面側) には記録素子 111 が形成されており、その裏面側 (図中、下面側) には、吐出口列に沿って延在する供給流路 105a および回収流路 105b を構成する溝が形成されている。記録素子基板 10 の吐出口形成部材 102 には、4 列の吐出口列が形成されている。

20

【0060】

各吐出口 103 に対応した位置には、液体を熱エネルギーにより発泡させるための発熱素子である記録素子 111 が配置されている。記録素子 111 は、基板 107 内部に設けられる電気配線 (不図示) によって端子 110 と電氣的に接続されている。そして、記録装置 1000 の制御部から、電気配線基板及びフレキシブル配線基板を介して入力されるパルス信号に基づいて発熱し、圧力室 106 内に充填されている液体を沸騰させる。この沸騰による発泡の力で液体を吐出口 103 から吐出する。

30

【0061】

供給流路 105a 及び回収流路 105b は記録素子基板 10 に設けられた吐出口 103 列方向に延在する流路であり、それぞれ独立連通孔 104a 及び独立連通孔 104b を介して圧力室 106 に連通している。蓋部材 108 には開口 109 が複数設けられている。本実施形態においては、供給流路 105a の 1 本に対して 3 個、回収流路 105b の 1 本に対して 2 個の開口 109 が所定の間隔を置いて蓋部材 108 に設けられている。それぞれの開口 109 は、図 5 に示したように、支持部材 11 内の流路に連通している。蓋部材 108 は、供給流路 105a 及び回収流路 105b の壁の一部を形成する蓋としての機能を有する。蓋部材 108 は、液体 (インク) に対して十分な耐食性を有している物が好ましい。また、混色抑制の観点から、開口 109 の開口形状および開口位置には高い精度が求められる。蓋部材 108 は開口 109 により記録素子基板 10 の流路から支持部材 11 の流路へとピッチを変換するものであり、圧力損失を考慮すると、蓋部材 108 の厚さは薄いことが望ましい。このため蓋部材 108 の材質として、感光性樹脂材料やシリコン薄板を用い、フォトリソプロセスによって開口 109 を設けることが好ましい。

40

【0062】

次に、記録素子基板 10 内での液体の流れについて説明する。基板 107 と蓋部材 108 とによって形成される供給流路 105a 及び回収流路 105b は、それぞれ、支持部材 11 の流路と図 5 のように接続されている。ヘッド循環ポンプ 203 の駆動によって、供

50

給流路 105 a 内の液体は、独立連通孔 104 a、圧力室 106、独立連通孔 104 b を経由して回収流路 105 b へと流れる（図 8 の矢印 C で示す流れ）。この流れによって、吐出動作を休止している圧力室 106 において、記録素子基板 10 内のインクの沈降を抑制することができる。また同時に吐出口 103 からの蒸発によって生じる増粘インク、泡及び異物等を回収流路 105 b へ排出することができる。

#### 【0063】

回収流路 105 b へ回収されたインクは、蓋部材 108 の開口 109 及び支持部材 11 の流路 11 c、11 d（図 5 参照）を通じてヘッド循環ポンプ 203 へ戻る。ここで、図 6 に示すように切換弁 205 を切換えた場合には、記録素子基板 10 内の流れ方向は図 8 の矢印 C とは逆方向に流れる。独立連通孔 104 a よりも大きい泡や異物等は、矢印 C の向きに循環流が生じていたとしても供給流路 105 a に滞留する。しかし、図 6 のように逆方向に循環流を生じさせることで、供給流路 105 a に滞留した大きい泡や異物を開口 109 から記録素子基板 10 外へと排出することができる。

10

#### 【0064】

##### （循環ユニット）

図 9（a）及び（b）は 1 色分の循環ユニット 200 の具体的な構成例の外観を示す斜視図である。循環ユニット 200 は、内部にインク流路が設けられたボディ 206 に内蔵された圧力レギュレータ 202 及び切換弁 205 と、ボディ 206 に取り付けられたヘッド循環ポンプ 203 とを有する。本実施形態ではコストダウンのため、圧力レギュレータ 202 及び切換弁 205 はボディ 206 と一体化している。但し、ヘッド循環ポンプ 203 と同様、各々を個別にユニット化してボディ 206 に取り付けのようにすることも可能である。この場合は、ボディ 206 の形状によらず各ユニットを共通化できるというメリットが生まれる。

20

#### 【0065】

図 9（b）に示すように、ボディ 206 上部にはサブタンク 2001 からインクを受け取るジョイント孔 206 a と、サブタンク 2001 へとインクを戻すジョイント孔 206 b とが設けられている。また、ボディ 206 下部には、支持部材 11 を介してインクを記録素子基板 10 へ供給する孔 206 c と、記録素子基板 10 からインクを回収する穴 206 d が設けられている。

#### 【0066】

30

図 10（a）及び（b）は、循環ユニット 200 の分解図である。図 10（a）において、ボディ 206 の上部にはフィルタ室 2060 があり、ここにフィルタ 201 が挿入及び溶着されている。またフィルタ室 2060 の横には、負圧補償弁 204 が挿入されている。負圧補償弁 204 の下部は、ボディ 206 内部でポンプ供給口 2061 と連通している。ボディ 206 内部の流路構造については後述する。

#### 【0067】

ボディ 206 の側面に設けられた供給室 2025 には、圧力制御弁 2027、付勢部材 2021、ばねホルダ 2029 がこの積層順で挿入される。付勢部材 2021 は圧力制御弁 2027 とばねホルダ 2029 の間で設計長さに圧縮され、圧力制御弁 2027 に対し一定の付勢力を加える。ばねホルダ 2029 は、付勢部材 2021 を固定する固定部材としての機能の他、供給室 2025 の蓋としての機能を有しており、ボディ 206 に溶着または接合される。

40

#### 【0068】

ボディ 206 側面下部には切換室 2053 が 2 つ設けられており、それぞれにロッカー弁 2051 が挿入される。さらに切換室 2053 の全体を覆うように可撓性フィルム 2052 が、ボディ 206 及び 2 つのロッカー弁 2051 と接着または溶着などの手法によって接合されることにより、切換弁 205 が形成される。切換弁 205 の構造及び切換動作については後述する。

#### 【0069】

図 10（b）において、ボディ 206 の供給室 2025 の対向面側には負圧室 2026

50

が形成されている。この負圧室 2026 には、付勢部材 2021、受圧板 2022、可撓性フィルム 2023 がこの積層順で挿入される。付勢部材 2021 は、負圧室 2026 の底部と受圧板 2022 間で設計長さに圧縮され、受圧板 2022 に対し一定荷重を加える。可撓性フィルム 2023 は、ボディ 206 に溶着または接合される。この可撓性フィルムは、受圧板 2022 の動きを妨げないように変形しつつ、負圧室 2026 の蓋としての機能を果たす。またボディ 206 には、成形などの製造上の観点から、溝状の流路が形成されており、循環ユニット 200 の組立工程において、流路の開口部をカバーするようにシールフィルム 208 がボディ 206 に接着または溶着される。

