

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-106172
(P2004-106172A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 8 1 B 3/00	B 8 1 B 3/00	
B 8 1 C 1/00	B 8 1 C 1/00	
B 8 2 B 3/00	B 8 2 B 3/00	
G O 1 N 37/00	G O 1 N 37/00 1 0 2	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2003-286395 (P2003-286395)	(71) 出願人	596170170 ゼロックス コーポレイション XEROX CORPORATION アメリカ合衆国 コネチカット州 スタン フォード、ロング・リッジ・ロード 80 0
(22) 出願日	平成15年8月5日(2003.8.5)	(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(31) 優先権主張番号	213059	(74) 代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
(32) 優先日	平成14年8月5日(2002.8.5)	(72) 発明者	トーマス ハンチェル アメリカ合衆国 94025 カリフォル ニア州 メンロ パーク アラメーダ デ ラス プルガス 3485 ナンバー6
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

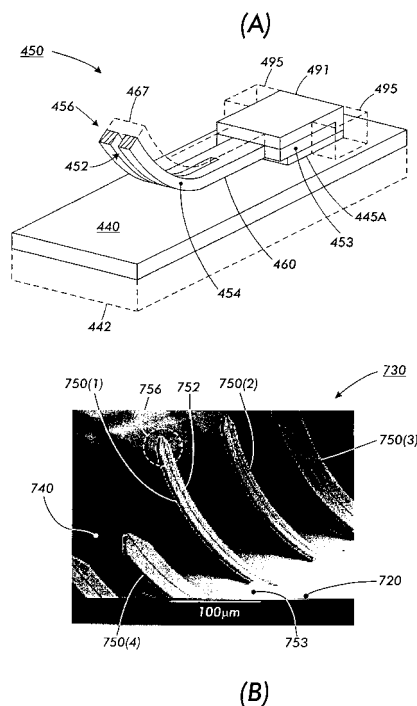
(54) 【発明の名称】 流体用導管、流体用導管を形成する方法、マイクロレイシステム、DPNシステム、流体回路、及びマイクロレイの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 マイクロレイシステム、つけペン式ナノリソグラフィシステム、流体回路及びマイクロ流体システムで使用可能な流体導管の提供。

【解決手段】 流体用導管は、基板440に取り付けられた固定部453と、基板440から離れる曲がり有するカンチレバー部454とを有するばねビーム460を含む。このばねビーム460は、該ばねビーム460のカンチレバー部454に沿って流体を運ぶための、カンチレバー部454の曲がりに対して略平行に延びる第1のチャネル452を定める。

【選択図】 図12



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に取り付けられた固定部と、前記基板から離れる曲がりを有するカンチレバー部とを有するばねビームを含む、流体用導管であって、前記ばねビームが、該ばねビームの前記カンチレバー部に沿って流体を運ぶための、前記カンチレバー部の前記曲がりに対して略平行に延びる第 1 のチャンネルを定める、流体用導管。

【請求項 2】

剥離材料層の上に、該剥離材料層に対して垂直な方向の内部応力勾配を有するばね材料膜を形成する工程と、

ばね材料アイランドを形成するために、前記ばね材料膜をエッチングする工程と、

前記ばね材料アイランドのカンチレバー部に、前記内部応力勾配に起因する前記剥離層の第 2 の部分から離れる曲がりを帯びさせるために、前記剥離材料層の第 1 の部分を前記ばね材料アイランドの前記カンチレバー部の下から除去する工程と、

前記ばねビームの前記カンチレバー部に沿って流体を運ぶための、前記カンチレバー部の前記曲がりに対して略平行に延びる第 1 のチャンネルを定める工程と、

を含む、流体用導管を形成する方法。

10

【請求項 3】

複数の流体サンプルを同時に分析するマイクロアレイシステムであって、

第 1 のパターンに配列された複数の試験位置を含む分析用集積回路 (IC) と、

基板に取り付けられた固定端部と、自由端部の曲がりに対して平行に延びる第 1 のチャンネルと、前記基板から離れる曲がりを有すると共に前記第 1 のチャンネルから液体を分配するための分配先端部で終端する前記自由端部と、を各々が有する複数のチャンネルばねプローブを含む分配アセンブリであって、前記複数のチャンネルばねプローブの前記分配先端部が、前記第 1 のパターンと略一致する第 2 のパターンに配列された、分配アセンブリと、

20

前記複数のチャンネルばねプローブの各々の前記分配先端部を、前記分析用 IC 上の前記複数の試験位置の 1 つと接触するよう配置するための配置システムと、

前記配置システムを制御すると共に前記分析用 IC によって供給されるデータを処理するためのコンピュータ/ワークステーションと、

を含むマイクロアレイシステム。

30

【請求項 4】

基板をパターンニングするためのつけペン式ナノリソグラフィ (DPN) システムであって、

基板を支持及び配置するための台と、

基板に取り付けられた固定端部と、自由端部の曲がりに対して平行に延びるチャンネルと、前記基板から離れる曲がりを有すると共に前記チャンネルから前記基板の上に液体を分配するための分配先端部で終端する前記自由端部と、を有する第 1 のチャンネルばねプローブを含むマイクロペンアセンブリと、

前記第 1 のチャンネルばねプローブの前記分配先端部を、前記基板と接触するよう配置すると共に、前記基板の上に所望のパターンをプリントするための配置システムと、

前記配置システムを制御するためのコンピュータ/ワークステーションと、

を有する DPN システム。

40

【請求項 5】

第 1 の面を有する第 1 の流体素子と、

前記第 1 の面に取り付けられた固定部と、前記第 1 の面から離れる曲がりを有する自由部と、前記チャンネルばねプローブの自由部に沿って流体を運ぶためのチャンネルとを有するチャンネルばねプローブと、

を有する流体回路。

【請求項 6】

複数のプリント用先端部を有するマイクロアレイの製造方法であって、

剥離材料層の上に、該剥離材料層に対して垂直な方向の内部応力勾配を有するばね材料

50

膜を形成する工程と、

複数のばね材料アイランドをアレイパターンに形成するために、前記ばね材料膜をエッチングする工程と、

前記剥離材料層の第2の部分から離れる曲がりを各々が有する複数のばねビームであって、前記複数のプリント用先端部の1つを各々が構成する複数のばねビームを形成するために、前記剥離材料層の第1の部分各前記ばね材料アイランドの前記カンチレバー部の下から除去する工程と、

を含む、マイクロアレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的には微小流体素子に関し、詳細にはこのような素子の液体操作プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

従来のマイクロアレイシステムを図1に示す。マイクロアレイシステム100は、パイオチップ120を支持するためのステージ110、XYZ位置決めシステム160に取り付けられるマイクロアレイ130、システムコントローラおよび測定データの処理に用いるコンピュータ/ワークステーション170を備えている。

20

【0003】

また、図2には、従来のつけペン式ナノリソグラフィ(DPN)システムを示す。DPNシステム200は、ウェーハ220を支持するステージ210、XYZ位置決めシステム260に取り付けられるマイクロペンアセンブリ230、およびシステムコントローラとして機能するコンピュータ/ワークステーション270を備えている。

【0004】

マイクロアレイシステム100のマイクロアレイ130と同様にDPNシステム200においても、マイクロペンアセンブリ230には金属ピンが用いられている。金属ピンの製造における困難性および高コスト化は、その利用を限られたものにしていく。

【0005】

従来の金属ピンに見られる製造上の困難性や高コスト化を招くことのないマイクロ流体導管の生産が可能であって、マイクロアレイやマイクロペンアセンブリ等のマイクロ流体素子に形成できることが必要とされている。

30

【特許文献1】米国特許第3,842,189号明細書

【特許文献2】米国特許第5,613,861号明細書

【非特許文献1】ジャンら(Zhang et al.)著、「高濃度平行付けペン式ナノリソグラフィプローブアレイを有するMEMSナノプロッター(A MEMS Nanoplotter With High-Density Parallel Dip-Pen Nanolithography Probe Arrays)」,インスティテュート・オブ・フィジックス・パブリッシング(Institute Of Physics Publishing),ナノテクノロジー(Nanotechnology)13,2002年,p.212-217

40

【非特許文献2】「電気化学的金属除去によるマイクロファブリケーション(Microfabrication By Electrochemical Metal Removal)」,IBM J. Res. Dev.,1998年9月4日,第42巻,第4号,p.655

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、設計された応力を有するばね材料フィルムを用いて形成される流体システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

上記課題を解決するための本発明の第1の態様が、基板に取り付けられた固定部と、前記基板から離れる曲がりを有するカンチレバー部とを有するばねビームを含む、流体用導管であって、前記ばねビームが、該ばねビームの前記カンチレバー部に沿って流体を運ぶための、前記カンチレバー部の前記曲がりに対して略平行に延びる第1のチャンネルを定める、流体用導管により提供される。

