

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

装置であつて、
膜表面を有する膜、
前記膜表面に形成された溝、
前記膜表面と実質的に平行に配置された変換器表面を有する、変換器、および
前記膜表面を前記変換器表面に結合させる、前記溝を少なくとも部分的に満たす、接着
剤、
を備えていることを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記変換器が圧電材料を含むことを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

前記圧電材料が、チタン酸ジルコニウム酸鉛を含むことを特徴とする請求項 2 記載の裝
置。

【請求項 4】

前記溝の幅が、約 20 μm と約 60 μm の間であることを特徴とする請求項 1 記載の裝
置。

【請求項 5】

前記膜表面に形成された複数の溝をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 6】

前記溝の周期幅が、約 50 μm と約 70 μm の間であることを特徴とする請求項 5 記載
の装置。

【請求項 7】

前記溝間の間隔が、約 15 μm と約 25 μm の間であることを特徴とする請求項 5 記載
の装置。

【請求項 8】

前記溝の深さが、互いに実質的に等しいことを特徴とする請求項 5 記載の装置。

【請求項 9】

前記溝の深さが、約 0.1 μm と約 2.0 μm の間であることを特徴とする請求項 1 記
載の装置。

【請求項 10】

前記溝が接着剤で実質的に満たされていることを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 11】

前記接着剤が、ベンゾシクロブテンを含むことを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 12】

方法であつて、

変換器の変換器表面を、膜の膜表面と実質的に平行に配置するステップであつて、前記
変換器表面が前記膜表面と面しており、かつ前記膜表面が溝を含んでいるステップ、

接着剤を、前記変換器表面、または前記膜表面、または前記変換器表面と前記膜表面の
両方、に塗布するステップ、

前記変換器表面を前記膜表面に対して押圧するステップ、および、

少なくともいくらかの前記接着剤が、前記溝の中に流れかつ該溝を少なくとも部分的に
満すようにさせるステップ、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 13】

前記変換器が圧電材料を含むことを特徴とする請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】

前記圧電材料が、チタン酸ジルコニウム酸鉛を含むことを特徴とする請求項 13 記載の
方法。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記接着剤が、ベンゾシクロブテンを含むことを特徴とする請求項 1 2 記載の方法。

【請求項 1 6】

前記溝が接着剤で実質的に満たされていることを特徴とする請求項 1 2 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の説明】

【0 0 0 1】

本出願は、参照により本書に組み込まれる、2008年9月18日に出願された米国仮特許出願第 6 1 / 0 9 8 , 1 8 7 号の利益を主張するものである。

【技術分野】

【0 0 0 2】

以下の開示は、シリコンダイなどの基板との接着に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

流体吐出装置のいくつかの実施態様においては、流体液滴が 1 以上のノズルから媒体上に吐出される。このノズルは、流体ポンピングチャンバを含む流路に流体的に接続されている。流体ポンピングチャンバは変換器によって作動し、流体ポンピングチャンバが作動するとそれによって流体液滴が吐出される。媒体は、流体吐出装置に対して動かすことができる。特定のノズルから流体液滴を吐出するタイミングを媒体の動きと合わせることによって、流体液滴を媒体上の所望の位置に載せることができる。このような流体吐出装置においては、流体液滴を媒体上に均一に置くことを実現するため、均一のサイズおよび速度の流体液滴を同じ方向に吐出させることが通常望ましい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

本開示は、膜との接着に関し、例えばシリコンダイのような基板への変換器の接着に関する。一態様において、本書で説明されるシステム、装置、および方法は、膜表面とこの膜表面に形成された溝とを備えた膜を含む。変換器は、膜表面と実質的に平行に配置された変換器表面を有するものとしてもよい。接着剤が膜表面を変換器表面に結合させることができ、かつ接着剤は少なくとも部分的に溝を満たすことができる。

【0 0 0 5】

別の態様において、本書で説明されるシステム、装置、および方法は、変換器の変換器表面を、膜の膜表面と実質的に平行に配置するステップを含む。変換器表面は膜表面に面していてもよく、かつ膜表面は溝を含んでもよい。接着剤を、変換器表面、または膜表面、またはこの両方に塗布することができる。変換器表面を膜表面に対して押圧してもよい。少なくともいくらかの接着剤が溝の中に流れかつ溝を実質的に満たすようにさせることができる。

【0 0 0 6】

各実施態様は、1 以上の以下の特徴を含み得る。変換器は、チタン酸ジルコニウム酸鉛などの圧電材料を含んでもよい。溝の幅は、約 20 μm と約 60 μm の間とすることができる。膜表面は、複数の溝を形成して備えていてもよい。溝の周期幅は、約 50 μm と約 70 μm の間とすることができる。溝間の間隔は、約 15 μm と約 25 μm の間とすることができる。複数の溝の深さは、互いに実質的に等しくてもよい。溝の深さは、約 0 . 1 μm と約 2 . 0 μm の間とすることができる。接着剤はベンゾシクロブテンを含んでもよく、そして溝は接着剤で実質的に満たすことができる。

【発明の効果】

【0 0 0 7】

いくつかの実施形態において、1 以上の以下の利点が提供され得る。溝の中でまたは溝の中へと接着剤が流れることにより、変換器と膜との間の接着剤の厚さを減少させることができる。接着剤の厚さが減少すると、流体液滴吐出を生じさせるために流体ポンピングチャンバの容積を変化させるよう変換器を作動させるのに必要なエネルギーを低減させる

