

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6341868号
(P6341868)

(45) 発行日 平成30年6月13日 (2018. 6. 13)

(24) 登録日 平成30年5月25日 (2018. 5. 25)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/14 (2006. 01)

B 4 1 J 2/14 6 0 1

B 4 1 J 2/045 (2006. 01)

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 2/14 3 0 5

B 4 1 J 2/14 6 0 7

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-26597 (P2015-26597)
 (22) 出願日 平成27年2月13日 (2015. 2. 13)
 (65) 公開番号 特開2015-160436 (P2015-160436A)
 (43) 公開日 平成27年9月7日 (2015. 9. 7)
 審査請求日 平成30年2月7日 (2018. 2. 7)
 (31) 優先権主張番号 14/192, 113
 (32) 優先日 平成26年2月27日 (2014. 2. 27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 596170170
 ゼロックス コーポレイション
 XEROX CORPORATION
 アメリカ合衆国、コネチカット州 068
 56、ノーウォーク、ビーオーボックス
 4505、グローバー・アヴェニュー 4
 5
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 ピーター・ジェイ・ニストロム
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 145
 80 ウェブスター グレンウッド・ドラ
 イブ 62

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単一の噴射吐出システムを駆動する複数の薄膜圧電要素

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のアクチュエータシステムを含む印刷ヘッドであって、

各アクチュエータシステムは、

横方向に間隔を開けて配置される複数の駆動電極であって、各駆動電極が、横方向に間隔を開けて配置され、隙間によって、隣接する駆動電極から電気的に分離されている、複数の駆動電極と、

複数の隔膜であって、間隔を開けて横方向に配置される前記複数の駆動電極の各駆動電極が、複数の隔膜のうちの1枚の隔膜と一意的に対を成す、複数の隔膜と、

前記複数の隔膜、および前記複数の隔膜と物理的に接触する本体チャンバ内の複数のノードにより部分的に画定され、印刷中はインクで満たされるよう構成される本体チャンバと、

複数のノズルを含む開口プレートと、

を含み、

前記複数の隔膜と横方向に間隔を開けて配置される前記複数の駆動電極は、前記複数のノズルの中の1つのノズルのみからインクを吐出させるように構成されており、

横方向に間隔を開けて配置される前記複数の駆動電極は、前記開口プレートの主要な面に平行な方向に横方向に間隔を開けて配置されており、

各アクチュエータシステムが、静電アクチュエータを含み、

各静電アクチュエータシステムが、前記複数の隔膜を覆う基板をさらに含み、

10

20

前記複数の駆動電極の各駆動電極が、前記基板の上に形成され、
アクチュエータの空気チャンバにより、各駆動電極がそれと対を成す隔膜から隔てられ
て、印刷中に前記隔膜がそれと対を成す駆動電極に向けて歪むよう構成されるようにする

、

印刷ヘッド。

【請求項 2】

各本体チャンバが、平面視において、
全長寸法と

幅寸法と、をさらに含み、前記全長寸法を前記幅寸法で除算した値、および前記幅寸法
を前記全長寸法で除算した値のうちの少なくとも一方が、1.0 から 2.0 の間である、
請求項 1 に記載の印刷ヘッド。

10

【請求項 3】

約 1.0 μm から約 10.0 μm の間の厚さを有し、前記複数の隔膜を形成する連続隔
膜層をさらに含む請求項 2 に記載の印刷ヘッド。

【請求項 4】

前記複数のアクチュエータシステムの各アクチュエータシステムの横方向に間隔を開け
て配置される各駆動電極が、個々にアドレス指定可能な、請求項 1 に記載の印刷ヘッド。

【請求項 5】

各駆動電極は個々にアドレス指定可能であり、前記印刷ヘッドが、

前記複数の隔膜のうちの第 1 の数の隔膜を選択的に歪ませて、第 1 の体積および第 1 の
速度のうちの少なくとも一方を有する第 1 のインク滴を前記ノズルから吐出し、

20

前記複数の隔膜のうちの前記第 1 の数より大きな第 2 の数の隔膜を選択的に歪ませて、
前記第 1 の体積より大きな第 2 の体積および前記第 1 の速度より速い第 2 の速度のうちの
少なくとも一方を有する第 2 のインク滴を吐出させるよう構成される、請求項 1 に記載の
印刷ヘッド。

【請求項 6】

複数のアクチュエータシステムを含む印刷ヘッドであって、

各アクチュエータシステムは、

横方向に間隔を開けて配置される複数の駆動電極であって、各駆動電極が、横方向に間
隔を開けて配置され、隙間によって、隣接する駆動電極から電氣的に分離されている、複
数の駆動電極と、

30

複数の隔膜であって、間隔を開けて横方向に配置される前記複数の駆動電極の各駆動電
極が、複数の隔膜のうちの 1 枚の隔膜と一意的に対を成す、複数の隔膜と、

前記複数の隔膜、および前記複数の隔膜と物理的に接触する本体チャンバ内の複数のノ
ードにより部分的に画定され、印刷中はインクで満たされるよう構成される本体チャンバ
と、

複数のノズルを含む開口プレートと、

を含み、

前記複数の隔膜と横方向に間隔を開けて配置される前記複数の駆動電極は、前記複数の
ノズルの中の 1 つのノズルのみからインクを吐出させるように構成されており、

40

横方向に間隔を開けて配置される前記複数の駆動電極は、前記開口プレートの主要な面
に平行な方向に横方向に間隔を開けて配置されており、

前記複数の隔膜を形成する連続隔膜層と、

前記隔膜と物理的に接触する、前記本体チャンバ内の複数のノードの各ノードの第 1 の
端と、

下部印刷ヘッド層によって支持されていない、前記複数のノードの各ノードの第 2 の端
と、をさらに含む印刷ヘッド。

【請求項 7】

複数のアクチュエータシステムを含む少なくとも 1 つの印刷ヘッドであって、各アクチ
ュエータシステムが、

50

横方向に間隔を開けて配置される複数の駆動電極であって、各駆動電極が、横方向に間隔を開けて配置され、隙間によって、隣接する駆動電極から電氣的に分離されている、複数の駆動電極と、

