

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2021-523332
(P2021-523332A)

(43) 公表日 令和3年9月2日(2021.9.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 K 99/00 (2006.01)	F 1 6 K 99/00	2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/14 (2006.01)	B 4 1 J 2/14 3 0 1	3 C 0 8 1
B 8 1 B 3/00 (2006.01)	B 4 1 J 2/14 6 1 1	4 F 0 4 1
B 0 5 C 5/00 (2006.01)	B 8 1 B 3/00	
	B 0 5 C 5/00 1 0 1	
	審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 42 頁)	

(21) 出願番号 特願2020-563601 (P2020-563601)
 (86) (22) 出願日 令和1年5月9日 (2019.5.9)
 (85) 翻訳文提出日 令和2年12月30日 (2020.12.30)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2019/053838
 (87) 国際公開番号 W02019/215669
 (87) 国際公開日 令和1年11月14日 (2019.11.14)
 (31) 優先権主張番号 62/670,286
 (32) 優先日 平成30年5月11日 (2018.5.11)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(71) 出願人 319008317
 マシューズ インターナショナル コーポ
 レーション
 アメリカ合衆国、15212、ペンシルヴ
 アニア州、ピッツバーグ、トゥー ノース
 ショア センター
 (74) 代理人 100104411
 弁理士 矢口 太郎
 (72) 発明者 バスカーク、ウィリアム エー。
 アメリカ合衆国、97321 オレゴン州
 、アルバニー、2910 パーク テラス
 サウスウエスト

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 噴射アセンブリで使用するためのマイクロバルブ用電極構造

(57) 【要約】

マイクロバルブは、オリフィスを備えるオリフィスプレートと、オリフィスプレートを備える。マイクロバルブは、第一の端部および第二の端部を有する作動ビームをさらに備える。作動ビームはまた、ベース層と、ベース層上に配置される圧電材料の層と、底部電極層と、上部電極層とを備える。作動ビームの電気接続部において、圧電材料の層は、第一のビアと、第一のビア内に配置される上部電極層の一部と、第一のビアの下に配置される下部電極の一部とを備える。作動ビームは、電気接続部から延在するベース部と、ベース部から延在する片持ち梁部とを備える。片持ち梁部は、下部電極層と上部電極層との間の差動電気信号の印加にตอบสนองして、マイクロバルブの開閉のうち的一方に移動可能である。

【選択図】 図 1

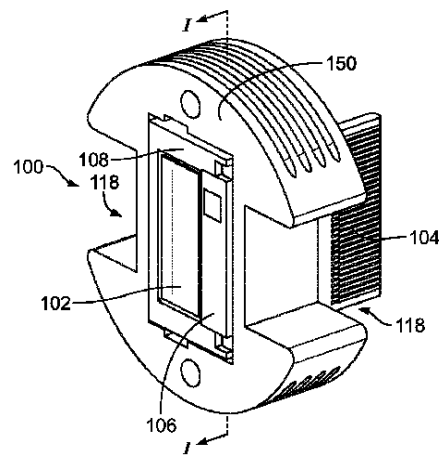


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロバルブは、
オリフィスを備えるオリフィスプレートと、
第一の端部および第二の端部を備える作動ビームと、を備え、前記作動ビームは、
ベース層と、

前記ベース層上に配置され、前記第一の端部と前記第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する圧電材料の層であって、前記圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通るビアを画成する、圧電材料の層と、

前記圧電材料の層の第一の面上にその前記電気接続部において配置される下部電極層であって、前記下部電極層の一部は前記ビアの下に配置される、下部電極層と、

前記圧電材料の層の第二の面上にその前記電気接続部において配置される上部電極層であって、前記上部電極層の一部は前記ビアを通して配置される、上部電極層と、をさらに備え、

前記作動ビームは、前記電気接続部から前記第一の端部に向かって延在するベース部と、前記ベース部から前記第二の端部に向かって延在する片持ち梁部と、を備え、前記片持ち梁部は、前記下部電極層と前記上部電極層との間の差動電気信号の印加に応答して、前記マイクロバルブの開閉のうち的一方に移動可能である、マイクロバルブ。

【請求項 2】

前記オリフィスプレート上に配置されるバルブシートをさらに備え、前記バルブシートは、オリフィスおよび流体プレナムと流体連通する開口部を画成する、請求項 1 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 3】

前記ビアは第一のビアであり、前記作動ビームの前記電気接続部において、前記圧電材料の層はそれを通り前記ベース層まで画成される第二のビアを備え、前記マイクロバルブはボンディングパッドをさらに備え、前記ボンディングパッドの少なくとも一部は、前記ベース層上の前記第二のビアを通して配置される、請求項 1 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 4】

前記ボンディングパッドは、前記第一のビアにおいて前記下部電極層の前記一部または前記上部電極層の前記一部のうちの少なくとも一つに電氣的に接続するボンディングパッドリードを備える、請求項 3 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 5】

前記電気接続部の第一の位置において、下に配置される前記下部電極層の前記一部は不活性であり、および、前記上部電極層の前記一部は前記上部電極を形成するように活性であり、前記上部電極は前記電気接続部から前記片持ち梁部に向かって延在し、ボンディングパッドリードの一部は上部電極層の前記一部上に第一のビアにおいて配置され、それに電氣的に接続する、請求項 4 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 6】

前記電気接続部の第二の位置において、前記上部電極層の前記一部は不活性であり、および、前記下部電極層の前記一部は下部電極を形成するように活性であり、前記下部電極は前記電気接続部から前記片持ち梁部に向かって延在し、前記ボンディングパッドリードの一部は、前記上部電極層の前記不活性部を介して前記活性下部電極に電氣的に接続するように、前記上部電極層の前記不活性部上に前記第一のビアにおいて配置される、請求項 4 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 7】

前記ベース層は、チューニング層およびバリア層を備え、その少なくとも一部は、前記チューニング層と前記圧電材料の層との間に挿入され、前記第二のビアは、前記ボンディングパッドが前記チューニング層に接触するように、前記バリア層を通して延在する、請求項 3 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 8】

前記作動ビームは、前記電気接続部から前記第一の端部に向かって延在するベース部と、前記ベース部から前記第二の端部に向かって延在する片持ち梁部と、を備え、前記片持ち梁部は、前記下部電極層と前記上部電極層との間の差動電気信号の印加に応答して、前記マイクロバルブの開閉のうち的一方に移動可能である、マイクロバルブ。

10

20

30

40

50

前記作動ビームは、前記圧電材料の層上に配置されるパッシベーション構造体をさらに備え、前記パッシベーション構造体は、前記上部電極および前記圧電材料の層を完全に覆う、請求項 1 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 9】

前記下部電極層は、前記電気接続部から前記作動ビームの前記ベース部にわたって連続的に延在し、前記下部電極層は、前記片持ち梁部上に配置される延長部を備える、請求項 1 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 10】

前記圧電材料の層は、前記圧電材料が前記下部電極層の少なくとも一部を取り囲むように、下部電極層の横方向の端部と重なり合い、それを越えて延在する、請求項 9 に記載のマイクロバルブ。

10

【請求項 11】

前記片持ち梁部の重なり合う部分は前記オリフィスと重なり合い、前記マイクロバルブは前記重なり合う部分から前記オリフィスに向かって延在する封止部材をさらに備え、前記電気信号がない場合、前記封止部材は前記バルブシートに接触して前記マイクロバルブを閉じる、請求項 2 に記載のマイクロバルブ。

【請求項 12】

前記片持ち梁部は、前記ベース部から延在する第一の部分と、前記第一の部分から延在する第二の部分とを備え、前記第二の部分は、前記第一の部分とは異なる形状である、請求項 1 に記載のマイクロバルブ。

20

【請求項 13】

マイクロバルブは、

オリフィスを備えるオリフィスプレートと、

第一の端部および第二の端部を備える作動ビームと、を備え、前記作動ビームは、

ベース層と、

前記ベース層上に配置され、前記第一の端部と前記第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する圧電材料の層であって、前記圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通りベース層までのビアを画成する、圧電材料の層と、

前記圧電材料の層の第一の面上にその前記電気接続部において配置される下部電極層と、

30

前記圧電材料の層の第二の面上にその前記電気接続部において配置される上部電極層と、

ボンディングパッドであって、前記ボンディングパッドの少なくとも一部は、前記ベース層上の前記ビアを通して配置され、前記ボンディングパッドは前記下部電極層または前記上部電極層のうちの少なくとも一つに電氣的に接続するボンディングパッドリードを備える、ボンディングパッドと、をさらに備え、

前記作動ビームは、前記電気接続部から前記第一の端部に向かって延在するベース部と、前記ベース部から前記第二の端部に向かって延在する片持ち梁部と、を備え、前記片持ち梁部は、前記下部電極と前記上部電極との間の差動電気信号の印加に応答して、前記マイクロバルブの開閉のうちの一方に移動可能である、マイクロバルブ。

40

【請求項 14】

噴射アセンブリであって、

オリフィスプレートを備えるバルブ本体であって、前記オリフィスプレートはそれを通して延在する複数のオリフィスを備える、バルブ本体と、

複数のマイクロバルブであって、前記複数のマイクロバルブのそれぞれは、

第一の端部および第二の端部を備える作動ビームであって、前記作動ビームは、

ベース層と、

前記ベース層上に配置され、前記第一の端部と前記第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する圧電材料の層であって、前記圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通るビアを画成する、圧電材料の層と、

50

前記圧電材料の層の第一の面上にその前記電気接続部において配置される下部電極層であって、前記下部電極層の一部は前記ビアの下に配置される、下部電極層と、

前記圧電材料の層の第二の面上にその前記電気接続部において配置される上部電極層であって、前記上部電極層の一部は前記ビアを通して配置される、上部電極層と、をさらに備え、

前記作動ビームは、前記電気接続部から前記第一の端部に向かって延在するベース部と、前記ベース部から前記第二の端部に向かって延在する片持ち梁部と、を備え、前記片持ち梁部は、前記下部電極層と前記上部電極層との間の差動電気信号の印加に応答して、前記マイクロバルブの開閉のうち的一方に移動可能である、作動ビームを備える、複数のマイクロバルブと、

前記複数のマイクロバルブのそれぞれに連結し、前記複数のマイクロバルブのそれぞれの流体貯留部を画成する、流体マニホールドと、を備える、噴射アセンブリ。

【請求項 15】

前記複数のマイクロバルブのそれぞれは、前記オリフィスプレート上に配置されるバルブシートをさらに備え、前記バルブシートは、オリフィスおよび流体プレナムと流体連通する開口部を画成する、請求項 14 に記載の噴射アセンブリ。

【請求項 16】

前記ビアは第一のビアであり、前記作動ビームの前記電気接続部において、前記圧電材料の層はそれを通り前記ベース層まで画成される第二のビアを備え、前記マイクロバルブはボンディングパッドをさらに備え、前記ボンディングパッドの少なくとも一部は、前記ベース層上の前記第二のビアを通して配置され、ワイヤボンドを受けるように構成される、請求項 14 に記載の噴射アセンブリ。

【請求項 17】

前記流体マニホールドは、前記複数のマイクロバルブとキャリアとの間に配置され、前記キャリアは、前記流体マニホールドおよび前記複数のマイクロバルブが配置される体積を実質的に囲む、請求項 14 に記載の噴射アセンブリ。

【請求項 18】

前記流体マニホールドと前記キャリアとの間に配置されるインターポーザをさらに備える、請求項 17 に記載の噴射アセンブリ。

【請求項 19】

前記流体マニホールドと前記インターポーザとの間に配置されるフレックス回路と、前記キャリアの側面に取り付けられる回路基板とをさらに備え、前記フレックス回路は、前記複数のマイクロバルブの前記作動ビームを、前記電気接続部において前記作動ビームに接続するワイヤボンドを介して回路基板に電氣的に接続する、請求項 18 に記載の噴射アセンブリ。

【請求項 20】

前記マイクロバルブのそれぞれは、前記オリフィスプレート上に配置されるスペーサー部材をさらに備え、前記電気接続部および前記ベース部は前記スペーサー部材上に配置される、請求項 14 に記載の噴射アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2018年5月11日に提出された米国仮出願第62/670,286号の優先権および利益を主張し、その開示は参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、概ね、微小電気機械システム(MEMS)技術を使用して製造されるマイクロバルブの分野に関する。さらに詳細には、本開示は、工業用マーキングおよびコーディングに使用されるマイクロバルブを備える噴射アセンブリに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0003】

従来の印刷技術にはいくつかの欠点がある。例えば、連続インクジェットプリンタには、排除するのが難しい特定の欠陥がある。インクの供給部から液滴を生成するプロセスは、例えば、望ましくない方向に（例えば、対象物から離れて）インクが滴下する原因となり、保守要件になる可能性がある。さらに、補給液は蒸発の結果として経時的に失われ、継続的な補充を必要とする。その他の保守費用、例えば劣化によるオリフィスプレートの修理も必要となる。

【発明の概要】

【0004】

一実施形態は、マイクロバルブに関する。マイクロバルブは、オリフィスを備えるオリフィスプレートを備える。マイクロバルブは、第一の端部および第二の端部を有する作動ビームをさらに備える。作動ビームはまた、ベース層を備える。圧電材料の層は、ベース層上に配置され、第一の端部と第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する。圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通るビアを画成する。下部電極層は、圧電材料の層の第一の面上にその電気接続部において配置され、下部電極層の一部は、ビアの下に配置される。上部電極層は、圧電材料の層の第二の面上にその電気接続部において配置され、上部電極層の一部は、ビアを通して配置される。作動ビームは、電気接続部から第一の端部に向かって延在するベース部と、ベース部から第二の端部に延在する片持ち梁部と、を備える。片持ち梁部は、下部電極層と上部電極層との間の差動電気信号の印加に
10
20

【0005】

別の実施形態は、マイクロバルブに関する。マイクロバルブは、オリフィスを備えるオリフィスプレートを備える。マイクロバルブは、第一の端部および第二の端部を有する作動ビームをさらに備える。作動ビームはまた、ベース層を備える。圧電材料の層は、ベース層上に配置され、第一の端部と第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する。圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通りベース層までのビアを画成する。下部電極層は、圧電材料の層の第一の面上にその電気接続部において配置され、上部電極層は、圧電材料の層の第二の面上にその電気接続部において配置される。マイクロバルブはまた、ボンディングパッドを備える。ボンディングパッドのうちの少なくとも一部は、ベース層上のビアを通して配置される。ボンディングパッドは、下部電極層または上部電極層のうちの少なくとも一つに電氣的に接続するボンディングパッドリードを備える。作動ビームは、電気接続部から第一の端部に向かって延在するベース部と、ベース部から第二の端部に延在する片持ち梁部と、を備える。片持ち梁部は、下部電極層と上部電極層との間の差動電気信号の印加に
30

【0006】

さらに別の実施形態は、噴射アセンブリに関する。噴射アセンブリは、オリフィスプレートを有するバルブ本体を備え、オリフィスプレートはそれを通して延在する複数のオリフィスを備える。噴射アセンブリは、複数のマイクロバルブをさらに備える。複数のマイクロバルブのそれぞれは、第一の端部および第二の端部を有する作動ビームを備える。作動ビームはまた、ベース層を備える。圧電材料の層は、ベース層上に配置され、第一の端部と第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する。圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通るビアを画成する。下部電極層は、圧電材料の層の第一の面上にその電気接続部において配置され、下部電極層の一部は、ビアの下に配置される。上部電極層は、圧電材料の層の第二の面上にその電気接続部において配置され、上部電極層の一部は、ビアを通して配置される。作動ビームは、電気接続部から第一の端部に向かって延在するベース部と、ベース部から第二の端部に延在する片持ち梁部と、を備える。片持ち梁部は、下部電極層と上部電極層との間の差動電気信号の印加に
40
50

の流体貯留部を画成する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

本開示は、添付の図と併せて以下の詳細な説明からより詳細に理解されるであろう。

【0008】

【図1】図1は、例示的な実施形態による、ホルダー内に配置される噴射アセンブリの斜視図である。

【図2】図2は、図1に示す噴射アセンブリの分解立体図である。

【図3】図3は、図1に示す噴射アセンブリの概略断面図である。

【図4A】図4Aは、図1に示す噴射アセンブリの平面図である。

10

【図4B】図4Bは、例示的な実施形態による、図1の噴射アセンブリで使用されることができる接着構造の概略図である。

【図5A】図5Aは、例示的な実施形態による、マイクロバルブを備える噴射アセンブリの断面図である。

【図5B】図5Bは、別の例示的な実施形態による、マイクロバルブを備える噴射アセンブリの断面図である。

【図6】図6は、図5Aに示す噴射アセンブリのより詳細な図を提供する断面図である。

【図7A】図7Aは、例示的な実施形態による、マイクロバルブの作動ビームの断面図である。

20

【図7B】図7Bは、別の例示的な実施形態による、図7Aの作動ビームの正面断面図である。

【図8A】図8Aは、例示的な実施形態による、マイクロバルブの作動ビームの第一の電気接続部の断面図である。

【図8B】図8Bは、例示的な実施形態による、マイクロバルブの作動ビームの第二の電気接続部の断面図である。

【図9】図9は、例示的な実施形態による、マイクロバルブの作動ビームの端部の断面図である。

【図10】図10は、例示的な実施形態による、マイクロバルブの作動ビームの平面図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0009】

例示的な実施形態を詳細に例示する図を見る前に、本出願は、発明を実施するための形態に記載される、または図に例示される、詳細にも方法にも限定されないことを理解されたい。また、用語は、説明のみを目的としており、限定するものとしてはみなされたい。

