

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4667524号  
(P4667524)

(45) 発行日 平成23年4月13日(2011.4.13)

(24) 登録日 平成23年1月21日(2011.1.21)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/683 (2006.01)

H01L 21/68 Z NMP

H01L 21/027 (2006.01)

H01L 21/30 502D

B29C 59/02 (2006.01)

B29C 59/02 Z

請求項の数 19 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-504203 (P2009-504203)	(73) 特許権者	503193362 モレキュラー・インプリンツ・インコーポ レーテッド アメリカ合衆国・78758・テキサス州 ・オースティン・ウエスト・ブレイカ ーン・1807-シイ
(86) (22) 出願日	平成19年3月26日 (2007.3.26)	(74) 代理人	100064621 弁理士 山川 政樹
(65) 公表番号	特表2009-532899 (P2009-532899A)	(74) 代理人	100098394 弁理士 山川 茂樹
(43) 公表日	平成21年9月10日 (2009.9.10)	(72) 発明者	チエララ, アンシュマン アメリカ合衆国・78759・テキサス州 ・オースティン・モラド・コヴ・1030 6・アパートメント 244
(86) 國際出願番号	PCT/US2007/007487		
(87) 國際公開番号	W02007/126767		
(87) 國際公開日	平成19年11月8日 (2007.11.8)		
審査請求日	平成22年3月8日 (2010.3.8)		
(31) 優先権主張番号	60/788,777		
(32) 優先日	平成18年4月3日 (2006.4.3)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】流体チャンバのアレイを備えるチャック・システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ある基板の第1部分を保持すると同時に前記基板の第2部分を湾曲させるためのチャック・システムであって、

第1および第2の上下に対向するサイドを有するチャック本体と、  
複数の流体チャンバと流体連通している圧力制御システムと、  
を備え、

前記第1のサイドは、縦列と横列に配置された前記流体チャンバの配列を有し、前記流体チャンバの配列は、前記基板の第1部分に重なる第1の流体チャンバと、前記基板の第2部分と重なる第2の流体チャンバより構成され、

それぞれの流体チャンバは、間隔を置いて配置される第1と第2の支持区域を定めるための、間隔を置いて配置された第1と第2の凹溝を有し、前記第1の支持区域は前記第2の支持区域と前記第1と第2の凹溝を取り囲み、前記第2の支持区域は前記第2の凹溝を取り囲み、前記基板は前記第1と第2の支持区域に支えられ、これらの構成により、前記第1の凹溝とそれに重なる前記基板の一部分が第1のチャンバを決定し、第2の凹溝とそれに重なる前記基板の一部分が第2のチャンバを決定し、それぞれの前記第1のチャンバと、それぞれの前記第2のチャンバは、異なる流体源に流体連通して前記流体チャンバの配列における流体の流れを制御し、前記第1の流体チャンバの前記第1のチャンバは真空状態にあり、前記第1の流体チャンバの前記第2のチャンバおよび前記第2の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバは加圧状態にあることを特徴とするシステム。

10

20

**【請求項 2】**

前記流体チャンバの縦列にあるそれぞれの第1のチャンバは共通の流体源と流体連通していることを特徴とする請求項1記載のチャック・システム。

**【請求項 3】**

前記流体チャンバの横列にあるそれぞれの第2のチャンバは共通の流体源と流体連通していることを特徴とする請求項1記載のチャック・システム。

**【請求項 4】**

前記流体チャンバの縦列にあるそれぞれの第1のチャンバは第1の共通の流体源と流体連通し、前記流体チャンバの横列にあるそれぞれの第2のチャンバは前記第1の共通の流体源とは異なる第2の共通の流体源と流体連通していることを特徴とする請求項1記載のチャック・システム。10

**【請求項 5】**

前記流体チャンバの配列における各流体チャンバは、互いに分離して封止されることを特徴とする請求項1記載のチャック・システム

。

**【請求項 6】**

複数の通路を備え、前記第1のチャンバの各縦列と前記第2のチャンバの各横列は異なる通路に結合され、前記第1と第2のチャンバは前記異なる流体源に流体連通するように配置されることを特徴とする請求項1記載のチャック・システム。

**【請求項 7】**

ある基板の第1部分を保持すると同時に前記基板の第2部分を湾曲するためのチャック・システムであって、20

第1および第2の上下に對向するサイドを有するチャック本体と、

複数の流体チャンバと流体連通している圧力制御システムと、  
を備え、

前記第1のサイドは、縦列と横列に配置された前記流体チャンバの配列を有し、前記流体チャンバの配列は、前記基板の第1部分に重なる第1の流体チャンバと、前記基板の第2部分と重なる第2の流体チャンバより構成され、

それぞれの流体チャンバは、間隔をおいて配置される第1と第2の支持区域を定めるための、間隔を置いて配置された第1と第2の凹溝を有し、前記第1の支持区域は前記第2の支持区域と前記第1と第2の凹溝を取り囲み、前記第2の支持区域は前記第2の凹溝を取り囲み、前記基板は前記第1および第2の支持区域に支えられ、これらの構成により、前記第1の凹溝とそれに重なる前記基板の一部が第1のチャンバを決定し、第2の凹溝とそれに重なる前記基板の一部が第2のチャンバを決定し。30

前記圧力制御システムは、前記第1の流体チャンバと前記第2の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバのそれぞれに流体連通することで、前記第1の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバは正の圧力を有し、前記第2の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバが負の圧力を有するように前記第1および第2のチャンバ内の圧力を制御し、前記第1の流体チャンバが重なる前記基板の一部に対して負の力を掛けられるように前記第1及び第2の凹溝の間の面積の比率は決定されており、前記第1の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバ内には正の圧力、および前記第2の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバ内には負の圧力が与えられることを特徴とするチャック・システム。40

**【請求項 8】**

前記第1の流体チャンバの前記第1および第2チャンバのそれぞれを、前記圧力制御システムと流体連通させるための第1および第2通路をさらに含むことを特徴とする請求項7記載のチャック・システム。

**【請求項 9】**

前記圧力制御システムは複数の流体源を備え、前記第1チャンバの各縦列及び前記第2チャンバの各横列は、前記複数の流体源の中の異なる流体源と流体連通することによって前記流体チャンバの配列における流体の流れを制御することを特徴とする前記請求項7記50

載のチャック・システム。

【請求項 10】

前記流体チャンバの縦列のそれぞれの第1チャンバは、共通の流体源と流体連通することを特徴とする請求項9記載のチャック・システム。

【請求項 11】

前記流体チャンバの横列のそれぞれの第2チャンバは、共通の流体源と流体連通することを特徴とする請求項9記載のチャック・システム。

【請求項 12】

前記流体チャンバの縦列にある各第1チャンバは第1の共通の流体源と流体連通し、前記流体チャンバの横列にある各第2チャンバは前記第1の共通流体源と異なる第2の共通の流体源と流体連通することを特徴とする請求項9記載のチャック・システム。 10

【請求項 13】

前記流体チャンバの配列における各流体チャンバは、互いに分離して封止されることを特徴とする請求項9に記載のチャック・システム。

【請求項 14】

複数の通路をさらに有し、前記第1チャンバの各縦列および前記第2チャンバの各横列は異なる通路に接続され、前記第1及び第2チャンバは前記異なる流体源と流体連通するように配置されることを特徴とする請求項9に記載のチャック・システム。