【0008】

また、本発明の第2態様が、剥離材料層の上に、該剥離材料層に対して垂直な方向の内部応力勾配を有するばね材料膜を形成する工程と、ばね材料アイランドを形成するために、前記ばね材料膜をエッチングする工程と、前記ばね材料アイランドのカンチレバー部に、前記内部応力勾配に起因する前記剥離層の第2の部分から離れる曲がりを帯びさせるために、前記剥離材料層の第1の部分を前記ばね材料アイランドの前記カンチレバー部の下から除去する工程と、前記ばねビームの前記カンチレバー部に沿って流体を運ぶための、前記カンチレバー部の前記曲がりに対して略平行に延びる第1のチャンネルを定める工程と、を含む、流体用導管を形成する方法により提供される。

10

【0009】

また、本発明の第3態様が、複数の流体サンプルを同時に分析するマイクロアレイシステムであって、第1のパターンに配列された複数の試験位置を含む分析用集積回路(IC)と、基板に取り付けられた固定端部と、自由端部の曲がりに対して平行に延びる第1のチャンネルと、前記基板から離れる曲がりを有すると共に前記第1のチャンネルから液体を分配するための分配先端部で終端する前記自由端部と、を各々が有する複数のチャンネルばねプローブを含む分配アセンブリであって、前記複数のチャンネルばねプローブの前記分配先端部が、前記第1のパターンと略一致する第2のパターンに配列された、分配アセンブリと、前記複数のチャンネルばねプローブの各々の前記分配先端部を、前記分析用IC上の前記複数の試験位置の1つと接触するように配置するための配置システムと、前記配置システムを制御すると共に前記分析用ICによって供給されるデータを処理するためのコンピュータ/ワークステーションと、を含むマイクロアレイシステムにより提供される。

20

【0010】

また、本発明の第4態様が、基板をパターニングするためのつけペン式ナノリソグラフィ(DPN)システムであって、基板を支持及び配置するための台と、基板に取り付けられた固定端部と、自由端部の曲がりに対して平行に延びるチャンネルと、前記基板から離れる曲がりを有すると共に前記チャンネルから前記基板の上に液体を分配するための分配先端部で終端する前記自由端部と、を有する第1のチャンネルばねプローブを含むマイクロペンアセンブリと、前記第1のチャンネルばねプローブの前記分配先端部を、前記基板と接触するように配置すると共に、前記基板の上に所望のパターンをプリントするための配置システムと、前記配置システムを制御するためのコンピュータ/ワークステーションと、を有するDPNシステムにより提供される。

30

【0011】

また、本発明の第5態様が、第1の面を有する第1の流体素子と、前記第1の面に取り付けられた固定部と、前記第1の面から離れる曲がりを有する自由部と、前記チャンネルばねプローブの自由部に沿って流体を運ぶためのチャンネルとを有するチャンネルばねプローブと、を有する流体回路により提供される。

40

【0012】

また、本発明の第6態様が、複数のプリント用先端部を有するマイクロアレイの製造方法であって、剥離材料層の上に、該剥離材料層に対して垂直な方向の内部応力勾配を有するばね材料膜を形成する工程と、複数のばね材料アイランドをアレイパターンに形成するために、前記ばね材料膜をエッチングする工程と、前記剥離材料層の第2の部分から離れる曲がりを各々が有する複数のばねビームであって、前記複数のプリント用先端部の1つを各々が構成する複数のばねビームを形成するために、前記剥離材料層の第1の部分を各前記ばね材料アイランドの前記カンチレバー部の下から除去する工程と、を含む、マイクロアレイの製造方法により提供される。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図3は、本発明の実施形態によるマイクロアレイシステム300Aの斜視図である。マイクロアレイシステム300Aは、分析用IC(analytical IC)320Aを支持するための台310Aと、配置サブシステム370Aに取り付けられた分配アセンブリ330Aと、システムコントローラ及び測定データプロセッサとして作用するコンピュータ/ワークステーション380Aとを含む。分析用IC320Aは、面ベースの分析能力を提供するバイオチップ又は他の任意のタイプのICで構成できる。配置サブシステム370Aは、コンピュータ/ワークステーション380Aによって供給された制御信号にตอบสนองして、分析用IC320A上のアレイパターンに試験溶液サンプルを収集し、及び分析用IC320A上にアレイパターンに分配するために、分配アセンブリ330Aを移動させる。配置サブシステム370Aは、分析用IC320A上に試験サンプルを分配するために必要な全ての配置操作を行うことができ、或いは、台310Aは、分析用IC320Aと分配アセンブリ330Aとを位置揃えするための付加的な配置能力を含んでもよい。試験サンプルが分配されたら、分析用IC320Aは、平行分析を行い、その結果を更に処理するためにコンピュータ/ワークステーション380Aに供給する。従って、マイクロアレイシステム300Aは、図1に示されるマイクロアレイシステム100と略同様であるが、但し、金属ピンベースのマイクロアレイ130が、チャンネルばねプローブベースの分配アセンブリ330Aと置き換えられている。

10

【0014】

分配アセンブリ330Aは、基板340A上にアレイ状に整列した複数のチャンネルばねプローブ350Aを含む。上述したように、チャンネルばねプローブ350Aは、マイクロアレイシステム100のプリント用先端部150よりも遙かに経済的に製造可能であり、かなり向上した精度及び設計の柔軟性を提供できる。各チャンネルばねプローブ350Aは、チャンネルばねプローブの曲りに平行に延びるチャンネル351Aを含む。チャンネル351Aは、毛管作用によって試験溶液がチャンネルに沿って引かれるサイズである。任意のチャンネルばねプローブ350Aが液源と接触するように配置されると、液体がチャンネル351Aに引き込まれる。任意のチャンネルばねプローブ350Aの先端部が分析用IC320Aの表面と接触するように配置されると、ある量の液体がチャンネル351Aからバイオチップ320A上に付着する。これらの液体引込み動作と分配動作との間、液体は、毛管作用及び表面張力の力により、チャンネル351A内に保持される。各チャンネル351Aに沿って形成されたオプションのリザーバ352Aは、チャンネルばねプローブ350Aの液体貯蔵容量を増加させることができる。各チャンネルばねプローブ350Aは、先細の先端部及び単一のチャンネルを有するように示されているが、本発明の実施形態によるチャンネルばねプローブは、後述するように、任意の数の異なる先端部及びチャンネル構成を含むことができる。例えば、チャンネルばねプローブ350Aの各チャンネル351Aは、分配アセンブリ330Aが分析用IC320A上に混合溶液を分配できるようにする2つのチャンネルを表してもよい。

20

30

【0015】

図4は、本発明の別の実施形態による、つけペン式ナノリソグラフィ(DPN)システム300Bの斜視図である。DPNシステム300Bは、基板320B(ウエハ等)を支持するための台310Bと、XYZ配置サブシステム370Bに取り付けられたマイクロペンアセンブリ330Bと、システムコントローラとして作用するコンピュータ/ワークステーション380Bとを含む。マイクロペンアセンブリ330Bは、取り付け台340Bに取り付けられた1つ以上のチャンネルばねプローブ350Bを含む。XYZ配置サブシステム370Bは、コンピュータ/ワークステーション380Bによって供給された制御信号にตอบสนองして、ウエハ320B上に所望のパターンをプリントするために、マイクロペンアセンブリ330Bを移動させる。チャンネルばねプローブ350Bの(チャンネルばねプローブ350Bの曲りに平行な)チャンネル351B及びオプションのリザーバ352Bは、ウエハ320B上にプリント溶液を施すのを可能にする。従って、DPNシステム3

40

50

00Bは、図2に示されるDPNシステム200と略同様であるが、但し、金属ピンベースのマイクロペンアセンブリ230が、チャンネルばねプローブベースのマイクロペンアセンブリ330Bと置き換えられており、ここでも、チャンネルばねプローブに伴うコスト及び設計の長所を提供する。

【0016】

図5は、本発明の別の実施形態による、流体回路300Cの概略図である。回路300Cは、微小流体の液体ブロック(microfluidic liquid volumes)を用いた又は組み込んだ任意の素子で構成可能な流体素子320C(1)及び320C(2)を含む。流体素子320C(1)及び320C(2)は、流体分析用に設計されたバイオチップ又は他の分析用集積回路(IC)で構成可能である。流体素子320C(1)は、液体の収集及び分配のためのそれぞれのチャンネルばねプローブ350C(1)及び350C(2)と、面内流体経路指定用のマイクロチャンネルネットワーク321Cと、流体を貯蔵するためのオブシヨンのリザーバ322Cとを含む。チャンネルばねプローブ350C(1)の自由端部が外部供給容器390C内の液体391Cと接触するように配置され、毛管作用の力によって、液体391Cの一部が、チャンネルばねプローブ350C(1)の曲がりと平行に延びるチャンネル351C(1)内に引き込まれる。この引き込まれた液体を、オブシヨンのリザーバ322Cに蓄積するか、又は、マイクロチャンネルネットワーク321Cへと通過させることができる。次に、マイクロチャンネルネットワーク321Cは、流体素子320C(1)内の適切な場所へと、液体の経路を指定する(チャンネルばねプローブ350C(2)内のチャンネル351C(2)への経路指定を含む)。チャンネルばねプローブ350C(2)の曲がりと平行に延びるチャンネル351C(2)により、液体を、チャンネルばねプローブ350C(2)の先端部から流体素子320C(2)上に分配できる。

