

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6748075号
(P6748075)

(45) 発行日 令和2年8月26日 (2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月11日 (2020.8.11)

(51) Int. Cl.

F I

A 2 4 F 40/40 (2020.01)

A 2 4 F 40/40

A 2 4 F 47/00 (2020.01)

A 2 4 F 47/00

B 6 5 D 83/00 (2006.01)

B 6 5 D 83/00

F

F 2 4 F 6/00 (2006.01)

F 2 4 F 6/00

Z

F 2 4 F 6/02 (2006.01)

F 2 4 F 6/02

B

請求項の数 18 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-522411 (P2017-522411)
 (86) (22) 出願日 平成27年10月16日 (2015.10.16)
 (65) 公表番号 特表2017-538399 (P2017-538399A)
 (43) 公表日 平成29年12月28日 (2017.12.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/056069
 (87) 国際公開番号 W02016/064684
 (87) 国際公開日 平成28年4月28日 (2016.4.28)
 審査請求日 平成30年10月15日 (2018.10.15)
 (31) 優先権主張番号 62/066,320
 (32) 優先日 平成26年10月20日 (2014.10.20)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/081,476
 (32) 優先日 平成26年11月18日 (2014.11.18)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 517139901
 ニューメリカル・デザイン・インコーポレ
 イテッド
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 93
 111、サンタ・バーバラ、818 ビア
 ・カンボベッロ
 (74) 代理人 100069556
 弁理士 江崎 光史
 (74) 代理人 100111486
 弁理士 鍛冶澤 實
 (74) 代理人 100191835
 弁理士 中村 真介
 (74) 代理人 100153419
 弁理士 清田 栄章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体の気化のためのマイクロ流体を基礎とする装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周囲環境内に設置され、液体を該周囲環境へ気化させるように設定されている気化装置であって、

少なくとも1つの液体源と、

10 μm から 300 μm の側方寸法を有する貫通孔を備え、第1面で液体源に流体連通し、第2面で周囲環境に連通し、流体が第1面から第2面に貫通孔を通過して輸送される平坦な構造部に形成されている複数の気化ポートと、

平坦な構造部の第2面上で、気化ポートの周囲に配置されている少なくとも1つの、平坦でフィルム状の加熱要素とを備え

気化ポートの寸法は、液体源から流体を導ける寸法とされていて、

平坦な構造部の第1面に接触している液体に加熱要素から平坦な構造部を通過して付与される熱によって、液体を気化し、気化した液体を気化ポートを通過して周囲環境に放出する、気化装置。

【請求項 2】

平坦な構造部が、1 μm から 100 μm の厚さを有する薄い構造部範囲を備え、少なくとも1つの加熱要素が薄い構造部範囲上に位置し、薄い構造部範囲が気化ポート及び少なくとも1つの加熱要素の隣りにあることを特徴とする請求項1に記載の気化装置。

【請求項 3】

平坦な構造部上に、前記加熱要素を包囲する保護層が形成されていることを特徴とする

請求項 2 に記載の気化装置。

【請求項 4】

保護層が付着されたガラスを含んでいることを特徴とする請求項 3 に記載の気化装置。

【請求項 5】

表面コーティングが、平坦な構造部上に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の気化装置。

【請求項 6】

表面コーティングがフルオロポリマーを含んでいることを特徴とする請求項 5 に記載の気化装置。

【請求項 7】

少なくとも 1 つのビーズ又は粒子のウィッキング構造部が、平坦な構造部の少なくとも 1 つの液体源の範囲又は気化ポート内に位置していることを特徴とする請求項 1 に記載の気化装置。

【請求項 8】

少なくとも 1 つのビーズ又は粒子が $10\ \mu\text{m}$ から $300\ \mu\text{m}$ の寸法を有していることを特徴とする請求項 7 に記載の気化装置。

【請求項 9】

少なくとも 1 つのビーズ又は粒子が親水性の表面で構成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の気化装置。

【請求項 10】

少なくとも 1 つのビーズ又は粒子が焼結されていることを特徴とする請求項 9 に記載の気化装置。

【請求項 11】

少なくとも 1 つのビーズ又は粒子がガラスで構成されていることを特徴とする請求項 10 に記載の気化装置。

【請求項 12】

加熱要素が薄膜抵抗加熱要素であることを特徴とする請求項 1 に記載の気化装置。

【請求項 13】

加熱要素の抵抗が、コントロールされた熱的分布を提供するために変化することを特徴とする請求項 12 に記載の気化装置。

【請求項 14】

加熱要素が、並列な組合せ及び直列な組合せで電氣的に結合されていることを特徴とする請求項 13 に記載の気化装置。

【請求項 15】

周囲環境へ液体を気化させるための方法であって、
気化ポートの寸法に、少なくとも 1 つの液体源から流体を導ける値を選択することと、
 $10\ \mu\text{m}$ から $300\ \mu\text{m}$ の側方寸法を有する貫通孔を備える平坦な構造部であって、第 1 面で液体源と、第 2 面で周囲環境と流体連通している平坦な構造部に形成されている、
気化ポートへ、液体源から液体を方向付けることと、
平坦な構造部の第 2 面上で気化ポートと熱的に接続されて位置する少なくとも 1 つの、
平坦でフィルム状の加熱要素によって、気化ポートにおける液体に熱を加えることと、
加熱された液体が平坦な構造部の第 1 面から第 2 面に貫通孔を通して輸送されて、液体を気化させて気化ポートから周囲環境へ放出することと
を含む方法。

【請求項 16】

動作中に、加熱された液体が、液体源から気化ポートへ連続的に流れるとともに液体から蒸気へ相転移し、蒸気が気化ポートから周囲環境へ連続的に流れることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

薄い構造部範囲が、本質的に、前記少なくとも 1 つの加熱要素及び前記少なくとも 1 つ

10

20

30

40

50

の気化ポートの近傍に熱エネルギーを集中させることを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記薄い構造部範囲が、前記少なくとも 1 つの加熱要素及び前記少なくとも 1 つの気化ポートの近傍で生じる、熱的に誘導された応力を低減することを特徴とする請求項 1 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本願は、米国仮出願；2014年10月20日付けの通し番号62/066,320及び2014年11月18日付けの通し番号62/081,476の優先権を主張するものであり、これら出願は、参照によってその全体について組み入れられている。

10

【0 0 0 2】

本明細書は、液体を気化させるための装置及び方法に関し、特に、コントロールされた正確な気化の配量によって、良好にコントロールされた気化温度プロファイルによって、及び高い熱力学的な効率によって、良好にコントロールされた気化の空間的な分配を提供する気化器に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 3】

電子タバコ、他の個人用及び医療用の気化器並びに香気気化器のような気化器は、ますます一般的になってきている。多くのこのような気化器は、長年の間一般に行われてきた技術に依存するものである。このような気化器は、新たな設計アプローチ及び現代の加工能力から利益を得ることができるものである。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明の目的とするところは、より良好な気化装置及び方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

いくつかの実施例では、装置（デバイス）はバッチ製造技術を用いて微細加工されることができ、装置は、各装置についてほぼ同一となるように製造されることが可能である。微細加工により、装置が各ユニットについて高い再現性及び低いユニットごとのコストをもって大量に製造され得る。

30

【0 0 0 6】

いくつかの実施例では、少なくとも 1 つの液体源と、10 ~ 300 μm の側方寸法を有し、液体が構造部の深さを通して輸送されるように液体源及び周囲環境に連通している、少なくとも 1 つの気化ポートと、少なくとも 1 つの気化ポートと熱的に接続されている少なくとも 1 つの加熱要素とを含んでいる、液体を周囲環境へ気化させるために周囲環境内に設置されることができ、気化装置を設けることができる。

【0 0 0 7】

40

いくつかの実施例では、流体が構造部の深さを通して輸送されるように、液体源と周囲環境の間の連通が装置の深さ全体において生じることが可能である。

【0 0 0 8】

いくつかの実施例では、構造部が、1 ~ 100 μm の厚さを有する薄い構造部範囲を含むことができ、いくつかの実施例では、構造部が、10 ~ 100 μm の厚さを有する薄い構造部範囲を含み得る。

【0 0 0 9】

いくつかの実施例では、構造部上に、加熱要素を包囲する保護層が形成され得る。

【0 0 1 0】

いくつかの実施例では、保護層は、付着されたガラスを含み得る。

50

【0011】

いくつかの実施例では、表面コーティングが、構造部上に形成され得るものの、気化ポートの壁部での形成を防ぐように、覆っていることが可能である。

【0012】

いくつかの実施例では、表面コーティングがフルオロポリマーを含むことができる。

【0013】

いくつかの実施例では、表面コーティングは窒化ケイ素を含むことができる。

【0014】

いくつかの実施例では、少なくとも1つのビーズ又は粒子のウィッキング構造部が、構造部の少なくとも1つの液体源の範囲又はポート内に位置し得る。

10

【0015】

いくつかの実施例では、少なくとも1つのビーズ又は粒子が10～300 μm 又はほぼ1mmの寸法を有し得る。

【0016】

いくつかの実施例では、少なくとも1つのビーズ又は粒子が親水性の表面を含み得る。

【0017】

いくつかの実施例では、少なくとも1つのビーズ又は粒子が疎水性の表面を含み得る。

【0018】

いくつかの実施例では、少なくとも1つのビーズ又は粒子が焼結され得る。

【0019】

いくつかの実施例では、少なくとも1つのビーズ又は粒子がガラスで構成され得る。

20

【0020】

いくつかの実施例では、加熱要素が薄膜抵抗加熱要素であり得る。

【0021】

いくつかの実施例では、抵抗型加熱要素の抵抗が、コントロールされた熱的分布を提供するために変化し得る。

【0022】

いくつかの実施例では、抵抗型加熱要素が、並列な組合せ及び直列な組合せで電氣的に結合され得る。

【0023】

いくつかの実施例では、液体源から10～300 μm の側方寸法を有し得る気化ポートへ液体を方向付けること、気化ポートの近傍に配置された少なくとも1つの加熱要素によって、気化ポートにおける液体に熱を加えること、及び気化された液体を気化ポートから周囲環境へ放出することを含む、周囲環境へ液体を気化させるための方法が提供され得る。