#### 【0070】

( 切換弁 )

図 11 ( a ) 及び ( b ) は、図 9 ( a ) における X I - X I 線に沿って切換弁 205 を切断した断面を模式的に示す図である。ハウジング 2036 内に設けられた切換室 2053 内にロッカー弁 2051 が回転軸 2054 を支持点として回転可能に挿入されている。ロッカー弁 2051 には可撓性フィルム 2052 が溶着されている。この可撓性フィルム 2052 の端部は切換室 2053 の周縁部に渡って溶着されており、切換室 2053 をシールしている。ハウジング 2036 には、さらにカバー 2059 が可撓性フィルム 2052 を覆うように取り付けられている。カバー 2059 の内面 ( フィルムに対向する面 ) には、ロッカー弁 2051 の一端部近傍を付勢する付勢部材 2057 が取り付けられている。さらに、カバー 2059 の内面には、ロッカー弁 2051 の他端部近傍を押圧または離間可能に設置した押圧部材 2058 が、可撓性フィルム 2052 を介して取り付けられている。なお、図 10 ( a ) においては付勢部材 2057、押圧部材 2058 及びカバー 2059 は不図示となっている。

#### 【0071】

本実施形態における切換弁 205 は、所謂ロッカー弁タイプの三方弁を使用している。図 11 に示すように、ロッカー弁 2051 は付勢部材 2057 による付勢力に従って、回転軸 2054 を支点とした回転力が発生している。このため、ロッカー弁 2051 は、開閉ポート 2056 L を閉塞すると共に、他方の開閉ポート 2056 R を開放している。ここで図 11 ( b ) に示すように、加圧エアにより、付勢部材 2057 の付勢力に打ち勝つように押圧部材 2058 を押し下げると、ロッカー弁 2051 は、開閉ポート 2056 R を閉塞すると共に、他方の開閉ポート 2056 L を開放する。このようにしてロッカー弁 2051 の位置によって、切換室 2053 の中央に設けられた共通ポート 2055 と、開閉ポート 2056 L または 2056 R との連通関係を切換えることが可能である。

#### 【0072】

なお、本実施形態ではロッカー弁 2051 の駆動方法として、ニューマチック式を採用したが、これに限らず、他の駆動方法を用いることも可能である。例えば、電磁コイルやモータを用いたメカ機構などを好ましく用いることも可能である。

#### 【0073】

また、ロッカー弁 2051 以外にも、直動型の圧力制御弁 2027 を複数用いて三方弁を形成することもできる。但し、この場合には、圧力制御弁 2027 の開閉動作に伴って、インクの押し出しや吸い込みが発生するため、ヘッド内流路内に圧力変化が生じて吐出口 103 のメニスカスに影響を及ぼすことがある。メニスカスの状態が異なると、吐出液滴体積が変わるため、その変化量が大きい場合には記録画像に濃度差が生じて画質の低下を招く虞がある。これを抑制するためには、弁のストロークをかなり小さくしたり、大きなバッファ室を設置したりすることが考えられる。しかしこの場合には、弁部の流抵抗が高くなるので強力な循環ポンプが必要になったり、循環ユニット 200 が大型化したりするというデメリットが懸念される。

#### 【0074】

一方、本実施形態のようにロッカー弁 2051 を用いた場合は、切換動作時には押し出しと吸込みが同時に発生するため、負圧変化は小さく、吐出口 103 内のメニスカスへの影響を抑制することができる。もっともロッカー弁 2051 においても、弁を開閉するばね

10

20

30

40

50

などの設計上の制約から、ロッカー弁 2051 の回転軸 2054 を必ずしも中心対称とすることができず、開閉時の圧力変化を 1 つの切換室内で十分に抑制できない場合も考えられる。しかしながら、本実施形態では図 5 に示したように、吐出口 103 の上流側と下流側にそれぞれ切換弁 205 が配置されている。このため、同形状の切換弁 205 を用いて弁体の動きが逆位相になるように配置することによって、切換え時の体積変化を 2 つの切換室 2053 間で相殺することができる。よって、切換動作時におけるヘッド内循環流路（第 1 循環流路）内の負圧変化を十分に小さくすることができる。

#### 【0075】

（ヘッド循環ポンプ）

図 12 (a) はヘッド循環ポンプ 203 の外観を示す図である。本実施形態においては、ヘッド循環ポンプ 203 として圧電ダイヤフラムポンプを用いている。一般的に、圧電ダイヤフラムポンプは、モータ式ダイヤフラムポンプに比べて部品点数が少なく、小型軽量で静粛性が高く、圧力脈動が小さいという特徴を有する。このため、圧電ダイヤフラムポンプは、記録ヘッド 1 への搭載に適しているといえる。但し、ダイヤフラム 2031 の変位量が小さいため、自給式にすることが困難であること、及び泡が大量に混入した場合に送液量が低下すること等の課題が圧電ダイヤフラムポンプにはある。

#### 【0076】

この観点から、循環ユニット 200 内では、図 16 (a) に示すように、ヘッド内循環流 F がポンプ回収口 2062 へ入る前に鉛直方向（Z 方向）において下方（Z2 方向）に曲がるようになっている。これにより、記録素子基板 10 から排出された泡は、循環ユニット 200 の上方へ溜まるように誘導され、ヘッド循環ポンプ 203 に流入しにくいようになっている。

#### 【0077】

図 12 (a) に示すように、ヘッド循環ポンプ 203 は、片面に排出口 2038 及び吸引口 2039 が設けられている。排出口 2038 と吸引口 2039 は、循環ユニット 200 のボディ 206 に形成されたポンプ供給口 2061 とポンプ回収口 2062 にそれぞれ連通する。ここで、排出口 2038 は吸引口 2039 よりも鉛直方向（Z 方向）における上方（Z1 方向）に配置されているが、このようにするとヘッド循環ポンプ 203 内に、泡が混入した場合にも排出が容易であり、安定した流量を確保するため好ましい。

#### 【0078】

ヘッド循環ポンプ 203 への泡の侵入を抑制する他の対策としては、ポンプ回収口 2062 またはその前後にフィルタ 201 またはメッシュを泡トラップ材として設けることが挙げられる。この際には、フィルタ 201 における圧損が過大にならず、かつポンプ動作に支障が出る大きさの泡をトラップできるよう、フィルタ 201 の目粗さと面積を適宜設計する必要がある。

#### 【0079】

また図 12 (b) は、図 12 (a) における X I I B - X I I B 線における断面図である。図中、白抜き矢印はインクの流動方向を示している。ハウジング 2036 には 2 つの逆止弁 2035、ポンプ駆動回路 2040、及びダイヤフラム 2031 が取り付けられている。またダイヤフラム 2031 には、電極板 2032、圧電素子 2033 が接合されている。