10

20

【0017】

図6(A)~図6(D)、図7(A)~図7(C)、並びに図8(A)及び図8(B)は、本発明の別の実施形態による、図3、図4及び図5に示されているチャンネルばねプローブ350A、350B及び350C等のチャンネルばねプローブの製造に用いられる一般的な製造プロセスを示す、簡略化した側面断面図である。

【0018】

図6(A)を参照すると、この製造プロセスは、ウエハ440上に剥離層445を形成することから開始する。基板440は、選択された基板材料(例えば、ガラス、石英、シリコン(Si)、サファイア、酸化アルミニウム、又は適切なプラスチック)から形成される。一実施形態では、剥離層445は、基板440に付着させられたSi、窒化シリコン組成物(SiNx)、酸化シリコン組成物(SiOx)又はチタニウム(Ti)の1つ以上を含む。後述するように、剥離材料は、剥離後も、チャンネルばねプローブが剥離層445の一部を介して基板440に接続されたままになるように、選択される。別の実施形態では、ばねプローブを基板440に接続するよう作用する剥離材料に隣接する分離型のアンカーパッドが別個に形成される。このように別個に形成されたアンカーパッドは、チャンネルばねプローブ/基板の接続の強度を増加し得るものであるが、このようなアンカーパッドを形成すると、プロセスの工程数が増加し、それにより、プローブの総製造コストが増加する。別の実施形態では、基板440の基板材料自体が剥離層として用いられてもよい(即ち、別個の剥離材料付着プロセスは用いられず、図5のチャンネルばねプローブ350C(1)及び350C(2)に示されるように、チャンネルばねプローブ450が基板440に直接接続される)。

30

40

【0019】

図6(B)に示されるように、公知のプロセス技術を用いて、剥離層445上に、成長方向に内部応力差を含むよう設計された応力を有する(ばね材料)膜465が形成される。一実施形態では、設計された応力を有する膜465は、最下部(即ち、剥離材料層440に隣接)が上部よりも高い内部圧縮応力を有するように形成され、それにより、基板440から離れるように曲がるバイアスを生じる内部応力差が形成される。設計された応力を有する膜465にこのような内部応力差を生じる方法は、例えば、米国特許3,842

50

、189（異なる内部応力を有する2つの金属を付着する）及び米国特許5,613,861（例えば、プロセスパラメータを変えつつ単一の金属をスパッタリングする）で教示されており、それらを参照して本明細書に援用する。一実施形態では、設計された応力を有する膜465は、ばね構造の形成に適した1つ以上の金属（例えば、モリブデン（Mo）、「モリクローム」合金（MoCr）、タングステン（W）、チタニウム-タングステン合金（Ti:W）、クロミウム（Cr）及びニッケル（Ni）の1つ以上）を含む。別の実施形態では、設計された応力を有する膜465は、Si、窒化物、酸化ケイ素、炭化物又はダイヤモンドを用いて形成される。後で更に詳しく説明するが、設計された応力を有する膜465の厚さは、幾分は、選択されたばね材料、所望のばね定数、及び最終的なばねビーム構造の形状によって決定される。

10

【0020】

図6(C)、図9(A)~図9(D)、及び図10(A)~図10(D)を参照すると、細長いばねマスク446（例えばフォトレジスト）が、設計された応力を有する膜465の選択された部分を覆うようにパターンニングされる。ばねマスク446は、所望のチャンネルばねプローブの形状に形成され、様々な先端部、チャンネル及び取り付け領域の構成を含んでよい。ばねマスク446のプリントに使用可能な良好に特徴づけられたリソグラフィプロセスは、ばねマスク446の実際のジオメトリーに大きな柔軟性を可能にする。図9(A)は、本発明の一実施形態によるばねマスク446の平面図を示す。ばねマスク446は、一端部にプローブ先端部領域446-Aを含み、他端部に取り付け領域446-Bを含み、プローブ先端部領域446-Aと取り付け領域446-Bとの間にチャンネル領域446-Cを含む。チャンネル領域446-Cのサイズは、最終的なチャンネルばねプローブに形成されて得られたチャンネルが、チャンネルばねプローブによって収集、貯蔵又は分配される液体に、必要な毛管作用を与えるサイズである。図9(A)は、ばねマスク446の、チャンネルばねプローブが基板440から剥離される部分に対応する部分である、剥離領域446-Dを示す。

20

【0021】

チャンネル領域446-Cはプローブ先端部領域446-Aと重なって示されているが、本発明による別の実施形態では、チャンネル領域446-Cが取り付け領域446-B内に延びていてもよい。図9(B)は、剥離領域446-Dを通して取り付け領域446-B内に延びるチャンネル領域446-C(1)を示している。オプションの狭い領域447は、最終的なチャンネルばねプローブのために柔軟性が高い領域を設けるために含まれている（尚、狭い領域447は、説明の目的で、剥離領域446-Dと取り付け領域446-Bとが合う場所に示されているが、狭い領域447は、剥離領域446-Dに沿った任意の場所に配置可能である）。最終的なばねチャンネルプローブに意図される用途に従って、チャンネル領域446-Cに他の変形を行うことが可能である。例えば、図9(C)は、本発明の別の実施形態によるチャンネル領域446-C(2)を示している。チャンネル領域446-C(2)の内側の端部は、最終的なチャンネルばねプローブのリザーバ要素を作るためのリザーバ領域520に接続されている。得られるリザーバ要素はチャンネルの幅よりも広いので、チャンネル領域446-C(2)の流体保持容量は増加する。リザーバ領域520は、剥離領域446-D内に配置されて示されているが、破線で示されるように、これを取り付け領域446-B内に配置することもできる。

30

40

【0022】

本発明は、チャンネルばねプローブ内に複数のチャンネルを形成することも可能にする。例えば、図9(D)は、本発明の別の実施形態による、チャンネル領域446-C(3)及び446-C(4)を有するばねマスク446の部分を示している。図9(B)及び図9(C)に関して上述したチャンネル領域と同様に、チャンネル446-C(3)及び446-C(4)は、リザーバ要素を含むことができ、それに加えて/又は、破線で示されるように、取り付け領域446-B内に延びることができる。

【0023】

これと同様の構成の柔軟性は、図9(A)に示されている取り付け領域446-B及び

50

プローブ先端部領域 446 - A にも適用される。図 9 (A) ~ 図 9 (D) では略長方形の領域として示されているが、取り付け領域 446 - B は任意の数の形状をとることができる。図 10 (A) は、本発明の別の実施形態による取り付け領域 446 - B (1) を示す。取り付け領域 446 - B (1) は剥離領域 446 - D と同じ幅を有し、均一な幅を有する直線状 (即ち均一な幅の) チャンネルばねプローブを生じる。V 字型、U 字型、J 字型及び L 字型構成を含むがこれらに限定されない、他の様々な取り付け領域構成が可能である。図 10 (B) は、チャンネル領域 446 - C (5) の経路指定の拡大を可能にするために拡大された取り付け領域 446 - B (2) を示しており、これは、単一のリソグラフィプロセス工程による、面外流体経路指定チャンネル及び面内流体経路指定チャンネルの両方の形成を可能にする。

10

【0024】

同様に、プローブ先端部領域 446 - A は、所望のチャンネルばねプローブを形成するのに必要な任意の構成をとることができる。例えば、図 10 (C) は、本発明の別の実施形態による、プローブ先端部領域 446 - A (1) を示している。図 9 (A) の鈍いプローブ先端部領域 446 - A とは対照的に、プローブ先端部領域 446 - A (1) は、チャンネル領域 446 - C の各側に先細の先端部を設ける面取り部 501 及び 502 を含む。この先細の先端部構成は、得られるチャンネルばねプローブの先端部の (プリント) エッジに沿った流体の移動を減らすことができ、平たい先端部構成を有する類似のチャンネルばねプローブで可能な線よりも細い流体の線を分配できるようにする。

【0025】

図 10 (D) は、本発明の別の実施形態による、プローブ先端部領域 446 - A (2) を示している。プローブ先端部領域 446 - A (2) は、面取り部 501 及び 502 を含むだけでなく、チャンネル領域 446 - C の端部を閉じる尖った先端部 505 も含む。尖った先端部 505 のサイズ及びチャンネル領域 446 - C の端部からの距離を適切にすると、得られるチャンネルばねプローブ内の流体が、チャンネル領域から尖った先端部の頂点まで運ばれ、非常に細い流体の線を分配できるようになる。本発明の実施形態によれば、チャンネル領域 446 - C は、尖った先端部 505 の頂点から 1 ~ 3 μm 以下の位置で終端することも可能である。