30

【0024】

いくつかの実施例では、動作中に、液体が、液体源から気化ポートへ連続的に流れ得るとともに液体から蒸気へ相転移することができ、蒸気が気化ポートから周囲環境へ連続的に流れ得る。

【0025】

いくつかの実施例では、流体は、液体源から周囲環境へ構造部の深さを通して流れることができる。

40

【0026】

いくつかの実施例では、薄い構造部範囲が、本質的に、少なくとも1つの加熱要素及び少なくとも1つの気化ポートの近傍に熱エネルギーを集中させることが可能である。

【0027】

いくつかの実施例では、前記薄い構造部範囲が、少なくとも1つの加熱要素及び少なくとも1つの気化ポートの近傍で生じる、熱的に誘導された応力を低減することが可能である。

【0028】

50

ここで提供される実施例の態様及び利点は、添付の図面と共に以下の詳細な説明を参照して記載される。図面全体を通して、参照番号は参照される要素間の対応を示すために再使用されることが可能である。図面は、ここに記載される実施例を図示するために提供されるものであり、開示の範囲を制限することは意図されていない。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】例示的な実施例の装置の斜視図である。

【図2a】例示的な実施例の分解図である。

【図2b】例示的な実施例の断面図である。

【図3a】例示的な実施例の断面図である。

10

【図3b】例示的な実施例の斜視図である。

【図4a】例示的な実施例の構成要素を図示する、装置の断面図である。

【図4b】例示的な実施例の構成要素を図示する、装置の断面図である。

【図4c】例示的な実施例の構成要素を図示する、装置の断面図である。

【図5】例示的な実施例のいくつかの主な構成要素を図示する、装置の上面図である。

【図6a】18個の気化クラスタを含む例示的な実施例のためのいくつかの典型的なマイクロ流体気化チップの概要を示す図である。

【図6b】18個の気化クラスタを含む例示的な実施例のためのいくつかの典型的なマイクロ流体気化チップの概要を示す図である。

【図7a】例示的な実施例についての装置作成のための微細加工プロセスフローの例を示す図である。

20

【図7b】例示的な実施例についての装置作成のための微細加工プロセスフローの例を示す図である。

【図8】例示的な実施例の方法を示すフローチャートである。

【図9】例示的な実施例の主な構成要素を示す、装置の断面図である。

【図10】例示的な実施例の主な構成要素を示す、装置の断面図である。

【図11a】例示的な実施例の主な構成要素を示す、装置の断面図である。

【図11b】例示的な実施例の主な構成要素を示す、装置の断面図である。

【図12】任意のバルクヒータ又はバルククーラを有する例示的な実施例を示す図である。

30

【図13】構造部の下方に示された任意のバルクヒータ又はバルククーラを有する例示的な実施例を示す図である。

【図14a】装置の例示的な実施例を示す図である。

【図14b】装置の例示的な実施例を示す図である。

【図14c】装置の例示的な実施例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

一般的に説明すれば、本開示の形態は、構造及び加熱要素のための微細なスケールの微細加工技術を用いて製造された気化器に関するものである。微細加工は、ガラス、金属、プラスチック並びにシリコン及びシリコン誘導体のような結晶性材料のような材料でのパターニング、エッチング、付着、インジェクション及び関連するプロセスを含んでいる。加熱要素は、レジスタ、キャパシタ、トランジスタ、論理素子並びに特定用途向け回路に作り上げられ得るようなもの及び/又は別々の構成部材から成るもののあらゆる組合せを含む電気部品で構成された電子回路を含むことができる。

40

【0031】

ここに記載される1つ又は複数の実施例は、良好にコントロールされた加熱、したがって液体を過度に高温とする影響を最小化すること、したがって望ましくない及び/又は有害な化学反応生成物を生成する望ましくない化学反応を最小化することを提供することができる。

【0032】

50

ここに記載される１つ又は複数の実施例は、高度にコントロールされた形態で製造された気化装置、したがってユニットからユニットの（各ユニット間の）重大な変化を低減すること、及びその際に性能の変化を低減することを提供することができる。

【００３３】

ここに記載される１つ又は複数の実施例は、熱力学的に効率的で寸法においてかさばることのない気化器を提供することができる。

【００３４】

ここに開示されているマイクロ流体気化器は、香気散布、医療上の気化、気化された薬剤の搬送、化学蒸留、化学反応コントロール、香料、ワックス、香料入りのワックス、空気殺菌、劇場のスモーク、煙霧機、アロマセラピー、エッセンシャルオイル、個人用の気化器、化学蒸気又はエアロゾル検出器キャリブレーション装置、喫煙物品及び電子タバコを含む広範な応用範囲のための低揮発性の液体の効率的な気化を提供するために用いられることができる。

10

【００３５】

気化装置は、液体から蒸気又はエアロゾルを生成するために用いられる装置の汎用クラスである。気化器は、数ある中でも、香気散布、医療上の気化、気化された薬剤の搬送、化学蒸留、化学反応コントロール、香料、ワックス、香料入りのワックス、空気殺菌、劇場のスモーク、煙霧機、アロマセラピー、エッセンシャルオイル、個人用の気化器、化学蒸気又はエアロゾル検出器キャリブレーション装置、喫煙物品及び電子タバコを含むがこれに限定されない多くの用途を有している。

20

【００３６】

本開示は、気化装置がリソグラフィ、付着及びエッチングを含む現代の微細加工技術を用いて微細加工されている実施例を記述するものである。このような技術は、有利には気化器のデザインに応用されることができる。例えば、１つの実施例は、ミクロンスケールの精密な構成部材を有することが可能である。他の実施例では、開示された装置及び方法は、射出成形されたプラスチックとの相性がよい。１つの実施例では、気化装置及び気化方法は、ユニットからユニットへ（各ユニットごとに）類似の幾何形状を有することが可能である。さらに、１つの実施例は、大きな生産数量において低コストで生産されることが可能である。

【００３７】

30

本願は、望ましい性能向上を提供することができる実施例を開示している。例えば、１つの実施例では、構成部材のミクロンスケールの精密さにより、気化された材料の正確な配量及び精密にコントロールされた温度が可能とされ、これにより、望ましくない化学反応生成物を生成する過熱範囲を除去することが可能である。追加的な実施例においては、装置は、基板、周囲環境又はインターポーザ（interposer：挿入部）への寄生熱伝達を最小化するように設定されることができる。いくつかの実施例では、装置は、非常に小さく、平坦かつ高度に可搬式に作成されることが可能である。ミクロンスケールの特徴は、装置及び方法の熱力学的な効率を改善することが可能であるとともに、最小のエネルギー要求を有し得る。他の実施例では、気化ポートは、個々に処理され、コントロールされた形態で起動（作動）されるので、気化ポートの列内での時間及び個々の位置に基づく放出前の化学反応フロント又は特定の化学物質の精密な放出を確立することが可能である。

40

【００３８】

図１には、例示の実施例のための気化ユニットの概略が示されている。このユニットは、インターポーザボディ２０４として共通に参照されるプラスチックハウジング内に含まれている気化のためのマイクロ流体デバイス（不図示）を含んでいる。インターポーザボディ２０４は、ボルト２００によってインターポーザ保持リング２０２と螺着されることができる。電気的な相互配線２０６は、電気エネルギーを供給するために用いられることができる。

【００３９】

50

図2a及び図2bには、実施例の分解図が示されている。インターポーザボディ204及びインターポーザ保持リング202は、気化構造部100と連通している。気化構造部(以下「構造部」という。)100は、マイクロ流体チップで構成されることが可能である。気化範囲部208は、構造部100と連通しているとともに、蒸気をマイクロ流体デバイス構造部100から放出することを許容するものである。電気的な相互配線206は、マイクロ流体デバイス構造部100と電氣的に導通している。

【0040】

1つの実施例では、インターポーザボディ204は、射出成形されたプラスチックで構成されているとともに、組立てを容易にするように設定されている。他の実施例では、インターポーザボディ204は、3D印刷されることができ、機械加工されることができ、プラスチック、金属、繊維ガラス、複合物、セラミック又は他の構造材料から成ることも可能である。

【0041】

電気的な相互配線206により、電子制御ユニット(不図示)に装置を接続することができる。1つの実施例では、電気的な相互配線は、導電テープ、フラットワイヤ、ワイヤボンド、バンプボンド、はんだ付け又は他の配線プロセスにより形成されることが可能である。

【0042】

1つの例示的な実施例では、プラスチックハウジングの全体寸法は、通常、4mm×6mm×12mmであり得る。他の実施例では、プラスチックハウジングは、0.1mm未満から100mmより大きな寸法の範囲にあり得るとともに、1つ又は複数のマイクロ流体デバイスを含むことが可能である。

【0043】

図3には、実施例の様々な構成部材を示す、装置の断面図が示されている。図3aは側面図であり、図3bは上面を示すためにわずかに傾斜されている。周囲環境116は、構造部100の上方にある。気化ポート110は、構造部に形成されているとともに、液体源(範囲)112及び周囲環境116に連通している。液体源112は、構造部の1つの範囲であり、不図示の液体リザーバ及び装置の気化器ポート範囲に連通している。加熱要素108は、気化ポート110と熱的に接続されているとともに、構造部範囲114上に位置しており、この構造部範囲は、いくつかの実施例においては構造部の薄くされた範囲であり得る。加熱要素108は、電極リード106と電氣的に接続されている。気化クラスタ104は、1つ又は複数の気化ポート110と近接した気化ポート110の集合を含む範囲である。いくつかの実施例では、液体源112は、加熱により液相となる気化ポート110近傍に存在するワックス又はその他の固相材料であり得る。