【0010】

概ね、図を参照して、複数のマイクロバルブを備える噴射アセンブリを本明細書で説明する。本明細書に記載のマイクロバルブは、圧電材料の層を備える作動ビームを用いる。作動ビームは、その電気接続部において回路基板に電氣的に接続する。電気接続部において、ワイヤボンダッド（またはボンディングパッド）が作動ビーム上に配置される。ワイヤボンダッドは、圧電材料の層に送られる電気信号（例えば、電荷、電圧、電流等）のための経路を提供するように、圧電材料の層に近接して配置される少なくとも一つの電極に導電的に接続する。作動ビームは、電気接続部から延在するベース部と、ベース部から延在する片持ち梁部とをさらに備えてもよい。片持ち梁部は、片持ち梁部が電気接続部を介して電気信号を受信することに対応して移動する余地を有するように、体積内に延在してもよい。経路を通して送られる電気信号に対応して、片持ち梁部は、その上に配置される封止部材がバルブシートに接触して流体プレナムを閉じる閉位置から、流体が流体プレナムから出てインクを対象物上に分注する開位置へと移動してもよい。

40

【0011】

本明細書に記載のように、作動ビームの様々な態様は、マイクロバルブの性能および耐

50

久性を最大化するように設計されている。例えば、様々な実施形態では、作動ビームは、圧電材料の層の第一の（例えば、底部または下部）面に配置される下部電極層（本明細書では「第一の電極層」とも呼ばれる）と、圧電材料の層の第二の（例えば、トップまたは上部）面に配置される上部電極層（本明細書では「第二の電極層」とも呼ばれる）とを備える。電気接続部において、圧電材料の層内に第一のビアが存在してもよい。下部電極層の一部は、圧電材料の層の第一の面上の第一のビアの下に配置されてもよく、上部電極層の一部は、第一のビアを通して配置されてもよく、例えば、下部電極層の部分の上方に位置してもよい。有利なことに、このようなビアは、電極層によって形成される電極間の信号伝達速度を上げ、電気信号に対する作動ビームの応答の速さを上げる。さらに、いくつかの実施形態では、第二のビアは、電気接続部において圧電層が配置されるベース層まで圧電材料の層に透設される。ボンディングパッドの少なくとも一部は、第二のビアを通してベース層上に配置され、ワイヤボンドを受けられるように構成されてもよい。本明細書に記載のように、このような構造は、電極のいずれかと接触する場合、圧電層の層を（例えば、その堆積中に）硬化させる必要性を排除する。これにより、片持ち梁部が電気信号のない場合に所望の初期位置を有するように、電極の所望の引張状態の維持を確実にする。さらに、ボンディングパッドは、圧電層よりも非常に剛性が高くかつ堅牢な表面であり、ワイヤボンドを受け入れるためのボンディングパッドに十分な強度の表面を提供するベース層上に配置される。

10

20

30

40

50

【0012】

別の態様では、作動ビームの電極は、電極および圧電材料の層のパッシベーション化し易いように構成される。本明細書に記載のように、複数のマイクロバルブは、流体マニホールドまたは入力流体マニホールドに取り付けられて、対象表面上に堆積される流体（例えば、インク）を保持するための貯留部を画成してもよい。入力流体マニホールドは、ガラス、シリカ、シリコン、セラミック、プラスチック等から形成されてもよく、作動ビームに取り付けられる構造体のアーム間に画成される開口部を有する構造体を備える。いくつかの実施形態では、このようなアームのうちの一つは、片持ち梁部が貯留部を画成する開口部のうちの一つに延在するように、作動ビームのベース部に取り付けられる。つまり、片持ち梁部は、流体が配置される体積内に延在する。作動ビームの電極を流体から分離するために、パッシベーション構造体を圧電材料の層上に配置してもよい。様々な実施形態では、下部電極の範囲を定める境界（例えば、外周縁）は、作動ビームの範囲を定める境界の内側に配置される。パッシベーション構造体は、第二の電極を完全に覆うように、第二の電極上に配置されてもよい。例えば、パッシベーション構造体は、作動ビームの範囲を定める境界において、パッシベーション構造が圧電材料の層に直接接触するように、第二の電極を完全に覆ってもよい。有利なことに、このような構造は、電極の全体を流体から分離し、それによって腐食の発生を防止し、マイクロバルブ構造の高い耐久性を確実にもたらす。さらに、圧電材料の層は、上部電極層に近接する下部電極層の少なくとも一部を取り囲むように、下部電極層の横方向縁部を越えて延在し、重なり合ってもよい。これにより、下部電極層と上部電極層との間で漏れ電流が流れるのを防ぎ、これにより短絡や性能劣化を防ぐ。

【0013】

本明細書に記載のように、用語「初期位置」は、マイクロバルブの作動ビームを説明する際に使用される場合、作動ビームへの制御信号（例えば、電荷も、電流も電圧も）を印加することなく、マイクロバルブの様々な他の構成要素に対する作動ビームの位置を記述する。言い換えれば、作動ビームが受動的な状態にある場合、初期位置は作動ビーム（およびそれに取り付けられた任意の構成要素）の位置である。当然のことながら、初期位置が作動ビームの開位置である別の実施形態が想定される。

【0014】

ここで図1を参照すると、例示的な実施形態による、ホルダー150内に配置される噴射アセンブリ100の斜視図が示されている。噴射アセンブリ100は、キャリア108に取り付けられたバルブ本体102を備える。ホルダー150は、噴射アセンブリ100

を受け入れるように構成される、その中に格納された開口部を有する実質的に円形の本体を備える。ホルダー 150 の本体は、マーキングデバイスへのホルダー 150 の取り付けを容易にするために、その周縁部から延在する切欠き 118 を備えてもよい。バルブ本体 102 は、マーキングデバイスの構成要素であってもよい。例示的な一実施形態では、バルブ本体 102 は、加圧インク供給部を備える工業用マーキングデバイスで用いられる。別の実施形態では、バルブ本体 102 または本明細書に記載のマイクロバルブのいずれかは、流体がガス（例えば、空気、窒素、酸素等）を含む空気圧用途で使用されてもよい。

【0015】

本明細書に記載のように、バルブ本体 102 は、複数のマイクロバルブに取り付けられた入力流体マニホールドを備える。マイクロバルブおよび入力流体マニホールドは、外部流体供給部から受け入れる流体を保持するように構成される流体貯留部を形成する。別の実施形態では、バルブ本体 102 は、複数の流体貯留部を画成してもよく、各流体貯留部は、複数のマイクロバルブのうちの少なくとも一部分に対応する。このような実施形態では、各流体貯留部は、多色可能な噴射アセンブリまたは多流体堆積アセンブリを提供するために、異なる色のインク（例えば、黒色、緑色、黄色、シアン等）または異なる流体で充填されてもよい。様々な実施形態では、マイクロバルブは、そこに印加される電圧にตอบสนองして移動（例えば、屈曲、湾曲、ねじれ等）し、オリフィスプレートのオリフィスにおいて流体出口を一時的に開くように構成される作動ビームを備える。結果として、液滴は、流体出口から対象物上に放出され、対象物上に所望のマーキングパターンを生成する。

【0016】

示すように、回路基板 104 は、キャリア 108 の側面に取り付けられる。回路基板 104 は、複数の電気経路を備えてもよく、バルブ本体 102 と電気コントローラとの間の接続点を（例えば、ワイヤハーネスを介して）提供してもよい。電気コントローラは、電気経路を介して制御信号を供給し、バルブ本体 102 に備えられる複数のマイクロバルブの作動ビームの動作を制御してもよい。このようなマイクロバルブの構造および機能を、本明細書により詳細に説明する。いくつかの実施形態では、回路基板 104 自体は、マイクロバルブを作動させる制御信号を生成し、提供するマイクロコントローラを備える。

【0017】

識別タグ 106 は、噴射アセンブリ 100 に取り付けられる。いくつかの実施形態では、識別タグ 106 は、噴射アセンブリ 100 に関する様々な形態の情報（例えば、製造情報、シリアル番号、バルブ較正情報、設定等）を格納するように構成される内部メモリを備える。例えば、一実施形態では、識別タグ 106 は、外部装置から所定の識別子を受信することに対応して、格納された情報を受信可能な方法で送信するよう構成される無線周波数識別（RFID）タグである。このように、噴射アセンブリ 100 に関する情報は、迅速かつ効率的に取得されてもよい。

【0018】

ここで図 2 を参照すると、例示的な実施形態による、噴射アセンブリ 100 の立体分解図が示されている。キャリア 108 は、前面 110、背面 112、および側面 124 を備える。様々な実施形態では、バルブ本体 102 は、接着剤で前面 110 に取り付けられる。背面 112 は、その上に配置されるカバー 116 を有する。カバー 116 は、バルブ本体 102 を介して対象物上に堆積するための流体（例えば、インク）用の供給ポートを提供する開口部 120 を備える。例えば、いくつかの実施形態では、流体（例えば、インク）は、開口部 120 の第一の開口部を介して（例えば、入力供給ラインまたはホースを介して）バルブ本体 102 に供給され、バルブ本体 102 を通って循環され、開口部 120 の第二の開口部を介してバルブ本体 102 から吐出される。言い換えれば、流体は、流体プレナムを通して再循環される。隔壁は、開口部 120 のそれぞれに配置され、そこを通る流体送達または流体戻り針の挿入を可能にするように構成されてもよく、噴射アセンブリ 100 の流体封止を維持しながら流体プレナム内へ流体の連通を可能にする。特定の実施形態では、隔壁は、開口部の第一開口部および第二の開口部のそれぞれの下に延在する単一の隔壁シートを備えてもよい。図示されていないが、いくつかの実施形態では、発熱体

(例えば、抵抗素子)は、バルブ本体102またはキャリア108に近接して(例えば、その側壁の周りに、またはその側壁に連結して)配置されてもよい。発熱体を用いて、流体を所望の温度に維持するために、流体プレナム内に収容される流体(例えば、インク)を選択的に加熱してもよい。さらに、例えば、温度センサー(図示せず)、例えば熱感知抵抗器は、例えば、噴射アセンブリ100を通して流れる流体の温度を測定するために、キャリア108内に設けられてもよい。

【0019】

前面110は、バルブ本体102が前面110に(例えば、接着剤により)堅固に取り付けられるように、バルブ本体102を受け入れるように構成される空洞を備える。回路基板104は、側面124を介してキャリア108に取り付けられる。示すように、側面124は取付ペグ126を備える。様々な実施形態では、回路基板104は、取付ペグ126の配置に対応するように配置される開口部を備え、回路基板104をキャリア108に位置合わせするために取付ペグ126を受け入れるように構成される。

10

【0020】

示すように、回路基板104は、それに取り付けられたフレックス回路114を有する。フレックス回路114は、回路基板104からある角度で延在し、前面110に近接してキャリア108に取り付けられる。バルブ本体102および回路基板104は、フレックス回路114が前面110の角境界の近傍に延在する場合、互いに垂直に配置される。回路基板104はまた、マーキングシステムコントローラから制御信号を受信するように構成される電気接続部材(例えば、ピン)を備えるコントローラインターフェース122

20

【0021】

本明細書に記載のように、様々な実施形態では、フレックス回路114は流体マニホールドとキャリア108との間に配置されてもよく、またはインターポーザがキャリア108とバルブ本体102との間に配置されて、フレックス回路114と、バルブ本体102に備えられる複数のマイクロバルブの電極との間の電気接続の形成を容易にしてもよい。いくつかの実施形態では、フレックス回路114は、取付部材148によって前面110に取り付けられる。フレックス回路114の開口部は、キャリア108の隔壁と位置合わせされ、バルブ本体102を介して形成される流体プレナムへの流体入口を提供する。

30

【0022】

ここで図3を参照すると、例示的な実施形態による、噴射アセンブリ100の様々な構成要素の概略図が示されている。例えば、図3は、図1に示す噴射アセンブリ100の線I-Iにおける断面図を示すことができる。示すように、バルブ本体102は、インターポーザ170を介してキャリア108の前面110から延在する。インターポーザ170は、バルブ本体102内で様々な構成要素の最大の性能を確実にもたらず構造支持体を提供する。示していないが、いくつかの実施形態では、適合層(例えば、シリコンまたはゴム層)はまた、応力を緩和させるために、インターポーザ170の上方もしくは下方に、またはスタック内の他の任意の位置に配置されてもよい。

【0023】

バルブ本体102は、入力流体マニホールド162、および入力流体マニホールド162に取り付けられた複数のマイクロバルブ164を備える。マイクロバルブ164および入力流体マニホールド162は、加圧流体供給部から(例えば、背面112に取り付けられたカバー116内の開口部120を介して)受け入れた流体(例えば、インクとメイクアップ流体との組み合わせ)のための流体貯留部166を形成する。様々な実施形態では、流体供給部は、流体貯留部、およびキャリア108に連結する供給ラインを介して噴射アセンブリ100に加圧流体を供給するように構成されるポンプを備える。様々な実施形態では、流体供給部は、マイクロバルブ164のうちの一つまたは複数が開いている場合、7~15PSIに加圧された流体を供給する。例えば、一実施形態では、流体は、約10PSIの圧力を有する。キャリア108は、加圧流体を受け入れ、流体を流体貯留部166に供給するように構成される内部空洞を備えてもよい。様々な実施形態では、圧力差

40

50

は、流体貯留部 166 と流体供給部との間で、流体をバルブ本体 102 から追い出すように維持されてもよい。

【0024】

入力流体マニホールド 162 は、流体貯留部 166 を形成するチャンネルを備えるガラス構造体を備えてもよい。一般的に、マイクロバルブ 164 は、前面 110 のオリフィスプレート上のオリフィスに対して間隔を置いて保持される作動ビームを備える。作動ビームは、制御信号（例えば、回路基板 104 上のコントローラインターフェース 122 を介して提供される電圧波形）の受信に応答して撓むように構成される圧電材料の少なくとも一つの層を備えてもよい。本明細書に記載のように、このような電気信号の印加は、マイクロバルブ 164 を開放させ、それによりオリフィスプレートで液滴が放出される。液滴は 10 基材 190 上に噴出距離 192 噴出され、基材 190 上に所望のパターンを生成する。いくつかの実施形態では、本明細書に記載のマイクロバルブ 164 または任意の他のマイクロバルブによって分注される単一の流体液滴の重量は、200 ナノグラム～300 ナノグラムの範囲であってもよい。いくつかの実施形態では、分注される単一の液滴の体積は、200 ピコリットル～300 ピコリットルの範囲であってもよい。マイクロバルブ 164 の様々な構成要素の構造および機能を、本明細書でより詳細に説明する。別の実施形態では、作動ビームは、（例えば約 1 mm の長さを有する）ステンレススチール作動ビームを備えてもよい。さらに別の実施形態では、作動ビームは、ベース層（例えば、ベースシリコンステンレス鋼層）のいずれかの面上に配置される圧電材料の二つの層を有するバイモルフビームを備えてもよい。電気信号（例えば、電圧）は、作動ビームを対応する圧電層 20 に向かって屈曲させるために、圧電層のいずれか一つに印加されてもよい。二つの圧電層は、同一の圧電材料または異なる圧電材料を備えてもよい。特定の実施形態では、オリフィスに向かってまたはオリフィスから離れる所定の距離に作動ビームを屈曲または湾曲させるように、異なる電気信号を圧電層のそれぞれに印加してもよい。

【0025】

本明細書に記載の実施形態は、圧電材料を含む作動ビームを一般的に説明するが、別の実施形態では、任意の別の作動機構が使用されてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、作動ビームは、作動ビームを移動させるための容量性カップリングを備えてもよい。別の実施形態では、作動ビームは、静電カップリングを備えてもよい。さらに別の実施形態では、作動ビームは、ビームを移動させるための磁気カップリング（例えば、電磁石によって作動させる電磁構造）を備えてもよい。さらに別の実施形態では、作動ビームは、 30 温度変化に応答して移動するように構成される温度感受性のバイメタル板を備えてもよい。

【0026】

インターポーザ 170 は、一般的にバルブ本体 102 の様々な部分に剛性を付加する。例えば、インターポーザ 170 を、バルブ本体 102 の構成要素（例えば、オリフィスプレート、作動ビーム等）よりも剛性が高いように構成し、このような構成要素を互いに取り付けることによって、誘発される応力を相殺してもよい。例えば、インターポーザ 170 は、キャリア 108 をバルブ本体 102 に取り付けるために使用される接着剤によって誘発される応力を相殺するために、バルブ本体 102 に取り付けられてもよい。さらに、 40 インターポーザ 170 は、入力流体マニホールド 162 とマイクロバルブ 164 との間の界面で応力を相殺してもよい。

【0027】

ここで図 4 を参照すると、例示の実施形態による、噴射アセンブリ 100 の平面図が示されている。図 4 A は、図 2 に示すバルブ本体 102 の線 I I における平面図を示している。つまり、図 4 A は、入力流体マニホールド 162 とオリフィスプレートとの間の界面における断面図を示す。入力流体マニホールド 162 は、第一の開口部 172 および第二の開口部 174 を備える。第一の開口部 172 は、複数のマイクロバルブ 164 を露出して流体供給部から受け入れる流体を保持するように構成される流体貯留部 166 を形成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

示される実施例では、複数のマイクロバルブ 1 6 4 は、位置合わせされた複数の作動ビーム 1 7 6 を備える。複数の作動ビーム 1 7 6 のそれぞれは、その端に配置される封止部材 1 7 8 を有する。いくつかの実施形態では、封止部材 1 7 8 は、オリフィスプレート内のオリフィスに配置されるバルブシートと位置合わせされ、かつ接触し、いかなる電気信号も存在せずに流体貯留部 1 6 6 内に収容された流体が流体貯留部 1 6 6 から漏れ出るのを防止する。噴射アセンブリ 1 0 0 は、5 2 個のマイクロバルブ 1 6 4 を形成する 5 2 個の作動ビーム 1 7 6 を備えることが示されている。