20

【0026】

チャンネルばねプローブの製造プロセスに戻ると、図 6 (D) は、ばねアイランド 465 - 1 を形成するために、1 つ以上のエッチング液 480 を用いてエッチングされている、ばねマスク 446 を囲む、設計された応力を有する膜 465 の露出部分を示している。なお、このエッチングプロセスは、ばね材料アイランド 465 - 1 を囲む剥離層 445 の限定的なエッチングが生じるように行われる。一実施形態では、設計された応力を有する膜 465 の露出部分を除去するために、エッチング工程は、例えば、MoCr ばね金属層を除去するために硝酸セリウムアンモニウム溶液を用いるなどの、ウェットエッチングプロセスを用いて行われてもよい。別の実施形態では、設計された応力を有する膜 465 及び剥離層 445 の露出部分の上面のエッチングに、異方性ドライエッチングが用いられる。この実施形態は、例えば、Mo ばね金属及び Si 又は Ti 剥離層を用いて行われてもよい。Mo、Si 及び Ti の全ては、反応性フッ素プラズマ中でエッチングされる。ばね材料膜をドライエッチングする長所は、それにより、より細かい形状及びより鋭い先端部を有するチャンネルばねプローブを容易に得られることである。反応性プラズマ中でエッチングされない材料には、アルゴンイオンミリング等の物理的イオンエッチング法により、更に異方性のエッチングを施してもよい。別の可能な実施形態では、本明細書に参照して援用する IBM J. Res. Dev. Vol. 42, No. 4 (1998 年 9 月 4 日) の 655 頁に記載されている電気化学的エッチングプロセスを用いて、エッチング工程を行うことができる。多くの更なるプロセスの変形及び材料の置換も可能であり、ここに与えた例に限定的な意図はない。

30

40

【0027】

図 7 (A) は、ばねマスク 446 (図 6 (D)) が除去された後の、ばね材料アイラン

50

ド465-1及び剥離層445を示している。この時点で、図7(B)に示されるように、ばね材料アイランド465-1に、オプションのチャンネル領域パターンング466が形成されてもよい。チャンネル領域パターンング466は、ばね材料アイランド465-1に二次的なチャンネル要素を形成することを可能にする。ばね材料アイランド465-1にチャンネル要素が既にパターンングされている場合は、オプションのチャンネル領域パターンング466は必要ないが、それでも、ばね材料アイランド465-1に統合される要素に変形又は追加するために二次的チャンネル要素を用いることもできよう。或いは、この付加的なチャンネル領域パターンングを、ばね材料アイランド465-1の適切な部分が基板440から剥離された後で行うこともできる(図8(A)に関して後述する)。

【0028】

図7(C)では、ばね材料アイランド465-1の第1の部分465-1Aの上に、剥離マスク450が形成される。剥離マスク491は、ばね材料アイランド465-1の第2の部分465-1B及びその周囲の剥離層445の部分を露出する剥離窓RWを定める。剥離マスク491は、第1の部分465-1Aを基板440に更に固定するためのストラップ構造としても作用する。本発明の一実施形態では、剥離マスク491はフォトレジストを用いて形成される。本発明の別の実施形態では、適切な金属又はエポキシを用いてもよい。本発明の別の実施形態によれば、剥離マスク491は、剥離層445及び/又はばね材料アイランド465-1の第1の部分465-1Aを適切にパターンングすることで除去されてもよい。

【0029】

この時点で、後で立ち上がる構造(即ち、図8(A)に示されているばねビーム(梁)460)の損傷を防止するために、基板440を(例えばダイシング線DL1及びDL2に沿って)ダイシングしてもよい。オプションの粘着性のダイシングテープ441を用いて、ダイシング中及びダイシング後の基板の移動を防止してもよい(即ち、ダイシングブレードは基板440(及びその上の剥離層445の部分)のみを切断し、その下の粘着テープ441は切断しない)。或いは、基板440から部分465-1Bを剥離した後にダイシングを行ってもよい。このような場合、ダイシング中に剥離されたビームを保護することが望まれる場合には、レジスト又はワックスを用いたビームのパッシベーション(不動態化)を用いてもよい。

【0030】

図8(A)では、剥離エッチング液481(例えば、緩衝化酸化物エッチング(buffered oxide etch))を用いて、剥離層445の一部を、ばねアイランド465-1の露出部分(即ち、第2の部分465-1B)の下から選択的に除去し、湾曲したばねビーム460を形成する。露出した剥離材料を除去すると、(上述した)設計された応力を有する膜の形成中に作られた内部応力の偏差に応じて、ばねビーム460のカンチレバー部454が基板440から離れるように曲がる。ばねビーム460の固定端部453は、剥離マスク491で保護された剥離材料(支持)部445Aによって基板440に固定されたままである。或いは、剥離マスク491は、剥離後に、ばねビーム460の固定端部453から除去されてもよい。チャンネル領域パターンング466が先に(例えば図7(B)において)形成されていない場合には、この時点で(即ち剥離後に)、ばねビーム460にオプションのチャンネル領域パターンング466を形成してもよい。チャンネル領域パターンング466が存在する場合には、図8(B)に示されている完成したチャンネルばねプローブ450の実際のチャンネル構造467を形成するために、追加の付着プロセス(1回又は複数回)を行ってもよい(先に述べたように、ばねビーム460の内部にチャンネル要素を定めても(即ち、統合しても)よく、この場合には、ばねプローブ450にはチャンネル構造467は必要ない)。

【0031】

チャンネル構造467の形成は、図11(A)~図11(C)に詳細に示されている。図11(A)は、図8(A)に示されている中間プローブ先端部455の正面図を示しており、チャンネル領域パターンング466が、ばねビーム460の所望の部分の上に存在する

10

20

30

40

50

。チャンネル領域パターンニング466は、ハードマスク（例えばハードレジスト）又は、続いて形成されるチャンネル構造を除去することなく除去可能な他の任意の材料で構成可能である。図11(B)では、ばねビーム460の、チャンネル領域パターンニング466によってマスクされていない部分に、チャンネル構造467が形成され、チャンネル領域パターンニング466を除去するために、レジストストリップ（剥離剤）482が適用される。図11(C)には、得られたプローブ先端部456（図8(B)より）の正面図が示されており、以前にはチャンネル領域パターンニング466が占めていた隙間が、チャンネル468になっている。チャンネル領域パターンニング466及びチャンネル構造467に対しては、図13(A)～図13(D)、図14(A)～図14(C)、及び図15(A)に関して説明する、他の様々なジオメトリが可能である。本発明の実施形態によれば、チャンネル構造467を、ばねビーム460の上に電気めっきすることができる。本発明の別の実施形態によれば、チャンネル構造467を形成するために、他の様々な材料（例えば、酸化物、窒化物、有機材料（炭化物）等）及びプロセス（例えば、スパッタリング、エバポレーション、化学蒸着（CVD）、スピニング等）を用いることができる。チャンネル構造は、ばねビーム460の剥離高さを減少させ得るビーム負荷を生じるが、基板440からばねビーム460を剥離する前（即ち、図7(C)に示されているばねアイランド465-1上）に、チャンネル構造（467）を形成することも可能である。

10

【0032】

図8(B)に戻ると、本発明の一実施形態により、基板440は、オプション流体経路444で示されるような、一体化された流体経路を含むことが可能である。このような一体化流体経路を既に含む基板上に、チャンネルばねビームを形成して、新型の流体経路指定システムの構造を簡略化することができる。例えば、更なる機械的支持及び/又は界面要素を設けるために、オプションの支持構造442を、基板440に取り付けることができる。支持構造442は、チャンネルばねプローブ450に液体を供給するための、オプションの流体リザーバ443を含むことができる。このような状況では、基板440は、チャンネルばねプローブ450のチャンネルと支持構造442のリザーバ443とを接続する、予め形成された一体化パイア（流体経路444）を含んでもよい。流体リザーバ443は、ばねチャンネルプローブ450に液体を供給するか、又は、ばねチャンネルプローブ450によって集められた液体を貯蔵してもよい。

20

【0033】

本発明の別の実施形態によれば、ばねビーム460（及びチャンネル構造467）の任意の露出部を覆う、パラリン又は酸化物等のオプションの保護コーティング461（破線で示す）を形成することができる。本発明の別の実施形態によれば、FIB、EBD、カーボン・ナノチューブ成長等の方法を用いて、剥離前のばねビーム460の表面に付着させた材料をエッチングすることにより、又は、剥離後に取り付けることによって、オプションの二次的先端部469を、ばねビーム460の端部に形成する又は取り付けすることができる。本明細書に参照して援用する、2002年4月30日に出願された、トーマス・ハンチエルら（Thomas Hantschel et al.）の「ばねプローブ及び作動/検出構造を有する走査プローブシステム（Scanning Probe System with Spring Probe And Actuation/Sensing Structure）」という名称の、共有の同時係属出願の米国特許出願第10/136,258号に、二次的先端部の様々な構成がより完全に記載されている。

30

40

【0034】

図12(A)は、図8(B)の完成したチャンネルばねプローブ450の斜視図である。このチャンネルばねプローブ450は、図3に示されているマイクロアレイシステム300A、図4に示されているDPNシステム300B、及び図5に示されている流体回路300C等の任意の流体システムで使用できる。チャンネルばねプローブ450は、図6(A)～図6(D)、図7(A)～図7(C)、並びに図8(A)及び図8(B)に関して説明したプロセスの後で又はプロセスと共に形成可能な、オプションの操作モジュール495も含む。操作モジュールは、ばねビーム460に隣接するか又は取り付けられてもよく、チャンネルばねプローブ450に、アクチュエータ、ヒータ、温度センサ、応力センサ、光