複数の隔膜であって、間隔を開けて横方向に配置される前記複数の駆動電極の各駆動電極が、複数の隔膜のうちの１枚の隔膜と一意的に対を成す、複数の隔膜と、

前記複数の隔膜、および前記複数の隔膜と物理的に接触する本体チャンバ内の複数のノードにより部分的に画定され、印刷中はインクで満たされるよう構成される本体チャンバと、

複数のノズルを含む開口プレートと、

を含み、

前記複数の隔膜と横方向に間隔を開けて配置される前記複数の駆動電極は、前記複数のノズルの中の１つのノズルのみからインクを吐出させるように構成されており、

横方向に間隔を開けて配置される前記複数の駆動電極は、前記開口プレートの主要な面に平行な方向に横方向に間隔を開けて配置されている、印刷ヘッドと、

前記印刷ヘッドを収納するプリンタ筐体と、

を含み、

各アクチュエータシステムが、静電アクチュエータを含み、

各静電アクチュエータシステムが、前記複数の隔膜を覆う基板をさらに含み、

前記複数の駆動電極の各駆動電極が、前記基板の上に形成され、

アクチュエータの空気チャンバにより、各駆動電極がそれと対を成す隔膜から隔てられて、印刷中に前記隔膜がそれと対を成す駆動電極に向けて歪むよう構成されるようにする

ン

プリンタ。

【請求項 8】

各本体チャンバが、平面視において、

全長寸法と

幅寸法と、をさらに含み、前記全長寸法を前記幅寸法で除算した値、および前記幅寸法を前記全長寸法で除算した値のうちの少なくとも一方が、１．０から２．０の間である、請求項 7 に記載のプリンタ。

【請求項 9】

約 １．０ μm から約 １０．０ μm の間の厚さを有し、前記複数の隔膜を形成する連続隔膜層をさらに含む請求項 8 に記載のプリンタ。

【請求項 10】

前記複数のアクチュエータシステムの各アクチュエータシステムの横方向に間隔を開けて配置される各駆動電極が、個々にアドレス指定可能な、請求項 7 に記載のプリンタ。

【請求項 11】

各駆動電極は個々にアドレス指定可能であり、前記印刷ヘッドが、

前記複数の隔膜のうちの第 1 の数の隔膜を選択的に歪ませて、第 1 の体積および第 1 の速度のうちの少なくとも一方を有する第 1 のインク滴を前記ノズルから吐出し、

前記複数の隔膜のうちの前記第 1 の数より大きな第 2 の数の隔膜を選択的に歪ませて、前記第 1 の体積より大きな第 2 の体積および前記第 1 の速度より速い第 2 の速度のうちの少なくとも一方を有する第 2 のインク滴を吐出させるよう構成される、請求項 7 に記載のプリンタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本教示はインクジェット印刷装置の分野に関し、より具体的には、高密度のインクジェット印刷ヘッド、および高密度のインクジェット印刷ヘッドを含むプリンタに関する方法および構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

印刷業界では、ドロップ・オン・デマンドのインクジェット技術が広く使用されている。ドロップ・オン・デマンドのインクジェット技術を用いたプリンタでは、サーマル技術、静電技術、または圧電技術を使用可能である。

【0003】

圧電インクジェット印刷ヘッドは、インクで満たされた本体チャンバを覆う圧電要素（すなわち、トランスデューサ、PZT、またはアクチュエータ）のアレイを含む。一般に、圧電インクジェット印刷ヘッドは、可撓性の隔膜すなわち薄膜をさらに含むことができ、その隔膜には圧電要素のアレイが取り付けられている。一般に電源と電気接続した上端電極に電気を通して、圧電要素に電圧をかけると、その圧電要素が曲がり、すなわち歪み、隔膜を屈曲させる。これにより、一定量のインクがチャンバからノズルすなわち噴射口を通して放出される。さらに、この屈曲により、別のインクがメインのインク容器から開口を通してチャンバ内に引き込まれ、放出されたインクと入れ替わる。

【0004】

静電吐出では、静電アクチュエータが基板組立体の上に形成され、これらの各静電アクチュエータは、一般に、可撓性の隔膜すなわち薄膜と、インクで満たされたインクチャンバと、空気で満たされた空気チャンバとを含み、インクチャンバが開口プレートと薄膜の間に配置され、空気チャンバがアクチュエータの薄膜と基板組立体の間に配置されている。静電アクチュエータは、基板組立体の上に形成されたアクチュエータの上端電極をさらに含む。電圧をかけてアクチュエータの上端電極を起動させると、薄膜が電界により上端電極に向けて引き寄せられ、この薄膜が弛緩状態から屈曲状態になり、これにより、インクチャンバの容積が増加し、インクがインク供給部すなわち容器からインクチャンバ内に引き込まれる。電圧を止めてアクチュエータの上端電極の起動を停止させると、薄膜が弛緩しインクチャンバ内の容積が減少し、開口プレート内のノズルからインクが吐出される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

