

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6794159号
(P6794159)

(45) 発行日 令和2年12月2日 (2020.12.2)

(24) 登録日 令和2年11月13日 (2020.11.13)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/14 (2006.01)

B 4 1 J 2/14 6 0 7

B 4 1 J 2/18 (2006.01)

B 4 1 J 2/14 6 0 5

B 4 1 J 2/14 6 0 9

B 4 1 J 2/18

請求項の数 18 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-137371 (P2016-137371)
 (22) 出願日 平成28年7月12日 (2016.7.12)
 (65) 公開番号 特開2018-8391 (P2018-8391A)
 (43) 公開日 平成30年1月18日 (2018.1.18)
 審査請求日 令和1年6月3日 (2019.6.3)

(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
 (74) 代理人 100123788
 弁理士 宮崎 昭夫
 (74) 代理人 100127454
 弁理士 緒方 雅昭
 (72) 発明者 山▲崎▼ 拓郎
 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
 (72) 発明者 中川 喜幸
 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

審査官 亀田 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出ヘッド及び液体吐出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体に吐出のためのエネルギーを与える複数のエネルギー発生素子を備えた記録素子基板と、前記エネルギー発生素子と対向し前記液体を吐出する複数の吐出口を備えた吐出口形成部材と、前記記録素子基板と前記吐出口形成部材との間を延びる複数の第1の隔壁と、を有し、

前記複数の第1の隔壁は、それぞれが一つの前記エネルギー発生素子を備えた複数の圧力室を形成し、

前記複数のエネルギー発生素子は、前記記録素子基板の第1の面に第1の方向に配列されており、前記吐出口の中心を通り前記第1の面と直交し前記第1の方向と平行な前記圧力室の断面において、前記液体の流速が最大値の95%以上となる範囲の前記第1の方向における長さが、前記エネルギー発生素子の前記第1の方向における寸法より大きい、液体吐出ヘッド。

【請求項 2】

前記複数の第1の隔壁は前記第1の面と平行で前記第1の方向と直交する第2の方向に延び、前記第1の隔壁の長さは前記エネルギー発生素子の前記第2の方向における寸法より大きい、請求項 1 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 3】

前記記録素子基板を貫通し、前記圧力室と連通し、前記圧力室に前記液体を供給する複数の第1の連通孔を有し、前記圧力室の流路断面積が前記第1の連通孔の最少の流路断面

10

20

積より小さい、請求項 1 または 2 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 4】

前記複数の第 1 の連通孔は前記第 1 の方向に配列されており、前記複数の第 1 の連通孔の配列間隔は前記複数のエネルギー発生素子の配列間隔より大きい、請求項 3 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 5】

前記第 1 の連通孔を前記圧力室に接続し、前記液体を前記圧力室に供給する液体流路と、前記第 1 の隔壁から前記液体流路に突き出す突起と、を有している、請求項 3 または 4 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 6】

前記第 1 の連通孔を前記圧力室に接続し、前記液体を前記圧力室に供給する液体流路を有し、前記第 1 の面と垂直な方向における前記液体流路の最小高さが前記吐出口の最大径より小さい、請求項 3 または 4 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 7】

前記第 1 の連通孔を前記圧力室に接続し、前記液体を前記圧力室に供給する液体流路を有し、前記第 1 の面と垂直な方向における前記液体流路の高さが前記液体流路に沿った位置によって異なる、請求項 3 または 4 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 8】

前記複数の第 1 の連通孔からなる連通孔列の前記第 1 の方向における中心位置が、前記複数の吐出口からなる吐出口列の前記第 1 の方向における中心位置と、前記第 1 の方向において一致している、請求項 3 から 7 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 9】

前記圧力室に関し前記第 1 の連通孔の反対側に、前記記録素子基板を貫通し、前記圧力室と連通する第 2 の連通孔を有している、請求項 3 から 8 のいずれか 1 項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 10】

液体に吐出のためのエネルギーを与える複数のエネルギー発生素子を備えた記録素子基板と、前記エネルギー発生素子と対向し前記液体を吐出する複数の吐出口を備えた吐出口形成部材と、前記記録素子基板と前記吐出口形成部材との間を延びる複数の第 1 の隔壁と、を有し、

前記複数の第 1 の隔壁は、それぞれが一つの前記エネルギー発生素子を備えた複数の圧力室を形成し、

前記複数のエネルギー発生素子は、前記記録素子基板の第 1 の面に第 1 の方向に配列されており、

前記記録素子基板を貫通し、前記圧力室と連通し、前記圧力室に前記液体を供給する複数の第 1 の連通孔を有し、前記圧力室の流路断面積が前記第 1 の連通孔の最少の流路断面積より小さく、

互いに隣接する前記第 1 の連通孔の間に第 2 の隔壁が設けられている、液体吐出ヘッド。

【請求項 11】

複数の前記第 2 の隔壁が互いに隣接する前記第 1 の連通孔の間に設けられている、請求項 10 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 12】

前記第 2 の隔壁は前記第 1 の隔壁から分離している、請求項 10 または 11 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 13】

前記第 2 の隔壁は前記第 1 の隔壁と一体化されている、請求項 10 または 11 に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 14】

前記圧力室内の液体は当該圧力室の外部との間で循環される、請求項 1 から 13 のい

10

20

30

40

50

れか1項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 1 5】

前記複数のエネルギー発生素子は、発熱して液体を発泡させることで前記液体を吐出する、請求項 1 から 1 4 のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 1 6】

複数の前記記録素子基板を備え、被記録媒体の幅に対応した長さを有する、請求項 1 から 1 5 のいずれか1項に記載の液体吐出ヘッド。

【請求項 1 7】

長手方向を有し、前記複数の記録素子基板は前記長手方向に沿って直線状に配列される、請求項 1 6 に記載の液体吐出ヘッド。

10

【請求項 1 8】

請求項 9 に記載の液体吐出ヘッドと、前記圧力室の液体を前記第 1 の連通孔から前記第 2 の連通孔に向けて循環させる手段と、を有する液体吐出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、液体吐出ヘッドと液体吐出装置に関し、特に圧力室の構成に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、液体吐出ヘッドにおいてさらなる高画質化を求めて、微小液滴を吐出可能な吐出口を高密度に配置し、高速で高画質の印刷を長期間に渡り安定的に実現することが要求されている。また、高速かつ高画質の印刷を実現するため、被記録媒体と同等以上の幅を有する長尺の液体吐出ヘッドが多く採用されている。

20

長尺の液体吐出ヘッドでは、液体の吐出を制御すべき吐出口の数が液体吐出ヘッドの幅に比例して多くなり、印刷解像度や使用する液体の色数に応じて吐出口列の数も増える傾向にある。吐出口から吐出される液体の液滴量や吐出方向のばらつきは、印刷される文字や画像品位の低下につながる。

【0 0 0 3】

特許文献 1 には、1 つの吐出口につき一对の液体供給口が設けられ、一对の液体供給口の間で液体を循環させる液体吐出ヘッドが開示されている。吐出口の近傍の液体は液体の循環により入れ替わるため、吐出口からの液体の揮発による液体の濃縮や吐出口内での液面の変動を抑えることができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】米国特許第 8 3 0 8 2 7 5 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

高画質の文字及び画像を高速で印刷するためには、高周波数で繰り返し吐出される微小液滴が所望の方向に吐出され、被記録媒体の所望の位置に着弾することが必要となる。微小液滴の吐出量を制御するためには、圧力室の体積を小さくすることが有効である。圧力室の体積を小さくすることにより、エネルギー発生素子から加えられる液体の吐出圧力を効率的に吐出口の外へ向かわせ、圧力室の体積により制御された量の液体を吐出口から必要な吐出速度で吐出させることが可能となる。

