

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4594305号
(P4594305)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 O 2 D

請求項の数 21 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2006-518977 (P2006-518977)
 (86) (22) 出願日 平成16年7月8日(2004.7.8)
 (65) 公表番号 特表2007-535121 (P2007-535121A)
 (43) 公表日 平成19年11月29日(2007.11.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/022454
 (87) 国際公開番号 W02005/006076
 (87) 国際公開日 平成17年1月20日(2005.1.20)
 審査請求日 平成19年7月4日(2007.7.4)
 (31) 優先権主張番号 10/616,294
 (32) 優先日 平成15年7月9日(2003.7.9)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 503193362
 モレキュラー・インプリント・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
 レーン・1807ーシイ
 (74) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (74) 代理人 100098394
 弁理士 山川 茂樹
 (72) 発明者 チョイ, ビュンージン
 アメリカ合衆国・78664・テキサス州
 ・ラウンドロック・エルサルム ドライブ
 ・1634

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント・リソグラフィ・プロセスにおける倍率拡大及びゆがみを補正するためのシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対向する表面を有し、その間に延びて周縁表面となる側面を備えたテンプレートの寸法を変更するためのインプリント・リソグラフィ・プロセスにおける倍率拡大及びゆがみを補正するためのシステムにおいて、

互いに向き合って、ある距離だけ間隔を置いて配置されてペアとなっている前記テンプレートと接触する接触部材をそれぞれが有する第1及び第2の本体と、

チャンバ内に位置付けられ、可変の容積を有し、前記容積の変化に応答してアクチュエータアームが移動し、前記距離を変化させるよう前記第1の本体に結合されているブラダーと、

を備え、

前記第1の本体はアクチュエータアームとそのアクチュエータアームに隣接して配置されたチャンバとを具備し、前記接触部材のペアの1つは前記アクチュエータアームの移動に応答して移動するように前記アクチュエータアームに結合されていることを特徴とするシステム。

【請求項 2】

前記接触部材のペアの1つが柔軟な材料で形成されることを特徴とする請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記第1の本体は、前記接触部材のペアの1つから追加距離だけ離間して配置された追

加の接触部材と追加のアクチュエータアームとをさらに具備し、前記追加の接触部材は前記追加のアクチュエータアームに結合され、前記ブラダーが前記チャンバ内に配置されて、前記アクチュエータアームと前記追加のアクチュエータアームの両方が前記容積の変化にตอบสนองして移動し、前記距離と前記追加距離の両方を変化させるようにすることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

関連する追加の容積を有する追加のブラダーをさらに具備し、前記本体は、前記接触部材のペアの 1 つのから追加距離だけ離間して配置された追加の接触部材と追加のアクチュエータアームとを備え、前記追加の接触部材は前記追加のアクチュエータアームに結合され、前記追加のブラダーは前記チャンバ内に配置されて、前記追加のアクチュエータアームは前記容積の変化にตอบสนองして移動し、前記距離の変化とは無関係に前記追加距離を変化させるようにすることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

10

【請求項 5】

前記アクチュエータアームは、前記ブラダーが接触するアクチュエータ表面を含み、前記接触部材は前記周縁表面と接触するように適合された接触面を含み、前記接触面に関連する範囲は前記アクチュエータ表面に関連する範囲よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記アクチュエータアームは、前記テンプレートから離間して配置された平面内に位置する軸の周りで往復動をするよう前記第 1 の本体に取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

20

【請求項 7】

ある範囲を取り囲み、該範囲に面した内周面を有する圧縮リングを更に有し、前記第 1 及び第 2 の本体は互いに向き合って前記内周面に接続されることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記ブラダーは、前記チャンバ内に配置されて前記容積の増大にตอบสนองして前記距離を増大させることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記ブラダーは、前記チャンバ内に配置されて前記容積の増大にตอบสนองして前記距離を減少させることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 10】

関連する追加の容積を有する追加のブラダーをさらに有し、前記ブラダー及び前記追加のブラダーはブラダーシステムとなり、前記ブラダーは、前記チャンバ内に配置されて前記容積の増大にตอบสนองして前記距離を増大させ、前記追加のブラダーは、前記チャンバ内に配置されて前記追加の容積の増大にตอบสนองして前記距離を減少させることを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