10

20

30

40

50

ことができる。溝のさらなる利点としては、接着剤が流れるための空間を提供することによって、接着剤の集中が軽減または防止される。接着剤が集中すると、膜をポンピングチャンバに向かって押圧してしまい、そのため変換器を作動させたときに有効性が変化してしまう可能性がある。このような集中は複数のアクチュエータおよび流体ポンピングチャンバに亘って不均一である可能性があるため、溝を設けることで、流体液滴の吐出サイズや吐出速度の均一性の他、流体液滴の媒体上への配置の確度を改善することができる。

【0008】

本発明の1以上の実施形態の詳細について、添付の図面と以下の説明の中で明記する。本発明の他の特徴、目的、および利点は、この説明および図面、そして請求項から明らかになるであろう。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】流体液滴吐出装置の断面図

【図2】流体液滴吐出装置の一部を表す概略断面図

【図3】層を膜に接着するプロセスのフロー図

【図4】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図5】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図6】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図7】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図8】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

20

【図9A】流体液滴吐出装置の一部を表す概略断面図

【図9B】図9Aの線9-9に沿って表した概略断面図

【図10】流体液滴吐出装置の一部を表す概略断面図

【図11】図10の装置の一部の平面図

【図12】層を膜に接着するプロセスのフロー図

【図13】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図14】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図15】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図16】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

30

【図17】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【図18】流体液滴吐出装置の形成段階を表す概略断面図

【発明を実施するための形態】

【0010】

図面において、同じ参照符号は同様の要素を示す。

【0011】

流体液滴吐出装置は、例えば、長方形プレート状プリントヘッドモジュールなどの流体吐出モジュールを有し得、これは半導体処理技術を使用して製造されたダイでもよい。流体吐出装置は、外部プロセッサからデータを受け取ってプリントヘッドモジュールに駆動信号を提供するフレックス回路などの他の部品に加え、プリントヘッドモジュールを支持するハウジングをさらに含んでもよい。

40

【0012】

プリントヘッドモジュールは、複数の流体流路が形成されている基板を含む。プリントヘッドモジュールは、流路から流体を選択的に吐出させる、例えば変換器などのアクチュエータをさらに複数備えている。すなわち、関連するアクチュエータを各流路が有することによって、個々に制御可能なMEMS流体吐出装置ユニットが実現される。

【0013】

基板は、流路本体部、ノズル層、および膜層を含み得る。この流路本体部、ノズル層、および膜層は、夫々単結晶シリコンなどのシリコンとすることができます。流体流路は、流体注入部と、上昇部と、膜層に隣接するポンピングチャンバと、さらにノズル層を貫通して形成されたノズルにおいて終端する、下降部とを含み得る。アクチュエータを駆動させ

50

ると、膜がポンピングチャンバに向かって変形し、流体をノズルから押し出す。

【0014】

膜は、膜自身に凹部を形成して有しているものとすることができます。接着剤によって変換器を膜に接着すなわち結合させることができ、接着剤は少なくとも部分的にこの凹部を占めることができる。凹部は、膜上に例えば柱などの突出部を画成するようにして配置してもよい。あるいは、膜内に溝のように凹部を形成してもよい。

【0015】

図1は、流体液滴吐出装置の一部を示す断面図である。注入口100は、流体供給(図示なし)と、基板17および変換器30を含むダイ10とを流体的に接続する。基板17は、流路本体部11を含む。注入口100は、流路本体部11に形成された注入通路104に、通路(図示なし)を通じて流体的に接続されている。注入通路104は、上昇部106などを通じてポンピングチャンバ18に流体的に接続されている。ポンピングチャンバ18は、その端部がノズル112に位置する下降部110に流体的に接続されている。ノズル112は、ダイ10に取り付けられているノズルプレート12で画成し得る。ノズル112は、ノズルプレート12の外表面によって画成される排出口114を含む。いくつかの実施態様において、再循環通路116を提供し、下降部110を再循環チャネル118に流体的に接続させてもよい。膜14がポンピングチャンバ18にごく近接しつこれを被覆して流路本体部11の上に形成され、例えば、膜14の低い方の表面がポンピングチャンバ18の上の境界を画成するものとしてもよい。変換器30は膜14の上に配置され、また厚さTの接着剤26の層が変換器30と膜14との間に設けられて、この2つを互いに接着させる。溝22が、膜14を通じて、全体的にではなく部分的に延在している。この開示で2以上の溝を参照していても、他の実施態様では単一の溝を設けてもよいことを理解されたい。いくつかの実施態様において、各ポンピングチャンバ18は、独立して作動させることができ可能な電気的に絶縁された対応する変換器30を有する。変換器30は電極84、88(図10参照)を含み、回路(図示なし)によって変換器30を作動させることができる。

【0016】

膜14は、シリコン(例えば、単結晶シリコン)、他の何らかの半導体材料、酸化物、ガラス、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、他のセラミックまたは金属、シリコンオンインシュレータ、または任意の深さ方向分析可能な層から形成することができる。深さ方向分析の方法として、エッティング、サンドブラスティング、機械加工、放電加工(EDM)、マイクロモールディング、または粒子のスピンドルを挙げることができる。例えば、膜14を、不活性材料からなり、さらに変換器30を作動させると膜14がポンピングチャンバ18内の流体を加圧してノズル112から流体の滴を吐出させるのに十分な程度に屈曲するようなコンプライアンスを有しているものとすることができます。その内容全体が参照することにより本書に組み込まれる、2005年5月12日に公開された米国特許出願公開第2005/0099467号明細書では、プリントヘッドモジュールおよび製造技術の例について記述されている。いくつかの実施態様においては、膜14と流路本体部11とを単一のものとして形成してもよい。