40

一方で、吐出口からの液体の揮発は、特に最初に吐出する液滴の吐出量と吐出方向の精度に大きく影響する。液体の揮発が進むと吐出口近傍における液体濃度が高くなったり、吐出口内の液面が凹んだりするため、吐出量の減少や不吐出を引き起こすことがある。吐出されても液体が所望の方向に正確に吐出されない場合もある。液体を安定して吐出するためには、吐出口近傍における液体濃度と液面の変化を小さくすることが重要である。

50

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 に記載の液体吐出ヘッドでは、吐出口における液体濃度と液面の安定化のために液体循環機構を設けている。しかし、液体供給口からエネルギー発生素子までの流路が最適化されておらず、流路内で流速分布が不均一となったり、渦が発生したりする場合がある。特に、圧力室内における液体流束のベクトルの乱れは吐出口から吐出される液滴の乱れの原因となり、液滴が小さいほど流束のベクトルの乱れの大きさに応じた吐出方向の精度が悪化する。その結果、吐出口から吐出される液滴の着弾精度が悪化し、印刷される文字や画像の品位の低下につながる可能性がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、圧力室における液体の流速分布がより均一化された液体吐出ヘッド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】

【 0 0 0 8 】

本発明の液体吐出ヘッドは、液体に吐出のためのエネルギーを与える複数のエネルギー発生素子を備えた記録素子基板と、エネルギー発生素子と対向し液体を吐出する複数の吐出口を備えた吐出口形成部材と、記録素子基板と吐出口形成部材との間を延びる複数の第 1 の隔壁と、を有している。複数の第 1 の隔壁は、それぞれが一つのエネルギー発生素子を備えた複数の圧力室を形成している。吐出口の中心を通り第 1 の面と直交し第 1 の方向と平行な圧力室の断面において、液体の流速が最大値の 9 5 % 以上となる範囲の第 1 の方向における長さが、エネルギー発生素子の第 1 の方向における寸法より大きい。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、圧力室における液体の流速分布がより均一化された液体吐出ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の液体吐出ヘッドの一例を示す模式的斜視図である。

【図 2】本発明の第一の実施形態の記録素子基板の概念図である。

【図 3】圧力室のアスペクト比と流速分布の関係を示す図である。

【図 4】圧力室の近傍のインク流と圧力室の流速分布を示す模式図である。

【図 5】圧力室のアスペクト比と等価流路域の関係を示す図である。

【図 6】第一の実施形態の変形例の記録素子基板の概念図である。

【図 7】第一の実施形態の他の変形例の記録素子基板の概念図である。

【図 8】第一の実施形態の他の変形例の記録素子基板の概念図である。

【図 9】第一の実施形態の他の変形例の記録素子基板の概念図である。

【図 10】第一の実施形態の他の変形例の記録素子基板の概念図である。

【図 11】第一の実施形態の他の変形例の記録素子基板の概念図である。

【図 12】本発明の第二の実施形態の記録素子基板の概念図である。

【図 13】本発明の第三の実施形態の記録素子基板の概念図である。

【図 14】図 13 に示す記録素子基板の部分拡大斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照して本発明のいくつかの実施形態を説明する。以下に示す実施形態は本発明の範囲を限定するものではない。本実施形態はインクを吐出する液体吐出ヘッドに関するが、吐出する液体はインクに限定されない。本実施形態はエネルギー発生素子が発生する熱で気泡を発生させて液体を吐出するサーマル方式を用いているが、ピエゾ方式及びその他の各種液体吐出方式も本発明に適用することができる。

本実施形態の液体吐出ヘッドは被記録媒体の幅に対応した長さを有する、所謂ライン型の長尺ヘッドであるが、被記録媒体に対してスキャンを行いながら記録を行う、所謂シリアル型の液体吐出ヘッドも本発明に含まれる。シリアル型の液体吐出ヘッドは、例えばブ

10

20

30

40

50

ラックインク用の記録素子基板と、カラーインク用の記録素子基板とを搭載している。数個の記録素子基板を、隣接する記録素子基板の吐出口が吐出口の配列方向にオーバーラップするように配置することもできる。被記録媒体の幅より短く、被記録媒体に対してスキャンを行いながら記録を行う短尺のラインヘッドも本発明に含まれる。

【0012】

本実施形態の液体吐出ヘッドは、少なくとも4列の吐出口列を有し、各列にインクタンクからCMYK（シアン、マゼンタ、イエロー、ブラック）のインクが個別に供給される。これによって、本実施形態の液体吐出ヘッドはフルカラー印刷が可能である。CMYKの各インクを吐出する吐出口列は、同一の記録素子基板上に形成することもできるし、別々の記録素子基板上に形成することもできる。後者の場合、それぞれの色のインクが吐出する記録素子基板を並べて配置し、一つの液体吐出ヘッドを構成することができる。

10

【0013】

以下の説明において、複数のエネルギー発生素子及び複数の吐出口が配列される方向を第1の方向Wという。複数のエネルギー発生素子が配列される記録素子基板の第1の面と平行で第1の方向Wと直交する方向を第2の方向Dという。第2の方向Dは圧力室におけるインクの流路方向に等しい。第1の面と垂直な方向、すなわち第1の方向Wと第2の方向Dに直交する方向を第3の方向Hという。「幅」「長さ」「高さ」は特に言及のない場合、それぞれ、第1の方向W、第2の方向D、第3の方向Hの寸法を意味する。

【0014】

（第一の実施形態）

20

図1は本発明の液体吐出装置の第一の実施形態に係る液体吐出ヘッド10の模式的な斜視図である。液体吐出ヘッド10はA4サイズの被記録媒体の長辺長さより大きい300mmの印字幅を有しており、1ユニット当たり256～2048個、またはそれ以上の吐出口で構成される複数の記録素子基板を直列に配置することで、1列の吐出口列が形成されている。

液体吐出ヘッド10は少なくとも、記録素子基板2と、フレキシブル配線基板11に電氣的に接続された電気配線基板12と、インクの吐出制御のための電力と信号をそれぞれ供給する電力供給端子13と信号入力端子14と、を有している。電力供給端子13と信号入力端子14は液体吐出装置の印字制御回路（図示せず）と接続されている。インクはインクタンク（図示せず）から、毛細管現象によって、またはポンプによって、液体吐出ヘッド10の圧力室4へ供給される。他の実施形態では、液体吐出ヘッド10の上流側と下流側に2つのインクタンクを設け、一方のインクタンクから他方のインクタンクへインクを流すことにより、インクが圧力室4に供給される。

30

【0015】

図2は、記録素子基板2の一部を拡大して示す模式図である。図2(a)は記録素子基板2の平面図であり、内部の圧力室等を示している。図2(b)は図2(a)のa1-a2線に沿った断面図である。記録素子基板2は第1の面2aと、その反対面である第2の面2bと、を有しており、第1の面2aにインクに吐出のためのエネルギーを与える複数のエネルギー発生素子1を備えている。吐出口形成部材9はエネルギー発生素子1と対向する位置に複数の吐出口3を有している。吐出口3は600dpiの配置密度で配列されている。