【 0 0 2 9 】

様々な実施形態では、複数の作動ビーム 1 7 6 のそれぞれは、第一の開口部 1 7 2 と第二の開口部 1 7 4 との間の境界の下に配置される部材から延在する。前記部材のそれぞれは、第二の開口部 1 7 4 を介して露出する電気接続部を備えてもよい。接着パッド 1 8 0 (本明細書では「電気接触パッド 1 8 0」とも呼ばれる)は、電気接続部のそれぞれに配置される。ワイヤは、電気接触パッド 1 8 0 を介して、電気接続部のそれぞれをコントローラインターフェース 1 2 2 に電氣的に接続する。つまり、電気信号は、電気接触パッド 1 8 0 を介して作動ビーム 1 7 6 の各々によって受信されてもよい。別の実施形態では、テープ自動ボンディング (TAB) を用いて、電気接触パッド 1 8 0 を介して電気接続部のそれぞれをコントローラインターフェース 1 2 2 に電氣的に接続してもよい。

【 0 0 3 0 】

第一の開口部 1 7 2 と第二の開口部 1 7 4 との間の境界は、電気接触パッド 1 8 0 を、流体開口部 1 7 2 によって形成される貯留部内に収容される流体から分離する。また有利なことに、電気接触パッド 1 8 0 は、入力流体マニホールド 1 6 2 の下に配置される。これは、作動ビーム 1 7 6 間の電気接続がキャリア 1 0 8 の内部に配置され、劣化および外部汚染から保護されることを意味する。

【 0 0 3 1 】

電気接触パッド 1 8 0 を流体貯留部 1 6 6 に収容される流体から分離するために、接着構造体 1 8 2 は、入力流体マニホールド 1 6 2 上に配置される。接着構造体 1 8 2 は、入力流体マニホールド 1 6 2 をオリフィスプレートに連結する。図 4 A に示すように、接着構造体 1 8 2 は、第一の開口部 1 7 2 および第二の開口部 1 7 4 のそれぞれの周りに「レーストラック」を形成する。レーストラックは、入力流体マニホールド 1 6 2 とオリフィスプレートとの間に漏れ出る流体のためのバリアを提供し、および粒子が入力流体マニホールドに入るのを防止する。レーストラック型接着構造体 1 8 2 は、入力流体マニホールド 1 6 2 側またはオリフィスプレート側のうちの一方または両方に存在してもよい。例えば、レーストラックは、第一の開口部 1 7 2 および第二の開口部 1 7 4 のそれぞれの周りに、接着剤材料 (例えば、ネガ型フォトレジスト、例えば、商品名 SU - 8 で市販のビスフェノール A ノバラクグリシジルエーテル系フォトレジスト、またはポリメチルメタクリレート、ポリジメチルシロキサン、シリコンゴム等) のいくつかの同心矩形ループで構成されてもよい。接着材料のセグメントは、矩形ループの複数のセグメントを横切って切断し、漏れ出る流体を受け入れる区画を形成してもよい。このような接着構造体 1 8 2 は、マイクロバルブ 1 6 4 と電気接触パッド 1 8 0 との間の流体分離を容易にする。別の実施形態では、接着構造体 1 8 2 は、シリコンから形成され、融着、レーザーボンディング、接着剤、ステイクション等により、入力流体マニホールド 1 6 2 をオリフィスプレートに接合するために使用される。接着構造体 1 8 2 は、入力流体マニホールド 1 6 2 およびそれに連結するバルブ本体 1 0 2 上に配置されてもよく、バルブ本体 1 0 2 およびそれに連結する入力流体マニホールド 1 6 2 上に配置されてもよく、または入力流体マニホールド 1 6 2 およびバルブ本体 1 0 2 のそれぞれの上に二つを連結する前に配置されてもよい。

【 0 0 3 2 】

いくつかの実施形態では、接着構造体 1 8 2 は、通気されてもよい。例えば、図 4 B は、接着構造体 1 8 2 b の概略図を示す。接着構造体 1 8 2 b は、SU - 8、シリコン、ま

10

20

30

40

50

たは任意の他の好適な材料から形成されてもよく、接着構造体がレーストラック形状を有するように、複数のループ 189b を備える。入力流体マニホールド 162 を取り囲む接着構造体 182b の複数のループ 189b のうちの最も内側のループは、閉ループを形成する。これに対して、最も内側のループの半径方向外側に配置される複数のループ 189b の残りの部分は、通気孔 183b、例えばその中に画成されるスロットまたは開口部を備える。通気孔 183b は、接着構造体 182b の複数のループ 189b の間に閉じ込められる場合がある空気が通気孔 183b を通って漏れ出ることを可能にすることによって、入力流体マニホールド 162 のオリフィスプレートへ接合しやすくしてもよい。図 4B は、通気孔 183b が互いに半径方向に位置合わせされ、各ループの角に位置することを示す。別の実施形態では、一つのループの 1 または複数の通気孔 183b は、隣接するループに画成される通気孔から放射状にオフセットされてもよい。

10

【0033】

図 4B に示すように、接着構造体 182b の各ループの角は、丸みを帯びてもよい。さらに、噴射アセンブリ 100 に備えられる入力流体マニホールド 162 の角部、インターポーザ 170、フレックス回路 114、または任意の別の層もしくは構成要素は、例えば、鋭利な角部で生じる可能性がある応力集中を低減するために、丸みを帯びてもよい。

【0034】

ここで図 5A を参照すると、例示的な実施形態による、マイクロバルブ 230 を備える噴射アセンブリ 200 の断面図が示されている。いくつかの実施形態では、噴射アセンブリ 200 は、図 1、2、3、および 4A - B に関して説明した噴射アセンブリ 100 の例示的な実施形態である。示すように、噴射アセンブリ 200 は、構造層 222 を介してバルブ本体 298 に取り付けられたキャリア 202 を備える。いくつかの実施形態では、キャリア 202 は、構造層 222 を備えてもよい。

20

【0035】

キャリア 202 は、上部 204、および上部 204 の縁から延在するハウジング部 206 を備える。上部 204 は、加圧インクが供給される隔壁 208 を備える。ハウジング部 206 は、バルブ本体 298 が中に配置される空洞を画成する。バルブ本体 298 は、入力流体マニホールド 210 およびマイクロバルブ 230 を備える。示すように、入力流体マニホールド 210 およびマイクロバルブ 230 は、隔壁 208 を介して外部流体供給部から受け入れる加圧流体の体積を保持するように構成される貯留部 300 を画成する。様々な実施形態では、貯留部 300 内に保持される加圧流体は、液体状態にあるインクおよび別の流体の組み合わせである。

30

【0036】

キャリア 202 は、プラスチック、セラミック、または任意の他の好適な材料で形成されてもよい。キャリア 202 は、バルブ本体 298 に構造支持体を設けることによって、噴射アセンブリ 200 を動作しやすくする。例えば、いくつかの実施形態では、バルブ本体 298 の周縁部は、ハウジング部 206 の内面に配置される接着剤の層 302 によりハウジング部 206 に取り付けられる。このような接着剤は、マイクロバルブ 230 と入力流体マニホールド 210 との間の所望の相対的位置決めを維持しやすくする。

【0037】

様々な実施形態では、入力流体マニホールド 210 は、噴射アセンブリ 200 の別の構成要素への取り付け前に予め形成される。入力流体マニホールド 210 は、(例えば、ガラス、シリコン、シリカ等から形成される) 任意の好適な厚さ(例えば、500 ミクロン)を有する本体 310 によって形成される。示すように、入力流体マニホールド 210 は、第一のアーム 330、第二のアーム 332、および第三のアーム 334 を備えるように予め形成されている。本明細書で使用する用語「アーム」は、入力流体マニホールド 210 を記載するために使用される場合、入力流体マニホールド 210 に含まれる開口部を分離する構造を説明するために使用される。したがって、アーム 330、332、および 334 は、任意の好適な形状を有してもよい。例えば、いくつかの実施形態では、アーム 330、332、および 334 は、実質的に平面の側面を有する実質的に矩形形状である。

40

50

別の実施形態では、側面は、アーム 330、332、および 334 は、実質的に台形形状であるように角度付けられてもよい。アーム 330、332、および 334 は、任意の好適な方法（例えば、ウェットエッチングまたはドライエッチング、例えばディープ反応性イオンエッチング）を用いて、構造体（例えば、シリコンまたはガラス構造体）内に開口部を作製することによって形成されてもよい。

【0038】

示すように、第一のチャンネル 212 はアーム 330 と 332 とを互いに分離し、第二のチャンネル 214 はアーム 332 と 334 とを互いに分離する。示す実施形態では、第一のチャンネル 212 と第二のチャンネル 214 は、実質的に直線状で互いに平行であるが、入力流体マニホールド 210 は、その上に配置されるマイクロバルブの配置のために必要に応じて配置されてもよい。第一のチャンネル 212 は、マイクロバルブ 230 の作動ビーム 240 の片持ち梁部 308 の長さ 312 と所定の関係を有する幅 304、例えば約 500 ~ 1,000 ミクロンの範囲、を有するように形成される。例えば、第一のチャンネル 212 は、片持ち梁部 308 の所望の長さ 312 よりも閾値量だけ大きい幅 304 を有するように形成されてもよい。第二のチャンネル 214 は、作動ビーム 240 とフレックス回路 216 との間に、その間に延在するワイヤボンド 220 を介して形成される電気接続のための手段を提供する。有利なことに、このような配置を用いて、作動ビーム 240 とフレックス回路 216 との間の電気接続を内部に取り込む。言い換えると、このような構成要素間の電気接続は、キャリア 202 の外部ではなく、したがって劣化に対して脆弱性が低い。様々な実施形態では、第一のチャンネル 212 および / または第二のチャンネル 214 は、傾斜した側壁を有してもよい。

10

20

【0039】

示すように、第二のチャンネル 214 は、封入剤 218 で実質的に充填される。封入剤 218 は、エポキシタイプまたは任意の他の好適な材料を含んでもよい。封入剤 218 は、ワイヤボンド 220 とフレックス回路 216 と作動ビーム 240 との間に形成される電気接続を覆い、ワイヤボンド 220 を物理的損傷、湿気、および腐食から保護するように構成される。したがって、封入剤 218 は、フレックス回路 216 と作動ビーム 240 との間の適切な電気接続の維持を確実にして、作動ビーム 240 にそれを動かすために電気制御信号を提供しやすくし、マイクロバルブ 230 を開閉させる。

30

【0040】

第二のアーム 332 は、貯留部 300 に収容される流体が電気接続部に到達するのを防止するバリアとして機能する。つまり、入力流体マニホールド 210 は、外部流体供給部から受け入れる加圧流体用の貯留部 300 と、加圧流体と噴射アセンブリ 200 内に収容される任意の電気接続部との間の絶縁バリアとの両方の機能をする。第一チャンネル 212 および第二のチャンネル 214 は、（例えば、サンドブラスト、物理的または化学的エッチング、ドリル加工等による）任意の好適なプロセスを用いて形成されてもよい。いくつかの実施形態では、入力流体マニホールド 210 は、ガラスで構成されるよりもむしろ、シリコン、シリカ、セラミック、または任意の他の好適な材料で構成される。いくつかの実施形態では、入力流体マニホールド 210 は、ガラスフリット、はんだ、または任意の他の好適な接着剤によりマイクロバルブ 230 に接合してもよい。

40

【0041】

図 5A を引き続き参照すると、マイクロバルブ 230 は、作動ビーム 240 に取り付けられたオリフィスプレート 250 を備える。オリフィスプレート 250 は、任意の好適な材料、例えば、ガラス、ステンレス鋼、ニッケル、電気めっきされた金属（例えば、ステンレス鋼）の別の層を有するニッケル、ポリイミド（例えば、カプトン）、またはネガ型フォトリソ（例えば、SU-8、ポリメチルメタクリレート等）から形成されてもよい。いくつかの実施形態では、オリフィスプレート 250 は実質的に平坦であってもよく、例えば、オリフィスプレート 250 が実質的に撓みもねじれも無いように、少なくとも 15 mm のオリフィスプレート 250 の長さおよび幅にわたって 3 ミクロン未満の変動係数の平坦性を有してもよい。さらに、オリフィスプレート 250 は、任意の好適な厚さを

50

有してもよい。いくつかの実施形態では、オリフィスプレート250は、30ミクロン～60ミクロンの範囲(30、40、50、または60ミクロン)の厚さを有してもよい。別の実施形態では、オリフィスプレート250は、100ミクロン～400ミクロンの範囲(例えば、100、150、200、250、300、350、または400ミクロン)の厚さを有してもよい。より厚いオリフィスプレート250は、より平坦なオリフィスプレートを実現し易くしてもよい。

【0042】

オリフィスプレート250は、実質的に平面状であり、その表面の間に延在するオリフィス260を備える。様々な実施形態では、オリフィス260は、実質的に円筒形であり、オリフィスプレート250の表面に垂直または実質的に垂直である中心軸を有する。バルブシート270は、オリフィス260に近接するオリフィスプレート250の内面316上に配置される。様々な実施形態では、バルブシート270は、オリフィス260を囲むまたは実質的に囲む適合材料からなる。いくつかの実施形態では、バルブシート270は、エポキシ系接着剤、例えばSU-8フォトレジストで構成される。別の実施形態では、バルブシートは、成形可能なポリマー、例えばポリジメチルシロキサンまたはシリコンゴムから形成されてもよい。さらに別の実施形態では、バルブシート270は、非適合材料、例えばシリコンから形成されてもよい。いくつかの実施形態では、適合層、例えば金属層は、作動ビーム240が接触するバルブシート270の表面上に配置されてもよい。バルブシート270は、オリフィス260と実質的に位置合わせされた内部開口部318を画成し、貯留部300内に収容される加圧流体のための出口を形成する。特定の実施形態では、バルブシート270は除外される場合がある。

10

20

【0043】

示すように、作動ビーム240は、第一の端部336と第二の端部338との間の長さで延在する。作動ビーム240は、第一の端部336から第二のチャンネル214の境界まで延在する末端部328を備える。示すように、末端部328は、第一のアーム330の表面を介して(例えば、接着層により)入力流体マニホールド210に取り付けられる。末端部328は、スペーサー部材280上に配置される。つまり、末端部328は、スペーサー部材280と第一のアーム330との間に挟まれる。様々な実施形態では、末端部328は、それを通して連続的に延在する、図7A～Bに関して説明する層のそれぞれを備える。しかし、別の実施形態では、図7A～Bに関して説明する層のいずれかは、末端部328内に任意の数の不連続部を備えてもよく、または備えなくてもよい。

30

【0044】

作動ビーム240は、末端部328から延在する電気接続部294をさらに備える。示すように、電気接続部294は、第二のチャンネル214に対応する領域内に延在する。言い換えると、電気接続部294は、スペーサー部材280とチャンネル214との間に位置する。示すように、ワイヤボンド220は、電気接続部294を介して作動ビーム240に接続する。本明細書に記載のように、作動ビーム240は、その上に電気接続部294において配置され、電気接続を形成するボンディングパッドを有する。電気接続部を経由して、外部コントローラから生じる電気信号は、フレックス回路216およびワイヤボンド220を通して作動ビーム240へ伝達される。本明細書に記載のように、電気信号は、作動ビーム240の片持ち梁部308を初期位置から移動させることができる。このような動きにより、貯留部300に収容される流体がバルブ本体298から所望の表面上に吐出されるように、オリフィス260に画成される流体出口を開けてもよい。電気接続部294の様々な態様は、電気信号に応答してマイクロバルブ230が動作し易いように構成される。このような態様を、図8A～Bに関してより詳細に説明する。

40

【0045】

作動ビーム240は、電気接続部294から第二のアーム332の境界まで延在するベース部306をさらに備える。つまり、入力流体マニホールド210は、ベース部306と第二のアーム332との間に配置される接着剤により作動ビーム240に取り付けられる。いくつかの実施形態では、図7A～Bに関して説明する層のそれぞれは、ベース部3

50

06を通過して連続的に延在する。別の実施形態では、図7A～Bに関して説明する層のうちの一つまたは複数は、ベース部306内に存在しなくてもよい。例えば、一実施形態では、パッシベーション構造体406および第二の電極部404は、ベース部306内に存在しない。このような実施形態では、作動ビーム240を第二のアーム332に取り付ける接着剤は、ベース部306内の圧電材料の層に直接接触する。代替的にまたは追加的に、図7A～Bに関して説明する層のいずれかは、ベース部306内に一つまたは複数の不連続部（例えば、ビア）を備えてもよい。

【0046】

片持ち梁部308は、ベース部306から貯留部300内に延在する。ベース部306は、スペーサ部材280上に配置されるため、片持ち梁部308は、オリフィスプレート250から空間的に分離される。したがって、片持ち梁部308は貯留部300内に延在するので、電気接続部294を介して電気信号が片持ち梁部に印加された結果として、オリフィスプレート250に向かって曲がって、および/またはオリフィスプレート250から離れてもよいように、片持ち梁部308の両側に空間がある。スペーサ部材280は、作動ビームのスクイズフィルムダンピングを防止するように構成される。

10

【0047】

片持ち梁部308は、片持ち梁部308が貯留部300の境界から所定の距離だけ延在するように、長さ312を有する。様々な実施形態では、所定の距離は、特に片持ち梁部308の一部292がバルブシート270およびオリフィス260と重なり合うように選択される。封止部材290は、オリフィス260と重なり合う作動ビーム240の一部292から延在する。いくつかの実施形態では、封止部材290は、オリフィス260の形状に実質的に対応する形状を有するように構成される。例えば、一実施形態では、オリフィス260および封止部材290の両方が実質的に円筒形であり、封止部材290がより大きい外径を有する。このような構成は、封止部材290とバルブシート270との間に封止を形成することを可能にするために、封止部材290が、オリフィス260の全体を覆い易くする。別の実施形態では、オリフィス260は、任意の他の形状、例えば、星形、正方形、矩形、多角形、楕円形、または非対称形状を有してもよい。特定の実施形態では、バルブシート270は、封止部材290を受けるように凹部のサイズおよび形状を画成してもよい。様々な実施形態では、オリフィスプレート250およびしたがってオリフィス260は、非湿潤（例えば、疎水性）材料、例えば、シリコンまたはテフロン（登録商標）から形成されてもよい。別の実施形態では、非湿潤（例えば、疎水性）コーティングは、オリフィス260の内壁上に配置されてもよい。このようなコーティングとしては、例えば、テフロン（登録商標）、ナノ粒子、親油性コーティング、または任意の他の好適なコーティングを挙げることができる。

