

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6889810号
(P6889810)

(45) 発行日 令和3年6月18日(2021.6.18)

(24) 登録日 令和3年5月25日(2021.5.25)

(51) Int. Cl.	F I		
B 4 1 J	2/18	(2006.01)	B 4 1 J 2/18
B 4 1 J	2/01	(2006.01)	B 4 1 J 2/01 4 0 1
B 4 1 J	2/14	(2006.01)	B 4 1 J 2/14 6 0 5
			B 4 1 J 2/14 6 0 7
			B 4 1 J 2/01 5 0 1

請求項の数 7 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2020-555083 (P2020-555083)	(73) 特許権者	000006633
(86) (22) 出願日	令和2年6月16日(2020.6.16)		京セラ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2020/023551		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
審査請求日	令和2年10月7日(2020.10.7)	(74) 代理人	100135828
(31) 優先権主張番号	特願2020-59471 (P2020-59471)		弁理士 飯島 康弘
(32) 優先日	令和2年3月30日(2020.3.30)	(72) 発明者	宮原 崇
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
早期審査対象出願		(72) 発明者	京セラ株式会社内
		(72) 発明者	穂積 大輔
			京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
		(72) 発明者	京セラ株式会社内
		(72) 発明者	石原 篤志
			京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
			京セラ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出装置及び液体吐出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

擬塑性を有する所定の液体が流れる流路を有している流路部材と、
前記流路内の前記液体に圧力を付与して前記流路部材から液滴を吐出させるアクチュエータと、
前記流路内における前記液体の流量を設定する流量設定部と、
を有しており、
前記流路は、
前記液体が供給される供給リザーバーと、
前記供給リザーバーに接続されており、前記供給リザーバーから前記液体が供給される複数の供給マニホールドと、
前記複数の供給マニホールドのそれぞれに対して2以上の本数で設けられており、それぞれ前記複数の供給マニホールドのいずれかに接続されており、その接続されている供給マニホールドから前記液体が供給される複数の供給流路と、
前記複数の供給流路に互いに別々に接続されており、前記複数の供給流路から前記液体が供給され、前記アクチュエータによって圧力が付与される複数の圧力室と、
前記複数の圧力室に互いに別々に接続されており、前記圧力室からの前記液体を外部へ吐出させる複数のノズルと、
前記複数の圧力室に互いに別々に接続されており、前記複数の圧力室から前記液体を回収する複数の回収流路と、

10

20

それぞれ前記複数の回収流路のいずれか 2 本以上に接続されており、前記複数の回収流路から前記液体を回収する複数の回収マニホールドと、

前記複数の回収マニホールドに接続されており、前記複数の回収マニホールドから前記液体を回収する回収リザーバーと、を有しており、

前記流量設定部は、前記供給リザーバー、前記複数の供給マニホールド、前記複数の供給流路、前記複数の圧力室、前記複数の回収流路、前記複数の回収マニホールド及び前記回収リザーバーを順に循環する前記液体の循環流量を所定の目標流量に調整し、

前記流路は、前記循環流量が前記目標流量であるときに、前記供給流路における前記液体の平均粘度が、前記供給マニホールドにおける前記液体の平均粘度の半分以下となる流路形状を有している

10

液体吐出装置。

【請求項 2】

前記流路は、前記循環流量が前記目標流量であるときに、前記供給マニホールドにおける前記液体の平均粘度が前記供給リザーバーにおける前記液体の平均粘度の半分以下となる流路形状を有している

請求項 1 に記載の液体吐出装置。

【請求項 3】

前記圧力室は、

前記アクチュエータに圧力が付与される圧力室本体と、

前記圧力室本体と前記ノズルとを接続しているディセンダと、を有しており、

20

前記回収流路は前記ディセンダに接続されており、

前記流路は、前記循環流量が前記目標流量であるときに、前記ディセンダにおける前記液体の平均粘度が前記回収流路における前記液体の平均粘度の 1.5 倍以上となる流路形状を有している

請求項 1 又は 2 に記載の液体吐出装置。

【請求項 4】

前記圧力室は、

前記アクチュエータに圧力が付与される圧力室本体と、

前記圧力室本体と前記ノズルとを接続しているディセンダと、を有しており、

前記回収流路は前記ディセンダに接続されており、

30

前記ディセンダは、

第 1 部位と、

前記第 1 部位よりも前記圧力室本体側に位置している第 2 部位と、を有しており、

前記流路は、前記循環流量が前記目標流量であるときに、前記第 2 部位における前記液体の平均粘度が前記第 1 部位における前記液体の平均粘度よりも高くなる流路形状を有している

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 5】

前記供給リザーバーにおける前記液体の流体抵抗を R_r 、

前記供給マニホールドにおける前記液体の流体抵抗を R_m 、

40

前記供給リザーバーに接続されている前記供給マニホールドの本数を m 、

前記供給マニホールド毎の前記ノズルの数を n 、

前記供給リザーバーに流入する前記液体の流量を U 、

前記液体の表面張力を σ 、

前記ノズルの半径を r 、としたときに、

$(1/2) \times R_r \times U (1 + 1/m)$ と、

$(1/2) \times R_m \times (U/m) \times (1 + 1/n)$ との和が、

$2\sigma/r$ よりも小さく、かつ

$R_r < 1/10 \times R_m \times (1/m)$ である

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

50

【請求項 6】

前記ノズルにおける前記液体の流体抵抗を R_n としたときに、

$$R_m < 1 / 10 \times R_n \times (1 / n) \text{ である}$$

請求項 5 に記載の液体吐出装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の液体吐出装置を用いる液体吐出方法であって、
前記液体として、せん断速度が 1000 s^{-1} のときの粘度が $0.02 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $0.4 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であり、せん断速度が 0.01 s^{-1} のときの粘度が $0.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $50 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下である擬塑性流体を用いる

液体吐出方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、液体吐出装置及び液体吐出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インクジェットプリンタ等の液体吐出装置が知られている。特許文献 1 では、インクとして、チキソトロピー性を有するものを用いたインクジェット記録装置が開示されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 8 - 216425 号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示の一態様に係る液体吐出装置は、流路部材と、アクチュエータと、流量設定部と、を有している。前記流路部材は、擬塑性の液体が流れる流路を有している。前記アクチュエータは、前記流路内の前記液体に圧力を付与して前記流路部材から液滴を吐出させる。前記流量設定部は、前記流路内における前記液体の流量を設定する。前記流路は、供給リザーバーと、複数の供給マニホールドと、複数の供給流路と、複数の圧力室と、複数のノズルと、複数の回収流路と、回収リザーバーと、を有している。前記供給リザーバーは、前記液体が供給される。前記複数の供給マニホールドは、前記供給リザーバーに接続されており、前記供給リザーバーから前記液体が供給される。前記複数の供給流路は、前記複数の供給マニホールドのそれぞれに対して 2 以上の本数で設けられており、それぞれ前記複数の供給マニホールドのいずれかに接続されており、その接続されている供給マニホールドから前記液体が供給される。前記複数の圧力室は、前記複数の供給流路に互いに別々に接続されており、前記複数の供給流路から前記液体が供給され、前記アクチュエータによって圧力が付与される。前記複数のノズルは、前記複数の圧力室に互いに別々に接続されており、前記圧力室からの前記液体を外部へ吐出させる。前記複数の回収流路は、前記複数の圧力室に互いに別々に接続されており、前記複数の圧力室から前記液体を回収する。前記複数の回収マニホールドは、それぞれ前記複数の回収流路のいずれか 2 本以上に接続されており、前記複数の回収流路から前記液体を回収する。前記回収リザーバーは、前記複数の回収マニホールドに接続されており、前記複数の回収マニホールドから前記液体を回収する。前記流量設定部は、前記供給リザーバー、前記複数の供給マニホールド、前記複数の供給流路、前記複数の圧力室、前記複数の回収流路、前記複数の回収マニホールド及び前記回収リザーバーを順に循環する前記液体の循環流量を所定の目標流量に調整する。前記流路は、前記循環流量が前記目標流量であるときに、前記供給流路における前記液体の平均粘度が、前記供給マニホールドにおける前記液体の平均粘度の半分以下となる流路形状を有している。

30

40

【0005】

50

本開示の一態様に係る液体吐出方法は、上記液体吐出装置を用いる液体吐出方法であって、前記液体として、せん断速度が 1000 s^{-1} のときの粘度が $0.02\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $0.4\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であり、せん断速度が 0.01 s^{-1} のときの粘度が $0.5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $50\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下である擬塑性流体を用いる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】実施形態に係る液体吐出装置の全体構成を示す模式図である。

【図2】図2(a)は実施形態に係る液体吐出装置のヘッドの分解斜視図であり、図2(b)は、上記ヘッドが含む第2流路部材の斜視図である。

【図3】図3(a)及び図3(b)は実施形態に係るヘッドの平面透視図である。

10

【図4】図3(b)の領域IVの拡大図である。

【図5】実施形態に係るヘッドの個別流路の斜視図である。

【図6】図6(a)は図5のVI a - VI a線における断面図であり、図6(b)は図5のVI b - VI b線における断面図である。

【図7】実施形態に係る液体吐出装置に用いられる液体の特性を示す図である。

【図8】実施形態に係る流路の部位毎の平均粘度の一例を示す図である。

【図9】変形例に係る個別流路の模式的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の図面は、模式的なものである。従って、細部は省略されることがある。また、寸法比率は現実のものと必ずしも一致しない。複数の図面相互の寸法比率も必ずしも一致しない。特定の寸法が実際よりも大きく示され、特定の形状が誇張されることもある。

20

【0008】

図面には、D1方向～D6方向を示す矢印を付すことがある。これらの方向は、後述する吐出面3aに平行な方向である。また、D2方向及びD5方向は、例えば、後述するヘッド3の長手方向に平行な方向であり、別の観点では、いわゆる主走査方向である。D3方向及びD6方向は、D2方向及びD5方向に直交する方向である。D1方向及びD4方向は、D3方向及びD6方向に対して傾斜する方向である。

【0009】

30

(液体吐出装置の全体構成)

図1は、実施形態に係る液体吐出装置1(以下、「吐出装置1」ということがある。)の要部構成を模式的に示す図である。

【0010】

吐出装置1は、例えば、インクジェットプリンタのように、ヘッド3の吐出面3aから対象物101に向けて液滴を吐出することによって対象物101の表面に液体を付着させる装置として構成されている。なお、吐出面3aは、鉛直方向に対していずれの方向に面していてもよいが、以下の説明では、便宜上、吐出面3aが面する方向を下方として、上面又は下面等の語を用いることがある。

【0011】

40

吐出装置1の具体的な種類(用途)は、適宜なものとしてよい。例えば、吐出装置1は、対象物101としての記録媒体(例えば紙)に対してインクを付着させて文字及び図形を印刷する(別の観点では情報を記録する)装置であってよい。すなわち、吐出装置1は、一般にいうプリンタであってよい。また、例えば、吐出装置1は、対象物101としての自動車のボディに対して塗料を付着させてボディを装飾する装置であってよい。また、例えば、吐出装置1は、対象物101としての回路基板に導電性の粒子を含む液体を付着させて配線を形成する装置であってよい。