50

学検出器、偏向センサ、薬品センサ、及び（作動、信号処理等を制御するための）集積電子回路等の付加的な機能性を与えるための、様々な構造を含むことが可能である。例えば、（図3に示されているマイクロアレイ330Aや図4に示されているマイクロペンアセンブリ330B等の）チャンネルばねプローブアレイ中の各チャンネルばねプローブは、全てのチャンネルばねプローブの先端部の位置揃えを補助するためのアクチュエータ及び偏向センサを含むことができる。

【0035】

例えば、図16(A)～図16(C)は、それぞれ、基板940上に形成された、ばねビーム960の両側からオフセットして平行に延びる第1の細長い電極部995(A)及び第2の細長い電極部995(B)を含む作動電極構造を組み込んだ、チャンネルばねプローブ950を示す平面図、側断面図、及び端面図である。細長い電極部995(A)及び995(B)の各々は、ばねビーム960の固定端部953に隣接して位置する比較的幅広の部分996と、プローブ先端部956に隣接して位置する比較的細い部分997とを含む先細の形状を有する。本発明者は、先細の電極部995(A)及び995(B)が、先細の電極設計に固有の（長さに沿った）電界強さの減少により、ばねビーム960の長さに沿って及ぼされる力を低減し、それによって、ばねビーム960の安定した「ローリング/ジッパー（rolling/zipper）」動作（図17(A)～図17(C)を参照して後述する）を容易にすると判断した。先細の電極部995(A)及び995(B)をばねビーム960からオフセットする（即ち、ばねビーム960の両脇に取り付ける）ことにより、プローブ先端部956の完全な撓みを達成するのに必要な作動電圧が最小限になる。他の静電気作動電極パターンは、共有の同時係属出願の米国特許出願第10/136,258号に記載されている。ばねビーム960は、図16(A)に示されるような、ばねビーム960を撓ませるのに必要な力を低減するための、オプションの狭い部分947を含んでもよい。ばねビーム960は、同様の効果を与えるための、図16(B)に示されるような柔軟性が高められた部分948を含んでもよい。柔軟性が高められた部分948は、ばねビーム960を局所的に薄くすること、又はばねビーム960に局所的により軟質の材料を統合することを含む、様々な方法で形成できる。図16(A)の細い部分947及び図16(B)の柔軟性が高められた部分948は、カンチレバー部954に沿った任意の位置に配置可能である。

【0036】

図17(A)～図17(C)は、ばねビーム960の「ローリング/ジッパー」動作を示す側断面図である。図17(A)を参照すると、電圧源901によってばねビーム960及び細長い電極995(A)及び995(B)に比較的小さな電圧信号が印加されると、カンチレバー部954は実質的にそのバイアスされていない位置にとどまる（即ち、チャンネルばねプローブの設計によって決定された形状に湾曲する）。図17(B)に示されるように、電圧源901によって生じる印加電圧が増加すると、カンチレバー部954は、基板940に向かうように作動されてまっすぐになり、それによってばねビーム960が「広がる」。図17(C)に示されるように、電圧源901によって生じる印加電圧が十分な大きさの値に達すると、ばねビーム960は、先端部956が基板940に当接するまで更に広がる。この作動能力は、チャンネルばねプローブを組み込んだ素子の機能性を実質的に改良できる。例えば、図3に示されているマイクロアレイ330Aでは、個々のチャンネルばねプローブ350Aを、基板340Aに向かうよう作動させることにより、「オフにする」ことができる。同様に、図4に示されているマイクロペンアセンブリ330Bの個々のチャンネルばねプローブを、基板340Bに向かうよう（及びそこから離れるよう）作動させることにより、オフ及びオンにすることができる。

【0037】

図12(B)は、本発明者によって、上述の製造プロセスを用いて製造された、実際のチャンネルばねプローブアレイ730を示す拡大写真である。チャンネルばねプローブアレイ730は、基板740から離れるように湾曲したチャンネルばねプローブ750(1)、750(2)、750(3)及び750(4)を含む（他にもあるが、明確にするためにこ

10

20

30

40

50

ここではラベルづけしない)。チャンネルばねプローブ750(1)~750(4)の各々は、固定端部753において基板740に取り付けられており、図12(A)に関して上述したように、チャンネルを含む。例えば、チャンネルばねプローブ750(1)は、(図10(D))に関して説明したプローブ先端部領域446-A(1)によって定められるような)先細のプローブ先端部756を貫通して延びるチャンネル752を含む。図9(B)及び図9(C)に関して上述したように、チャンネル752は固定端部753内へと延び、リザーバ753内で終端する。

【0038】

図12(A)に戻るが、ばねビーム460内のチャンネル452には、オプションのチャンネル構造467のチャンネル要素によって補われる又は置き換えられることも可能なチャンネル452も含まれる(明確化のために、簡単に破線部分のブロックで示す)。従って、プローブ先端部456は、様々な形状をとることが可能である。例えば、図13(A)は、本発明の一実施形態によるプローブ先端部456(1)の正面図を示している。プローブ先端部456(1)は、ばねビーム460及びチャンネル構造467(1)によって定められるチャンネル452(1)を含む。チャンネル構造部467(1)-A及び467(1)-Bは、ばねビーム部460-A及び460-Bをそれぞれ覆うように直接配置され、それにより、ばねビーム460に含まれるチャンネルの高さが増加する。

10

【0039】

図13(B)は、本発明の別の実施形態によるプローブ先端部456(2)の正面図を示している。ばねビームの既存のチャンネルに追加するのではなく、プローブ先端部456(2)のチャンネル構造467(2)は、いかなるチャンネル要素も含まないばねビーム460(1)(即ち、「何もない」ばねビーム)の上に形成される。従って、チャンネル468(1)は、チャンネル構造部467(2)-A及び467(2)-Bによって全体を定められる。

20

【0040】

図13(C)は、本発明の別の実施形態によるプローブ先端部456(3)の正面図を示している。プローブ先端部456(3)では、何もないばねビーム460(1)の上に形成されたチャンネル構造467(3)は、完全に囲まれたチャンネル468(2)を定める。チャンネル構造467(3)は、例えば、図11(A)に示されるように、チャンネル領域パターンングを完全に覆うようにめっきすることによって形成されてもよい。チャンネル468(2)は全ての辺を囲まれているので、流体の出入りは、チャンネル468(2)の両端部を通してのみ可能であり、流体の汚染のリスクを最小限にできると共に、チャンネル468(2)内に保持された液体のより確かな輸送を提供する。

30

【0041】

図13(D)は、本発明の別の実施形態によるプローブ先端部456(4)の正面図を示している。チャンネル構造467(4)は、何もないばねビーム460(1)の上にチャンネル構造部467(4)-A、467(4)-B及び467(4)-Cを配置することにより、チャンネル468(3)及び468(4)を定める。この原理を用いて、チャンネルばねプローブに任意の数のチャンネルを形成してもよい。

【0042】

図14(A)は、本発明の別の実施形態による、複数のチャンネルを含むプローブ先端部456(5)の正面図を示している。プローブ先端部456(5)は、何もないばねビーム460(1)の上面及び底面に、チャンネル構造467(5)及び467(6)をそれぞれ含む。チャンネル構造467(5)は、ばねビーム460(1)の上面上にチャンネル468(5)を定めるチャンネル構造部467(5)-A及び467(5)-Bを含み、一方、チャンネル構造467(6)は、ばねビーム460(1)の底面上にチャンネル468(6)を定めるチャンネル構造部467(6)-A及び467(6)-Bを含む。プローブ先端部456(5)は、(チャンネル構造467(5)に対して用いた破線で示唆されるように)チャンネル構造467(6)のみを含んでもよく、それにより、ばねビーム460(1)の底面のみにチャンネル(即ちチャンネル468(6))が設けられてもよい。

40

50

【0043】

図14(B)は、本発明の別の実施形態による、複数の囲まれたチャンネルを含むプローブ先端部456(6)の正面図を示している。プローブ先端部456(6)は、何もなければねビーム460(1)の上面及び底面に、チャンネル構造467(7)及び467(8)をそれぞれ含み、それにより、完全に囲まれたチャンネル468(7)及び468(8)をそれぞれ定める。プローブ先端部456(6)は、(チャンネル構造467(7)に対して用いた破線で示唆されるように)チャンネル構造467(8)のみを含んでもよく、それにより、ばねビーム460(1)の底面のみにチャンネル(即ちチャンネル468(8))が定められてもよい。