【0044】

現在の状況においては、熱的な接続は、装置の1つの範囲から装置の他の範囲への熱伝導を通して熱エネルギーを容易に移動する能力に言及するものである。いくつかの実施例では、範囲間の間隔が装置における他の寸法よりも大幅に小さいか、又は2つの範囲を結合する材料の熱伝導性が装置の他の範囲における材料の熱伝導性以上であれば、熱的な接続が2つの範囲の間で生じる。いくつかの実施例では、加熱要素108は、気化ポート110と熱的に接続されることができ、なぜなら、その2つの構成要素間の横方向の間隔が5~100µmの範囲にわたり得るためである。いくつかの実施例では、加熱要素108と気化ポート110の間隔は0.5µm~1mmの範囲にわたり得る。この間隔は、装置の他の寸法よりも大幅に小さい。例示的な1つの実施例では、構造部100の深さは、10~1000µmの範囲にわたり得るとともに、構造部100の横方向のサイズは、1~100mm又は更に大きい範囲にわたり得る。

【0045】

図3aには例示的な1つの実施例が示されており、この実施例では、薄い構造部範囲114が通常40µmの厚さとなっている。いくつかの実施例では、薄い構造部範囲114は、1~100µmの範囲にわたり得る。他の実施例では、薄い構造部範囲114の厚さ

10

20

30

40

50

は、 $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ で変更し得る。

【0046】

図4には、例示的な実施例の側面図が示されている。周囲環境116は、構造部100の上方にある。気化ポート110は、構造部100内に形成されているとともに、液体源112の範囲及び周囲環境116に連通している。加熱要素108は、気化ポート110に近接している。例示的な実施例では、加熱要素108は、気化ポート110の $5 \sim 100 \mu\text{m}$ （又は $0.5 \mu\text{m} \sim 1 \text{mm}$ ）の範囲内に位置し得る。例示的な実施例では、加熱要素108は $0.5 \sim 1000 \mu\text{m}$ の範囲内に位置している。メニスカス118は、蒸気と液体の境界面を規定している。薄い構造部範囲114は、構造部100内に形成されることが可能である。接触範囲140は、液体源112からの液体と薄い構造部範囲114の間に形成されることができる。

10

【0047】

いくつかの実施例では、薄い構造部範囲114は、気化ポート110及び加熱要素108に隣接することができるとともに、バルク構造部100への寄生熱伝達を最小化することが可能である。いくつかの実施例では、気化ポートにおける液体と周囲環境を分離するメニスカス118は、液体源112と周囲環境の間の圧力差を生成することが可能な湾曲を有することができる。いくつかの実施例では、薄い構造部範囲114と気化ポート110内及び液体源112内に含まれた液体の間にかかなりの接触面領域140が存在する。

【0048】

図4aには、任意のバルクヒータ又はバルククーラ120が液体源112の混合平均温度をコントロールするために液体源112へ熱的に接続して位置することが可能な、例示的な実施例が図示されている。

20

【0049】

図4bには、構造部100が構造接合部122によって薄い構造部範囲114に結合される例示的な実施例が図示されている。

【0050】

図4cには、他の例示的な実施例の様々な構成部材を図示する、装置の側面図が示されている。周囲環境116は、構造部の上方にある。気化ポート110は、構造部100に形成されているとともに、液体源112及び周囲環境116に連通している。加熱要素108は、気化ポート110に熱的に接続されているとともに、薄い構造部範囲114上に位置している。1つの実施例では、粒子又はビーズ130が、液体源範囲112の全体又は一部に位置し、少なくとも気化ポート110に隣接する範囲において任意に気化ポート110にも位置するウィッキング(wicking: 吸い上げ)構造部を形成している。1つの実施例では、粒子又はビーズ130は、親水性であり得る。1つの実施例では、粒子又はビーズ130は、疎水性であり得るか、又は親水性/疎水性の組合せであり得る。1つの実施例では、粒子又はビーズ130は、 $10 \text{ナノメートル} \sim 10 \text{ミリメートル}$ のサイズの範囲にわたることが可能である。1つの実施例では、粒子又はビーズは、 $1 \text{マイクロメートル} \sim 1 \text{ミリメートル}$ のサイズの範囲にわたることが可能である。1つの実施例では、粒子又はビーズ130は、 $10 \text{マイクロメートル} \sim 300 \text{マイクロメートル}$ のサイズの範囲にわたることが可能である。

30

40

【0051】

図5には、1つの実施例の主な構成要素のいくつかを図示する、装置の上面図が示されている。気化ポート110は、構造部100において形成されているとともに、液体源範囲112及び周囲環境116に連通している。加熱要素は、気化ポート110と熱的に接続されているとともに、薄い構造部範囲114上に位置している。1つの実施例では、加熱要素108が薄いフィルム抵抗加熱要素である。1つの実施例では、薄いフィルム加熱要素が3つの並列な回路から構成されており、これら回路は、更に気化ポートを包囲する並列な回路を形成する。

【0052】

図5には、1つの気化クラスタ104が、約 $900 \mu\text{m}$ の側方寸法を有するとともに、

50

60 ~ 150 μm の側方寸法を有する7つの気化ポート110と、液体112及び接触領域140に接触する気化ポート110の範囲へ加熱要素108によって生成される熱が輸送されるように気化ポート110と熱的に接続された加熱要素108とを含んでいることが示されている。例示的な実施例では、気化ポートは、側方寸法において10 ~ 300 μm のサイズの範囲にわたることが可能であり、他の実施例では、側方寸法において1 ~ 1000 μm のサイズの範囲にわたることが可能である。例示的な実施例では、気化クラスタは、側方寸法において10 μm ~ 100 mmの範囲にわたることが可能である。例示的な実施例では、気化クラスタは、側方寸法において100 μm ~ 10 mmの範囲にわたることが可能である。

【0053】

加熱要素108の幅は、任意に、幅及び厚さを変化させること又は望ましいジュール加熱プロファイルを生成するための材料を変化させることによって設定されることが可能である。いくつかの実施例では、望ましくないホットスポットからの過剰な加熱を回避しつつ望ましい加熱プロファイルが作動流体の均一な蒸発を提供するように選択されることが可能である。いくつかの実施例では、蒸気102を生成するために0.01 ~ 500ワットの熱が流体112へ伝達され得る。他の実施例では、蒸気102を生成するために1 ~ 50ワットの熱が流体112へ伝達され得る。

【0054】

いくつかの実施例では、(図5に図示されているように)並列に接続される抵抗加熱要素の階層は、一定の利点を有し得る。例えば、金属の電気抵抗は、温度上昇につれて増大し得る。したがって、並列な回路の1つの要素が並列な回路の他の要素よりも高い温度を有していれば、この要素は、より高い抵抗を有することができ、より多くの電流をより低い温度の要素に通すことができ、このとき、より低い温度の要素によって生成されるジュール加熱を増大させることができる。いくつかの実施例では、並列に接続された抵抗加熱要素により熱調整が容易にされることができ、この熱調整は、局所的な熱のホットスポットを和らげるのを補助するものである。

【0055】

図6a及び図6bには、1つのマイクロ流体気化装置構造部100の概要が示されている。例示的な実施例では、1つの装置構造部100は、7つの気化ポート110を含む各クラスタ104を有する18個の気化クラスタ104を含んでおり、この実施例では全部で18 \times 7 = 126個の気化ポート110である。図6aに示されている1つの実施例では、2つの気化クラスタ104が電極リード106によって9つの並列な回路に直列に接続されている。図6bに示されている他の実施例では、3つの気化クラスタ104が電極リード106によって6つの並列な回路に直列に接続されている。

【0056】

他の例示的な実施例では、クラスタは、様々な直列構造及び/又は並列構造で接続され得るか、個々にアドレス指定可能であるか、又は他の電気配線方式であり得る。1つの実施例では、マイクロ流体装置構造部100は、側方寸法において4 mm \times 10 mmであり、0.3 mmの厚さである。1つの実施例では、マイクロ流体チップはガラスから作られるが、他の実施例については、プラスチック、シリコン、チタン、金属、セラミック、PDMS、ポリマー、繊維ガラス、複合物又は他の材料から作られることが可能である。

【0057】

抵抗要素からのジュール加熱は、 $Q = V^2 / R$ と記述することができ、ここで、 Q はジュール加熱量であり、 V は抵抗要素を横切る電圧降下であり、 R は要素の電気抵抗である。温度が上昇するにつれて、金属の電気抵抗が増大する。電圧降下が一定であれば、ジュール熱の量は、上昇する温度に伴って減少する。したがって、1つの実施例では、並列な回路を有することが有利であり得る。並列な回路の1つの分岐部が回路の他の分岐部よりも高い温度を有していれば、より高い温度を有するこの分岐部は、より大きな抵抗を有し、したがってより少ないジュール加熱を生成する。並列な抵抗ヒータを有する1つの実施

10

20

30

40

50

例では、回路の様々な分岐部が自己調整特性を有することができ、この自己調整特性は、並列でない回路構造を用いることを生じさせ得る低減された均一性に比べてより均一な温度を維持することを補助し得るジュール加熱を調整することを補助可能である。

【0058】

いくつかの実施例では、並列な抵抗ヒータは、分岐部ごとに異なる抵抗で構成されることが可能である。いくつかの実施例では、加熱要素の抵抗は、異なる材料、異なる深さ、異なる長さ、及び/又は、異なる幅によって変更され得る。いくつかの実施例では、並列な抵抗ヒータの分岐部は、望ましく良好にコントロールされた温度分布を生成するのに最適化され得る異なる抵抗を有することが可能である。いくつかの実施例では、均一な温度分布が望ましいことがあり得る。いくつかの実施例では、不均一な温度分布が望ましいことがあり得る。

10

【0059】

いくつかの実施例では、並列で抵抗性の加熱要素108の階層的な組合せは、望ましい加熱プロファイル及び自己調整加熱要素を提供するために思慮深く選択されることが可能である。