【請求項 15】

ある基板の第1部分を保持すると同時に前記基板の第2部分を湾曲するためのチャック・システムであって、 20

第1および第2の上下に対向するサイドを有するチャック本体と、

複数の流体源を有する圧力制御システムと、  
を備え、

前記第1のサイドは、横列および縦列に配置された前記流体チャンバの配列を有し、前記流体チャンバの配列は、第1の流体チャンバと第2の流体チャンバより構成され、

前記第1及び第2の流体チャンバのそれぞれは、間隔を置いて配置される第1と第2の支持区域を定めるための、間隔を置いて配置された第1と第2の凹溝を有し、前記第1の支持区域は前記第2の支持区域と前記第1と第2の凹溝を取り囲み、前記第2の支持区域は前記第2の凹溝を取り囲み、前記基板は前記第1および第2の支持区域に支えられ、これらの構成により、前記第1の凹溝とそれに重なる前記基板の一部分が第1のチャンバを決定し、第2の凹溝とそれに重なる前記基板の一部分が第2のチャンバを決定し。 30

前記圧力制御システムは、前記複数の流体源のうち、互いに異なる流体源と流体連通する前記第1チャンバの各縦列と前記第2チャンバの各横列を備え、これらの構成により、前記第1の流体チャンバの前記第1および第2チャンバが正の圧力を有し、前記第2の流体チャンバの前記第1および第2チャンバが負の圧力を有するように前記第1および第2チャンバ内の圧力を制御し、前記第1の流体チャンバが重なる前記基板の一部に対して負の力を掛けられるように前記第1及び第2の凹溝の間の面積の比率は決定されており、前記第1の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバ内には正の圧力、および前記第2の流体チャンバの前記第1と第2のチャンバ内には負の圧力が与えられることを特徴とするチャック・システム。 40

【請求項 16】

前記流体チャンバの縦列にあるそれぞれの第1のチャンバは共通の流体源と流体連通していることを特徴とする請求項15記載のチャック・システム。

【請求項 17】

前記流体チャンバの横列にあるそれぞれの第2のチャンバは共通の流体源と流体連通することを特徴とする請求項15記載のチャック・システム。

【請求項 18】

前記流体チャンバの縦列にあるそれぞれの第1のチャンバは第1の共通流体源と流体連通し、前記流体チャンバの横列にあるそれぞれの第2のチャンバは前記第1の共通流体源 50

とは異なる第2の共通流体源を流体連通することを特徴とする請求項15記載のチャック・システム。

【請求項19】

複数の通路をさらに有し、前記第1チャンバの各縦列および前記第2チャンバの各横列は異なる通路に接続され、前記第1及び第2チャンバは前記異なる流体源と流体連通するよう配置されることを特徴とする請求項15に記載のチャック・システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体チャンバのアレイを備えるチャック・システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

ナノ加工には、例えば、ナノメートル台又はそれより小さいフィーチャを有する微細構造の加工が関与する。ナノ加工が相当のインパクトを持つ1つの分野が集積回路の加工である。半導体加工業界が一層大きな生産高を追求し、同時に基板上に形成される単位面積当たりの回路数を増すにつけ、ナノ加工はますます重要になる。ナノ加工によって、より大規模なプロセス制御を可能とすると同時に、形成された構造の極小フィーチャ寸法を更に一段と縮めることができになる。ナノ加工が用いられてきた他の開発分野には、バイオテクノロジー、光学テクノロジー、機械システム等がある。

【0003】

20

典型的なナノ加工技術はインプリント・リソグラフィと一般的に称される。典型的なインプリント・リソグラフィ・プロセスが多数の刊行物に、例えば、米国特許出願第10/264960号“Method and a Mold to Arrange Features on a Substrate to Replicate Features having Minimal Dimensional Variability”の米国特許出願公開公報第2004/0065976号、米国特許出願第10/264926号“Method of Forming a Layer on a Substrate to Facilitate Fabrication of Metrology Standards”の米国特許出願公開公報第2004/0065252号、及び米国特許第6936194号公報“Functional Patternning Material for Imprint Lithography Processes”に詳細に記載されており、これら例示の案件はすべて本発明の譲受人に譲渡されている。

30

【0004】

前述の米国特許出願公開公報及び米国特許公報でそれぞれ開示されたインプリント・リソグラフィ技術には、レリーフ・パターンを重合可能な層に形成し、そのレリーフ・パターンに対応するパターンを下にある基板に転写することが含まれる。基板はステージに置かれ、パターン形成を容易にする所望の位置が得られる。そのため、基板から離したモールドが使用され、形成用液体がモールドと基板の間に介在する。液体は凝固してパターン化層を形成し、同層には液体に接するモールドの表面形状に合致するパターンが記録される。モールドは次いでパターン化層から分離され、モールドと基板は離隔される。基板とパターン化層は次いで、パターン化層のパターンに対応するレリーフ・イメージを基板に転写する工程に掛けられる。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

必要に応じテンプレートの寸法を容易に変えるための改良されたチャック・システムが依然必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

これは、請求項 1 のチャック・システムによって達成される。本発明の好ましい実施態様は従続請求項において特徴づけられる。

【0007】

本発明の実施形態を以下に図面を参照して説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

図 1 に関し、基板 12 上にレリーフ・パターンを形成するためのシステム 10 を示す。基板 12 は、以下に更に説明する基板チャック 14 に結合させられる。基板 12 と基板チャック 14 は、ステージ 16 により支持される。更に、ステージ 16、基板 12、基板チャック 14 はベース（図示せず）上に位置付けされる。ステージ 16 は、x 及び y 軸の周りを動くことができる。  
10

【0009】

基板 12 から離れた位置にテンプレート 18 があり、テンプレートは、基板 12 側に延びパターン形成面 22 を備えたメサ 20 を有する。メサ 20 はモールド 20 と称されることもある。メサ 20 は、ナノインプリント・モールド 20 と称されることもある。別の実施形態においては、テンプレート 18 に実質的にはモールド 20 が無い場合もある。テンプレート 18 及び / 又はモールド 20 は、融解石英、石英、シリコン、有機ポリマー、シリコサン・ポリマー、ホウケイ酸ガラス、フッ素樹脂、金属、硬化サファイア等を含む材料から形成されるが、これらに限らない。図示の通り、パターン形成面 22 は、複数の分離された凹溝 24 と凸部 26 によって形成されたフィーチャを備える。しかし、別の実施形態において、パターン形成面 22 は実質的に円滑及び / 又は平坦とされる場合もある。パターン形成面 22 は、基板 12 上に形成されるパターンの基礎を形成するオリジナル・パターンを決める。テンプレート 18 はテンプレート・チャック 28 と結合され、テンプレート・チャック 28 は、本明細書に援用する米国特許第 6 8 7 3 0 8 7 号「High-Precision Orientation Alignment and Gap Control Stages for Imprint Lithography Process」に記載の真空式、ピン形、溝形、電磁式を含む任意のチャックでよいが、これらに限らない。更に、テンプレート・チャック 28 は、テンプレート 18、且つしたがってモールド 20 を動かすために、インプリント・ヘッド 30 と結合される。  
20