【0012】

また、図示の例とは異なり、吐出装置1は、対象物101に対して液体を付着させる装置でなくてもよい。例えば、吐出装置1は、容器内の物質と反応する液状の化学薬品を容

50

器内へ吐出する装置であってもよいし、大気中に消毒液を散布する装置であってもよい。

【0013】

上述の吐出装置1の具体的な種類の例示から理解されるように、対象物101の材料、形状及び寸法は適宜なものであってよい。図1は模式図であることから、対象物101は直方体で示されている。対象物101の材料としては、例えば、紙、布、樹脂、金属、セラミック及び木材、並びにこれらの組み合わせを挙げることができる。対象物101の種類としては、記録媒体（例えばロール紙又は枚葉紙）、回路基板、衣類、飲料用容器、収納用容器、電子機器の筐体及び自動車のボディを挙げることができる。対象物101又はそのうちの液体が付着される領域は、液滴を吐出する吐出面3aよりも狭くてもよいし、広くてもよい。

10

【0014】

また、上述の吐出装置1の具体的な種類の例示から理解されるように、液体の種類も適宜なものとされてよい。例えば、液体の種類としては、インク、塗料、導電性の粒子を含む液体、化学薬品及び消毒液を挙げることができる。インク及び塗料は、有機溶剤の有無、及び/又は対象物101の表面の保護の機能の有無等によって区別されることがある。ただし、そのような区別はなされなくてもよい。以下の説明において、塗料は適宜にインクに読み替えられて構わない。その逆も同様である。塗料は、着色を目的として顔料を含むものであってよいし、着色を目的とせず（例えば光沢の付与及び/又は対象物101の保護のみを目的として）、顔料を含まないもの（無色のもの）であってもよい。

【0015】

20

吐出装置1は、例えば、液滴を吐出するヘッド3と、ヘッド3と対象物101とを相対移動させる移動部5とを有している。ヘッド3は、液滴を吐出する複数のノズル（後述）が開口している吐出面3aを有している。移動部5は、例えば、吐出面3aと対象物101の表面とを対向させた状態を維持しつつ、両者を吐出面3a及び対象物101の表面に沿って相対移動させる。相対移動の方向は、例えば、D3方向又はD6方向である。吐出装置1の具体例であるインクジェットプリンタから理解されるように、上記のような相対移動に同期して吐出面3aから液滴が吐出されることによって、複数のノズルの配置領域の面積よりも広い面積の領域に対して液滴が付着される。

【0016】

また、吐出装置1は、例えば、液体を貯留しているタンク7を有している。ヘッド3は、タンク7からヘッド3へ液体を供給するための供給口3bと、ヘッド3からタンク7へ液体を回収するための回収口3cとを有している。すなわち、液体は、ヘッド3及びタンク7を循環する。このように液体を循環させることによって、例えば、液体がヘッド3内に滞留する蓋然性が低減される。ひいては、滞留した液体が固化したり、滞留した液体内の成分が沈殿したりする蓋然性が低減される。また、本実施形態では、液体を循環させることによって、後述するように、液体のせん断速度を調整し、ひいては、液体の粘度を調整することができる。

30

【0017】

吐出装置1は、液体が循環するように液体に圧力を付与する循環作動部9と、各部（例えば、ヘッド3、移動部5及び循環作動部9）の制御を行う制御部11とを有している。なお、循環作動部9及び制御部11の組み合わせは、ヘッド3を循環する液体の流量（以下、循環流量という。）を設定する流量設定部13として捉えられてよい。循環流量は、例えば、回収口3cからヘッド3の外部へ流出する液体の流量と同じとみなされてよい。

40

【0018】

吐出装置1は、モノクロプリンタのように1つのみのヘッド3（及びタンク7）を有していてもよいし、カラープリンタのように互いに異なる種類の液体を吐出する複数のヘッド3（及び複数のタンク7）を有していてもよい。また、吐出装置1は、互いに同一の種類の液体を吐出する複数のヘッド3を有していてもよい。この同一の種類の液体を吐出する複数のヘッド3は、例えば、一定の面積に液体を付着させる時間を短縮したり、ドット密度を向上させたりすることに有利である。以下の説明では、便宜上、1つのヘッド3に

50

ついでのみ言及する。

【0019】

(移動部)

移動部5は、例えば、ヘッド3に対して対象物101を少なくともD3方向及びD6方向の一方へ相対移動させることが可能である。この方向は、既述のように、液滴を吐出するときの移動方向であり、いわゆる副走査方向である。移動部5は、D3方向及びD6方向以外の他の方向におけるヘッド3と対象物101との相対移動を実現可能であってよい。相対移動が実現されてよい他の方向としては、例えば、D3方向及びD6方向に直交するD2方向及びD5方向、並びに吐出面3aに直交する方向(ヘッド3と対象物101とを近づける方向、及び両者を遠ざける方向)を挙げることができる。また、移動部5は、

10

【0020】

移動部5は、絶対座標系において、対象物101のみを移動させてもよいし、ヘッド3のみを移動させてもよいし、両者を移動させてもよい。また、移動部5の具体的な構成は、吐出装置1の具体的な種類に応じて適宜に設定されてよい。

【0021】

例えば、吐出装置1が、いわゆるラインプリンタである場合においては、移動部5は、対象物101としての記録媒体(例えば紙)を搬送する装置として構成されてよい。当該装置は、例えば、記録媒体に接触して摩擦力を生じる複数のローラと、複数のローラを回転させる電動機とを備えている。また、例えば、吐出装置1が、いわゆるシリアルプリンタである場合においては、移動部5は、対象物101としての記録媒体を所定の搬送方向に搬送する装置と、上記搬送方向に直交するとともに記録媒体に沿う方向にヘッド3を移動させる装置とを含んでよい。

20

【0022】

また、例えば、吐出装置1は、任意の種類の対象物101を搬送するベルトコンベアを含んでよい。また、例えば、吐出装置1は、任意の種類の対象物101が載置される可動テーブルを含んでよい。また、例えば、吐出装置1は、任意の種類の対象物101を移動させる産業用ロボット、及び/又はヘッド3を移動させる産業用ロボットを含んでよい。産業用ロボットとしては、例えば、垂直多関節ロボット(狭義の多関節ロボット)、スカラロボット、直交ロボット及びパラレルリンクロボットを挙げることができる。

30

【0023】

(タンク及び循環作動部)

タンク7及び循環作動部9は、例えば、液体を循環させる公知のインクジェットプリンタにおけるタンク及び循環作動部と同様のものとされたり、当該公知のタンク及び循環作動部を応用したものとされたりしてよい。

【0024】

例えば、タンク7は、ヘッド3に供給される液体と、ヘッド3から回収した液体とを同一の空間に収容する構成であってよい。また、タンク7は、ヘッド3に供給される液体と、ヘッド3から回収した液体とを別個の空間に収容し、後者の空間から前者の空間へ液体を流れさせる構成であってよい。この場合、タンク7は、1つのタンクが隔壁によって区切られて2つの空間を有していてもよいし、流路によって互いに接続された2つのタンクを有することによって2つの空間を有していてもよい。タンク7内(上記の空間)は、大気開放されていてもよいし、密閉されていてもよい。後者の場合、タンク7内の圧力は、バルブ又はバキュームポンプ等によって適宜な圧力に調整されてよい。タンク7は、メインタンクと、メインタンクよりも容量が小さいサブタンクとを有していてもよい。サブタンクは、メインタンクとヘッド3とを仲介する。

40

【0025】

循環作動部9は、図示の例では、タンク7から液体をヘッド3に送出するポンプ15と、供給口3b側の液体の圧力を検出する圧力センサ17Aと、回収口3c側の液体の圧力を検出する圧力センサ17Bとを有している。制御部11は、例えば、圧力センサ17A

50

及び圧力センサ 17B の検出値に基づいて、供給口 3b 及び回収口 3c の圧力差が所定の目標値に収束するようにポンプ 15 をフィードバック制御する。これにより、循環流量が目標流量にフィードバック制御される。

【0026】

図示の例とは異なり、供給口 3b 側のポンプ 15 に代えて、又は加えて、回収口 3c からタンク 7 へ液体を送出するポンプ 15 が設けられてもよい。また、液体を送出するポンプ 15 に代えて、又は加えて、バキュームポンプ等によるタンク 7 内の圧力制御によって液体の流れが生成されてもよい。供給用の液体を収容しているタンクにおける液面を回収された液体を収容しているタンクにおける液面よりも高くすることによって、液体の流れが生成されてもよい。

10

【0027】

圧力センサ 17A 及び 17B に代えて、又は加えて、ヘッド 3 に供給される液体の流量を検出する流量センサ、及び / 又はヘッド 3 から回収される液体の流量を検出するセンサが設けられ、循環流量の制御に利用されてもよい。また、上記の液体の流れを生成する種々の態様から理解されるように、これらのセンサに代えて、又は加えて、タンク 7 内の気圧を検出するセンサが設けられ、循環流量の制御に利用されてもよい。センサに基づくフィードバック制御が行われずに、オープンループ制御が行われてもよい。すなわち、センサは設けられなくてもよい。

【0028】

タンク 7 及び循環作動部 9 は、例えば、移動部 5 によって絶対座標系において移動されない。従って、例えば、移動部 5 がヘッド 3 を絶対座標系において移動させる態様においては、ヘッド 3 は、タンク 7 及び循環作動部 9 に対して移動する。この場合、ヘッド 3 と、タンク 7 及び循環作動部 9 とは、例えば、可撓性のチューブによって構成された流路によって接続されてよい。また、移動部 5 がヘッド 3 を絶対座標系において移動させない態様においては、ヘッド 3 は、タンク 7 及び循環作動部 9 に対して固定的である。この場合、ヘッド 3 と、タンク 7 及び循環作動部 9 とを接続する流路の構成は任意である。上記の説明とは異なり、タンク 7 及び循環作動部 9 の全部又は一部は、ヘッド 3 と共に移動しても構わない。

20

【0029】

(制御部)

制御部 11 は、例えば、コンピュータによって構成されている。コンピュータは、特に図示しないが、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 及び外部記憶装置を有している。CPU が ROM 及び / 又は外部記憶装置に記憶されているプログラムを実行することによって、ヘッド 3、移動部 5 及び循環作動部 9 の制御が行われる。

30

【0030】

(ヘッド)

図 2 (a) は、ヘッド 3 の分解斜視図である。

【0031】

ヘッド 3 は、液体が流れる流路を有している流路部材 19 (符号は図 1) と、流路部材 19 内の液体に圧力を付与するアクチュエータ 21 と、アクチュエータ 21 に駆動信号を入力するための信号伝達部材 23 (図 1 では図示を省略した。) とを有している。流路部材 19 は、吐出面 3a を有している第 1 流路部材 25 と、供給口 3b 及び回収口 3c を有している第 2 流路部材 27 とを有している。第 1 流路部材 25 の吐出面 3a とは反対側の面を加圧面 25a ということがある。

40

【0032】

第 1 流路部材 25 及び第 2 流路部材 27 は、それぞれ概略平板状に構成されており、互いに重ね合わされることによって概略平板状の流路部材 19 を構成する。供給口 3b に供給された液体は、第 2 流路部材 27 から第 1 流路部材 25 へ供給され、ひいては、吐出面 3a から吐出される。吐出されずに残った液体は、第 1 流路部材 25 から第 2 流路部材 2