40

【0016】

記録素子基板2と吐出口形成部材9との間に、記録素子基板2の長辺に沿って第1の方向Wに延びる2つの側壁8と、記録素子基板2の短辺と平行な方向（第2の方向D）に延びる複数の第1の隔壁7と、が設けられている。2つの側壁8と複数の第1の隔壁7は吐出口形成部材9と一体化され、吐出口形成部材9を記録素子基板2に固定している。記録素子基板2と吐出口形成部材9との間に、それぞれが一つのエネルギー発生素子1を備えた複数の圧力室4が形成されている。圧力室4は、記録素子基板2と、吐出口形成部材9と、互いに隣接する第1の隔壁7と、によって画定される。圧力室4はエネルギー発生素子1を含む空間であり、より広義には、エネルギー発生素子1を駆動した際に圧力が作用

50

する領域である。本実施形態における圧力室 4 の大きさは、第 1 の方向 W においては互いに隣接する第 1 の隔壁 7 の間隔 W_p に等しく、第 2 の方向 D においては第 1 の隔壁 7 の第 2 の方向 D の長さ D_s に等しい。また、圧力室 4 の第 3 の方向 H の大きさは記録素子基板 2 と吐出口形成部材 9 の間隔または側壁 8 の高さ に等しい。第 1 の隔壁 7 の長さ D_s はエネルギー発生素子 1 の第 2 の方向 D における寸法 D_r より大きい。第 1 の隔壁 7 は第 2 の方向 D において、エネルギー発生素子 1 よりも、次に述べる第 1 の連通孔 5 に近接している。この結果、インクは圧力室 4 の入口側の一部を第 2 の方向 D に流れた後に、エネルギー発生素子 1 の近傍に達する。圧力室 4 と第 1 の連通孔 5 の間には、圧力室 4 と第 1 の連通孔 5 に接続され、インクを圧力室 4 に供給する液体流路 6 が形成されている。

【0017】

10

インクを供給する第 1 の連通孔 5 が、記録素子基板 2 を第 1 の面 2 a から第 2 の面 2 b まで貫通して設けられている。圧力室 4 は液体流路 6 を介して第 1 の連通孔 5 に接続されている。液体流路 6 内に、圧力室 4 に異物などが入るのを防ぐ柱状のフィルタ（図示せず）を設置してもよい。但し、圧力室 4 におけるインク流を乱さないようにフィルタの開口は最小限の大きさとし、少なくとも吐出口 3 の直径より小さい寸法とすることが望ましい。

インクタンク（図示せず）に貯蔵されたインクは、記録素子基板 2 の第 2 の面 2 b 側に設けられた共通流路（図示せず）、第 1 の連通孔 5 及び液体流路 6 を介して圧力室 4 に供給される。エネルギー発生素子 1 は、記録素子基板 2 の内部に設けられた電気配線と、記録素子基板 2 の表面に設けられた端子とを介し、電気配線基板 1 2 と電氣的に接続されている。エネルギー発生素子 1 は印字制御回路から入力されるパルス信号に基づいて発熱し、インクを沸騰させる。エネルギー発生素子 1 上でインクが発泡することで圧力室 4 に発泡圧力が生じ、その発泡圧力によってインクが吐出口 3 から第 3 の方向 H に吐出する。インクが吐出した後は、新たなインクが液体流路 6 を介して圧力室 4 に充填される。

20

【0018】

吐出口 3 から一定量のインク液滴が第 3 の方向 H に安定して吐出されるためには、エネルギー発生素子 1 上でインク流速の第 1 の方向 W におけるばらつきが小さく、圧力室 4 内の発泡圧力が少なくともエネルギー発生素子 1 上で均一化されることが望ましい。このためには、圧力室 4 における第 2 の方向 D におけるインク流速が第 1 の方向 W においてより均一であること、あるいはインク流速がゼロであることが望ましい。しかし、高速印刷時には、吐出口 3 からのインク吐出と圧力室 4 へのインク供給が高速で繰り返されるため、インク発泡時におけるエネルギー発生素子 1 上でのインク流速を一定に制御することが難しい。このため、圧力室 4 へのインク再充填時に、インク流速の乱れが発生しやすい。本実施形態では、圧力室 4 の形状を最適化することにより、インク流速の乱れを抑えることが可能となる。

30

【0019】

図 3 は、圧力室 4 の第 1 の方向 W における位置とインクの流速分布の関係を、圧力室 4 のアスペクト比をパラメータとして示している。インクの流速分布は、吐出口 3 の中心を通り第 1 の面 2 a と直交し第 1 の方向 W と平行な圧力室 4 の断面における、圧力室 4 の第 2 の方向 D のインク流速の、第 1 の方向 W での分布である。アスペクト比は、圧力室 4 の高さ H_p に対する、第 1 の方向 W において互いに隣接する第 1 の隔壁 7 の離間距離 W_p の比（ W_p / H_p ）である。圧力室 4 の高さは第 3 の方向 H における圧力室 4 の寸法を意味し、第 3 の方向 H における記録素子基板 2 と吐出口形成部材 9 との間隔または側壁 8 の高さ に等しい。横軸は圧力室 4 の第 1 の方向 W における位置を規準化して示しており、縦軸は第 2 の方向 D におけるインク流速を、最大値を 1 として規準化して示している。圧力室 4 のアスペクト比が大きいほどインクと壁面の間に働く摩擦の影響が大きくなり、その結果、圧力室 4 における流速分布が第 1 の方向 W に均一化される範囲が拡大する。つまり、圧力室 4 で第 1 の方向 W により均一なインク流速分布を得るためには、より高アスペクト比の圧力室 4 が望ましいことが分かる。

40

【0020】

50

図4は、吐出口Aを備えた圧力室4におけるインクの流れを模式的に示している。ここでは吐出口Aの近傍の他の吐出口3からはインクが吐出しないと仮定する。図4(a)は記録素子基板2の平面図であり、吐出口Aからインクが吐出した後に圧力室4に供給されるインクの流れを模式的に示している。図4(b)及び(c)は、図4(a)のb1-b2線に沿った圧力室4の断面におけるインクの第2の方向Dの流速を、第1の方向Wの位置の関数として模式的に示している。図4(b)は圧力室4のアスペクト比が2.0の場合を、図4(c)は4.0の場合を示している。

【0021】

吐出口Aからインクが吐出した後、圧力室4には第1の連通孔5から液体流路6を介してインクが再充填される。図4(a)に示す構成では、圧力室4が第1の隔壁7によって完全に仕切られていないため、吐出口Aと対向する第1の連通孔5だけでなく、その連通孔と隣接する第1の連通孔5からも、吐出口Aを備える圧力室4にインクが再充填される。そのため、圧力室4の入口では複数の第1の連通孔5から流入するインクの混合流が発生している。図4(b)に示す、アスペクト比が小さい圧力室4の場合には、圧力室4におけるインク流速のばらつきが大きく、特にエネルギー発生素子1上で流速分布のばらつきが大きい。一方、図4(c)に示す、アスペクト比が大きい圧力室4の場合には、第1の方向Wのインクの流速分布がより平坦化されており、特にエネルギー発生素子1上で流速分布のばらつきは相対的に小さく、ほぼ均一化されている。このため、隣接するエネルギー発生素子1の発泡圧力の影響が不連続的に発生する場合にも、混合流によるインク流速の時間的ゆらぎが緩和され、圧力室4内のインク流速分布をより均一化することが可能となる。