【0010】

システム 10 は、更に流体分配システム 32 を備える。流体分配システム 32 は、基板 12 と流体連通し、それによって高分子材料 34 を基板に堆積させることが可能である。システム 10 は、任意の数の流体分配器を含むことが可能で、流体分配システム 32 は、複数の分配ユニットをシステム内に含むことが可能である。高分子材料 34 は、知られている任意の技法、例えば滴下分配、スピン・コーティング、浸漬塗装、化学蒸着（CVD）、物理蒸着（PVD）、薄膜堆積、厚膜堆積、その他を使用して基板 12 上に配置される。図 2 に示す通り、高分子材料 34 は、基板 12 上に複数の離隔された小滴 36 として堆積され、マトリックス・アレイ 38 が形成される。一例においては、各小滴 36 の単位ボリュームは約 1 ~ 10 ピコリットルである。マトリックス・アレイ 38 の小滴 36 は、5 つの縦列 c<sub>1</sub> ~ c<sub>5</sub> 及び 5 つの横列 r<sub>1</sub> ~ r<sub>5</sub> に配列されている。しかし、小滴 36 は任意の二次元構成で基板 12 上に配列可能である。一般には、高分子材料 34 は、所望のボリュームがモールド 20 と基板 12 の間に形成されるより前に、基板 12 上に配置される。しかし、高分子材料 34 は、所望のボリュームが得られた後にボリュームを満たすことも可能である。  
30

【0011】

図 1 から 3 に関し、システム 10 は、エネルギー 42 を経路 44 沿いに向けるように結合されるエネルギー 42 のソース 40 を更に備える。インプリント・ヘッド 30 とステージ 16 は、モールド 20 と基板 12 が重なって経路 44 に配置されるように構成される。インプリント・ヘッド 30 かステージ 16 のいずれか、又は双方により、モールド 20 と基板 12 の間の間隔が変わることによって、その間が高分子材料 34 によって満たされる  
40

所望のボリュームが形成される。より具体的には、小滴 3 6 が凹溝 2 4 に進入し且つこれを満たす。パターン形成面 2 2 によって形成されたパターンを小滴 3 6 が満たすのに要する時間を、モールド 2 0 の充填時間と定める。所望のボリュームが高分子材料 3 4 により満たされた後、ソース 4 0 は広帯域紫外線放射等のエネルギーを発し、それによって高分子材料 3 4 が凝固し及び/又は架橋され、基板 1 2 の表面 4 6 とパターン形成面 2 2 の形状に合わせて基板 1 2 上にパターン化層 4 8 が形成される。パターン化層 4 8 は、残留層 5 0 と、凸部 5 2 や凹部 5 4 として示す複数のフィーチャとを備える。システム 1 0 は、ステージ 1 6 、インプリント・ヘッド 3 0 、流体分配システム 3 2 、ソース 4 0 とデータ通信し、メモリ 5 8 に格納されたコンピュータ読取り可能なプログラムに作用するプロセッサ 5 6 によって調整される。

10

#### 【0012】

図 1 及び図 4 から 6 を参照すると、上述の通り、システム 1 0 は基板チャック 1 4 を備える。基板チャック 1 4 は、真空技術を使用して基板 1 2 を保持するようにされている。基板チャック 1 4 は、対向する第 1 と第 2 のサイド(側) 6 2 、 6 4 を有するチャック本体 6 0 を備える。対向する第 1 及び第 2 のサイド 6 2 、 6 4 の間に側面すなわち端縁面 6 6 が延びている。第 1 のサイド 6 2 は、複数の流体チャンバ 6 8 を備える。図示のように、基板チャック 1 4 は流体チャンバ 6 8 a ~ 6 8 u を備えるが、別の実施形態においては、基板チャック 1 4 は任意の数の流体チャンバを備えることが可能である。図示の通り、流体チャンバ 6 8 a ~ 6 8 u は 5 つの縦列 a<sub>1</sub> ~ a<sub>5</sub> 及び 5 つの横列 b<sub>1</sub> ~ b<sub>5</sub> のアレイとして配置される。しかし、流体チャンバ 6 8 は、任意の二次元配置でチャック本体 6 0 上に配置可能である。図解を簡潔にするため、縦列 a<sub>1</sub> ~ a<sub>5</sub> 及び横列 b<sub>1</sub> ~ b<sub>5</sub> は、図 5 、 6 にそれぞれ別々に示す。

20

#### 【0013】

図 4 から 6 に関し、各流体チャンバ 6 8 は、支持区域 7 4 と第 2 支持区域 7 6 を区画する、第 1 凹溝 7 0 と、第 1 凹溝 7 0 から分離した第 2 凹溝 7 2 とを備えている。第 2 支持区域 7 6 は第 2 凹溝 7 2 を取り囲む。第 1 支持区域 7 4 は第 2 支持区域 7 6 と、第 1 及び第 2 凹溝 7 0 、 7 2 とを取り囲む。チャック本体 6 0 内には、複数の通路 7 8 、 8 0 が形成され、各流体チャンバ 6 8 をポンプ・システム 8 2 、 8 4 にそれぞれ流体連通させる。より具体的には、流体チャンバ 6 8 の各第 1 凹溝 7 0 は通路 7 8 を介してポンプ・システム 8 2 と流体連通し、各第 2 凹溝 7 2 は通路 8 0 を介してポンプ・システム 8 4 と流体連通している。各ポンプ・システム 8 2 、 8 4 は、1 つ又は複数のポンプをシステム内に含む。

30

#### 【0014】

図 4 、 5 を参照すると、縦列 a<sub>1</sub> ~ a<sub>5</sub> の流体チャンバ 6 8 における、各第 1 凹溝 7 0 は通路 7 8 を介してポンプ・システム 8 2 と流体連通している。より具体的には、縦列 a<sub>1</sub> の流体チャンバ 6 8 d 、 6 8 i 、 6 8 n の第 1 凹溝 7 0 は通路 7 8 a を介してポンプ・システム 8 2 a と流体連通し、縦列 a<sub>2</sub> の流体チャンバ 6 8 a 、 6 8 e 、 6 8 j 、 6 8 o 、 6 8 s の第 1 凹溝 7 0 は通路 7 8 b を介してポンプ・システム 8 2 b と流体連通し、縦列 a<sub>3</sub> の流体チャンバ 6 8 b 、 6 8 f 、 6 8 k 、 6 8 p 、 6 8 t の第 1 凹溝 7 0 は通路 7 8 c を介してポンプ・システム 8 2 c と流体連通し、縦列 a<sub>4</sub> の流体チャンバ 6 8 c 、 6 8 g 、 6 8 l 、 6 8 q 、 6 8 u の第 1 凹溝 7 0 は通路 7 8 d を介してポンプ・システム 8 2 d と流体連通し、且つ縦列 a<sub>5</sub> の流体チャンバ 6 8 h 、 6 8 m 、 6 8 r の第 1 凹溝 7 0 は通路 7 8 e を介してポンプ・システム 8 2 e と流体連通している。