50

7へ流れ、回収口3cから回収される。

【0033】

制御部11は、画像データ等の所定のデータに基づいて制御信号を出力する。制御信号は、例えば、信号伝達部材23を介して、信号伝達部材23に実装されている不図示のドライバに入力される。当該ドライバは、入力された制御信号に基づいて所定の波形を有する駆動信号を生成する。当該駆動信号は、信号伝達部材23を介してアクチュエータ21に入力される。アクチュエータ21は、駆動信号の波形に応じた圧力波形で流路部材19内の液体に圧力を付与する。これにより、流路部材19内の液体が吐出面3aから吐出される。なお、制御部11とドライバとの役割分担は適宜に設定されてよく、また、ドライバは、制御部11の一部と捉えられてもよい。

10

【0034】

(第2流路部材、供給リザーバー及び回収リザーバー)

図2(b)は、第2流路部材27の斜視図である。より詳細には、この図は、第1流路部材25側から第2流路部材27を見た図となっており、図2(b)の紙面上方は、図1及び図2(a)の紙面下方に対応している。図3(a)はヘッド3を吐出面3aとは反対側から見た平面透視図である。この図では、第2流路部材27の形状と、アクチュエータ21とが示されている。

【0035】

図2(b)に示すように、第2流路部材27は、第1流路部材25側の面に形成された2つの溝(29及び31の符号を参照)を有している。この2つの溝は、第1流路部材25に塞がれて、図2(b)及び図3(a)に示す供給リザーバー29及び回収リザーバー31を構成する。供給リザーバー29は、供給口3bに通じており、供給口3bに供給された液体を第1流路部材25の流路に供給する流路である。回収リザーバー31は、回収口3cに通じており、第1流路部材25の流路から液体を回収し、回収した液体を回収口3cに導く流路である。

20

【0036】

供給リザーバー29及び回収リザーバー31は、例えば、ヘッド3の長手方向(D2方向及びD5方向)に沿って直線状に延びている部分(主部29a及び31a)を有している。主部29a及び31aは、例えば、複数のノズル(後述)の配置領域(ここでは図3(a)のアクチュエータ21の配置領域を参照)の長手方向(D2方向及びD5方向)の長さに亘る長さを有している。また、主部29aと主部31aとは、複数のノズルの配置領域に対してヘッド3の短手方向の互いに逆側(D3方向及びD6方向)に位置している。実施形態の説明では、便宜上、主部29a及び31aのみに着目して供給リザーバー29及び回収リザーバー31の形状及び寸法等について説明することがある

30

【0037】

供給口3bは、例えば、供給リザーバー29の一端(D2方向の端部)に通じている。供給リザーバー29の他端(D5方向の端部)は、行き止まり(換言すれば袋小路)となっている。供給リザーバー29内の液体は、前記一端から前記他端への方向(D5方向)に流れる。回収口3cは、例えば、回収リザーバー31の一端(D5方向の端部)に通じている。回収リザーバー31の他端(D2方向の端部)は、行き止まり(換言すれば袋小路)となっている。回収リザーバー31内の液体は、前記他端から前記一端への方向(D5方向)に流れる。供給リザーバー29内の液体が流れる方向と、回収リザーバー31内の液体が流れる方向とは、図示の例では、互いに同一である。ただし、両者は互いに逆であってもよい。

40

【0038】

供給リザーバー29は、主部29aのみを有していてもよいし、他の部位を有していてもよい。図示の例では、供給リザーバー29は、主部29aからヘッド3の長手方向に斜めに延びて供給口3bに至る部分(符号省略)を有している。同様に、回収リザーバー31は、主部31aのみを有していてもよいし、他の部位を有していてもよい。図示の例では、回収リザーバー31は、主部31aからヘッド3の長手方向に斜めに延びて回収口3

50

c に至る部分（符号省略）を有している。

【 0 0 3 9 】

供給リザーバー 2 9 及び回収リザーバー 3 1（例えばそのうちの主部 2 9 a 及び 3 1 a）の横断面の形状及び寸法は、これらの流路の長さ方向の位置によらずに一定であってもよいし、位置によって異なってもよい。実施形態の説明では、前者を例に取ることがある。また、横断面の形状は、矩形等の適宜な形状とされてよい。供給リザーバー 2 9 及び回収リザーバー 3 1 の各種の寸法は、吐出装置 1 が適用される具体的な技術分野に応じて適宜に設定されてよい。

【 0 0 4 0 】

図示の例では、第 2 流路部材 2 7 は、供給リザーバー 2 9 及び回収リザーバー 3 1 となる 2 つの溝の他、信号伝達部材 2 3 が挿通されるスリット 2 7 a（図 2（a）及び図 2（b））と、アクチュエータ 2 1 を収容する凹部 2 7 b（図 2（b）及び図 3（a））とを有している。スリット 2 7 a は、例えば、第 2 流路部材 2 7 を第 1 流路部材 2 5 側からその反対側へ貫通しており、また、ヘッド 3 の長手方向に沿って延びている。凹部 2 7 b は、例えば、アクチュエータ 2 1 よりも一回り大きい平面形状を有しており、図示の例では、ヘッド 3 の長手方向を長手方向とする長方形である。

10

【 0 0 4 1 】

第 2 流路部材 2 7 の材料等は任意である。例えば、第 2 流路部材 2 7 は、金属、樹脂若しくはセラミック又はこれらの組み合わせによって構成されてよい。

【 0 0 4 2 】

（第 1 流路部材）

図 3（b）は、ヘッド 3 の平面透視図である。この図では、第 1 流路部材 2 5 の形状と、アクチュエータ 2 1 とが示されている。また、図 4 は、図 3（b）の領域 IV の拡大図である。

20

【 0 0 4 3 】

第 1 流路部材 2 5 の流路は、供給リザーバー 2 9 から液体が供給される複数の供給マニホールド 3 3 と、供給マニホールド 3 3 から液体が供給される複数の個別流路 3 5 とを有している。個別流路 3 5 は、液滴を吐出面 3 a から吐出するノズル（後述）を含んでいる。また、第 1 流路部材 2 5 の流路は、複数の個別流路 3 5 から液体を回収し、回収した液体を回収リザーバー 3 1 に導く複数の回収マニホールド 3 7 を有している。

30

【 0 0 4 4 】

特に図示しないが、第 1 流路部材 2 5 は、この他、複数の供給マニホールド 3 3、複数の個別流路 3 5 及び複数の回収マニホールド 3 7 に対して D 2 方向及び D 5 方向に位置し、供給リザーバー 2 9 と回収リザーバー 3 1 とを接続する流路を有していてもよい。このような流路は、例えば、第 1 流路部材 2 5 の温度を均一化することに寄与する。

【 0 0 4 5 】

（マニホールド）

供給マニホールド 3 3 は、例えば、供給リザーバー 2 9 側から回収リザーバー 3 1 側へ D 4 方向に沿って直線状に延びている主部 3 3 a（図示の例では供給マニホールド 3 3 の略全部に相当）を有している。D 4 方向は、ヘッド 3 の短手方向（D 6 方向）に対して傾斜している。同様に、回収マニホールド 3 7 は、例えば、回収リザーバー 3 1 側から供給リザーバー 2 9 側へ D 1 方向に沿って直線状に延びている主部 3 7 a（図示の例では回収マニホールド 3 7 の略全部に相当）を有している。D 1 方向は、ヘッド 3 の短手方向（D 3 方向）に対して傾斜している。実施形態の説明では、便宜上、主部 3 3 a 及び 3 7 a のみに着目して供給マニホールド 3 3 及び回収マニホールド 3 7 の形状及び寸法等について説明することがある

40

【 0 0 4 6 】

供給マニホールド 3 3 の一端（D 1 方向の端部）は、平面透視において供給リザーバー 2 9 に重なっている。当該一端は、第 1 流路部材 2 5 の第 2 流路部材 2 7 側の面に開口する開口 3 3 b を介して供給リザーバー 2 9 に通じている。供給マニホールド 3 3 の他端（

50

D 4 方向の端部)は、行き止まりとなっている。従って、供給リザーバー 2 9 の液体は、開口 3 3 b を介して供給マニホールド 3 3 の前記一端に供給され、供給マニホールド 3 3 内を前記一端から前記他端への方向 (D 4 方向) に流れる。

【 0 0 4 7 】

回収マニホールド 3 7 の一端 (D 4 方向の端部)は、平面透視において回収リザーバー 3 1 に重なっている。当該一端は、第 1 流路部材 2 5 の第 2 流路部材 2 7 側の面に開口する開口 3 7 b を介して回収リザーバー 3 1 に通じている。回収マニホールド 3 7 の他端 (D 1 方向の端部)は、行き止まりとなっている。従って、回収マニホールド 3 7 の液体は、前記他端から前記一端への方向 (D 4 方向) へ流れ、開口 3 7 b を介して回収リザーバー 3 1 に回収される。

10

【 0 0 4 8 】

供給マニホールド 3 3 及び回収マニホールド 3 7 は、複数のノズル (後述) の配置領域 (ここではアクチュエータ 2 1 の配置領域を参照) の短手方向 (D 3 方向及び D 6 方向) の長さ亘る長さを有している。なお、供給マニホールド 3 3 の回収リザーバー 3 1 側の端部 (D 4 方向の端部)は、例えば、回収リザーバー 3 1 よりも供給リザーバー 2 9 側に位置している。同様に、回収マニホールド 3 7 の供給リザーバー 2 9 側の端部 (D 1 方向の端部)は、例えば、供給リザーバー 2 9 よりも回収リザーバー 3 1 側に位置している。

【 0 0 4 9 】

複数の供給マニホールド 3 3 は、例えば、互いに同一の構成であり、また、D 2 方向に沿って一定のピッチで配列されている。換言すれば、複数の供給マニホールド 3 3 は、互いに平行に同一の長さで延びている。複数の供給マニホールド 3 3 の供給リザーバー 2 9 に対する接続位置 (開口 3 3 b) は、供給リザーバー 2 9 に沿って一定のピッチで配列されている。

20

【 0 0 5 0 】

同様に、複数の回収マニホールド 3 7 は、例えば、互いに同一の構成であり、また、D 2 方向に沿って一定のピッチで配列されている。換言すれば、複数の回収マニホールド 3 7 は、互いに平行に同一の長さで延びている。複数の回収マニホールド 3 7 の回収リザーバー 3 1 に対する接続位置 (開口 3 7 b) は、回収リザーバー 3 1 に沿って一定のピッチで配列されている。

【 0 0 5 1 】

複数の供給マニホールド 3 3 および複数の回収マニホールド 3 7 は、例えば、一定のピッチで交互に配置されている。また、供給マニホールド 3 3 と回収マニホールド 3 7 とは互いに隣り合っており、互いに平行に延びている。より詳細には、供給マニホールド 3 3 の上流側を除く大部分と、回収マニホールド 3 7 の下流側を除く大部分とが複数のノズルの配置領域において互いに隣り合っている。

30

【 0 0 5 2 】

供給マニホールド 3 3 及び回収マニホールド 3 7 (例えばそのうちの主部 3 3 a 及び 3 7 a) の横断面の形状及び寸法は、これらの流路の長さ方向の位置によらずに一定であってもよいし、位置によって異なってもよい。実施形態の説明では、前者を例に取ることがある。また、横断面の形状は、矩形等の適宜な形状とされてよい。供給マニホールド 3 3 及び回収マニホールド 3 7 の各種の寸法は、吐出装置 1 が適用される具体的な技術分野に応じて適宜に設定されてよい。

40

【 0 0 5 3 】

(個別流路)