いくつかの印刷ヘッドは、2～4mil（50～100μm）の厚さのバルク圧電材料、および20ミクロン以上の厚のステンレス鋼の隔膜を使用している。これらの印刷ヘッドの隔膜は本体チャンバを覆い、この本体チャンバの形状は正方形または台形でよく、一辺当たり約400～800ミクロンのチャンバ寸法を有する。一般に、これらのシステムは全長と幅の比率が1.0から1.5の間の低い縦横比の本体チャンバを有する。その他の薄膜圧電システムの中には、約1.0～5.0ミクロンの厚さ、または1.0～3.0ミクロンの厚さの非常に薄い隔膜を使用するものもある。この薄い隔膜材料が高い可撓性を有するため、薄膜の圧電システムの本体チャンバは、高い縦横比を有する長く薄い長方形の形状に設計され、この本体チャンバを覆う隔膜の振動モードを制御する。例えば、各本体チャンバは、100ミクロン未満の幅と、600ミクロンより長い全長と、を有することができる。これらの設計には、各本体チャンバの上に配置される上端電極を組み込むことができ、この上端電極も同じく長く薄い。薄膜の圧電材料により、上端電極は下端電極から隔てられている。薄い隔膜材料を用いて正方形または台形の本体チャンバを形成することにより、インクがノズルから吐出されるとき、隔膜が余剰な振幅で歪み、すなわち、好ましくない振動モードとなり、インクの噴射を簡単に制御できなくなってしまう。高い縦横比の本体チャンバを使用する薄膜の装置は、通常、非常に狭い間隔で配置されたノズルのアレイを有する。ノズルが非常に狭い間隔で配置されている場合は、大抵の場合、流体経路はシリコン構造および微細加工法を用いて作られるが、これらのシリコン構造および微細加工法は、非常に大きな容積を作るには費用効率が良いが、小さな容積を作るには費用効率があまり良くはない。よりコストの安い加工法が可能な、ノズルの間隔を開けた、高密度の印刷ヘッドの設計を用いて加工可能な薄膜の圧電駆動システムが所望され

10

20

30

40

50

る。

【課題を解決するための手段】

【0006】

次に、本教示の1つ以上の実施形態のうちのいくつかの様態の基本的な理解を得るために、簡略化した概要を提示する。この概要は包括的な全体像ではなく、また本教示の主要すなわち重要な要素を識別することや、本開示の範囲を示すことを意図するものでもない。むしろ、この概要の主な目的は、簡略化した形で1つ以上の概念を後述する詳細な説明への前置きとして提示しているに過ぎない。

【0007】

本開示の実施形態には、複数のアクチュエータシステムが含まれ得、各アクチュエータシステムは、間隔を開けて配置される複数の駆動電極と、間隔を開けて配置される複数の駆動電極の各駆動電極が、複数の隔膜のうちの1枚の隔膜と一意的に対を成す複数の隔膜と、複数の隔膜およびこれらの複数の隔膜と物理的に接触する本体チャンバ内の複数のノードにより部分的に画定され、印刷中はインクで満たされるよう構成される本体チャンバと、ノズルであって、複数の隔膜の各隔膜がこのノズルを通してインクを吐出させるよう構成されるノズルと、を含む。

【0008】

別の実施形態には、少なくとも1つの印刷ヘッドを有するプリンタが含まれ得、これらの印刷ヘッドは複数のアクチュエータシステムを含み、各アクチュエータシステムは、間隔を開けて配置される複数の駆動電極と、間隔を開けて配置される複数の駆動電極の各駆動電極が複数の隔膜のうちの1枚の隔膜と一意的に対を成す複数の隔膜と、複数の隔膜およびこれらの複数の隔膜と物理的に接触する本体チャンバ内の複数のノードにより部分的に画定され、印刷中はインクで満たされるよう構成される本体チャンバと、ノズルであって、複数の隔膜の各隔膜がこのノズルを介してインクを吐出させるよう構成されるノズルと、を含む。このプリンタは、印刷ヘッドを収納するプリンタ筐体をさらに含むことができる。

【0009】

別の実施形態には、インクを印刷する方法が含まれ得、この方法には、第1のアクチュエータシステムの第2の駆動電極は非起動のままにして、アクチュエータシステムのアレイの一部である第1のアクチュエータシステムの第1の駆動電極を起動させて、アクチュエータシステムの第1の駆動電極と一意的に対を成す第1の隔膜を歪ませて、第1の体積および第1の速度のうちの少なくとも一方を有する第1のインク滴を開口プレート内のノズルから吐出させるステップと、第1のアクチュエータシステムの第2の駆動電極を起動させて、アクチュエータシステムの第2の駆動電極と一意的に対を成す第2の隔膜を歪ませ、同時に第1の駆動電極を起動させて第2の体積、第2の速度、および開口プレート内のノズルからの第2の方向性のうちの少なくとも1つを有する第2のインク滴を吐出させるステップであって、第2の体積、第2の速度、第2の方向性のうちの少なくとも1つは、第1の体積、第1の速度、および第1の方向性のうちの少なくとも1つとは異なる、ステップと、が含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

本明細書に組み込まれその一部を構成する添付図面は、本教示の実施形態を示し、本明細書と共に本開示の原理を説明する役割を果たしている。

【0011】

【図1】図1は、本教示の実施形態による、印刷ヘッドのアクチュエータシステムのアレイの一部を示す平面図である。

【図2】図2は、本教示の実施形態による、印刷ヘッドのアクチュエータシステムのアレイの一部を示す断面図である。

【図3】図3は、本教示の実施形態による、アクチュエータシステムを示す平面図である。

10

20

30

40

50

【図４】図４は、本教示の実施形態による、別のアクチュエータシステムを示す平面図である。

【図５】図５は、本教示の別の実施形態による、アクチュエータシステムの実施形態を示す断面図である。

【図６】図６は、本教示の別の実施形態による、アクチュエータシステムの実施形態を示す断面図である。

【図７】図７は、本教示の別の実施形態による、アクチュエータシステムの実施形態を示す断面図である。

【図８】図８は、本教示の実施形態による、印刷ヘッドを含むプリンタの透視図である。

【００１２】

なお、これらの図面のいくつかの詳細は簡略化され、構造の正確さ、詳細、および縮尺を厳格に維持するよりもむしろ本教示の理解を容易にするよう描かれている。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

次に、本教示の例示的な実施形態を詳細に参照するが、これらの実施形態の例は、添付図面に示されており、可能な場合は常に、図面全体を通して、同じ参照符号を用いて同じ部品または同様の部品を指す。