【0060】

図7aには1つの実施例のためのデバイス製造についての微細加工の一例が示されており、この例は、単一構造を用いた5つの加工段階から成る。1つの例示的な実施例では、構造部100は、Schott社による300 μ mの厚さのガラス基板(D263T-eco、AF32-eco又はMEMpax)で製作されることができ、ガラス基板は、様々な材料及び1 μ m~10mmの範囲にわたる厚さから形成することが可能である。フォトリジストはパターン化されることができ、金属(例えばチタン及び白金)は電極リード及び加熱要素のために付着され得る(ステップ1-ヒータ金属付着700)。フォトリジスト及び金属が剥離された後、ハードマスク膜(例えばクロム/金、アルミニウム又はアモルファスシリコン)が基板の両側に付着され得る(ステップ2-ハードマスク付着701)。後ろ側では、フォトリジストがパターン化されることができ、基板の厚さのおよそ半分まで任意にウェットエッチングされるガラスにつづいてハードマスクがエッチングされることができ(ウェット又はドライ)(ステップ3-後ろ側ハードマスク及びガラスエッチング702)。前側では、気化ポート110が加熱要素108へ近接して(5~100 μ m又は0.5 μ m~1mmの範囲にわたることができ)パターン化されることができ、ハードマスクは、ガラスの任意のウェットエッチングにつづいてエッチングされることが可能である。同時に、後ろ側は、任意で更にエッチングされることが可能である。なぜなら、後ろ側は任意で露出されることができ、ビア(via)(又は貫通孔)が生成され得る(ステップ4-上側ハードマスク及びガラスエッチング703)。これにより、気化ポート110を液体源112及び周囲環境116に連通させることができる。最後に、ハードマスクは、両側から除去されることが可能であり、そして、基板がさいの目状(dice)にされ得る(ステップ5-ハードマスク除去704)。

20

30

【0061】

様々なナノ加工装置及び微細加工装置を気化装置のいくつかの実施例のものを加工するために用いることが可能である。加工は、加熱要素のために用いることができる電子ビーム蒸着及びハードマスクを付着するために用いることができるプラズマ強化化学蒸着(PECVD)のような多数の付着手段を含むことができる。いくつかの実施例では、湿式化学作業台をガラスのフッ化水素酸エッチングを含む様々なエッチング化学を用いることが可能である。ドライエッチングは、誘導結合型プラズマ反応性イオンエッチング(ICP-RIE)のような所定の材料における等方性エッチングにも用いることが可能である。さらに、いくつかの実施例では、SUSS MA-6のような、後ろ側のアライメントを可能とするフォトリソグラフィマスクアライナ(mask aligner)を前方から後方への特徴をパターン化し、整列するために用いることが可能である。

40

【0062】

図7bには、図4bに示された例示的な実施例についてのデバイスの製造のための微細

50

加工プロセスフローについて例示的なものが示されており、このプロセスフローは、構造要素 100 及び薄い構造部範囲 114 (すなわち最初は分離されている 2 つの構造部) を用いた 6 つの加工段階を含んでいる。この実施例は 2 つ又は複数 (すなわち多数の) 構造部に拡張されることができ、この構造部は、1 つ又は複数の接合技術を用いた構造接合部 122 (図 4 b に示されている) によって接合されることが可能である。

【0063】

製作プロセスは、100 μm の厚さのガラス基板、300 μm の厚さのガラス基板又は 500 μm の厚さのガラス基板さえも構造部 100 を形成するために用いることが可能である。実施例は、1 μm ~ 10 mm の厚さの基板を薄い構造部範囲 114 (図 4 b に示されている) に用いることができ、基板は、ガラス、チタン、アルミニウム、サファイヤ、シリコンカーバイド、ダイヤモンド、セラミック、金属、シリコン及びこれに類するもののような様々な材料を含むことができる。

【0064】

基板の 2 つの異なる厚さを用いることが可能である。例えば、1 つの基板は 100 μm の (すなわち比較的薄い) 基板であることができ、他の基板は 300 μm の (すなわち比較的厚い) 基板であることができ、これら基板により、任意のウェットエッチングプロセス中に特徴サイズにおける大きな柔軟性が許容され得る。図 7 B を参照すれば、100 μm の厚さの基板は、フォトレジスト及び金属でパターン化されることができ、金属は加熱要素のために付着されることができ (ステップ 1 - ヒータ金属付着 710)。追加的な金属付着ステップは、電極リードのために任意で用いられ得る。例えば、1 つの実施例では、金は、チップ接続部において任意でパターン化され得る。

【0065】

1 つの実施例では、フォトレジスト及び金属の剥離後、ハードマスク膜が薄い基板 (ステップ 2 - ハードマスク付着 711) 及び厚い基板の両側に付着されることができ。フォトレジストは、薄い基板上及び厚い基板上の加熱要素に隣接する範囲を露出させるために、基板の両側でパターン化されることが可能である。ハードマスクは、各側の基板の厚さの半分までエッチングされるとともに貫通孔 (すなわちチップを貫通するビア) が生成される基板につづいてエッチングされることができ (ステップ 3 - ハードマスク及び基板エッチング 712)、この貫通孔は、気化ポート 110 に液体源 112 との連通及び周囲環境 116 との連通を提供するものである。

【0066】

この実施例では、ハードマスクは、その後、基板の両側から除去されることができ (ステップ 4 - ハードマスク除去 713)。接合技術に依存して、接着層が薄い基板の後側、厚い基板の上側、その両方に任意に付着されるか、又はそのいずれにも付着されないことが可能である。さらに、いくつかの実施例では、適当な洗浄及び表面処理を 2 つの基板に適用することが可能であり、これら基板をよく知られた様々な接合技術を用いて互いに接合することが可能である (ステップ 5 - 接着層付着及びウエハ接合 714)。いくつかの実施例では、接合されたアセンブリが、その後、より小さな個々のユニットへさいの目状にされることが可能である (ステップ 6 - 接合されたアセンブリ 715)。

【0067】

図 8 には、1 つの実施例の方法を示すフローチャートが示されており、このフローチャートは、液体源からの液体を方向付けすること、及び液体 802 を気化するために気化ポートに近接して位置する (5 ~ 100 μm 又は 0.5 μm ~ 1 mm の範囲にわたり得る) 加熱要素によって気化ポートにおいて液体に熱を加えることに関係するものである。1 つの実施例では、液体が構造部 803 の深さを通して輸送されるように、気化された液体が気化ポートから周囲環境へ放出される。いくつかの実施例では、気化ポートは、10 ~ 300 μm の範囲にわたる側方寸法を有している。他の実施例では、気化ポートは 1 ~ 1000 μm の範囲にわたる側方寸法を有している。液体は、液体を直接液体源に配置することによって、又は任意のポンプ若しくは任意のウィッキング構造部によって液体源へ導かれることができ、液体は、毛細管作用によって液体源へ輸送されることが可能である。1

10

20

30

40

50

つの実施例では、電気エネルギーが加熱要素へ加えられ、加熱要素がジュール加熱（すなわち抵抗加熱）によって加熱されることが可能である。そして、加熱要素からの熱エネルギーは薄い構造部範囲へ伝達されることができ、この薄い構造部範囲は、気化ポート及び液体源に隣接している。そして、熱は、局所的に、気化のために最適な温度へ液体を加熱させるように液体へ伝導され得る。この温度は、液体が気化のために十分に加熱されているものの望ましくない化学反応又は気化ポートの乾燥を引き起こすような望ましくない高温へ至らないように良好にコントロールされることが可能である。加えて、加熱要素への電気エネルギーをコントロールすることで、気化の割合又は気化の総量を正確にコントロールすることが可能である。いくつかの実施例では、電気エネルギーの量は、任意に変更可能であるとともに、特定の用途に対して最適化されることが可能である。他の実施例では、電氣的な波形は、特定の用途に対して最適化され得る正弦波、方形波又は他の波形であり得る。他の実施例では、波形は、脈動し得るとともに、気化、エアロゾル又は液滴の排出を生じさせ、寄生熱損失を低減することが可能であり、これにより、熱力学的な効率が向上する。

【0068】

図9は、液体が液体源112の範囲から気化ポート110へ流れるとともにメニスカス118を通して周囲環境116へ気化される例示的な実施例に言及している。いくつかの実施例では、液体は、マイクロ流体デバイス構造部100の一方側（例えば後側）から輸送され得るとともに、メニスカス118を通して気化されることができ、液体が構造部の深さを通して（すなわちピア又は貫通孔を通して）輸送されるように、マイクロ流体デバイス構造部100の他方側（例えば前側）から蒸気が放出される。これら実施例では、流体が装置を通して移動する能力が可能となる。なぜなら、気化ポート110が液体源112及び周囲環境116に連通しているためである。矢印134は、構造部の一方側から構造部の他方側への連続的な流体の動きを表している。白色の矢印134は液体源112を通る気化ポート110への連続的な流体の動きを示す。黒色の矢印134は、気化ポート110から周囲環境116への連続的な流体の動きを示す。流体が構造部の深さを通して輸送される能力により、気化プロセスをより省エネルギーとすることが可能である。いくつかの実施例では、流体が構造部の深さを通して輸送される能力は、乾燥を低減するか又は回避し、連続的な流体の動きを提供することが可能である。いくつかの実施例では、これにより、例えば加熱要素108を、相転移が生じるメニスカス118への望ましい熱的な接続のために気化ポート110へ近接して（例えば0.5ミクロン～1000ミクロン又は5ミクロン～100ミクロン以内）配置することが可能である。これにより間隔を大きく減少させることができ、熱は、気化中に液体へ転移される必要があるとともに、他の気化装置に比べて低い温度で加熱要素108を動作させることが可能である。これは特に重要である。なぜなら、多くの液体は低い熱伝導率が低いためである（例えば水の熱伝導率は室温でおよそ $k_w = 0.58 \text{ W} / (\text{m K})$ であり、グリセリンの熱伝導率はおよそ $k_w = 0.29 \text{ W} / (\text{m K})$ ）。これら実施例の効果的な設計により、気化中に液体がさらされる必要がある最大温度も低減させることが可能である。さらに、いくつかの実施例では、液体がマイクロ流体デバイスを通して流れるより効率的な設計により、気化ポート110における液体の乾燥を低減することができ、一定かつ優れた性能を提供する。

