

(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2012-532772

(P2012-532772A)

(43) 公表日 平成24年12月20日(2012.12.20)

(51) Int.Cl.

B 41 J 2/045 (2006.01)  
B 41 J 2/055 (2006.01)

F 1

B 41 J 3/04

1 O 3 A

テーマコード(参考)

2 C 05 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2012-519625 (P2012-519625)  
 (86) (22) 出願日 平成22年7月2日 (2010.7.2)  
 (85) 翻訳文提出日 平成24年3月7日 (2012.3.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/040938  
 (87) 国際公開番号 WO2011/005699  
 (87) 国際公開日 平成23年1月13日 (2011.1.13)  
 (31) 優先権主張番号 61/224,847  
 (32) 優先日 平成21年7月10日 (2009.7.10)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 502122794  
 フジフィルム ディマティックス、イン  
 コーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 ニューハンプシャー 0  
 3766, レバノン, エトナ ロード  
 109  
 (74) 代理人 100073184  
 弁理士 柳田 征史  
 (74) 代理人 100090468  
 弁理士 佐久間 剛  
 (72) 発明者 ビブル, アンドレアス  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94  
 024 ロス アルトス ハリントン ア  
 ヴェニュー 588

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高密度実装のためのMEMSジェット射出構造

## (57) 【要約】

液体射出器は基板及び基板から隔てられた層を有する液体射出モジュールを備える。基板はマトリックスに配列された複数の液体射出素子を有し、それぞれの液体射出素子はノズルから液体を射出させるように構成される。基板から隔てられた層は複数の電気接続を有し、それぞれの電気接続は対応する液体射出素子に隣接する。

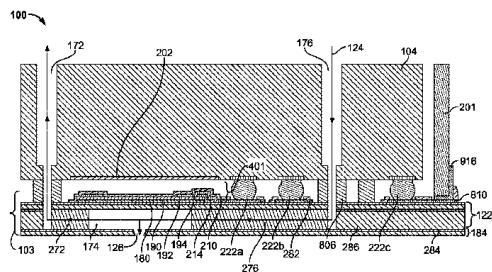


FIG. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

液体射出器において、

複数の液路を有する基板を備える液体射出モジュールであって、前記複数の液路のそれぞれは、ノズルと液体流通可能な態様で連結しているポンピングチャンバ、及び複数の液体射出素子を有し、前記複数の液体射出素子のそれぞれは付随する液路のノズルから液体を射出させるように構成されるものである液体射出モジュール、

及び

前記液体射出モジュール上に搭載され、複数の集積スイッチング素子を有する集積回路インターポーラーであって、前記複数の集積スイッチング素子のそれぞれは、前記液体射出モジュールの電気接続によって、前記集積回路インターポーラーに送られるべき信号の、前記液体射出モジュールへの送信、前記集積回路インターポーラー上での処理、及び前記複数の液体射出素子の内の少なくとも1つを駆動するための前記液体射出モジュールへの出力が可能になるように、前記液体射出モジュールと電気的に接続されるものである集積回路インターポーラー、

を備えることを特徴とする液体射出器。

**【請求項 2】**

前記集積回路インターポーラーが、前記集積回路インターポーラーを貫通する複数の液路をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の液体射出器。

**【請求項 3】**

前記ポンピングチャンバのそれぞれが、2つの前記液路と液体流通可能な態様で連結されることを特徴とする請求項2に記載の液体射出器。

**【請求項 4】**

軸が前記ポンピングチャンバ及び前記ノズルを通って第1の方向に延び、前記複数の集積スイッチング素子のそれぞれの位置が前記複数のポンピングチャンバのそれぞれ1つのポンピングチャンバの位置と前記第1の方向に沿って合わせられるように、前記集積回路インターポーラーが前記液体射出モジュール上に搭載されていることを特徴とする請求項1に記載の液体射出器。

**【請求項 5】**

前記集積回路インターポーラーが前記集積回路インターポーラーを貫通する複数の液路をさらに有し、前記ポンピングチャンバのそれぞれが前記液路の少なくとも1つと液体流通可能な態様で連結され、前記少なくとも1つの液路が第2の軸に沿って第1の方向に延び、前記第2の軸が前記ポンピングチャンバを通って延びる前記軸とは異なることを特徴とする請求項4に記載の液体射出器。

**【請求項 6】**

前記複数の液路がバリア材料で被覆されることを特徴とする請求項1に記載の液体射出器。

**【請求項 7】**

前記バリア材料が、チタン、タンタル、酸化アルミニウムまたは酸化シリコンを含むことを特徴とする請求項6に記載の液体射出器。

**【請求項 8】**

前記集積回路インターポーラーと前記液体射出モジュールの間にバリア層をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の液体射出器。

**【請求項 9】**

前記集積回路インターポーラーが、前記複数の集積スイッチング素子を制御するように構成されたロジックをさらに有することを特徴とする請求項1に記載の液体射出器。

**【請求項 10】**

前記流体射出素子毎に前記スイッチング素子が2つあることを特徴とする請求項9に記載の液体射出器。

**【請求項 11】**

10

20

30

40

50

前記液体射出モジュールに電気的に接続されたフレキシブル素子を、前記液体射出モジュールへの電気接続によって前記フレキシブル回路から前記液体射出モジュールからの信号の前記集積回路インターポーラへの送信が可能になるように、有することを特徴とする請求項1に記載の液体射出器。

【請求項12】

前記集積回路インターポーラが前記液体射出モジュールの幅より狭い幅を有し、よって前記液体射出モジュールがレッジを有し、前記フレキシブル素子が前記液体射出モジュールの前記レッジに取り付けられ、前記レッジが前記集積回路インターポーラに隣接していることを特徴とする請求項11に記載の液体射出器。

【請求項13】

前記フレキシブル素子がフレキシブル回路であることを特徴とする請求項11に記載の液体射出器。

【請求項14】

前記フレキシブル素子上の導電素子に隣接し、前記フレキシブル素子上の前記導電素子と導電態様で通じていて、前記液体射出モジュール上の導電素子に隣接し、前記液体射出モジュール上の前記導電素子と導電態様で通じている、導電材料をさらに備えることを特徴とする請求項11に記載の液体射出器。

【請求項15】

前記基板がシリコンを含むことを特徴とする請求項1に記載の液体射出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は全般的に液体射出に関する。

【背景技術】

【0002】

超小型電気機械システム、すなわちMEMSベースデバイスは、加速度計、ジャイロスコープ、圧力センサまたは圧力変換器、ディスプレイ、光スイッチ及び液体射出器のような、様々な用途に用いることができる。一般に、1つ以上の個別素子が、絶縁材料、半導体材料または複合材料で形成されたダイのような、單一ダイ上に形成される。ダイは、フォトリソグラフィ、堆積及びエッチングのような、半導体プロセス技術を用いて処理することができる。

【0003】

液体射出デバイスは、それぞれがノズルから媒体上に液滴を射出できる複数のMEMSデバイスを有することができる。液滴を射出するために機械式アクチュエータを用いるいくつかのデバイスにおいて、ノズルはそれぞれ液体ポンピングチャンバを含む液路に液体流通可能な態様で連結される。液体ポンピングチャンバは、ポンピングチャンバの容積を一時的に変えて液滴の射出を引き起こす、アクチュエータによって作動される。媒体はダイに対して移動させることができる。特定のノズルからの液滴の射出は、媒体の所望の場所に液滴を配するために、媒体の移動にタイミングが合わせられる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

液滴射出モジュール内のノズルの密度は作製方法が改善されるにつれて向上してきた。例えば、シリコンウェハ上に作製されたMEMSベースデバイスは、フットプリントが小さく、従来のダイよりノズル密度より高い、ダイに形成される。小さいダイを構成する際の障害の1つは、そのようなデバイスのフットプリントが小さくなるほど電気コンタクトに利用できるダイ上の面積が減少し得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

全般に、一態様において、液体射出システムは、個別に制御可能な複数の液体射出素子

10

20

30

40

50

及び、複数の液体射出素子が作動されたときに液体を射出するための、複数本のノズルを有する、プリントヘッドモジュールを備え、複数の液体射出素子及び複数のノズルは行と列を有するマトリックスをなして配列され、1平方インチ未満の面積に少なくとも550本のノズル( $1 \text{ cm}^2$ 未満の面積に少なくとも85本のノズル)があり、それぞれの行においてノズルの間隔は一様である。

#### 【0006】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有することができる。1平方インチ未満の面積に550本と60000本の間のノズル( $1 \text{ cm}^2$ 未満の面積に少なくとも85本と9300本の間のノズル)があり得る。1平方インチ未満の面積にほぼ1200本( $1 \text{ cm}^2$ 未満の面積にほぼ186本)のノズルがあり得る。マトリックスは80列及び18行を有することができる。マトリックスは、媒体上に $600 \text{ dpi}$ ( $23.6 \text{ ドット/mm}$ )より高い密度でピクセル線を形成するために単パスで媒体上にノズルから液滴が計量分配され得るようなマトリックスとすることができます。密度はほぼ $1200 \text{ dpi}$ ( $47.2 \text{ ドット/mm}$ )とすることができます。列はプリントヘッドモジュールの幅に沿って配列することができて、幅は $10 \text{ mm}$ 未満であり、行はプリントヘッドモジュールの長さに沿って配列することができて、長さは $30 \text{ mm}$ と $40 \text{ mm}$ の間である。幅はほぼ $5 \text{ mm}$ とすることができます。複数本のノズルを、液滴の大きさが $0.1 \text{ pL}$ と $100 \text{ pL}$ の間の液体を射出するように構成することができる。プリントヘッドモジュールはシリコンを含むことができる。液体射出素子は圧電部を有することができる。複数本のノズルを有するプリントヘッドの表面は平行四辺形として整形することができる。ノズルの幅は $15 \mu\text{m}$ より大きくすることができる。列と行の間の角度は $90^\circ$ 未満とすることができます。

10

20

30

40

50

#### 【0007】

全般に、一態様において、液体射出モジュールは、複数のノズルがつくり込まれている第1の層、それぞれ対応するノズルに液体流通可能な態様で連結されている複数のポンピングチャンバを有する第2の層、及び

それぞれ付随するノズルを通してポンピングチャンバから液体を射出させるように構成される複数の液体射出素子、を有し、

第1または第2の層の少なくとも一方は感光性フィルムを含む。

#### 【0008】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有することができる。複数本のノズルは1平方インチ未満の面積に550本と60000本の間のノズル( $1 \text{ cm}^2$ 未満の面積に少なくとも85本と9300本の間のノズル)を含むことができる。液体射出素子は圧電部を有することができる。液体射出モジュールはさらに、複数の電気接続を備える、基板から隔てられた層を有することができ、電気接続は圧電領域にかけてバイアスを印加するように構成される。液体射出モジュールはさらに複数の液路を有することができ、それぞれの液路は液体流通可能な態様でポンピングチャンバに連結される。液体射出モジュールはさらに複数のポンピングチャンバ流入口及び複数のポンピングチャンバ流出口を有することができ、それぞれのポンピングチャンバ流入口及びそれぞれのポンピングチャンバ流出口は、液体流通可能な態様で複数の液路の内の1つの液路に連結される。ポンピングチャンバは行と列を有するマトリックスに配列することができる。列と行の間の角度は $90^\circ$ より小さくすることができる。それぞれのポンピングチャンバはほぼ円形とすることができます。それぞれのポンピングチャンバは複数の直壁を有することができる。感光性フィルムは、フォトポリマー、ドライフィルムフォトレジストまたは感光性ポリイミドを含むことができる。それぞれのノズルの幅は $15 \mu\text{m}$ より大きくすることができる。第1の層の厚さは $50 \mu\text{m}$ より薄くすることができる。第2の層の厚さは $30 \mu\text{m}$ より薄くすることができる。

## 【0009】

全般に、一態様において、液体射出器は基板及び基板によって支持される層を有する。基板は、

複数のポンピングチャンバ、

それぞれ液体流通可能な態様で複数のポンピングチャンバの内の1つのポンピングチャンバに連結される複数のポンピングチャンバ流入口及びポンピングチャンバ流出口、及び

複数のノズル、  
を有し、

複数のポンピングチャンバ、複数のポンピングチャンバ流入口及び複数のポンピングチャンバ流出口は同一平面に沿って配置され、

それぞれのポンピングチャンバは、ノズルに重ねて配置され、液体流通可能な態様でノズルに連結される。基板に支持される層は

層を貫通する複数の液路であって、それぞれの液路は複数のポンピングチャンバ流入口及び複数のポンピングチャンバ流出口の内の1つのポンピングチャンバ流入口または1つのポンピングチャンバ流出口から延び、それぞれの液路は軸に沿って延び、軸は平面に直交するものである液路、

及び

それぞれ対応するポンピングチャンバに重ねて配置され、ノズルを通して対応するポンピングチャンバから液体を射出させるように構成される、複数の液体射出素子、

を有する。

## 【0010】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有する。基板はシリコンを含むことができる。液体射出素子は圧電領域を有することができる。液体射出素子はさらに、複数の電気接続を備える、基板から隔てられた層を有することができ、電気接続は圧電領域にかけてバイアスを印加するように構成される。それぞれのポンピングチャンバ流入口またはポンピングチャンバ流出口の幅は、それぞれのポンピングチャンバの幅の10%未満とすることができます。ポンピングチャンバ流入口及びポンピングチャンバ流出口は同じ軸に沿って延びることができます。ポンピングチャンバ流入口またはポンピングチャンバ流出口のそれらの幅は液路のそれらの幅より小さくすることができます。ポンピングチャンバは行と列を有するマトリックスに配列することができます。列と行の間の角度は90°より小さくすることができます。それぞれのポンピングチャンバはほぼ円形とすることができます。それぞれのポンピングチャンバは複数の直壁を有することができる。