個別流路 3 5 は、例えば、概略、互いに隣り合う供給マニホールド 3 3 及び回収マニホールド 3 7 の間に位置して、両者に接続されている。個別流路 3 5 は、1 組のマニホールド (3 3 及び 3 7) 毎に複数設けられている。同一のマニホールド (3 3 及び 3 7) に接続される複数の個別流路 3 5 は、例えば、一定のピッチでマニホールドに沿って (D 1 方向に沿って) 配列されており、1 列の流路列を構成している。そして、複数の流路列が D 2 方向に配列されることによって、マトリックス状に複数の個別流路 3 5 が配置されてい

50

る。図示の例とは異なり、互いに隣り合う供給マニホールド 3 3 及び回収マニホールド 3 7 の間に 2 列以上の個別流路 3 5 が設けられてもよい。

【 0 0 5 4 】

1 つの流路列内において、複数の個別流路 3 5 の構成は、基本的に同一である。また、複数の流路列同士の構成も基本的に同様である。ただし、例えば、互いに隣り合う流路列同士で個別流路 3 5 の向きが異なってもよい（図示の例）。また、例えば、1 つの流路列内において、複数の個別流路 3 5 の形状及びノズル又は寸法が僅かに異なってもよい。複数の流路列のうち、D 2 方向の端部に位置する流路列及び D 5 方向の端部に位置する流路列は、液滴を吐出しない、いわゆるダミーの個別流路を有していてもよい。

【 0 0 5 5 】

個別流路 3 5 は、吐出面 3 a に開口し、液滴を吐出するノズル 4 3 を有している。複数のノズル 4 3 が D 1 方向に配列されて構成された列をノズル列というものとする。ノズル列内のノズル 4 3 の配列方向（D 1 方向）は、対象物 1 0 1 に対するヘッド 3 の相対移動の方向（D 3 方向）に対して傾斜している。同一のノズル列に属するノズル 4 3 は、上記の傾斜によって、D 2 方向の位置が互いに異なっている。また、複数のノズル列は、D 3 方向に見て一部同士が互いに重複している。この重複部分において、一のノズル列のノズル 4 3 と、他のノズル列のノズル 4 3 とは、D 2 方向の位置が互いに異なっている。そして、複数のノズル 4 3 を D 3 方向に投影したとき、複数のノズル 4 3 は、D 2 方向に基本的に一定の間隔で並ぶ。

【 0 0 5 6 】

これにより、ヘッド 3 において互いに隣り合うノズル 4 3 同士の距離よりも短いピッチで D 2 方向に並ぶ複数のドットを対象物 1 0 1 の表面に形成することができる。例えば、仮想直線 R の範囲に 3 2 個のノズル 4 3 が投影され、仮想直線 R 内でノズル 4 3 は、3 6 0 d p i の間隔で並ぶ。これにより、仮想直線 R に直交する方向に対象物 1 0 1 とヘッド 3 とを相対移動させて液滴を吐出すれば、3 6 0 d p i の解像度で印刷を行うことができる。

【 0 0 5 7 】

図 5 は、個別流路 3 5 の斜視図である。また、図 6 (a) 及び図 6 (b) は、第 1 流路部材 2 5 及びアクチュエータ 2 1 の断面図である。図 6 (a) は、図 5 の VI a - VI a 線に対応している。図 6 (b) は、図 5 の VI b - VI b 線に対応している。

【 0 0 5 8 】

個別流路 3 5 は、例えば、供給マニホールド 3 3 に接続されている供給流路 3 9（第 1 供給流路 3 9 A 及び第 2 供給流路 3 9 B）と、供給流路 3 9 に接続されている圧力室 4 1 と、圧力室 4 1 に接続されているノズル 4 3 とを有している。ノズル 4 3 は、既述のように、吐出面 3 a に開口して第 1 流路部材 2 5 の外部に通じている。供給マニホールド 3 3 の液体は、供給流路 3 9 及び圧力室 4 1 を経由してノズル 4 3 に供給される。そして、アクチュエータ 2 1 によって圧力室 4 1 に圧力が付与されることによって、ノズル 4 3 から液滴が吐出される。また、個別流路 3 5 は、圧力室 4 1 と回収マニホールド 3 7 とを接続している回収流路 4 5 を有している。吐出されずに圧力室 4 1 に残った液体は、回収流路 4 5 から回収マニホールド 3 7 に回収される。

【 0 0 5 9 】

圧力室 4 1 は、例えば、アクチュエータ 2 1 によって圧力が付与される圧力室本体 4 1 a と、圧力室本体 4 1 a とノズル 4 3 とを接続するディセンダ 4 1 b とを有している。

【 0 0 6 0 】

圧力室本体 4 1 a は、例えば、第 1 流路部材 2 5 の加圧面 2 5 a に開口しており、アクチュエータ 2 1 によって塞がれている。そして、アクチュエータ 2 1 が上方及びノズル又は下方に撓み変形することによって圧力室本体 4 1 a 内の液体に圧力が付与される。ディセンダ 4 1 b は、圧力室本体 4 1 a の下面から吐出面 3 a に向かって延びている。ディセンダ 4 1 b の横断面の面積は、圧力室本体 4 1 a の加圧面 2 5 a に平行な断面の面積よりも小さい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

圧力室本体 4 1 a の形状及び寸法は適宜に設定されてよい。図示の例では、圧力室本体 4 1 a の平面形状は円形状である。図示の例と異なり、圧力室本体 4 1 a の平面形状は、例えば、楕円又は菱形等の円形以外の形状であってもよい。また、圧力室本体 4 1 a は、厚さが平面視における径よりも小さい薄型形状とされている。図示の例では、圧力室本体 4 1 a の加圧面 2 5 a に平行な横断面の形状及びその寸法は上下方向において一定である。ただし、圧力室本体 4 1 a は、上下方向の位置によって横断面の形状及びノ又はその寸法が異なってもよい。

【 0 0 6 2 】

ディセンダ 4 1 b の形状及び寸法も適宜に設定されてよい。図示の例では、ディセンダ 4 1 b の形状は直柱状である。また、図示の例では、横断面の形状は、円形である。図示の例とは異なり、ディセンダ 4 1 b は、上下方向に対して傾斜していてもよいし、上下方向の位置に応じて径が変化していてもよい。また、横断面の形状は、楕円等の円形以外の形状であってもよい。

10

【 0 0 6 3 】

平面視におけるディセンダ 4 1 b の圧力室本体 4 1 a に対する接続位置も適宜に設定されてよい。図示の例では、ディセンダ 4 1 b は、円形の圧力室本体 4 1 a の外縁に隣接して接続されている。図示の例とは異なり、圧力室本体 4 1 a の形状が楕円又は菱形の場合においては、例えば、ディセンダ 4 1 b は、圧力室本体 4 1 a の長手方向端部に接続されてよい。

20

【 0 0 6 4 】

ノズル 4 3 は、ディセンダ 4 1 b の底面の一部に開口している。ノズル 4 3 は、例えば、ディセンダ 4 1 b の底面の中央に開口していてもよいし、中央から離れた位置に開口していてもよい（図示の例）。ノズル 4 3 の縦断面の形状は、吐出面 3 a 側ほど径が小さくなるテーパ状とされている。ただし、ノズル 4 3 は、一部又は全部が逆テーパであってもよい。ノズル 4 3 の横断面の形状は、例えば、円形である。

【 0 0 6 5 】

供給流路 3 9 は、例えば、第 1 供給流路 3 9 A 及び第 2 供給流路 3 9 B を有している。図示の例とは異なり、供給流路 3 9 は、第 1 供給流路 3 9 A 及び第 2 供給流路 3 9 B の一方のみを有していてもよい。供給流路 3 9 において、供給マニホールド 3 3 に対する接続位置、圧力室 4 1 に対する接続位置、流路形状及び寸法は、適宜に設定されてよい。図示の例では、以下のとおりである。

30

【 0 0 6 6 】

第 1 供給流路 3 9 A は、供給マニホールド 3 3 と圧力室本体 4 1 a とを接続している。第 1 供給流路 3 9 A は、供給マニホールド 3 3 の上面から上方へ向けて延びた後、D 5 方向に向けて延び、D 4 方向に向けて延びた後、再び上方へ向けて延びて圧力室本体 4 1 a の下面に接続されている。第 1 供給流路 3 9 A の横断面の形状及びその寸法は、第 1 供給流路 3 9 A の長さの大部分（例えば 6 割以上）に亘って概ね一定である。この大部分に亘る横断面の形状は矩形である。

【 0 0 6 7 】

第 2 供給流路 3 9 B は、供給マニホールド 3 3 とディセンダ 4 1 b とを接続している。第 2 供給流路 3 9 B は、供給マニホールド 3 3 の下面から D 5 方向へ向けて延び、D 1 方向に向けて延びた後、ディセンダ 4 1 b の側面に接続されている。第 2 供給流路 3 9 B の横断面の形状及びその寸法は、第 2 供給流路 3 9 B の長さの大部分（例えば 6 割以上）に亘って概ね一定である。この大部分に亘る横断面の形状は矩形である。

40

【 0 0 6 8 】

回収流路 4 5 は、例えば、1 つの個別流路 3 5 に 1 つのみ設けられている。図示の例とは異なり、2 以上の回収流路 4 5 が設けられてもよい。回収流路 4 5 において、回収マニホールド 3 7 に対する接続位置、圧力室 4 1 に対する接続位置、流路形状及び寸法は、適宜に設定されてよい。図示の例では、以下のとおりである。

50

【 0 0 6 9 】

回収流路 4 5 は、回収マニホールド 3 7 とディセンダ 4 1 b とを接続している。回収流路 4 5 は、回収マニホールド 3 7 の側面から D 2 方向に向けて延び、D 4 方向に向けて延びた後、ディセンダ 4 1 b の側面に接続されている。回収流路 4 5 の横断面の形状及びその寸法は、回収流路 4 5 の長さの大部分（例えば 6 割以上）に亘って概ね一定である。この大部分に亘る横断面の形状は矩形である。

【 0 0 7 0 】

既述のように、同一の供給マニホールド 3 3 及び同一の回収マニホールド 3 7 に接続されている複数の個別流路 3 5 は、マニホールドに沿って一定のピッチで配列されている。従って、第 1 供給流路 3 9 A と供給マニホールド 3 3 との接続位置は、供給マニホールド 3 3 に沿って一定のピッチで並んでいる。第 2 供給流路 3 9 B と供給マニホールド 3 3 との接続位置、及び回収流路 4 5 と回収マニホールド 3 7 との接続位置についても同様である。

10

【 0 0 7 1 】

図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、第 1 流路部材 2 5 は、複数のプレート 4 7 A ~ 4 7 M が積層されて形成されている。第 1 流路部材 2 5 の各種の流路は、プレート 4 7 A ~ 4 7 M に形成された孔又は凹部によって構成されている。複数のプレート 4 7 A ~ 4 7 M は、例えば、金属又は樹脂により形成されてよい。図 6 (b) に示す例では、回収マニホールド 3 7 の上方及び下方にダンパ（符号省略）が設けられている。

【 0 0 7 2 】

既述のように、圧力室 4 1 は、加圧面 2 5 a に開口している。図示の例とは異なり、圧力室 4 1 を塞ぐプレートが設けられていてもよい。ただし、この場合は、圧力室 4 1 を塞ぐプレートを第 1 流路部材 2 5 の一部として捉えるか、アクチュエータ 2 1 の一部として捉えるかの問題と考えることもできる。本開示の説明においては、上記のようなプレートは、アクチュエータ 2 1 の一部として捉えるものとする。