【0022】

相対的に高アスペクト比の圧力室においては、より大きな壁面抵抗がインクに作用する。圧力室4の大きな壁面抵抗はインク流の整流作用を生じさせ、圧力室4に流入するインクの流速分布をより均一化する。高速印刷時には連続してインク液滴の吐出が行われるため、圧力室4内のインク流速がゼロとなる前に、次のインク液滴が吐出される場合がある。その場合にも、圧力室4のエネルギー発生素子1上で、インクの流速分布が第1の方向Wに均一化された広い領域が確保されるため、インク液滴の吐出速度と吐出方向を安定化させることが可能となる。

図4では、吐出口Aだけからインクが吐出すると仮定しているが、実際には複数の吐出口3からインク液滴が次々に吐出する。隣接する吐出口3からインクが吐出する際の圧力の影響で、圧力室4に供給されるインクの流速分布はさらに乱れ不安定化する。しかし、本実施形態の高アスペクト比の圧力室4では、圧力室4に供給されたインク流が整流され、エネルギー発生素子1上でより均一なインク流速分布が実現される。

【0023】

次に、インク液滴を安定して吐出するために必要となる圧力室4のアスペクト比について、図2の構成を用いて説明する。液体吐出ヘッド10の主要部の寸法は以下のとおりである。

エネルギー発生素子1の長さ D_r : $22\ \mu\text{m}$

エネルギー発生素子1の幅 W_r : $18\ \mu\text{m}$

吐出口3の直径 R : $20\ \mu\text{m}$

圧力室4の幅 W_p : $37.3\ \mu\text{m}$

第1の連通孔5の断面長さ D_h : $19\ \mu\text{m}$

第1の連通孔5の断面幅 W_h : $19\ \mu\text{m}$

液体流路6及び圧力室4の高さ(側壁8の高さ) H_p : $9\ \mu\text{m}$

第1の隔壁7の長さ D_s : $40\ \mu\text{m}$

第1の隔壁7の幅 W_s : $5\ \mu\text{m}$

両側の側壁8の間隔 D_i : $100\ \mu\text{m}$

吐出口形成部材9の厚み : $7\ \mu\text{m}$

インク粘度は $3\ \text{cP}$ 、インク吐出量(一つのインク液滴の大きさ)は $2\ \text{pL}$ とする。

【0024】

インクの安定吐出のためには、エネルギー発生素子1の幅($W_r = 17 \mu m$)上に実質的に均一とみなせるインク流速分布が得られていることが必要となる。

安定吐出のために必要となるインク流速分布の均一性を表す目安値として「等価流速域」を用いる。「等価流速域」は、圧力室4の内部における、図3に示す規準化された流速が0.95以上となる領域の幅と定義する。すなわち、「等価流速域」の長さは吐出口3の中心を通り第1の面2aと直交し第1の方向Wと平行な圧力室4の断面において、インクの流速が最大値の95%以上となる範囲の第1の方向Wにおける長さである。「等価流速域」の長さがエネルギー発生素子1の幅 W_r より大きければ、エネルギー発生素子1上で略均一とみなせるインク流速分布が得られることになる。なお、インク流速分布は、図4(b), (c)に示すように第1の方向Wに関しほぼ対称形と考えられる。よって、「等価流速域」の長さがエネルギー発生素子1の幅 W_r より大きければ、エネルギー発生素子1の全幅で略均一とみなせるインク流速分布が得られる。

10

【0025】

図5は圧力室4のアスペクト比と等価流速域との関係を示している。図2の構成において、エネルギー発生素子1の幅 W_r は $18 \mu m$ 、圧力室4の幅 W_p は $37.3 \mu m$ であるため、安定吐出のために必要となる等価流速域の下限值は $W_r / W_p = 0.48$ である。記録素子基板2の製作工程における公差を考慮し、等価流速域の下限値を $W_r / W_p = 0.50$ とする。図5を参照すると、圧力室4のアスペクト比が4.0以上のとき等価流速域が0.51以上となり、エネルギー発生素子1上で略均一とみなせるインク流速分布が得られる。これより、等価流速域の長さがエネルギー発生素子1の幅 W_r より大きくなるためには、圧力室4のアスペクト比が4以上(4.0以上)であればよいことになる。

20

安定吐出のために必要となる等価流速域はエネルギー発生素子1の幅 W_r により変わり得るが、圧力室4は所望のインク吐出量を得るための最低限の大きさを必要とする。1pLのインク吐出量を得るためには、これに相当する $10 \mu m \times 10 \mu m \times 10 \mu m$ 程度のインク体積を圧力室4に確保することが必要である。上記アスペクト比を考慮すると、圧力室4の高さは $10 \mu m$ 以下であることが望ましい。等価流速域を0.5程度とし、圧力室4のアスペクト比の下限を4.0とすることによって、必要となるエネルギー発生素子1の幅 W_r に対して、インク流速分布が均一化される圧力室4の幅 W_p を設定することが可能となる。このように圧力室4のアスペクト比が4.0以上であれば、圧力室4における液体の流速分布のばらつきが減少し、着弾精度を向上させることができる。尚、流速分布に関しては上記アスペクト比の観点の他に、液体の粘度等の液体の物性や環境温度等のパラメータによっても変動し得る。しかながら流速分布のばらつきに関しては上述したアスペクト比に関する観点が支配的であり、このアスペクト比の影響に比べれば液体の物性や環境温度等のパラメータは実質的に無視できる。

30

【0026】

以下、インク液滴の安定吐出のために、さらに望ましい液体吐出ヘッドの形態について説明する。なお、図6~13は図2と同様の図であり、(a)は記録素子基板2の平面図を、(b)は(a)のa1-a2線に沿った断面図を示している。

【0027】

40

図2に示す液体吐出ヘッド10では、エネルギー発生素子1が600dpiの配置密度で配置され、第1の連通孔5がエネルギー発生素子列の片側に、エネルギー発生素子1に沿って600dpiの配置密度で配置されている。エネルギー発生素子1と第1の連通孔5は等ピッチで同数配置され、かつ、エネルギー発生素子1の中心とこれと対向する第1の連通孔5の中心とを結ぶ直線が第2の方向Dと平行である。複数の第1の連通孔5からなる連通孔列の第1の方向Wにおける中心位置が、複数の圧力室4からなる圧力室列の第1の方向Wにおける中心位置と、第1の方向Wにおいて一致している。これにより、圧力室4に流入するインク流は第2の方向Dの速度成分が多くなり、圧力室4内におけるインク流速分布の乱れを最小限に抑えることができる。

圧力室4の流路断面積(第2の方向Dと直交する断面における流路面積)は第1の連通

50

孔 5 の最少流路断面積（第 3 の方向 H と直交する断面における最少流路面積）より小さい。これによって圧力室 4 のインク流速が第 1 の連通孔 5 のインク流速よりも大きくなるため、圧力室 4 におけるインクの滞留領域が小さくなり、さらにインク流速分布の均一化を図ることができる。本構成は、記録素子基板 2 の製造プロセスの制約や隣接する吐出口 3 間での圧力伝搬の防止のために、インク流路に屈曲部または行き止まり部を設ける場合にも効果的である。

【 0 0 2 8 】

図 6 は本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の変形例を示している。互いに隣接する第 1 の連通孔 5 の間に第 2 の隔壁 107 が設けられている。第 2 の隔壁 107 は第 1 の隔壁 7 と一体化されているが、第 1 の隔壁 7 から分離されていてもよい。図 7 は本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の他の変形例を示している。一体化された第 1 の隔壁 7 と第 2 の隔壁 107（隔壁 207）は 2 つの側壁 8 とともに、第 1 の連通孔 5 及び圧力室 4 を他の第 1 の連通孔 5 及び圧力室 4 から完全に仕切っている。液体流路 6 と圧力室 4 は同じ流路幅 W_p と流路高さ H_p を有しており、いずれもアスペクト比 $W_p / H_p \geq 4$ の条件を満たしている。これらの変形例は、隣接する圧力室 4 でのインク吐出による圧力振動や、第 1 の連通孔 5 からのインク供給量のばらつきが必要な吐出精度に対して問題となる場合に有効である。