## 【0011】

全般に、一態様において、液体射出器は基板及び層を有する。基板は複数のポンピングチャンバ及び複数本のノズルを有し、それぞれのポンピングチャンバは1本のノズルに重ねて配置され、そのノズルと液体流通可能な態様で連結される。層は基板のノズルとは逆の側にあって複数の液体射出素子を有し、それぞれの液体射出素子は対応するポンピングチャンバに隣接し、対応するノズルを通して対応するポンピングチャンバから液体を射出せるように構成され、液体射出素子からノズルまでの距離は30μm未満である。

## 【0012】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有することができる。距離はほぼ25μmとすることができる。基板はシリコンを含むことができる。液体射出素子は圧電領域を有することができる。液体射出器はさらに、複数の電気接続を備える、基板から隔てられた層を有することができ、電気接続は圧電領域にかけてバイアスを印加するように構成される。ポンピングチャンバのそれは、対応する液体射出素子から対応するノズルまでの距離の少なくとも80%である厚さを通して延びることができる。ポンピングチャンバのそれらの高さはポンピングチャンバの最短幅の50%未満とすることができます。ポンピングチャンバは行と列を有するマトリックスに配列することができます

10

20

30

40

50

できる。列と行の間の角度は 90° より小さくすることができる。それぞれのポンピングチャンバはほぼ円形とすることができます。それぞれのポンピングチャンバは複数の直壁を有することができる。

#### 【0013】

全般に、一実施形態において、液体射出器は複数のポンピングチャンバ及び複数のノズルを有する基板を備え、それぞれのポンピングチャンバは 1 本のノズルに重ねて配置されてそのノズルと液体流通可能な様で連結され、ポンピングチャンバの幅は約 250 μm であり、基板の 1 平方インチ当たり 1000 より多く (1 cm<sup>2</sup> 当たり 155 より多く) のポンピングチャンバがある。

#### 【0014】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の 1 つ以上を有することができる。基板はシリコンを含むことができる。液体射出素子は圧電領域を有することができる。液体射出器はさらに、複数の電気接続を備える、基板から隔てられた層を有することができ、電気接続は圧電領域にかけてバイアスを印加するように構成される。ポンピングチャンバは行と列を有するマトリックスに配列することができる。列と行の間の角度は 90° より小さくすることができる。それぞれのポンピングチャンバはほぼ円形とすることができます。それぞれのポンピングチャンバは複数の直壁を有することができる。

#### 【0015】

全般に、一態様において、液体射出器は、基板及び基板から隔てられた層を有する液体射出モジュールを備える。基板はマトリックスに配列された複数の液体射出素子を有し、それぞれの液体射出素子はノズルから液体を射出させるように構成される。基板から隔てられた層は複数の電気接続を有し、それぞれの電気接続は対応する液体射出素子に隣接する。

#### 【0016】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の 1 つ以上を有することができる。巣はさらに層を貫通する複数の液路を有することができる。複数の液路はバリア材料で被覆することができる。バリア材料には、チタン、タンタル、酸化シリコンまたは酸化アルミニウムを含めることができる。液体射出器はさらに、層と液体射出モジュールの間にバリア層を有することができる。バリア層には SU8 を含めることができる。層は複数の集積スイッチング素子を有することができる。層はさらに複数の集積スイッチング素子を制御するように構成されたロジックを有することができる。それぞれの液体射出素子は少なくとも 1 つのスイッチング素子に隣接して配置することができる。液体射出素子毎にスイッチング素子が 2 つあり得る。液体射出器はさらに複数の金パンプを有することができ、それぞれの金パンプは液体射出素子の電極に接触するように構成される。電極はリング電極とすることができます。

#### 【0017】

全般に、一態様において、液体射出器は液体射出モジュール及び集積回路インターポーラーを有する。液体射出モジュールは第 1 の複数の液路及び複数の液体射出素子を有する基板を備え、それぞれの液体射出素子は付随する液路のノズルから液体を射出させるように構成される。集積回路インターポーラーは液体射出モジュールに搭載され、第 1 の複数の液路と液体が流通する第 2 の複数の液路を有し、集積回路インターポーラーは、液体射出モジュールの電気接続によって、集積回路インターポーラーに送られるべき信号の、液体射出モジュールへの送信、集積回路インターポーラー上の処理、及び複数の液体射出素子の内の少なくとも 1 つを駆動するための液体射出モジュールへの出力が可能になるように、液体射出モジュールと電気的に接続される。

#### 【0018】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の 1 つ以上を有することができる。第 2 の複数の液路はバリア材料で被覆することができる。バリア材料には、チタン、タンタル、酸化シリコンまたは酸化アルミニウムを含めることができる。液体射出器はさらに集積回路インターポーラーと液体射出モジュールの間にバリア層を有することができ

10

20

30

40

50

る。バリア層にはＳＵ８を含めることができる。集積回路インターポーラは複数の集積スイッチング素子を有することができる。集積回路インターポーラはさらに複数の集積スイッチング素子を制御するように構成されたロジックを有することができる。それぞれの液体射出素子は少なくとも1つのスイッチング素子に隣接して配置することができる。液体射出素子毎にスイッチング素子が2つあり得る。液体射出器はさらに複数の金バンプを有することができ、それぞれの金バンプは液体射出素子の電極に接触するように構成される。電極はリング電極とすることができます。

#### 【0019】

全般に、一態様において、液体射出器は液体射出モジュール及び集積回路インターポーラを有する。液体射出モジュールは、

10

それぞれノズルと液体が通じるポンピングチャンバを有する複数の液路を有する基板、及び

それぞれ付随する液路のノズルから液体を射出するように構成される複数の液体射出素子、

を有し、軸がポンピングチャンバ及びノズルを通って第1の方向に延びる。集積回路インターポーラは複数の集積スイッチング素子を有し、集積回路インターポーラは複数の集積スイッチング素子のそれぞれが複数のポンピングチャンバの内のそれぞれ1つのポンピングチャンバと第1の方向に沿って揃えられるように液体射出モジュールに搭載され、集積スイッチング素子は、液体射出モジュールの電気接続によって、集積回路インターポーラに送られるべき信号の、液体射出モジュールへの送信、集積回路インターポーラ上の処理、及び複数の液体射出素子の内の少なくとも1つを駆動するための液体射出モジュールへの出力が可能になるように、液体射出モジュールと電気的に接続される。

20

#### 【0020】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有することができる。集積回路インターポーラはさらに集積回路インターポーラを貫通する複数の液路を有することができる。それぞれのポンピングチャンバは少なくとも1つの液路と液体流通可能な態様で連結することができ、この少なくとも1つの液路は第2の軸に沿って第1の方向に延び、第2の軸はポンピングチャンバを通って延びている第1の軸と異なる。それぞれのポンピングチャンバは2つの液路と液体流通可能な態様で連結することができる。複数の流路はバリア材料で被覆することができる。バリア材料には、チタン、タンタル、酸化シリコンまたは酸化アルミニウムを含めることができる。液体射出器はさらに集積回路インターポーラと液体射出モジュールの間にバリア層を有することができる。バリア層にはＳＵ８を含めることができる。集積回路インターポーラはさらに複数の集積スイッチング素子を制御するように構成されたロジックを有することができる。液体射出素子毎にスイッチング素子が2つあり得る。液体射出器はさらに複数の金バンプを有することができ、それぞれの金バンプは液体射出素子の電極に接触するように構成される。電極はリング電極とすることができます。

30

#### 【0021】

全般に、一態様において、液体射出器は、液体射出モジュール、液体射出モジュールに搭載されて液体射出モジュールに電気的に接続された集積回路インターポーラ、及びフレキシブル素子を備える。液体射出モジュールは、

40

それぞれノズルと液体流通可能な態様で接続されているポンピングチャンバを有する複数の液路を有する基板、及び

それぞれ付随する液路のノズルから液体を射出させるように構成される複数の液体射出素子、

を有する。集積回路インターポーラは液体射出モジュールの幅より小さい幅を有し、よって液体射出モジュールはレッジを有する。フレキシブル素子は第1の縁端を有し、第1の縁端の幅は30μmより狭く、第1の縁端は液体射出モジュールのレッジに取り付けられる。フレキシブル素子は、液体射出モジュールの電気接続によって、フレキシブル素子か

50

ら液体射出モジュールへの信号の集積回路インターポーザへの送信、集積回路インターポーザ上での処理、及び複数の液体射出素子の内の少なくとも1つを駆動するための液体射出モジュールへの出力が可能になるように、液体射出モジュールと電気的に接続されている。

#### 【0022】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有することができる。フレキシブル素子は液体射出モジュールの表面に取り付けることができ、表面は集積回路インターポーザに隣接する。フレキシブル素子はプラスチック基板上に形成することができる。フレキシブル素子はフレキシブル回路とすることができます。液体射出器はさらに、フレキシブル素子上の導電素子に隣接してこの導電素子と電気的に導通し、液体射出モジュール上の導電素子に隣接してこの導電素子と電気的に導通している、導電材料を有することができる。基板はシリコンを含むことができる。

10

#### 【0023】

全般に、一態様において、液体射出器は、液体射出モジュール、液体射出モジュールに搭載されて液体射出モジュールに電気的に接続された集積回路インターポーザ、及び液体射出モジュールに取り付けられたフレキシブル素子を有する。液体射出モジュールは、

それぞれノズルと液体流通可能な態様で連結しているポンピングチャンバを有する複数の液路を有する基板、

及び

それぞれ付随する液路のノズルから液体を射出させるように構成される複数の液体射出素子、

20

を備える。集積回路インターポーザは液体射出モジュールの幅より広い幅を有し、よって集積回路インターポーザはレッジを有する。フレキシブル素子は集積回路インターポーザのレッジのまわりで液体射出モジュールに隣接して曲り、フレキシブル素子は、液体射出モジュールの電気的接続によって、フレキシブル素子から液体射出モジュールへの信号の集積回路インターポーザへの送信、集積回路インターポーザ上での処理、及び複数の液体射出素子の内の少なくとも1つを駆動するための液体射出モジュールへの出力が可能になるように、液体射出モジュールと電気的に接続されている。

#### 【0024】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有することができる。フレキシブル素子は液体射出モジュールの第1の表面に隣接することができ、第1の表面は液体射出モジュールの第2の表面に対して直交し、第2の表面は集積回路インターポーザに隣接する。フレキシブル素子はプラスチック基板上に形成することができる。フレキシブル素子はフレキシブル回路とすることができます。液体射出器はさらに、フレキシブル素子上の導電素子に隣接してこの導電素子と電気的に導通し、液体射出モジュール上の導電素子に隣接してこの導電素子と電気的に導通している、導電材料を有することができる。基板はシリコンを含むことができる。

30

#### 【0025】

全般に、一態様において、液体射出器は、液体供給源及び液体回収槽、液体射出アセンブリ及びハウジングコンポーネントを有する。液体射出アセンブリは、第1の方向に延びる複数の第1の液路、第1の方向に延びる複数の第2の液路及び複数のポンピングチャンバを有し、それぞれのポンピングチャンバは单一の第1の液路及び单一の第2の液路に液体流通可能な態様で連結される。ハウジングコンポーネントは複数の液体流入路及び複数の液体流出路を有し、液体流入路のそれぞれは第2の方向に延びて供給源を第1の液路の内の1つ以上と連結し、複数の液体流出路のそれぞれは第2の方向に延びて回収槽を第2の液路の内の1つ以上と連結し、第1の方向は第2の方向に直交する。

40

#### 【0026】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の1つ以上を有することができる。液体射出アセンブリはシリコン基板を有することができる。第1の流路は第2の流路と同じ形状を有することができる。液体流入路は液体流出路と同じ形状を有するこ

50

できる。液体流入路及び液体流出路のそれぞれはハウジングコンポーネントの幅の少なくとも 80 % にわたって延びることができる。

#### 【0027】

全般に、一様において、液体射出器を作製する方法は、

複数のポンピングチャンバを形成するためにウエハをパターニングする工程であって、ポンピングチャンバは幅がほぼ  $250 \mu\text{m}$  であり、ウエハ 1 平方インチ当たり 1000 より多くの ( $1 \text{ cm}^2$  当たり 155 より多くの) ポンピングチャンバがある工程、及び

ウエハ 1 平方インチ当たり 3 個より多くの ( $1000 \text{ cm}^2$  当たり 465 個より多くの) ダイが形成されるように、ウエハを複数のダイに切り分ける工程、を含む。

#### 【0028】

上記及びその他の実施形態は必要に応じて以下の特徴の内の 1 つ以上を有することができる。ウエハは 6 インチ ( $152.4 \text{ mm}$ ) 径の円形ウエハとすることができる、ウエハ上にはそれが少なくとも 300 のポンピングチャンバを有するダイを少なくとも 40 個形成することができる。ウエハは 6 インチ径円形ウエハとすることができる、ウエハからダイを 88 個形成することができる。ダイのそれぞれの形状は四辺形とすることができます。ダイのそれぞれの形状は平行四辺形とすることができます。平行四辺形の少なくとも 1 つのコーナーは  $90^\circ$  より小さい角をなすことができる。それぞれのポンピングチャンバに圧電アクチュエータを付随させることができる。