【0017】

運転中、流体は注入口チャネル100を通って流路本体部11に流れ込み、さらに注入通路104を通って流れる。流体は上昇部106を上ってポンピングチャンバ18へと流れ込む。ポンピングチャンバ18上の変換器30を作動させると、変換器30が膜14をポンピングチャンバ18に向かって変形させる。ポンピングチャンバ18の容積に生じた変化によって、流体はポンピングチャンバ18から下降部110に押し出される。流体の液滴をノズル112へ通過させるのに十分な圧力が変換器30から加えられた場合には、流体はその後ノズル112を通過して排出口114から外に出していく。この流体の液滴は、その後、媒体上に置くことができる。

【0018】

接着剤26が流れるための空間を設けて膜14を構成すると、特に接着剤26が不均一

10

20

30

40

50

な厚さで塗布された場合に膜 14 をポンピングチャンバ 18 に向かって変形させる可能性のある、接着剤 26 の集中を防止することができる。膜 14 の厚さは、例えば約 8.0 μm と約 20 μm の間など、約 1.0 μm と約 150 μm の間とすることができる。溝 22 の深さ D (図 7 参照) は、硬化している状態の間の接着剤 26 の粘度と、膜 14 または変換器 30 のいずれかに塗布される接着剤 26 の厚さとに依存し得る。温度は硬化サイクル中の接着剤の粘度に影響を及ぼし得、通常は接着剤 26 をより粘性のあるものにする。粘性の高い接着剤 26 は流れが遅く、硬化する前に十分に速く流れさせるためにはより大きな空間を必要とし得る。同様に、膜 14 と変換器 30 との間の接着剤 26 の厚さが厚くなればなるほど、過剰の接着剤 26 を保持するためにより大きな空間が必要となる。

【0019】

10

図 2 はポンピングチャンバ 18 を表す概略断面図であり、その境界は膜 14 によって画成されている。図 2 に示されている膜 14 は、溝 22 を含んでいない。変換器 30 を膜 14 に接着したときに、この 2 つの間のエッジ付近での間隙が約 0.1 μm 未満である場合には、接着剤 26 が閉じ込められて、接着剤の集中とその結果として膜 14 の「隆起」とを、潜在的に生じさせる可能性がある。ポンピングチャンバ 18 上の膜 14 が隆起すると、図 2 に示すように、膜 14 をポンピングチャンバ 18 に向かって変形させ得る。いくつかの状況においては、変換器 30 と膜 14 との間に接着剤が集中すると、変換器 30 、ポンピングチャンバ 18 、またはこの両方の有効性を低下させる可能性がある。他の状況においては、変換器 30 と膜 14 との間に接着剤が集中すると、変換器 30 に加わる応力が増加して、ダイ 10 全体に亘る小さな領域内で変換器 30 の動作を増加させる可能性がある。変換器 30 またはポンピングチャンバ 18 の有効性が増加するかあるいは減少するかに拘わらず、その効果がダイ 10 全体に亘って不均一になる可能性がある。この有効性の不均一性が、流体液滴サイズや流体液滴の吐出速度などの流体液滴吐出特性の不均一性をもたらすこともあり得る。あるいは、有効性の不均一性によって、不均一性を補償するために変換器 30 の制御をより複雑にする必要が生じるかもしれない。

20

【0020】

ポンピングチャンバ 18 上の接着剤 26 の集中を軽減または防止するため、膜 14 は 1 以上の溝 22 を形成して含んでもよい。膜 14 の溝 22 の深さ D は、接着剤 26 が閉じ込められることなく流れることができるよう、例えば約 0.25 μm を超えるものなど、約 0.1 μm より深いものとすることができます。溝 22 が接着剤 26 で満たされたときには、変換器 30 と膜 14 との間にエアポケットなどの空洞が含まれていないことが望ましいが、これはポンピングチャンバ 18 上の溝 22 に空洞が含まれていると、変換器 30 の作動時に与えられるエネルギーのいくらかを吸収してしまう可能性があるためである。このエネルギーの吸収が、変換器 30 、流体ポンピングチャンバ 18 、またはこの両方の有効性の、例えば低下などの、変化をもたらす可能性がある。この吸収は、ダイ 10 全体に亘って不均一であり得、これが、流体液滴サイズや流体液滴の吐出速度などの流体液滴吐出特性の不均一性をもたらすこともあり得る。このため、溝 22 は、接着剤 26 を変換器 30 の下から逃すことができるような十分な深さを有し、しかし変換器 30 と膜 14 との間に空洞を生じさせない程度に薄いものであるべきである。すなわち、変換器 30 と膜 14 を接触させるときに、溝 22 が実質的にまたは完全に接着剤 26 で満たされるよう、このように溝 22 を構成するべきである。いくつかの実施態様において、変換器 30 に塗布される接着剤 26 の厚さ T が約 1.0 μm である場合、溝 22 の深さは、接着剤 26 が流れることができるように約 0.1 μm より深くすべきであるが、しかし接着剤 26 の中の空洞を最小限に抑えるまたは防ぐよう、約 1.0 μm より浅くすべきである。溝 22 の深さは、硬化している状態の間の接着剤 26 の粘度と接着剤 26 の厚さにも依存し得る。