20

【 0 0 7 3 】

（アクチュエータ）

図 2 (a) に示すように、アクチュエータ 2 1 は、例えば、概略平板状の部材であり、第 1 流路部材 2 5 の加圧面 2 5 a（より詳細には図 2 (a) において点線で示す領域）に接合される。そして、図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、アクチュエータ 2 1 は、圧力室 4 1 の上方の開口を塞ぐ。アクチュエータ 2 1 は、基本的に全ての圧力室 4 1 の配置領域に亘って広がっている。アクチュエータ 2 1 は、圧力室 4 1 毎に変位素子 4 9 を有している。

30

【 0 0 7 4 】

アクチュエータ 2 1 の構成は、公知の種々の構成、及び公知の構成を応用したものとされてよい。図示の例では、アクチュエータ 2 1 は、いわゆるユニモルフ型の圧電アクチュエータとされている。具体的には、以下のとおりである。

【 0 0 7 5 】

アクチュエータ 2 1 は、圧力室 4 1 側から順に積層されている、振動板 5 1、共通電極 5 3、圧電体層 5 5 及び個別電極 5 7 を有している。振動板 5 1、共通電極 5 3 及び圧電体層 5 5 は、基本的に全ての圧力室 4 1 の配置領域に亘って広がっている。個別電極 5 7 は、圧力室 4 1 毎に設けられている。個別電極 5 7 は、例えば、平面透視において、圧力室 4 1 の平面形状と相似形状を有しており、また、圧力室 4 1 の中央側に重なっている。

40

【 0 0 7 6 】

圧電体層 5 5 の個別電極 5 7 と共通電極 5 3 とに挟まれている部分は、厚さ方向に分極されている。従って、個別電極 5 7 及び共通電極 5 3 に電圧を印加すると、圧電体層 5 5 は、面に沿う方向に収縮又は伸長する。この収縮又は伸長が振動板 5 1 によって規制され、変位素子 4 9 は、バイメタルのように圧力室 4 1 側又はその反対側に撓む。これにより、圧力室 4 1 内の液体に圧力が付与される。

【 0 0 7 7 】

50

アクチュエータ 21 の各層の材料及び厚さ等は適宜に設定されてよい。例えば、振動板 51 及び圧電体層 55 は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 系、 NaNbO_3 系、 BaTiO_3 系、 $(\text{BiNa})\text{NbO}_3$ 系、 $\text{BiNaNb}_5\text{O}_{15}$ 系などのセラミック材料によって構成されてよい。共通電極 53 及び個別電極 57 は、Ag-Pd 系又は Au 系などの金属材料によって構成されてよい。

【0078】

共通電極 53 は、例えば、一定の電位 (基準電位) が付与される。個別電極 57 は、例えば、既述の駆動信号が入力される。変位素子 49 の駆動方式 (別の観点では駆動信号の波形) は適宜なものとしてよい。例えば、駆動方式は、いわゆる引き打ち式とされてよい。

10

【0079】

(液体)

図 7 は、吐出装置 1 に用いられる液体の特性を示す図である。この図において、横軸はせん断速度 D ($1/s$) を示している。縦軸は粘度 ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) を示している。EX1 及び EX2 は、吐出装置 1 に用いられる液体の第 1 例及び第 2 例の特性を示している。

【0080】

この図に示されているように、吐出装置 1 に用いられる液体は、擬塑性流体である。確認的に記載すると、擬塑性流体は、せん断速度が速いほど粘度が低下する非ニュートン流体であるということができる。せん断速度は、ずり速度、速度勾配又はひずみ速度と呼称されこともある。せん断速度は、例えば、簡便には、流れ方向に直交する方向に互いに離れた 2 つの位置同士の速度差を 2 つの位置同士の距離で割った値として算出される。粘度は、例えば、簡便には、せん断応力をせん断速度で割った値として算出される。せん断応力は、ずり応力と呼称されこともある。せん断応力は、簡便には、流れ方向に直交する方向に互いに離れた互いに平行な 2 つの面 (同一の面積) 同士を流れ方向にずらそうとする力を一方の面の面積で割った値として算出される。

20

【0081】

また、擬塑性流体は、粘度 η を、 $\eta = k \times D^{p-1}$ なる、べき乗則で近似したときに、べき指数 p が 1 未満となる、べき乗則流体であるということができる。ここで、 k は粘性係数であり、 D はせん断速度である。なお、粘度 η は、 D の関数であることから、みかけ粘度と呼称されることがある。

30

【0082】

吐出装置 1 に用いられる液体は、せん断応力を受けた時間が長くなるほど粘度が低下するチキソトロピー性を有していてもよいし、有していなくてもよい。

【0083】

擬塑性流体の具体的な成分及び / 又は組成は、公知の種々のもの、又は公知のものを応用したものとされてよい。例えば、一般に、インク及び塗料は擬塑性流体である。図 7 に特性が示されている第 1 例及び第 2 例に係る液体は、一般的な塗料 (換言すれば市場で入手可能な塗料) である。擬塑性流体の具体的な特性も適宜なものとしてよい。一例を以下に挙げる。

【0084】

例えば、液体は、せん断速度が 1000 s^{-1} のときの粘度が $0.02\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $0.4\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下のものとされてよい。なお、図 7 に特性を示す第 1 例に係る塗料においては、せん断速度が 1000 s^{-1} のときの粘度は $0.3\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である。第 2 例に係る塗料においては、せん断速度が 1000 s^{-1} のときの粘度は $0.1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である。液体は、せん断速度が 1000 s^{-1} のときの粘度が $0.1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $0.3\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下のものとされてよい。

40

【0085】

また、例えば、液体は、せん断速度が 0.01 s^{-1} のときの粘度が $0.5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $50\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下のものとされてよい。なお、図 7 に特性を示す第 1 例に係る塗料においては、せん断速度が 0.01 s^{-1} のときの粘度は $5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である。第 2 例に係る塗

50

料においては、せん断速度が 0.01 s^{-1} のときの粘度は $30 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ である。液体は、せん断速度が 0.01 s^{-1} のときの粘度が $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $30 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下のものとされてもよい。

【0086】

また、例えば、液体は、粘度をべき乗則で近似したときに、粘性係数 k が 1.0 以上 1.5 以下、べき指数 p が 0.35 以上 0.65 以下となるものとされてよい。なお、第1例に係る塗料においては、粘性係数 k が 1.0 であり、べき指数 p が 0.65 である。第2例に係る塗料においては、粘性係数 k が 1.5 であり、べき指数 p が 0.35 である。近似式は、例えば、最小二乗法によって特定されてよい。

【0087】

(平均粘度)

以下では、平均粘度の概念を導入する。本来、粘度は、流路内の微小領域毎に異なる値を示す。しかし、微小領域毎の粘度は、必ずしも流路部材19内における液体の粘度の設定に適しておらず、また、その算出も困難を伴うことがある。そこで、流路部材19の流路の部位毎に平均化された粘度を平均粘度というものとする。平均粘度は、流路内の1つの部位に対して1つの値である。例えば、1本の供給マニホールド33の平均粘度という場合は、1本の供給マニホールド33全体における平均的な粘度である。

【0088】

平均粘度は、例えば、以下のように算出されてよい。まず、吐出装置1に用いられる液体におけるせん断速度 D と粘度 μ との関係特定する。この特定に際しては、公知の種々の方法が採用されてよく、また、公知の文献が参照されて特定されてもよい。次に、特定されたせん断速度 D と粘度 μ との関係を表す近似式を求める。近似式は、例えば、べき乗則等の適宜なものとしてよい。フィッティングの方法も最小二乗法等の公知のものとしてよい。次に、循環流量 U (m^3/s) を境界条件とし、上記の近似式を用いて流路の各部位について流体シミュレーションを行い、各部位の上流端と下流端との間の差圧 P (Pa) を求める。そして、所定の式に循環流量 U 、差圧 P 及び各部位の寸法 (m) を代入して、平均粘度 μ ($\text{Pa} \cdot \text{s}$) を算出する。

【0089】

平均粘度 μ を算出するための式の例を以下に示す。

【0090】

流路形状が流れ方向を軸方向とする円柱状である場合の式は、以下のとおりである。

$$U = (r^4 P) / (8 \mu L) \quad (1)$$

ここで、 r は、横断面の半径である。 L は、流路の長さである。

【0091】

また、流路形状が流れ方向を軸方向とする角柱状(直方体)である場合の式は、以下のとおりである。

$$U = (w^3 h P) / (4 \mu L) \times (16/3 - 1024/w^5 \times w/h \times (1/q^5 \times \tanh(qh/2w))) \quad (2)$$

ここで、 $q = 1, 3, 5, 7, 9$ 及び 11 であり、 \sum は、 q にこれらの6つの値を代入したときの6つの $(1/q^5 \times \tanh(qh/2w))$ の総和である。 w は、流路の幅である。 h は、流路の高さである。 L は流路の長さである。

【0092】

リザーバー(29及び31)並びにマニホールド(33及び37)においては、上流側と下流側とで流量 U が異なる。この場合、例えば、最も多い流量、最も少ない流量、又は平均的な流量のいずれが用いられてもよい。以下の説明の平均粘度は、上記のいずれの流量を用いて算出したものと捉えられてもよい。なお、リザーバー(29及び31)の平均粘度とマニホールド(33及び37)の平均粘度とを比較する場合には、互いに同じ条件で算出した平均粘度同士を比較してよい。例えば、最も多い流量を用いて算出した平均粘度(最も低い平均粘度)同士を比較してもよく、最も少ない流量を用いて算出した平均粘

10

20

30

40

50

度（最も高い平均粘度）同士を比較してもよく、平均的な流量を用いて算出した平均粘度（平均的な平均粘度）同士を比較してもよい。例えば、以下の説明の平均粘度は、最も多い流量を用いて算出した平均粘度（最も低い平均粘度）と捉えられてよい。例えば、供給リザーバー 2 9 及び供給マニホールド 3 3 の平均粘度については、最も上流の流量を用いて算出したものと捉えられてよい。回収リザーバー 3 1 及び回収マニホールド 3 7 の平均粘度については、最も下流の流量を用いて算出したものと捉えられてよい。

【 0 0 9 3 】

圧力室 4 1、又は圧力室本体 4 1 a 若しくはディセンダ 4 1 b においては、液体の流れの方向は一定とは限らない。以下の説明におけるこれらの部位における平均粘度は、上方から下方へ方向を流れ方向として算出したものとする。例えば、ディセンダ 4 1 b における平均粘度は、圧力室本体 4 1 a からノズル 4 3 へ方向を流れ方向として算出したものとする。

10

【 0 0 9 4 】

（流路部材における平均粘度）

図 8 は、流路部材 1 9 における流路の部位毎の平均粘度 μ について、部位間の相対関係の一例を示す図である。この図において、横軸は、流路部材 1 9 の流路の複数の部位に対応している。縦軸は、各部位における平均粘度 μ を示している。

【 0 0 9 5 】

なお、図中において、平均粘度 $\mu 2$ は、複数の供給マニホールド 3 3 のうちの 1 本の供給マニホールド 3 3 における平均粘度 μ を示している。他の流路についても同様に、1 本の流路における平均粘度 μ が示されている。供給流路 3 9 の平均粘度 $\mu 3$ は、第 1 供給流路 3 9 A 及び第 2 供給流路 3 9 B のいずれの平均粘度として捉えられてもよい。