#### 【0029】

いくつかの実施形態は以下の利点の内の 1 つ以上を有することができる。被覆により液路と電子素子 / 回路の間の液漏れを低減または防止することができる。漏れの低減により、デバイスの有用寿命を長くすることができます。プリンタを一層頑丈にすることができます。修理のためのプリンタのダウンタイムを短くすることができます。 $30 \mu\text{m}$  より薄い、例えば  $25 \mu\text{m}$  のプリントチャンバ層を有することにより、液体がその層を迅速に通過し、約  $180 \text{ kHz}$  と  $390 \text{ kHz}$  の間のような、あるいはさらに高い、高固有周波数を有する液体射出デバイスを提供することができる。すなわち、液体射出デバイスは、高周波数、例えばデバイスの固有周波数近傍ないしさらに高い周波数、及び低電圧、例えば  $20 \text{ V}$  未満 (例えば  $17 \text{ V}$ ) で動作させることができます。周波数が高くなることで、同じ体積の液体をノズル幅を広くして射出することが可能になる。ノズル幅を広くすれば、ノズルを閉塞させないでおくことが容易になり、再現性を高くすることが容易になる。駆動電圧を低くすることで、デバイスの動作をさらに安全にし、所要使用エネルギーを少なくすることができます。さらに、ポンピングチャンバを薄くすることで、ポンピングチャンバ層の形成に必要な材料が低減される。使用する材料、特にシリコンのようなそれなりに貴重な材料が少なくなれば、無駄が減り、デバイスコストが下がる。電気接続及び配線をダイから隔てられた層に移すことにより、ポンピングチャンバ及びノズルの密度を高めることができ。この結果、単パスモードに対して、 $1200 \text{ dpi}$  ( $47.2 \text{ ドット/mm}$ ) のような、 $600 \text{ dpi}$  ( $23.6 \text{ ドット/mm}$ ) ないしさらに高い解像度の、またスキャンモードに対しては、 $4800 \text{ dpi}$  ( $189.0 \text{ ドット/mm}$ ) または  $9600 \text{ dpi}$  ( $378.0 \text{ ドット/mm}$ ) のような、 $1200 \text{ dpi}$  より高い解像度の、画像を印刷媒体上に形成することができます。ウエハ当たりにさらに多くの基板を形成することができる。デバイスはポンピングチャンバとノズルの間に下降流路を必要としない。下降流路がないことで、周波数応答を速め、ジェット流及び液体メニスカスの制御を向上させることができます。液体が射出するまでに通過しなければならない距離を短くすることで、射出される液体の量を一層容易に制御することができる。例えば、ポンピングチャンバとノズルの間に下降流路が無いから流路内にある液体が少くなり、よって、ノズルを大きくしても、射出される液体の体積を小さくすることができる。デバイスのいくつかの層は、圧力波からいくらかのエネルギーを吸収することができる、しなやかな材料で形成することができる。エネルギーの吸収によりクロストークが低減され得る。ハウジングにある液体流入路及び液体流出路は

10

20

30

40

50

、基板にある場合よりも流路間のクロストークを減じることができる。高密度実装されたノズル及び流路はクロストークを一層受け易いから、流入路及び流出路をハウジングに移すことで、ダイにデバイスをさらに高密度に実装することが可能になり得る。クロストークが減る結果、意図されていない液滴射出が減じる。ダイ内のデバイスをさらに多くすることにより、1インチ当たりのドット数を大きくするかまたは印刷解像度を高めることが可能になる。フレキシブル回路をその最も薄い縁端でボンディングすることにより、用いられるべきダイをさらに小さくすることができ、液体射出器内を通過している液体から電気接続を保護するための封止をより容易にすることが可能になる。さらに、フレキシブル回路を外側に沿わせずに直接にダイにボンディングすることで、隣接モジュールとさらに密接させることができ可能になる。さらに、フレキシブル回路を曲げるのではなく、その最も薄い縁端で直接にボンディングすることにより、フレキシブル回路内の応力が低減される。

10

### 【0030】

1つ以上の実施形態の詳細は添付図面及び以下の記述で説明される。その他の特徴、様及び利点は、記述、図面及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0031】

【図1】図1は例示液体射出器の斜視図である。

【図2】図2は例示液体射出器の簡略な断面図である。

【図3】図3は例示液体射出器の底部の斜視一部分解組立図である。

20

【図4】図4は例示液体射出器の斜視断面図である。

【図5】図5は例示液体射出器のノズル層を示す斜視底面図である。

【図6-1】図6は例示液体射出器のポンピングチャンバ層の斜視上部図である。

【図6-2】図6Aはポンピングチャンバの拡大上面図である。

【図7】図7は例示液体射出器のメンプラン層の上面図である。

【図8】図8は例示液体射出器のアクチュエータ層の一実施形態の斜視断面図である。

【図9】図9は例示液体射出器のアクチュエータ層の別の実施形態の上面図である。

【図10】図10は例示液体射出器の集積回路インターポーラの斜視底面図である。

【図11】図11は例示ダイに接合されたフレキシブル回路の一実施形態の略図である。

【図12】図12は例示液体射出モジュールに接合されたフレキシブル回路の別の実施形態の略図である。

30

【図13】図13は例示液体射出器の、フレキシブル回路、集積回路インターポーラ及びダイの接続図である。

【図14】図14は例示液体射出器のハウジング層の斜視図である。

【図15A】図15Aは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15B】図15Bは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15C】図15Cは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15D】図15Dは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15E】図15Eは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15F】図15Fは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

40

【図15G】図15Gは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15H】図15Hは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15I】図15Iは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15J】図15Jは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15K】図15Kは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15L】図15Lは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15M】図15Mは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15N】図15Nは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15O】図15Oは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15P】図15Pは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

50

【図15Q】図15Qは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15R】図15Rは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15S】図15Sは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図15T】図15Tは液体射出器を作製するための方法の一例を示す略図である。

【図16】図16は88個のダイを有するウエハの略図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

様々な図面における同様の参照数字及び指定は同様の要素を示す。

【0033】

デジタルインクジェット印刷のような、液滴射出中は、印刷画像における誤差及び欠陥を回避しながら、高速及び低成本で印刷することが望ましい。例えば、低成本液体射出器は、ポンピングチャンバからノズルまで液量が通過しなければならない距離を減じることにより、ダイ内のアクチュエータからの液体の射出を制御するための、それぞれが対応する液体射出素子に隣接する、電気接続を有する、ダイから隔てられた、層を設けることにより、及び、ダイではなくハウジング内に液体流入路及び液体流出路を設けることにより、高速度で高品質画像を形成することができる。10

【0034】

図1を参照すれば、例示液体射出器100は、半導体プロセス技術を用いて作製されたダイ103とすることができる、液体射出モジュール、例えば平行四辺形平板型プリントヘッドモジュールを有する。液体射出器は、以下でさらに論じられる、ダイ103に重なる集積回路インターポーラ104及び下部ハウジング322をさらに有する。ハウジング110が、ダイ103、集積回路インターポーラ104及び下部ハウジング322を支持して、囲み、ハウジング110はハウジング110をプリントバーに連結するためのピン152を有する取付けフレーム142を備えることができる。外部プロセッサからデータを受け取り、ダイに駆動信号を送るための、フレキシブル回路201をダイ103に直接接続することができ、ハウジングによって所定の場所に保持することができる。ダイ103に液体を供給するために下部ハウジング322内部の流入チャンバ132及び流出チャンバ136(図4を見よ)に配管162及び166を連結することができる。液体射出器100から射出される液体はインクとすることができるが、液体射出器100はその他の液体、例えば、生物学的液体、ポリマー、または電子コンポーネントを形成するための液体にも適し得る。20

【0035】

図2を参照すれば、液体射出器100は、基板122、例えばダイ103の一部である絶縁体上シリコン(SOI)ウエハ、及び集積回路インターポーラ104を有することができる。集積回路インターポーラ104は、トランジスタ202(図2には射出デバイスが1つしか示されておらず、したがってトランジスタは1つしか示されていない)を有し、ノズル126からの液体の射出を制御するための信号を与えるように構成される。基板122及び集積回路インターポーラ104の内部には複数の液体流路(液路)124が形成されている。単液路124にはポンピングチャンバ174につながる流入チャネル176がある。ポンピングチャンバ174はノズル126及び流出チャネル172の両者につながる。液路124は、ポンピングチャンバ174を流入チャネル176及び流出チャネル172にそれぞれ連結する、ポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ出口272をさらに有する。液路は半導体プロセス技術、例えばエッチングによって形成することができる。いくつかの実施形態において、ダイ103の層内にある程度まで延びるかまたは層を完全に貫通する直壁構造を形成するために反応性深イオンエッチングが用いられる。いくつかの実施形態において、絶縁層284に隣接するシリコン層286が絶縁層をエッチ止めとして用いて貫通エッチングされる。ダイ103は、ポンピングチャンバ174の1つの壁を定め、ポンピングチャンバ174の内部をアクチュエータへの露出から封止する、メンプラン180を有することができる。絶縁層284のポンピングチャンバ174とは逆の側にノズル層184を配することができる。メンプラン180はシリコ30  
40  
50

ンの単層で形成することができる。あるいは、メンプラン 180 は 1 つまたはさらに多くの酸化物層を含むことができ、あるいは酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、窒化アルミニウムまたは酸化ジルコニウム(ZrO<sub>2</sub>)で形成することができる。

#### 【0036】

液体射出器 100 は、基板 122 によって支持される、個別制御可能なアクチュエータ 401 も有する。複数のアクチュエータ 401 がアクチュエータ層 324(図 3 を見よ)を形成するとされ、アクチュエータ層 324 においてアクチュエータは相互に電気的及び物理的に隔てられているが、それでも、層の一部である。基板 122 は、必要に応じて、アクチュエータとメンプラン 180 の間に、酸化物のような、絶縁材料 282 の層を有する。起動されると、アクチュエータは対応する液路 124 のノズル 126 から液体を選択的に射出させる。アクチュエータ 401 が付随する液路 124 のそれぞれが個別制御可能な MEMS 液体射出器ユニットを提供する。いくつかの実施形態において、アクチュエータ 401 の起動は、メンプラン 180 をポンピングチャンバ 174 内に偏向させ、ポンピングチャンバ 174 の容積を減じさせて、液体をノズル 126 から押し出す。アクチュエータ 401 は圧電アクチュエータとすることができます、下部電極 190、圧電層 192 及び上部電極 194 を有することができる。あるいは、液体射出素子は加熱素子とすることができる。

10

#### 【0037】

図 3 に示されるように、液体射出器 100 は縦積みされた複数の層を有することができる。下部ハウジング 322 は集積回路インターポーラ 104 に接合することができる。集積回路インターポーラ 104 はアクチュエータ層 324 に接合することができる。アクチュエータ層 324 はメンプラン 180 に取り付けることができる。メンプラン 180 はポンピングチャンバ層 326 に取り付けることができる。ポンピングチャンバ層 326 はノズル層 184 に取り付けることができる。一般に、層は同様の材料を含むかまたは同じ面に沿って存在する同様の素子を有する。層の全てはほぼ同じ幅を有することができ、例えば、それぞれの層は長さ及び長さの少なくとも 80 % の幅、及び液体射出器 100 の他の層の幅を有することができる。図 3 には示されていないが、ハウジング 110 は縦積みされた層を少なくともある程度囲むことができる。

20

#### 【0038】

図 4 を参照すれば、液体は、液体供給源から下部ハウジング 322 を流過し、集積回路インターポーラ 104 を流過し、基板 103 を流過して、ノズル層 184 のノズル 126 から流出することができる。下部ハウジング 322 は、分界壁 130 によって分割して、流入チャンバ 132 及び流出チャンバ 136 を設けることができる。液体供給源からの液体は液体流入チャンバ 132 に流入し、下部ハウジング 322 の床にある液体流入口 101 を流過し、下部ハウジング 322 の液体流入路 476 を流過し、液体射出モジュール 103 の液路 124 を流過し、下部ハウジング 322 の液体流出路 472 を流過し、流出口 102 を通って流出し、流出チャンバ 136 に流入して、液体回収槽に流れる。液体射出モジュール 103 を流過している液体の一部をノズル 126 から射出することができる。

30

#### 【0039】

液体流入口 101 及び液体流入路 476 はそれぞれ、1 つ、2 つまたはさらに多くのユニット列のような、多くの MEMS 流体射出ユニットの平行流入チャネル 176 に共通に液体流通可能な態様で連結される。同様に、液体流出口 102 及び液体流出路 472 はそれぞれ、1 つ、2 つまたはさらに多くのユニット列のような、多くの MEMS 流体射出ユニットの平行流出チャネル 172 に共通に液体流通可能な態様で連結される。液体流入チャンバ 132 のそれぞれは複数の液体流入口 101 に共通である。また、液体流出チャンバ 136 のそれぞれは複数の液体流出口 102 に共通である。

40

#### 【0040】

図 5 を参照すれば、ノズル層 184 はノズル 126 のマトリックスまたはアレイを有することができる。いくつかの実施形態において、ノズル 126 は直線平行行 504 及び直線平行列 502 に配列される。本明細書で用いられるように、列は、印刷方向に垂直であ

50

るよりも印刷方向に平行な軸に近付けて配列されたノズルのセットである。しかし、列 502 は印刷方向に正確に平行である必要はなく、むしろ 45° より小さい角度でオフセットされるであろう。さらに、行は、印刷方向に平行であるよりも印刷方向に垂直な軸に近付けて配列されたノズルのセットである。同様に、行 504 は印刷方向に正確に垂直である必要はなく、むしろ 45° より小さい角度でオフセットされるであろう。列 502 はノズル層 184 の幅 W にほぼ沿って延びることができ、行 504 はノズル層 184 の長さ L にほぼ沿って延びることができる。