【0044】

上述したタイプのチャンネル構造で作られたチャンネル要素は、(図9(C)及び図9(D)に関して説明したような)任意のリザーバ要素、又は、ばねビームの表面上に所望される他の構成を含むことが可能である。例えば、図14(C)は、本発明の別の実施形態による、プローブ先端部456(7)の平面図を示している。プローブ先端部456(7)は、チャンネル468(9)及び横断チャンネル469-A、469-B及び469-Cを定める、何もなければねビーム460(1)上に配列されたチャンネル構造部467(9)-A~467(9)-Hを含む。横断チャンネル469-A、469-B及び469-Cは、チャンネル468(9)に対して垂直であり、ばねビーム460(1)幅にわたって延びる。プローブ先端部468(9)が略先細の端部を有するように、チャンネル構造部467(9)-A及び467(9)-Eは角度がつけられている。このような構成は、横断チャンネル469-A、469-B及び469-Cが、増加した流体分配容量を提供する、例えば、穴あき(puncture)用途で使用できる。図15(A)は、プローブ先端部456(7)の側面図であり、ばねビーム460(1)の表面に沿って離間された横断チャンネル469-A、469-B及び469-Cを示している。

【0045】

図15(B)は、本発明の別の実施形態による、横断チャンネルを有するプローブ先端部456(8)の平面図を示している。プローブ先端部456(8)は、図14(C)及び図15(A)に示されているプローブ先端部456(7)と略同様であるが、但し、プローブ先端部456(7)のチャンネル構造部467(9)-A及び467(9)-Eが、尖った先端部467(9)-Jを含む単一のチャンネル構造部467(9)-Iと置き換えられている。尖った先端部467(9)-Jは、プローブ先端部456(8)の端部でチャンネル468(10)を閉じている。図10(D)で説明したように、尖った先端部467(9)-Jは、プローブ先端部456(8)に更なる安定性及び突き通す能力を与えつつ、依然としてチャンネル468(10)への及びチャンネル468(10)からの流体の輸送を可能にする。

【0046】

本発明を複数の実施形態と結びつけて説明したが、本発明は、開示された実施形態に限定されず、当業者には明らかな様々な変形が可能であることを理解されたい。例えば、ばねビーム(又は、Formfactor, Inc.が製造しているようなボンディングワイヤでさえ)の全ての面にめっきを施し、面外管としてのめっきのみを残してエッチングすることもできよう。従って、本発明は添付の特許請求の範囲のみによって限定される。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】従来のマイクロアレイシステムを示す斜視図である。

【図2】従来のDPNシステムを示す斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態による、チャンネルばねプローブの分配アセンブリを用いたマイクロアレイシステムを示す斜視図である。

【図4】本発明の別の実施形態による、チャンネルばねプローブのマイクロペンアセンブリを用いたDPNシステムを示す斜視図である。

【図5】本発明の別の実施形態による、チャンネルばねプローブの流体相互接続を用いた流

10

20

30

40

50

体回路を示す側面図である。

【図6】(A)、(B)、(C)及び(D)は、本発明の別の実施形態による、チャンネルばねプローブの製造に用いられる一般的な製造プロセスの一部を示す、簡略化された側断面図である。

【図7】(A)、(B)及び(C)は、本発明の別の実施形態による、チャンネルばねプローブの製造に用いられる一般的な製造プロセスの一部を示す、簡略化された側断面図である。

【図8】(A)及び(B)は、本発明の別の実施形態による、チャンネルばねプローブの製造に用いられる一般的な製造プロセスの一部を示す、簡略化された側断面図である。

【図9】(A)は、本発明の別の実施形態による、図6(C)に示されている製造プロセスの間にばね材料膜を覆って形成されたばねマスクを示す平面図であり、(B)、(C)及び(D)は、本発明の様々な実施形態による、(A)に示されているばねマスクの様々な領域の詳細を示す図である。 10

【図10】(A)、(B)、(C)及び(D)は、本発明の様々な実施形態による、図9(A)に示されているばねマスクの様々な領域の詳細を示す図である。

【図11】(A)、(B)及び(C)は、本発明の別の実施形態による、ばねビームの表面にチャンネルを形成するプロセスを示す正面図である。

【図12】(A)は、本発明の別の実施形態によるチャンネルばねプローブを示す斜視図であり、(B)は、図6(A)~図6(D)、図7(A)~図7(C)並びに図8(A)及び図8(B)を参照して説明した製造プロセスによって製造された、実際のチャンネルばね 20
プローブアレイの拡大写真を示す図である。

【図13】(A)、(B)、(C)及び(D)は、本発明の様々な実施形態によるチャンネルばねプローブの先端部の正面図である。

【図14】(A)及び(B)は、本発明の様々な実施形態によるチャンネルばねプローブの先端部の正面図であり、(C)は、本発明の様々な実施形態によるチャンネルばねプローブの先端部の1つの平面図である。

【図15】(A)及び(B)は、本発明の様々な実施形態によるチャンネルばねプローブの先端部の平面図である。

【図16】(A)、(B)及び(C)は、それぞれ、本発明の一実施形態による、作動電極を組み込んだチャンネルばねプローブを示す平面図、側断面図及び端面図である。 30

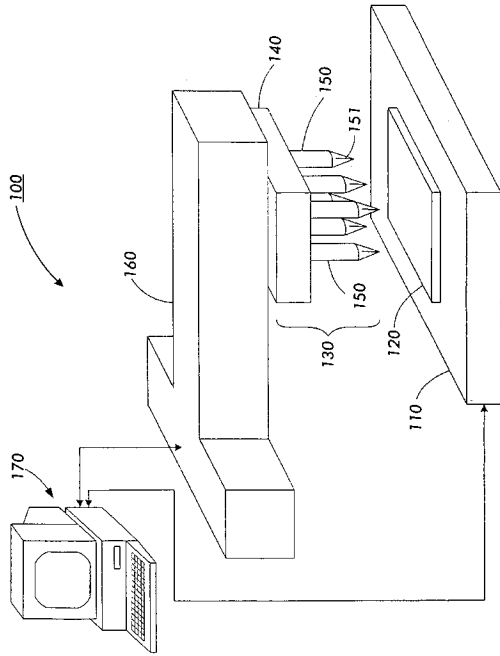
【図17】(A)、(B)及び(C)は、図16(B)のチャンネルばねプローブの作動を示す側断面図である。

【符号の説明】

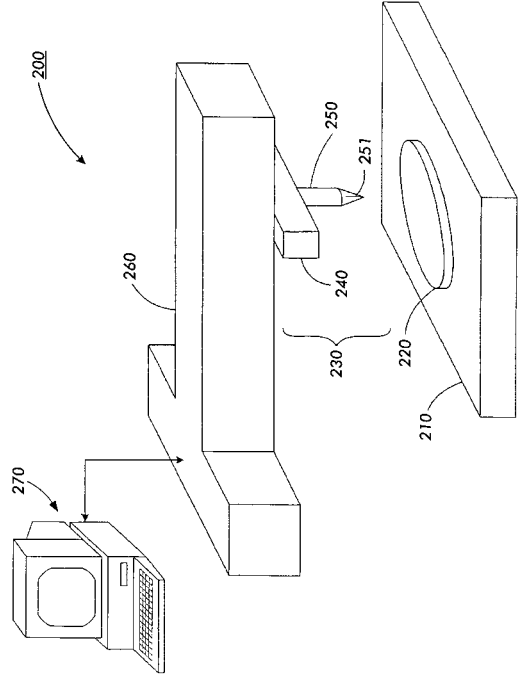
【0048】

300A	マイクロアレイシステム
330A	分配システム
350A	チャンネルばねプローブ
300B	つけペン式ナノリソグラフィ(DPN)システム
330B	マイクロペンアセンブリ
350B	チャンネルばねプローブ
380B	コンピュータ/ワークステーション
300C	流体回路
320C(1)	流体素子
320C(2)	流体素子
350C(1)	チャンネルばねプローブ
350C(2)	チャンネルばねプローブ