20

30

【0048】

様々な実施形態では、スペーサ部材280および封止部材290は、同一の材料から構成され、同等または実質的に同等の厚さ320および322（例えば、シリコン、SU-8、シリコンゴム、ポリメチルメタクリレート等）を有する。このような実施形態では、作動ビーム240がオリフィスプレート250に平行に延在する場合、スペーサ部材280の下面と封止部材290の下面は互いに位置合わせされている。作動ビーム240が（本明細書に記載のように）閉位置に配置される場合、封止部材290の表面はバルブシート270に接触して、オリフィス260に形成される流体出口を閉じる（例えば、封止部材290の封止面は、バルブシート270が存在しない場合、スペーサ部材280の下面の下に約2ミクロン延在するように構成されてもよい）。バルブシート270および封止部材290は、作動ビーム240が閉位置に配置される場合（例えば、ワイヤボンダ220を介して電気信号が作動ビーム240から除去されるか、または作動ビーム240に印加される場合）、封止部材290の十分な表面積がバルブシート270に接触し、流体が貯留部300からオリフィス260に移動するのを防止するように寸法設定されてもよい。例えば、封止部材290は、バルブシート270よりも大きい直径あるいは断面を有してもよい。いくつかの実施形態では、適合材料（例えば、金属）は、バルブシート

40

50

270に接触するように構成される封止部材290の表面上に配置されてもよい。

【0049】

片持ち梁部308の構造体の様々な態様は、マイクロバルブ230の耐久性を最大化するように構成される。いくつかの実施形態では、図7A～Bに関して説明する第二の電極部404は、片持ち梁部308の実質的に全体を通して連続的に延在する。このような構造は、電気信号が実質的に片持ち梁部の全体に印加されて圧電応答を最大化できるように、片持ち梁部308内の上部電極と圧電材料の層との間に最大の重なり合いをもたらす。片持ち梁部308は貯留部300内に延在するため、貯留部300内に収容される流体は作動ビーム240に接触する。貯留部300内に収容される流体（例えば、インクおよびマイクロアップ流体の任意の好適な組み合わせ）は、作動ビーム240が構成される様々な材料を腐食する可能性がある。例えば、いくつかの実施形態では、作動ビームに含まれる電極（例えば、図7A～Bに関して説明する第二の電極部404の上部電極（以下、「第二の電極」と呼ぶ））は、流体との接触に反応して腐食する材料（例えば、白金）で構成されてもよい。したがって、マイクロバルブの耐久性を確実にするために、電極を流体から分離するための工程が実施される。例えば、図7A～Bに関して説明するパッシベーション構造体406は、パッシベーション構造体406が第二の電極を完全に覆うように、第二の電極上に配置されてもよい。

10

【0050】

これが可能になるために、作動ビーム240は、第二の電極の範囲を定める（例えば、外周の）境界が、作動ビーム240の範囲を定める境界の内側に配置されるように構成されてもよい。例えば、作動ビーム240内に収容される圧電材料の層は第二の電極の外側に向かって延在してもよく、パッシベーション構造体406は、パッシベーション構造体406が第二の電極を完全に覆うように第二の電極上に配置されてもよい。言い換えると、片持ち梁部308の端部340は、作動ビーム240の完全なパッシベーションを促進するために第二の電極層を備えなくてもよい。こうした構造は、図7B、9、および10に関してより詳細に説明される。

20

【0051】

噴射アセンブリ200の様々な態様は、バルブシート270と封止部材290との間の適切な封止を確実に形成するように設計される。例えば、入力流体マニホールド210上に配置される構造層222は、マイクロバルブ230の構成要素を互いに連結し、およびマイクロバルブ230をハウジング部206に連結する接着剤によりその上に誘起される応力から生じるオリフィスプレート250の撓みを防止する。様々な実施形態では、構造層222は、この機能を実行するためにオリフィスプレート250よりも高い剛性を有するように構成される。構造層222は、シリコンまたは任意の他の好適な材料で構成されてもよい。示すように、構造層222は、その主要部分から延在する突起部224を備える。突起部224は、入力流体マニホールド210の上面に（例えば、第一のチャンネル212と第二のチャンネル214の境界に）取り付けられる。特定の実施形態では、突起部224は省略される。封止は、例えば、構造層222とフレックス回路216との間に配置される接着剤によって突起部224で形成される。突起部224は、入力流体マニホールド210の上方にクリアランスを提供する。このようなクリアランスは、ワイヤボンド220とフレックス回路216との間の全ての接触点を完全に覆う封入剤218を配置しやすくする。いくつかの実施形態では、剛性がキャリア202によってもたらされるように、キャリア202は構造層222を備えてもよい。

30

40

【0052】

別の態様では、作動ビーム240は、閉位置にある場合、バルブシート270と封止部材290との間の界面に密封が形成されるように構成される。作動ビーム240は、圧電材料の少なくとも一つの層を備えてもよい。圧電材料の層は、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）または任意の好適な材料を含んでもよい。圧電材料の層は、それに電氣的に接続する電極を有する。様々な実施形態では、ワイヤボンド220は、フレックス回路216からの電気信号が電極を介して圧電材料の層に提供されるように、前記電極に取り付けられ

50

る。電気信号は、作動ビーム 240 をその初期位置に対して移動（例えば、屈曲、回転、湾曲等）させる。他の実施形態では、作動ビーム 240 は、（例えば、約 1 mm の長さを有する）ステンレス鋼作動ビームを備えてもよい。さらに別の実施形態では、作動ビーム 240 は、ベース層（例えば、ベースシリコン層）のいずれかの面上に配置される圧電材料の二つの層を有するバイモルフビームを備えてもよい。電気信号（例えば、電圧）は、作動ビームを対応する圧電層に向かって屈曲させるために、圧電層のいずれか一つに印加されてもよい。二つの圧電層は、同一の圧電材料または異なる圧電材料を備えてもよい。特定の実施形態では、所定の距離に作動ビームを屈曲または湾曲させるように、異なる電気信号を圧電層のそれぞれに印加してもよい。

【0053】

示すように、ワイヤボンド 220 は、その電気接続部 294 において作動ビーム 240 に取り付けられる。電気接続部 294 は、作動ビーム 240 内の少なくとも一つの電極に導電的に接続するボンディングパッド（例えば、金、白金、ルビジウム等から構成される）を備える。有利には、電気接続部 294 は、作動ビーム 240 の片持ち梁部から離される。言い換えると、電気接続部 294 は、入力流体マニホールド 210 と作動ビーム 240 との間の接続点に形成される封止により、噴射アセンブリ 200 に収容される流体から分離される。いくつかの実施形態では、ワイヤボンド 220 および / または封入剤 218 は、オリフィスプレート 250 内に設けられる開口部を通して経路から出されてもよい。

【0054】

様々な実施形態では、作動ビーム 240 は、閉位置がその初期位置であるように構成される。言い換えると、作動ビーム 240 内の様々な層は、貯留部内に収容される加圧流体により印加される力の結果として、オリフィス 260 に向かって作動ビームが曲がるように構成される。作動ビーム 240 内のチューニング層は、オリフィスに向かって作動ビームに湾曲を生じさせるために圧縮応力状態になるように構成されてもよい。このような湾曲の結果として、封止部材 290 は、例えば、流体出口を閉じるために作動ビーム 240 に印加される電気信号が全く存在しないで、バルブシート 270 に接触する。湾曲度は、作動ビーム 240 が初期位置にある状態で、封止部材 290 とバルブシート 270 との間の界面において密封を形成するように、特に選択されてもよい。有利なことに、このような初期封止は、噴射アセンブリ 200 に収容される流体の蒸発を防止し、それは詰まりおよび他の欠陥を防止する。

【0055】

図 5 A に示すように、作動ビーム 240 は、オリフィスプレート 250 から離れる方向に屈曲される。このような屈曲の達成は、フレックス回路 216 を介して電気信号を作動ビーム 240 へ印加することに起因する。例えば、フレックス回路 216 は、作動ビーム 240 に伝えられる電気信号を供給する外部コントローラに電氣的に接続していてもよい。

【0056】

図 5 A に例示のように、電気信号の印加は、作動ビーム 240 をその初期位置から一時的に離す。例えば、様々な実施形態では、作動ビーム 240 は、封止部材 290 の封止部材表面の一部分がバルブシート 270 の上面から少なくとも 10 ミクロンであるように、オリフィス 260 から離れる方向に上方に移動する。一実施形態では、封止部材表面の中心部は、その振動パターンのピークでバルブシート 270 から約 15 ミクロンである。結果として、バルブシート 270 と封止部材 290 との間に開口部が一時的に形成される。開口部は、流体体積がオリフィス 260 に入り、オリフィスプレート 250 の外表面において液滴を形成する経路を提供する。液滴は基材上に堆積され、噴射アセンブリ 200 のマイクロバルブ 230 のそれぞれの作動ビーム 240 のそれぞれに送られる制御信号によって決定されるパターンを形成する。理解されるように、周波数であって、周波数により作動ビーム 240 がその初期位置からある位置、例えば図 5 A に示す位置へ移動する、周波数は、実装に応じて変化してもよい。例えば、一実施形態では、作動ビーム 240 は、約 12 kHz の周波数で振動する。しかし別の実装では、作動ビーム 240 は、より低い

10

20

30

40

50

周波数（例えば、10kHz）またはより高い周波数（例えば、20kHz）で発振してもよい。

【0057】

ここで図5Bを参照すると、例示的な実施形態による、マイクロバルブ230bを備える噴射アセンブリ200bの断面図が示されている。いくつかの実施形態では、噴射アセンブリ200bは、図1、2、3、および4A~4Bに関して説明した噴射アセンブリ100の例示的な実施形態である。示すように、噴射アセンブリ200bは、インターポーザ222bを介してバルブ本体298bに取り付けられるキャリア202bを備える。

【0058】

キャリア202bは、上部204b、および上部204bの縁から延在するハウジング部206bを備える。流体チャンネル211bは、上部204bに設けられる。隔壁208b（例えば、ゴムまたは発泡体隔壁）は流体チャンネル211bの入口に配置され、フィルター213bは流体チャンネル211bの出口に配置される。カバー203b（例えば、プラスチックまたはガラスカバー）は、隔壁208bがキャリア202bとカバー203bとの間に配置され、その間に固定されるように、キャリア202b上に配置される。開口部209bは、カバー203b内に画成されてもよく、流体チャンネル211bの入口に対応する。流体コネクタ10bは、カバー203bまたは流体チャンネル211bの入口に連結する。流体コネクタ10bは、挿入針12bを備え、挿入針12bは、隔壁208bを貫通し、それを通して流体チャンネル211b内に配置されるように構成される。流体コネクタ10bは、加圧流体（例えば、インク）を、挿入針12bを通して噴射アセンブリ200bの入力流体マニホールド210bに注入するように構成される。さらに、フィルター213bは、流体が貯留部300b内に連通する前に、流体から粒子を濾過するように構成される。いくつかの実施形態では、挿入針12bは、非湿潤（例えば、疎水性材料、例えばテフロン（登録商標））から形成されてもよく、または非湿潤でコーティングされてもよい。別の実施形態では、挿入針12bは発熱体を備えてもよく、または挿入針12bを加熱するように電流が挿入針12bに提供されてもよく、それによってそれを通して流体が貯留部300b内に流れる。さらに別の実施形態では、金属針または任意の他の発熱体は、中に収容する流体を加熱するために、入力流体マニホールド210b内に設けられてもよい。流体チャンネル211bのみを備えると示されているが、いくつかの実施形態では、キャリア202bはまた、流体がキャリア202bから引き出されるように、すなわち、流体がキャリア202bを通して循環されるように第二の流体チャンネルを画成してもよい。

【0059】

ハウジング部206bは、バルブ本体298bが中に配置される空洞または境界を画成する。バルブ本体298bは、入力流体マニホールド210bおよびマイクロバルブ230bを備える。示すように、入力流体マニホールド210bおよびマイクロバルブ230bは、隔壁208bを介して外部流体供給部から受け入れる加圧流体の体積を保持するように構成される貯留部300bを画成する。様々な実施形態では、貯留部300b内に保持される加圧流体は、液体状態にあるインクおよび別の流体の組み合わせである。

【0060】

様々な実施形態では、入力流体マニホールド210bは、噴射アセンブリ200bの別の構成要素への取り付け前に予め形成される。流体マニホールド210bは、任意の好適な厚さ（例えば、500ミクロン）を有するガラス本体310bによって形成されてもよい。示すように、入力流体マニホールド210bは、第一のチャンネル212bおよび第二のチャンネル214bを備えるように予め形成されている。第一のチャンネル212bは、マイクロバルブ230bの作動ビーム240bの片持ち梁部308bの長さ312bと所定の関係を有する幅304bを有するように形成される。第二のチャンネル214bは、作動ビーム240bとフレックス回路216bとの間に、間に延在するワイヤボンダ220bを介して形成される電気接続のための経路を提供する。

【0061】

10

20

30

40

50

示すように、第二のチャンネル 2 1 4 b は、封入剤 2 1 8 b で実質的に充填される。封入剤 2 1 8 b は、フレックス回路 2 1 6 b と作動ビーム 2 4 0 b との間の適切な電気接続の維持を確実にして、作動ビーム 2 4 0 b にそれを動かすために電気制御信号を送り易くし、マイクロバルブ 2 3 0 b を開閉させ、本明細書に前述したように、ワイヤボンド 2 2 0 b を物理的損傷または湿気から保護する。

【 0 0 6 2 】

第一のチャンネル 2 1 2 b と第二のチャンネル 2 1 4 b を分離する入力流体マニホールド 2 1 0 b の部分 3 1 4 b は、貯留部 3 0 0 b に収容される流体が電気接続部に到達するのを防止するバリアとして機能する。つまり、入力流体マニホールド 2 1 0 b は、外部流体供給部から受け入れる加圧流体用の貯留部 3 0 0 b と、加圧流体と噴射アセンブリ 2 0 0 b 内に収容される任意の電気接続部との間の絶縁バリアとの両方の機能をする。

10

【 0 0 6 3 】

マイクロバルブ 2 3 0 b は、作動ビーム 2 4 0 b に取り付けられたオリフィスプレート 2 5 0 b を備える。オリフィスプレート 2 5 0 b は、実質的に平面状であり、その表面の間に延在するオリフィス 2 6 0 b を備える。バルブシート 2 7 0 b は、オリフィス 2 6 0 b に近接するオリフィスプレート 2 5 0 b の内面 3 1 6 b 上に配置される。バルブシート 2 7 0 b は、オリフィス 2 6 0 b と実質的に位置合わせされた内部開口部 3 1 8 b を画成し、貯留部 3 0 0 b 内に収容される加圧流体のための出口を形成する。特定の実施形態では、バルブシート 2 7 0 b は除外される場合がある。いくつかの実施形態では、オリフィスプレート 2 5 0 b または本明細書に記載の任意の他のオリフィスプレートも接地されてもよい。例えば、電気接地コネクタ 2 9 5 b (例えば、ボンディングパッド、例えば金ボンドパッド) は、オリフィスプレート 2 5 0 b 上に設けられ、オリフィスプレート 2 5 0 b が (例えば、システム接地への電気結合を介して) 電氣的に接地されることができるよう構成されてもよい。

20

【 0 0 6 4 】

作動ビーム 2 4 0 b は、ベース部 3 0 6 b および片持ち梁部 3 0 8 b を備える。ベース部 3 0 6 b は、第一のチャンネル 2 1 2 b と第二のチャンネル 2 1 4 b を分離する入力流体マニホールド 2 1 0 b の部分 3 1 4 b の下に延在する。示すように、ベース部 3 0 6 b は、第二のチャンネル 2 1 4 b と重なり合う領域に電気接続部 2 9 4 b を備える。電気接続部 2 9 4 b は、電極を備え、その電極を通して、ワイヤボンド 2 2 0 b を介してフレックス回路 2 1 6 b と電氣的接続が形成される。片持ち梁部 3 0 8 b は、入力流体マニホールド 2 1 0 b の部分 3 1 4 b から貯留部 3 0 0 b 内に延在する。示すように、片持ち梁部 3 0 8 b は、スペーサ部材 2 8 0 b 上に配置され、結果として、オリフィスプレート 2 5 0 b から空間的に分離される。

30

【 0 0 6 5 】

片持ち梁部 3 0 8 b は、片持ち梁部が貯留部 3 0 0 b の境界から所定の距離だけ延在するように、長さ 3 1 2 b を有する。様々な実施形態では、所定の距離は、特に片持ち梁部 3 0 8 b の一部 2 9 2 b がバルブシート 2 7 0 b およびオリフィス 2 6 0 b と重なり合うように選択される。封止部材 2 9 0 b は、オリフィス 2 6 0 b と重なり合う作動ビーム 2 4 0 b の一部 2 9 2 b から延在する。いくつかの実施形態では、封止部材 2 9 0 b は、オリフィス 2 6 0 b の形状に実質的に対応する形状を有するように構成される。