#### 【0080】

ポンプ駆動回路 2040 は、本体制御部（不図示）に電氣的に接続されている。またポンプ駆動回路 2040 は、圧電素子 2033 の駆動に必要な電圧を発生する昇圧回路を内蔵している。さらに、ポンプ駆動回路 2040 は、TAB 2041 を介して、圧電素子 2033 及び電極板 2032 に電氣的に接続され、制御部からの信号に基づいて圧電素子 2033 と電極板 2032 との間に一定周波数で電位差を与えることができるようになっている。この電位差により、圧電素子 2033 には、図 12 (b) における鉛直方向（X 方向）への変位が発生し、これに伴って電極板 2032 とそれに接合されたダイヤフラム 2031 が変位する。図 12 (b) において下方（X2 方向）に向かってダイヤフラム 20

10

20

30

40

50



3 1 が変位する際には、右側の逆止弁 2 0 3 5 が開いてインクを吸引する。この時、左側の逆止弁 2 0 3 5 は閉じている。逆に、図 1 2 ( a ) において上方 ( X 1 方向 ) に向かってダイヤフラム 2 0 3 1 が変位する際には、左側の逆止弁 2 0 3 5 が開いてインクを排出する。この時、右側の逆止弁 2 0 3 5 は閉じている。

#### 【 0 0 8 1 】

一般に、圧電素子 2 0 3 3 は変位が数十  $\mu\text{m}$  程度と小さいが、この動作を数十～数百 Hz で行うことで、数  $\text{mL}/\text{min}$  ～数十  $\text{mL}/\text{min}$  程度の流量を発生することができる。またポンプの吐出圧または吸引圧も、数  $\text{kPa}$  ～数十  $\text{kPa}$  程度を発生することができる。流量や圧力は、圧電素子 2 0 3 3 やポンプ室 2 0 3 4 のサイズ、圧電素子 2 0 3 3 や電極板 2 0 3 2 やダイヤフラム 2 0 3 1 の厚さ、圧電素子 2 0 3 3 に与える電圧 / 周波数、駆動波形 ( サイン波や矩形波 ) 等により調整することができる。

10

#### 【 0 0 8 2 】

圧電素子 2 0 3 3 と電極板 2 0 3 2 と間の絶縁破壊電圧以下の範囲で、例えば数百 V の高電圧を印加することにより圧電素子 2 0 3 3 の変位量を上げることができ、ポンプ流量と圧力を上げることができる。このため、高電圧への対策や、インク付着抑制などの観点から、図 1 2 ( b ) に示す構造では、圧電素子 2 0 3 3 を覆う位置までカバー 2 0 3 7 が接合されている。また、ポンプ駆動回路 2 0 4 0 を覆う位置までカバー 2 0 3 7 を設ければより好ましい。

#### 【 0 0 8 3 】

図 1 3 ( a ) 及び ( b ) はヘッド循環ポンプ 2 0 3 の分解斜視図である。上述のように、ハウジング 2 0 3 6 を挟み込むように、一对の逆止弁 2 0 3 5 がハウジング 2 0 3 6 に取り付けられる。本実施形態では逆止弁 2 0 3 5 は、その脚部をハウジング 2 0 3 6 の穴に差し込むことで固定している。さらにハウジング 2 0 3 6 のポンプ室 2 0 3 4 に、ダイヤフラム 2 0 3 1、電極板 2 0 3 2、圧電素子 2 0 3 3 がこの積層順で接合される。ダイヤフラム 2 0 3 1 はインクに対する耐薬品性と圧電素子 2 0 3 3 の変形に追従できる程度の剛性を持っていることが好ましい。従って、ダイヤフラム 2 0 3 1 には、例えば PPS や PPE などの樹脂を 0.2 ～ 0.5 mm 程度の厚さに成形したものを好ましく用いることができる。ハウジング 2 0 3 6 にはさらにポンプ駆動回路 2 0 4 0、圧電素子 2 0 3 3 及び電極板 2 0 3 2 をポンプ駆動回路 2 0 4 0 に電気的に接続する TAB 2 0 4 1、及びカバー 2 0 3 7 が取り付けられる。TAB 2 0 4 1 はリード線と半田等で代用することも可能である。

20

30

#### 【 0 0 8 4 】

##### ( 圧力レギュレータ )

循環ユニット 2 0 0 内に設けられた圧力レギュレータ 2 0 2 の構造、及び圧力制御動作の詳細を説明する。図 1 4 は、図 9 ( b ) における X I V - X I V 線断面図である。本実施形態に設けられる圧力レギュレータ 2 0 2 には、一般的な減圧型レギュレータを使用している。圧力レギュレータ 2 0 2 は、可撓性フィルム ( 可撓性部材 ) 2 0 2 3 でシールされた負圧室 2 0 2 6 を有している。負圧室 2 0 2 6 は、ボディ 2 0 6 の一面に周縁部を接合した可撓性フィルム 2 0 2 3 と、この可撓性フィルム 2 0 2 3 に覆われたボディ 2 0 6 の壁部 2 0 6 3 との間に形成される。可撓性フィルム 2 0 2 3 の内面には、受圧板 2 0 2 2 が固定されている。また、可撓性フィルム 2 0 2 3 に覆われた壁部 2 0 6 3 の中央部には、壁部 2 0 6 3 を貫通するオリフィス 2 0 2 8 が形成されている。また、ボディ 2 0 6 には、壁部 2 0 6 3 を挟んで受圧板 2 0 2 2 と対抗する位置に供給室 2 0 2 5 が形成されている。

40

#### 【 0 0 8 5 】

受圧板 2 0 2 2 は負圧室 2 0 2 6 内の付勢部材 ( ばね ) 2 0 2 1 によって、受圧板 2 0 2 2 が図の右側に移動する向き ( 即ち負圧室 2 0 2 6 の体積が増える方向 ) に付勢されている。また、供給室 2 0 2 5 内には、オリフィス 2 0 2 8 を閉塞可能な圧力制御弁 2 0 2 7 が設けられている。圧力制御弁 2 0 2 7 にはシャフト 2 0 2 4 が固定されており、このシャフト 2 0 2 4 の一端が受圧板 2 0 2 2 に当接可能となっている。この圧力制御弁 2 0

50

２７、シャフト２０２４、及び受圧板２０２２は、ヘッド駆動時には一体となって動くようになっている。圧力制御弁２０２７は、供給室２０２５内の付勢部材（ばね）２０２１によって、圧力制御弁２０２７が図の右側に移動する向き（すなわち圧力制御弁２０２７がオリフィス２０２８を閉塞する方向）に付勢されている。

#### 【００８６】

圧力制御弁２０２７は、オリフィス２０２８との間のギャップを変化させて流抵抗を変化させるよう動作する。なお、インクの循環停止時には圧力制御弁２０２７はオリフィス２０２８と接触してギャップを閉塞し、オリフィス２０２８を流体的にシールする。圧力制御弁２０２７の材質としては、インクに対し十分な耐食性を有する、ゴムやエラストマーなどの弾性材料が好ましく用いられる。