【0069】

図9は、薄い構造部範囲114と、気化ポート110及び液体源範囲112に含まれる液体との間に大きな接触面領域140が存在する例示的な実施例に言及するものである。液体は低い熱伝導率を有し得るため、熱が薄い構造部範囲114から液体へ容易に伝達され得るように大きな接触領域140を有することが重要である。いくつかの実施例では、薄い構造部範囲114により、薄い構造部範囲114と液体源範囲112と気化ポート110における液体の間の接触領域140へ至る前に、熱が加熱要素108から薄い構造部範囲114を通して伝達され得る間隔が低減される。いくつかの実施例では、熱が薄い構造部範囲114を通して伝達される最小の間隔を有することが重要であり得る。なぜなら、ガラスがおよそ $k_g = 1.05 \text{ W} / (\text{m K})$ の低い熱伝導率を有するためである。金属

10

20

30

40

50

、シリコン及びこれに類するもののような他の材料はより大きな熱伝導率を提供し、例えば、シリコンの熱伝導率は、およそ $k_{Si} = 130 \text{ W / (mK)}$ である。しかしながら、多くの実施例では、熱力学的な効率にとって、気化ポートの近傍に集中された熱エネルギーを維持し、したがってバルク基板及び周囲環境へ伝達される熱量を最小化することが重要である。いくつかの実施例では、熱エネルギーは、実質的に気化クラスタ 104 に制限されている。いくつかの実施例では、気化クラスタ 104 は、サイズにおいて名目上 1 mm であり得る。いくつかの実施例では、気化クラスタ 104 は、サイズにおいて $100 \mu\text{m} \sim 10 \text{ mm}$ の範囲にわたり得る。いくつかの実施例では、気化クラスタ 104 は、サイズにおいて $10 \mu\text{m} \sim 100 \text{ mm}$ の範囲にわたり得る。これら実施例の多くでは、ガラス、プラスチック、ポリマー、繊維ガラス、複合物又はセラミック及びこれらに類するもの
10
のような低い熱伝導率の材料を用いることが有利であり得るが、これらに限定されるものではない。これら実施例の多くでは、薄い構造部範囲 114 は、低い熱伝導率の材料との組合せにおいて、バルク構造部 100 及び周囲環境 116 への寄生熱伝達損失を最小化することを補助し得る。他の実施例では、最適化された電気波形を用いることで、バルク構造部 100 及び周囲環境 116 への寄生熱伝達損失を最小化することを補助することができる。

【0070】

いくつかの実施例では、ガラスは、気化装置にとって最適な材料とする多くの特徴を有している。例えば、ガラスは、丈夫にすることができ、薄いウエハを含む多くの幾何形状において利用でき、機械加工されることができ、カスタム吹きされることができ、成形又は成型されることができ、広範かつ商業的に利用でき、手ごろな価格で購入でき、ウェットエッチングされることができ、低い導電性を有することができ、低い熱伝導率を有することができ、適切な洗浄プロセスにより親水性とされることができ、思慮深く選択された表面コーティングにより疎水性とされることができ、表面が、よく知られた表面化学によって処理されることができ、化学的に不活性であることができ、ピラニア (Piranha) 溶液を用いて有機材料を積極的に除去することができ、ガラス転移温度より低い温度で機械的に安定であることができ、金属が、電極リード及び加熱要素のために付着されることができ、又はそれ自体若しくは他の金属に接合されることができ。
20

【0071】

いくつかの実施例では、ガラスは、環境上の理由、毒性の理由又は健康上の理由のために構造材料として選択されることが可能である。いくつかの実施例では、電極リード 116 及び加熱要素 108 は、白金及びチタンの付着から形成されることが可能である。カーボン、金、銀、ニッケル、アルミニウム及び他の多くのもののような多くの他の材料は、電極及び加熱要素の付着に用いられることが可能である。いくつかの実施例では、白金が、電極リード及び (ジュール加熱による) 加熱要素として用いられることができるとともに、加熱要素のおおよその温度の計測のための抵抗型熱デバイス (RTD) としても用いることが可能である。白金、他の多くの金属及び他の材料の電気抵抗は、温度の関数であるとともに、加熱要素のおおよその温度を特定するために用いられることができる。いくつかの実施例では、電気制御回路を気化装置のフィードバック制御に用いることができ、
30
一定の動作温度若しくは一定の動作パワー設定、動作温度若しくは動作パワーの時間的プロファイル又は特定の用途のために適合され得るいくつかの任意の動作時間的プロファイルを維持するために用いることが可能である。他の金属及び他の材料は、気化装置のための RTD として用いられることが可能である。しかしながら、いくつかの実施例では、白金は適当な材料であり得る。これら実施例では、チタンが、ガラス基板と白金又は他の金属付着膜の間の接着性を提供するのに適した接着材料であり得る。他の接着材料を用いることも可能である。

【0072】

いくつかの実施例では、連続的な流体の動きと組み合わせられた加熱要素 108 が流体の安定かつ均一な加熱を提供し、この連続的な流体の動きは、望ましくない化学的な副生成物を生じさせ、又は燃焼し、部分的に燃焼し、若しくは焦げを燃やし、若しくは液体及び
40
50

マイクロ流体構造部 100 を焼け焦がし得る望ましくない高温となるのを避けることを可能とする。いくつかの実施例では、連続的な流体の動きは、液体の乾燥、望ましくない化学的な副生成物、液体の焼け焦げ若しくは燃焼又は装置の焼け焦げ若しくは燃焼のような望ましくない効果を潜在的に最小化しつつ不確定な期間の間装置を連続的に機能させることが可能な安定した動作を提供する。

【0073】

いくつかの実施例では、数ミリ秒～数十秒又はこれより長い範囲にわたる不連続な期間において気化が生じ得る。いくつかの実施例では、気化は、正確な配量のための蒸気量の精確な供給を提供するために、数ミリ秒～数十秒又はこれより長い範囲にわたる不連続な期間において生じ得る。

10

【0074】

図 10 には、例示的な実施例の様々な構成部材を図示する、装置の断面図が示されている。周囲環境 116 は、構造部 100 の上方にある。気化ポート 110 は、構造部 100 内に形成されているとともに、液体源範囲 112 及び周囲環境 116 に連通している。加熱要素 108 は、気化ポート 110 に熱的に接続されているとともに、薄い構造部範囲 114 上に位置している。白線 136 は、一定の温度の等温線を示している。いくつかの実施例では、薄い構造部範囲 114 は、本質的に気化クラスタ 104 内並びに加熱要素 108 及び気化ポート 110 の近傍内へ熱エネルギーを制限するのを補助し、これにより、バルク構造部 100 への熱損失が低減される。

【0075】

20

いくつかの実施例では、薄い構造部範囲 114 と、気化ポート 110 及び液体源 112 に含まれる液体との間に大きな接触面領域 140 が存在する。液体は低い熱伝導率を有し得るため、熱が薄い構造部範囲 114 から液体へ容易に伝達され得るように大きな接触領域 140 を有することが重要である。いくつかの実施例では、薄い構造部範囲 114 と、液体源範囲 112 及び気化ポート 110 における液体との間の接触領域 140 へ到達する前に、薄い構造部範囲 114 により、熱が加熱要素 108 から薄い構造部範囲 114 を通して伝達され得る間隔（距離）を低減することができる。いくつかの実施例では、熱が薄い構造部範囲 114 を通して伝達される最小の間隔を有することが望ましい。なぜなら、ガラスがおよそ $k_g = 1.05 \text{ W / (mK)}$ の低い熱伝導率を有し得るためである。金属、シリコン及びこれに類するもののような他の材料は、より大きな熱伝導率を提供し、例えばシリコンの熱伝導率は、およそ $k_{Si} = 130 \text{ W / (mK)}$ である。しかしながら、多くの実施例では、熱力学的な効率にとって、本質的に気化クラスタ 104 内に、及び気化ポート 110 の近傍に集中された熱エネルギーを維持し、したがってバルク基板 100 及び周囲環境 116 へ伝達される熱量を最小化することが重要である。これら実施例の多くでは、ガラス、プラスチック、ポリマー、繊維ガラス、複合物又はセラミック及びこれに類するもののような低い熱伝導率の材料を用いることが有利であり得る。これら実施例の多くでは、薄い構造部範囲 114 が、低い熱伝導率の材料と組み合わせて、バルク基板 100 及び周囲環境 116 への寄生熱伝達損失の最小化を補助し得る。他の実施例では、最適化された電気的な波形を用いることが、バルク基板 100 及び周囲環境 116 への寄生熱伝達損失を減らすのを補助し得る。

30

40

【0076】

図 11a 及び図 11b には、例示的な実施例の様々な構成要素を図示する、装置の断面図が示されている。周囲環境 116 は、構造部 100 の上方にある。気化ポート 110 は、構造部 100 内に形成されているとともに、液体源範囲 112 及び周囲環境 116 に連通している。加熱要素 108 は、気化ポート 110 に熱的に接続されているとともに、薄い構造部範囲 114 上に位置している。

【0077】

図 11a には、装置に給電されていないときに生じ得る、薄い構造部範囲 114 がたわんでいない状態にある例示的な実施例が示されている。1つの実施例では、加熱要素 108 は、給電され得るとともに、加熱要素 108 の近傍における温度を上昇させることが可

50

能な熱エネルギーを生成し得る。加熱要素 108 近傍における薄い構造部範囲 114 は、温度上昇により熱的に膨張することができ、この温度上昇は、薄い構造部範囲 114 及び抵抗加熱要素 108 における熱応力及び／又は熱ひずみを生じさせ得る。いくつかの実施例では、主応力が 10 ~ 20 MPa であることが望ましい。いくつかの実施例では、主応力が 70 MPa より小さいことが望ましい。