20

【 0 0 9 6 】

液体吐出装置 1 は、図示のような平均粘度の関係が満たされるように、流量設定部 1 3 によって制御される循環流量の目標流量と、流路部材 1 9 の流路の形状及び寸法とが設定されている。換言すれば、流路部材 1 9 の流路は、循環流量が目標流量であるときに、図 8 に示す関係が成立する流路形状を有している。換言すれば、流路部材 1 9 の流路の形状及び寸法において、図 8 に示す平均粘度の関係が成立するような値に、循環流量が設定されている。例えば、流路部材 1 9 の流路の形状及び寸法において、供給流路 3 9 における液体の平均粘度が、供給マニホールド 3 3 における液体の平均粘度の半分以下となるような値に、循環流量が設定されている。

30

【 0 0 9 7 】

循環流量の調整がオープンループ制御である場合においては、循環流量は、複数のノズル 4 3 からの液滴の吐出量に起因する変動量が大きい。この場合、図 8 に示す関係は、例えば、全てのノズル 4 3 から液滴が吐出されていない時期における循環流量において成立してよい。換言すれば、実施されている製品において、全てのノズル 4 3 から液滴が吐出されていない時期における循環流量が、その製品における目標流量であると特定されてよい。この考え方は、目標流量への循環流量の追従性が低いフィードバック制御にも適用されてよい。

【 0 0 9 8 】

図 8 では、平均粘度について、例えば、以下の関係が成立している。

40

【 0 0 9 9 】

供給流路 3 9（3 9 A 又は 3 9 B）における液体の平均粘度 $\mu 3$ は、供給マニホールド 3 3 における液体の平均粘度 $\mu 2$ よりも低くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 $\mu 3$ は、平均粘度 $\mu 2$ の $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下又は $1/5$ 以下とされてよい。

【 0 1 0 0 】

この場合、例えば、供給流路 3 9 内の液体の平均粘度 $\mu 3$ が低いことから、供給流路 3 9 から圧力室 4 1 へ液体をスムーズに供給できる。また、供給マニホールド 3 3 内では平均粘度 $\mu 2$ が高いことから、圧力波が減衰しやすい。その結果、圧力室 4 1 から供給流路 3 9 を介して供給マニホールド 3 3 へ漏洩した圧力波が他の供給流路 3 9 を介して他の圧

50

力室 4 1 へ伝搬する蓋然性が低減される。すなわち、いわゆる流体クロストークを低減することができる。

【 0 1 0 1 】

回収流路 4 5 と回収マニホールド 3 7 との間においても上記と同様の関係が成立してよい。すなわち、回収流路 4 5 における液体の平均粘度 $\mu 5$ は、回収マニホールド 3 7 における液体の平均粘度 $\mu 6$ よりも低くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 $\mu 5$ は、平均粘度 $\mu 6$ の $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下又は $1/5$ 以下とされてよい。この場合も上記と同様の効果が奏される。

【 0 1 0 2 】

供給マニホールド 3 3 の平均粘度 $\mu 2$ は、供給リザーバー 2 9 の平均粘度 $\mu 1$ よりも低くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 $\mu 2$ は、平均粘度 $\mu 1$ の $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下又は $1/4$ 以下とされてよい。

10

【 0 1 0 3 】

この場合、例えば、供給マニホールド 3 3 内の液体の平均粘度 $\mu 2$ が低いことにより、供給マニホールド 3 3 から供給流路 3 9 へ液体をスムーズに供給できる。また、供給リザーバー 2 9 内では粘度が高く圧力波が減衰しやすいため、供給リザーバー 2 9 を介した圧力波の伝搬によるクロストークを低減することができる。

【 0 1 0 4 】

回収マニホールド 3 7 と回収リザーバー 3 1 との間においても上記と同様の関係が成立してよい。すなわち、回収マニホールド 3 7 における液体の平均粘度 $\mu 6$ は、回収リザーバー 3 1 における液体の平均粘度 $\mu 7$ よりも低くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 $\mu 6$ は、平均粘度 $\mu 7$ の $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下又は $1/5$ 以下とされてよい。この場合も上記と同様の効果が奏される。

20

【 0 1 0 5 】

ディセンダ 4 1 b の平均粘度 $\mu 4$ は、回収流路 4 5 の平均粘度 $\mu 5$ よりも高くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 $\mu 4$ は、平均粘度 $\mu 5$ の 1.5 倍以上とされてよい。

【 0 1 0 6 】

この場合、例えば、粘度が高いと気泡の移動に対する抵抗が大きくなるため、ノズル 4 3 からディセンダ 4 1 b 内に入ってしまった気泡を回収流路 4 5 から回収できる蓋然性が高くなる。

30

【 0 1 0 7 】

ディセンダ 4 1 b と供給流路 3 9 との間においても上記と同様の関係が成立してよい。すなわち、ディセンダ 4 1 b の平均粘度 $\mu 4$ は、供給流路 3 9 の平均粘度 $\mu 3$ よりも高くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 $\mu 4$ は、平均粘度 $\mu 3$ の 1.5 倍以上又は 2 倍以上とされてよい。

【 0 1 0 8 】

この場合、例えば、供給流路 3 9 の平均粘度 $\mu 3$ が低いことから、ディセンダ 4 1 b にスムーズに液体を供給することができる。その結果、例えば、液体の連続吐出により、ディセンダ 4 1 b への液体供給が間に合わなくなる蓋然性が低減される。

40

【 0 1 0 9 】

供給マニホールド 3 3 の平均粘度 $\mu 2$ は、個別流路 3 5 の各流路（ただし、圧力室本体 4 1 a は除く）の平均粘度（ $\mu 3$ 、 $\mu 4$ 及び $\mu 5$ ）よりも高くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 $\mu 2$ は、平均粘度 $\mu 3$ 、 $\mu 4$ 及び $\mu 5$ のいずれに対しても 1.5 倍以上とされてよい。

【 0 1 1 0 】

この場合、例えば、個別流路 3 5 における平均粘度 μ が低いことより、ノズル 4 3 に液体をスムーズに供給できる。また、供給マニホールド 3 3 における平均粘度 μ が高いことにより、個別流路 3 5 から供給マニホールド 3 3 に漏れ出した圧力が早く減衰する。そのため、流体クロストークが生じにくい。

50

【0111】

回収マニホールド37と個別流路35との間においても上記と同様の関係が成立してよい。すなわち、回収マニホールド37における液体の平均粘度 μ_6 は、個別流路35の各流路の平均粘度(μ_3 、 μ_4 及び μ_5)よりも高くされてよい。より詳細には、例えば、平均粘度 μ_6 は、平均粘度 μ_3 、 μ_4 及び μ_5 のいずれに対しても1.5倍以上とされてよい。この場合も上記と同様の効果が奏される。

【0112】

(平均粘度等の値の一例)

上記のような平均粘度 μ の関係を実現する液体の特性、循環流量、流路の形状及び寸法等の組み合わせは無数に存在し、また、吐出装置1が適用される具体的な技術分野に応じて適宜に設定されてよい。以下では、図7を参照して説明した一般的な塗料が用いられた場合の値の一例を示す。

10

【0113】

循環流量は、例えば、50ml/min以上300ml/minとされてよい。液体が吐出されていないときのノズル43における圧力は、大気圧(約100kPa)に対して ± 2 kPaとされてよい。供給口3bと回収口3cとの差圧は、40kPa以上160kPa以下とされてよい。

【0114】

供給リザーバー29及び回収リザーバー31のそれぞれにおいて、幅 w は、4mm以上20mm以下とされてよく、高さ h は、3mm以上15mm以下とされてよく、長さ L は、200mm以上800mm以下とされてよい。供給マニホールド33及び回収マニホールド37のそれぞれにおいて、幅 w は、0.2mm以上2mm以下とされてよく、高さ h は、0.5mm以上6mm以下とされてよく、長さ L は5mm以上20mm以下とされてよい。第1供給流路39Aにおいて、幅 w 及び高さ h それぞれは50 μ m以上200 μ m以下とされてよい。第2供給流路39Bにおいて、幅 w は50 μ m以上200 μ m以下とされてよく、高さ h は25 μ m以上200 μ m以下とされてよい。回収流路45において、幅 w は70 μ m以上200 μ m以下とされてよく、高さ h は80 μ m以上200 μ m以下とされてよい。供給流路39及び回収流路45の長さ L は、300 μ m以上1500 μ m以下とされてよい。ディセンダ41bにおいて、半径 r は50 μ m以上250 μ m以下とされてよく、長さ L は0.5mm以上2mm以下とされてよい。ノズル43において、半径 r は5 μ m以上50 μ m以下とされてよい。

20

30

【0115】

上記のような条件における平均粘度 μ の試算の一例を以下に示す。なお、ディセンダ41bは、(1)式によって平均粘度 μ を算出し、他の流路については、(2)式によって平均粘度 μ を算出した。供給リザーバー29及び回収リザーバー31それぞれにおける平均粘度 μ は、0.4Pa \cdot s以上2Pa \cdot s以下である。供給マニホールド33及び回収マニホールド37それぞれにおける平均粘度 μ は、0.1Pa \cdot s以上0.4Pa \cdot s以下である。供給流路39及び回収流路45それぞれにおける平均粘度 μ は、0.01Pa \cdot s以上0.1Pa \cdot s以下である。ディセンダ41bにおける平均粘度 μ は、0.05Pa \cdot s以上0.2Pa \cdot s以下である。

40

【0116】

(流体抵抗)

流路部材19内の流体抵抗(N \cdot s/m⁵)は適宜に設定されてよい。例えば、流体抵抗は、以下の条件1及び条件2の双方が成り立つように設定されてよい。

【0117】

条件1:

$$\begin{aligned} & (1/2) \times R_r \times U(1 + 1/m) \text{と、} \\ & (1/2) \times R_m \times (U/m) \times (1 + 1/n) \text{との和が、} \\ & 2/r \text{よりも小さい。} \end{aligned}$$

条件2:

50

$$R_r < 1 / 10 \times R_m \times (1 / m)$$

ここで、 R_r は、供給リザーバー 29 における液体の流体抵抗である。 R_m は、供給マニホールド 33 における液体の流体抵抗である。 m は、供給リザーバー 29 に接続されている供給マニホールド 33 の本数である。 n は、供給マニホールド 33 毎の個別流路 35 (ノズル 43) の数である。 U は、供給リザーバー 29 に流入する液体の流量 (m^3 / s) である。 σ は、液体の表面張力 (N / m) である。 r は、ノズル 43 の半径 (m) である。

【0118】

ここでは、液滴を吐出可能となっていないダミーの個別流路のみが接続されている供給マニホールド 33 は無視されている。また、供給マニホールド 33 は、互いに同数のノズル 43 が接続されているものと仮定している。また、複数の供給マニホールド 33 のピッチと、供給リザーバー 29 の上流端から 1 本目の供給マニホールド 33 までの距離と、最後の供給マニホールド 33 から供給リザーバー 29 の下流端までの距離とが等しいと仮定している。