30

【0021】

40

図 3 は変換器 30 をダイ 10 の膜 14 に接着するプロセスのフローチャートである。図 4 ~ 8 は、流体液滴吐出装置の製造ステップを示す断面図である。図 4 に示すように、フォトレジスト層 15 が膜 14 の上に形成される (ステップ 315)。いくつかの実施態様において、ノズルプレート 12 が複数の層を有し、このうちいくつかを製造中に装置を保

50

持するために使用することができ、さらにこれを後の製造ステップ中に取り除いてもよい。図5に示すように、フォトレジスト層15のいくらかの部分を除去するよう、従来のフォトリソグラフィ技術を用いてフォトレジスト層15にパターンが形成され、それによりフォトレジスト層15にアパーチャ21が形成される(ステップ325)。図6を参照すると、フォトレジスト層15に設けられたアパーチャ21を通って膜14がエッティングされ、膜14に溝22が形成される(ステップ335)。図7に示すように、フォトレジスト層15はその後除去される(ステップ345)。

【0022】

図示の実施態様において、溝22は膜14を完全に貫通して延在しているものではない。膜14のエッティング深さDは制御することが可能であり、例えば、既定時間の間エッティングすることによって、または現場監視システムを使用し溝22の所望の凹部深さDが達成されたときにエッティングプロセスを停止することによって、あるいは膜14の深さDの位置にエッティング停止層を含むことによって制御することができる。図8を参照すると、膜14に面している変換器30の表面に接着剤26が塗布または形成され(ステップ355)、そして接着剤26を含む変換器30が膜14上に設置される(ステップ365)。または、変換器30に塗布される接着剤の代わりに、あるいはその追加として、接着剤26を膜14に塗布する。基板17と変換器30とを互いに押圧するよう圧力を加えてよく、そして接着剤26を溝22の中へと少なくとも部分的に流れさせる(ステップ375)。その後接着剤が硬化し、変換器30を膜14に接着すなわち結合させることができる。

10

20

30

【0023】

膜14の厚さは、例えば約8.0μmと約20μmの間など、約1.0μmと約150μmの間とすることができます。溝22の深さは、硬化している状態の間の接着剤26の粘度と、変換器30または膜14のいずれかに塗布される接着剤26の厚さとに依存し得る。温度は硬化サイクル中の接着剤26の粘度に影響を及ぼし得、通常は接着剤26をより粘性のあるものにする。粘性の高い接着剤26は流れが遅く、硬化する前に十分に流れさせるためにはより大きな空間を必要とし得、そして比較的深い溝22が必要とされ得る。同様に、膜14と変換器30との間の接着剤26の厚さが厚くなればなるほど、過剰の接着剤26を保持するためにより大きな空間が必要となる。いくつかの実施態様において、変換器30に塗布される接着剤26層の厚さが約1.0μmであるとき、溝22の深さDは約0.25μmである。いくつかの他の実施態様において、溝22の深さDを約0.1μmと2.0μmの間とすることができます。複数の溝22を有する実施態様において、複数の溝22を略等しい深さDを有するものとすることができます。別の実施態様では、凹部に隣接している残りの膜材料が流路本体部11などによって適切に支持されている限りにおいて、溝22は膜14を完全に貫通して延在しているものでもよい。

【0024】

図8は膜14の上に設けられた変換器30および接着剤26を示している。接着剤26は変換器30と膜14との間に存在し、実質的にまたは完全に溝22を満たしている。変換器30および膜14は、その間に接着剤26の厚さが存在しているため直接接触していない。接着剤26層の厚さが増加すると、流体ポンピングチャンバ18を十分に変形させて流体液滴吐出を生じさせるために、より多くのエネルギー(例えば、より多くの電圧)を変換器30に加えなければならない。このため、接着剤26層の厚さを減少させることが、変換器30のエネルギー要求を最小限に抑えるために望ましい。

40

【0025】

いくつかの実施態様においては、接着剤26の材料の性質、または接着剤を塗布するプロセスなどの他の制約のため、接着剤26は最小厚さで存在させなければならない。例えば、溝22を有していない場合、いくつかの種類の接着剤では、接着剤26の最小厚さは約1000nmと約1200nmの間となり得る。これに対し、溝22を使用すると、達成可能な接着剤26の最小厚さは、約100nm以下など、約200nm以下とすることができる。溝22が設けられると、変換器30および接着剤26を膜14と接触させ

50

る、あるいは膜 14 に向かって押圧するときに、接着剤 26 のいくらかを、溝 22 の中で、溝の中へと、溝に沿って、あるいは溝に通して流すことで、達成可能な接着剤 26 の最小厚さを減少させることができる。