【 図 1 】



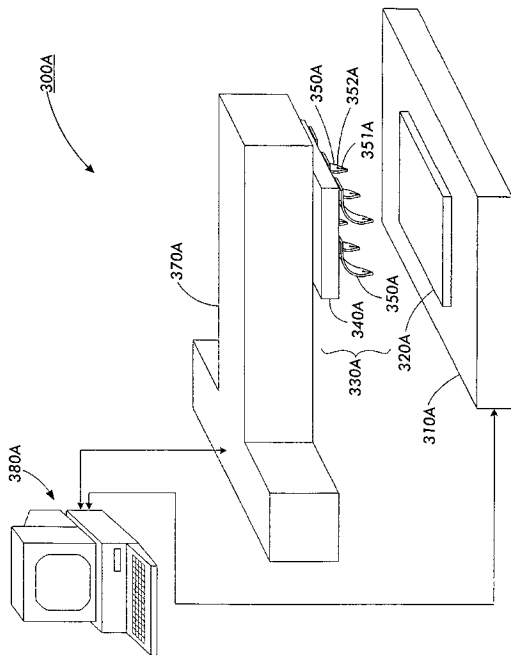
【 図 2 】



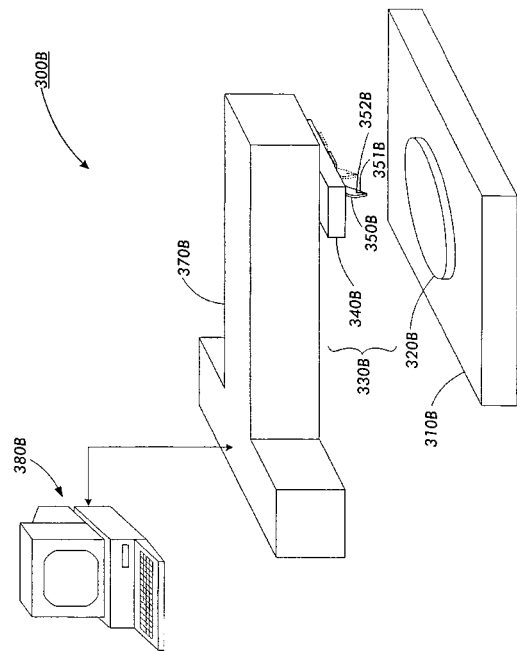
従来技術

従来技術

【 図 3 】



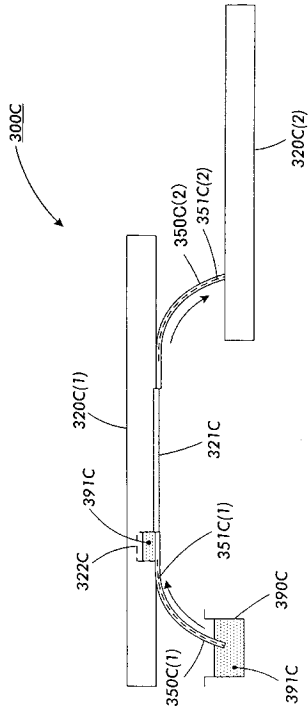
【 図 4 】



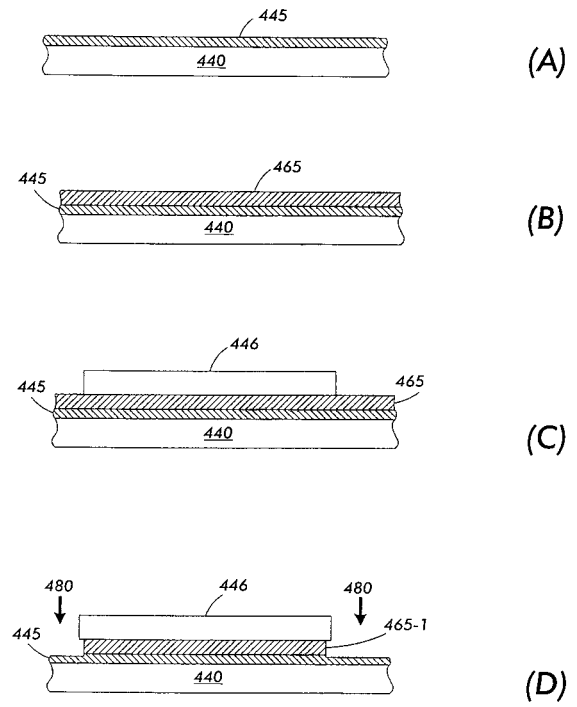
従来技術

従来技術

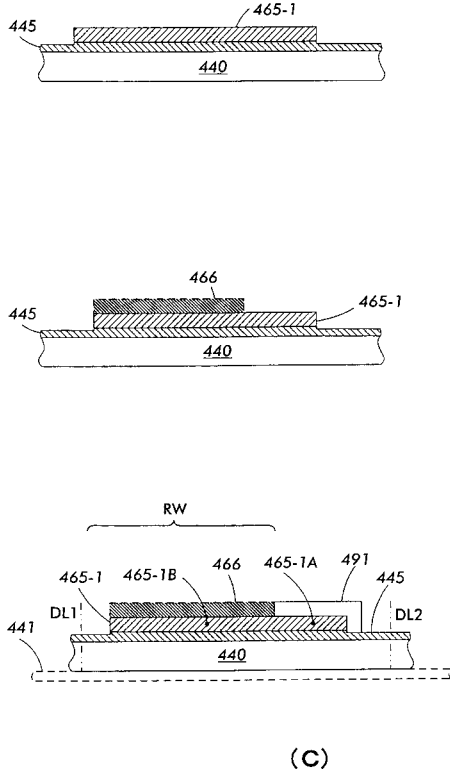
【 図 5 】



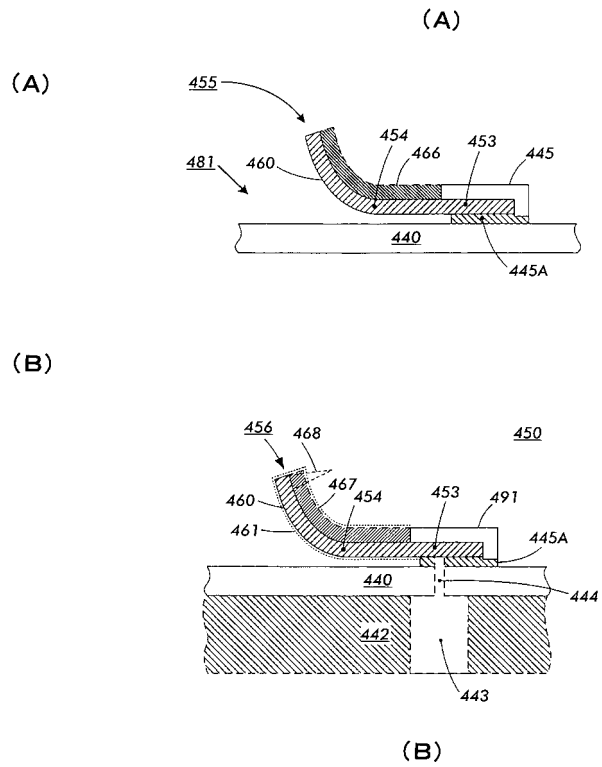
【 図 6 】



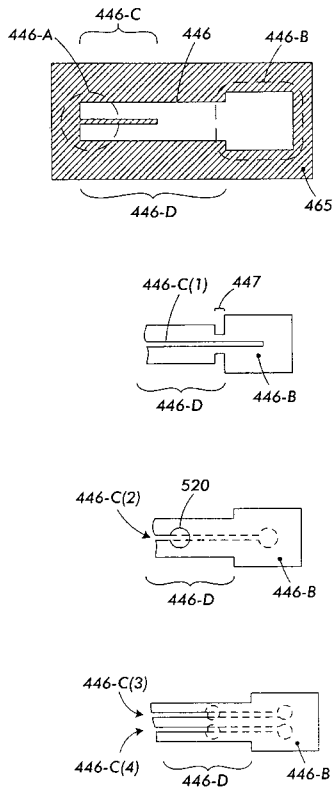
【 図 7 】



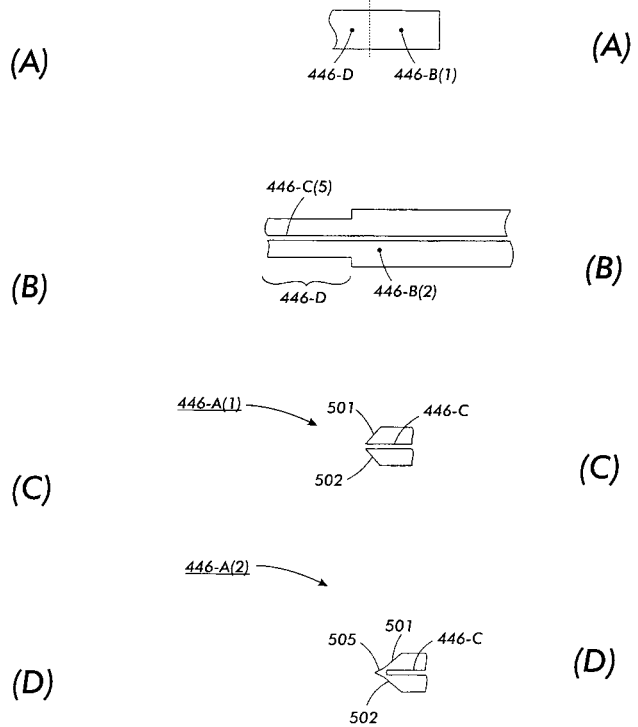
【 図 8 】



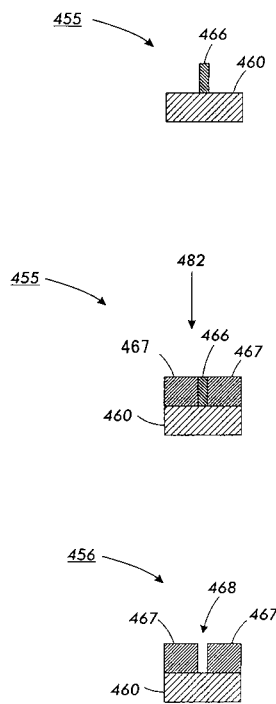
【 図 9 】



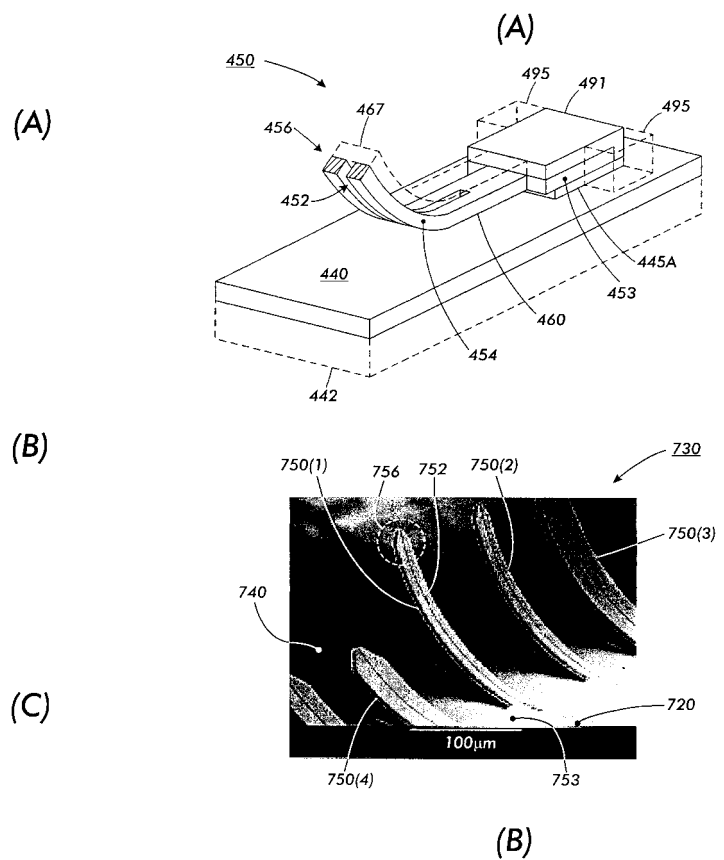
【 図 10 】



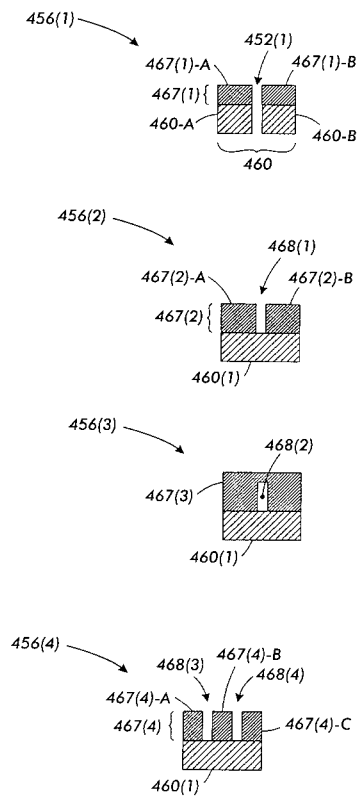
【 図 11 】