【0078】

図 11b には、加熱要素 108 が給電される場合に、薄い構造部範囲 114 が熱膨張によりたわんでいる例示的な実施例が示されている。1つの例示的な実施例では、薄い構造部範囲 114 が、パルク構造部の熱膨張の最小化を補助し得るとともに薄い構造部範囲 114 における熱応力及び熱ひずみの低減を補助し得る加熱要素 108 の近傍への熱エネルギーの確認を強めることを手助けし得る。いくつかの実施例では、主応力が 10 ~ 20 MPa であることが望ましい。いくつかの実施例では、主応力が 70 MPa より小さいことが望ましい。

【0079】

1つの実施例では、薄い構造部範囲 114 が熱によるたわみを許容することができるとともに、熱応力の低減を補助し得る。構造ビームの機械的な剛性は h^3 に比例し、ここで、 h は構造ビームの厚さである。いくつかの実施例では、任意に薄い構造部範囲 114 は、比較的小さな機械的な剛性を有し得るほど十分に薄いことが可能であり、この機械的な剛性は、加熱要素 108 が電氣的に刺激される場合に、薄い構造部範囲 114 を十分に小さな応力でたわませることを可能とするものである。いくつかの実施例では、主応力が 10 ~ 20 MPa であることが望ましい。いくつかの実施例では、主応力が 70 MPa より小さいことが望ましい。

【0080】

1つの実施例では、加熱要素 108 は、構造材料に比べて大きな熱膨張率を有する金属で構成されることができる。薄い構造部範囲 114 は、図 11b に示されているようにたわみ得るとともに、加熱要素 108 の材料の熱的に誘導されたひずみに良好に適合し得るひずみを上面に生成することができ、これにより、加熱要素 108 と薄い構造部範囲 114 の間の応力を大きく低減することが可能である。いくつかの実施例では、主応力が 10 ~ 20 MPa であることが望ましい。いくつかの実施例では、主応力が 70 MPa より小さいことが望ましい。

【0081】

図 12 には、他の例示的な実施例の様々な構成部材を示す、装置の断面図が示されている。この実施例では、任意のシール 124 が気化ポート 110 における液体と周囲環境 116 の間に配置され得る。シール 124 は、熱応答性ワックスで構成することができる。これは、貯蔵中に液体を封入するシールを提供することが可能であり、そして、任意のシール 124 は、気化装置を起動（作動）させるために気化され得る。任意のシール 124 は、最初の使用前の貯蔵寿命を延ばすために用いられることができるか、又は使用中の保管寿命を延ばすために用いられることができる。いくつかの実施例では、シール材料は、使用中又は気化プロセス中の自己シール機構を提供するために液体へ取り込まれることが可能である。任意のシール 124 は、典型的なワックスの場合のほかに、多くの異なる材料から製造されることが可能である。いくつかの実施例では、シール 124 は、常温では固定であるが気化器が起動（作動）すると溶融するか、昇華するか、減退するか、又は気化ポート 110 から取り除かれる適当なシール材料で構成されることが可能である。いくつかの実施例では、液体源範囲 112 は、低揮発性の液体である液体を含むことができ、任意のシールは、必要ないか、又は望ましくない。いくつかの実施例では、周囲環境 116 は、構造部の上方にあり得る。構造部 100 内に形成された気化ポート 110 は、液体源範囲 112 に連通することができるが、任意のシール 124 によって任意で周囲環境から分離されることが可能である。加熱要素 108 は、気化ポート 110 に近接されることができるとともに、薄い構造部範囲 114 上に配置されることが可能である。いくつかの実施例では、加熱要素 108 は、気化ポート 110 の 0.5 ~ 1000 μm 以内に配置さ

10

20

30

40

50

れている。いくつかの実施例では、加熱要素 108 は、気化ポート 110 の 5 ~ 100 μ m 以内に配置されている。いくつかの実施例では、任意のシール 124 は、気化されることができるとともに、気化ポート 110 内の液体を周囲環境 116 と連通させることを可能とする。任意のバルクヒータ又はバルククーラ 120 は、構造部 100 の下方に配置され得る。これは、そのほか固相物質を液体にする熱を提供することができるか、又は加熱要素 108 によってより少ない熱エネルギーが必要とされるようにバルク液体の温度を上昇させることが可能である。任意のバルクヒータ又はバルククーラ 120 は、バルク液体のバルク温度を上昇又は低下させることができ、これにより、気化ポート 110 内での気化を受け得る前に液体の揮発性をコントロールすることが可能である。

【0082】

図 13 には、液体源範囲 112 が薄い構造部範囲 114 に隣接している他の実施例の概略が示されている。周囲環境 116 は、薄い構造部範囲 114 上にある。気化ポート 110 は、構造部 100 内に形成されているとともに、液体源 112 及び周囲環境 116 に連通している。加熱要素 108 は、気化ポート 110 と熱的に接続されているとともに、薄い構造部範囲 114 上に配置されている。任意のバルクヒータ又はバルククーラ 120 は、構造部 100 の下方に示されている。

【0083】

図 14 a には、任意の保護層 126 が加熱要素 108 を包囲する例示的な実施例が示されている。保護層 126 は、付着される二酸化ケイ素、アモルファスシリコン、窒化ケイ素又は他の材料であり得る。いくつかの実施例では、保護層 126 は、加熱要素 108 の材料とその下の構造部 100 の材料の間の熱膨張の差に基づき、加熱要素 108 を離層（剥離）から保護することが可能である。いくつかの実施例では、保護層 126 が、加熱要素 108 と周囲環境 116 の間で化学的な障壁及び/又は電気的な障壁としての役割を果たすことが可能である。いくつかの実施例では、保護層 126 が加熱要素 108 に近接して配置される。いくつかの実施例では、保護層 126 が加熱要素 108 の 0.5 μ m ~ 1 mm 以内に配置されている。いくつかの実施例では、保護層 126 が本質的に構造部 100 を覆っている。

【0084】

図 14 b には、任意の表面コーティング 128 が構造部の外側にコーティングされているとともに気化ポート 110 に隣接して配置されている 1 つの実施例が示されている。いくつかの実施例では、コストを気化ポート 110 の壁部のコーティングにコストをかけることを避けることが望ましい。したがって、コーティングが付着されている場合には、気化ポートがコーティングプロセス中にマスクされないで被覆され得る。1 つの実施例では、任意の表面コーティング 128 は疎水性のコーティングである。他の実施例では、任意の表面コーティング 128 は親水性のコーティングである。他の実施例では、任意の表面コーティング 128 は、疎水性コーティングと親水性コーティングの組合せである。1 つの実施例では、疎水性コーティングがフルオロポリマー又は他の材料で構成されることが可能である。1 つの実施例では、任意の表面コーティング 128 は、化学的単層で構成されることが可能である。1 つの実施例では、疎水性コーティングは親水性の液体をはじくことができるとともに、構造部の外側を湿潤させることによって親水性の液体を最小化することが可能である。1 つの実施例では、親水性コーティングは、疎水性の液体をはじくことができるとともに、構造部の外側を湿潤させることによって疎水性の液体を最小化することが可能である。

【0085】

図 14 c には、任意の保護層 126 が、加熱要素 108 を包囲する任意の保護層 126 上にコーティングされた任意の表面コーティング 128 とともに加熱要素 108 を包囲するとともに、気化ポート 110 に隣接して位置し、しかし任意には気化ポート 110 上には位置していない、1 つの実施例が示されている。保護層 126 は、付着される二酸化ケイ素、アモルファスシリコン又は他の材料であることができる。いくつかの実施例では、保護層 126 は、加熱要素 108 の材料とその下の構造部 100 の材料の間の熱膨張の差

10

20

30

40

50

に基づき、加熱要素 108 を離層（剥離）から保護することが可能である。いくつかの実施例では、保護層 126 が、加熱要素 108 と周囲環境 116 の間で化学的な障壁及び／又は電気的な障壁としての役割を果たすことが可能である。いくつかの実施例では、保護層 126 が加熱要素 108 に近接して配置される。いくつかの実施例では、保護層 126 が加熱要素 108 の $0.5\ \mu\text{m} \sim 1\ \text{mm}$ 以内に配置されている。いくつかの実施例では、保護層 126 が本質的に構造部 100 を覆っている。1つの実施例では、表面コーティング 128 は、疎水性コーティングである。他の実施例では、表面コーティング 128 は、親水性コーティングである。他の実施例では、表面コーティングは、疎水性コーティングと親水性コーティングの組合せである。1つの実施例では、任意の疎水性の表面コーティング 128 は、フルオロポリマー又は他の材料で構成されることができる。1つの実施例では、任意の疎水性の表面コーティング 128 は、親水性の液体をはじくことができるとともに、構造部の外側を湿潤させることによって親水性の液体を最小化することが可能である。1つの実施例では、親水性の表面コーティング 128 は、疎水性の液体をはじくことができるとともに、構造部の外側を湿潤させることによって疎水性の液体を最小化することが可能である。

【0086】

図 14d には、任意の表面コーティング 128 が、構造部 100 の内側にコーティングされているとともに気化ポート 110 及び液体源範囲 112 に隣接して配置されている 1つの実施例が示されている。例示的な実施例では、任意の表面コーティング 128 は、疎水性コーティングである。疎水性のコーティングは、疎水性の液体が疎水性コーティングを湿潤させるように適合され得る。他の実施例では、任意の表面コーティング 128 は親水性コーティングであり、その結果、親水性の液体が親水性コーティングを湿潤する。他の実施例では、任意の表面コーティング 128 は、疎水性コーティングと親水性コーティングの組合せである。1つの実施例では、疎水性コーティングは、フルオロポリマー又は他の材料で構成されることができる。1つの実施例では、任意の表面コーティング 128 は、化学的単層で構成されることができる。1つの実施例では、疎水性コーティングは、疎水性の液体によって構造部 100 及び気化ポート 110 の内側を湿潤させることを許容しつつ、親水性の液体をはじくことができるとともに、構造部 100 及び気化ポート 110 の内側を湿潤させることによって親水性の液体を最小化することが可能である。1つの実施例では、親水性コーティングは、疎水性の液体をはじくことができるとともに、構造部 100 及び気化ポート 110 の内側を湿潤させることによって疎水性の液体を最小化することが可能である。