【0026】

接着剤 26 の最小厚さを達成するため、変換器 30 および膜 14 を共に押圧して過剰の接着剤 26 を押し出してもよい。接着剤 26 の流れ抵抗は、接着剤 26 が変換器 30 と膜 14 との間から出る前に移動する距離の増加とともに線型的に増加する。例えば、溝 22 を備えていない場合、変換器 30 および膜 14 の中心付近の接着剤 26 は、押し出されるまでに約 75 mm 移動する。対照的な例として、膜 14 が溝 22 を形成して有している場合には、中心付近の接着剤 26 は約 150 μm 移動するだけで溝 22 の中に流れ込む。流れ抵抗は移動距離に比例するため、溝 22 内に流れ込む接着剤 26 の流れ抵抗は、溝 22 を備えていない場合のものよりも約 500 倍少ない。すなわち、硬化前により多くの過剰の接着剤 26 を押し出すことができ、その結果、相対的に薄い接着剤 26 層を得ることができる。例えば、2つの部品間に 1.0 μm の接着剤 26 層が塗布されたとき、溝 22 を備えていない場合の最小厚さは約 1000 ~ 1200 nm の間となる恐れがある。一方、溝 22 を備えていると、接着剤 26 の最小厚さは約 200 nm 以下となり得る。変換器 30 と膜 14 との間の接着剤の流れ抵抗は、式 $R = k \mu L / t^3$ で表すことができ、ここで R は流れ抵抗、 k は定数、 μ は流体の粘度、 L は長さ、そして t は接着剤 26 の厚さである。

10

【0027】

上述したように、接着剤 26 は接着前に変換器 30 に塗布してもよい。他の実施態様において接着剤 26 は、変換器 30 に接着剤 26 を塗布する代わりに、あるいは変換器 30 への塗布に加えて、膜 14 に塗布される。塗布される接着剤 26 のうち、溝 22 へと流れる接着剤 26 の割合を最大にするため、溝 22 の中に塗布する接着剤 26 の量を最小限に抑えてよい。接着剤 26 は、ベンゾシクロブテン (BCB)、または他の適切な材料などの有機材料とすることができます。

20

【0028】

図 9A および 9B は、膜 14、接着剤 26、および変換器 30 の一部を概略的に表したものである。膜 14 と変換器 30 との間の距離は説明のため拡大されている。膜 14 は、その上面の全てまたは一部に溝 22 を有する。変換器 30 は膜 14 の上方に位置している。接着剤 26 は変換器 30 と膜 14 との間に存在している。溝 22 は、接着剤 26 が流れ込むことが可能な空間を形成する。溝 22 の幅 W は、接着剤が溝 22 の中へとあるいは溝 22 を通って流れることが可能な程度に十分大きく構成するべきである。例えば、幅 W が小さ過ぎると、接着剤 26 が硬化前に、溝 22 を実質的に満たすほど十分には流れない可能性がある。間隔 S は、接着剤 26 の硬化前に少なくともいくらかの接着剤 26 が溝 22 に移動できるよう、十分狭く形成してもよい。しかし、変換器 30 の接着面積を十分なものとする程度に間隔 S を幅広に形成してもよい。溝 22 の幅 W および間隔 S は、接着剤 26 の粘度と、膜 14、変換器 30、またはこの両方に塗布される接着剤 26 の厚さとともに依存し得る。いくつかの実施態様において、溝 22 の幅は、約 40 μm など約 20 μm と約 60 μm の間とすることができる。いくつかの実施態様においては、複数の溝 22 が均一な幅 W で形成される。上述したように、深さ D は、約 0.25 μm など約 0.10 μm と約 2.0 μm の間とすることができます。膜 14 が複数の溝 22 を有する場合、溝 22 の周期幅 P は、約 59.5 μm など約 50 μm と約 70 μm の間とすることができます、および / または溝 22 間の間隔 S は、約 19.5 μm など約 15 μm と約 25 μm の間とすることができます。

30

【0029】

図 10 はポンピングチャンバ 18 上方に設けられた膜 14 上の変換器 30 の一実施態様を示す断面図である。複数のポンピングチャンバ 18 が図示されており、またこの実施態様において、膜 14 はポンピングチャンバ 18 上方に位置する溝 22 を含む。変換器 30 は、上部電極 84、圧電層 80、および下部電極 88 を含む。上部電極 84 および下部電

40

50

極 8 8 は、夫々圧電層 8 0 の上面および下面に接して配置される。接着剤 2 6 は変換器 3 0 を膜 1 4 に接着させる。回路（図示なし）を、上部電極 8 4 および下部電極 8 8 に電気的に接続させてもよい。回路は電極 8 4 、 8 8 間に電圧を印加することができる。印加された電圧により、変換器 3 0 を作動させて圧電層 8 0 を変形させることができる。この変形が膜 1 4 をポンピングチャンバ 1 8 に向かって変形させ、それにより流体をポンピングチャンバ 1 8 から押し出すことができる。

【 0 0 3 0 】

図 1 1 は図 1 2 に示した実施態様の平面図であり、2列の変換器 3 0 が示されている。この2列の変換器 3 0 は2列のポンピングチャンバ 1 8 に対応しており、ポンピングチャンバ 1 8 は、その下方に位置する2列のノズル 1 1 2 に対応したものとすることができる。
10