【００１４】

本明細書で使用されている用語「プリンタ」は、別段の定めがない限り、デジタル複写機、製本機、ファクシミリ、多機能装置、積層造形装置（例えば、３Ｄプリンタ）、静電写真装置などのあらゆる目的で印刷出力機能を実行する全ての装置を包含する。

【００１５】

本教示の実施形態には、動作中はインクで満たされる本体チャンバを覆う薄い隔膜を用いた、インクジェットのアクチュエータのアレイの形成が含まれ得る。ある実施形態では、この隔膜は１ミクロン～１０ミクロンの厚さ、あるいは１ミクロン以下の厚さでよい。アクチュエータのアレイ内の各アクチュエータシステム、および各イジェクタの本体チャンバは、従来の薄い隔膜の設計による長く薄い長方形の形状よりは、むしろ正方形または台形の形状あるいはその他の形状で形成することができる。さらに、噴射口ごとの各アクチュエータシステムは、複数（２つ以上）の薄膜の駆動要素（上端電極、駆動電極、上端プレート、または上端電極部）を含むことができる。実施形態では、アクチュエータシステムに関する複数の上端電極部の各上端電極部と一緒に電気接続させて、アクチュエータのアレイに対して共通の、上端プレートに関して１つの電気相互接続、および下端プレート（下端電極）に関して１の電気相互接続だけが、各アクチュエータシステムを個々にアドレス指定する必要があるようにすることができる。別の実施形態では、例えば、様々なインク滴のサイズの形成、または同じ噴射口からのインク滴の速度の変更を可能にするために、アクチュエータシステムに関する複数の上端電極部はそれぞれ独自で個々にアドレス指定可能である。実施形態は圧電アクチュエータおよび静電アクチュエータの両方を包含する。

【００１６】

図１は、本教示の実施形態による、圧電アクチュエータのレイアウト１０の一部のレイアウトを示す概略平面図であり、図２は、圧電アクチュエータのレイアウト１０の一部のレイアウトを示す概略断面図である。図１には、８個の圧電アクチュエータシステム１２が示され、これらの圧電アクチュエータシステム１２は、開口プレート１６内の８個のノズル１４のうちの１つから個々にインクを吐出させるよう構成されるが、アクチュエータのアレイには、数百または数千のアクチュエータシステム１２が含まれ得ることは理解されよう。

【００１７】

各アクチュエータシステム１２は、２枚以上の隔膜１８Ａ～１８Ｃと、間隔を開けて配置された２つ以上の上端電極部２０Ａ～２０Ｃと、間隔を開けて配置された２つ以上の薄膜圧電部２２Ａ～２２Ｃと、をさらに含むことができる。図示される通り、圧電部２２の

10

20

30

40

50

うちの1つにより、各上端電極部20はそれと対を成す隔膜18から隔てられている。各上端電極部20を、その上端電極部20と対を成す隔膜18だけを作動させるよう設計することができる。図2に示される通り、複数のアクチュエータシステム12に関する隔膜18は、同じ連続隔膜層21から形成される。しかし、少なくとも一対の構造体ノード（振動ノード）24が、隔膜18と物理的に接触し、この連続隔膜層21を個々の機能的に分離された隔膜18に分割することにより、断面において各分離隔膜18が画定される。さらに、実施形態では、アクチュエータ12に関する構造体ノード24は、アクチュエータ12に関する本体チャンバ25を少なくとも部分的に画定することもできる。この本体チャンバ25は、隔膜層21により、少なくとも部分的にさらに画定され得る。

【0018】

単一のアクチュエータシステム12に関する本体チャンバ25の個々の部分は端どうしで接続され、これにより、単一のアクチュエータシステム12に関する各本体チャンバ25はインク入口27とインク出口29の間は連続するインク流路を形成し、各インク出口の端が単一のノズル14に繋がる。この実施形態では、1か所以上の第1の位置における断面は、図2に示される断面と類似し得るが、1か所以上の第2の位置における断面は図6に示される断面と類似し得る。この実施形態では、図示される通り、ノード24が隔膜層21と下部印刷ヘッド層すなわち構造体の間に挟まれ、これらと物理的に接触している。さらに、これらの複数のノード24により本体チャンバ25内に複数のサブチャンバが画定されて、単一のアクチュエータシステムそれぞれが、複数のサブチャンバを含むようにする。この実施形態では、これらのノード24が各隔膜18を画定し、かつ、上端電極20のうちの1つが起動しているときに、対を成していない隔膜18へのクロストークを抑える。すなわち、各ノード24がその全長の大部分に沿ってその上端と下端で完全に支持されるところでは、単一のアクチュエータシステムに関する隔膜18は完全に分離されて、上端電極のうちの1つを起動することにより、その上端電極と対を成す隔膜は完全な振幅で歪むことができるが、その他の対を成さない隔膜は歪められないようにする。

【0019】

さらに、単一のアクチュエータシステム12ごとの複数の隔膜18を、単一の本体チャンバ25を通して供給されるインクを吐出させるよう構成することができる。使用中、各隔膜の振動の最大振幅は、その2つのノード24から等距離の隔膜18のほぼ中心に位置する。ノード24は1枚以上の誘電材料の層から形成することができる。本体チャンバ25を複数のサブチャンバに分割するノード24を貫通する複数の開口を設けることで、インク入口27とインク出口29との間のインクの流れを向上させることができる。

【0020】

図1の平面図で示される通り、アクチュエータシステムのアレイ内の各本体チャンバ25は、ほぼ同じ全長（X方向）と幅（Y方向）の寸法、あるいは互いにわずか10%だけ異なる全長と幅の寸法を有し得る。本体チャンバ25の形状は、一般に正方形（全長の寸法と幅の寸法の違いは0%）、あるいは若干長方形の形状（全長の寸法が幅の寸法の2.0倍まで、または1.5倍まで、あるいは幅の寸法が全長の寸法の2.0倍まで、または1.5倍まで）であり得る。すなわち、本体チャンバまたは隔膜（全長/幅または幅/全長）の縦横比は、1.0から2.0の間、あるいは1.0から1.5の間でよい。