10

#### 【００８７】

図１４において、圧力制御弁２０２７はオリフィス２０２８よりも、図中、右側に設けられており、受圧板２０２２が左方へと移動するとオリフィス２０２８と圧力制御弁２０２７との間のギャップが縮小するようになっている。記録動作時にフィルタ２０１から供給室２０２５へ流入したインクは、圧力制御弁２０２７とオリフィス２０２８との間のギャップを通過する際に、そのギャップ部での圧損により圧力を低下させ、負圧室２０２６内へと流入する。その後、インクは負圧室２０２６から切換弁２０５（図５参照）を経由して記録素子基板１０へと供給される。

#### 【００８８】

負圧室２０２６内の圧力 $P_2$ は、各部に加わる力の釣り合いを示す下記の関係式から決定される。

20

$$P_2 = P_0 - (P_1 S_v + k_1 x) / S_d \quad \cdots (式 1)$$

ここで、

$S_d$ ：受圧板の受圧面積、 $S_v$ ：圧力制御弁の受圧面積、

$P_0$ ：大気圧、 $P_1$ ：供給室内の圧力、

$P_2$ ：負圧室内の圧力 [ $P_a$ ]、 $k_1$ ：付勢部材の合成ばね定数、

$x$ ：ばね変位

式１の右辺第２項は常に正の値を取るため、圧力 $P_2 < 圧力 P_0$ となり、圧力 $P_2$ は負圧となる。

#### 【００８９】

30

付勢部材２０２１の力を変更することで、圧力 $P_2$ を所望の制御圧力に設定することができる。付勢部材２０２１の力を変更するには、ばね定数 $K$ かばね自由長を変更する。

#### 【００９０】

圧力制御弁２０２７とオリフィス２０２８との間のギャップ部の流抵抗を $R$ 、オリフィス２０２８を通過する流量を $Q$ とすると、次式が成立する。

$$P_2 = P_1 - Q R \quad \cdots (式 2)$$

#### 【００９１】

ここで、流抵抗 $R$ と弁とオリフィス２０２８との間のギャップ（以降、「弁開度」と呼称する）が、例えば図１７のような関係になるように設計する。すなわち、弁開度の増大とともに流抵抗 $R$ は低下する。（式１）と（式２）が同時に成立するように弁開度が決まることで、圧力 $P_2$ が決定される。

40

#### 【００９２】

記録動作中に吐出流量が変化して、流量 $Q$ が瞬時的に増加した場合、それに応じたインク流量が供給室２０２５から負圧室２０２６へと供給されるので、回収チューブ１００２の流抵抗が下がり、これに伴って供給ポンプ１００３の負荷が低下する。その結果、供給室２０２５の圧力 $P_1$ が減少するため、圧力制御弁２０２７を閉塞しようとする力 $P_1 S_v$ は減少し、（式１）から圧力 $P_2$ が瞬時的に上昇する。

#### 【００９３】

また（式２）から $R = (P_1 - P_2) / Q$ が導出される。ここで流量 $Q$ 、圧力 $P_2$ は増加し、圧力 $P_1$ は低下しているので、流抵抗 $R$ は低下することになる。 $R$ が低下すると、図

50

17に示した関係から、弁開度が増加する。図14から分かるように、弁開度が増加すると付勢部材(ばね)2021の長さは減少するため、自由長からの変位である $x$ は増加する。このため、ばねの作用力 $k_1x$ は大きくなる。このため(式1)から圧力 $P_2$ は瞬時的に減少する。逆に流量 $Q$ が減少して圧力 $P_1$ が瞬時的に増加すると、上述とは逆の作用により、圧力 $P_2$ が瞬時的に減少する。これが瞬時的に繰り返されることで、流量 $Q$ に応じて弁開度が変化しつつ、(式1)と(式2)を両立する結果、負圧室2026内の圧力 $P_2$ が自律的に一定に制御される。

#### 【0094】

圧力 $P_1$ が低下した場合には、圧力 $P_2$ を一定にするために、(式2)から分かるように $R$ が小さくなる。すなわち、弁開度が大きくなる。しかしながら、図17から分かるように、弁開度が大きくなっても、ある一定値以下の流抵抗(オリフィス2028の流抵抗)を下回る流抵抗 $R$ を得ることはできない。このため、圧力レギュレータ202が安定して圧力 $P_2$ を一定に制御するためには、常に一定以上の $P_1$ を供給室2025に印加する必要がある。このため、記録ヘッド1の最大吐出流量と圧力レギュレータ202の最低動作圧を基に、供給ポンプ1003の能力、供給チューブ1001やフィルタ201の圧損、及び差圧弁2004の開弁圧などを設計することが必要である。

#### 【0095】

本実施形態においては、付勢部材2021であるばねは、2つの連成ばねとなっている。本実施形態のように2つの連成ばねの構成をとることで、以下のような好ましい付随的效果が得られる。

#### 【0096】

すなわち、負圧室2026内において、受圧板2022とシャフト2024とは分離できるように構成されている。さらに受圧板2022とシャフト2024とが分離した状態であっても、負圧室2026内のばねによって、受圧板2022には負圧室2026内の容積を増大させる方向に付勢力が加えられるようになっている。このため、周囲の環境温度の変化によって、記録ヘッド1の流路内の泡が膨張したとしても、その泡の容積増分を負圧室2026の容積を増大させることによって吸収することができ、負圧室2026内には所定の負圧を発生させることが可能になる。このため、吐出口103からのインクの漏出を抑制することができる。

#### 【0097】

しかし、所望の負圧値を満足させることが可能なばね力を有するものであれば、圧力調整機能に支障は生じないため、1つのばねだけを用いたり、あるいは3つ以上のばねを使用したりする構成であってもよい。

#### 【0098】

##### (負圧補償弁)

負圧補償弁204は、記録デューティが高い画像を連続で記録し続けた際に、記録素子基板10の吐出口103の下流側となっている供給流路105aまたは回収流路105bに発生する負圧上昇を一定値以下に抑制し、画質を維持する機能を有する。本実施形態では負圧補償弁204として、図16(a)に示すような、一般的な差圧弁を使用している。負圧補償弁204の内部には、圧力制御弁2041、オリフィス2042、及び圧力制御弁2041をオリフィス2042に当接させるように付勢する付勢部材(ばね)2043が内蔵されている。負圧補償弁204の上流と下流に一定以上の差圧が発生し、圧力制御弁2041を開く方向の圧力が、付勢部材2043による付勢力を上回った場合に、圧力制御弁2041が開くようになっている。図16(a)は圧力制御弁2041が閉じている状態を示し、図16(b)は圧力制御弁2041が開いた状態を示している。圧力制御弁2041の開弁圧は、ばねの付勢力と圧力制御弁2041の受圧面積によって所望の値に設定することができる。