#### 【0041】

マトリックス内の列 502 の数は、行 504 の数より多くすることができる。例えば、20 より少ない行及び 50 より多い列、例えば 18 行及び 80 列があり得る。それぞれの行 504 のノズル 126 はその行内の隣のノズルとの間隔を等しくすることができる。同様に、それぞれの列のノズル 126 はその列内の隣のノズルとの間隔を等しくすることができる。さらに、行及び列は垂直方向に揃えられる必要はない。それどころか、行と列の間の角度を 90° より小さくすることができる。行及び / または列は完全に間隔をとる必要はないであろう。さらに、ノズル 126 は行及び / または列をなして直線に沿って配される必要はないであろう。

#### 【0042】

ノズルマトリックスは、1 平方インチ ( $6.25 \text{ cm}^2$ ) より小さい面積内に、例えば 550 本と 60000 本の間のノズル、例えば 1440 本または 1200 本のノズルを有する、高密度マトリックスとすることができる。以下でさらに論じられるように、この高密度マトリックスは、例えば、別付けの集積回路インターポーラ 104 がアクチュエータを制御するためのロジックを有し、ポンピングチャンバ、したがってノズルを相互にさらに密接に近づけることができるから、達成することができる。すなわち、メンプランにかけて通る電気配線をメンプラン層から実質的に無くすことができる。

#### 【0043】

ノズル 126 を有する領域は 1 インチ ( $25.4 \text{ mm}$ ) より大きい長さ L を有することができ、ノズル層の長さ L は例えば約 34 mm とすることができます、またノズル層の幅 W は 1 インチより小さく、例えば約 6.6 mm とすることができます。ノズル層は  $20 \mu\text{m} \sim 40 \mu\text{m}$  のような、 $1 \mu\text{m}$  と  $50 \mu\text{m}$  の間の、例えば  $30 \mu\text{m}$  の、厚さを有することができます。ノズル 126 は KOH でエッティングすることができ、正方形または円形とすることができます。

#### 【0044】

媒体がプリントバーの下方を通過するときに、高密度マトリックスのノズルは、媒体上にピクセルの線を、600 dpi より高い、1200 dpi 以上のような、高密度、すなわち高印刷解像度で、形成するために、単パスで媒体上に液体を射出することができます。1200 dpi 以上の密度を得るために、大きさが  $0.01 \mu\text{L}$  と  $10 \mu\text{L}$  の間の、 $2 \mu\text{L}$  のような液滴をノズルから射出することができる。ノズルの幅は  $10 \mu\text{m}$  と  $20 \mu\text{m}$  の間の、 $1 \mu\text{m}$  と  $20 \mu\text{m}$  の間、例えば約  $15 \mu\text{m}$  または  $15.6 \mu\text{m}$  とすることができます。

#### 【0045】

ノズル層 184 はシリコンで形成することができる。別の実施形態において、ノズル層 184 はポリイミドまたは、エッティングが必要とされないフォトリソグラフィでパターンを形成できる点で有利になり得る、フォトポリマー、ドライフィルムフォトレジストまたは感光性ポリイミドのような、感光性フィルムで形成することができる。

#### 【0046】

図 6 を参照すれば、ノズル層 184 にポンピングチャンバ層 326 を隣接させる、例えば取り付けることができる。ポンピングチャンバ層 326 はポンピングチャンバ 174 を有する。それぞれのポンピングチャンバ 174 は付随するノズルから液体を押し出す変形可能な壁を少なくとも 1 つもつ空間とすることができます。ポンピングチャンバは可能な最大の実装密度を提供する形状をとることができます。図 6 に示されるように、ポンピングチ

10

20

30

40

50

ヤンバ174はほぼ円形であり、一般に側壁602よって定めることができる。ポンピングチャンバは正確な円形ではなく、すなわち準円形であり、楕円形、または長円形とすることができる、あるいは六角形、八角形または多角形のような、直辺と曲辺の組合せを有することができる。さらに、ポンピングチャンバは、最長幅に沿って、約125μmから250μmのような、約100μmから400μmとすることができます。ポンピングチャンバ174の高さはポンピングチャンバの最短幅の50%未満とすることができます。

#### 【0047】

それぞれのポンピングチャンバは、ポンピングチャンバから延び、ポンピングチャンバ層326に形成された、ポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272を有することができる。ポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272はポンピングチャンバ174と同じ平面に沿って延びることができ、互いに同じ軸に沿って通ることができる。ポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272はポンピングチャンバ174よりかなり狭い幅を有することができ、この幅は流入口または流出口の最小平面寸法である。ポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272の幅はポンピングチャンバ174の幅の30%未満、例えば10%未満とすることができます。ポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272はポンピングチャンバ174から延びる平行壁を有することができ、平行壁間の距離が幅である。図6Aに示されるように、ポンピングチャンバ流入口276の形状はポンピングチャンバ流出口272と同じとすることができる。

#### 【0048】

ポンピングチャンバ層はポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272並びに流入チャネル176及び流出チャネル172から独立なチャネルを有していない。言い換えれば、ポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272を除いて、ポンピングチャンバ層を水平方向に通る液路はない。同様に、流入チャネル176及び流出チャネル172を除いて、ポンピングチャンバ層を垂直方向に通る液路はない。ポンピングチャンバ層326は下降流路、すなわちポンピングチャンバ174からノズル126に通るチャネルを有していない。それどころか、ポンピングチャンバ174はノズル層184のノズル126に直接に接する。さらに、流入チャネル176はダイ103をほぼ垂直方向に通ってポンピングチャンバ流入口276と交差する。ポンピングチャンバ流入口276は続いてポンピングチャンバ層326を水平方向に通ってポンピングチャンバ174と液体流通可能な態様で連結する。同様に、流出チャネル172はダイ103をほぼ垂直方向に通ってポンピングチャンバ流出口272と交差する。

#### 【0049】

図6Aに、平面図で、示されるように、液体流入口176と交差するポンピングチャンバ流入口276の領域676及び液体流出口172と交差するポンピングチャンバ流出口272の領域672はポンピングチャンバ流入口276及びポンピングチャンバ流出口272の残余領域よりも幅を広くするかまたは直径を大きくすることができる。さらに、領域672及び676はほぼ円形の形状をとることができます。すなわち、流入チャネル176及び流出チャネル172はチューブ形状をとることができます。さらに、付随するノズル126は、ポンピングチャンバ174の直下に配して、ポンピングチャンバ174と中心を合わせることができます。

#### 【0050】

図6に戻って参照すれば、ポンピングチャンバ174は行と列を有するマトリックスに配列することができる。列と行の間の角度は90°より小さくすることができる。1つのダイに、550と60000の間の数のポンピングチャンバを入れることができ、例えば1平方インチより小さい面積に1440または1200の数のポンピングチャンバを入れることができる。ポンピングチャンバの高さは50μm未満、例えば25μmとすることができます。さらに、図2に戻って参照すれば、それぞれのポンピングチャンバ174は対応するアクチュエータ401と隣接する、例えば、アクチュエータ401と位置を合わせて直下に配されることができる。ポンピングチャンバは対応するアクチュエータからノズ

10

20

30

40

50

ルまでの距離の少なくとも 80 % の距離にわたって延びることができる。

#### 【0051】

ノズル層 184 と同様、ポンピングチャンバ層 26 はシリコンまたは感光性フィルムで形成することができる。感光性フィルムは、例えば、フォトポリマー、ドライフィルムフォトレジストまたは感光性ポリイミドとすることができる。

#### 【0052】

メンプラン層 180 を、ポンピングチャンバ層 326 に隣接させる、例えば取り付けることができる。図 7 を参照すれば、メンプラン層 180 はメンプラン層 180 を貫通する開口 702 を有することができる。開口は液路 124 の一部とすることができます。すなわち、流入チャネル 176 及び流出チャネル 172 は、メンプラン層 180 の開口 702 を通って延びることができます。したがって開口 702 は行と列を有するマトリックスを形成することができます。メンプラン層 180 は、例えばシリコンで形成することができます。メンプランは 25 μm 未満のように比較的薄く、例えば約 12 μm とすることができます。

#### 【0053】

アクチュエータ層 324 を、メンプラン層 180 に隣接させる、例えば取り付けることができる。アクチュエータ層はアクチュエータ 401 を有する。アクチュエータは加熱素子とすることができます。あるいは、アクチュエータ 401 は、図 2, 8 及び 9 に示されるように、圧電素子とすることができます。

#### 【0054】

図 2, 8 及び 9 に示されるように、それぞれのアクチュエータ 401 は、下部電極 190 及び上部電極 194 を含む、2つの電極の間の圧電層 192 を有する。圧電層 192 は例えばチタン酸鉛ジルコニウム(PZT)膜とすることができます。圧電層 192 の厚さは、約 1 μm と 4 μm の間にように、約 1 μm と 25 μm の間とすることができます。圧電層 192 はバルク圧電材料で形成することができます。あるいは物理的気相成長装置を用いるスパッタリングによるかまたはゾル・ゲル法によって形成することができます。スパッタ圧電層は柱状構造をとり得るが、バルク圧電層及びゾル・ゲル圧電層はよりランダムな構造をとり得る。いくつかの実施形態において、圧電層 192 は、図 8 に示されるように、全てのアクチュエータの面内及び間にわたって拡がる連続圧電層である。あるいは、図 2 及び 9 に示されるように、圧電層は、隣り合うアクチュエータの圧電領域が相互に接触しないように、例えば隣り合うアクチュエータを分離する隙間が圧電層にあるように、セグメントに分けることができる。例えば、圧電層 192 はほぼ円形につくられた島構造とすることができます。個々に形成された島構造はエッチングで作製することができます。図 2 に示されるように、圧電層 192 が連続ではない場合に上部電極と下部電極の相互接触を防止するために、絶縁物層、例えば SU8 または酸化物の層のような、底面保護層 214 を用いることができる。以降の処理工程中にアクチュエータを保護するため、及び / またはモジュールの動作中に水分からアクチュエータを保護するため、絶縁物層、例えば SU8 または酸化物の層のような、上面保護層 210 を用いることができる。

#### 【0055】

いくつかの実施形態では駆動電極層である、上部電極 194 は導電材料で形成される。駆動電極として、上部電極 194 は、液体射出サイクル中の適切な時点に圧電層 194 にかけて電圧差を供給するために、コントローラに接続される。上部電極 194 はパターン形成された導電層を有することができます。例えば、図 8 及び 9 に示されるように、上部電極 194 はリング電極とすることができます。あるいは、上部電極 194 は中央電極または内部電極及びリング電極とともに組み込んでいる二重電極とすることができます。

#### 【0056】

いくつかの実施形態では基準電極層である、下部電極 190 は導電材料で形成される。下部電極は接地することができます。下部電極はメンプラン層 180 に直接にパターン形成することができます。さらに、下部電極 190 は、図 8 及び 9 に示されるように、複数のアクチュエータに共通とすることができます。複数の電極にかけて拡がることができます。上部電極 194 及び下部電極 190 は、金、ニッケル、ニクロム、銅、イリジウム、酸化イリ

10

20

30

40

50

ジウム、白金、チタン、チタン-タングステン、酸化インジウムスズまたはこれらの組合せで形成することができる。本実施形態において、保護層 210 及び 214 は連続層であり、ポンピングチャンバ 174 に重なる孔及びリード 222 を有することができる。そのような構成においては、図 2 に示されるように、保護層 210 及び 214 はアクチュエータ 401 のまわりだけに配置することができる。図 8 に示されるように、接地接続のために圧電層 192 を貫通する接地開口 812 を形成することができる。あるいは、図 9 に示されるように、下部電極 190 に沿って、例えば下部電極 190 のアクチュエータ層 324 の長さ L に平行に通る部分に沿って、どこででも接地接続がなされ得るように PZT をエッティング除去することができる。

## 【0057】

10

圧電層 192 は、上部電極 194 と下部電極 190 の間で圧電層 192 にかけて印加される電圧に応答して形状寸法を変えることができる。圧電層 195 の形状寸法変化によりメンプラン 180 が撓み、続いてポンピングチャンバ 175 の容積が変わり、ポンピングチャンバ内の液体に圧力がかかって、制御可能な態様でノズル 126 を通して液体を押し出す。

## 【0058】

20

図 8 に示されるように、アクチュエータ層 324 はさらに、以下で論じられるように、フレキシブル回路への接続のための入力電極 810 を有することができる。入力電極 810 はアクチュエータ層 324 の長さ L に沿って延びる。入力電極 810 は、アクチュエータ層 324 の、上部電極 194 及び下部電極 190 と同じ表面に沿って配置することができる。あるいは、入力電極 810 はアクチュエータ層 324 の辺に沿って、例えば集積回路インターポーラ 104 への接合される表面に対して垂直な細長い表面上に、配置することができるであろう。