40

#### 【0015】

図 4 、 6 を参照すると、更に、横列 b<sub>1</sub> ~ b<sub>5</sub> の流体チャンバ 6 8 の各第 2 凹溝 7 2 は通路 8 0 を介してポンプ・システム 8 4 と流体連通している。より具体的には、横列 b<sub>1</sub> の流体チャンバ 6 8 a 、 6 8 b 、 6 8 c の第 2 凹溝 7 2 は通路 8 0 a を介してポンプ・システム 8 4 a と流体連通し、横列 b<sub>2</sub> の流体チャンバ 6 8 d 、 6 8 e 、 6 8 f 、 6 8 g 、 6 8 h の第 2 凹溝 7 2 は通路 8 0 b を介してポンプ・システム 8 4 b と流体連通し、横列 b<sub>3</sub> の流体チャンバ 6 8 i 、 6 8 j 、 6 8 k 、 6 8 l 、 6 8 m の第 2 凹溝 7 2 は通路 8 0 c

50

を介してポンプ・システム 8 4 c と流体連通し、横列 b<sub>4</sub>の流体チャンバ 6 8 n、6 8 o、6 8 p、6 8 q、6 8 r の第 2 凹溝 7 2 は通路 8 0 d を介してポンプ・システム 8 4 d と流体連通し、且つ流体チャンバ 6 8 s、6 8 t、6 8 u の第 2 凹溝 7 2 は通路 8 0 e を介してポンプ・システム 8 4 e と流体連通している。

【0016】

図 1 及び図 4 から 6 を参照すると、基板 1 2 が基板チャック 1 4 上に位置付けされるとき、基板 1 2 はチャック本体 6 0 の第 1 面 6 2 に載せられ、流体チャンバ 6 8 を覆い、より具体的には、各流体チャンバ 6 8 の第 1 及び第 2 凹溝 7 0、7 2 を覆う。更に具体的には、流体チャンバ 6 8 の各第 1 凹溝 7 0 と基板 1 2 の一部が重なって、第 1 チャンバ 8 6 を形成し、且つ流体チャンバ 6 8 の各第 2 凹溝 7 2 と基板 1 2 の一部が重なって、第 2 チャンバ 8 8 を形成する。更に、ポンプ・システム 8 2 が作用することにより第 1 チャンバ 8 6 内の加圧／真空が制御され、ポンプ・システム 8 4 が作用することによって第 2 チャンバ 8 8 内の加圧／真空が制御される。第 1 チャンバ 8 6、8 8 内の加圧／真空は、基板 1 2 の形状を変えている間に、基板 1 2 の基板チャック 1 4 からの分離を回避しないまでも低減させる。追って更に説明する。ポンプ・システム 8 2、8 4 は、プロセッサ 5 6 とデータ通信し、メモリ 5 8 に格納されたコンピュータ読み取り可能なプログラムに作用してポンプ・システム 8 2、8 4 を制御する。

【0017】

図 4、5 を参照すると、更に具体的には、ポンプ・システム 8 2 a は、縦列 a<sub>1</sub>の流体チャンバ 6 8 d、6 8 i、6 8 n の第 1 チャンバ 8 6 内の加圧／真空を制御するように作用し、ポンプ・システム 8 8 b は、縦列 a<sub>2</sub>の流体チャンバ 6 8 a、6 8 e、6 8 j、6 8 o、6 8 s の第 1 チャンバ 8 6 内の加圧／真空を制御するように作用し、ポンプ・システム 8 8 c は、縦列 a<sub>3</sub>の流体チャンバ 6 8 b、6 8 f、6 8 k、6 8 p、6 8 t の第 1 チャンバ 8 6 内の加圧／真空を制御するように作用し、ポンプ・システム 8 8 d は縦列 a<sub>4</sub>の流体チャンバ 6 8 c、6 8 g、6 8 l、6 8 q、6 8 u の第 1 チャンバ 8 6 内の加圧／真空を制御するように作用し、且つポンプ・システム 8 8 e は縦列 a<sub>5</sub>の流体チャンバ 6 8 h、6 8 m、6 8 r の第 1 チャンバ 8 6 内の加圧／真空を制御するように作用する。

【0018】

図 4 及び 6 を参照すると、尚更に、ポンプ・システム 8 4 a は横列 b<sub>1</sub>の流体チャンバ 6 8 a、6 8 b、6 8 c の第 2 チャンバ 8 8 内の加圧／真空を制御するように作用し、ポンプ・システム 8 4 b は横列 b<sub>2</sub>の流体チャンバ 6 8 d、6 8 e、6 8 f、6 8 g、6 8 h の第 2 チャンバ 8 8 内の加圧／真空を制御するように作用し、ポンプ・システム 8 4 c は横列 b<sub>3</sub>の流体チャンバ 6 8 i、6 8 j、6 8 k、6 8 l、6 8 m の第 2 チャンバ 8 8 内の加圧／真空を制御するように作用し、ポンプ・システム 8 4 d は横列 b<sub>4</sub>の流体チャンバ 6 8 n、6 8 o、6 8 p、6 8 q、6 8 r の第 2 チャンバ 8 8 内の加圧／真空を制御するように作用し、且つポンプ・システム 8 4 e は横列 b<sub>5</sub>の流体チャンバ 6 8 s、6 8 t、6 8 u の第 2 チャンバ 8 8 内の加圧／真空を制御するように作用する。

【0019】

図 4 から 7 を参照すると、各流体チャンバ 6 8 は、以下に更に説明する所望の用途により、1) チャンバに關係してチャックされた状態か、又は 2) チャックされない／湾曲状態を有する。より具体的には、上述の通り、第 1 及び第 2 チャンバ 8 6、8 8 は第 1 及び第 2 凹溝 7 0、7 2 にそれぞれ關係する。そのため、基板 1 2 の一部分に掛かる力は、基板 1 2 のその一部分と重なる第 1 及び第 2 凹溝の面積の大きさと、基板 1 2 のその一部分と重なる第 1 及び第 2 チャンバ 8 6、8 8 内の加圧／真空の大きさによって決まる。より具体的には、流体チャンバ 6 8 のサブセットと重なる基板 1 2 の一部分 9 0 に対しては、一部分 9 0 に掛かる力は、第 1 チャンバ 8 6 に対して第 1 凹溝 7 0 と重なる一部分 9 0 の小部分 9 2 に掛かる力 F<sub>1</sub> と、第 2 チャンバ 8 8 に対して第 2 凹溝 7 2 と重なる一部分 9 0 の小部分 9 4 に掛かる力 F<sub>2</sub> とを併せた力とされる。図示の通り、力 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> とも基板 1 2 から離れる方向に向かう。しかし、力 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> は基板 1 2 側に向かう場合もある。更に、力 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> は対向方向に向かう場合もある。そのため、小部分 9 2 に掛かる力 F<sub>1</sub> は

以下の通り定められ、

$$F_1 = A_1 \times P_1 \quad (1)$$

式中、 $A_1$ は第1凹溝70の面積で、 $P_1$ は第1チャンバ86に関する加圧／真空であり、小部分94に掛かる力 $F_2$ は以下の通り定められ、

$$F_2 = A_2 \times P_2 \quad (2)$$

式中、 $A_2$ は第2凹溝72の面積で、 $P_2$ は第2チャンバ88に関する加圧／真空である。流体チャンバ68に関する力 $F_1$ 、 $F_2$ は、包括的に基板チャック14によって基板12に掛かるチャック力 $F_c$ と称される。