対向する表面を有し、その間に延びて周縁表面となる側面を備えたテンプレートの寸法を変更するためのインプリント・リソグラフィ・プロセスにおける倍率拡大及びゆがみを補正するためのシステムにおいて、

40

各々が接触部材を含む本体の第 1 及び第 2 のペアを備え、前記接触部材は前記第 1 のペアの本体と関連付けられた第 1 のペアの接触部材と前記第 2 のペアの本体と関連付けられた第 2 のペアの接触部材とを有し、前記第 1 のペアの接触部材は互いに向き合って配置され、前記第 2 のペアの接触部材は互いに向き合って配置され、前記第 1 及び第 2 のペアの本体の各々の 1 つの本体はアクチュエータアームと該アクチュエータアームに隣接して配置されたチャンバとを含み、前記ペアの接触部材の 1 つが前記アクチュエータアームの移動にตอบสนองして移動するよう前記アクチュエータアームに結合され、前記システムは、前記チャンバ内に位置付けられて可変の容積を有し、前記アクチュエータアームが前記容積の変化にตอบสนองして移動し、前記距離を変化させるよう前記第 1 及び第

50

2のペアの本体の各々の1つの本体に結合されているブラダーを備えることを特徴とするシステム。

【請求項12】

前記1つの本体は、前記接触部材のペアの1つから追加距離だけ離間して配置された追加の接触部材と追加のアクチュエータアームとを含み、前記追加の接触部材は前記追加のアクチュエータアームに結合され、前記ブラダーは前記チャンバ内に配置され、前記アクチュエータアーム及び前記追加のアクチュエータアームの両方が前記容積の変化に応答して移動し、前記距離及び前記追加距離の両方を变化させるようにすることを特徴とする請求項11に記載のシステム。

【請求項13】

前記追加のアクチュエータアームと接触するための、関連する追加の容積を有する追加のブラダーをさらに有し、前記追加のブラダーは前記チャンバ内に配置され、前記追加のアクチュエータアームは前記追加の容積の変化に応答して移動し、前記距離の変化とは無関係に前記追加距離を变化させるようにすることを特徴とする請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

前記第1及び第2のペアの各々の前記接触部材の1つは、柔軟な材料で形成されることを特徴とする請求項13に記載のシステム。

【請求項15】

前記アクチュエータアームは、前記ブラダーが接触するアクチュエータ表面を含み、前記接触部材は前記周縁表面と接触するように適合された接触面を含み、前記接触面に関連する範囲は前記アクチュエータ表面に関連する範囲よりも小さいことを特徴とする請求項11に記載のシステム。

【請求項16】

前記アクチュエータアームは、前記テンプレートから離間して配置された平面内に位置する軸の周りで往復動をするよう前記第1及び第2のペアの本体の各々の1つの本体に取り付けられていることを特徴とする請求項11に記載のシステム。

【請求項17】

対向する表面を有し、その間に延びて周縁表面となる側面を備えたテンプレートの寸法を変更するためのインプリント・リソグラフィ・プロセスにおける倍率拡大及びゆがみを補正するためのシステムにおいて、前記システムは、

離間して配置された接触部材のペアを含み、該離間して配置された接触部材のペアの間で前記周縁表面を圧縮する圧縮装置を備え、

前記離間して配置された接触部材のペアの1つは前記周縁表面の形状と適合する材料で形成されており

前記圧縮装置は、互いに向き合っている距離だけ間隔を置いて配置されてペアとされた接触部材をそれぞれが有する第1及び第2の本体と、チャンバ内に位置付けられて可変の容積を有し、前記容積の変化に応答してアクチュエータアームが移動し、前記距離を变化させるよう前記第1の本体に結合されているブラダーと、を更に備え、前記第1の本体はアクチュエータアームと該アクチュエータアームに隣接して配置されたチャンバとを有し、前記接触部材のペアの1つが前記アクチュエータアームの移動に応答して移動するよう前記アクチュエータアームに結合されていることを特徴とするシステム。