【 0 0 2 9 】

図 8 は本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の他の変形例を示している。両側の隔壁 207 から液体流路 6 に突き出す 2 つの突起 18 が設けられている。2 つの突起 18 は好ましくは同じ形状を有し、第 2 の方向 D に関して同じ位置に設けられている。突起 18 はエネルギー発生素子 1 と第 1 の連通孔 5 との間に位置している。突起 18 は圧力室 4 で発生した吐出圧力が第 1 の連通孔 5 に向けて拡散することを抑制する。圧力室 4 はアスペクト比 $W_p / H_p \geq 4$ の条件を満たしている。好ましくは、最も狭い流路幅 W_d となる 2 つの突起 18 間でアスペクト比 $W_d / H_p \geq 4$ が満たされることで、より均一なインク流速分布が実現される。

【 0 0 3 0 】

図 9 は本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の他の変形例を示している。液体流路 6 に段差 21 が形成されており、液体流路 6 の高さが圧力室 4 の入口よりも第 1 の連通孔 5 の近傍で大きくなっている。段差の形状はこれに限定されず、第 3 の方向 H における液体流路 6 の高さが液体流路 6 に沿った 2 以上の位置で互いに異なっていればよい。また、段差の代わりになめらかな曲面が設けられてもよい。図 9 に示す液体流路 6 はより多くのインクを圧力室 4 に供給できるが、インクの流れが乱されやすい。しかし、圧力室 4 がアスペクト比 $W_p / H_p \geq 4$ の条件を満たすことで、エネルギー発生素子 1 上でより均一なインク流速分布が実現される。

【 0 0 3 1 】

図 10 は本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の他の変形例を示している。互いに隣接する第 1 の連通孔 5 の間に 2 つの第 2 の隔壁 307a, 307b が設けられている。第 1 の連通孔 5 の間に設けられる第 2 の隔壁 307a, 307b の数はこれに限定されない。第 2 の隔壁 307a, 307b は第 1 の隔壁 7 から分離しているが、第 1 の隔壁 7 と一体化されていてもよい。吐出口形成部材 9 を第 1 の隔壁 7 と側壁 8 だけでなく、第 2 の隔壁 307a, 307b でも支持することができるため、外力や膨潤に対する吐出口形成部材 9 の変形を抑えることが可能となる。本実施形態でも流路幅 W_p と流路高さ H_p はアスペクト比 $W_p / H_p \geq 4$ の条件を満たしている。

【 0 0 3 2 】

図 11 は本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の他の変形例を示している。第 1 の連通孔 5 の配列間隔はエネルギー発生素子 1 の配列間隔より大きく、1 つの第 1 の連通孔 5 に複数の（本実施形態では 2 つの）圧力室 4 が割り当てられている。本変形例では、第 1 の連通孔 5 を形成するためのプロセス解像度の制限よりも高い解像度（配置密度）で吐出口 3 を形成することが可能となる。第 1 の連通孔 5 から供給されたインクは 2 つの圧力室 4 に斜

10

20

30

40

50

め方向に流入するため、圧力室 4 内のインク流速分布の乱れが発生しやすい。しかし、圧力室 4 のアスペクト比を $W_p / H_p = 4$ とすることで、インク流速分布の均一化を実現できる。

【0033】

以上述べた本実施形態とその変形例に係るライン型の液体吐出ヘッド 10 においては、共通のインクタンクから長尺の液体吐出ヘッド 10 にインクが供給される。このため、インクタンクから第 1 の連通孔 5 までの流路長が第 1 の連通孔 5 によって大きく異なり、第 1 の連通孔 5 に供給されるインク圧力に差が生じやすい。しかし、圧力室 4 のアスペクト比を $W_p / H_p = 4$ とすることで、多数の吐出口 3 を有するライン型の液体吐出ヘッドにおいても、インク流速分布を均一化し、インク液滴の着弾位置のばらつきを抑えることができる。

10

【0034】

(第二の実施形態)

本実施形態の液体吐出ヘッドの基本的な構成は第一の実施形態と同様であり、特徴的な構成についてのみ説明する。

図 12 を参照すると、液体吐出ヘッド 10 は、圧力室 4 に関し第 1 の連通孔 5 の反対側に、記録素子基板 2 を貫通し、圧力室 4 と連通する第 2 の連通孔 205 を有している。エネルギー発生素子 1 は 600 dpi の配置密度で配置されており、エネルギー発生素子 1 の両側に第 1 の連通孔 5 と第 2 の連通孔 205 がそれぞれ 600 dpi の配置密度で配置されている。液体吐出ヘッド 10 は 430 mm の印字幅を有するライン型の液体吐出ヘッドであり、1 ユニット当たり $256 \sim 2048$ 個、またはそれ以上の吐出口 3 で構成される複数の記録素子基板 2 が直列に配置されている。

20

圧力室 4 の第 1 の方向 W における両側には第 1 の隔壁 7 が設けられ、第 1 の方向 W に互いに隣接する第 1 の連通孔 5 間及び第 2 の連通孔 205 間には第 2 の隔壁 107 が設けられている。第 1 の隔壁 7 と第 2 の隔壁 107 は第 1 の連通孔 5 から第 2 の連通孔 205 まで連続するように一体化されているが、分離されていてもよい。本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の主要部の寸法は以下のとおりである。

エネルギー発生素子 1 の長さ D_r : $20 \mu\text{m}$

エネルギー発生素子 1 の幅 W_r : $15 \mu\text{m}$

吐出口 3 の直径 R : $20 \mu\text{m}$

30

圧力室 4 の幅 W_p : $37.3 \mu\text{m}$

連通孔 5 , 205 の断面長さ D_h : $20 \mu\text{m}$

連通孔 5 , 205 の断面幅 W_h : $20 \mu\text{m}$

液体流路 6 及び圧力室 4 の高さ (側壁 8 の高さ) H_p : $8 \mu\text{m}$

隔壁の長さ (隔壁 7 , 107 を合わせた全長) D_s : $140 \mu\text{m}$

隔壁 7 , 107 の幅 W_s : $5 \mu\text{m}$

両側の側壁 8 の間隔 D_i : $160 \mu\text{m}$

吐出口形成部材 9 の厚み : $6 \mu\text{m}$

【0035】

本実施形態の液体吐出ヘッド 10 においては、圧力室 4 のアスペクト比 W_p / H_p を $4 \sim 66$ 以上とすることで等価流速域の下限値を確保することができる。また、圧力室 4 の両側に第 1 の連通孔 5 と第 2 の連通孔 205 が設けられ、圧力室 4 の両側からインクが供給される。このため、吐出口 3 の両側におけるインクの流速分布の対称性が向上し、インクが第 2 の方向 D に沿って安定して流れる。これらの効果によりインク液滴の着弾精度をさらに高めることができる。また、本実施形態の液体吐出ヘッド 10 は双方向からインクが供給されるため、高速駆動が可能である。

40

さらに本実施形態では、液体流路 6 の最小高さが吐出口 3 の最大径よりも小さくされている。このため、仮に液体流路 6 内に異物が発生したり混入したりした場合でも、吐出口 3 の最大径より大きな異物が圧力室 4 に供給されることはなく、吐出口 3 への異物の詰まりによる不吐出を防止し、インク液滴の着弾位置のばらつきを抑えることができる。