【0020】

図1及び図4から6を参照すると、その目的のため、特に、小滴36、基板12、モールド20の間の空間的関係により、別々の流体チャンバ68を別々の状態とすることが望まれる場合がある。第1及び第2チャンバ86、88の状態は、力 $F_1$ 、 $F_2$ の方向次第による。より具体的には、基板12を向く方向の力 $F_1$ に対し、第1チャンバ86は加圧状態とされ、基板12から離れる方向の力 $F_1$ に対し、第1チャンバ86は真空状態とされ、基板12を向く方向の力 $F_2$ に対し、第2チャンバ88は加圧状態とされ、且つ基板12から離れる方向の力 $F_2$ に対し、第2チャンバ88は真空状態とされる。

【0021】

そのため、第1及び第2チャンバ86、88がそれぞれ2つの異なる状態となる可能性がある結果、流体チャンバ68は関係する4通りの組み合わせのうち1つの状態となる。下の表1に、第1及び第2チャンバ86、88内の真空／加圧の4通りの組み合わせとその結果による流体チャンバ68の状態を示す。

【0022】

【表1】

組合せ	第1のチャンバ86	第2のチャンバ88	流体チャンバ68の状態
1	真空	真空	チャックされた
2	真空	圧力	チャックされた
3	圧力	真空	チャックされた
4	圧力	圧力	チャックされない／湾曲

10

20

30

【0023】

第1及び第4の組み合わせにおいては、第1及び第2チャンバ86、88が状態を同じくする。より具体的には、第1の組み合わせでは、第1チャンバ86が真空状態にあり且つ第2チャンバ88が真空状態にあり、その結果、流体チャンバ68はチャックされた状態とされる。更に、第4の組み合わせでは、第1チャンバ86が加圧状態にあり且つ第2チャンバ88が加圧状態にあり、その結果、流体チャンバ68はチャックされない／湾曲状態とされる。

【0024】

第2及び第3の組み合わせにおいては、第1及び第2チャンバ86、88が異なる状態とされる。しかし、流体チャンバ68はチャックされた状態とされる。そのため、第1及び第2凹溝70、72の面積 $A_1$ 及び $A_2$ の比率は、第1及び第2チャンバ86、88に関する与えられた圧力 $K_p$ 及び与えられた真空 $K_v$ について、第1及び第2チャンバ86、88の真空状態に関する力 $F_1$ 、 $F_2$ の大きさが第1及び第2チャンバ86、88の加圧状態に関する残余の力 $F_1$ 、 $F_2$ の大きさに勝る比率とされる。そのため、上述の第2の組み合わせでは、第1チャンバ86は真空状態、第2チャンバ88は加圧状態とされる。

【0025】

真空状態である流体チャンバ68に対しては、

$$|F_1| > |F_2| \quad (3)$$

40

50

したがって、上述の式(1)及び(2)を用い、

$$|A_1 \times K_V| > |A_2 \times K_P| \quad (4)$$

したがって、第1及び第2凹溝70、72それぞれの面積A<sub>1</sub>とA<sub>2</sub>の比率は、

$$A_1 / A_2 > |K_P / K_V| \quad (5)$$

【0026】

上述の第3の組み合わせにおいては、第1チャンバ86は加圧状態とされ、第2チャンバ88は真空状態とされる。そのため、流体チャンバ68が真空状態とされるには、

$$|F_2| > |F_1| \quad (6)$$

且つしたがって、上述の式(1)及び(2)を用い、

$$|A_2 \times K_V| > |A_1 \times K_P| \quad (7)$$

10

且つしたがって、第1及び第2凹溝70、72それぞれの面積A<sub>1</sub>とA<sub>2</sub>の比率は、

$$A_1 / A_2 < |K_V / K_P| \quad (8)$$

【0027】

そのため、第1及び第2チャンバ86、88の状態が異なるときに流体チャンバ68が真空状態とされるには、第1及び第2凹溝70、72それぞれの面積A<sub>1</sub>とA<sub>2</sub>は明らかに以下のように定められる。

$$|K_P / K_V| < A_1 / A_2 < |K_V / K_P| \quad (9)$$

【0028】

一例においては、K<sub>P</sub>は約40kPaとされ、K<sub>V</sub>は約-80kPaとされ、したがって、面積A<sub>1</sub>対A<sub>2</sub>の比率は以下のように定められる。

$$0.5 < A_1 / A_2 < 2. \quad (10)$$

20

【0029】

更に、チャックされない/湾曲状態にある流体チャンバ68内の圧力の大きさを変えることが可能である。より具体的には、メモリ58に格納されたコンピュータ読み取り可能なプログラムに作用するプロセッサ56は、ポンプ・システム82、84と電気的に連通する結果、ポンプ・システム82、84を介して第1及び第2チャンバ86、88内の圧力の大きさを変えることが可能である。

【0030】

図1から3を参照すると、前述の通り、モールド20と基板12の間の間隔は、高分子材料34によって満たされる所望のボリュームをそれらの間に決めるように、変えられる。更に、凝固した後、高分子材料34は基板12の表面及びパターン形成面22の形状に合わせ、基板12上にパターン化層48を形成する。そのため、マトリックス・アレイ38の小滴36の間に形成されたボリューム96にはガスが存在する。このガス及び/又はガス・ポケットは、空気、窒素、二酸化炭素、ヘリウム等のガスであるが、これらに限らない。基板12とモールド20の間のガスは、主に基板12とモールド20の平面度に起因する。そのため、前述したモールド20の充填時間の短縮が望まる。充填時間は、基板12とモールド20の間やパターン化層48内のガス及び/又はガス・ポケットが、基板12とモールド20の間から排出され及び/又は高分子材料34中に溶解し及び/又は高分子材料34中に拡散するのに要する時間に特に依存する。そのため、モールド20と基板12の間のガスのトラッピングを防止しないまでも最小にする方法とシステムを以下に説明する。

30

【0031】

図1、8を参照すると、基板12とモールド20の間のガスを放出する方法を示す。より具体的には、ステップ100で、前述の通り、高分子材料34が滴下分配法、スピinn・コーティング、浸漬被覆法、化学蒸着法(CVD)、物理蒸着法(PVD)、薄膜堆積法、厚膜堆積法、その他によって基板12上に置かれる。別の実施形態では、高分子材料34をモールド20に置くことが可能である。

40

【0032】

図5、6、8、9を参照すると、ステップ102で、基板12の形状は、モールド20と基板12の間に基板12の中央部分での間隔d<sub>1</sub>が、モールド20と基板12の間に基