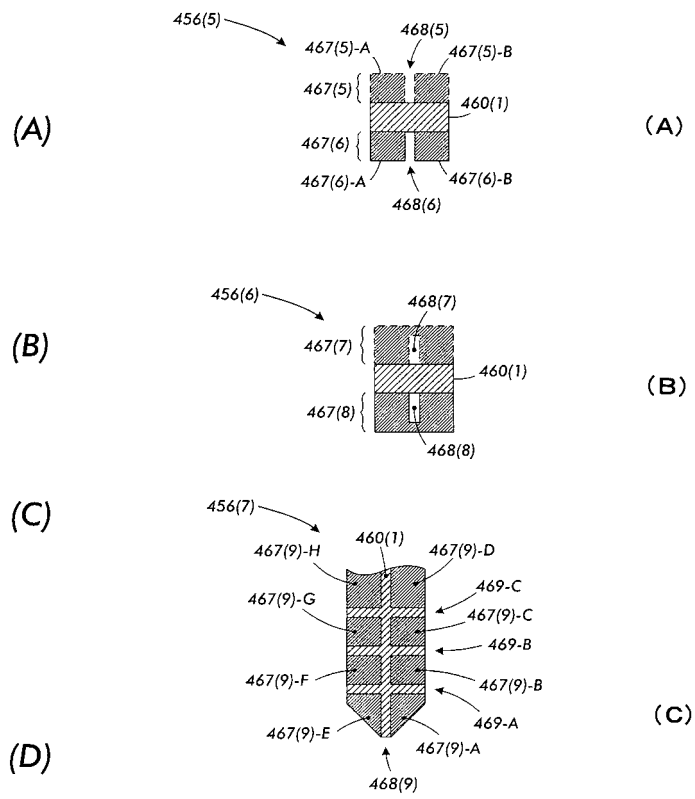
【 図 12 】



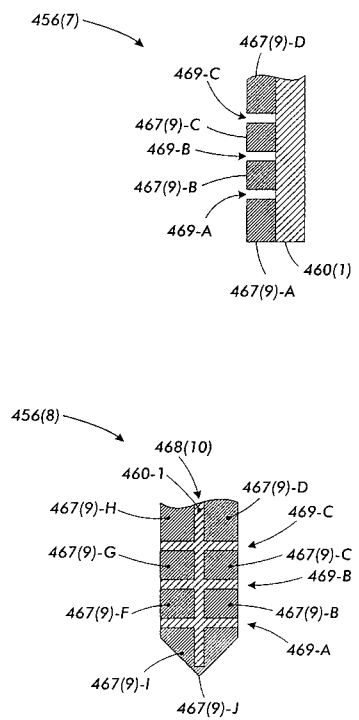
【 図 1 3 】



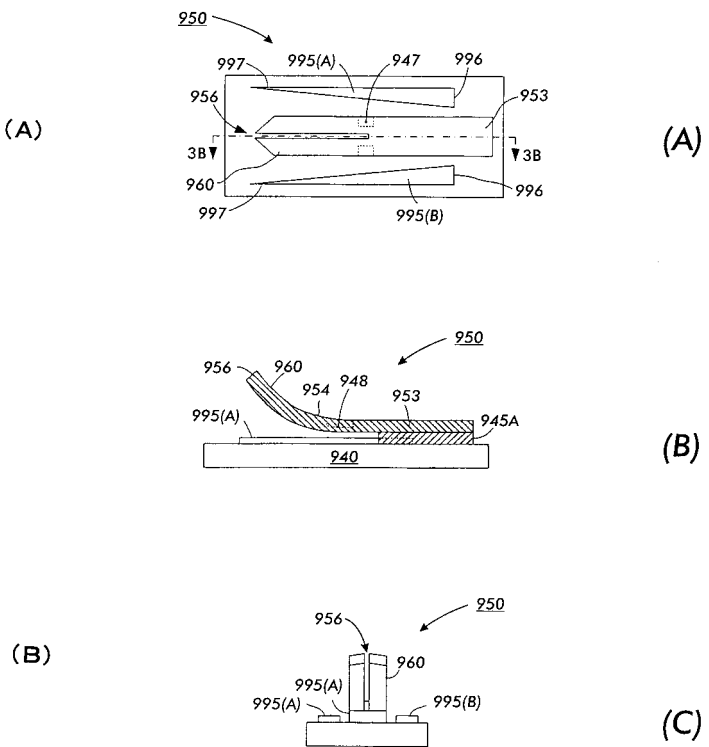
【 図 1 4 】



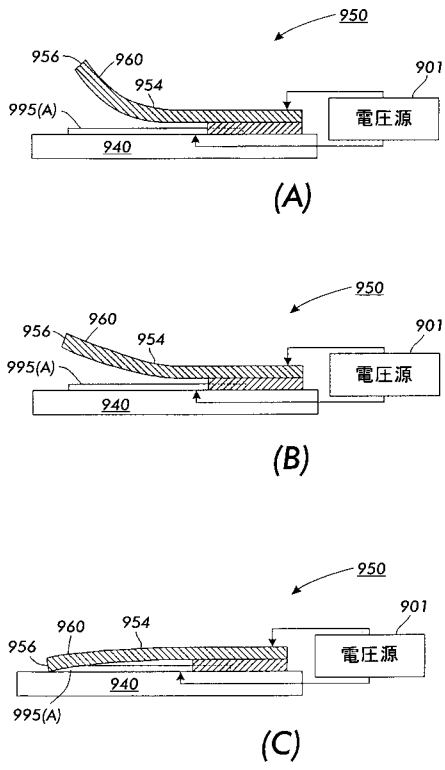
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 デイビッド ケー . フォーク
アメリカ合衆国 9 4 0 2 4 カリフォルニア州 ロス アルトス ファーンドン アヴェニュー
1 9 9 3
- (72)発明者 ユージン エム . チャウ
アメリカ合衆国 9 4 3 0 5 カリフォルニア州 スタンフォード カムストック サークル 1
2 アpartment イー .
- (72)発明者 ダーク デブライカー
アメリカ合衆国 9 4 3 0 4 カリフォルニア州 パロ アルト サンド ヒル ロード 1 6 1
8 ナンバー 3 0 6
- (72)発明者 ミシェル エー . ローザ
アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォルニア州 サンノゼ エラン ヴィレッジ レーン 3
5 0 アpartment ナンバー 2 0 9