【請求項18】

前記圧縮装置は、前記周縁表面を前記接触部材間で圧縮させる力を生成する発生器と、前記接触部材のペアの1つに対する単位面積当たりの力の量を増大させる力増幅器とをさらに有することを特徴とする請求項17に記載のシステム。

【請求項19】

前記アクチュエータアームは、前記ブラダーが接触するアクチュエータ表面を有し、前記接触部材は前記周縁表面と接触するように適合された接触面を含み、前記接触面に関連

10

20

30

40

50

する範囲は前記アクチュエータ表面に関連する範囲よりも小さいことを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 20】

前記アクチュエータアームは、前記テンプレートから離間して配置された平面内に位置する軸の周りで往復動をするよう前記第 1 の本体に取り付けられていることを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 21】

ある範囲を取り囲み、該範囲に面した内周面を有する圧縮リングを更に含み、前記第 1 及び第 2 の本体が互いに向き合って前記内周面に接続されることを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の分野は、一般に、インプリント・リソグラフィに関する。より詳細には、本発明は、インプリント・リソグラフィ・プロセス中のパターンゆがみを低減させることを目的とする。

【背景技術】

【0002】

微細加工は、例えばミクロン又はこれより小さなオーダーのフューチャを有する極めて小さな構造体の製造を含む。微細加工が相当の影響力を有している 1 つの領域は、集積回路の加工である。半導体加工産業が引き続き大きな生産量を目指し、同時に基板に形成される単位面積当たりの回路が増大しているので、微細加工はますます重要になってきている。微細加工はより優れたプロセス管理を可能とし、同時に、形成された構造体の最小フューチャ寸法の縮小を向上させることができる。微細加工が使用されている開発の他の領域には、バイオテクノロジー、光技術、機械システム及び同様のものがある。

【0003】

例示的な微細加工技術は、W i l l s o n 他に付与された米国特許第 6 , 3 3 4 , 9 6 0 号に示されている。W i l l s o n 他は、構造体内にレリーフの像を形成する方法を開示している。この方法は、転写層を有する基板を準備する段階を含む。該転写層は、重合可能な流体組成物で覆われている。モールドが重合可能な流体と機械的に接触する。モールドは、レリーフ構造体を含み、重合可能な流体組成物がレリーフ構造体を充填する。次に、重合可能な流体組成物は、これを固化して重合する条件に曝され、転写層上に固化されて、モールドの構造に相補的なレリーフ構造体を含む高分子材料を形成する。次いで、モールドが固化高分子材料から分離され、モールドのレリーフ構造体のレプリカが固化高分子材料内に形成される。転写層と固化高分子材料は、転写層内にレリーフイメージが形成されるように、固化高分子材料に応じて転写層を選択的にエッチングする環境に曝される。必要とされる時間及びこの技術によって提供される最小フューチャ寸法は、とりわけ、重合可能な材料の組成によって決まる。

【0004】

C h o u に付与された米国特許第 5 , 7 7 2 , 9 0 5 号では、基板上にコートされた薄膜内に超微細 (2 5 ナノメートル未満の) パターンを生成するためのリソグラフィ方法及び装置が開示されており、ここでは、少なくとも 1 つの突出フューチャを有するモールドが基板上に設けられている薄膜内に押し込まれる。モールド内の突出フューチャは薄膜の凹部を生成する。モールドが薄膜から取り除かれる。次いで、薄膜は、凹部内の薄膜が取り除かれて下層の基板が露出するように処理される。このようにして、モールド内のパターンが薄膜内で置き換えられ、リソグラフィが完成する。後続のプロセスにおいて、薄膜内のパターンは、基板内又は基板に付加された別の材料内に再生される。

【0005】

更に別のインプリント・リソグラフィ技術は、C h o u 他による、「シリコンのナノ構造体の超高速ダイレクトインプリンティング」2002年6月、N a t u r e、C o l .