40

【 0 0 6 6 】

フレックス回路 2 1 6 b は、ガラス本体 3 1 0 b および入力流体マニホールド 2 1 0 b の部分 3 1 4 b 上に配置され、第一の接着層 (例えば、SU-8、シリコンゴム、接着剤、エポキシ等) を介してそれに連結する。インターポーザ 2 2 2 b は、上部 2 0 4 b と入力流体マニホールド 2 1 0 b との間に間隙を形成するように、キャリア 2 0 2 b の上部 2 0 4 b と入力流体マニホールド 2 1 0 b との間に配置される。これにより、封入剤 2 1 8 b を配置するための空間が十分となり、入力流体マニホールド 2 1 0 b の体積が増加する。図 5 B に示すように、インターポーザ 2 2 2 b は、第二接着層 2 2 3 b (例えば、SU-8、シリコン、または任意の他の接着剤) を介して、フレックス回路 2 1 6 b の一

50

部上に配置され、それに連結する。さらに、インターポーザ 222b は、マイクロバルブ 230b に近接するキャリア 202b の上部 204b の側壁に、第三の接着層 225b (例えば、SU-8、シリコン、または任意の他の接着剤) を介して連結する。

【0067】

インターポーザ 222b は、強力で剛性のある材料 (例えば、プラスチック、シリコン、ガラス、セラミック等) から形成され、入力流体マニホールド 210b 上に配置されてもよく、マイクロバルブ 230b の構成要素を互いに連結し、マイクロバルブ 230b をハウジング部 206b に連結する接着剤を介してその上に誘起される応力から生じるオリフィスプレート 250b の撓みを防止する。様々な実施形態では、インターポーザ 222b は、この機能を実施するためにオリフィスプレート 250b よりも高い剛性を有するように構成される。

10

【0068】

別の態様では、作動ビーム 240b は、閉位置にある場合、バルブシート 270b と封止部材 290b との間の界面に密封が形成されるように構成される。作動ビーム 240b は、圧電材料 (例えば、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) または任意の好適な材料) のうちの少なくとも一つの層を備えてもよい。圧電材料の層は、それに電氣的に接続する電極を有し、ワイヤボンド 220b は、フレックス回路 216b からの電気信号が電極を介して圧電材料の層に提供されるように、前記電極に取り付けられる。電気信号は、作動ビーム 240b をその初期位置に対して移動 (例えば、屈曲、回転等) させる。

20

【0069】

示すように、ワイヤボンド 220b は、その電気接続部 294b において作動ビーム 240b に取り付けられ、図 5A の噴射アセンブリ 200 に関して説明したワイヤボンド 220 と実質的に同様である。様々な実施形態では、作動ビーム 240b は、図 5A の作動ビーム 240 に関して詳細に記載のように、閉位置がその初期位置であるように構成される。

【0070】

図 5B に示すように、作動ビーム 240b は、オリフィスプレート 250b から離れる方向に屈曲される。このような屈曲の達成は、フレックス回路 216b を介して電気信号を作動ビーム 240b へ印加することに起因する。例えば、フレックス回路 216b は、キャリア 202b の側壁に沿って作動ビーム 240b の長手方向軸に垂直に延在する回路基板 215b (例えば、プリント回路基板) に電氣的に接続してもよい。識別タグ 217b (例えば、識別タグ 106) は、回路基板 215b とキャリア 202b の側壁との間に配置されてもよい。電気コネクタ 219b は、回路基板 215b に電氣的に結合し、回路基板 215b を介して作動ビーム 240b に伝えられる電気信号を供給する外部コントローラに、フレックス回路 216b を電氣的に接続するように構成される。

30

【0071】

図 5B に例示のように、電気信号の印加は、作動ビーム 240b をその初期位置から一時的に離す。図 5A の作動ビーム 240 に関して詳細に記載のように、例えば、様々な実施形態では、作動ビーム 240b は、封止部材 290b の封止部材表面の一部分がバルブシート 270b の上面から少なくとも 10 ミクロンであるように、オリフィス 260b から離れる方向に上方に移動する。

40

【0072】

ここで図 6 を参照すると、例示的な実施形態による、図 5A ~ B に関して説明した噴射アセンブリ 200 の様々な構成要素を示すより詳細な図が示されている。示すように、作動ビーム 240 は、作動部 242、チューニング層 244、および不活性層 246 を備える。不活性層 246 は、チューニング層 244 および作動部 242 のベースとして機能する。作動部 242 およびチューニング層 244 の構造は、図 7 に関してより詳細に記載されている。いくつかの実施形態では、不活性層 246 は、シリコンまたは他の好適な材料で構成される。いくつかの実施形態では、不活性層 246、スペーサ部材 280、および封止部材 290 は全て同一の材料 (例えば、シリコンウェーハからモノリシックに形成

50

される)で構成される。例示的实施形態では、不活性層246、スペーサー部材280、および封止部材290は、二重シリコンオンインシュレータ(SOI)ウェーハから形成される。SOIウェーハは、第一の二酸化ケイ素層二酸化ケイ素と第二の二酸化ケイ素層との間に位置する第一のシリコン層と、第二の二酸化ケイ素層と第三の二酸化ケイ素層との間に位置する第二のシリコン層と、第三の二酸化ケイ素層の下に位置するベース層とを備えてもよい。

【0073】

スペーサー部材280は、二つの周辺層の間に挿入される中間層を備えることが示されている。例示的な実施形態では、中間層および不活性層246は、二重SOIウェーハの二つのシリコン層を備え、周辺層はシリコン酸化物層を含む中間層の両側に配置される。この実施例では、封止部材290およびスペーサー部材280は、作動部242の反対側の二重SOIウェーハの表面をエッチングすることによって形成される。酸化物層は、エッチングプロセスを一度制御または停止する役割をし、例えば、スペーシング部材280を形成する中間層の全体が、スペーシング部材280と封止部材290を分離する領域内で除去される。このようなプロセスは、スペーシング部材280および封止部材290の幅および厚さの両方に対する正確な制御を提供する。

10

【0074】

理解されるように、封止部材290のサイズは、作動ビーム240の共振周波数に寄与してもよい。作動ビーム240の端部に、またはその近くに配置される材料の量が多いと、一般的に作動ビームの共振周波数が低くなる。さらに、このようなより大きな量の材料は、作動ビーム240に接触する加圧流体から誘導される作動ビーム240の初期湾曲に影響を与えるであろう。したがって、封止部材290の所望のサイズは、作動ビーム240の様々な他の設計の選択に影響を与える。このような設計の選択は、図7Aに関してより詳細に記載されている。いくつかの実施形態では、封止部材290は、オリフィス260の寸法に基づいてサイズ決めされる。いくつかの実施形態では、封止部材290は、実質的に円筒形であり、オリフィス260の直径の約1.5倍の直径を有する。例えば、一実施形態では、封止部材290は、オリフィス260が約60ミクロンの直径を有する場合、約90ミクロンの直径を有する。このような構成は、封止部材290がバルブシート270に接触するとオリフィス260を完全に覆うように、封止部材290とオリフィス260との間の位置合わせを容易にする。別の実施形態では、封止部材290は、オリフィス260の表面積の約2倍の表面積を有するようにサイズ決めされる(例えば、スペーサー部材280は約150ミクロンの直径を有してもよく、オリフィス260は直径約75ミクロンである)。このような実施形態は、封止部材290とオリフィス260との位置合わせに、より大きな許容差を提供し、バルブシート270と封止部材290との間の封止を生成し易くする。別の実施形態では、封止部材290の直径は、オリフィス260の直径の2倍、2.5倍、3倍、3.5倍、または4倍であってもよい。様々な実施形態では、オリフィス260の長さの直径に対する比は、1:1~15:1の範囲内であってもよい。比率は、オリフィスを通して吐出される流体液滴の形状、サイズ、および/または体積に影響を与えている可能性があり、特定の用途に基づいて変化してもよい。

20

30

【0075】

有利なことに、スペーシング部材280と封止部材290との間のピア324は、作動ビーム240とオリフィスプレート250との間の分離体積326を生成する。分離体積326は、作動ビーム240の振動のスクイズフィルムダンピングを防止する。言い換えると、オリフィスプレート250と作動ビーム240との間の不十分な分離は、作動ビーム240がオリフィス260を開閉するにつれて、分離体積326に出入りしなければならない流体から生じる抗力につながる。スペーサー部材280を介して生成されるより大きな分離体積を有することにより、このような抗力は低減され、したがって作動ビーム240はより速い周波数で振動し易い。

40

【0076】

引き続き図6を参照すると、オリフィスプレート250は、ベース層252および中間

50

層 2 5 4 を備える。例えば、一実施形態では、ベース層 2 5 2 はシリコン層を備え、中間層 2 5 4 はシリコン酸化物層を備える。示す実施形態では、オリフィス 2 6 0 に近接する中間層 2 5 4 の一部分が取り除かれ、バルブシート 2 7 0 の第一の部分がベース層 2 5 2 上に直接配置され、バルブシート 2 7 0 の第二の部分が中間層 2 5 4 上に配置される。別の実施形態では、中間層 2 5 4 はオリフィス 2 6 0 の境界までずっと延在し、バルブシート 2 7 0 は中間層 2 5 4 上に配置されることを理解されたい。さらに別の実施形態では、中間層 2 5 4 の除去される部分は、バルブシート 2 7 0 がベース層 2 5 2 上に完全に配置されるように、バルブシート 2 7 0 の断面と等しいか、またはそれよりも大きい断面を有してもよい。

【 0 0 7 7 】

スペーサー部材 2 8 0 とバルブシート 2 7 0 との間の空間的関係の重要度により、スペーサー部材 2 8 0 のオリフィスプレート 2 5 0 への取付けは、作動ビーム 2 4 0 とオリフィスプレート 2 5 0 との間の結果として生じる距離を正確に制御できる方法で実施されてもよい。示すように、接着層 2 5 6 を使用して、スペーサー部材 2 8 0 をオリフィスプレート 2 5 0 に取り付ける。様々な実施形態では、エポキシ系接着剤（例えば、SU-8、ポリメチルメタクリレート、シリコン等）の正確な量が中間層 2 5 4 に塗布され、その後、その上にスペーサー部材 2 8 0 と作動ビーム 2 4 0 との組み合わせが配置される。次に接着剤を硬化させて、正確に制御された厚さを有する接着層 2 5 6 を形成する。例えば、いくつかの実施形態では、スペーサー部材 2 8 0 の最下層表面は、バルブシート 2 7 0 の上面と実質的に位置合わせされる。作動ビーム 2 4 0 が初期位置にある場合、このよう

【 0 0 7 8 】

様々な実施形態では、作動ビーム 2 4 0 とオリフィスプレート 2 5 0 が接着剤層 2 5 6 を介して（例えば、マイクロバルブ 2 3 0 を形成するために）互いに取り付けられると、別の接着剤層 2 4 8 が作動ビーム 2 4 0 の周辺部に適用される。別の接着剤層 2 4 8 を使用して、入力流体マニホールド 2 1 0 を作動ビーム 2 4 0 に取り付ける。構造層 2 2 2（またはインターポーザ 2 2 2 b）は、入力流体マニホールド 2 1 0 上に配置され、第二の接着剤層 2 2 5 を介してそれに連結してもよい。いくつかの実施形態では、別の接着剤層 2 4 8 および第二の接着剤層 2 2 5 は、接着剤層 2 5 6 と同じ材料を含んでもよい。

【 0 0 7 9 】

図 6 に関して示す実施例では、マイクロバルブ 2 3 0 は、様々な構成要素を備える封止構造 5 0 0 を備え、それにより封止が形成されてオリフィス 2 6 0 を作動ビーム 2 4 0 に近接する体積から分離する。示す実施例では、封止構造 5 0 0 は、封止部材 2 9 0 およびバルブシート 2 7 0 を備える。本明細書に記載のように、作動ビーム 2 4 0 は、封止部材 2 9 0 のオリフィスに面する表面が、バルブシート 2 7 0 の上面と接触して、バルブシート 2 7 0 と封止部材 2 9 0 との間のインターフェースで封止を形成するように構成される。封止は、オリフィス 2 6 0 をチャンネル 2 1 2 から分離し、作動ビーム 2 4 0 に電気信号が印加されない場合、最小限の流体が噴射アセンブリ 2 0 0 から漏れ出るようにする。別の実施形態では、オリフィス 2 6 0 を流体的に封止するために、封止構造 5 0 0 のオリフィスに面する表面がオリフィスプレート 2 5 0 に接触するように、バルブシート 2 7 0 は除外されてもよい。

【 0 0 8 0 】

ここで図 7 A を参照すると、例示的な実施形態にしたがって作動ビーム 2 4 0 のより詳細な図が示され、図は縮尺通りではない。示すように、作動ビーム 2 4 0 は、不活性層 2 4 6、チューニング層 2 4 4 およびバリア層 4 0 0、第一の電極部 4 0 2、作動部 2 4 2、第二の電極部 4 0 4、ならびにパッシベーション構造体 4 0 6 を備えるベース層を備えてもよい。理解されるように、様々な別の実施形態では、作動ビーム 2 4 0 は、より多く

10

20

30

40

50

の層またはより少ない層を備えてもよい。

【0081】

いくつかの実施形態では、チューニング層244は、不活性層246上に直接配置される。チューニング層244は、一般的に本明細書に記載の別の層を堆積し易くするために接着層として機能する。さらに、本明細書に記載のように、チューニング層244の厚さは、その初期位置にある場合に作動ビーム240の全体の湾曲を決定する上で重要な役割を果たす場合がある。一般的に言えば、チューニング層244は、閉位置において、オリフィス260を流体的に封止するために、作動ビーム240の封止部材290がバルブシート270に接触し、力を加えるように、所定の調整応力を有するように構成される。いくつかの実施形態では、バルブシート270がない場合、封止部材290の封止部材表面が、スパーサー部材280の下面の下に所定の距離（例えば、2ミクロン）に配置されるように、電気信号がない場合には、所定の調整応力は、作動ビーム240をオリフィス260に向かって湾曲させるように構成される。例えば、チューニング層244は、本明細書に記載の別の層の堆積の結果として圧縮応力の状態に置かれてもよい。したがって、より厚いチューニング層244は、その初期位置にある場合、オリフィス260に向かって作動ビーム240をより大きく湾曲させる。例示的な一実施形態では、チューニング層244は二酸化ケイ素で構成される。

10

【0082】

バリア層400は、第一の電極部402に含まれる材料のチューニング層244への拡散に対するバリアとして機能する。チェックをしないままにしておく、このようなマイグレーションは、層内の構成材料間の有害な混合効果をもたらし、性能に悪影響を与える。様々な実施形態では、バリア層400は、例えば、二酸化ジルコニウムから構成される。示すように、第一の電極部402は、接着層408および第一の電極410を備える。接着層408は、バリア層400上に第一の電極410を堆積し易くし、第一の電極410内の物質の他の層への拡散を防止する。様々な実施形態では、接着層408は、二酸化チタンから構成される。第一の電極410は、作動部242に送られる電気信号のための導電性経路を提供するために、白金、金、ルビジウム、または任意の他の好適な導電性材料から構成されてもよい。いくつかの実施形態では、第一の電極部402は、作動ビーム240の選択部分にのみ備えられる。例えば、第一の電極部402は、電気接続部294に近接して、および/または電気接続部294内にのみ備えられてもよい。

20

30

【0083】

作動部242は、任意の好適な圧電材料の単一または複数の層から形成されてもよい。示す実施例では、活性部分は、成長テンプレート層412および圧電層414を備える。成長テンプレート層412は、最大限の圧電応答を確実にするために、所望のテクスチャー（例えば、{001}テクスチャー結晶構造および対応するテクスチャー）を有する圧電層414の成長を促進するシード層として機能する。いくつかの実施形態では、成長テンプレート層412は、チタン酸鉛で構成される。圧電層414は、任意の好適な材料、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）で構成されてもよい。

【0084】

圧電層414を、任意の方法を使用して、例えば、真空堆積またはゾル-ゲル堆積技術を利用して堆積してもよい。いくつかの実施形態では、圧電層414は、約1~6ミクロン（例えば、1、2、3、4、5、または6ミクロンを含む）の範囲の厚さを有してもよく、電気信号がそれに印加される場合、作動ビーム240の端部で約10ミクロンの撓みを生成するように構成される。10ミクロンの撓みは（例えば、封止部材290の表面がバルブシート270からその量よりもわずかに少ない量だけ離れるように）、所望のサイズを有するオリフィス260に液滴を生成するのに十分であってもよい。いくつかの実施形態では、圧電層414は、約140~160 pm/Vの圧電定数（d31値）の大きさを有する。この値は、作動ビーム240の適切な撓みが、第一の電極部402および第二の電極部404に送られる電気信号により生成されることを可能にしてもよい。

40

【0085】

50

示すように、第二の電極部404は、作動部242上に配置される。様々な実施形態では、第二の電極部404は、本明細書に記載の第一の電極部402と同様に構成される。したがって第一の電極部402および/または第二の電極部404への電圧の印加は、圧電層414内の歪みを誘導し、片持ち梁部308をオリフィスプレート250から離れる方向に屈曲させる。第一の電極部402および第二の電極部404に周期制御信号を印加することにより、作動ビーム240の周期サイクルは、所望の周波数でオリフィス260から吐出される液滴を生成する。図7Aは、第一の電極部402と第二の電極部404とが互いに重なり合うことを示すが、他の場所では、第一の電極部402と第二の電極部404とが重なり合っていないか、または電気短絡を引き起こす可能性がある、第一の電極部402と第二の電極部404との間の電子漏れを制限または防止することができる。

10

【0086】

様々な実施形態では、第一の電極部402および第二の電極部404に含まれる電極は、非アニール状態で堆積される。結果として、電極は実質的に圧縮状態で堆積され、これは初期位置にある場合、作動ビーム240の全体的な湾曲に影響を与える。圧電層414の堆積モードは、電極の圧縮状態に影響を与える可能性がある。例えば、圧電層414が(例えば、気相堆積技術により)堆積され、その後、所定の温度(例えば、約700)で硬化されるいくつかの状況では、硬化により電極410をアニールし、圧縮状態が除去されてもよい。このような除去は、作動ビーム240における応力の全体的バランスに影響を与え、これがその初期湾曲を変える。したがって、圧電層414のための低温堆積プロセス(例えば、低温ゾルゲル堆積プロセスまたはプラズマ増強化学気相堆積プロセス)を使用して、電極内の応力の反転を防止することが有益であってもよい。様々な実施形態では、第二の電極部404を、例えば、チューニング層244に所定の調整応力を生成するために、第一の電極部402よりも高い温度でアニールしてもよい。