## 【0059】

30

図 8 及び 9 を参照すれば、圧電素子 401 は行と列からなるマトリックスに配列することができる(他の素子をさらに明瞭に示すことができるよう、圧電素子 401 はいくつかしか示されていない)。開口 802 がアクチュエータ層 324 を貫通することができる。開口 802 は液路 124 の一部とすることができます。すなわち、流入チャネル 176 及び流出チャネル 172 はアクチュエータ層 324 の開口 802 を通って延びることができます。図 2 及び 8 に示されるように、圧電材料がエッティング除去されていれば、開口 802 を形成するため、メンプラン層 180 と集積回路インターポーラ 104 の間に、SUS のような、バリア材料 806 を配置することができる。言い換えれば、バリア材料 806 は、開口 802 がそれを通して延びることができ、バンプとして形成することができる。以下で論じられるように、バリア材料 806 は、圧電層が中実層である場合に、図 9 に示されるように、電子素子を液漏れから保護するための封止材としてはたらかせるために用いることもできるであろう。以下でさらに論じられるように、アクチュエータ層 324 はアクチュエータ 401 のまわりを通る配線または電気接続を有していない。それどころか、アクチュエータを制御する配線は集積回路インターポーラ 104 に配置される。

## 【0060】

40

集積回路インターポーラ 104 はアクチュエータ層 401 に隣接させることができ、いくつかの例ではアクチュエータ層 401 に取り付けることができる。集積回路インターポーラ 104 はアクチュエータ 401 の動作を制御するための信号を与えるように構成される。図 10 を参照すれば、集積回路インターポーラ 104 は、例えば半導体製造技術によって、集積回路が形成されているマイクロチップとすることができます。いくつかの実施形態において、集積回路インターポーラ 104 は特定用途集積回路(ASSIC)素子である。集積回路インターポーラ 104 はアクチュエータ制御信号を与えるためのロジックを有することができる。

## 【0061】

50

図 10 をまだ参照すれば、集積回路インターポーラ 104 は複数の、トランジスタのような、集積スイッチング素子 202 を有することができる。集積スイッチング素子 202

は行と列からなるマトリックスに配列することができる。一実施形態において、アクチュエータ401毎に集積スイッチング素子202が1つある。2つの集積回路素子202を備えれば、所要電圧が1/2になるように、第1のトランジスタで対応するアクチュエータの一端を駆動し、第2のトランジスタでそのアクチュエータの別の部分を駆動するための、あるいは単トランジスタよりも複雑な波形を可能にするようなアナログスイッチをつくるための、冗長性を提供するために有益であり得る。さらに、4つの集積回路素子202を用いれば、冗長アナログスイッチを得ることができる。単集積回路素子202または複数の集積回路素子202は、対応するアクチュエータ401に隣接して、または対応するアクチュエータ401の上に、配置することができる。すなわち、ノズル126を通り、ポンピングチャンバ174を通り、トランジスタをまたは2つのスイッチング素子の間を通って、軸が延びることができる。それぞれのスイッチング素子202は、アクチュエータ401の内の1つの上部電極194を駆動信号源に選択的に接続するためのオン/オフスイッチとしてはたらく。駆動信号電圧は集積回路インターポーラ104の内部ロジックによって伝えられる。

#### 【0062】

集積回路インターポーラ104の集積スイッチング素子202、例えばトランジスタはリード222a、例えば金パンプを介してアクチュエータ401に接続することができる。集積回路インターポーラ104の縁に沿ってリード222b、例えば金パンプ、の群を配列することができる。それぞれの群は多くのリード222b、例えば3つのリード222bを含むことができる。集積スイッチング素子202の列毎に1つのリード222b群があり得る。リード222bは集積回路インターポーラ104のロジックを、例えばアクチュエータ層324の接地開口812を通して、ダイ103上の接地電極190に接続するように構成することができる。さらに、集積回路インターポーラ104の縁の近傍にリード222c、例えば金パンプを配置することができる。リード222cは、以下で論じられるように、集積回路インターポーラ104のロジックをフレキシブル回路201との接続のための入力電極810に接続するように構成することができる。リード222a、222b、222cは基板の、ポンピングチャンバに重ならない、領域に配置される。

#### 【0063】

図10に示されるように、集積回路インターポーラ104は、集積回路インターポーラ104を貫通する、開口902を有することができる。この開口は、層の電気接続のための余地を残すために、集積回路インターポーラ104の集積スイッチング素子202を有する側の近傍で、反対側よりも狭くすることができる。開口902は液路124の一部とすることができる。すなわち、流入チャネル176及び流出チャネル172は、集積回路インターポーラ104の開口902を通って延びることができる。液路124と、集積回路インターポーラ104のロジックのような、電子素子/回路の間の液漏れを防止するため、液路124は、良好な酸素バリアを提供し、液路を通す流体の輸送を容易にするために良好な濡れ特性を有する、金属、例えばチタンまたはタンタル、あるいは非金属材料、例えば、酸化シリコン、減圧化学的気相成長(LPCVD)酸化物、酸化アルミニウム、または窒化シリコン/酸化シリコンのような、材料で被覆することができる。被覆は、電気メッキ、スパッタリング、CVDまたはその他の堆積プロセスによって施すことができる。さらに、集積回路素子のロジックを液漏れから保護するためにバリア材料806を用いることができる。別の実施形態において、集積回路インターポーラ104とダイ103の間に、スピンドルコーティングによるように、バリア層、例えばSU8を配することができるであろう。バリア層は、集積回路インターポーラ104及びダイ103の長さ及び幅の全て、またはほぼ全てにかけて、拡がることができ、開口902の開口を残すようにバターンを形成することができる。

#### 【0064】

液体射出器100はさらにフレキシブルプリント回路すなわちフレキシブル回路201を有することができる。フレキシブル回路201は、例えばプラスチック基板上に形成することができる。フレキシブル回路201は液体射出器100をプリントシステムまたは

コンピュータ(図示せず)に電気的に接続するように構成される。フレキシブル回路201は、液体射出素子、例えばアクチュエータ401を駆動するためにダイ103に、プリンタシステムの外部プロセスのための、画像データ及びタイミング信号のような、データを送るために用いられる。

#### 【0065】

図11及び12に示されるように、フレキシブル回路201は、接着剤、例えばエポキシ樹脂によるように、アクチュエータ層324に接合することができる。一実施形態において、図11に示されるように、アクチュエータ層324は集積回路インターポーラ104の幅wより広い幅Wを有することができる。したがってアクチュエータ層324は集積回路インターポーラ104から張り出して、レジジ912を形成することができる。フレキシブル回路201は、アクチュエータ層324に接触している表面に対して直交する集積回路インターポーラ104の縁端がフレキシブル回路201に平行に延びるように、集積回路インターポーラ104の横に延びることができる。フレキシブル回路201は厚さtを有する。フレキシブル回路201は厚さtよりかなり大きな高さ及び幅を有することができる。例えば、フレキシブル回路201の幅はほぼ、33mmのような、ダイの長さとすることができます。厚さtは12μmと100μmの間のような、25~50μmのような、100μm未満、例えばほぼ25μmとすることができます。例えば厚さtを有する、最も狭い縁端をアクチュエータ層324の上面に、例えば集積回路インターポーラ104に接合されるアクチュエータ層324の表面に、接合することができる。

10

#### 【0066】

図12に示される別の実施形態において、集積回路インターポーラ104はダイのアクチュエータ層324の幅Wより広い幅wを有することができる。したがって、集積回路インターポーラ104はアクチュエータ層324から張り出して、レジジ914を形成することができる。フレキシブル回路201はインターポーラ104への取付けのために曲がってレジジ94を回り込むことができる。すなわち、フレキシブル回路201は、アクチュエータ層324に接している表面に直交する集積回路インターポーラ104の縁端がフレキシブル回路201の一部に平行に延びるように、集積回路インターポーラ104の横に延びることができます。フレキシブル回路201は、フレキシブル回路201の一部が集積回路インターポーラ104の底面、すなわちアクチュエータ層324に接する表面に、取り付くように、曲がってレジジ194をも回り込むことができる。図11に示される実施形態と同様に、フレキシブル回路は厚さtよりかなり大きい高さ及び幅を有することができる。例えば、フレキシブル回路201の幅はほぼ、33mmのような、ダイの長さとすることができます。厚さtは12μmと100μmの間のような、25~50μmのような、100μm未満、例えばほぼ25μmとすることができます。例えば厚さtを有する、最も狭い縁端は、アクチュエータ層324に、例えば集積回路インターポーラ104に接合されるアクチュエータ層324の表面に直交するアクチュエータ層324の表面に隣接することができます。

20

30

#### 【0067】

図示されてはいないが、フレキシブル回路201は安定性のために基板103に隣接することができる。フレキシブル回路201はアクチュエータ層324上の入力電極810に電気的に接続することができる。ハンダのような、導電材料の小さなビードを用いて、フレキシブル回路201を入力電極に電気的に接続することができる。最後に、流体射出器100毎にフレキシブル回路は1つしか必要ではない。

40

#### 【0068】

フレキシブル回路201、集積回路インターポーラ104及びダイ103の接続図が図13に示される。フレキシブル回路201からの信号は、入力電極810を介して送り出され、リード222cを介して集積回路インターポーラ104に送られて、集積回路素子202におけるように、集積回路インターポーラ104上で処理され、リード222aに出力されてアクチュエータ401の上部電極194を賦活し、よってアクチュエータ401を駆動する。

50

## 【0069】

集積回路素子222には、データフリップフロップ、ラッチフリップフロップ、ORゲート及びスイッチを含めることができる。集積回路インターポーザ104のロジックは、クロック線、データ線、ラッチ線、オール-オン線及び電力線を有することができる。データ線を介してデータフリップフロップにデータを送ることによって信号が処理される。次いでデータが入力されるとクロック線がデータをクロックする。データは、第1のフリップフロップに入力されたデータのダイ1ビットが、データの次のビットが入力されるとシフトダウンされるように、シリアルに入力される。データフリップフロップの全てがデータを得た後、データをデータフリップフロップからラッチフリップフロップに移し、液体射出素子401上に送るために、ラッチ線を介してパルスが送られる。ラッチフリップフロップからの信号が「ハイ」であれば、スイッチはオンになり、液体射出素子401を駆動するために信号を通過させる。信号が「ロー」であれば、スイッチはオフのままであり、液体射出素子401は起動されない。

## 【0070】

上述したように、液体射出器100はさらに、図14に示される下部ハウジング322を有することができる。液体流入口101及び液体流出口102が下部ハウジング322の長さ1に沿う2本の平行液路で延びることができる。それぞれの、すなわち液体流入口101または液体流出口102の、液路は下部ハウジング322の端近くを延びることができる。

## 【0071】

縦方向液体流入口101は下部ハウジング322の横方向液体流入路476につながることができる。同様に、縦方向液体流出口102は下部ハウジング322の(図14には示されていない)横方向液体流出路472につながることができる。液体流入路476及び液体流出路472は相互に同じ形状及び容積とすることができます。液体流入路及び液体流入口は合わせて概ね「L」字形とすることができます。さらに、液体流入路476及び液体流出路472のそれぞれは、下部ハウジング322の幅wにかけて相互に平行に通り、例えばハウジングコンポーネントの、80~95%のような、70~90%にかけて、またはハウジングコンポーネントの幅の85%にかけて、延びる。さらに、液体流入路476及び液体流出路472は下部ハウジング322の長さ1にかけて交互することができる。

## 【0072】

液体流入路476及び液体流出路472はそれぞれ同じ方向に、すなわち平行な軸に沿って、延びることができる。さらに、図4に示されるように、液体流入路476はそれ複数の液体流入チャネル176に連結することができる。それぞれの液体流入チャネル176は液体流入路476から直交方向に延びることができる。同様に、液体流出路472はそれぞれ複数の液体流出チャネル172に連結することができ、液体流出チャネル172のそれぞれは液体流出路472から直交方向に延びることができる。

## 【0073】

したがって、液体供給源からの液体は、液体流入チャンバ132に流れ込み、ハウジング132の液体流入口101を通過し、下部ハウジング322の液体流入路476を通過し、液体射出モジュール103の複数の液路を通過し、下部ハウジング322の液体流出路472を通過し、流出口102を通って流れ出て、流出チャンバ136に流入し、液体回収槽に流れる。

## 【0074】

図15A~15Tは液体射出器100を作製するための方法の一例を示す。メンプラン180を有するウエハ122(図15Aを見よ)上、例えば酸化物上シリコン(SOI)ウエハのような半導体ウエハ上に下部電極190をスパッタする。次いで圧電層192を下部電極190に重ねてスパッタして(図15Bを見よ)、エッチングする(図15Cを見よ)。下部電極190をエッチングして(図15Dを見よ)、底面保護層214を施すことができる(図15Eを見よ)。次いで上部電極194をスパッタしてエッチングすることができて

(図15Fを見よ)、上面保護層210を施すことができる(図15Gを見よ)。次いで、液路124を液漏れから保護するためのバリア材料806を施し、バリア材料806を通る開口802を形成することができる(図15Hを見よ)。次いで開口702を、開口702の位置が開口802の位置と揃うように、メンプラン層180にエッティングすることができる(図15Iを見よ)。必要に応じて、酸化物層288をエッティング止めとして用いることができる。

#### 【0075】

集積回路素子202及びリード222a, 222b, 222cをもつ集積回路インターポーザ104, 例えはASICウエハを形成することができる(図15Jを見よ)。図15K及び15Lに示されるように、開口902を、例えは反応性深イオンエッティングを用いて、集積回路インターポーザ104にエッティングして、液路部分を形成することができる。開口902は、初めに集積回路インターポーザ104の底面、すなわち集積回路素子202を有する表面にエッティングすることができる(図15Kを見よ)。開口902は次いで、集積回路インターポーザ104の上面から大径孔をエッティングすることによって完成することができる(図15Lを見よ)。大径孔によりエッティングプロセスが容易になり、開口902を液体により腐蝕から保護するための保護材料層を開口902の側壁にスパッタリングで形成することが可能になる。