50

板12の残余部分での間隔より小さくなるように変えることが可能である。一例においては、間隔d<sub>1</sub>は、間隔d<sub>2</sub>、即ち基板12の端縁での間隔を下回る。更に別の実施形態では、間隔d<sub>1</sub>は基板12のどの所望の部位でも決めることができる。基板12の形状は、複数の流体チャンバ68内の加圧／真空を制御することによって変えることが可能である。より具体的には、基板12の一部分98と重なる流体チャンバ68がチャックされない／湾曲状態にあり、それによって基板12の一部分98はモールド20側に且つ基板チャック14から離れて湾曲する。更に、チャックされない／湾曲状態の基板12の一部分98と重なる流体チャンバ68と同時に、基板12の一部分99と重なる残余の流体チャンバ68はチャックされた状態にあり、基板12は基板チャック14に保持される。

## 【0033】

10

図7、10、11を参照すると、ステップ104で、図1に関して前述した通り、図1に示したインプリント・ヘッド30とステージ16の一方、或いは双方を、図9に示した間隔d<sub>1</sub>をモールド20の一部分が小滴36の一部分に接するように変えることが可能である。図示の通り、モールド20の中央部分は、モールド20の残余部分が小滴36中の残余の小滴に接するより先に、小滴36の一部分に接する。しかし、別の実施形態では、モールド20の任意の部分がモールド20の残余部分より先に小滴36に接触する。そのため、図示の通り、モールド20は図2に示した縦列c<sub>3</sub>に関する全ての小滴36にほぼ同時に接する。それによって、小滴36は広がり、高分子材料34による一続きの液体シート120を生成する。液体シート120の端縁122a、122bは、ボリューム96のガスを端縁128a、128b、128c、128d側に押し出すように作用する液-ガス境界124a、124bをそれぞれ形成する。縦列c<sub>1</sub>～c<sub>5</sub>の小滴36間のボリューム96はガス流路を形成し、同流路によってガスは端縁128a、128b、128c、128d側に押し進められる。その結果、液-ガス境界124a、124bは、ガス流路と共に液体シート120のガスのトラッピングを防止しないまでも低減させる。

## 【0034】

20

図4から6及び図8を参照すると、ステップ106で、図1に関して前述したように、モールド20と基板12の間に形成された所望のボリュームが高分子材料34によって満たされるように、間隔d<sub>1</sub>を更に狭めて基板12の形状を更に変える。より具体的には、基板12の形状は、間隔d<sub>1</sub>をインプリント・ヘッド30か、ステージ16、又は双方を介して更に狭めるとともに、流体チャンバ68を介して変えることが可能である。更に具体的には、前述の通り、図9に示す基板12の一部分98と重なる流体チャンバ68の第1及び第2チャンバ86、88内の圧力の大きさを変えることが可能である。そのため、図9に示す間隔d<sub>1</sub>が狭まると、図9に示す基板12の一部分98と重なる流体チャンバ68の第1及び第2チャンバ86、88内の前述圧力が下がった結果、図2に示す縦列c<sub>2</sub>とc<sub>4</sub>の小滴36に関係する高分子材料34が広がり、図12に示すように一続きの液体シート120に含まれるようになる。図9に示す間隔d<sub>1</sub>は、図9に示す基板12の一部分98と重なる流体チャンバ68の第1及び第2チャンバ86、88内の圧力の大きさの減少とともに更に狭まり、それによって、モールド20が次いで縦列c<sub>1</sub>とc<sub>5</sub>に関係する小滴36と接触し、これと関係する高分子材料34が広がり、図13に示すように一続きのシート120に含まれるようになる。更に別の実施形態では、基板12の一部分98と重なる流体チャンバ68の第1及び第2チャンバ86、88内の圧力を減少させることによって、図14に示すように、基板12の一部分98を基板チャック14上に位置付けさせる。更に別の実施形態においては、基板12の一部分98と重なる流体チャンバ68の第1及び第2チャンバ86、88は、小滴36の広がりに続いて内部を真空とされる。

30

## 【0035】

40

図8、13を参照すると分かるように、境界124a、124bがそれぞれ端縁128c、128a側に移動したため、図11に示す残余のボリューム96のガスが両端縁に達する経路に妨げが無くなる。これによって、図11に示すボリューム96のガスは、モー

50

ルド20と基板12の間から端縁128a、128b、128c、128dに向かって追い出される。このようにして、基板12とモールド20の間及び図3に示すパターン化層48内のガス及び／又はガス・ポケットのタッピングは、防止されないまでも最小限に留められる。

【0036】

図1、8を参照すると、ステップ108で、図1に関して前述した通り、高分子材料34は次いで凝固及び／又は架橋し、図3に示すパターン化層48が形成される。次いでステップ110で、モールド20がパターン化層48から分離される。

【0037】

図1、8、15を参照すると、前述の通り、基板12の形状は第1の方向沿いに変えられる。しかし、更に別の実施形態では、基板12の形状は第1及び、第1方向に対し直交して延びている第2方向に同時に変えられてもよい。より具体的には、図10に関して前述したように、基板12の中央部分がモールド20に接し、且つしたがって、小滴36の中央部分が小滴36の残余の小滴がモールド20に接するより先にモールド20に接するように基板12を変える。それによって、小滴36が広がり且つ高分子材料34の一続きの液体シート120を生成し、ボリューム96のガスを外向き半径方向に押し出す作用をする一続きの液体・ガス境界124が形成される。一例においては、液体シート120の液体・ガス境界124が円形又は円に近い形で拡張し、ボリューム96のガスを端縁128a、128b、128c、128d側に外向き半径方向に押し出す作用をする。しかし、更に別の実施形態では、基板12の形状は任意の方向に変えて、ボリューム96のガスを端縁128a、128b、128c、128d側に外向き半径方向に押し出し易くするように、所望の半球形状、円筒状ほか任意の幾何学形状の液体シート120を生成し、それによって図3に示す基板12及びモールド20とパターン化層48の間のガス及び／又はガス・ポケットのトラッピングを防止しないまでも最小にすることが可能である。更に別の実施形態では、第1及び第2チャンバ86、88の一部の横列又は縦列をそれぞれ加圧／真空が生じない状態とする。

【0038】

図16を参照すると、更に別の実施形態においては、基板チャック14を更に使用してモールド20と基板12上に置かれたパターン化層48との間の分離を容易にする。より具体的には、モールド20のパターン化層48からの分離は分離力 $F_s$ をテンプレート18とモールド20に掛けることによって達成される。分離力 $F_s$ は、モールド20とパターン化層48の間の密着力と歪み(変形)に対する基板12の抵抗を克服するのに充分な大きさとされる。基板12の一部分の変形はモールド20のパターン化層48からの分離を促進すると考えられる。そのため、モールド20のパターン化層48からの分離を達成するための分離力 $F_s$ の大きさを最小にすることが望まれる。分離力 $F_s$ の大きさを最小にすることによって、特に、モールド20と基板12の間の整合が促進され、テンプレート全面域に対するテンプレート・パターン化面域の比率が増大し、テンプレート18、モールド20、基板12、パターン化層48の構造を損傷する可能性を最小にする。