20

【0087】

図7Aに示す材料は、作動ビーム240の長さを実質的に全体にわたって延在してもよい。したがって、電極部402および404と、マイクロバルブ230により形成される貯留部との間に重なり合いがある。様々な実施形態では、貯留部内に収容される流体は、第一の電極部402および第二の電極部404を形成する材料に対して導電性および/または腐食性である。したがって、電極部402および404を貯留部から分離して、貯留部内に収容される流体が電極部402および404と接触するのを防止することが好ましい。

30

【0088】

これに関して、パッシベーション構造体406は、このような分離を行うように構成される。示す実施例では、パッシベーション構造体406は、誘電体層416、絶縁体層418、およびバリア層420を備える。バリア層420は窒化ケイ素で構成されてもよく、電極部402および404の腐食を防止するために、流体中に含まれる水分子およびイオンに対する拡散バリアとして機能する。いくつかの実施形態では、絶縁体層418は、バリア層420内の引張応力とほぼ釣り合う、圧縮応力を有する二酸化ケイ素層を備える。誘電体層416は、作動ビーム240内に含まれる別の層の酸化を防止するために酸化アルミニウムで構成されてもよい。いくつかの実施形態では、別の金属層はバリア層420上に配置される。例えば、金属層は、パッシベーション構造体406の保護特性をさらに強化するために、酸化タリナム(Taluminum oxide)または任意の他の好適な耐薬品性金属で構成されてもよい。特定の実施形態では、バリア層420は、テフロン(登録商標)またはパリレンで形成されてもよい。別の実施形態では、作動ビーム240の少なくとも一部分、すなわち、図7Aに示す層により形成される構造体は、テフロン(登録商標)層またはパリレン層によって覆われるか、またはオーバーコートされてもよい。このようなオーバーコートは、マイクロクラックが作動ビーム240の層内に形成されるのを防止することができる。さらに別の実施形態では、オーバーコートは、金属層、例えば、タンタル層またはパラジウム層を備えてもよい。

40

50

【0089】

パッシベーション構造体406の追加は、作動ビーム240の初期位置決めに著しく影響する場合がある。これは、パッシベーション構造体406が作動ビーム240の圧縮の中立軸422からずれるためである。示すように、中立軸422は、不活性層246内であり、これは、電極部404およびパッシベーション構造体406が、作動ビーム240内でそこから最も遠くにあることを意味する。こうであるとすれば、このような層で誘発される引張応力または圧縮応力は、作動ビーム240の初期湾曲に大きく影響するであろう。したがって、チューニング層244の厚さは、パッシベーション構造体406の様々な構成層の構造体に基づいて選択される。

【0090】

図7Bは、例示的な実施形態による、および縮尺通りではない、作動ビーム240に備わる層のそれぞれの配置を示す、作動ビーム240の正面断面図である。示すように、作動ビーム240は、図7Aに関して説明したように、不活性層246、チューニング層244、およびバリア層400を備える。第一の電極部402は、バリア層400上に配置される接着層408（例えば、チタン）、およびその上に配置される導電層または電極410（例えば、白金、金、ルビジウム）を備える。第一の電極部402は、作動ビーム240の長手方向軸に垂直方向の電極部402の端部が、同じ方向にバリア層400の端部の内側に位置するように、バリア層400の幅よりも小さい幅を有するように構成される。

【0091】

シード層412および圧電層414を備える作動部242は、第一の電極部402の横方向の端部を越えて延在してバリア層400に接触するように、第一の電極部402上に共形に配置される。このようにして、圧電層は、第二の電極部404と重なり合う、または近接する第一の電極部402の少なくとも部分を完全に取り囲む、または囲む。第二の電極部404は、接着層403（例えば、チタン）および導電層405（例えば、白金、金、またはルビジウム）を備える。いくつかの実施形態では、第二電極部404は、圧電層414上に直接配置される導電層405のみを備えてもよい（すなわち、接着層403は省略される）。作動部242は、第一の電極部402の端部と重なり合い、またその端部を越えて延在するので、作動ビーム240の性能に有害な可能性のある電子漏れおよび電流マイグレーションを防止するように、作動部は、第一の電極部402を第二の電極部404から効果的に電氣的に絶縁する。

【0092】

パッシベーション構造体406は、他の層246、244、400、402、242、および404のそれぞれの露出部分を共形にコーティングする。しかし、不活性層246の底面は、パッシベーション構造体406でコーティングされなくてもよい。パッシベーション構造体406は、誘電体層416、絶縁体層418、バリア層420、およびトップパッシベーション層424を備えてもよい。バリア層420は窒化ケイ素で構成されてもよく、電極部402および404の腐食を防止するために、流体中に含まれる水分子およびイオンに対する拡散バリアとして機能する。しかし、窒化ケイ素は、一般的に、残りの層上に一旦堆積されると、引張応力状態にある。絶縁体層418は、このような引張応力に釣り合うように構成される。例えば、いくつかの実施形態では、絶縁体層418は、バリア層420内の引張応力とほぼ釣り合う圧縮応力を有する二酸化ケイ素層を備える。様々な実施形態では、バリア層420は、絶縁体層418の下に配置される。誘電体層416は、作動ビーム240内に含まれる別の層の酸化を防止するために、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、または酸化亜鉛で構成されてもよい。したがって、パッシベーション構造体406は、作動ビーム240において、腐食および酸化 - 流体の存在によって引き起こされる二つの主要な欠陥源 - の両方を防止する働きをし、したがって、マイクロバルブ230の長期性能を確保する。さらに、トップパッシベーション層424は、バリア層420上に配置され、テフロン（登録商標）またはパリレン層を備えてもよい。このようなオーバーコートは、マイクロクラックが作動ビーム240の層内に形

10

20

30

40

50

成されるのを防止することができ、また下にある層がプラズマ放電するのを防止することができる（例えば、埋込層は、その後の製造作業において露出されてもよい）。特定の実施形態では、トップパッシベーション層 424 は、金属層、例えば、タンタル層またはパラジウム層を備えてもよい。いくつかの実施形態では、別の金属層はバリア層 420 上に配置される。例えば、金属層は、パッシベーション構造体 406 の保護特性をさらに強化するために、酸化タリナム (T a l i n u m o x i d e) または任意の他の好適な耐薬品性金属で構成されてもよい。

【0093】

ここで図 8 A を参照すると、例示的な実施形態による、図 5 A ~ B に関して説明した第二のチャンネル 214 または 214 b 内の第一の電気接続部 294 の断面図が示されている。第一の断面は、上部電極層 404（本明細書では「第二の電極層 404」とも呼ばれる）の一部が活性である、すなわち、ワイヤボンド 220 に電氣的に結合する上部電極を形成するように、作動ビーム 240 の作動に参与する、マイクロバルブ 230 の第一の位置に沿って切り取られている。活性上部電極は、電気接続部 294 から片持ち梁部 308 に向かって延在する。示すように、電気接続部 294 は、スペーサー部材 280 上に配置される。スペーサー部材 280 は、図 5 A ~ B および 6 に関して説明したオリフィスプレート 250 上に配置されている。示す実施例では、作動ビーム 240 は、第一の端部および第二の端部を備える。作動ビーム 240 は、電気接続部 294 の全体を通して連続的に延在する不活性層 246 およびチューニング層 244 を備えるベース層 245、およびバリア層 400 を備える。このような配置は、それが二重 SOI ウェーハからの作動ビームを形成し易くするので、マイクロバルブ 230 の構成を単純化する。しかし、別の実施形態が想定される。例えば、いくつかの代替的な実施形態では、ビアは、チューニング層 244 および / または不活性層 246 内に形成されてもよい。圧電材料の層 414 は、ベース層 245 上に配置され、第一の端部と第二の端部との間の距離の一部を延在する。第一のビア 802 および第二のビア 804 は、電気接続部 294 において、層 414 および成長テンプレートまたはシード層 412 に透設される。

【0094】

図示した実施形態では、作動ビーム 240 の特定の層は、電気接続部 294 の特定の領域に含まれない。例えば、示すように、第二の電極層 404 は、電気接続部 294 の電極領域 800 にのみ備えられる。様々な実施形態では、電極領域 800 は、作動ビーム 240 の末端部 328 よりもベース部 306 に近接して配置される。したがって、末端部 328 に近接する電気接続部 294 の領域は、第二の電極層 404 を含まない。示す実施例では、下部電極層 402（以下、「第一の電極層 402」と呼ぶ）は、電極領域 800 の限定されたセグメントにのみ配置される。図 8 A に示す第一の位置において、第一のビア 802 の下に配置される下部電極層 402 の一部は不活性であり、すなわち、作動ビーム 240 の作動において何の役割も果たさない。以下でさらに詳細に説明するように、例えば、製造プロセス中に、第一の位置で第一のビア 802 の下に配置される下部電極層 402 の部分は、物理的に切断されるように構成されてもよく、それにより、下部電極層 402 が片持ち梁部 308 内に延在する下部電極を形成する、マイクロバルブ 230 の第二の位置に位置する下部電極層 402 の活性部分から電氣的に切断される。したがって、この限定されたセグメント内で、作動ビーム 240 は、作動ビーム 240 の他のいずれのセグメントよりも多くの層を備える。結果として、作動ビーム 240 は、電極領域 800 内の最大厚さを有してもよい。

【0095】

示すように、電気接続部 294 内に、圧電層 414 は、第一のビア 802 および第二のビア 804 を備える。示す実施例では、作動ビーム 240 の別の層はまた、第一のビア 802 および第二のビア 804 と同一空間に広がるビアも備えてもよい。例えば、示すように、成長テンプレート層 412 はまた、圧電層内の第一のビア 802 に対応するビアを備える。そのようなビアは、例えば、圧電層 414 が成長テンプレート層 412 上に形成された後に形成されてもよい。例えば、エッチングマスクを圧電層 414 上に配置するこ

10

20

30

40

50

とができ、層 4 1 2 および 4 1 4 の一部が第一のビア 8 0 2 に対応する位置で除去されるように、エッチャントを圧電層 4 1 4 に塗布してもよい。本明細書に前記のように、下部電極層 4 0 2 の部分は、第一のビア 8 0 2 の下に配置される。上部電極層 4 0 4 の一部は、第一のビア 8 0 2 を介して配置され、下部電極部 4 0 2 の不活性部分の上に配置される。

【 0 0 9 6 】

第二のビア 8 0 4 は、ベース層 2 4 5 まで圧電材料 4 1 4 の層に透設される。ボンディングパッド 8 0 6 は、ボンディングパッド 8 0 6 の少なくとも一部がベース層 2 4 5 上の第二のビア 8 0 4 を通って配置されるように、作動ビーム 2 4 0 上に配置される。ボンディングパッド 8 0 6 は、ワイヤボンド 2 2 0 を受け入れるように構成される。いくつかの実施形態では、第二のビア 8 0 4 は、ボンディングパッド 8 0 6 がチューニング層 2 4 4 上に堆積されるように、バリア層 4 0 0 に透設されてもよい。チューニング層 2 4 4 は、圧電材料層 4 1 4 およびバリア層 4 0 0 のよりも実質的に剛性がより高くてもよく、ボンディングパッド 8 0 6 がその上にワイヤボンド 2 2 0 を受け入れるように、非常により高い剛性かつより高い堅牢な表面を提供することができる。図 8 A に示すように、ボンディングパッド 8 0 6 は、第一のビア 8 0 2 内に配置される主要部 8 0 8 と、圧電層 4 1 4 の上面に配置されるボンディングパッドリード 8 1 0 とを備える。例えば、第一のビア 8 0 2 および第二のビア 8 0 4 が形成された後、ボンディングパッド 8 0 6 は、任意の好適な技術を使用して、圧電層 4 1 4 上および第二のビア 8 0 4 上に堆積されてもよい。様々な実施形態では、ワイヤボンドパッド 8 0 6 は、好適な堆積方法（例えば、スパッタリング、熱蒸発、電子ビーム蒸発、ゾルゲルコーティング等）を使用して金で構成される。主部分 8 0 8 は第二のビア 8 0 4 内のベース層 2 4 5 上に堆積され、一方、ボンディングパッドリード 8 1 0 は圧電材料 4 1 4 の層上に配置される。ボンディングパッドリード 8 1 0 の一部は、それに電氣的に接続するように、上部電極部 4 0 4 上に第一のビア 8 0 2 で配置される。

10

20

【 0 0 9 7 】

第一の電極層 4 0 2 および第二の電極層 4 0 4 の一部が電極領域 8 0 0 内に含まれる（または第一のビア 8 0 2 の境界を越えて延在しない）結果として、第一の電極層 4 0 2 の一部も第二の電極 4 0 4 の一部も、主要部 8 0 8 とは重なり合わない。有利なことに、このような構造は、ワイヤボンドパッド 8 0 6 の堆積およびワイヤボンド 2 2 0 のワイヤボンドパッド 8 0 6 への接続の結果として電極層 4 0 2、4 0 4 に加えられるひずみを低減する。図 7 A ~ B に関して説明したように、電極部 4 0 2 および 4 0 4 に含まれる電極層は、圧縮応力を有する非アニール状態で堆積されてもよい。その上へのワイヤボンドパッド 8 0 6 の主要部 8 0 8 の堆積は、電極層 4 0 2、4 0 4 の圧縮状態を変えることができ、作動ビーム 2 4 0 内の応力のバランスを変更し、それによってその初期位置に影響を与えてもよい。第一のビア 8 0 2 は、電極層 4 0 2、4 0 4 からの主要部 8 0 8 の分離を容易にし、それによってこの効果を低減し、したがって、作動ビーム 2 4 0 が所望の初期位置を有することを確実にする。

30

【 0 0 9 8 】

示す実施例では、作動ビーム 2 4 0 の別の層は、第二のビア 8 0 4 に対応する位置にビアを備える。成長テンプレート層 4 1 2 は、図示の実施形態ではこのようなビアを備える。したがって、（例えば、第一のビア 8 0 2 および第二のビア 8 0 4 に対応する位置の）作動ビーム内のビアは、作動ビーム 2 4 0 の異なる数の構成層を通して延在してもよい。例えば、第二のビア 8 0 4 では、成長テンプレート層 4 1 2 およびバリア層 4 0 0 の両方が、対応するビアを備える。しかし、第一のビア 8 0 2 には、成長テンプレートレイヤーのみがこのような対応するビアを備える。

40

【 0 0 9 9 】

第一の電極層 4 0 2 の一部は、第一のビア 8 0 2 の下に配置される。示すように、第一の電極層 4 0 2 の部分は、第二のビア 8 0 4 に対して実質的に中心にあり、第二のビア 8 0 4 よりもわずかに大きい。したがって、層 4 1 2 および 4 1 4 の一部、およびその上に

50

配置されるすべての層（例えば、第二の電極層 404、ワイヤボンダッド 806、およびパッシベーション構造体 406 など）は、第一の電極層 402 の円周方向境界で傾斜してもよい。図 8A の第一の断面が切り取られる第一の位置において、第一の電極層 402 の部分は、片持ち梁部 308 まで延在せず、したがって、第一の位置で圧電層 414 にバイアスをかけることに何の役割も果たさない（すなわち、電氣的に不活性である）。

【0100】

第二の電極層 404 は、第二の電極部 404 の一部が第一のビア 802 内に配置されるように、第一のビア 802 を横切って延在する。言い換えると、第一のビア 802 では、第一の電極層 402 と第二の電極層 404 は、電気接続部 294 内の別の位置よりも互いに近い。例えば、第一のビア 802 の外側の位置で、第一の電極層は、圧電層 414 の第一の（例えば、下）面に配置され、第二の電極層は、圧電層 414 の第二の（例えば、上）面に配置される。図示の実施形態では、第一のビア 802 内で、第一電極層 402 および第二の電極層 404 は、（図 7A ~ B に関して説明した接着層 408 と同様に）第二の電極層 404 の接着層のみによって分離されている。前記のように、第一の位置で、上部電極層の部分は活性であり、上部電極を形成する。上部電極の延長部 407 は、第二の電極層 404 の一部から片持ち梁部 308 上に外向きに延在し、主要部 808 から片持ち梁部 308 上に配置される圧電層 414 の一部に電気信号を伝達するように構成される。

10

【0101】

ワイヤボンディングパッドのボンディングパッドリード 810 は、圧電層 414 の上面を越えて、第一のビア 802 を横切って延在する。示す実施例では、ボンディングパッドリード 810 は、第一のビア 802 を横切って第二の電極層 404 の一部を越えて延在する。ボンディングパッドリード 810 と第二の電極層 404 の一部との間の接触領域は、電気接続を形成し、それを通して、電気信号はワイヤボンダ 220 を介して圧電層 414 に送られてもよい。本明細書に記載のように、第二の電極層 404 は、電極領域 800 から作動ビーム 240 のベース部（例えば、図 5A ~ B に関して説明したベース部 306 等）、および実質的に全ての片持ち梁部（例えば、図 5A ~ B に関して説明した片持ち梁部 308 等）を横切って延在してもよい。したがって、ボンディングパッドリード 810 の電気接続部を介して提供される電気信号は、電気信号が片持ち梁部の実質的に全体に容易に送達され、したがって、効率的な圧電応答を促進する。