【0119】

条件 1 における $(1 / 2) \times R_r \times U (1 + 1 / m)$ は、供給リザーバー 29 内の圧力降下量 (上流と下流との圧力差) に対応している。具体的には、供給リザーバー 29 の上流端から 1 本目の供給マニホールド 33 までの圧力降下量を $U \times R_r / m$ 、1 本目の供給マニホールド 33 から 2 本目の供給マニホールド 33 までの圧力降下量を $(U - U / m) \times R_r / m$ のように算出している。そして、上流端から下流端まで圧力降下量の総和である、 $U \times R_r / m + (U - U / m) \times R_r / m + \dots + U / m \times R_r / m$ により、上記の $(1 / 2) \times R_r \times U (1 + 1 / m)$ が得られている。

【0120】

条件 1 における $(1 / 2) \times R_m \times (U / m) \times (1 + 1 / n)$ は、1 本の供給マニホールド 33 内の圧力降下量 (上流と下流との圧力差) に対応している。この式は、上記の供給リザーバー 29 内の圧力降下量と同様に得られている。すなわち、供給リザーバー 29 に係る式において、供給リザーバー 29 の流体抵抗 R_r は供給マニホールド 33 の流体抵抗 R_m に置換され、供給リザーバー 29 に流入する流量 U は供給マニホールド 33 に流入する液体の流量 U / m に置換され、供給マニホールド 33 の数 m はノズル 43 の数 n に置換されている。

【0121】

条件 1 における、 $(1 / 2) \times R_r \times U (1 + 1 / m)$ と $(1 / 2) \times R_m \times (U / m) \times (1 + 1 / n)$ との和は、概略、最上流の個別流路 35 と最下流の個別流路 35 との圧力差に相当している。最上流の個別流路 35 は、供給リザーバー 29 の最も上流に接続されている供給マニホールド 33 の最も上流に接続されている個別流路 35 である。最下流の個別流路 35 は、供給リザーバー 29 の最も下流に接続されている供給マニホールド 33 の最も下流に接続されている個別流路 35 である。個別流路 35 の圧力降下は、複数の個別流路 35 同士で略等しいので、上記の和は、全てのノズル 43 の圧力差 (最も圧力が高いノズル 43 と最も圧力が低いノズル 43 との圧力差) に相当している。

【0122】

そして、上記の和が $2 \sigma / r$ よりも小さい場合においては、全てのノズル 43 において、大気圧下でメニスカスを保持することが容易である。なお、条件 1 に関して、既に触れたように、ダミーの個別流路のみが接続されている供給マニホールド 33 及びダミーの個別流路は無視されてよい。また、最上流の供給マニホールド 33 又は最下流の供給マニホールド 33 等においては、接続されている個別流路 35 の数が他の供給マニホールド 33 よりも少ないことがある。この場合は、例えば、最上流の供給マニホールド 33 又は最下流の供給マニホールド 33 を無視してもよいし、逆に、最上流の供給マニホールド 33 又は最下流の供給マニホールド 33 にも他の供給マニホールド 33 と同数の個別流路 35 が接続されていると仮定してもよい。

【0123】

条件 2 は、供給リザーバー 2 9 の流体抵抗 R_r と、供給マニホールド 3 3 の流体抵抗 R_m との大小関係を示している。供給マニホールド 3 3 に流入する液体の流量は、供給リザーバー 2 9 に流入する液体の流量の $1/m$ であることから、流体抵抗 R_m に $1/m$ を乗じて、流体抵抗 R_r と、流体抵抗 R_m とを比較している。そして、条件 2 が成り立つということは、供給リザーバー 2 9 の流体抵抗 R_r が供給マニホールド 3 3 の流体抵抗 R_m との比較において極端に小さいことを意味している。

【 0 1 2 4 】

例えば、従来技術では、 R_r は、 $R_m \times (1/m)$ の約 $1/5$ である。一方、本実施形態では、 R_r は、 $R_m \times (1/m)$ の $1/40$ 以上 $1/10$ 未満とされてよい。もちろん、本実施形態においても、従来技術と同様に、 R_r は、 $R_m \times (1/m)$ の約 $1/5$ 程度とされても構わない。

10

【 0 1 2 5 】

条件 2 が満たされることによって、例えば、供給リザーバー 2 9 から複数の供給マニホールド 3 3 の位置へ液体が流れやすくなり、複数の供給マニホールド 3 3 同士の流量の差が緩和される。ひいては、全ての供給マニホールド 3 3 に対して安定して液体を供給することができる。

【 0 1 2 6 】

条件 1 及び 2 に加えて、以下の条件 3 が成り立つように流体抵抗が設定されてもよい。

条件 3 :

$$R_m < 1/10 \times R_n \times (1/n) \text{ である}$$

20

ここで、 R_n は、ノズル 4 3 における流体抵抗である。

【 0 1 2 7 】

条件 3 は、供給マニホールド 3 3 の流体抵抗 R_m と、個別流路 3 5 の流体抵抗との大小関係を示している。ただし、ノズル 4 3 の流体抵抗 R_n は、個別流路 3 5 の他の部位の流体抵抗に比較して遥かに大きいことから、個別流路 3 5 の流体抵抗をノズル 4 3 の流体抵抗 R_n によって近似している。また、個別流路 3 5 に流入する液体の流量は、供給マニホールド 3 3 に流入する液体の流量の $1/n$ であることから、流体抵抗 R_n に $1/n$ を乗じて、流体抵抗 R_m と、流体抵抗 R_n とを比較している。

【 0 1 2 8 】

条件 3 が成り立つということは、供給マニホールド 3 3 の流体抵抗 R_m がノズル 4 3 の流体抵抗 R_n との比較において極端に小さいことを意味している。例えば、従来技術では、 R_m は、 $R_n \times (1/n)$ の約 $1/6$ である。なお、本実施形態においても、従来技術と同様に、 R_m は、 $R_n \times (1/n)$ の約 $1/6$ 程度とされても構わない。例えば、 R_m は、 $R_n \times (1/n)$ の $1/10$ 以上 $1/4$ 以下とされて構わない。

30

【 0 1 2 9 】

条件 3 が満たされることによって、例えば、供給マニホールド 3 3 から複数の個別流路 3 5 の位置へ液体が流れやすくなり、複数の個別流路 3 5 同士の流量の差が緩和される。ひいては、全ての個別流路 3 5 に対して安定して液体を供給することができる。

【 0 1 3 0 】

なお、図 8 に示す平均粘度を実現する寸法の一例として例示した流路の寸法等の一例は、条件 1 ~ 3 が満たされる流路の寸法等の一例として参照されてよい。

40

【 0 1 3 1 】

(変形例)

図 9 は、変形例に係る個別流路 2 3 5 の模式的な断面図である。

【 0 1 3 2 】

個別流路 2 3 5 の圧力室 2 4 1 は、実施形態の圧力室 4 1 と同様に、圧力室本体 2 4 1 a と、ディセンダ 2 4 1 b とを有している。ただし、ディセンダ 2 4 1 b は、互いに横断面の面積が異なる第 1 部位 2 4 1 b a 及び第 2 部位 2 4 1 b b を有している。

【 0 1 3 3 】

第 1 部位 2 4 1 b a は、ノズル 4 3 と接続されている。第 2 部位 2 4 1 b b は、圧力室

50

本体 2 4 1 a に接続されている。換言すれば、第 2 部位 2 4 1 b b は、第 1 部位 2 4 1 b a よりも圧力室本体 2 4 1 a 側に位置する部位である。そして、第 2 部位 2 4 1 b b の横断面の面積は、第 1 部位 2 4 1 b a よりも広がっている。

【 0 1 3 4 】

第 1 部位 2 4 1 b a 及び第 2 部位 2 4 1 b b は、横断面の面積が互いに異なっていることなどから、平均粘度が互いに異なっている。例えば、第 2 部位 2 4 1 b b における液体の平均粘度は、第 1 部位 2 4 1 b a における液体の平均粘度よりも高くなっている。換言すれば、ディセンダ 2 4 1 b 内の平均粘度は、ノズル 4 3 から圧力室本体 4 1 a に近づくほど段階的に増加する。なお、平均粘度の増加は、1 段階だけでなく、2 段階以上で増加してもよい。換言すれば、ディセンダは、第 1 部位及び第 2 部位の他に、第 3 部位等を有

10

【 0 1 3 5 】

本変形例のように第 1 部位 2 4 1 b a よりも圧力室本体 2 4 1 a 側に位置している第 2 部位 2 4 1 b b の平均粘度が第 1 部位 2 4 1 b a の平均粘度よりも高い場合においては、例えば、ノズル 4 3 からディセンダ 2 4 1 b 内に入ってしまった気泡が圧力室本体 2 4 1 a 側へ向かって移動し難くなる。ひいては、気泡が圧力室本体 2 4 1 a に滞留して吐出特性が低下する蓋然性が低くなる。

【 0 1 3 6 】

なお、平均粘度が比較される 2 つの流路の少なくとも一方において、形状が異なる部分が存在する場合においては、2 つの流路が接する部分の平均粘度同士が比較されてよい。例えば、変形例に係る個別流路 2 3 5 において、回収流路 4 5 の平均粘度と、ディセンダ 2 4 1 b の平均粘度とを比較する場合、ディセンダ 2 4 1 b 全体の平均粘度ではなく、回収流路 4 5 に直接に接続されている第 2 部位 2 4 1 b b の平均粘度が比較に用いられてよい。回収流路 4 5 とディセンダ 2 4 1 b との間の流れに及ぼす影響が大きいのは、第 2 部位 2 4 1 b b の平均粘度だからである。

20

【 0 1 3 7 】

本開示に係る技術は、以上の実施形態及び変形例に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

【 0 1 3 8 】

例えば、液体吐出装置は、圧電体によって液体に圧力を付与する圧電式のものに限定されない。液体吐出装置は、熱によって液体内に泡を発生させ、この泡の発生に伴う圧力を液体に付与して液滴を吐出するサーマル式のものであってもよい。

30

【 0 1 3 9 】

流路の構成は、図示した以外の種々の構成とされてよい。例えば、互いに隣り合う個別流路は、一部が共用されていてもよい。例えば、回収流路のうちの回収マニホールド側の一部は、互いに隣り合う個別流路同士で共用されていてもよい。

【 0 1 4 0 】

平均粘度の設定も、実施形態以外のものとされてよい。例えば、供給流路 3 9 の平均粘度 $\mu 3$ は、実施形態とは逆に、回収流路 4 5 の平均粘度 $\mu 5$ 又はその 1.5 倍よりも大きくされてよい。この場合、液滴の吐出時においてディセンダ 4 1 b 内の液体が逆流しにくい（循環の方向とは逆方向に流れにくい。）。また、回収流路に液体及び / 又は気泡が流れやすい。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 4 1 】

1 ... 液体吐出装置、3 ... ヘッド、13 ... 流量設定部、19 ... 流路部材、21 ... アクチュエータ、29 ... 供給リザーバー、31 ... 回収リザーバー、33 ... 供給マニホールド、37 ... 回収マニホールド、39 ... 供給流路、41 ... 圧力室、43 ... ノズル、45 ... 回収流路。