【 0 0 3 1 】

図 1 2 は、膜 1 4 に溝 2 2 を形成する別の方法を示すフローチャートである。図 1 3 ～ 1 8 は、流体液滴吐出装置の製造ステップを示す断面図である。図 1 3 に示すように、テクスチャマスク 1 3 が膜 1 4 の上に形成される（ステップ 9 0 5 ）。このテクスチャマスク 1 3 は、酸化ケイ素などの酸化物から作ることができる。テクスチャマスク 1 3 を使用することは、例えば、テクスチャマスク 1 3 がフォトレジストよりも高い感度を有している場合に、望ましいことがある。すなわち、より薄いテクスチャマスク 1 3 を用いて、相対的により深い深さまで膜 1 4 をエッチングすることができる。フォトレジスト層 1 5 は、テクスチャマスク 1 3 の上に形成される（ステップ 9 1 5 ）。図 1 4 を参照すると、フォトレジスト層 1 5 のいくらかの部分を除去するよう、従来のフォトリソグラフィ技術を用いてフォトレジスト層 1 5 にパターンが形成され、それによりフォトレジスト層 1 5 にアパーチャ 2 0 が形成される（ステップ 9 2 5 ）。図 1 5 を参照すると、フォトレジスト層 1 5 に設けられたアパーチャ 2 0 を通ってテクスチャマスク 1 3 がエッチングされ、テクスチャマスク 1 3 にアパーチャ 2 1 ' が形成される（ステップ 9 3 5 ）。図 1 6 を参照すると、フォトレジスト層 1 5 がその後除去される（ステップ 9 4 5 ）。図 1 7 を参照すると、次にテクスチャマスク 1 3 に設けられたアパーチャ 2 1 ' を通って膜 1 4 がエッチングされ、溝 2 2 が形成される（ステップ 9 5 5 ）。この図示の実施態様において、溝 2 2 は上述したものと同様に、膜 1 4 を完全に貫通して延在しているものではない。図 1 8 を参照すると、テクスチャマスク 1 3 はその後、例えば研削、フッ化水素酸への浸漬、または他の何らかの適切な機械的または化学的手法などによって除去される（ステップ 9 6 5 ）。膜 1 4 に面している変換器 3 0 の表面に接着剤 2 6 が塗布または形成され（ステップ 9 7 5 ）、そして接着剤 2 6 を含む変換器 3 0 が図 8 に示すように膜 1 4 上に設置される（ステップ 9 8 5 ）。または、変換器 3 0 に塗布される接着剤 2 6 の代わりに、あるいはその追加として、接着剤 2 6 を膜 1 4 に塗布する。圧力を加えてもよく、そして接着剤 2 6 を溝 2 2 の中へと少なくとも部分的に流れさせる（ステップ 9 9 5 ）。

【 0 0 3 2 】

上述した実施態様は、以下の利点のいずれも提供しない可能性もあるし、またはこのうちいくつか、あるいは全てを提供する可能性もある。凹部すなわち溝に接着剤が流れることにより、変換器と膜との間の接着剤の厚さを最小にすることができる。接着剤の厚さが減少すると、流体液滴吐出を生じさせるために変換器を作動させて流体ポンピングチャンバの容積を変化させるのに必要なエネルギーを低減することができる。さらに、塗布された接着剤の厚さが不均一である場合には、接着剤が流れための空間を提供すると、接着剤の集中が軽減または防止される。接着剤が集中すると、膜をポンピングチャンバに向かって押圧してしまう可能性もあり、それにより変換器を作動させたときに有効性が変化してしまうこともあり得る。特に複数のポンピングチャンバおよびノズルを使用している場合には、膜のポンピングチャンバに向かう変形の度合いが変化すると、複数のポンピングチャンバ間の有効性の度合いが変化してしまうことがある。複数のポンピングチャンバに亘って有効性が変化すると、複数のノズル間で流体液滴吐出のサイズや速度の変化が生じ得、このことが流体液滴サイズや媒体上の配置を不適切なものとする可能性がある。上述
40
50

の溝は、接着剤による膜の変形を緩和または防止することにより、流体液滴のサイズや速度など、流体液滴吐出特性の均一性を改善することができる。これによりダイ上のアクチュエータ間の均一性が改善され、流体液滴が不適切に配置される可能性が減少する。

【0033】

本明細書および請求項を通じて使用されている「前」、「後」、「上」、および「下」などの用語は、流体液滴吐出装置の種々の部品や本書に記述された他の要素を識別するための、単に説明の目的のためのものである。「前」、「後」、「上」、および「下」という用語が用いられていても、流体液滴吐出装置、基板、ダイ、または本書に記述した任意の他の部品の、特定の向きを意味するものではない。

【0034】

本発明のいくつかの実施形態についてこれまで説明してきた。しかしながら、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、種々の変更形態を作製し得ることを理解されたい。例えば、膜内の溝は、接着剤が流れる、あるいは存在するための空間を提供する、任意の形状またはプロファイルのものとすることもできる。したがって、以下の請求項の範囲内には他の実施形態も含まれる。

【符号の説明】

【0035】

1 4	膜
1 5	フォトレジスト層
1 7	基板
1 8	ポンピングチャンバ
2 2	溝
2 6	接着剤
3 0	変換器
1 0 0	注入口
1 1 2	ノズル

【図1】

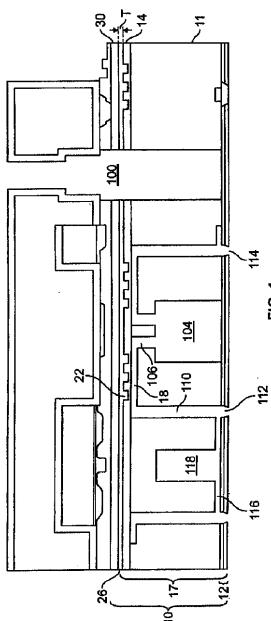


FIG. 1

【図2】

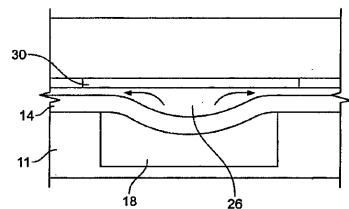
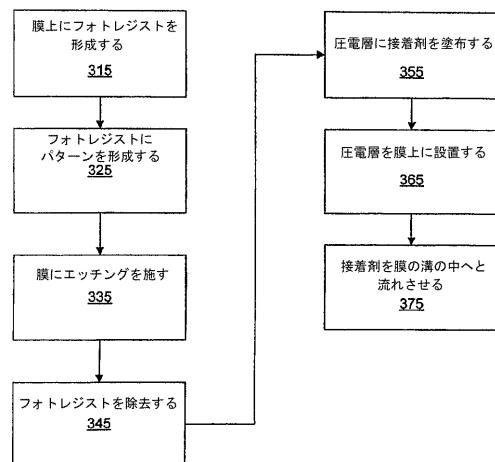