【0021】

実施形態では、隔膜層21は、ステンレス鋼、シリコン、インパー、またはその他の材料から形成され得、その厚さは約1 μ mから約15 μ mの間の厚さ、または約1 μ mから約10 μ mの間の厚さ、あるいは約1 μ mから約3 μ mの間の厚さでよい。薄膜の圧電材料の厚さは、約1 μ mから約20 μ mの間の厚さ、または約1 μ mから約10 μ mの間の厚さ、あるいは約3 μ mから約10 μ mの間の厚さでよい。上端電極部20は、一般に約2.5 μ m未満の厚さを有するニッケルまたは他の導電材料でよい。ある実施形態では、各アクチュエータの本体チャンバは、ほぼ正方形または台形でよく、全長（X寸法）と幅（図1のY寸法）は両方とも約300 μ mから約500 μ mの間で、かつ全長は約400 μ mから1000 μ mの間でよい。ある実施形態では、上端電極部20のサイズは、その

下の圧電材料より若干小さくてよい。図示されるその他の様々な印刷ヘッド構造体 26 (例えば、本体プレート、微粒子フィルタ)、またはその他の図示されない構造体は、当技術分野では既知の技術によって形成することができる。これらの構造体 26 は隔膜層 21 と開口プレート 16 の間に配置される。簡略化のため個々に図示されていないが、駆動素子、インク供給構造体などのその他の印刷ヘッドの構造体が、図 2 の構造体の上部を覆うことができる。さらに、これらの図面は概略図であり、その他の構造体を追加しても、既存の構造を取り除いても、あるいは修正してもよいことは理解されよう。

【0022】

図 1 では、アクチュエータシステム 12 ごとに、単一のアクチュエータシステム 12 に関する全ての上端電極に対して制御線 28A ~ 28H が 1 本だけ示されている。この実施形態では、各制御線 28 は複数の相互接続線 30 に枝分かれし、各相互接続線 30 は関連するアクチュエータシステム 12 に関する上端電極部 20A ~ 20C のうちの 1 つに接続する。隔膜層 21 は、アクチュエータシステムのアレイ内の複数のアクチュエータシステム 12 に関する共通の下端電極として機能する。印刷ヘッドの動作中、制御線 28 のうちの 1 本以上が起動され、これにより、起動したアクチュエータシステムに関する複数の上端電極部 20 に電圧が供給される。複数の上端電極部 20 にかかる電圧により、起動したアクチュエータシステムに関する複数の間隔を開けて配置された圧電層 22 が曲がり、すなわち歪み、これにより次に、起動したアクチュエータシステム 12 に関する隔膜 18 がそれぞれ曲がる、すなわち歪む。隔膜 18 を曲げることにより、本体チャンバ 27 内にインクを通した圧力パルスが生成され、これにより、起動したアクチュエータシステム 12 に関するノズル 14 からインクが吐出される。ドロップ・オン・デマンド (DOD) の印刷を提供するために、各アクチュエータシステム 12 は個々にアドレス指定可能である。

【0023】

薄い隔膜 (すなわち、3 ミクロン以下の厚さ、または 1 ミクロン以下の厚さの隔膜) を用いるアクチュエータの従来の設計で、大きな寸法および低い縦横比 (例えば、約 1.0 から約 2.0 の間、または約 1.0 から約 1.5 の間) のアクチュエータの本体チャンバを形成することは、実行可能な設計選択ではない。薄い隔膜は厚い隔膜よりも極めて剛性が低いため、従来の装置内のアクチュエータに関する薄い隔膜の屈曲を制御することは難しく、したがって、低い縦横比を有する本体チャンバを用いて、良好に隔膜を制御可能な機能アクチュエータはうまく形成できない。上記で議論した通り、薄い隔膜を用いて形成されるアクチュエータの本体チャンバは、一般に、高い縦横比 (長く薄い、例えば 600 μm の全長と 70 μm の幅、8.5 よりも高い全長 / 幅の縦横比) で設計される。

【0024】

図 3 の平面図で示される別の実施形態では、各圧電アクチュエータシステム 12 の本体チャンバ 25 は台形または平行四辺形の形状を有し得る。本体チャンバ 25 の全長および幅の寸法と、上端電極部およびその他の構造体の寸法は、図 1 および図 2 の実施形態を参照して説明した寸法と同様でよい。

【0025】

上記の実施形態では、各上端プレートに同時に電気が流され起動すると、アクチュエータが起動し、これにより、アクチュエータシステム内の複数の隔膜の各隔膜を同時に歪む。これにより、アクチュエータが起動中にインクを通した単一の圧力パルスが本体チャンバ内に生成され、この圧力パルスはそのアクチュエータの全ての動作中でほとんど、あるいは全くばらつきがなく同じまたは同様である。薄い隔膜を用いた低い縦横比の本体チャンバの形成が可能になることに加えて、アクチュエータの作動中に複数の隔膜を起動させて単一のノズルからインクを吐出させることにより、例えば 400 μm 以上の比較的大きな間隔でノズルが配置される高密度の印刷ヘッドシステム内に薄膜の駆動技術を用いることができる。これにより、ステンレス鋼またはポリマー層を用いて流体経路を作ることが可能となり、さらに比較的低コストの作成体積の範囲内で液体経路が作成可能となる。