10

20

30

40

50

417、835 - 837ページで開示され、ここでは、レーザ利用のダイレクトインブリ
ンティング（LADI）プロセスに言及している。このプロセスでは、基板の一領域は、
例えばレーザで該領域を加熱することによって液化されて流動性にされる。領域が所望の
粘度に達した後、パターンを有するモールドがその領域に接触させて配置される。流動性
領域は、パターンの輪郭に合致し、次いで冷却されてパターンを基板に固定する。これら
のプロセスの懸念事項は、とりわけ、インブリンティング層及び／又は基板内で軽減され
る変化によって生じるパターンのゆがみに関するものである。

【特許文献1】米国特許第6,334,960号公報

【特許文献2】米国特許第5,772,905号公報

【特許文献3】米国特許出願番号10/194,414号公報

【特許文献4】米国特許出願番号10/191,749号公報

【特許文献5】米国特許出願番号10/463,396号公報

【非特許文献1】Chou他による「シリコンのナノ構造体の超高速ダイレクトインブリ
ンティング」2002年6月、Nature、Vol. 417、835 - 837ページ

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、インプリント・リソグラフィ技術を使用して形成されたパターン内のゆがみを
低減させるためのシステムを提供することが望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、テンプレートによって形成された下層のパターンのゆがみが避けられない場
合にこれを軽減するために、テンプレートの寸法を変更するシステムに関する。そのため
には、システムは、離間して配置された接触部材のペアを含み、この離間して配置された
接触部材のペアの間でテンプレートの周縁表面を圧縮する圧縮装置を備えることを特徴と
する。圧縮装置の1つの実施態様は、第1及び第2の本体を含み、各々が接触部材を有し
て接触部材のペアを定める。接触部材は、互いに向き合い、ある距離だけ間隔を置いて配
置される。第1の本体は、アクチュエータアームと、該アクチュエータアームに隣接して
配置されたチャンバとを含む。接触部材のペアの内の1つはアクチュエータアームに結合
され、アクチュエータアームの移動に応答して移動し、残りの接触部材からの距離を変化
させる。チャンバ内部にブラダーが配置され、可変の容積を有する。アクチュエータア
ームは、該容積の変化に応答して移動し、距離を変化させるよう第1の本体に結合されてい
る。1つの例では、ガスなどの流体が選択的にブラダーから出入りしてブラダーの容積を
変化させる。

【0008】

ブラダーを使用することにより、ブラダーをアクチュエータアームと一致させることが
容易になる。このようにして、例えば、アクチュエータ表面の不完全性に起因するアクチ
ュエータアーム上の均一でない力の分布が回避される。同様に、例えば、周縁表面の不
完全性に起因するテンプレート上の均一でない力の分布は、接触部材の1つ又はそれ以上を
柔軟な材料から形成することによって回避することができる。避けられない場合には、ア
クチュエータアームと周縁表面上の均一でない力の分布を低減させることにより、テン
プレートの寸法変化のより良い制御及び／又はより高度な解像度をもたらすことができ
る。これら及び他の実施形態は以下により詳細に考察される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1は、本発明の1つの実施形態によるリソグラフィシステム10を示し、間に延びる
ブリッジ14とステージ支持体16を有する、離間して配置された一対のブリッジ支持体
12を含む。ブリッジ14とステージ支持体16は離間して配置されている。ブリッジ1
4に結合されているのは、ブリッジ14からステージ支持体16に向かって延びるイン
プリントヘッドである。ステージ支持体16上にインプリントヘッド18に面するように配

10

20

30

40

50

置されているのは、動作ステージ 20 である。動作ステージ 20 は、X 軸及び Y 軸に沿ってステージ支持体 16 と相対的に移動するように構成されている。例示的な動作ステージ装置は、2002 年 7 月 11 日に出願され本発明の譲受人に譲渡された、名称が「ステッパアンドリピートインプリント・リソグラフィシステム」の米国特許出願番号 10/194,414 号に開示されており、該出願は引用により全体が本明細書に組み込まれる。放射源 22 は、システム 10 に結合されて動作ステージ 20 上に化学線を入射させる。図示のように、放射源 22 はブリッジ 14 に結合され、放射源 22 に接続された発電機 23 を含む。