#### 【0099】

もっとも、一般的に差圧弁は、差圧弁を通過する流量が増大するに従って、その流抵抗が可変するため、差圧弁の下流側の圧力を常に一定範囲に維持する目的には適さない。記

10

20

30

40

50

録ヘッド 1 の最大吐出流量が比較的小さい場合には、単純かつ小型な構造を有する差圧弁 2004 が負圧補償弁 204 としては適している。しかし、最大吐出流量が比較的大きい記録ヘッド 1 では、負圧補償弁 204 として圧力レギュレータ 202 と同構造のものを使用することが好ましい。但し、この場合には循環ユニット 200 のサイズが大きくなる虞がある。

#### 【0100】

(循環ユニットにおけるインクの流れ)

図 14 ~ 図 16 には、本実施形態の循環ユニット 200 内に生じるヘッド内循環流 (第 1 循環流) E とタンク循環流 (第 2 循環流) F が矢印によって示されている。図 14 は図 9 (b) における X I V - X V I 線断面図、図 15 は図 14 における X V - X V 線断面図、図 16 (a) 及び (b) は、図 14 における X V I - X V I 線断面図である。なお、図 16 (a) 及び (b) では説明を容易にするため、切換室 2053 への連通口の連通状態を白丸と黒丸とで模範的に示している。すなわち、白丸はロッカー弁 2051 によって連通口が開いた状態を、黒丸はロッカー弁 2051 によって連通口が閉じた状態をそれぞれ示している。

10

#### 【0101】

図 14 及び図 15 において、矢印 E で示したタンク循環流 (第 1 循環流) は、フィルタ 201 を通過して、供給室 2025 に流入し、圧力制御弁 2027 及び付勢部材 2021 の周囲を通過した後、再び循環ユニット 200 からサブタンク 2001 へと還流する。このため、記録待機状態であってもサブタンク 2001 から供給室 2025 の間、及び供給室 2025 からサブタンク 2001 間では、インク流れによって色材の沈降が抑制される。

20

#### 【0102】

高速記録時に発生する、供給チューブ 1001 及び / または回収チューブ 1002 内のインク揺動に伴う圧力変動は、前述したように (圧力制御弁 2027 の受圧面積 (S1) と受圧板 2022 の受圧面積 (S2) との比 (S1 / S2) に従って減衰する。図 14 に示す構成では、この比を 3 % 以下としており、タンク循環流側で発生する負圧変動は、ヘッド内循環流内では十分に小さく減衰される。このため、本実施形態の記録装置 1000 では、スジやムラのない高画質の記録を高速で行うことが可能である。

#### 【0103】

図 16 (a) 及び (b) において矢印 F で示したヘッド内循環流は、ヘッド循環ポンプ 203 の駆動によって、ポンプ供給口 2061 からボディ 206 内の流路を経由して、負圧室 2026 内に流入する。さらに、ヘッド内循環流は、受圧板 2022 とオリフィス 2028 間を通過した後、切換弁 205 を経由して循環ユニット 200 外へ流れる。その後は、図 5 に示したように支持部材 11 及び記録素子基板 10 を通過して、再び循環ユニット 200 へと還流する。そして、再び切換弁 205 を通過してポンプ回収口 2062 へ戻る。

30

#### 【0104】

図 16 (a) では、ヘッド内循環流が、負圧室 2026 の鉛直方向 (Z 方向) において上方 (Z1) から下方 (Z2) へと流動するように構成しているが、これは循環ユニット 200 の小型化を図るための一例である。沈降した色材は鉛直方向下方に堆積するため、沈降解消時間の短時間化を図ろうとする場合には、ヘッド内循環流は負圧室 2026 の鉛直方向の下方から上方へと流動するような構成を採ることが好ましい。

40

#### 【0105】

図 16 (b) はロッカー弁 2051 を操作して、切換室 2053 への連通口の連通状態を図 16 (a) とは逆にした状態を示している。このように連通口の連通状態を切換えることで、ヘッド内循環流 F を継続したまま、図 6 に示したように、記録素子基板 10 内で逆方向の流れを発生させることができる。

#### 【0106】

図 16 (a) に示す状態では、負圧補償弁 204 は閉じており、破線矢印 F' で示した部分にはインクの流動は発生していない。従って、この領域で顔料沈降が発生する虞がある

50

。この部分での顔料沈降が画質に影響を及ぼす場合には、ヘッド循環ポンプ 203 の流量を上げることによりポンプ回収口 2062 での圧力を低下させる。これにより、負圧補償弁 204 は開となり、ヘッド内循環流 F から分岐する支流 F' が形成され、色材の沈降は抑制される。

#### 【0107】

図 16 (a) は、記録待機状態であるので、圧力制御弁 2027 はオリフィス 2028 に当接しており、タンク循環流 E とヘッド内循環流 F はそれぞれ独立した循環流となっている。この時、ヘッド内循環流 F は、負圧室 2026 内で発生させた微負圧を起点とした負圧状態で流れている。またタンク循環流 E は、供給室 2025 においてヘッド内循環流よりも高圧の状態で流れている。タンク循環流 E の流量は、循環ユニット 200 からサブタンク 2001 への流れが停止しないように、ヘッド内循環流 F 及び記録ヘッド 1 の最大吐出流量よりも大きく設定することが好ましい。

10

#### 【0108】

記録を開始することでヘッド内循環流の領域でインク体積が減少すると、圧力制御弁 2027 が開き、タンク循環流 E からヘッド内循環流 F への支流が発生する。この時、タンク循環流とヘッド内循環流との間には圧力差が存在するが、オリフィス 2028 と圧力制御弁 2027 との間のギャップによる圧損差により、ヘッド内循環流内では吐出に適した負圧が安定して維持される。

#### 【0109】

以上説明したように、本実施形態における記録装置 1000 では、高速で高画質な記録を行うことができ、白インクのような沈降性の激しいインクであっても、循環による沈降抑制作用により、回復操作の実施を大幅に削減することができる。このため、回復操作によって生じる廃インク量とダウンタイムを低減することが可能になる。

20

#### 【0110】

(比較例)

図 18 は、本実施形態の比較例におけるインクジェット記録装置 1000a の記録ヘッド及びインク流路を示す模式図である。本比較例と上記第 1 実施形態との相違点は、供給ポンプ 1003 の駆動力によって、インクが、記録素子基板 10 内を通過してサブタンク 2001 と記録ヘッド 1 の間を循環する 1 つの循環流路が形成されている点にある。すなわち比較例では、サブタンク 2001 から供給チューブ 1001 を介して圧力レギュレータ 202 に供給されたインクは、記録素子基板 10 を通過した後、回収チューブ 1002 を経て再びサブタンク 2001 へと戻る循環流路を形成されている。このように、比較例では、サブタンクと記録ヘッドを通過する 1 つの循環流を形成する構成となっており、これにより流路内での色材の沈降は抑制される。