FIG. 2

【図3】



【図4】

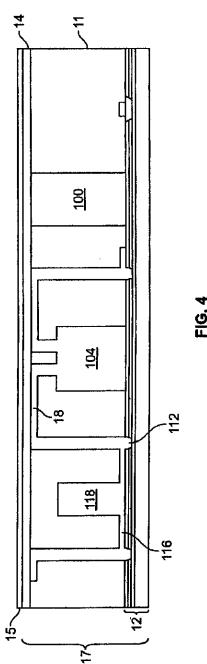


FIG. 4

【図5】

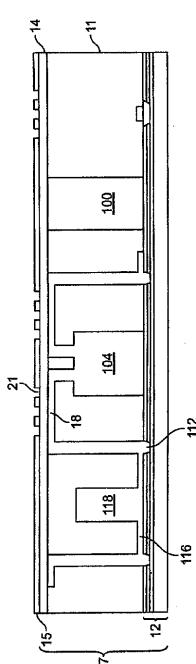


FIG. 5

【図6】

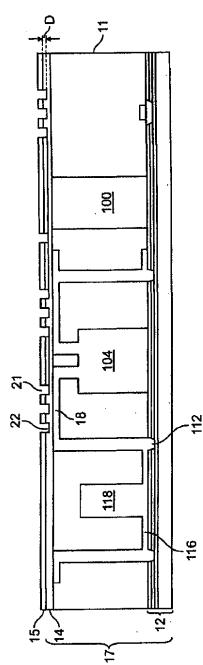


FIG. 6

【図7】

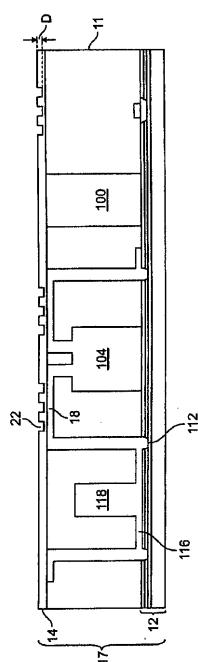


FIG. 7

【図8】

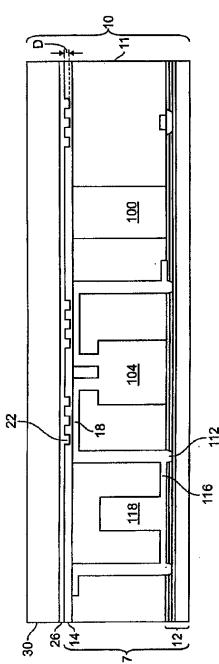


FIG. 8

【図9A】

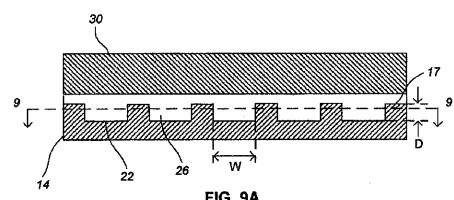


FIG. 9A

【図9B】

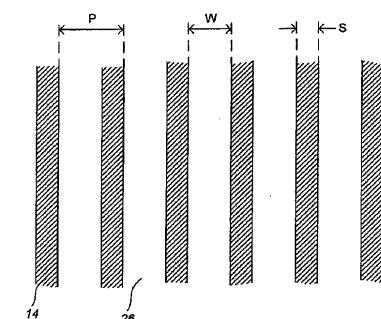


FIG. 9B

【図10】

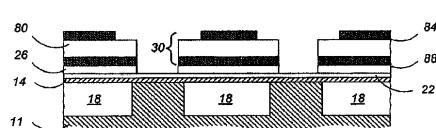


FIG. 10

【図 1 1】

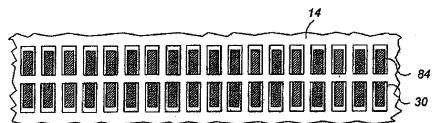
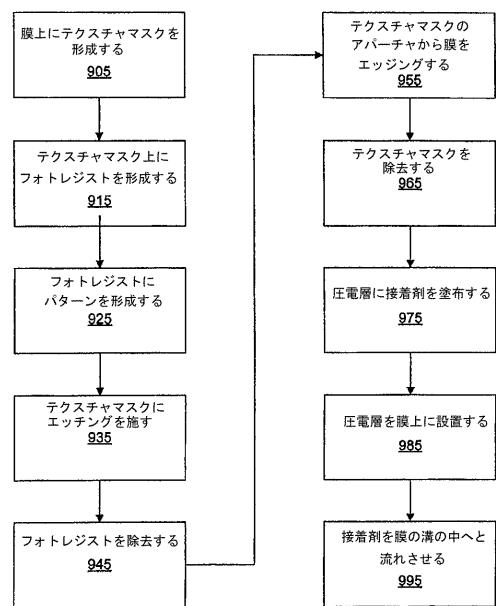