20

【0102】

示すように、パッシベーション構造体 406 は、圧電層 414 上に配置される。様々な実施形態では、ボンディングパッド 806 が形成された後（例えば、第一のビア 802 および第二のビア 804 の形成後）、パッシベーション構造体は、任意の好適な堆積技術により作動ビーム 240 上に配置される。示すように、パッシベーション構造体 406 は、第一のビア 802 とほぼ対応するように配置されるビアを備える。パッシベーション構造体 406 内のこのようなビアは、ワイヤボンダ 220 のための場所を提供する。パッシベーション構造体 406 内のビアは、パッシベーション構造体 406 が（例えば、エッチングまたは他のいずれの好適な切断技術によって）電気接続部 294 を完全に覆うように、パッシベーション構造体 406 が配置された後に形成されることができる。示すように、パッシベーション構造体 406 は、腐食を防止するために第二の電極層 404 を完全に覆う。

30

40

【0103】

図 8B は、例示的な実施形態による、第二の電気接続部 294 b の断面図であり、これはまた、図 5A ~ B に関して説明される第二のチャネル 214 内のマイクロバルブアセンブリ内に備えられてもよい。断面は、（本明細書では「第一の電極層 402」とも呼ばれる）下部電極層 402 の一部が第二のワイヤボンダ 220 b に電氣的に結合するマイクロバルブ 230 の第二の位置に沿って切り取られている。示すように、電気接続部 294 b は、スペーサ部材 280 上に配置される。

【0104】

示すように、第二の電気接続部 294 b 内に、圧電層 414 は、第一のビア 802 b お

50

よび第二のビア804bを備える。第二のボンディングパッド806bは、作動ビーム240上に配置されている。第二のボンディングパッド806bは、第二の電気接続部294bに配置される第一の電極部402の一部に電気信号（例えば、電流または電圧）を提供するように構成される。示すように、第二のボンディングパッド806bは、第一のビア802b内に配置される主要部808bと、圧電層414の上面上に配置されるボンディングパッドリード810とを備える。さらに拡大すると、第二の位置で、第一のビア802の下に配置される下部電極層402の部分は、下部電極を形成するように活性である。さらに、下部電極層402の活性部分の上の第一のビア802b内に配置される第二の電極層404の部分は、不活性であり、すなわち、作動ビーム240の作動に関与しない。例えば、本明細書で前記のように、製造プロセス中に、第一のビア802b内に配置される上部電極層404の部分は、物理的に切断されるように構成されてもよく、それにより、上部電極層404が片持ち梁部内に延在するマイクロバルブ230の第一の位置に位置する上部電極層404の活性部分から電氣的に切断される。ボンディングパッドリード810bの一部は、上部電極層404の不活性部分上に第一のビア802bで配置され、上部電極層404の不活性部分を介して、おおよびいくつかの実施形態では第一の電極層402の部分と第二の電極層404の部分との間に挿入される第二の接着層を介しても、下部電極層402の活性部分に電氣的に接続される。

10

【0105】

電極層402および404の部分が電極領域800内に含まれる（または第一のビア802の境界を越えて延在しない）結果として、第一の電極層402も第二の電極層404も、主要部808bとは重なり合わない。第一の電極層402の一部は、第一のビア802bの下に配置される。示すように、第一の電極層402の部分は、第一のビア802bに対して実質的に中心にあり、第一のビア802bよりもわずかに大きい。したがって、層412および414の一部、およびその上に配置されるすべての層（例えば、第二の電極層404および第二のボンディングパッド806b、ならびにパッシベーション構造体406b）は、第一の電極層402の円周方向境界で傾斜してもよい。第二の電気接続部294bは、以下の違いを除いて、電気接続部294と同様である。図8Bの第二の断面が切り取られる第二の位置で、第二の電極層404は片持ち梁部308まで延在せず、したがって、第二の位置で圧電層414にバイアスがかかる役割を果たさない。しかし、第一の電極延長部403bは、第一の電極層402の一部から片持ち梁部308上に外向きに延在し、電気信号を第二の主要部808bから片持ち梁部308上に配置される圧電層414の一部に伝達するように構成される。

20

30

【0106】

いくつかの実施形態では、マイクロバルブを開閉するために、差動電気信号（例えば、差動電圧）を第一の電極層402の活性部分と第二の電極層404との間に印加してもよい。例えば、本明細書で前述したように、第一の電極層402および第二の電極層404の活性部分に電気信号が印加されていない場合（すなわち、初期位置にある場合）、作動ビーム240は、オリフィスプレート262のオリフィス260を閉じるように構成されてもよい。電気信号の印加に、圧電層414にバイアスをかけ、作動ビーム240に、片持ち梁部308がオリフィス260から離れるように屈曲し、それによってマイクロバルブを開くようにさせてもよい。電気信号は、第一の電極層402または第二の電極層404のいずれか一つ、および電氣的接地（例えば、共通接地）に電氣的に結合する第一の電極層402および第二の電極層404のいずれか一つに印加されてもよい。

40

【0107】

ここで図9を参照すると、例示的な実施形態による、作動ビーム240の片持ち梁部308の端部340の断面図が示されている。示すように、第二の電極部404は、作動ビーム240のほぼ第二の端部338まで延在する。しかし、電極部404の円周方向境界900は、第二の端部338の内側にある。結果として、パッシベーション構造体406が第二の電極部404上に配置されると、パッシベーション構造体406の傾斜部902が第二の端部338に形成される。別の実施形態では、パッシベーション構造体406は

50

、第二の端部 338 で作動ビーム 240 の構成層上に共形にコーティングされてもよい。示すように、第二の電極部 404 の端部 340 は、傾斜部 902 により貯留部 300 から流体的に分離される。第二の電極部 404 が第二の端部 138 までずっと延在する場合、円周方向境界 900 を定める面は貯留部 300 に露出され、第二の電極部 404 の腐食が生じるであろう。理解されるように、傾斜部 902 は、第二の端部 338 に限定されないが、片持ち梁部 308 の外周の実質的に全体に延在してもよい。

【0108】

傾斜部 902 は、図 9 に示されるものとは別の形態をとってもよいことを理解されたい。傾斜部 902 は実質的に直線的に傾斜しているとして示されているが、当然のことながら別の実施形態では、傾斜部 902 は湾曲した形態または丸みを帯びた形態を有してもよい。一般的に、傾斜部 902 は、第二の電極部 402 の周りを包み込むパッシベーション構造体 406 の末端部として記載されてもよい。

10

【0109】

ここで図 10 を参照すると、例示的な実施形態による、マイクロバルブの作動ビーム 1000 の平面図が示されている。作動ビーム 1000 は、本明細書に記載の作動ビーム 240 と同様の様式で構成されてもよい。示すように、作動ビーム 1000 は、末端部 1002、末端部 1002 から延在する電気接続部 1004、電気接続部 1004 から延在するベース部 1006、およびベース部から延在する片持ち梁部 1008 を備える。一実施例では、マイクロバルブ内に配置される場合、末端部 1002 およびベース部 1006 は、接着剤により入力流体マニホールドに取り付けられる。電気接続部 1004 は、作動ビームを外部回路基板に接続するためのワイヤボンドのための空間を提供するために、入力流体マニホールドの開口部と位置合わせされてもよい。電気接続部 1004 は、本明細書に記載の電気接続部 294 と同様に構成されてもよい。片持ち梁部 1008 は、入力流体マニホールドとマイクロバルブとによって画成される貯留部内に延在してもよく、電気接続部 1004 を介して受信される電気信号に応答して移動してもよい。

20

【0110】

片持ち梁部 1008 は、延長部 1010 および封止部 1012 を備えることが示されている。延長部 1010 は、ベース部 1006 から延在し、実質的に台形状である。このような台形状は、流体抵抗の減少に起因して、組み込みマイクロバルブの動作周波数を改善する場合がある。本明細書に記載のように、封止部 1012 は、実質的に円形であり、バルブシートに封止を形成するためにその上に配置される封止部材を有してもよい。

30

【0111】

示すように、作動ビーム 1000 は、圧電材料の層 1020 および電極 1014 を備える。電極 1014 は、圧電材料の層 1020 上に（例えば、図 8A - B および 9 に記載の第二の電極部 404 に関して記載したのと同様の方法で）配置される。示すように、電極 1014 は、片持ち梁部 1008 上に配置される延長部 1022 を備える。延長部 1022 は、作動ビーム 1000 の円周方向境界 1018 の内側に配置される円周方向境界 1016 を有する。このような構造は、作動ビーム 1000 の境界におけるパッシベーション構造体の末端部を形成しやすくし、片持ち梁部 1008 が接触する可能性がある任意の流体から電極 1014 の外面を完全に分離する。このような構造は、電極の腐食を低減し、組み込みマイクロバルブの耐久性を向上させる。さらに、電極 1014 は、可動であるが、作動ビーム 1000 の不動のベース部 1006 上に配置される圧電材料 1020 の第二の部分に連結しない、片持ち梁部 1008 上に配置される圧電材料 1020 の第一の部分に通信可能に結合されてもよい。これは、活性化信号（例えば、差動電圧）が電極 1014 を介して圧電材料 1020 に送られる場合、圧電材料 1020 の第二の部分が作動するのを防止してもよい。圧電材料 1020 の第二の部分は不動であるため、活性化信号の印加は、圧電材料 1020 を割る可能性がある。したがって、電極 1014 が圧電材料 1020 の可動性第一の部分とのみ接触するように設計することは、圧電層の偶発的な故障を防止する。

40

【0112】

50

いくつかの実施形態では、マイクロバルブは、オリフィスを備えるオリフィスプレートと、第一の端部および第二の端部を備える作動ビームと、を備え、作動ビームは、ベース層と、ベース層上に配置され、第一の端部と第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する圧電材料の層であって、圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通るビアを画成する、圧電材料の層と、圧電材料の層の第一の面上にその電気接続部において配置される下部電極層であって、下部電極層の一部はビアの下に配置される、下部電極層と、圧電材料の層の第二の面上にその電気接続部において配置される上部電極層であって、上部電極層の一部はビアを通して配置される、上部電極層と、をさらに備え、作動ビームは、電気接続部から第一の端部に向かって延在するベース部と、ベース部から第二の端部に向かって延在する片持ち梁部と、を備え、片持ち梁部は、下部電極層と上部電極層との間の差動電気信号の印加に応答して、マイクロバルブの開閉のうち的一方に移動可能である。

10

【0113】

いくつかの実施形態では、マイクロバルブは、オリフィスプレート上に配置されるバルブシートをさらに備え、バルブシートは、オリフィスおよび流体プレナムと流体連通する開口部を画成する。

【0114】

いくつかの実施形態では、ビアは第一のビアであり、作動ビームの電気接続部において、圧電材料の層はそれを通りベース層まで画成される第二のビアを備え、マイクロバルブはボンディングパッドをさらに備え、ボンディングパッドの少なくとも一部は、ベース層上の第二のビアを通して配置され、ワイヤボンドを受けるように構成される。いくつかの実施形態では、ボンディングパッドは、第一のビアで下部電極層の部分または上部電極層の部分の少なくとも一つに電氣的に接続するボンディングパッドリードを備える。

20

【0115】

いくつかの実施形態では、電気接続部の第一の位置において、下に配置される下部電極層の部分は不活性であり、および、上部電極層の部分は上部電極を形成するように活性であり、上部電極は電気接続部から片持ち梁部に向かって延在し、ボンディングパッドリードの一部は上部電極層の部分上に第一のビアにおいて配置され、それに電氣的に接続する。

【0116】

いくつかの実施形態では、電気接続部の第二の位置において、上部電極層の部分は不活性であり、および、下部電極層の部分は下部電極を形成するように活性であり、下部電極は電気接続部から片持ち梁部に向かって延在し、ボンディングパッドリードの一部は、第一のビアにおいて上部電極層の不活性部分上に配置され、上部電極層の不活性部分を介して活性下部電極に電氣的に接続する。

30

【0117】

いくつかの実施形態では、マイクロバルブは、オリフィスプレート上に配置されるスペーサー部材をさらに備え、電気接続部およびベース部はスペーサー部材上に配置される。

【0118】

いくつかの実施形態では、ベース層は、チューニング層およびバリア層を備え、その少なくとも一部は、チューニング層と圧電材料の層との間に挿入され、第二のビアは、ボンディングパッドがチューニング層に接触するように、バリア層を通して延在する。いくつかの実施形態では、ボンディングパッドは金で構成されている。

40

【0119】

いくつかの実施形態では、電気接続部において、作動ビームは、下部電極の下に配置される第一の接着層と、上部電極の下に配置される第二の接着層とを備え、第一の接着層は下部電極と同一の広がりを持ち、第二の接着層は上部電極と同一の広がりを持つ。いくつかの実施形態では、第一のビア、下部電極層、および上部電極は、第二の接着層のみによって分離される。

【0120】

50

いくつかの実施形態では、作動ビームは、圧電材料の層上に配置されるパッシベーション構造体をさらに備え、パッシベーション構造体は、上部電極および圧電材料の層を完全に覆う。いくつかの実施形態では、パッシベーション構造体は、酸化アルミニウム層と、酸化アルミニウム層上に配置される二酸化ケイ素層と、二酸化ケイ素層上に配置される窒化ケイ素層とを備える。

【0121】

いくつかの実施形態では、上部電極層は、電気接続部から作動ビームのベース部にわたって連続的に延在し、上部電極層は、片持ち梁部上に配置される延長部を備える。いくつかの実施形態では、パッシベーション構造体が延長部の周縁の外側で圧電材料の層と直接接触するように、上部電極層の延長部の周縁は、圧電材料の層の周縁の内側にある。

10

【0122】

いくつかの実施形態では、下部電極層は、電気接続部から作動ビームのベース部にわたって連続的に延在し、下部電極層は、片持ち梁部上に配置される延長部を備える。いくつかの実施形態では、圧電材料の層は、圧電材料が下部電極層の少なくとも一部を取り囲むように、下部電極層の横方向の端部と重なり合い、それを越えて延在する。

【0123】

いくつかの実施形態では、片持ち梁部の重なり合う部分はオリフィスと重なり合い、マイクロバルブは重なり合う部分からオリフィスに向かって延在する封止部材をさらに備え、電気信号がない場合、封止部材はバルブシートに接触してマイクロバルブを閉じる。いくつかの実施形態では、オリフィスおよび封止部材は実質的に円筒形であり、電気信号がない場合に、封止部材がオリフィスを完全に覆うように、封止部材は、オリフィスに対して実質的に中心にあり、オリフィスの直径よりも大きい直径を有する。

20

【0124】

いくつかの実施形態では、片持ち梁部は、ベース部からオリフィスに向かって500~1,000ミクロンの長さで延在する。いくつかの実施形態では、片持ち梁部は、ベース部から延在する第一の部分と、第一の部分から延在する第二の部分とを備え、第二の部分は、第一の部分とは異なる形状である。いくつかの実施形態では、第一の部分の断面は台形形状であり、第二の部分の断面は円筒形状である。

【0125】

いくつかの実施形態では、マイクロバルブは、オリフィスを備えるオリフィスプレートと、第一の端部および第二の端部を備える作動ビームと、を備え、作動ビームは、ベース層と、ベース層上に配置され、第一の端部と第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する圧電材料の層であって、圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通りベース層までのビアを画成する、圧電材料の層と、圧電材料の層の第一の面上にその電気接続部において配置される、下部電極層と、圧電材料の層の第二の面上にその電気接続部において配置される、上部電極層と、ボンディングパッドであって、ボンディングパッドの少なくとも一部は、ベース層上のビアを通して配置され、ワイヤボンドを受けるように構成され、ボンディングパッドは下部電極層または上部電極層のうちの少なくとも一つに電氣的に接続するボンディングパッドリードを備える、ボンディングパッドと、を備え、作動ビームは、電気接続部から第一の端部に向かって延在するベース部と、ベース部から第二の端部に向かって延在する片持ち梁部と、を備え、片持ち梁部は、下部電極と上部電極との間の差動電気信号の印加に応答して、マイクロバルブの開閉のうち的一方に移動可能である。

30

40

【0126】

いくつかの実施形態では、噴射アセンブリは、オリフィスプレートを備えるバルブ本体であって、オリフィスプレートはそれを通して延在する複数のオリフィスを備える、バルブ本体と、複数のマイクロバルブであって、複数のマイクロバルブのそれぞれは、第一の端部および第二の端部を備える作動ビームであって、作動ビームは、さらに、ベース層と、ベース層上に配置され、第一の端部と第二の端部との間の距離の少なくとも一部を延在する圧電材料の層であって、圧電材料の層は、その電気接続部においてそれを通るビアを

50

画成する、圧電材料の層と、圧電材料の層の第一の面上にその電気接続部において配置される下部電極層であって、下部電極層の一部はビアの下に配置される、下部電極層と、圧電材料の層の第二の面上にその電気接続部において配置される上部電極層であって、上部電極層の一部はビアを通して配置される、上部電極層と、を備え、作動ビームは、電気接続部から第一の端部に向かって延在するベース部と、ベース部から第二の端部に向かって延在する片持ち梁部と、を備え、片持ち梁部は、下部電極層と上部電極層との間の差動電気信号の印加に応答して、マイクロバルブの開閉のうち的一方に移動可能である、作動ビームを備える、複数のマイクロバルブと、複数のマイクロバルブのそれぞれに連結し、複数のマイクロバルブのそれぞれの流体貯留部を画成する、流体マニホールドと、を備える。

10

【0127】

いくつかの実施形態では、複数のマイクロバルブのそれぞれは、オリフィスプレート上に配置されるバルブシートをさらに備え、バルブシートは、オリフィスおよび流体プレナムと流体連通する開口部を画成する。いくつかの実施形態では、ビアは第一のビアであり、作動ビームの電気接続部において、圧電材料の層はそれを通りベース層まで画成される第二のビアを備え、マイクロバルブはボンディングパッドをさらに備え、ボンディングパッドの少なくとも一部は、ベース層上の第二のビアを通して配置され、ワイヤボンドを受けるように構成される。