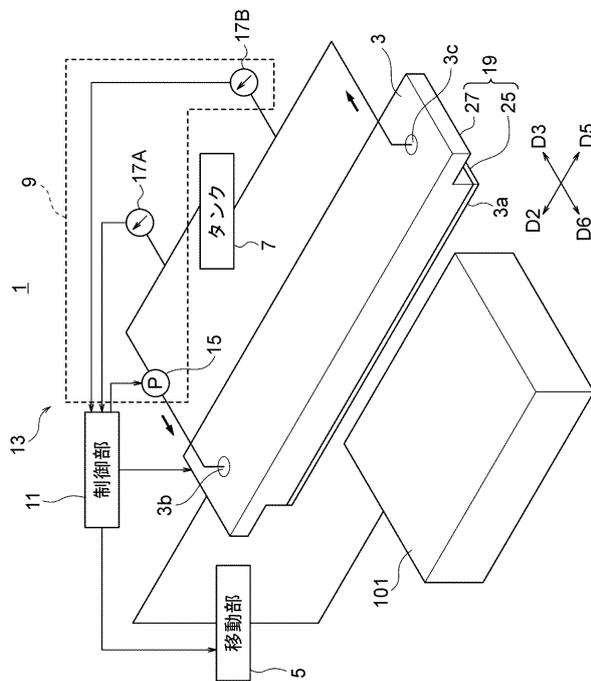
【 要約 】

液体吐出装置は、擬塑性の液体が流れる流路を有している流路部材と、流路内の液体に圧力を付与して流路部材から液滴を吐出させるアクチュエータと、流路内における液体の流

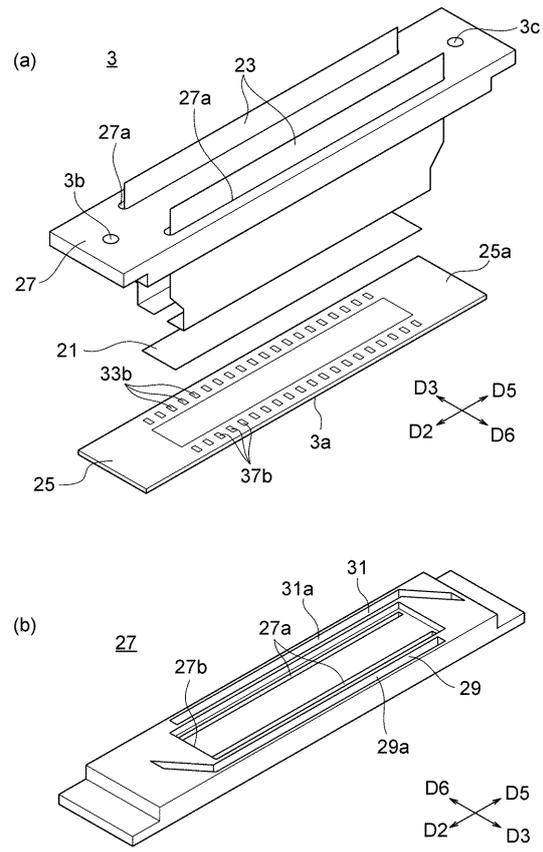
50

量を設定する流量設定部と、を有している。流量設定部は、供給リザーバー、複数の供給マニホールド、複数の供給流路、複数の圧力室、複数の回収流路、複数の回収マニホールド及び回収リザーバーを順に循環する液体の循環流量を所定の目標流量に調整する。流路は、循環流量が目標流量であるときに、供給流路における液体の平均粘度が、供給マニホールドにおける液体の平均粘度の半分以下となる流路形状を有している。

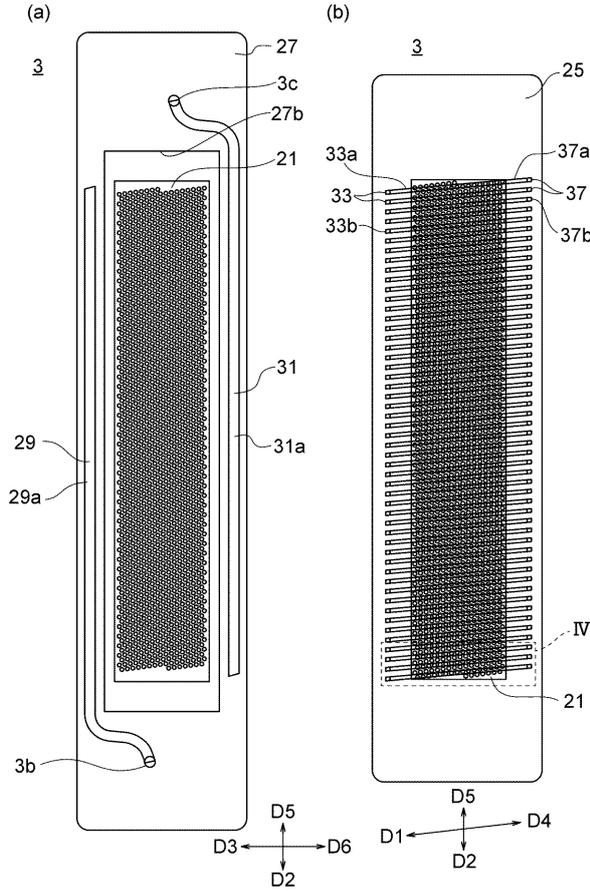
【図1】



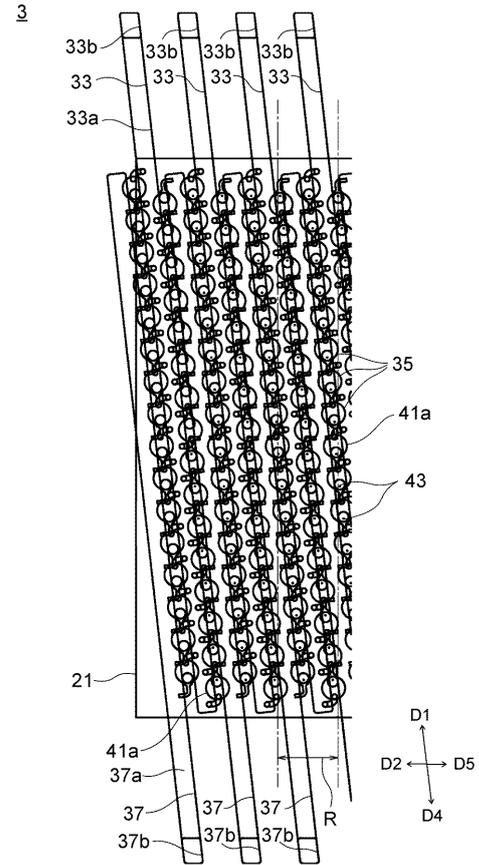
【図2】



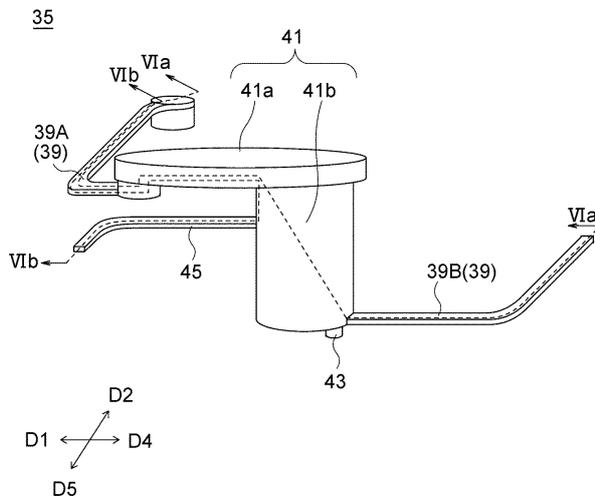
【 図 3 】



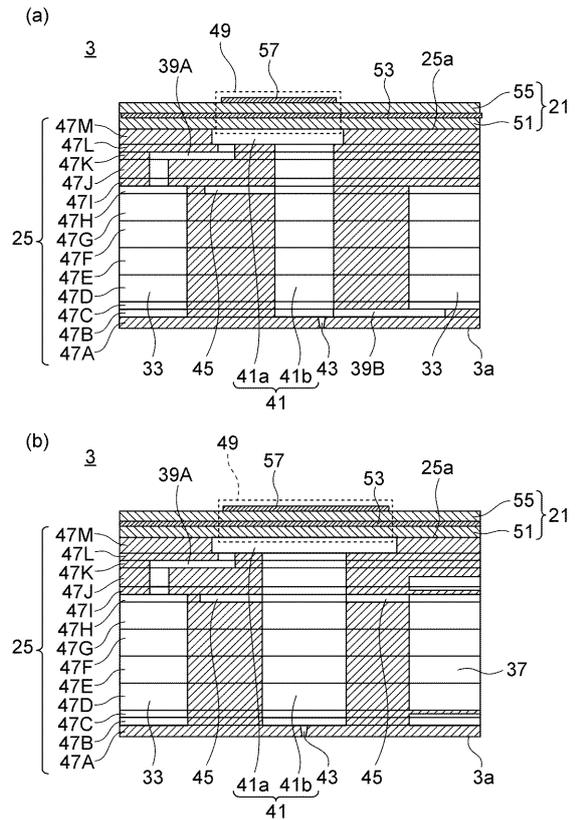
【 図 4 】



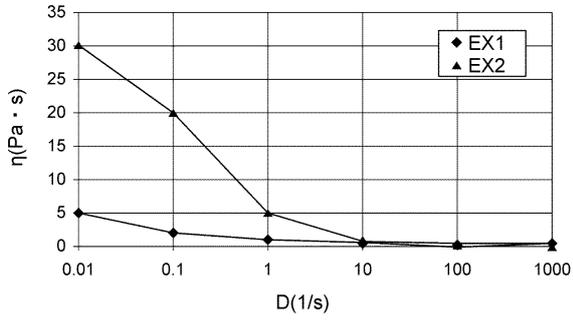
【 図 5 】



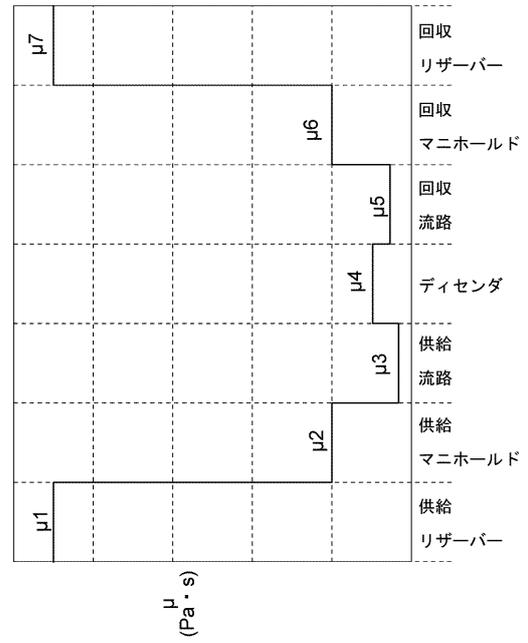
【 図 6 】



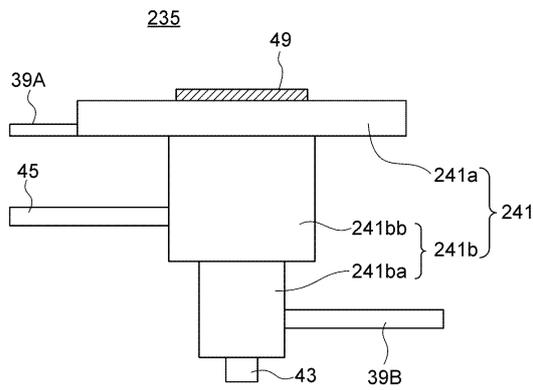
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

審査官 中村 博之

(56)参考文献 特開2019-155909(JP,A)
特開2016-068537(JP,A)
特開2013-014058(JP,A)
特開2018-024873(JP,A)
米国特許第04314263(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B41J 2/01 - 2/14