FIG. 11

【図 1 2】



【図 1 3】

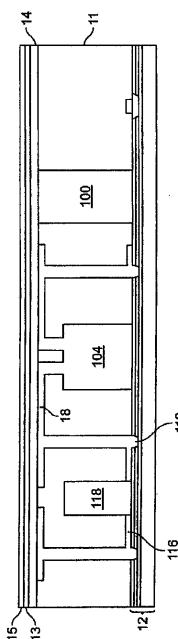


FIG. 13

【図 1 4】

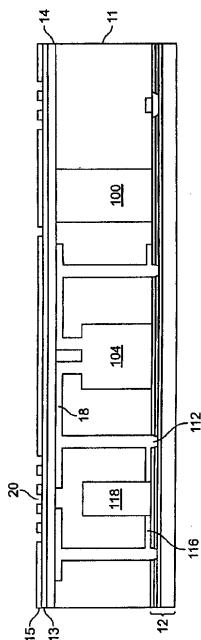


FIG. 14

【図 1 5】

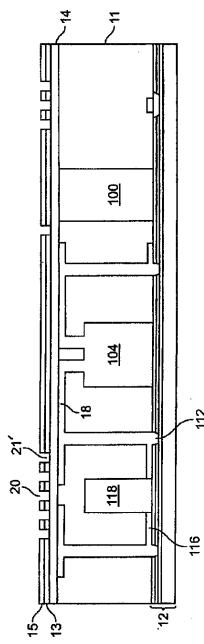


FIG. 15

【図 1 6】

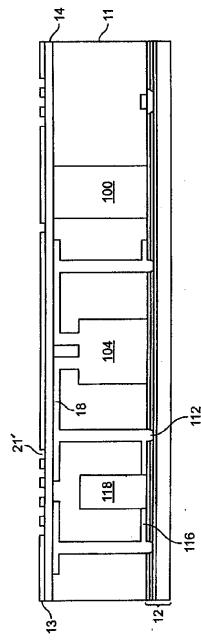


FIG. 16

【図 1 7】

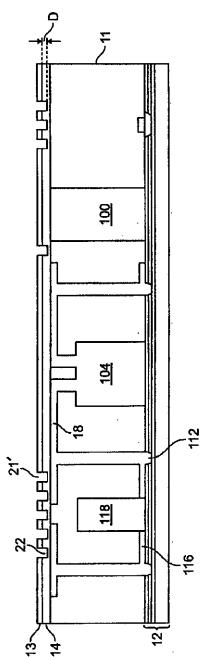


FIG. 17

【図 1 8】

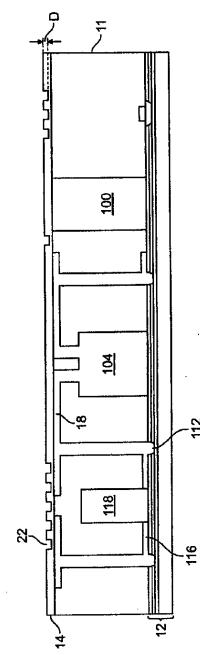


FIG. 18

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2009/057433
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01L 21/60(2006.01)i, H01L 41/053(2006.01)i		
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) H01L 21/60; B41J 2/045; B41J 2/055		
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 (Chinese Patents and application for patent)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords:transducer, membrane, hole, groove, surface, adhesive, and similar terms.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2007-0120896 A1 (STEPHENS et al.) 31 May 2007 See abstract, Figures 1-6 and claims 1-22	1-2 3-16
X A	JP 2005-138586 A (XEROX CORP) 02 June 2005 See abstract, Figures 1-10 and claims 1-19	1-2 3-16
A	US 2005-0099467 A1 (ANDREAS BIBL et al.) 12 May 2005 See abstract, Figures 1-7 and claims 1-64	1-16
<input 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 "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 13 APRIL 2010 (13.04.2010)	Date of mailing of the international search report 14 APRIL 2010 (14.04.2010)	
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 KIM, Jun Hak Telephone No. 82-42-481-5785 	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2009/057433

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007-0120896 A1	31.05.2007	BR PI0604980A EP 1795355 A1 JP 2007-152947 A KR 10-2007-0057037 A	09.10.2007 13.06.2007 21.06.2007 04.06.2007
JP 2005-138586 A	02.06.2005	BR PI0404831A CA 2486454 C CA 2486454-A1 CN 1613645 A CN 1613645 C0 DE 602004002827 D1 DE 602004002827 T2 EP 1529642 A1 EP 1529642 B1 US 2005-0093929 A1 US 7048361 B2	28.06.2005 15.04.2008 05.05.2005 11.05.2005 03.09.2008 30.11.2006 01.02.2007 11.05.2005 18.10.2006 05.05.2005 23.05.2006
US 2005-0099467 A1	12.05.2005	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(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,SE,SI,S,K,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,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 デプラバンダー, グレゴリー

アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州 03766 レバノン エトナ ロード 109

(72)発明者 ニストリカ, コリナ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95125 サンノゼ グレン エアリー アヴェニュー
1335

F ターム(参考) 2C057 AF22 AF93 AG44 AG53 AP25
3C081 BA45 BA48 BA55 CA32 EA35