【0026】

図 4 の平面図には、別の圧電アクチュエータシステムの設計が示されている。この実施

形態では、個々にアドレス指定可能な単一のアクチュエータシステム 12 に関する、複数の上端電極 20 と、それに伴って複数の隔膜 18 とのそれぞれ自体が、個々にアドレス指定可となるように、各圧電アクチュエータシステム 12 の各上端電極部 20 は分離した相互接続線 40 A ~ 40 C と電気接続している。これにより、例えば、単一のアクチュエータシステムに関する複数の隔膜により生成された圧力パルス进行调整して、インク滴のサイズ、速度、方向性などを調整するために、各アクチュエータシステム 12 の各隔膜 18 を異なる時間で起動させることができる。ある実施形態では、個々にアドレス指定可能な 3 枚の隔膜をアクチュエータごとに有することにより、他の駆動電極が非起動のままで、駆動電極を 1 つだけ起動させて単一の隔膜を歪めることにより、第 1 のインク体積、第 1 の速度、および / または第 1 の方向性を有する第 1 のインク滴をノズルから吐出させることができ、2 枚の膜を同時に起動させることにより、第 1 のインク滴とは異なる（すなわち、より大きな体積、より速い速度、または異なる吐出経路による異なる方向性の）第 2 のインク体積、第 2 の速度、および / または第 2 の方向性を有する第 2 のインク滴をノズルから吐出させることができ、3 枚の隔膜を起動させることにより、第 1 のインク滴および第 2 のインク滴とは異なる第 3 のインク体積、第 3 の速度、および / または第 3 の方向性を有する第 3 のインク滴をノズルから吐出させることができる。

10

【0027】

さらに、各相互接続線 40 に送信される各信号の電気特性を変えて隔膜により生成される圧力パルスの波形をカスタマイズし、例えば、隔膜の歪みの振幅を増やしたり減らしたりして、ノズルから吐出されるインク滴のサイズまたは速度をさらに調整することができる。例えば、3 枚の隔膜のアクチュエータシステムでは、中心の隔膜を作動させて、より小さい圧力パルスを作り、2 枚以上の隔膜を同時に作動させて大きなパルスを作ることができる。これにより、特定の使用に合わせて小滴の吐出を調整することができる。

20

【0028】

本教示に従って、その他の構造の実装形態を考察して印刷ヘッドを形成する。例えば、図 5 には隔膜ノード 50 を含む圧電アクチュエータシステムの実施形態が示されている。この隔膜ノード 50 は隔膜層 21 から垂れ下がっているが、ノード 50 の少なくとも一部の底面は何にも支持されていない。また、この実施形態には支持された他のノード 24 が含まれ得る。このことは、全てのノード 24 が完全に支持されている図 2 の実施形態とは対照的である。上記の通り、支持されているノードを有するシステムでも、共通の本体チャンバ全体に渡ってインクが自由に流れることができるように、支持部の周りまたは支持部を通して流体経路を含むことができるが、支持されていないノードを含むことにより本体チャンバ 52 が開かれ、これにより、インク入口 27 からインク出口 29 までの間のインクの流れが改善される。

30

【0029】

図 6 には、圧電アクチュエータシステムのアレイの実施形態が示されており、この圧電アクチュエータシステムのアレイは、隔膜 18 および上端電極部 20 を覆う 1 つ以上のキャップ構造体 60 と、隔膜層 21 とキャップ構造体 60 の間に挟まれる支持ノード 62 とを含む。図示されている通り、ノード 62 の少なくとも 1 つは、横方向に隣接する各上端電極部 20 の間に直接挟まれている。このことは、ノードの一部が本体チャンバ内に形成されている図 2 および図 5 の実施形態とは対照的である。図 6 の実施形態では、本体チャンバ 64 が開き、隣接する上端電極部 20 間のノード 62 の一部が本体チャンバ 64 内には挿入されていない。これにより、インク入口 27 からインク出口 29 の間のインクの流れを改善することができる。この実施形態では、キャップ構造体 60 に覆われてなく露出したままの上端プレート部 20 の端に相互接続線 30（図 1）を接続することができる。この実施形態では、アクチュエータシステムは、本体チャンバの全ての位置において、図 6 の本体チャンバ 64 の断面を有し得る。この実施形態では、上端電極のうちの 1 つを起動させることにより、それと対を成す隔膜を完全な振幅で歪ませ、その他の対を成さない隔膜を不完全な振幅で歪ませることができるように、単一のアクチュエータシステムに関する隔膜 18 を部分的にだけ分離させることができる。上記に記載した通り、別の実施形

40

50

態では、アクチュエータシステムのアレイは、第 1 の位置で図 6 の断面を有し得、第 2 の位置で図 2 の断面を有し得る。

【 0 0 3 0 】

種々の実装形態は、本明細書で示され、説明のため上記に記載された圧電アクチュエータシステムの印刷ヘッドではなく、静電アクチュエータシステムの印刷ヘッドを用いるようさらに適用し得る。例えば、図 7 には、静電アクチュエータシステムのアレイ 7 0 の一部を示す断面図が示されている。この実施形態には、基板 7 2、および複数の静電アクチュエータシステム 7 4 が含まれ、これらの静電アクチュエータシステム 7 4 はアクチュエータシステムのアレイの一部として形成されている。各アクチュエータシステム 7 4 は、間隔を開けて配置された複数の駆動電極 7 6 A ~ 7 6 C と、複数の隔膜 1 8 A ~ 1 8 C と、複数のノード 7 8 とを含み、これらの複数のノード 7 8 が複数の隔膜 1 8 A ~ 1 8 C を画定し、隔膜層 2 1 を複数の隔膜 1 8 に分割する。各アクチュエータシステム 7 4 は本体チャンバ 8 0 をさらに含むことができ、この本体チャンバ 8 0 の中にはノード 7 8 が形成されておらず、これにより、インク入口 2 7 からインク出口 2 9 の間のインクの流れを改善し、印刷ヘッド内の圧力を下げることができる。別の実施形態では、各静電アクチュエータシステムは、例えば、ノード 2 4 (図 2) と類似するノードを本体チャンバ 8 0 内にさらに含むことができ、このノードは、上部端では隔膜層 2 1 と物理的に接触して延在し、下部端では下部構造と物理的に接触して延在する。あるいは、各静電アクチュエータシステムは、ノード 5 0 (図 5) と類似するノードを本体チャンバ 8 0 内にさらに含むことができ、このノードは、図示される通り、上部端では隔膜層 2 1 と物理的に接触して延在するが下部端では支持されていない。複数の駆動電極 7 6 は、アクチュエータシステムの空気チャンバにより、複数の隔膜 1 8 から間隔を開けて配置され、このアクチュエータシステムの空気チャンバは基板 7 2 および隔膜層 2 1 により部分的に画定されている。アクチュエータシステムの空気チャンバにより、印刷中に隔膜 1 8 が駆動電極 7 6 に向かって歪むことができる。