10

#### 【0076】

エッティングに続いて、BCBまたはポリイミドまたはエポキシ樹脂のような、スピノンした接着剤を用いて、集積回路インターポーザ104とウエハ122を接合することができる(図15Mを見よ)。あるいは、接着剤は集積回路インターポーザ104及びウエハ122上にスプレーすることができる。集積回路インターポーザ104とウエハ122の接合は、集積回路インターポーザの開口902の位置、ポンピングチャンバ層の開口802の位置及びメンプラン層180の開口802の位置が合わせられて、液体流入チャネル176及び液体流出チャネル172が形成されるように、行われる。

20

#### 【0077】

次いで、ウエハ122を研削及び研磨してハンドリング層601を形成することができる(図15Nを見よ)。図示していないが、研削中は集積回路インターポーザ104を保護する必要がある。ポンピングチャンバの流入口276及び流出口172を含む、ポンピングチャンバ174をウエハ122の底面から、すなわち集積回路インターポーザ104とは逆の面に、エッティングすることができる(図15Oを見よ)。必要に応じて、酸化物層288をエッティング止めとして用いることができる。既にノズル126がノズル層184にエッティングでつくり込まれているノズルウエハ608を次いで、BCBのような、エポキシ樹脂を用いる接合のような、低温接合形成法を用いるか、または低温プラズマ活性化接合形成法を用いて、ウエハ122に接合することができる(図15Pを見よ)。例えは、ノズル層は、既に構造体に接合されている圧電層192を損なわないように、約200と300の間の温度でウエハ122に接合することができる。次いでノズルウエハ608のノズルハンドリング層604を、必要に応じて酸化物層284をエッティング止めとして用いて、研削及び研磨によって形成することができる(図15Qを見よ)。この場合も、図示していないが、研削中は集積回路インターポーザ104を保護する必要がある。次いで、酸化物層284を除去することによってノズルを開けることができる(図15Rを見よ)。上述したように、ノズル層184及びポンピングチャンバ326は感光性フィルムで形成することもできる。

30

#### 【0078】

最後に、ウエハを単位に分割する、すなわち多くのダイ103、例えは形状が長方形、平行四辺形または台形のダイ、に切り分けることができる(図16を見よ)。図16に示されるように、液体射出器100のダイ103は十分に小さく、例えは幅がほぼ5~6mmで長さが30~40mmであり、よって少なくとも300のポンピングチャンバを有するダイを150mm径ウエハ上に少なくとも40個形成できる。例えは、図16に示されるように、1枚の200mm径ウエハから88個のダイ103を形成することができる。次

40

50

いでフレキシブル回路 201 を液体射出器に取り付けることができる(図 15 T を見よ)。

【0079】

本明細書に説明される作製工程は、挙げられた順序で実施する必要はない。作製はより多くのシリコンを有する液体射出器より低費用になり得る。

【0080】

本明細書に説明されるような、例えば、ポンピングチャンバとノズルの間に下降流路がなく、ダイのアクチュエータの射出を制御するためのロジックをダイから隔てる層を有し、ダイではなくハウジングに液体流入路及び液体流出路を有する、液体射出器 100 は、低コストとすることができます、高品質画像を印刷することができます、高速で印刷することができます。例えば、ポンピングチャンバとノズルの間に下降流路がないことで、液体は層を迅速に通過することができ、よって低い、例えば、17V のような、20V 未満の駆動電圧を用い、高い、例えば 180 kHz から 390 kHz の周波数での液体の射出が可能になる。同様に、ポンピングチャンバ層に上昇流路がないことで、ポンピングチャンバ層を薄くすることができる。そのような構造により、幅が 15 μm より広いノズルから大きさが 2 pL ないしさらに小さい液滴が可能になる。

10

【0081】

さらに、基板上ではなく集積回路インターポーラにロジックを有することで、基板上の配線及び電気接続を少なくすることができます、よって高密度ポンピングチャンバ／ノズルマトリックスを形成することができる。同様に、ポンピングチャンバ層にはポンピングチャンバ流入口及びポンピングチャンバ流出口しかなく、例えば上昇流路がないことで、高密度ポンピングチャンバ／ノズルマトリックスを形成することができます。この結果、印刷媒体上で 600 dpi をこえる解像度を達成することができます、6 インチ(150 mm)径ウエハ当たり少なくとも 88 個のダイを形成することができます。

20

【0082】

基板ではなくハウジングに液体流入路及び液体流出路を有することで、流路間のクロストークを最小限に抑えることができる。最後に、シリコンではなく感光性フィルムを用い、インターポーラのような、余分なシリコンを含めないことで、液体射出器のコストを低く抑えることができる。

【0083】

特定の実施形態を説明した。他の実施形態は添付される特許請求の範囲内にある。

30

【符号の説明】

【0084】

100	液体射出器
103	ダイ
104	集積回路インターポーラ
122	基板
124	液体流路(液路)
126	ノズル
172	流出チャネル
174	ポンピングチャンバ
176	流入チャネル
180	メンブラン
184	ノズル層
190	下部電極
192	圧電層
194	上部電極
201	フレキシブル回路
202	スイッチング素子
210	上面保護層
214	底面保護層

40

50

2 2 2 a , 2 2 2 b , 2 2 2 c リード  
 2 7 2 ポンピングチャンバ流出口  
 2 7 6 ポンピングチャンバ流入口  
 2 8 2 絶縁材料  
 2 8 4 絶縁層  
 2 8 6 シリコン層  
 4 0 1 アクチュエータ  
 8 0 6 バンプ材料  
 8 1 0 入力電極

【図 1】

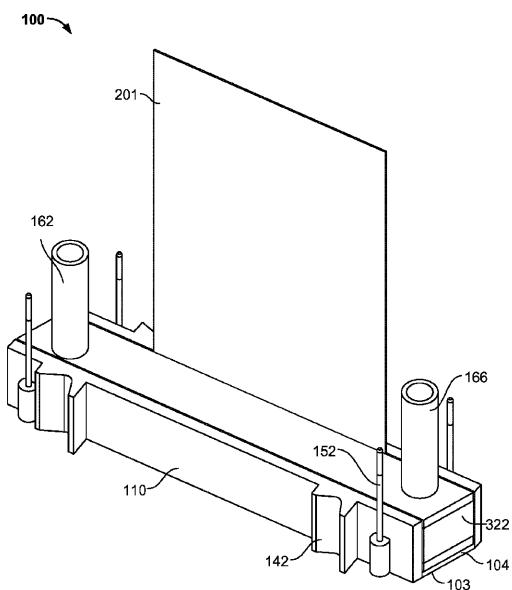


FIG. 1

【図 2】

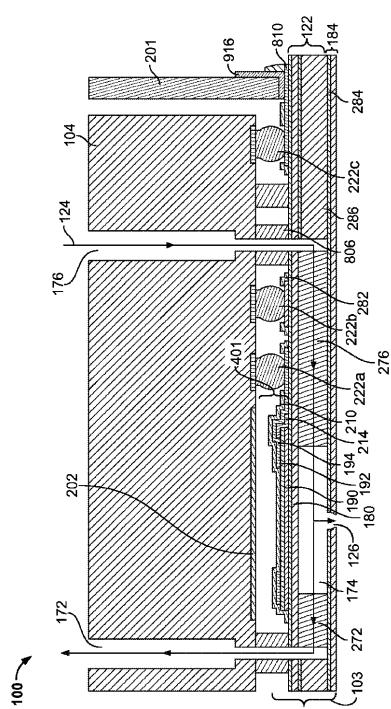


FIG. 2

【図3】

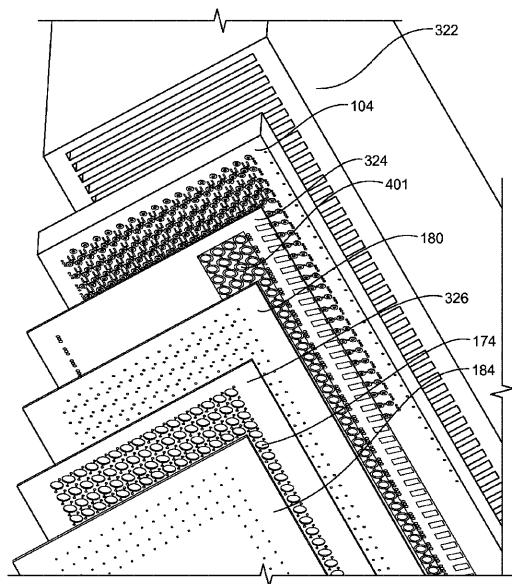


FIG. 3

【図4】

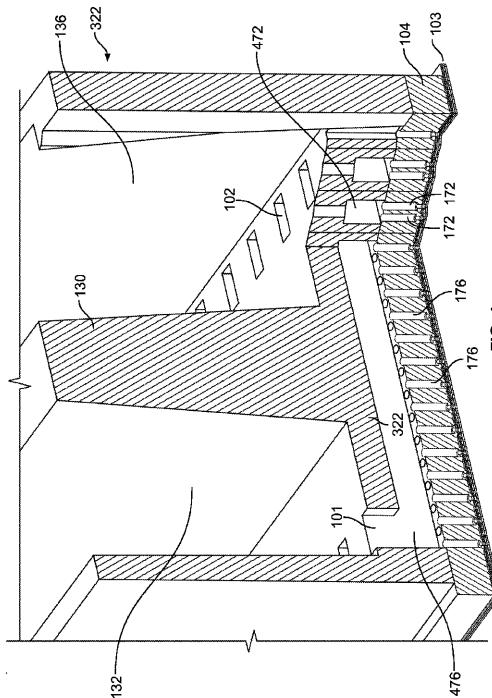


FIG. 4

【図5】

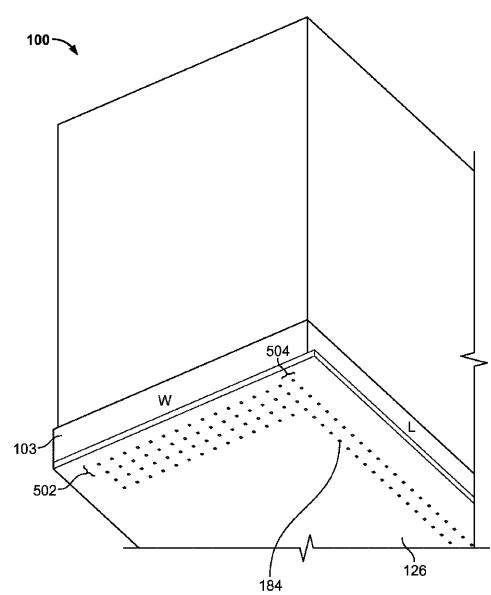


FIG. 5

【図6】

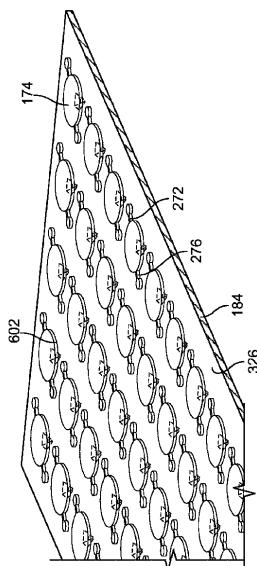
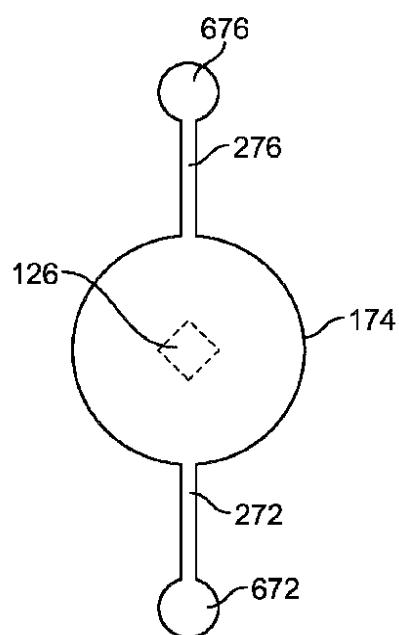