50

【 0 0 3 6 】

(第三の実施形態)

本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の基本的な構成は第二の実施形態と同様であり、特徴的な構成についてのみ説明する。

図 1 3 は本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の記録素子基板 2 の構成を示している。本実施形態の液体吐出ヘッド 10 では圧力室 4 内のインクが第 1 の連通孔 105 から第 2 の連通孔 305 に向けて循環する。このため、本実施形態の液体吐出ヘッド 10 を備える液体吐出装置は、圧力室内のインクを圧力室の外部との間で循環する手段を有している。本実施形態では、インクをインクタンクと液体吐出ヘッド 10 との間で循環させているが、液体吐出ヘッド 10 の上流側と下流側に 2 つのタンクを設け、一方のタンクから他方のタンクへインクを流すことで圧力室 4 内のインクを循環させてもよい。

10

本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の主要部の寸法は以下のとおりである。

連通孔の断面長さ D_h : 20 μm

連通孔の幅 W_h : 50 μm

第 1 の隔壁 7 の長さ D_s : 80 μm

第 1 の隔壁 7 の幅 W_s : 5 μm

第 2 の隔壁 307a , 307b , 407a , 407b の長さ D_s : 30 μm

第 2 の隔壁 307a , 307b , 407a , 407b の幅 W_s : 4 μm

両側の側壁 8 の間隔 D_i : 160 μm

【 0 0 3 7 】

20

第 1 の連通孔 105 の間には 2 つの第 2 の隔壁 307a , 307b が設けられ、第 2 の連通孔 305 の間には 2 つの第 2 の隔壁 407a , 407b が設けられている。第 2 の隔壁 307a , 307b , 407a , 407b は第 1 の隔壁 7 から分離しているが、第 1 の隔壁 7 と一体化されていてもよい。吐出口形成部材 9 を第 1 の隔壁 7 と側壁 8 だけでなく、第 2 の隔壁 307a , 307b , 407a , 407b でも支持することができるため、外力や膨潤に対する吐出口形成部材 9 の変形を抑えることが可能となる。

第 1 の連通孔 105 及び第 2 の連通孔 305 の配列間隔はエネルギー発生素子 1 の配列間隔より大きく、1 つの第 1 の連通孔 105 及び 1 つの第 2 の連通孔 305 に複数の (本実施形態では 2 つの) 圧力室 4 が割り当てられている。本実施形態では、第 1 の連通孔 105 及び第 2 の連通孔 305 を形成するためのプロセス解像度の制限よりも高い解像度 (配置密度) で吐出口 3 を形成することが可能となる。第 1 の連通孔 105 及び第 2 の連通孔 305 から供給されたインクは 2 つの圧力室 4 に向かって斜め方向に流入するため、圧力室 4 内におけるインク流速の乱れが発生しやすい。しかし、圧力室 4 のアスペクト比を W_p / H_p 4 とすることで、インクの流速分布の均一化を実現できる。

30

【 0 0 3 8 】

図 1 4 は、本実施形態における液体吐出ヘッド 10 の一部を拡大した斜視図であり、インクが供給、排出される経路を示している。記録素子基板 2 の第 2 の面 2b 側に第 1 の共通流路 15 と第 2 の共通流路 16 が形成されている。第 1 の共通流路 15 と第 2 の共通流路 16 には常にインクが流れている。第 1 の共通流路 15 を流れるインクの一部が第 1 の連通孔 105 を介して圧力室 4 へ供給される。圧力室 4 へ供給されたインクは第 2 の連通孔 305 を介して、第 2 の共通流路 16 に排出される。第 1 の共通流路 15 から第 2 の共通流路 16 へのインクの流れは第 1 の共通流路 15 と第 2 の共通流路 16 の差圧によって得られる。このため、液体吐出ヘッド 10 でインクの吐出が行われている際に、吐出が行われていない圧力室 4 においてもインクの流れが生じ、増粘したインクやインク中の異物が第 2 の共通流路 16 に排出される。従って、圧力室 4 及び吐出口 3 におけるインクの滞留や増粘を抑制することができる。吐出周波数や周囲の吐出口 3 からのインク吐出量に応じ、第 1 の共通流路 15 から第 2 の共通流路 16 にインクが流れる状態と、第 1 の共通流路 15 と第 2 の共通流路 16 の双方から圧力室 4 にインクが供給される状態と、を選択することができる。

40

本実施形態では、インクが循環する流路構成により、インク特性の変化が少ない状態を

50

保つことができ、最初の液滴の吐出から安定した吐出性能を得ることができる。また、増粘したインクが圧力室 4 に滞留しにくいいため、第二の実施形態と同様にインク液滴の着弾位置のばらつきを抑えることができる。

【 0 0 3 9 】

本実施形態の変形例では、バイモルポンプやチューブポンプを用いてインクを循環させることができる。これらのポンプを用いる場合、ポンプ出力に起因するインクの脈動が発生する場合がある。本実施形態では、圧力室 4 がダンパと同様の機能を有しており、圧力室 4 に供給されるインクが壁面抵抗による整流効果を受ける。このため、インクの脈動によるインク流速の時間的な変動を低減することができる。その結果、ポンプ出力によるインクの脈動流に起因するインク流速のゆらぎを小さくすることが可能であり、インク液滴の着弾位置の時間的なばらつきを抑えることができる。

10

さらに、液体吐出装置の稼働開始時などインク循環の開始時に、吐出口 3 からの揮発で粘度が高くなったインクを循環させ、圧力室のほぼ全域を流速分布が均一化されたインク流で置換することができる。このため、インク液滴が安定的に吐出されるまでの所要時間を短くすることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

(第四の実施形態)

本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の基本的な構成は第三の実施形態と同様であり、特徴的な構成についてののみ、図 13 を用いて説明する。

エネルギー発生素子 1 は 1 2 0 0 d p i の配列密度で配置されている。

20

本実施形態の液体吐出ヘッド 10 の主要部の寸法は以下のとおりである。

エネルギー発生素子 1 の長さ D_r : 1 8 μm

エネルギー発生素子 1 の幅 W_r : 1 0 μm

吐出口 3 の直径 R : 1 5 μm

圧力室 4 の幅 W_p : 1 7 . 7 μm

連通孔 1 0 5 , 3 0 5 の断面長さ D_h : 2 0 μm

連通孔 1 0 5 , 3 0 5 の幅 W_h : 3 0 μm

液体流路 6 及び圧力室 4 の高さ (側壁 8 の高さ) H_p : 3 . 5 μm

第 1 の隔壁 7 の長さ D_s : 7 0 μm

第 1 の隔壁 7 の幅 W_s : 3 . 5 μm

30

第 2 の隔壁 3 0 7 a , 3 0 7 b , 4 0 7 a , 4 0 7 b の長さ D_s : 3 0 μm

第 2 の隔壁 3 0 7 a , 3 0 7 b , 4 0 7 a , 4 0 7 b の幅 W_s : 3 . 5 μm

両側の側壁 8 の間隔 D_i : 1 5 0 μm

吐出口形成部材 9 の厚み : 4 μm

インク粘度は 2 c P で、インク吐出量は 1 p L としている。

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、等価流速域の下限值は $W_r / W_p = 0 . 5 6$ である。図 5 を参照すると、圧力室 4 のアスペクト比が 5 . 0 以上のとき等価流速域が 0 . 5 7 以上となり、エネルギー発生素子 1 上で略均一とみなせるインク流速分布が得られる。その結果、インク液滴の着弾位置のばらつきを抑えることができる。