30

#### 【0111】

しかしながら、比較例では 1 つの循環流路によってインクの循環を行っている。このため、記録動作時のヘッドの往復走査によって供給チューブ 1001 及び回収チューブ 1002 内のインクが揺動すると、それに伴って発生するインクの圧力変動が記録素子基板 10 内に伝達されてしまうという新たな問題が発生する。すなわち、比較例の構成では、供給チューブ 1001 からの圧力変動は圧力レギュレータ 202 によって緩和されるが、回収チューブ 1002 側からの圧力変動は、緩和されることなく圧力室 106 に伝達されてしまう。そのため、記録ヘッドの吐出量や吐出特性が不安定になり、スジやムラなどが記録画像に発生し、画質が低下するという問題が生じる。このような問題は、記録ヘッド走査速度を上げるほど顕著になる。このように、比較例では色材の沈降は抑制できるものの、画質や生産性が低下するという新たな問題が生じる。

40

#### 【0112】

これに対し、本実施形態の記録装置によれば、画質及び生産性を損なうことなく、流路内での色材の沈降を抑制することが可能になる。

#### 【0113】

(他の実施形態)

50

上記実施形態では、記録ヘッドを往復走査させつつ記録を行うシリアル型の記録装置を例に採り説明したが、本発明はこれに限定されない。本発明は、複数の記録素子をページ幅に相当する範囲に配列した長尺な記録ヘッドを備える所謂フルライン型の記録装置にも有効である。フルライン型の記録装置では、記録動作において記録ヘッドが移動しないため、シリアル型の記録装置のように、液体収容部と記録ヘッドとを連結するチューブの揺動による負圧変動は発生しない。しかし、記録ヘッドが大きい分だけ色材の沈降抑制に必要な循環流量が大きくなるため、循環ポンプの脈動が大きくなり易く、画質の低下が生じ易い。本発明は、圧力制御手段により圧力的に分離された２つの循環流を形成する構成を有しているため、本発明をフルライン型の記録装置に適用した場合には、循環ポンプの脈動が記録ヘッドに伝達されるのを抑制することが可能になる。このため、顔料沈降を抑制しつつ高速で高画質な記録を実現することができる。

10

#### 【 0 1 1 4 】

また、上記実施形態では、発熱素子が発する熱エネルギーにより液体を吐出する液体吐出ヘッドを及びこれを用いる液体吐出装置を示した。しかし、電気機械変換素子（ピエゾ）によって液体を吐出する液体吐出ヘッド及びこれを用いる液体吐出装置にも本発明は適用可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【 0 1 1 5 】

- 1 記録ヘッド（液体吐出ヘッド）
- 1 0 記録素子基板（液体吐出部）
- 1 0 3 吐出口
- 2 0 2 圧力レギュレータ（圧力制御手段）
- 2 0 3 ヘッド循環ポンプ（第１ポンプ）
- 1 0 0 0 液体吐出装置（インクジェット記録装置）
- 1 0 0 3 供給ポンプ（第２ポンプ）
- 2 0 0 1 サブタンク（液体収容部）
- R 1 第１循環流路
- R 2 第２循環流路

20

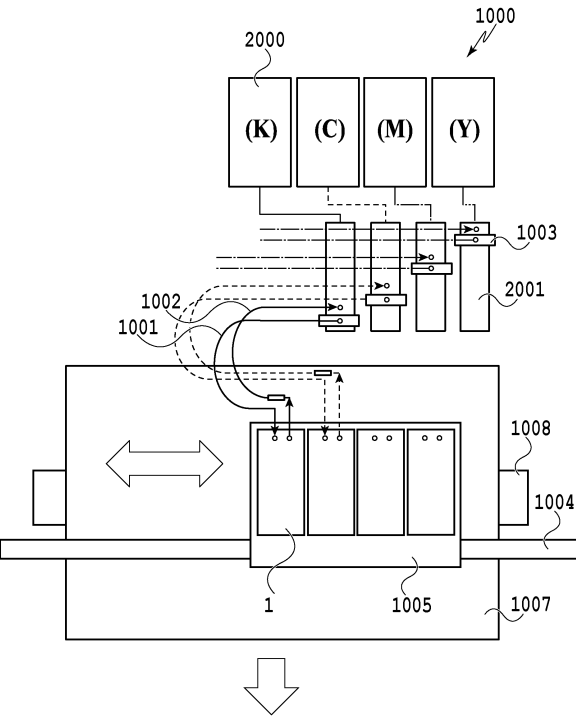
30

40

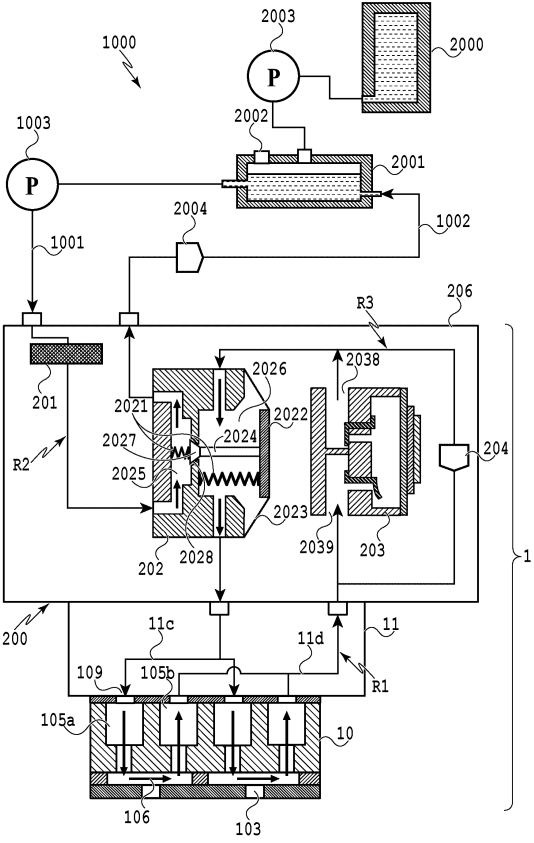
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