【0087】

図 14d には、熱エネルギーを構造部へ加えるために用いられ得る任意の構造ヒータ 210 を有する例示的な実施例が示されている。任意の構造ヒータは、薄膜抵抗加熱要素又は他のタイプの加熱要素であり得る。構造部からの熱エネルギーは、固体材料 212 を加熱するために用いられ得る。固体材料 212 は、固体ワックス、ワックス状の物質又は他のタイプの固体材料であり得る。固体材料 212 は、構造部 100 と熱的に接続されている。構造部 100 からの熱エネルギーの適切な適用により、固体材料 212 は、液体源範囲 112 を占有し得る液体へコントロール可能に溶融することが可能である。任意の表面コーティング 128 は、液体源範囲 112 を占有する液体が構造部 100 及び気化ポートを湿潤させることができるように選択されることが可能である。加熱要素 108 に給電されると、液体源 112 からの液体が気化ポート 110 において気化され、その結果、蒸気が周囲環境 116 へ放出され得る。

【0088】

ここに記載されている実施例は、代表的なものである。変更、再構成、代替的なプロセス、材料などがこれらの実施例に対してなされ得るとともに、ここで明らかにされる示唆の範囲内にある。

【0089】

それ以外に具体的に明言されていないか、又は用いられるように文脈内でそれ以外に理解されない限り、他の文言との間での「可能である」、「あり得る」、「できる」、「例えば」及びこれに類するもののような、ここで使用される条件的な言い回しは、一般に、所定の実施例が所定の特徴、要素及び／又は状態を含み、他の実施例は所定の特徴、要素及び／又は状態を含まないことを伝えることが意図されている。したがって、このような条件的な言い回しは、一般に、特徴、要素及び／又は状態が１つ又は複数の実施例にとって多少なりとも必要であること、又は１つ又は複数の実施例が著者の提供を有するか、又はこれを有することなく、これら特徴、要素及び／又は状態が何らかの特定の実施例に含まれるかどうか、又は何らかの特定の実施例で実行されるべきかどうかを決定するための論理を必然的に含むことを暗に意味することは意図されていない。「構成する」、「含む」
10
、「有する」、「関係する」及びこれに類する用語は、同意語であり、制限のない態様で包括的に用いられるとともに、追加的な要素、特徴、動き、動作などを排除するものではない。また、「又は」という用語も、包括的な意味合いで（排除する意味合いではなく）用いられているため、例えば、要素のリスト（一覧）に結び付けて用いられる場合には、「又は」という用語は、リストにおける１つの要素、いくつかの要素又は全ての要素を意味する。

【 0 0 9 0 】

「X，Y又はZのうち少なくとも１つ」という文章のような離接的（分離的）な言い回しは、そのほかに明確に述べられていない限り、さもなければ、一般に、物品、用語などがX，Y若しくはZのいずれか又はこれらの組合せ（例えばX，Y及び／又はZ）であり得ることを表すために用いられる文脈によって理解される。したがって、このような離接的
20
な言い回しは、一般に、所定の実施例がそれぞれ表される少なくとも１つのX、少なくとも１つのY又は少なくとも１つのZを必要とすることを暗に示すことを意図するものではなく、暗に示すべきものでもない。

【 0 0 9 1 】

「約」又は「およそ」及びこれに類する用語は、同意語であり、この用語によって修飾される値がこれに関連して理解される範囲を有していることを示すために用いられ、この範囲は、± 2 0 %、± 1 5 %、± 1 0 %、± 5 %又は± 1 %であり得る。「本質的に」という用語は、結果（例えば測定値）が目標値に近いことを示すために用いられており、近いとは、例えば結果が値の 8 0 % 以内、値の 9 0 % 以内、値の 9 5 % 以内又は値の 9 9 %
30
以内であることを意味し得る。

【 0 0 9 2 】

そのほかに明確に述べられていない限り、「a」又は「a n」のような冠詞は、１つ又は複数の上記物品を含むと一般に解釈されるべきである。したがって、「～と設定された（１つの）装置」という文章は、１つ又は複数の列挙された装置を含むことを意図している。このような１つ又は複数の列挙された装置は、述べられた列挙を実行するためにまとめ
40
て設定されることも可能である。例えば、「列挙A，B及びCを実行するために設定された１つの要素」は、列挙B及びCを実行するために設定された第２の要素と合わせて動作する列挙Aを実行するために設定された第１の要素を含み得る。

【 0 0 9 3 】

上述の詳細な説明が示され、記述され、例示的な実施例へ適用されるものとしての新規な特徴を指摘するとしても、開示の本質を逸脱せずに、図示の装置又は方法の形態及び詳細における様々な省略、代用及び変更を行うことが可能であると理解される。認められるように、ここに記載された所定の実施例は、ここで明らかにされた全ての特徴及び利益を提供しない形態内において具体化され得る。なぜなら、いくつかの特徴がほかのものとは別に用いられるか、又は実行され得るためである。特許請求の範囲と同等な意味及び範囲内にある全ての変更は、特許請求の範囲内に包含されるべきである。

【図 1】

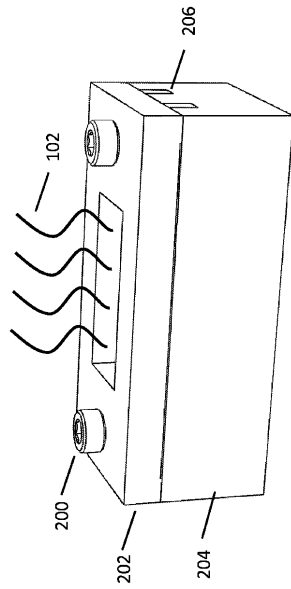
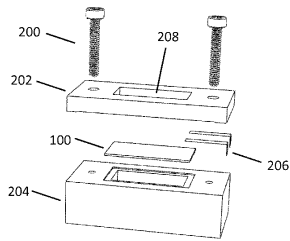


FIG. 1

【図 2 a】



インターポーザ

【図 3 b】

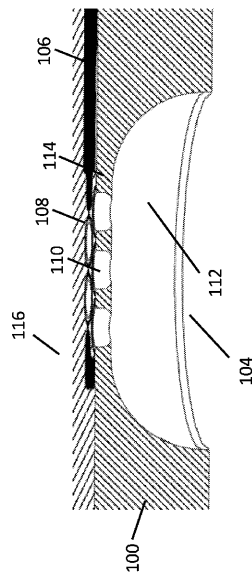
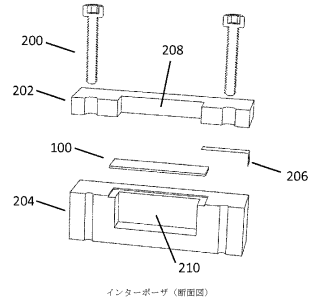


FIG. 3b

【図 2 b】



インターポーザ (断面図)

【図 3 a】

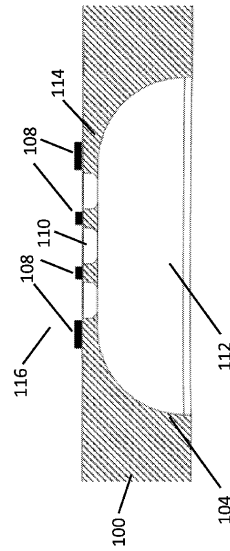


FIG. 3a

【図 4 a】

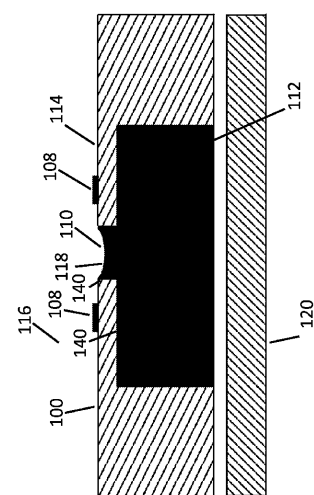
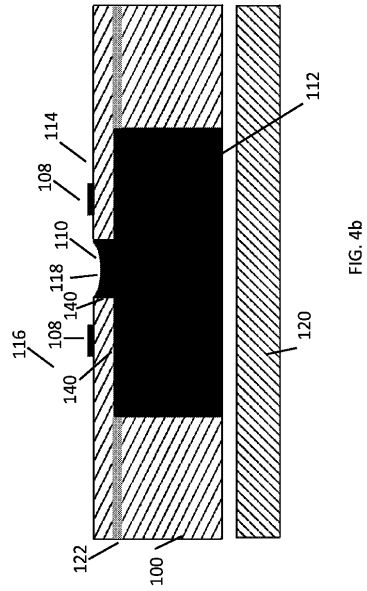
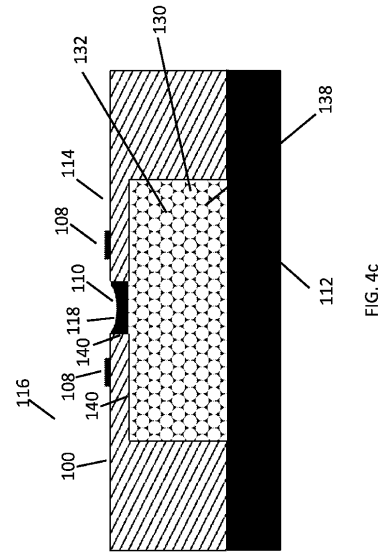