【0039】

そのため、前述のように、流体チャンバ68内の圧力の大きさを変えることが可能である。そのため、モールド20をパターン化層48から分離中に、基板12の一部分13と重なる流体チャンバ68をチャックされない／湾曲状態とする。その結果、基板12の一部分13と重なる流体チャンバ68は、チャック力 $F_c$ 、図7に示す力 $F_1$ 、 $F_2$ を分離力 $F_s$ の方向とほぼ同じ方向に加える。その結果、モールド20をパターン化層48から分離するために必要な分離力 $F_s$ の大きさが減少する。より具体的には、基板12の一部分13と重なるチャック力 $F_c$ の大きさが基板12の一部分13の歪み(変形)を促すように分離力 $F_s$ に応じて定められる。基板12の一部分13と重なるチャック力 $F_c$ の大きさは、分離力 $F_s$ を受けたときに基板12の一部分13以外の部分が基板チャック14上に保持される所望の値としてよいことに留意されたい。

【0040】

10

20

30

40

50

図1を参照すると、更に別の実施形態では、基板チャック14を介して基板12を曲げる前述の方法は、テンプレート18/モールド20にも同様に適用可能である。より具体的には、テンプレート18/モールド20を基板チャック14上に置き、基板12に対して、上述したのと実質的に同じ方法で、テンプレート18/モールド20を曲げることが可能である。そのため、曲がりやすくするためテンプレート18/モールド20の厚さを1mmとする。更に別の実施形態においては、基板チャック14に代え、或いはこれと共に複数のアクチュエータを使用して基板12を変えることも可能である。

#### 【0041】

以上に説明した本発明の実施形態は例として示したものである。以上に詳述した開示に対して多くの変形及び変更が実施されるが、同時にそれらは本発明の範囲内に属する。したがって、本発明の範囲は以上の記述によって制限されるべきではなく、添付の特許請求の範囲を参照するとしてその均等物一切と共に判断されるべきである。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0042】

【図1】基板から離隔されたモールド、基板チャック上に置かれた基板を有するリソグラフィック・システムの簡略化された側面図である。

【図2】図1に示す基板の一区域に置かれたインプリント材料の小滴のアレイを示す平面図である。

【図3】パターン化層が載置された、図1に示す基板の簡略化された側面図である。

【図4】図1に示す基板チャックの側面図である。

20

【図5】図1に示す基板チャックの平面図で、基板チャックの複数の流体チャンバと流体連通する複数縦列のポンプ・システムを示す図である。

【図6】図1に示す基板チャックの平面図で、基板チャックの複数の流体チャンバと流体連通する複数横列のポンプ・システムを示す図である。

【図7】図1に示す基板チャックと基板の一部分の分解図である。

【図8】図1に示す基板の一区域のパターン形成方法を示す流れ図である。

【図9】基板の形状が変えられた、図1に示すモールド及び基板の側面図である。

【図10】図9に示すモールド及び基板の側面図で、モールドが図2に示すインプリント材料の小滴の一部に接している様を示す図である。

【図11-13】図9に示す形状を変えた基板を使用中の、図2に示す小滴の圧縮を示す平面図である。

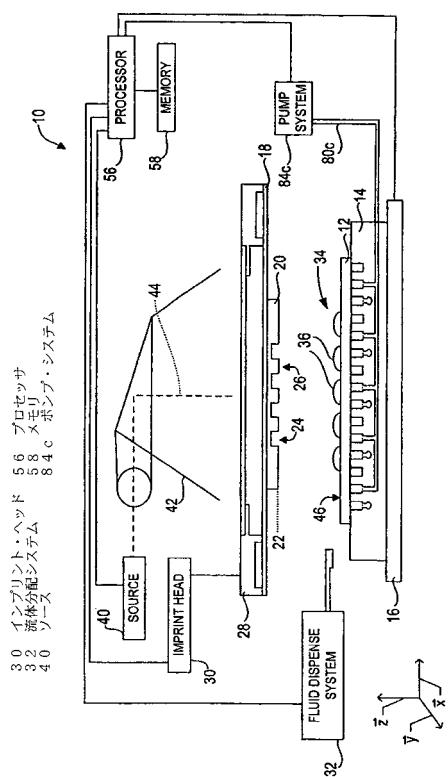
30

【図14】図10に示すモールド及び基板の側面図で、基板が基板チャック上に置かれた様を示す図である。

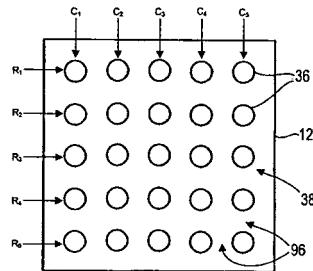
【図15】更に別の実施形態において、図10に示す形状を変えた基板を使用中の、図2に示す小滴の圧縮を示す平面図である。