FIG. 6

【図 6A】

**FIG. 6A**

【図 7】

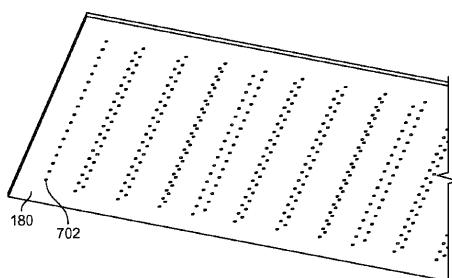


FIG. 7

【図 8】

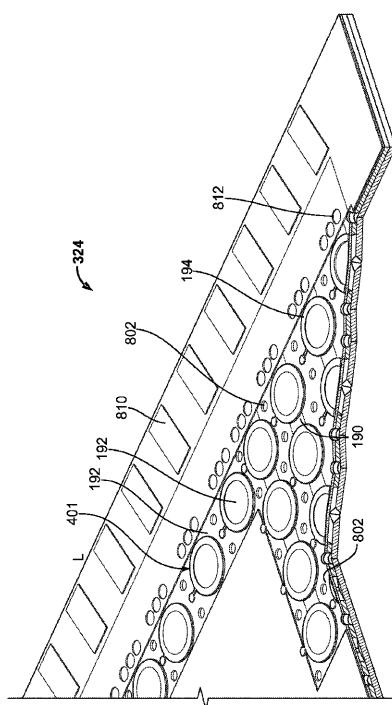


FIG. 8

【図 9】

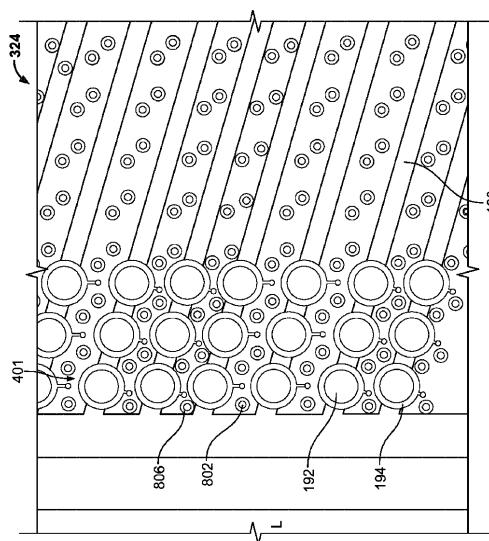
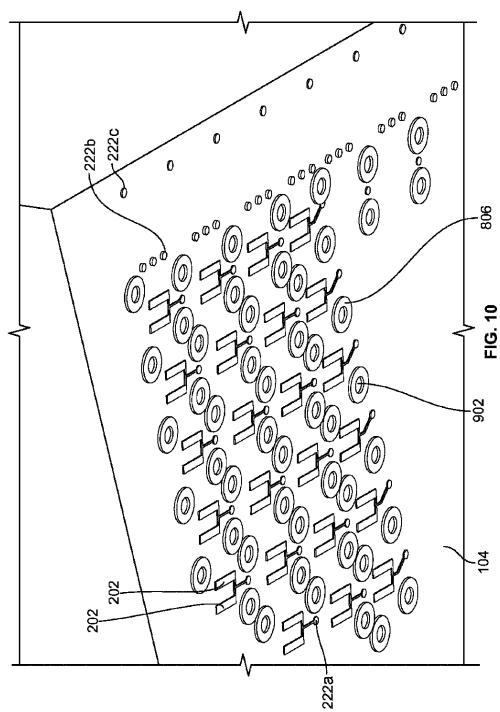


FIG. 9

【図 1 0】



【図 1 1】

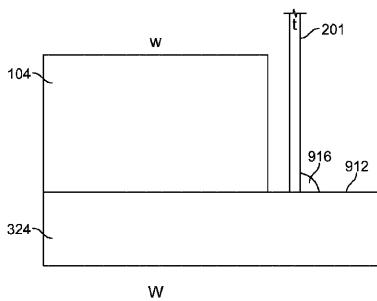


FIG. 11

【図 1 2】

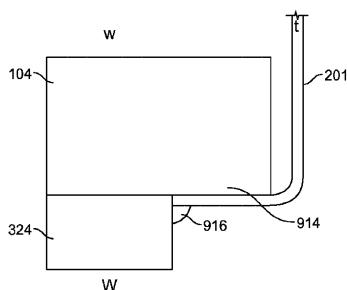


FIG. 12

【図 1 3】

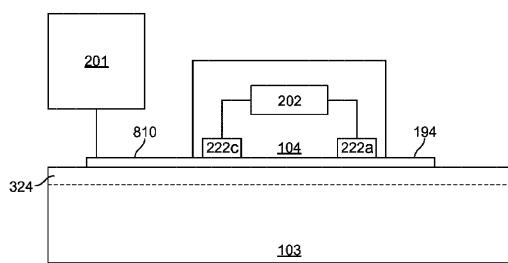


FIG. 13

【図 1 5 A】

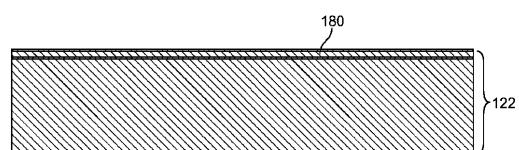


FIG. 15A

【図 1 5 B】

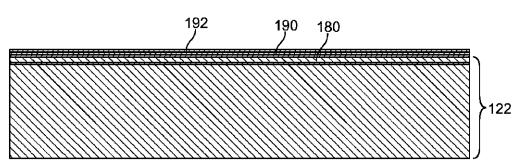


FIG. 15B

【図 1 4】

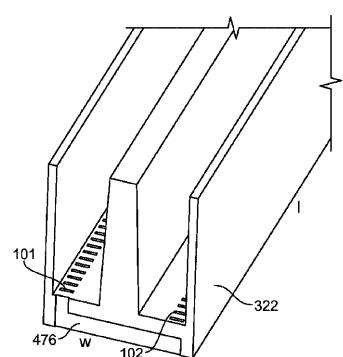


FIG. 14

【図 1 5 C】

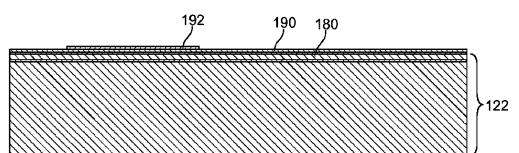


FIG. 15C

【図 15D】

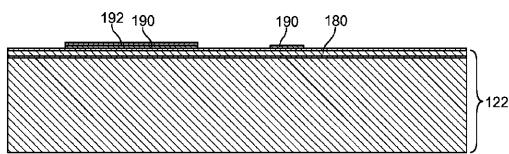


FIG. 15D

【図 15G】

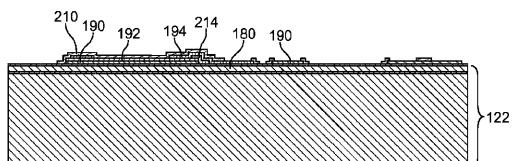


FIG. 15G

【図 15E】

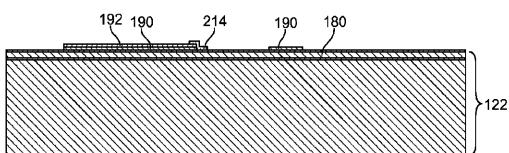


FIG. 15E

【図 15H】

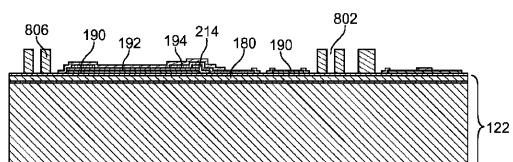


FIG. 15H

【図 15F】

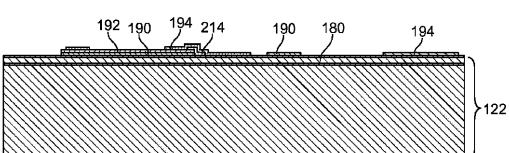


FIG. 15F

【図 15I】

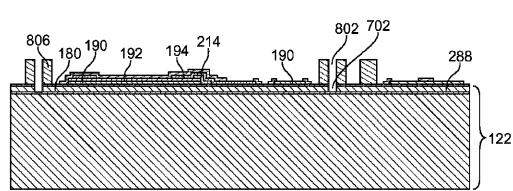


FIG. 15I

【図 15J】

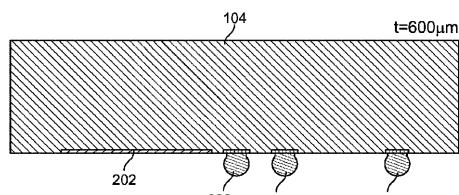


FIG. 15J

【図 15K】

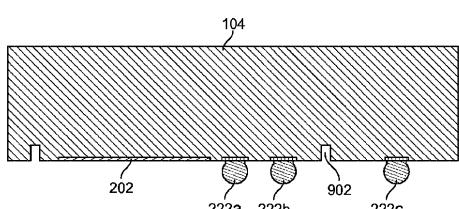


FIG. 15K

【図 15L】

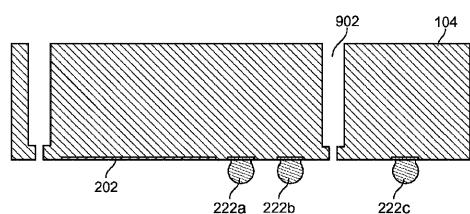


FIG. 15L

【図 15M】

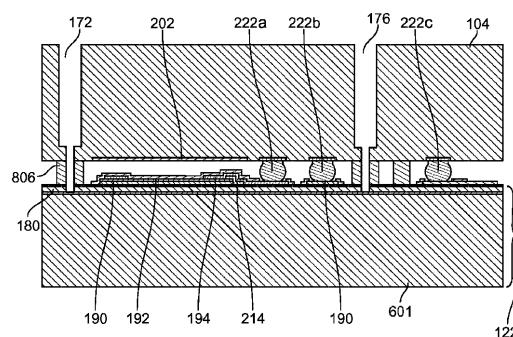


FIG. 15M

【図 15N】

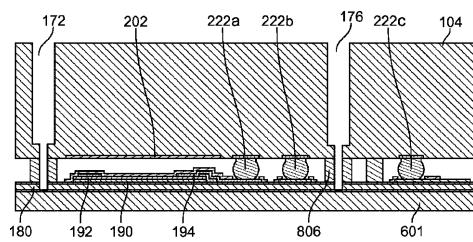


FIG. 15N

【図 15 O】

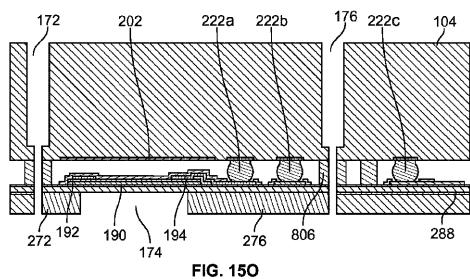


FIG. 15O

【図 15 P】

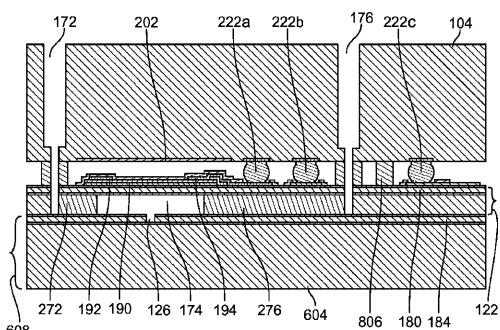


FIG. 15P

【図 15 Q】

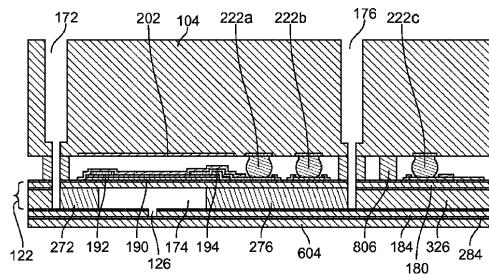


FIG. 15Q

【図 15 R】

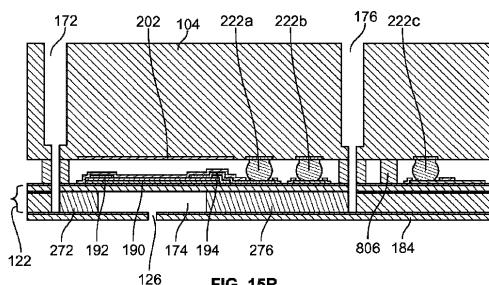


FIG. 15R

【図 15 S】

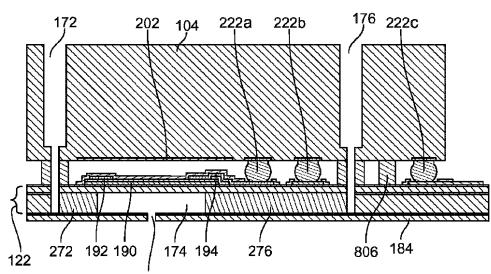


FIG. 15S

【図 15 T】

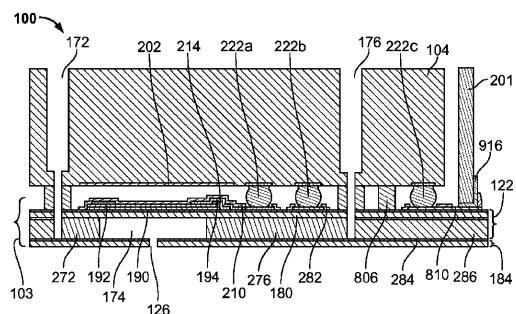


FIG. 15T

【図 16】

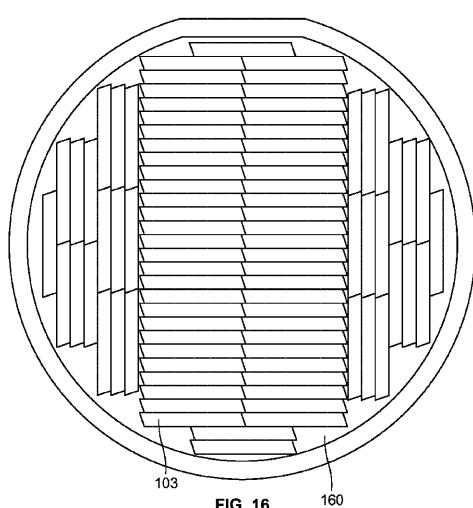


FIG. 16

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2010/040938</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>B41J 2/14(2006.01)i, B41J 2/145(2006.01)i, B41J 2/175(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B41J 2/14; B41J 2/055; B41J 2/15; B41J 2/235; B41J 2/135; B41J 2/04; B41J 2/045		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords:print,inkjet,nozzle,matrix,high density,nozzle density * Note: For the claim 4(1) and 5(1), these claims, were renumbered by this authority because the claims 4 and 5 were found twice.		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 7252366 B2 (SILVERBROOK) 07 August 2007 See abstract; column82,207; figs.80-81	1-5,4(1),5(1),6-12 13-115
X A	US 2003-0025767 A1 (YOSHIAKI SAKAMOTO et al.) 06 February 2003 See page 3-4; fig.5	13-26 1-5,4(1),5(1),6-12 ,27-115
X A	JP 2002-254635 A (RICOH CO LTD) 11 September 2002 See page 1-6; figs.2,4,5	57-68 1-5,4(1),5(1),6-56 ,69-115
A	JP 2006-082480 A (BROTHER IND LTD) 30 March 2006 See page 10,11; fig.8	1-115
A	KR 10-0481996 B1 (PIEZONICS CO., LTD.) 14 APRIL 2005 See page 4; figs.2,3	1-115
A	KR 10-2007-0069024 A (FUJI XEROX CO LTD.) 02 July 2007 See page 6,7; fig.6	1-115
<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 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		
Date of the actual completion of the international search  24 JANUARY 2011 (24.01.2011)	Date of mailing of the international search report  <b>01 FEBRUARY 2011 (01.02.2011)</b>	
Name and mailing address of the ISA/KR   Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer  YEO, Kyeong Sook Telephone No. 82-42-481-5612	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/US2010/040938**