FIG. 4a

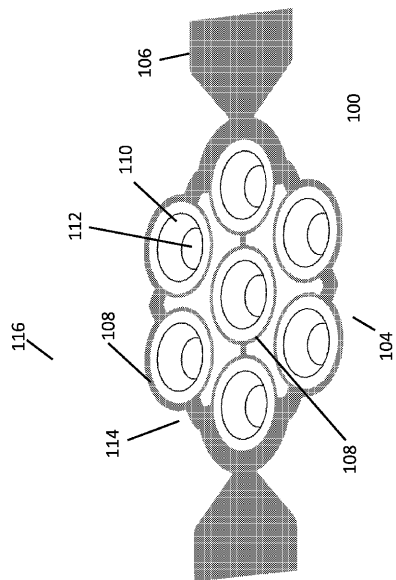
【図 4 b】



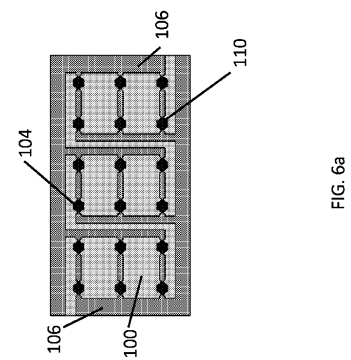
【図 4 c】



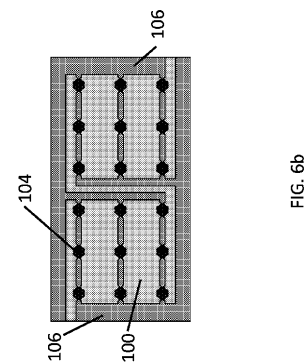
【図 5】



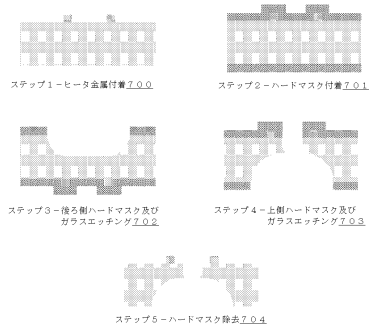
【図 6 a】



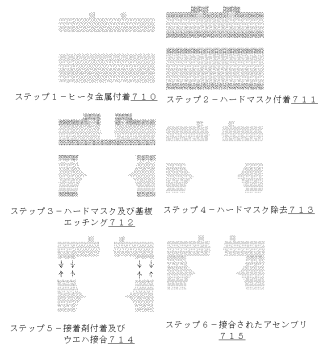
【図 6 b】



【図 7 a】



【図 7 b】



【図 10】

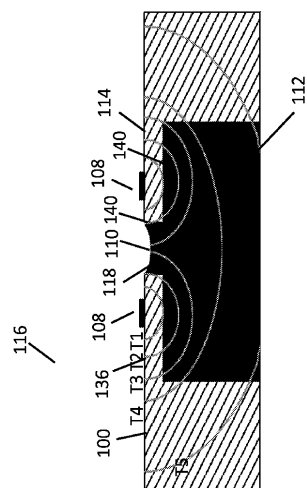
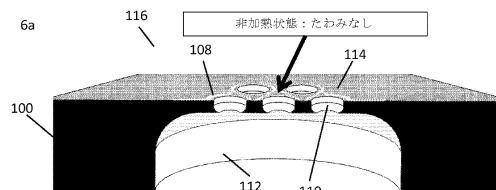
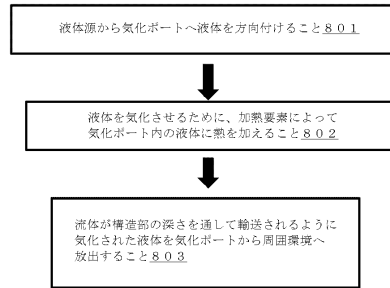


FIG. 10

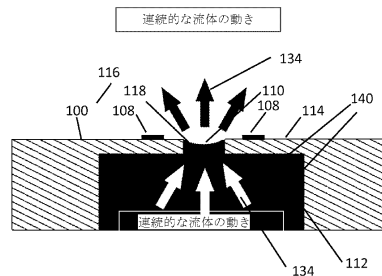
【図 11 a】



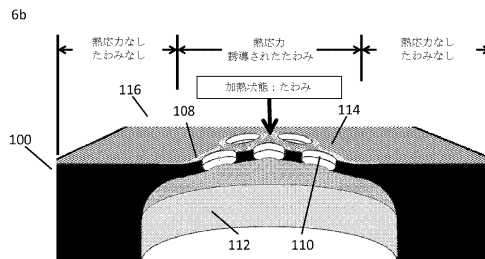
【図 8】



【図 9】



【図 11 b】



【図 12】

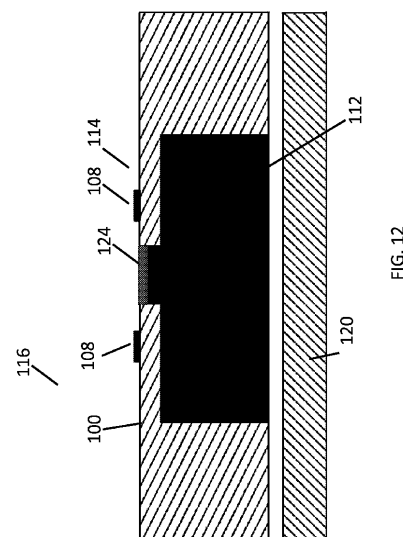


FIG. 12

【図 13】

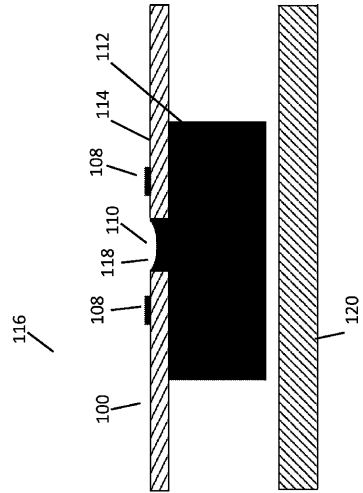


FIG. 13

【図 14 a】

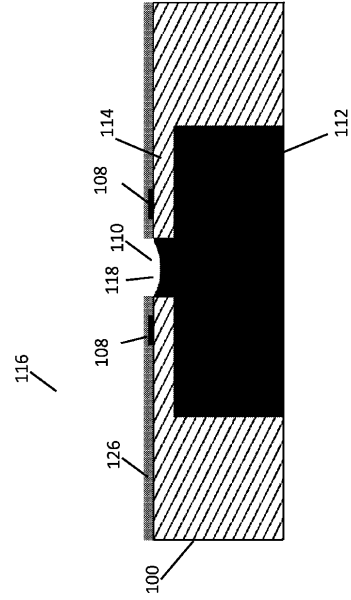


FIG. 14a

【図 14 b】

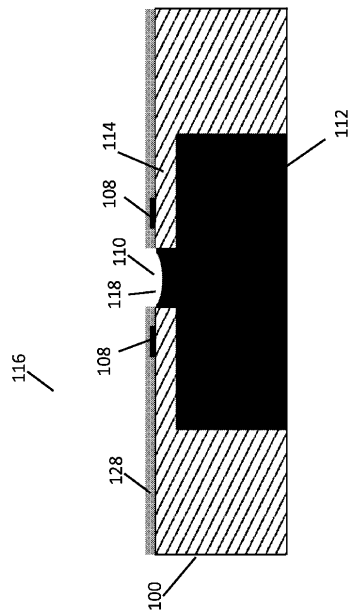


FIG. 14b

【図 14 c】

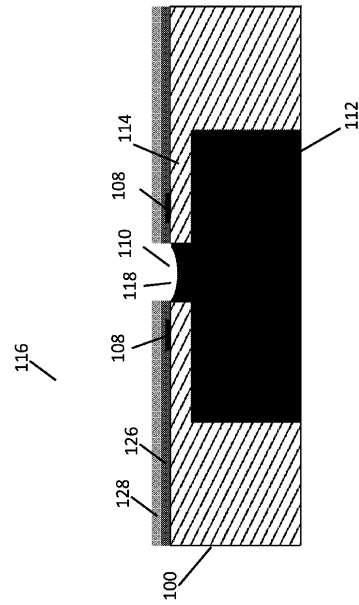
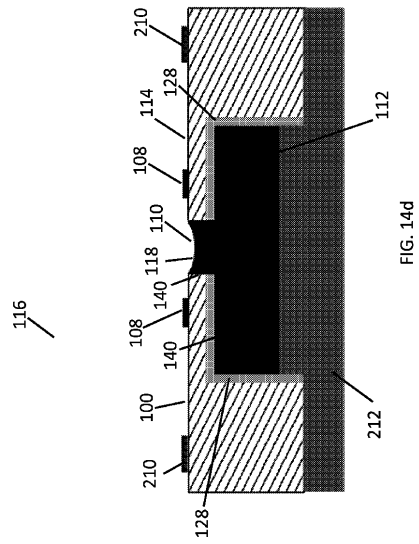


FIG. 14c

【図 14 d】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 1 M 15/06 (2006.01) A 6 1 M 15/06 C

(72)発明者 マインハート・カール・ディー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 3 1 1 1、サンタ・バーバラ、8 1 8 ビア・カンボベッ
ロ

(72)発明者 パイオレック・ブライアン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 3 1 0 7、サンタ・バーバラ、ピーオー・ボックス 1 2
9 4 7

(72)発明者 ジュディ・ニコラス・ビー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 3 1 1 0、サンタ・バーバラ、ユニット・エフ、4 5 0
カミノ・デル・リミディオ

審査官 土屋 正志

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 8 9 5 5 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 0 3 7 7 9 4 (W O , A 2)
特表 2 0 1 4 - 5 0 1 1 0 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 2 4 F 4 0 / 4 0
A 2 4 F 4 7 / 0 0
A 6 1 M 1 5 / 0 6
B 6 5 D 8 3 / 0 0
F 2 4 F 6 / 0 0
F 2 4 F 6 / 0 2