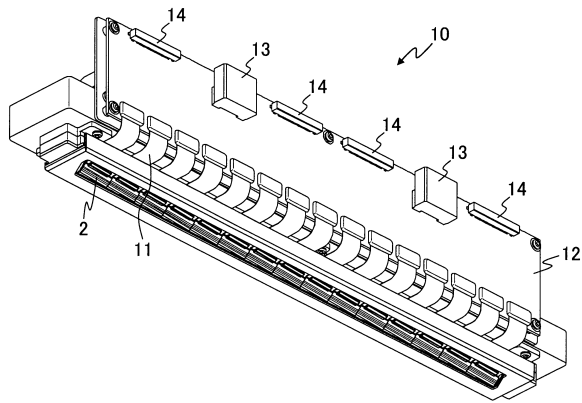
40

【 符号の説明 】

【 0 0 4 2 】

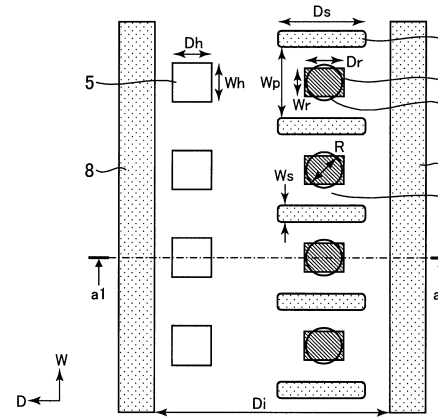
- 1 エネルギー発生素子
- 2 記録素子基板
- 3 吐出口
- 4 圧力室
- 7 第 1 の隔壁
- 9 吐出口形成部材

【図 1】

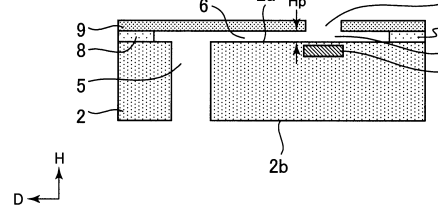


【図 2】

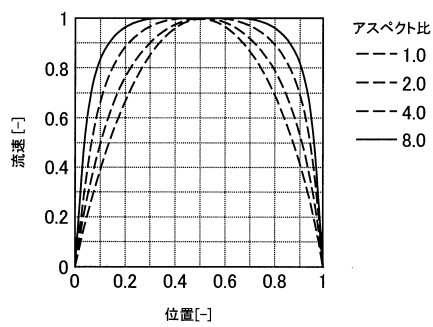
(a)



(b)

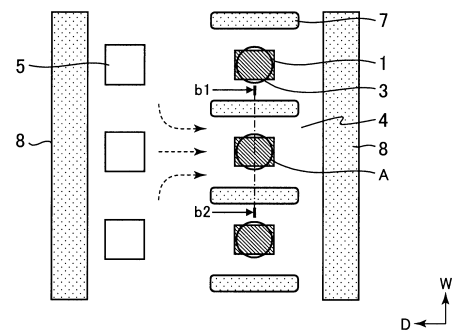


【図 3】

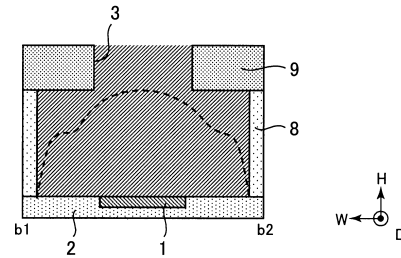


【図 4】

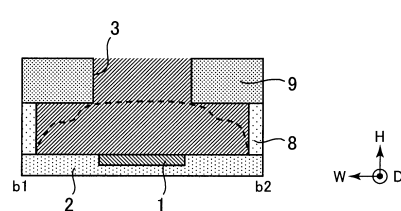
(a)



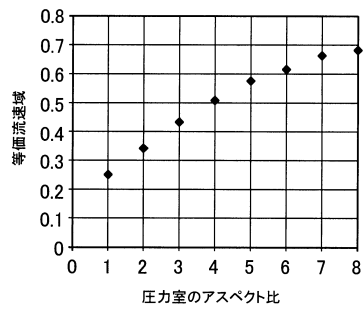
(b)



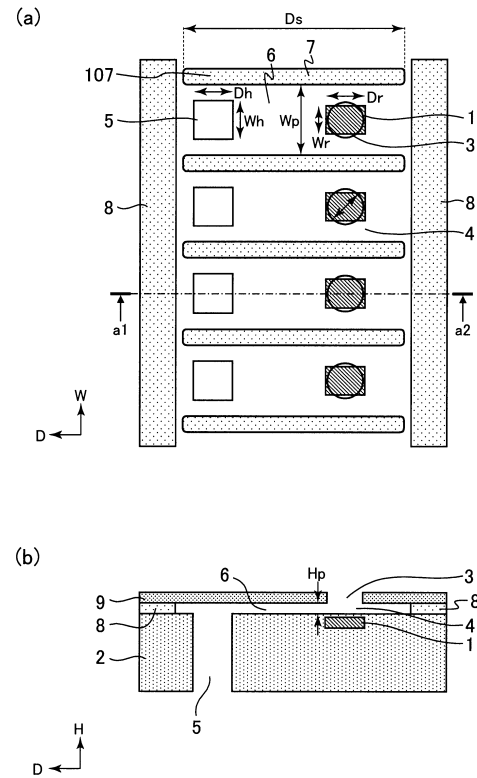
(c)