【 0 0 3 1 】

電圧をかけることにより、電極 7 6 のうちの 1 つ以上が起動すると、起動した電極 7 6 と対を成す隔膜 1 8 が起動した電極 7 6 に向けて引き寄せられ屈曲状態となる。これにより、本体チャンバ 8 0 内の圧力が下がり、インクがインク入口 2 7 を通り本体チャンバ内に吸い込まれる。その後、電極 7 6 の電圧を止めて電極 7 6 の起動を停止させると、この電極 7 6 から隔膜 1 8 が解放され弛緩状態になり、本体チャンバ 8 0 内の圧力が増加してノズル 1 4 からインクが吐出される。

【 0 0 3 2 】

静電アクチュエータシステムのアレイ 7 0 の実施形態は、図 1 に示されるような相互接続線 3 0 を含むことができ、これらの相互接続線 3 0 により、起動したアクチュエータシステム 7 4 内の全ての電極 7 6 を同時に起動する。静電アクチュエータシステムのアレイ 7 0 の実施形態は、図 4 に示されるような相互接続線 4 0 をさらに含むことができ、これらの相互接続線 4 0 により、アクチュエータシステム 7 4 内の各電極 7 6 に個々にアドレス指定して、各隔膜 1 8 を個々にアドレス指定し起動させることができるようにすることができる。

【 0 0 3 3 】

したがって、本教示の実施形態では、それぞれが低い縦横比の本体チャンバ (1 . 0 から 2 . 0、または 1 . 0 から 1 . 5) を有し、薄い隔膜を含む、アクチュエータシステムのアレイを形成することができる。各アクチュエータシステムは、間隔を開けて配置された複数の (2 つ以上、例えば、3 つ、4 つ、5 つ、またはそれ以上) の電極部および単一のインク吐出ノズルをさらに含み、各電極部は個々の隔膜と一意的に対を成す。単一のアクチュエータシステムに関する複数の隔膜は、連続隔膜層から形成され得、この連続隔膜層は隔膜層と物理的に接触する複数のノードにより分割した機能的隔膜に区分される。隔膜の最大振幅 (最大屈曲) 点は、隔膜を画定する 2 つのノード間の中心点またはその近辺でよい。単一のアクチュエータシステムの複数の電極のうちの 1 つ以上を起動させること

により、単一のアクチュエータシステムの複数の隔膜のうちの１枚以上が歪み、各電極は隔膜のうちの１枚と一意的に対を成す。各アクチュエータシステムは１つだけのノズルと一意的に対を成し、単一のアクチュエータシステムに関する起動する全ての電極により、この１つだけのノズルからインクが吐出されるよう印刷ヘッドは構成される。

【００３４】

他の変更形態について考察する。本教示の実施形態によるアクチュエータシステムは、アクチュエータシステムごとに複数の隔膜を含むことができ、上記に開示された複数の上端電極ではなく、アクチュエータシステムごとの複数の下端電極のうちの１つの下端電極をアドレス指定し起動させることにより、各隔膜を一度に、または個々にアドレス指定可能であることは理解されよう。したがって、このシステムでは、「駆動電極」とは、アクチュエータシステムの隔膜のうちの１枚を駆動させる複数の下端電極のうちの１つのことを指す。アクチュエータシステムごとに、分離した下端電極を含むアクチュエータシステムのアレイは、同一の出願人による米国特許第７，０４８，３６１号明細書により開示され、その全ては引用することにより本明細書に組み込まれるものとする。さらに、上端電極または下端電極のどちらかが駆動電極である、他の電極の構成を考察する。

【００３５】

図８には、本教示の実施形態を含む、少なくとも１つの印刷ヘッド９４が収納されたプリンタ筐体９２を含むプリンタ９０が示されている。この筐体９２は、印刷ヘッド９４を収納することができる。動作中、１つ以上の印刷ヘッド９４からインク９６が吐出される。紙のシート、プラスチックなどの印刷媒体９８上に所望の画像を作成するためのデジタル命令に従って、印刷ヘッド９４は動作する。印刷ヘッド９４は、走査運動中、印刷媒体９８に対して前後に動いて、走査幅ごとに印刷画像を生成することができる。あるいは、この印刷ヘッド９４は固定されて保持され、それに対して印刷媒体９８が移動し、単一のパスで印刷ヘッド９４の幅の画像を作成する。印刷ヘッド９４は、印刷媒体９８の幅より狭くても、あるいは印刷媒体９８の幅と同じでもよい。別の実施形態では、印刷ヘッド９４は、その後、印刷媒体に転写するために、回転ドラムまたは回転ベルト（簡略化のため図示せず）などの中間面に画像を印刷することができる。

【００３６】

本教示の広い範囲を記載する数値範囲およびパラメータは近似値である。また、本明細書に開示される全ての範囲は、その中に包含される任意および全ての部分範囲を包含すると理解されるものとする。例えば、「１０未満」の範囲は、ゼロの最小値と１０の最大値の間（および含む）の任意および全てのサブ範囲、すなわち、例えば、１から５などのゼロ以上の最小値および１０以下の最大値を有する任意および全てのサブ範囲を含むことができる。特定の場合において、パラメータに関して記載された数値は負の値をとり得る。この場合、「１０未満」と記載された範囲の例示的な値は、例えば、－１、－２、－３、－１０、－２０、－３０などの負の値と想定可能である。