【図16】図1に示すモールド及び基板の側面図で、モールドが部分的に基板から分離された様を示す図である。

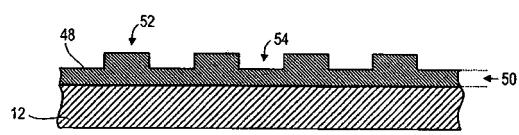
【図1】



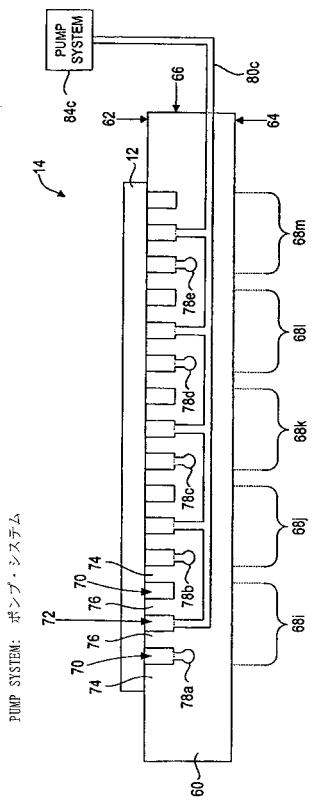
【図2】



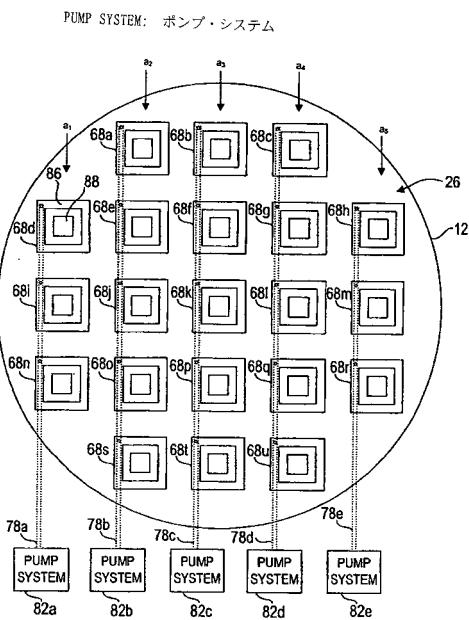
【図3】



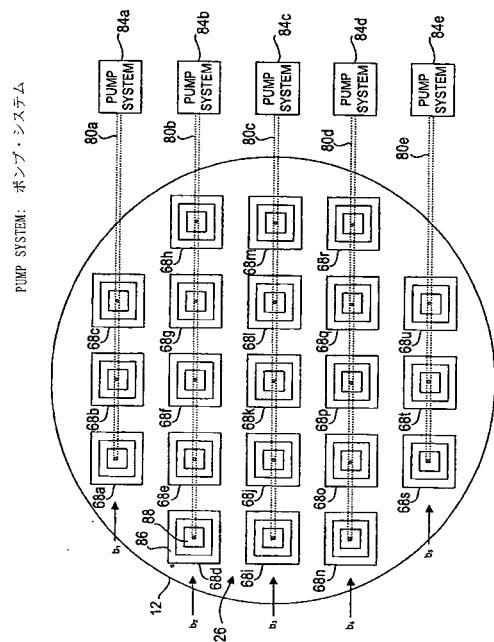
【 図 4 】



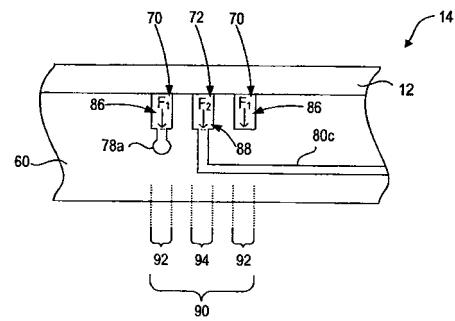
【図5】



【図6】

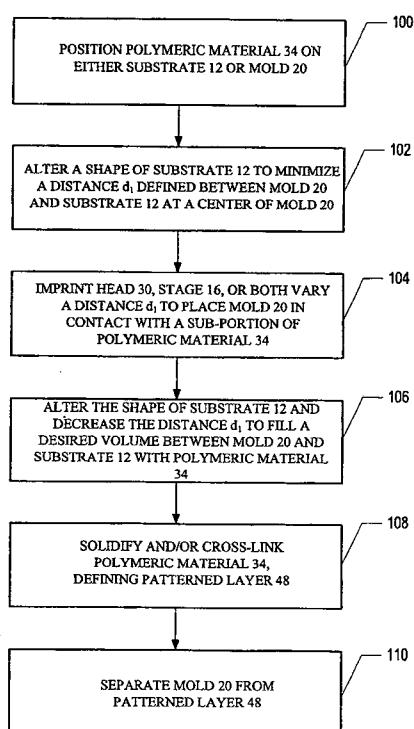


【図7】

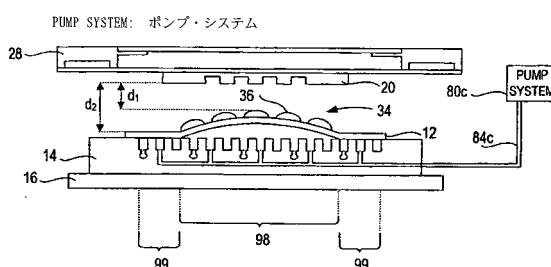


【図8】

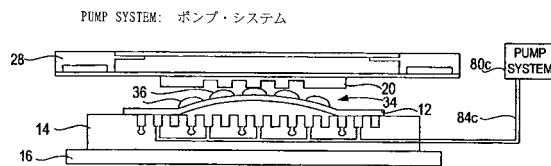
- 1 0 0 高分子材料3 4を基板1 2又はモールド2 0に置く  
 1 0 2 基板1 2の形状を変え、モールド2 0と基板1 2の間の間隔 $d_1$ を  
 モールド2 0の中央で最小にする  
 1 0 4 インプリント・ヘッド3 0、ステージ1 6、又はその双方によって間隔 $d_1$ を  
 変え、モールド2 0を高分子材料3 4の一部分と接触させる  
 1 0 6 基板1 2の形状を変えて間隔 $d_1$ を狭め、モールド2 0と基板1 2の  
 間の希望のボリュームを高分子材料3 4で満たす  
 1 0 8 高分子材料3 4を凝固及び／又は架橋させ、パターン化層4 8を形成する  
 1 1 0 モールド2 0をパターン化層4 8から分離する



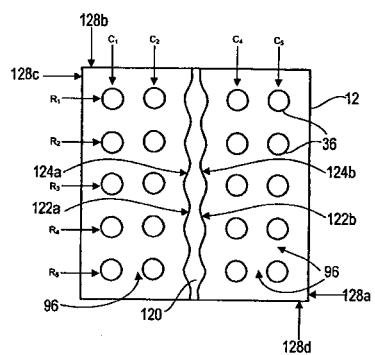
【図9】



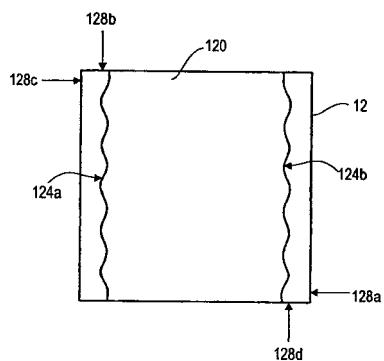
【図10】



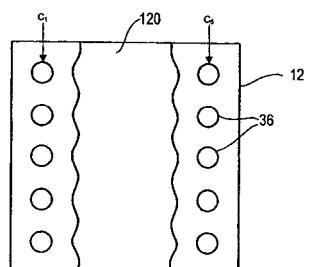
【図11】



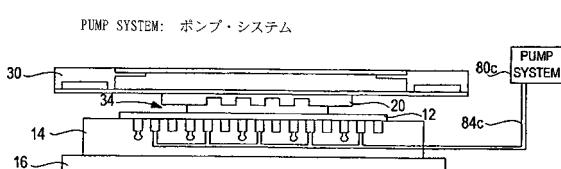
【図13】



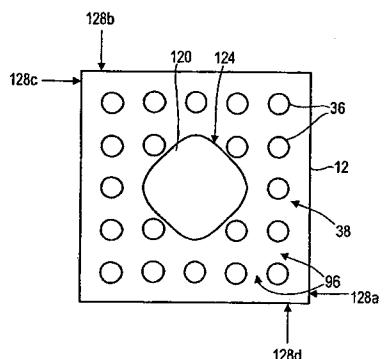
【図12】



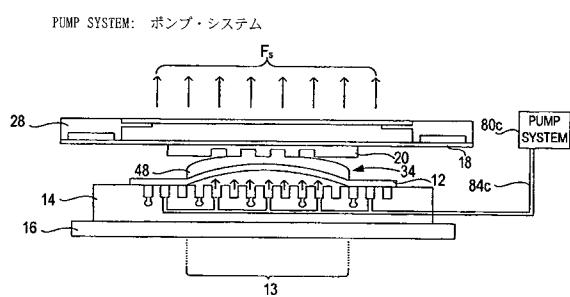
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

(72)発明者 チョイ, ピュン - ジン

アメリカ合衆国・78750・テキサス州・オースティン・メダリオン レーン・11512

(72)発明者 ラド, パンカジ・ビイ

アメリカ合衆国・75115・テキサス州・デソト・ロング メドウ エルエヌ・1100

(72)発明者 シャックルトン, スティーブン・シイ

アメリカ合衆国・78759・テキサス州・オースティン・ストーンレイク ブーレバード・98  
01・ナンバー 723

審査官 植村 森平

(56)参考文献 特表2006-506814(JP, A)

特開2001-127145(JP, A)

特開平06-244269(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/67-21/687

B29C 59/02

H01L 21/027