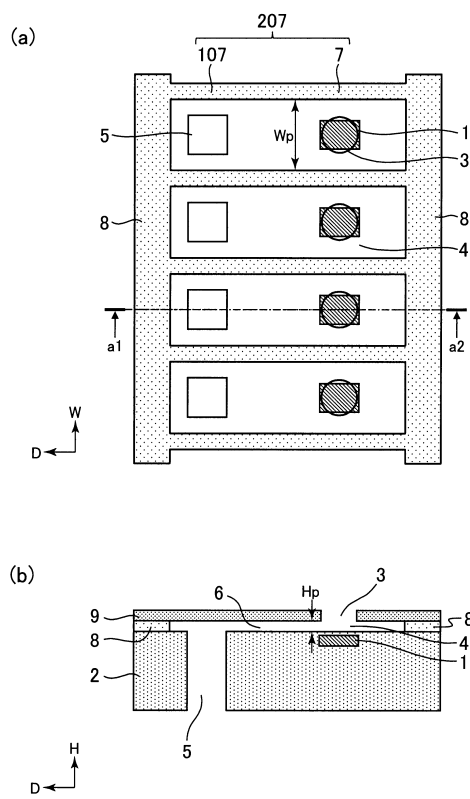
【図 5】



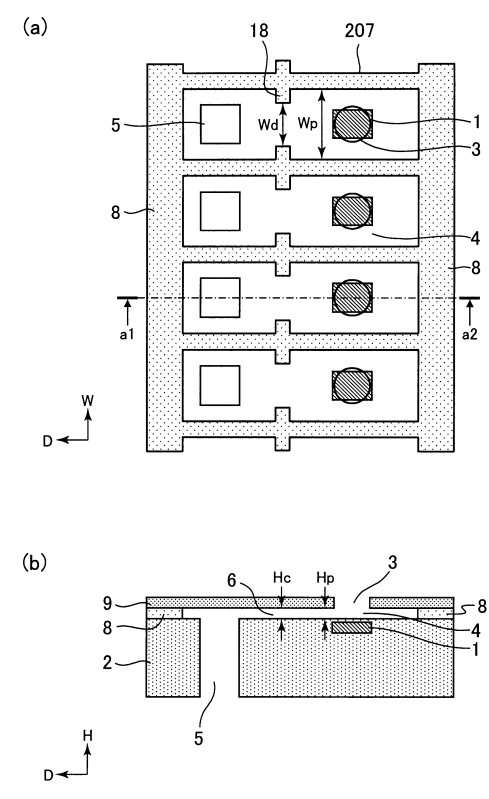
【図 6】



【図 7】

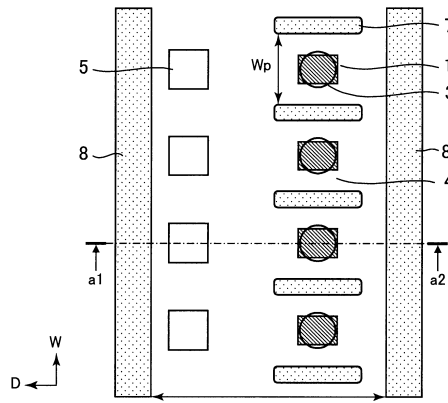


【図 8】

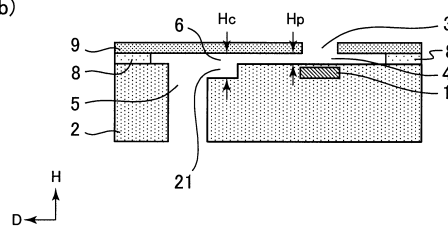


【図 9】

(a)

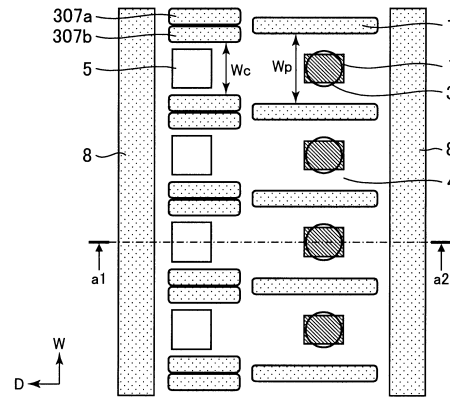


(b)

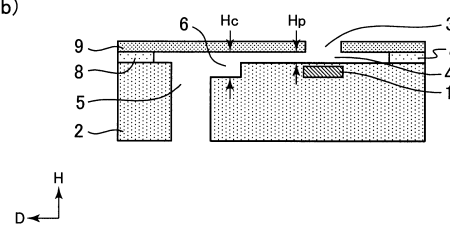


【図 10】

(a)

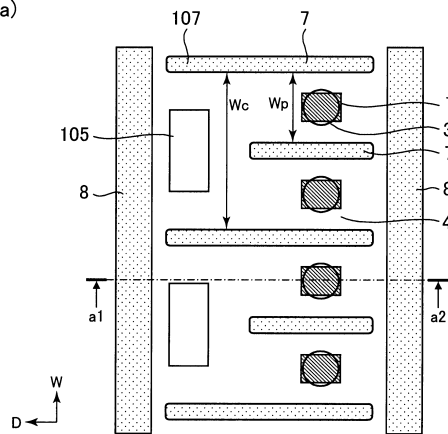


(b)

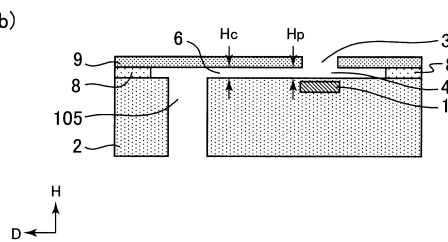


【図 11】

(a)

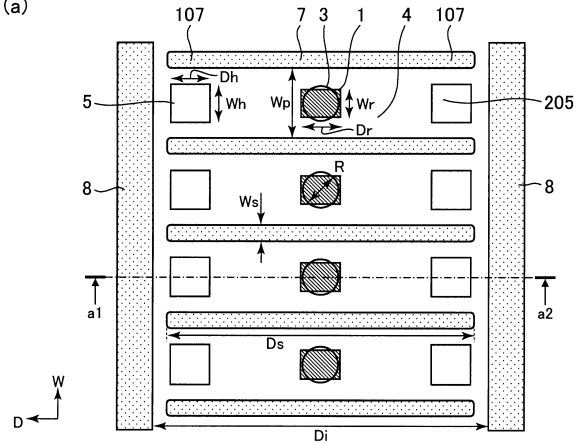


(b)

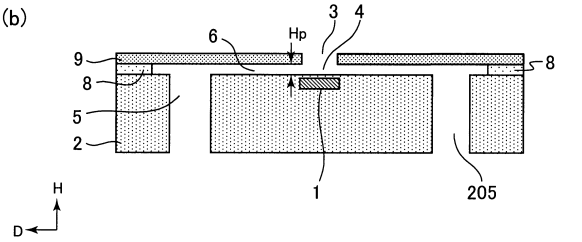


【図 12】

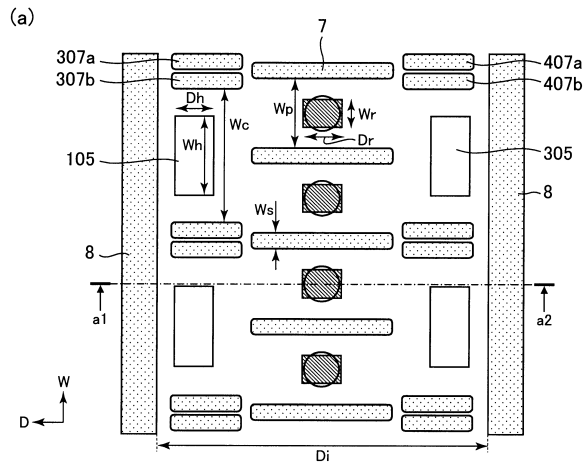
(a)



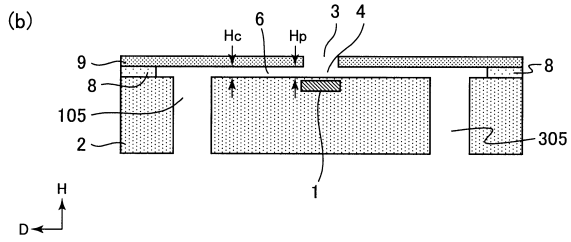
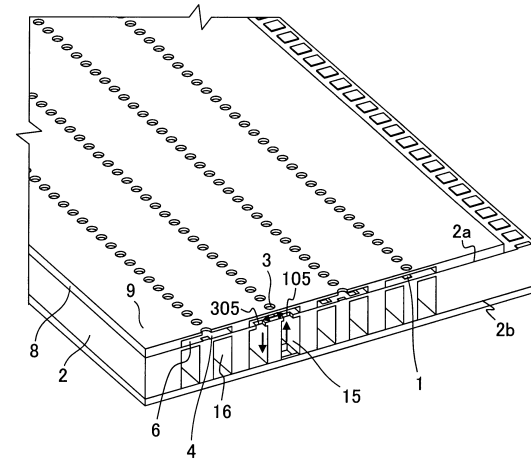
(b)



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 9 1 5 0 0 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 0 6 5 2 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 0 0 6 4 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 4 2 3 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 6 7 3 2 4 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 0 9 8 8 9 5 (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