10

20

30

【図 1】

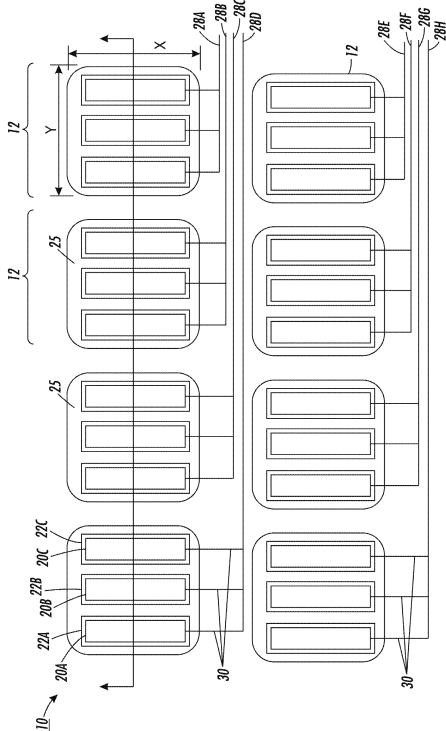


図 1

【図 2】

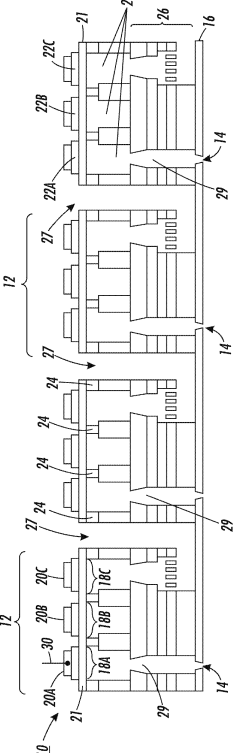


図 2

【図 3】

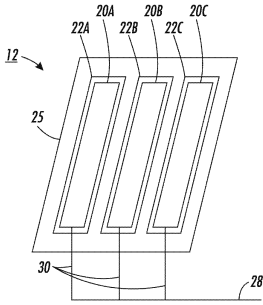


図 3

【図 5】

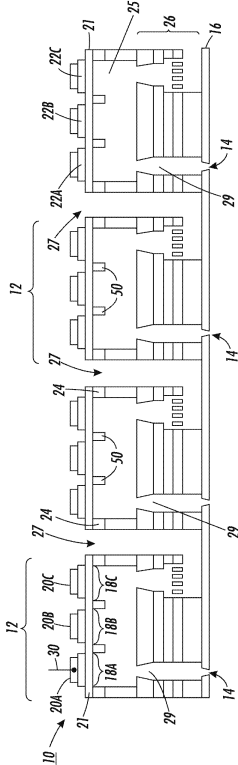


図 5

【図 4】

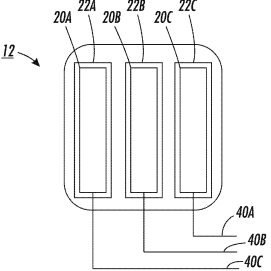
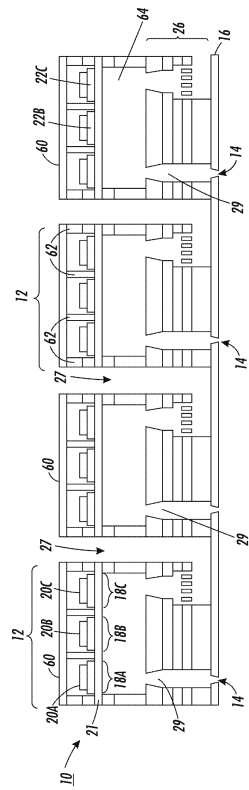


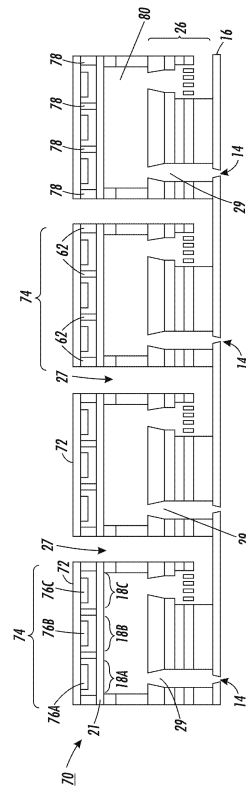
図 4

【 図 6 】



6
✕

【圖 7】



7. ☒ 8. ☐

【 図 8 】

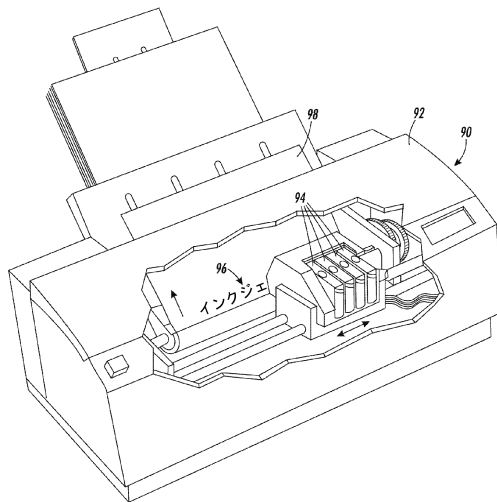


图 8

フロントページの続き

(72)発明者 バリー・ピー・マンデル

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 4 5 0 フェアポート アトランティック・アベニュー
3 7 0 7

(72)発明者 ピーター・エム・ガルビン

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 5 8 0 ウェブスター エンジェルズ・パス 1 1 5

審査官 小宮山 文男

(56)参考文献 特表 2 0 1 3 - 5 0 8 2 0 1 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 2 9 4 6 4 (J P , A)

特開平 0 1 - 2 8 3 1 5 4 (J P , A)

特開昭 5 9 - 1 9 0 8 6 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 4 1 J 2 / 0 1 - 2 / 2 1 5