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-035291 A (BROTHER IND LTD) 10 February 2005 See page 7,9; figs.1,2,5	1-115
A	JP 09-066602 A (SEIKOSHA CO LTD) 11 March 1997 See page 3; fig.1	1-115

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 2009)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2010/040938**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7252366 B2	07.08.2007	AU 1998-83235 B2 AU 1998-83237 B2 AU 2000-11391 A1 AU 2001-231441 B2 AU 2001-31441 A1 AU 2001-68849 A1 AU 2002-304985 A1 AU 2002-304985 B2 AU 2002-304986 B2 AU 2002-304987 A1 AU 2002-304987 B2 AU 2002-304988 A1 AU 2002-304988 B2 AU 2002-304989 A1 AU 2002-304989 B2 AU 2002-304992 A1 AU 2002-304992 B2 AU 2002-317029 B2 AU 2002-317030 B2 AU 2002-317629 B2 AU 2002-317630 B2 AU 2002-317636 B2 AU 2002-318973 A1 AU 2002-319007 B2 AU 2002-319008 B2 AU 2002-319009 B2 AU 2002-325070 B2 AU 2002-325078 A1 AU 2002-325078 B2 AU 2002-325636 A1 AU 2002-325636 B2 AU 2002-325637 A1 AU 2002-325637 B2 AU 2002-325640 A1 AU 2002-325640 B2 AU 2002-325641 A1 AU 2002-325641 B2 AU 2002-328661 A1 AU 2002-328661 B2 AU 2002-328663 A1 AU 2002-328663 B2 AU 2002-331409 A1 AU 2002-331409 B2 AU 2002-344712 B2 AU 2002-344713 B2 AU 2002-356075 B2 AU 8323698 A CA 2284612-A1 CA 2296385 C	17.07.2003 30.01.2003 08.05.2000 05.02.2004 27.08.2001 21.01.2002 27.10.2003 01.09.2005 14.04.2005 27.10.2003 22.09.2005 27.10.2003 11.08.2005 27.10.2003 29.09.2005 21.10.2004 21.10.2004 14.04.2005 26.05.2005 28.10.2004 17.06.2003 21.10.2004 21.10.2004 27.10.2005 27.10.2005 06.01.2004 02.03.2006 19.01.2004 17.11.2005 27.10.2003 01.09.2005 27.10.2003 25.01.2007 02.09.2003 15.12.2005 19.01.2004 08.09.2005 10.11.2003 29.09.2005 19.01.2004 29.09.2005 21.10.2004 21.10.2004 21.04.2005 10.02.1999 15.10.1998 29.11.2005

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No. <b>PCT/US2010/040938</b>	
---	--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
	CA 2296385-A1		28.01.1999
	CA 2296439 C		15.09.2009
	CA 2296439-A1		28.01.1999
	CA 2399470 C		15.11.2005
	CA 2399470-A1		28.01.1999
	CA 2400220-A1		23.08.2001
	CA 2456652-A1		20.02.2003
	CA 2456692-A1		20.02.2003
	CA 2456707 C		14.10.2008
	CA 2456707-A1		20.02.2003
	CA 2456714 C		14.11.2006
	CA 2456714-A1		20.02.2003
	CA 2456728 C		28.11.2006
	CA 2456728-A1		20.02.2003
	CA 2456729-A1		20.02.2003
	CA 2456735 C		20.10.2009
	CA 2456735-A1		20.02.2003
	CA 2456739-A1		20.02.2003
	CA 2456778 C		02.09.2008
	CA 2456778-A1		20.02.2003
	CA 2456779-A1		20.02.2003
	CA 2458596 C		09.01.2007
	CA 2458596-A1		06.03.2003
	CA 2458597 C		21.10.2008
	CA 2458597-A1		06.03.2003
	CA 2458599 C		13.11.2007
	CA 2458599-A1		06.03.2003
	CA 2458732 C		18.11.2008
	CA 2458732-A1		10.04.2003
	CA 2515282-A1		28.01.1999
	CA 2564047-A1		20.02.2003
	CN 1556756 A		22.12.2004
	CN 1556756 CO		25.10.2006
	CN 1558828 A		29.12.2004
	CN 1558828 CO		29.12.2004
	CN 1558829 A		29.12.2004
	CN 1558829 CO		14.02.2007
	CN 1568259 A		19.01.2005
	CN 1568259 CO		13.09.2006
	CN 1578732 A		09.02.2005
	CN 1578732 CO		20.06.2007
	CN 1618091 A		18.05.2005
	CN 1618091 CO		15.08.2007
	CN 1625471 A		08.06.2005
	CN 1625471 CO		25.07.2007
	CN 1625472 A		08.06.2005
	CN 1625472 CO		09.05.2007
	CN 1625473 A		08.06.2005
	CN 1625473 CO		09.05.2007
	CN 1625474 A		08.06.2005

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No. <b>PCT/US2010/040938</b>	
---	--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
	CN 1625474 C0		16.07.2008
	CN 1625476 A		08.06.2005
	CN 1625476 C0		25.07.2007
	CN 1625478 A		08.06.2005
	CN 1625478 C0		06.06.2007
	CN 1625480 A		08.06.2005
	CN 1625480 C0		09.05.2007
	CN 1625481 A		08.06.2005
	CN 1625481 C0		25.07.2007
	CN 1628032 A		15.06.2005
	CN 1628032 C0		11.07.2007
	CN 1628033 A		15.06.2005
	CN 1628033 C0		25.07.2007
	CN 1630834 A		22.06.2005
	CN 1630834 C0		22.06.2005
	CN 1638967 A		13.07.2005
	CN 1638967 C0		28.03.2007
	CN 1642741 A		20.07.2005
	CN 1642741 C0		16.07.2008
	EP 0972082 A1		19.01.2000
	EP 0997033 A1		03.05.2000
	EP 0997033 B1		05.09.2007
	EP 0999933 A1		17.05.2000
	EP 0999933 A4		20.12.2000
	EP 0999933 B1		02.03.2005
	EP 0999934 A1		17.05.2000
	EP 0999934 B1		26.10.2005
	EP 1021794 A1		26.07.2000
	EP 1021794 B1		13.09.2006
	EP 1121249 A1		08.08.2001
	EP 1121249 A4		03.07.2002
	EP 1121249 B1		25.07.2007
	EP 1260053 A1		27.11.2002
	EP 1260053 A4		16.06.2004
	EP 1260053 B1		31.05.2006
	EP 1414650 A1		06.05.2004
	EP 1414650 A4		19.04.2006
	EP 1414650 B1		04.06.2008
	EP 1425175 A1		09.06.2004
	EP 1425175 A4		18.01.2006
	EP 1425178 A1		09.06.2004
	EP 1425178 A4		19.04.2006
	EP 1425179 A1		09.06.2004
	EP 1425180 A2		09.06.2004
	EP 1425180 A4		19.04.2006
	EP 1425180 B1		02.07.2008
	EP 1425181 A4		22.06.2005
	EP 1425182 A4		29.03.2006
	EP 1432581 A1		30.06.2004
	EP 1432581 A4		01.02.2006

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No. <b>PCT/US2010/040938</b>	
---	--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
	EP 1432582 A1	30.06.2004	
	EP 1432582 A4	10.05.2006	
	EP 1432582 B1	12.09.2007	
	EP 1432585 A1	30.06.2004	
	EP 1432585 A4	21.12.2005	
	EP 1432585 B1	11.04.2007	
	EP 1436147 A1	14.07.2004	
	EP 1436147 A4	09.11.2005	
	EP 1444822 A1	11.08.2004	
	EP 1444822 A4	04.01.2006	
	EP 1479060 A1	24.11.2004	
	EP 1479060 A4	19.04.2006	
	EP 1494862 A4	27.12.2006	
	EP 1494863 A1	12.01.2005	
	EP 1494863 A4	27.12.2006	
	EP 1494864 A1	12.01.2005	
	EP 1494864 A4	27.12.2006	
	EP 1494866 A1	12.01.2005	
	EP 1494866 A4	04.07.2007	
	EP 1494866 B1	24.12.2008	
	EP 1494868 A1	12.01.2005	
	EP 1494868 A4	07.02.2007	
	EP 1494869 A4	20.12.2006	
	EP 1499500 A4	27.12.2006	
	EP 1508443 A2	23.02.2005	
	EP 1508443 A3	16.03.2005	
	EP 1508443 B1	07.03.2007	
	EP 1508444 A2	23.02.2005	
	EP 1508444 A3	16.03.2005	
	EP 1508444 B1	21.11.2007	
	EP 1508445 A1	23.02.2005	
	EP 1508445 B1	31.01.2007	
	EP 1508446 A1	23.02.2005	
	EP 1508446 B1	10.01.2007	
	EP 1508448 A1	23.02.2005	
	EP 1508448 B1	17.01.2007	
	EP 1508449 A1	23.02.2005	
	EP 1508449 B1	24.01.2007	
	EP 1510339 A2	02.03.2005	
	EP 1510339 A3	09.03.2005	
	EP 1510339 B1	24.01.2007	
	EP 1510340 A2	02.03.2005	
	EP 1510340 A3	09.03.2005	
	EP 1510340 B1	24.01.2007	
	EP 1510341 A2	02.03.2005	
	EP 1510341 A3	16.03.2005	
	EP 1510341 B1	24.01.2007	
	EP 1512535 A1	09.03.2005	
	EP 1512535 B1	26.12.2007	
	EP 1516225 A4	10.01.2007	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

		International application No. <b>PCT/US2010/040938</b>
--	--	---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		EP 1517793 A1 EP 1517793 A4 EP 1517794 A1 EP 1517794 A4 EP 1517795 A1 EP 1517795 A4 EP 1637330 A1 EP 1637330 B1 EP 1640162 A1 EP 1640162 B1 EP 1647402 A1 EP 1647402 B1 EP 1652671 A1 EP 1652671 B1	30.03.2005 18.07.2007 30.03.2005 18.07.2007 30.03.2005 18.07.2007 22.03.2006 18.04.2007 29.03.2006 28.03.2007 19.04.2006 02.07.2008 03.05.2006 14.05.2008
US 2003-0025767 A1	06.02.2003	JP 4300565 B2 US 2005-0140746 A1 US 2005-0151797 A1 US 2008-0055370 A1 US 2008-295309 A1 US 6877843 B2 US 7425058 B2 US 7517061 B2 US 7607764 B2 US 7743477 B2 WO 01-72519 A1	22.07.2009 30.06.2005 14.07.2005 06.03.2008 04.12.2008 12.04.2005 16.09.2008 14.04.2009 27.10.2009 29.06.2010 04.10.2001
JP 2002-254635 A	11.09.2002	JP 2002-254635 A	11.09.2002
JP 2006-082480 A	30.03.2006	US 2006-0061633 A1 US 7374277 B2	23.03.2006 20.05.2008
KR 10-0481996 B1	14.04.2005	JP 04-395562 B2 JP 2006-514893 A US 2006-0146098 A1 US 7488057 B2 WO 2004-110768 A1	30.10.2009 18.05.2006 06.07.2006 10.02.2009 23.12.2004
KR 10-2007-0069024 A	02.07.2007	JP 2007-175902 A US 2007-0146438 A1 US 2009-0307905 A1 US 7607761 B2	12.07.2007 28.06.2007 17.12.2009 27.10.2009
JP 2005-035291 A	10.02.2005	CN 1576000 A CN 1576000 C0 CN 2789022 Y CN 2789022 Y0 EP 1493573 A1 EP 1493573 B1 JP 03-885808 B2	09.02.2005 16.01.2008 21.06.2006 21.06.2006 05.01.2005 23.08.2006 28.02.2007

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2010/040938**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 2004-0263581 A1 US 7201473 B2	30.12.2004 10.04.2007
JP 09-066602 A	11.03.1997	None	

---

フロントページの続き

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

(72)発明者 ヴォン , エッセン ケヴィン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95118 サンホゼ トレナリー ウェイ 5074

(72)発明者 ホイジントン , ポール エイ

アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州 03755 ハノーヴァー ミンク ドライヴ 1

F ターム(参考) 2C057 AF34 AG14 AG71 AG84 AK07 BA04 BA14