【0128】

いくつかの実施形態では、ボンディングパッドは金で構成されている。いくつかの実施形態では、ボンディングパッドは、第一のビアで下部電極層の部分または上部電極層の部分の少なくとも一つに電氣的に接続するボンディングパッドリードを備える。

20

【0129】

いくつかの実施形態では、電気接続部の第一の位置で、下部電極層の部分は不活性であり、および、上部電極層の部分は上部電極を形成するように活性であり、上部電極は電気接続部から片持ち梁部に向かって延在し、ワイヤボンディングリードの一部は第一のビアで上部電極層の部分上に配置され、それに電氣的に接続する。

【0130】

いくつかの実施形態では、電気接続部の第二の位置で、上部電極層の部分は不活性であり、そして、下部電極層の部分は下部電極を形成するように活性であり、下部電極は電気接続部から片持ち梁部に向かって延在し、ワイヤボンディングリードの一部は、上部電極層の不活性部分を通して活性下部電極に電氣的に接続するように、第一のビアで上部電極層の不活性部分上に配置される。

30

【0131】

いくつかの実施形態では、流体マニホールドの少なくとも一部は、作動ビームの末端部上に配置される。いくつかの実施形態では、流体マニホールドは、複数のマイクロバルブとキャリアとの間に配置され、キャリアは、流体マニホールドおよび複数のマイクロバルブが配置される体積を実質的に囲む。

【0132】

いくつかの実施形態では、噴射アセンブリは、流体マニホールドとキャリアとの間に配置されるインターポーザをさらに備える。いくつかの実施形態では、噴射アセンブリは、流体マニホールドとインターポーザとの間に配置されるフレックス回路と、キャリアの側面に取り付けられる回路基板とをさらに備え、フレックス回路は、複数のマイクロバルブの作動ビームを、電気接続部において作動ビームに連結するワイヤボンドを介して回路基板に電氣的に接続する。

40

【0133】

いくつかの実施形態では、マイクロバルブのそれぞれは、オリフィスプレート上に配置されるスペーサー部材をさらに備え、電気接続部およびベース部はスペーサー部材上に配置される。

【0134】

50

いくつかの実施形態では、電気接続部において、作動ビームは、下部電極層の下に配置される第一の接着層と、上部電極層の下に配置される第二の接着層とを備え、第一の接着層は下部電極層と同一の広がりを持ち、第二の接着層は上部電極層と同一の広がりを持つ。

【0135】

いくつかの実施形態では、第一のピアで、下部電極層、および上部電極層は、第二の接着層だけによって分離される。いくつかの実施形態では、作動ビームは、作動ビーム上に配置されるパッシベーション構造体をさらに備え、パッシベーション構造体は、上部電極層を完全に覆う。

【0136】

いくつかの実施形態では、パッシベーション構造体は、酸化アルミニウム層と、酸化アルミニウム層上に配置される二酸化ケイ素層と、二酸化ケイ素層上に配置される窒化ケイ素層とを備える。いくつかの実施形態では、上部電極層は、電気接続部から作動ビームのベース部にわたって連続的に延在し、上部電極層は、片持ち梁部上に配置される延長部を備える。

【0137】

いくつかの実施形態では、パッシベーション構造体が延長部の周縁の外側で圧電材料の層と直接接触するように、上部電極層の延長部の周縁は、パッシベーション構造体の層の周縁の内側にある。

【0138】

いくつかの実施形態では、下部電極層は、電気接続部から作動ビームのベース部にわたって連続的に延在し、下部電極層は、片持ち梁部上に配置される延長部を備える。いくつかの実施形態では、圧電材料の層は、圧電材料の層が下部電極層の少なくとも一部を取り囲むように、下部電極層の横方向の端部と重なり合い、それを越えて延在する。

【0139】

本明細書で使用する用語「約」は、概ね所定値の $\pm 10\%$ を意味する。例えば、約0.5は0.45および0.55を含み、約10は9~11を含み、約1000は900~1100を含む。

【0140】

本明細書で使用する用語「連結する」、「接続する」等は、二つの部材が直接的または間接的に互いに結合することを意味する。こうした結合は、固定（例えば、永久的）または可動（例えば、取り外し可能または開放可能）としてもよい。このような結合は、二つの部材、または二つの部材と任意の別の介在部材が互いに単一の単一体として一体的に形成されるか、または二つの部材、もしくは二つの部材と任意の別の介在部材が互いに取り付けられることで達成されてもよい。

【0141】

本明細書の要素の位置（例えば、「上」、「下」、「上に」、「下に」など）への言及は、単に、図中の様々な要素の方向を説明するために使用される。様々な要素の方向は、別の例示的な実施形態に従って異なってよく、このような変形は本開示によって包含されることが意図されていることに留意されたい。

【0142】

例示的な実施形態に示す要素の構成および配置は、例示にすぎない。本開示のいくつかの実施形態のみが詳細に説明されているが、本開示のレビューを行う当業者であれば、列挙された主題の新規の教示および利点から実質的に逸脱することなく、多くの修正（例えば、様々な要素のサイズ、寸法、構造、形状および比率の変形、パラメータの値、取付け配置、材料の用途、色、向き等）が可能であることを容易に理解するであろう。例えば、一体的に形成されたものとして示される要素は、複数の部品または要素から構成されてもよく、要素の位置は逆転されても、または別の方法で変化されてもよく、個別の要素の性質もしくは数または位置は、変更されても、または変化されてもよい。

【0143】

10

20

30

40

50

さらに、「例示的」という語は、実施例、例、または図として機能することを意味するために使用される。「例示的」または「実施例」として本明細書に記載の任意の実施形態または設計は、必ずしも他の実施形態または設計よりも好ましいまたは有利であると解釈されるべきではない（および、このような用語は、このような実施形態が必然的に並外れたまたは最上の例であると暗示することを意図するものではない）。むしろ、「例示的」という言の使用は、概念を具体的に示すことを目的としている。したがって、このような全ての修正は、本開示の範囲内に包含されることが意図される。添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、他の置換、修正、変更、および省略は、好ましい実施形態および他の例示的な実施形態の設計、動作条件、および配置においてなされてもよい。

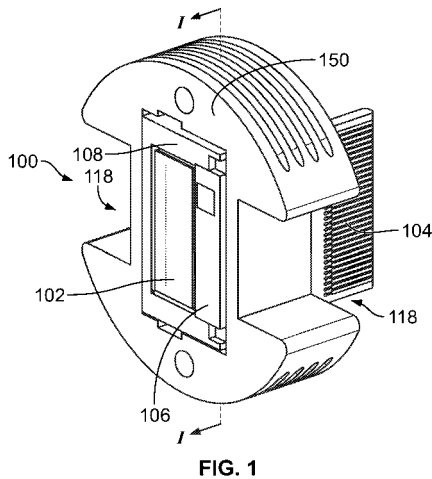
【 0 1 4 4 】

本発明の範囲から逸脱することなく、様々な例示的な実施形態の設計、動作条件、および配置において、他の置換、修正、変更、および省略を行うこともできる。例えば、一実施形態で開示される任意の要素は、本明細書で開示される任意の他の実施形態に組み込まれてもよく、または利用されてもよい。また、例えば、任意のプロセスまたは方法の工程の順序またはシーケンスは、別の実施形態に従って変更または再度順序付けされてもよい。任意の手段と機能の条項は、記載された機能を実行するものとして本明細書に記載された構造、ならびに構造的同等物だけでなく同等の構造も包含することを意図している。添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、他の置換、修正、変更、および省略は、好ましい実施形態および他の例示的な実施形態の設計、動作構成、および配置において行ってもよい。

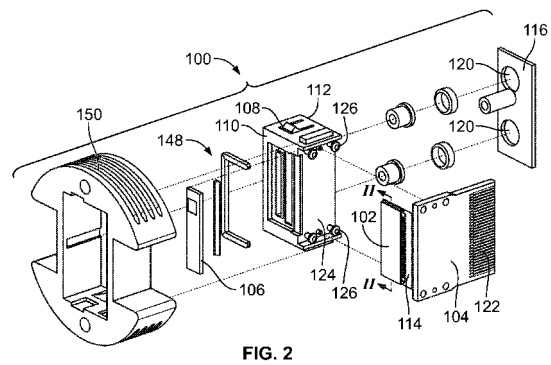
10

20

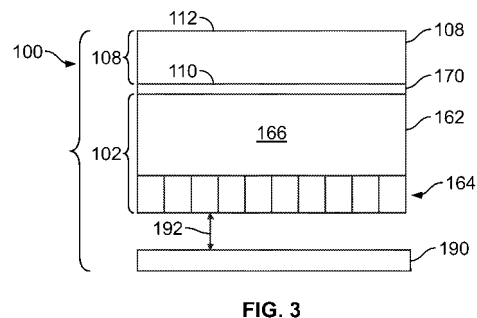
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 6 】

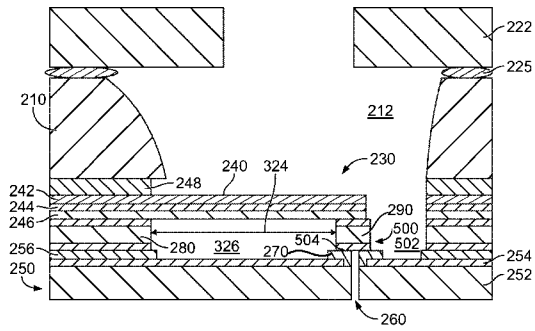


FIG. 6

【 図 7 A 】

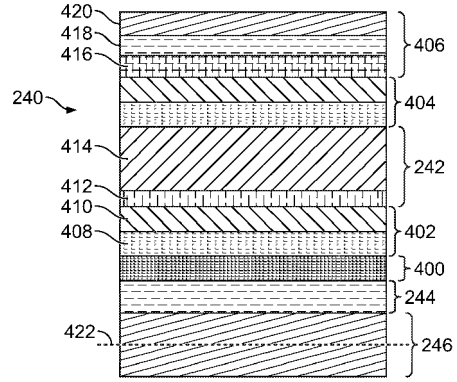


FIG. 7A

【 図 7 B 】

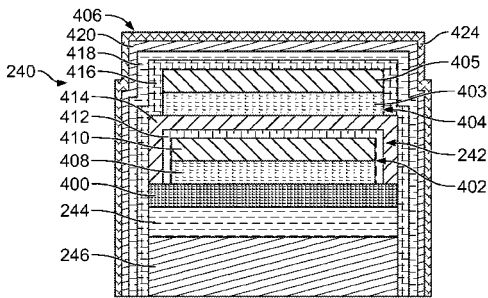


FIG. 7B

【 図 8 A 】

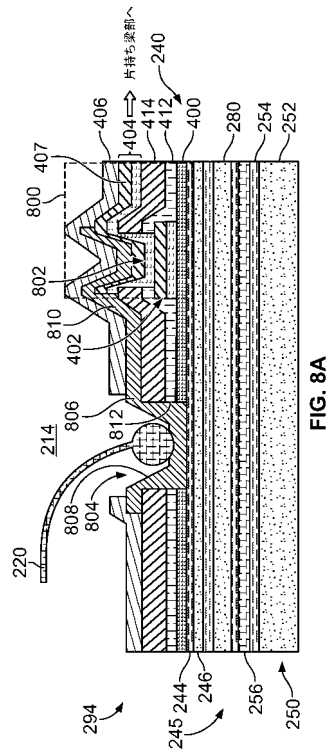


FIG. 8A

【 図 8 B 】

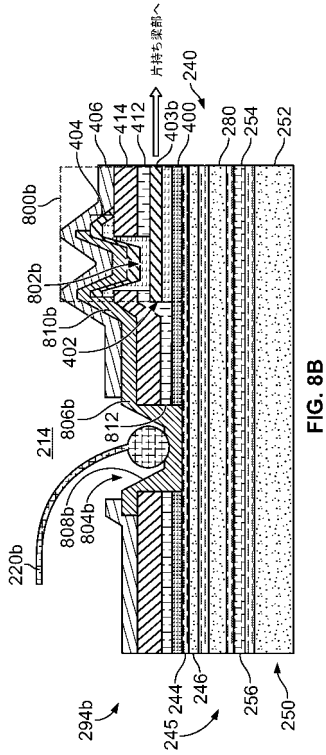


FIG. 8B

【 図 9 】

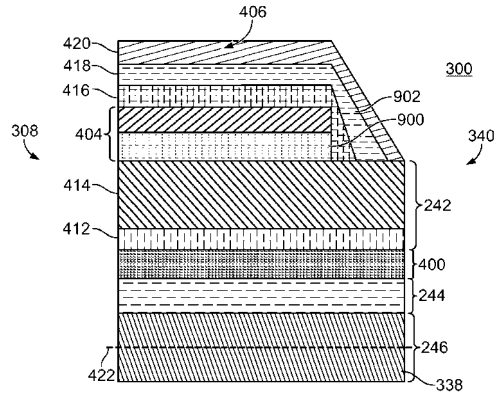


FIG. 9

【 図 1 0 】

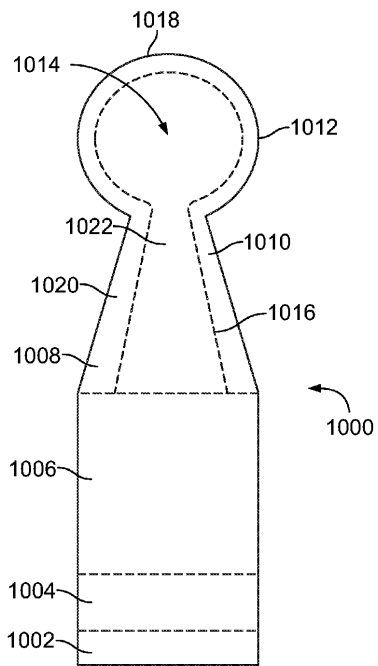


FIG. 10

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2019/053838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F16K99/00 B41J2/14 H01L41/09 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16K B41J H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/333703 A1 (BUSKIRK WILLIAM A [US] ET AL) 13 November 2014 (2014-11-13)	13
Y	paragraphs [0013], [0069], [0072] - [0074]; figures 1,2	1-4, 7-12, 14-20
A	-----	5,6
Y	US 2003/030705 A1 (KOIKE SHUJI [JP] ET AL) 13 February 2003 (2003-02-13)	1-4, 7-12, 14-20
A	paragraphs [0066], [0069]; figures 3,4	5,6
A	US 2006/209137 A1 (KOJIMA TOSHIYA [JP] ET AL) 21 September 2006 (2006-09-21) Cantilevered actuator with a via bonding pad and a lead electrode; paragraph [0077]; figures 5,6	1,13,14
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
2 September 2019		11/09/2019
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Öztürk, Serkan

3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2019/053838

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/030566 A1 (KERAJET S A [ES]) 3 March 2016 (2016-03-03) figures 9,10 -----	1,13,14
A	WO 86/05722 A1 (LANE INT LTD JOHN [GB]) 9 October 1986 (1986-10-09) figure 1 -----	1,13,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2019/053838

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2014333703	A1	13-11-2014	AU 2014262580 A1	07-01-2016
			AU 2018264024 A1	06-12-2018
			BR 112015028195 A2	25-07-2017
			CA 2911831 A1	13-11-2014
			CN 105431296 A	23-03-2016
			EP 2994313 A1	16-03-2016
			JP 2016525658 A	25-08-2016
			KR 20160006763 A	19-01-2016
			TW 201501954 A	16-01-2015
			TW 201922516 A	16-06-2019
			US 2014333703 A1	13-11-2014
			US 2018162140 A1	14-06-2018
			WO 2014182984 A1	13-11-2014
			US 2003030705	A1
US 2003030705 A1	13-02-2003			
US 2005041069 A1	24-02-2005			
WO 0174592 A1	11-10-2001			
US 2006209137	A1	21-09-2006	JP 4022674 B2	19-12-2007
			JP 2006256145 A	28-09-2006
			US 2006209137 A1	21-09-2006
WO 2016030566	A1	03-03-2016	EP 3187337 A1	05-07-2017
			ES 2561727 A1	29-02-2016
			WO 2016030566 A1	03-03-2016
WO 8605722	A1	09-10-1986	EP 0215884 A1	01-04-1987
			ES 8703299 A1	16-02-1987
			FI 864770 A	24-11-1986
			JP 563500156 A	21-01-1988
			WO 8605722 A1	09-10-1986

フロントページの続き

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72) 発明者 フレゴ、スティーブン イー。
アメリカ合衆国、 9 7 2 3 6 オレゴン州、ポートランド、 1 3 0 2 6 サウスイースト エリス

(72) 発明者 ハルザック、チャールズ シー。
アメリカ合衆国、 9 7 3 7 0 オレゴン州、フィロマス、 5 3 6 5 ワース ウェイ

(72) 発明者 ホイットロック、ジョン
アメリカ合衆国、 1 5 2 1 2 ペンシルバニア州、ピッツバーグ、トゥー ノース ショア センター、シーノオー マシューズ インターナショナル コーポレーション

(72) 発明者 ミラー、エリック アール。
アメリカ合衆国、 9 8 1 2 2 ワシントン州、シアトル、 3 2 0 4 イースト イェスラー ウェイ

(72) 発明者 レイトン、グレン ジェイ・ティー。
英国、ディーエヌ 6 0 エヌアール サウス ヨークシャー、ドンカスター、アスカーン、 4 1 ロウランズ ウォーク

(72) 発明者 ギルソン、チャールズ
アメリカ合衆国、 9 7 3 7 0 オレゴン州、フィロマス、 1 7 3 1 フェザント コート

F ターム(参考) 2C057 AF65 AG38 AG44 AG84 AG85 AG90 AL24 AP25
3C081 AA01 AA13 BA22 BA23 BA25 BA30 BA43 BA48 BA53 BA54
BA55 CA14 CA15 CA18 CA21 CA32 DA03 DA06 DA07 DA10
DA22 DA30 EA33 EA35
4F041 AB01 BA05 BA12 BA32 BA36