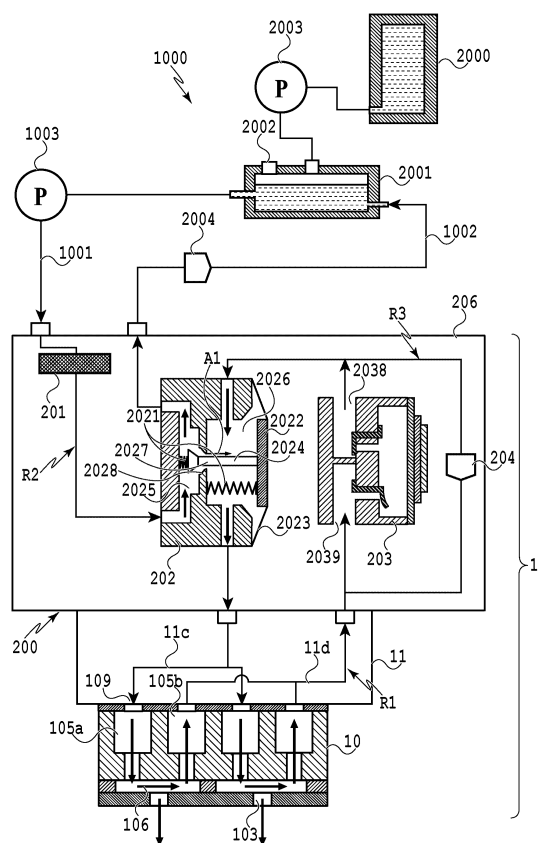
20

30

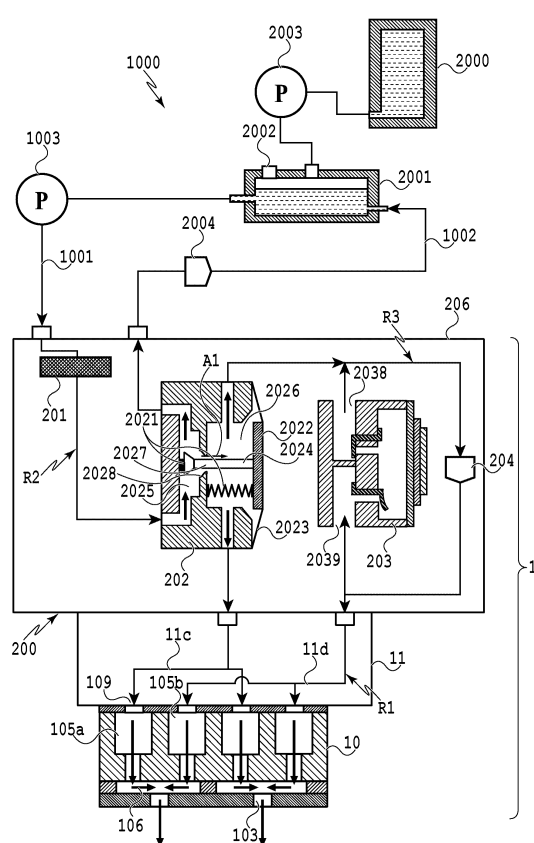
40

50

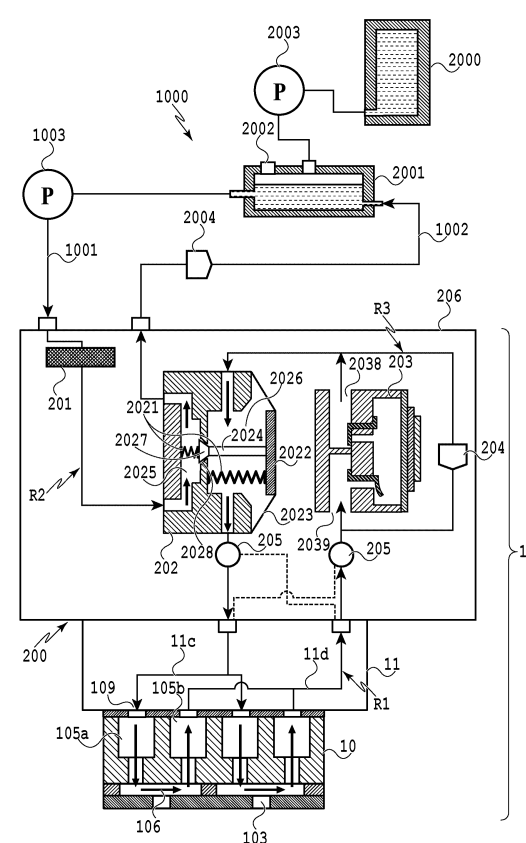
【 図 3 】



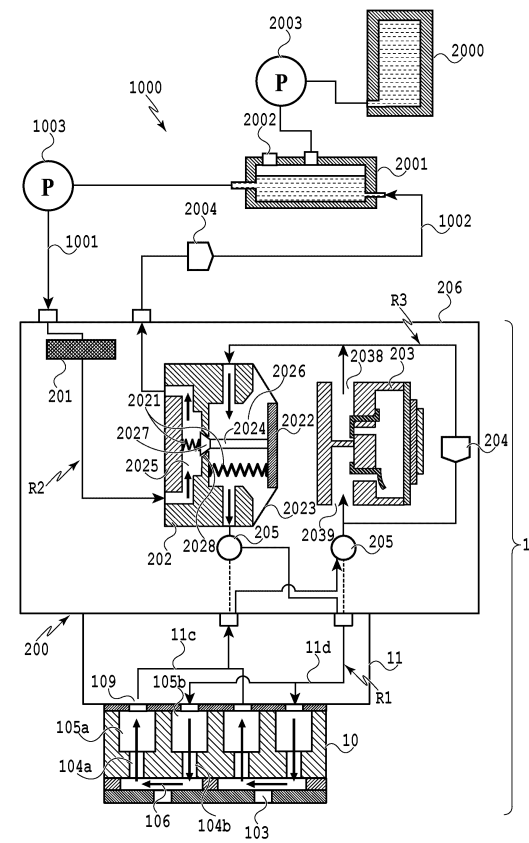
【 図 4 】



【 図 5 】



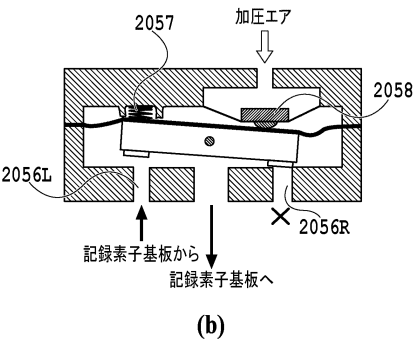
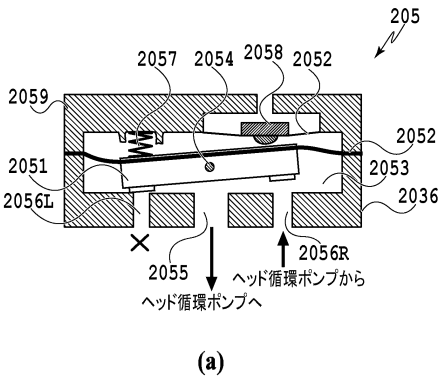
【 図 6 】



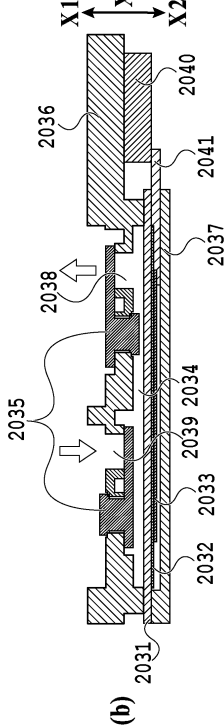
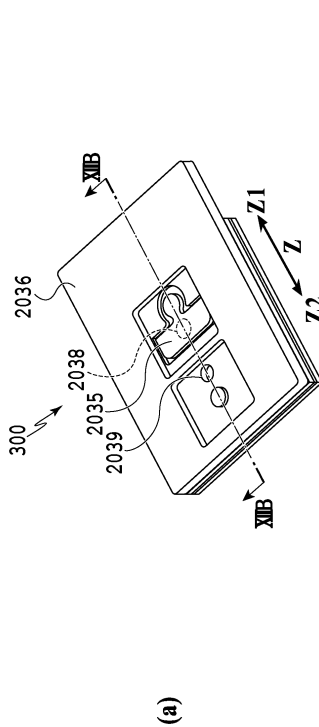




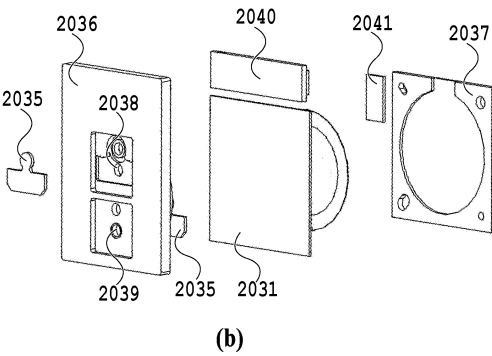
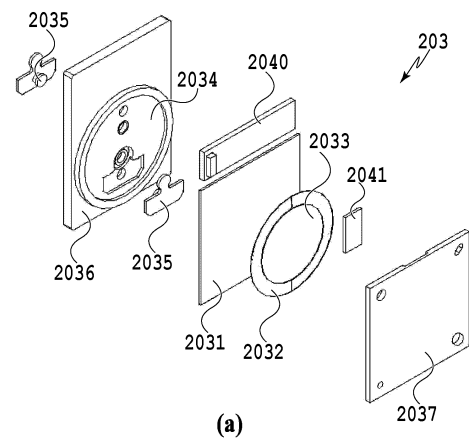
【図 1 1】



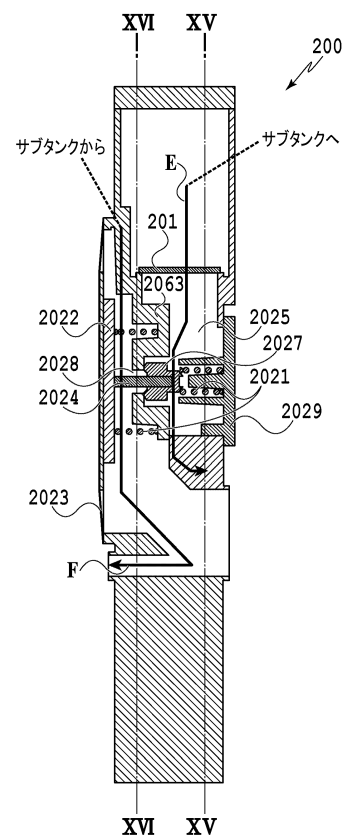
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

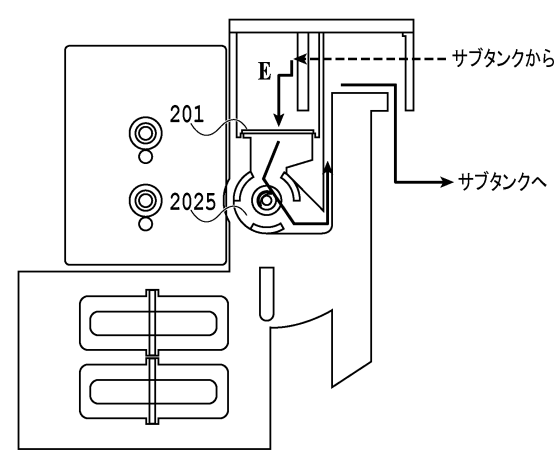
20

30

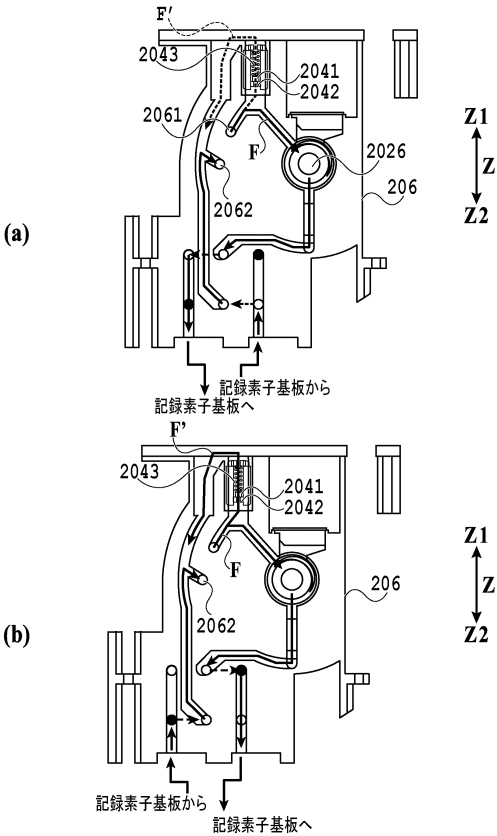
40

50

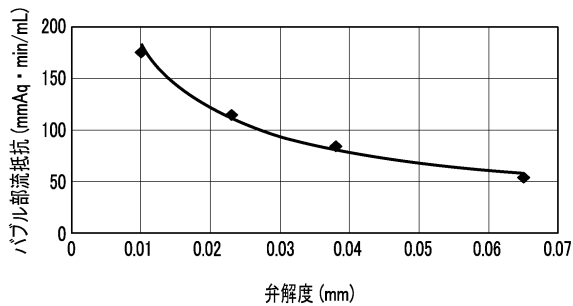
【 図 1 5 】



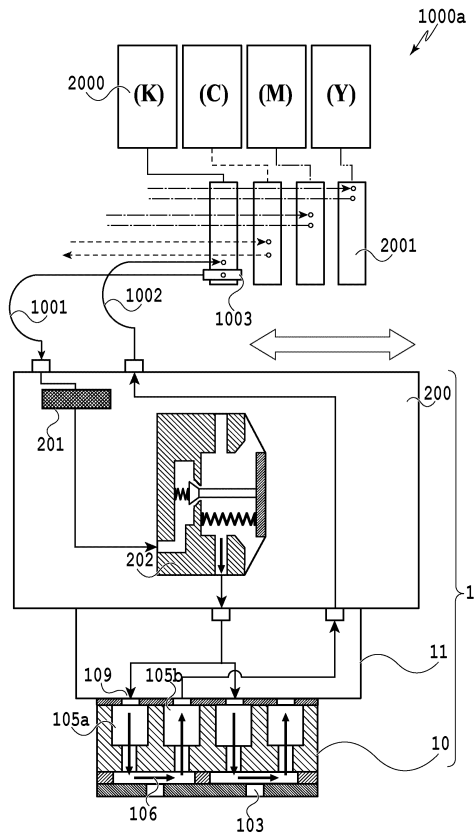
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献      特開 2 0 1 9 - 0 6 4 2 5 4 ( J P , A )  
                    特開 2 0 0 9 - 1 5 4 3 2 8 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 9 - 1 4 2 2 0 7 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 9 - 1 7 7 5 4 9 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 6 - 1 4 1 0 6 3 ( J P , A )  
                    米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 2 0 3 3 1 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
                    B 4 1 J      2 / 0 1 - 2 / 2 1 5