【0010】

図 1 及び図 2 の両方を参照すると、インプリントヘッド 18 に接続されているのは、モールド 28 を有するテンプレート 26 である。モールド 28 は、離間して配置された複数の凹部 28a と突出部 28b によって定められた複数のフューチャを含む。複数のフューチャは、動作ステージ 20 上に位置付けられるウェハ 30 に転写されることになる原パターンである。そのために、インプリントヘッド 18 は、Z 軸に沿って移動して、モールド 28 とウェハ 30 との間の距離「d」を変化させるように適合されている。このようにして、以下により完全に考察されるようにモールド 28 上のフューチャは、ウェハ 30 の流動性領域にインプリントすることができる。放射源 22 は、モールド 28 が放射源 22 とウェハ 30 との間に位置付けられるように配置される。その結果、モールド 28 は、放射源 22 が発生する放射線に対して実質的に透過可能な材料から作製される。

【0011】

図 2 及び図 3 の両方を参照すると、インプリンティング層 34 などの流動性領域が、実質的に平坦なプロファイルである表面 32 の一部上に配置される。流動性領域は、全体が引用により本明細書に組み込まれる米国特許第 5,772,905 で開示されたホットエンボス加工、或いは Chou 他による「シリコンのナノ構造体の超高速ダイレクトインプリンティング」2002 年 6 月、Nature, Col. 417, 835 - 837 ページに記載された型式のレーザ利用の直接インプリンティング (LADI) 加工などの何らかの既知の技術を使用して形成することができる。しかしながら、本実施形態では、以下により完全に記載されるように流動性領域は、材料 36a からなる離間して配置された複数の離散的ピーズとしてウェハ 30 上に堆積されたインプリンティング層 34 から成る。ピーズ 36 を堆積させるための例示的なシステムは、2002 年 7 月 9 日に本発明の譲受人に譲渡された、名称が「液体を分配するためのシステム及び方法」の米国特許出願番号 10/191,749 号に開示されている。インプリンティング層 34 は、選択的に重合させて架橋し、そこに原パターンを記録することができる材料 36a から形成され、記録パターンを定める。材料 36a の例示的な組成は、全体が引用により本明細書に組み込まれる、2003 年 7 月 16 に出願され、名称が「共形領域とモールドのパターンと間の接着を低減させるための方法」の米国特許出願番号 10/463,396 号に記載されている。材料 36a は、ポイント 36b で架橋され、架橋ポリマー材料 36c を形成するよう図 4 に示されている。

【0012】

図 2、図 3、図 5 を参照すると、インプリンティング層 34 に記録されたパターンは、部分的にはモールド 28 との機械的な接触によって生成される。このためには、インプリントヘッド 18 は、距離「d」を短縮してインプリンティング層 34 がモールド 28 と機械的に接触できるようにし、ピーズ 36 を広げて、表面 32 全体に材料 36a を連続形成することでインプリンティング層 34 を形成する。1 つの実施形態では、距離「d」が短縮され、インプリンティング層 34 の副部分 34a が凹部 28a に進入してこれを充填することが可能となる。

【0013】

凹部 28a の充填を容易にするためには、材料 36a が、材料 36a の連続形成により表面 32 を覆いながら凹部 28a を完全に充填するのに必要な特性を備えていることである。本実施形態では、所望の（通常は最短の）距離「d」が達成された後に突出部 28b

と重なり合うインプリンティング層 3 4 の副部分 3 4 b が残り、厚さ t_1 の副部分 3 6 a と厚さ t_2 の副部分 3 4 b を残す。厚さ「 t_1 」及び「 t_2 」は、用途に応じてどのような望ましい厚さであってもよい。通常、 t_1 は、副部分 3 4 a の幅 u の 2 倍以下、すなわち $t_1 \leq 2u$ であるように選択され、図 5 により詳細に示される。

【0014】

図 2、図 3、図 4 を参照すると、所望の距離「 d 」が達成された後で、放射源 2 2 は材料 3 6 a を重合させて架橋する化学線を生成し、架橋ポリマー材料 3 6 c を形成する。その結果、インプリンティング層 3 4 の組成は、材料 3 6 a から固体である材料 3 6 c に変わる。具体的には、材料 3 6 c は固化されて、図 5 においてより明確に示されるモールド 2 8 の表面 2 8 c の形状に一致する形状を備えたインプリンティング層 3 4 の一面側 3 4 c を形成する。インプリンティング層 3 4 が図 4 に示される材料 3 6 c から成るように変えられた後、図 2 に示されるインプリントヘッド 1 8 が移動して距離「 d 」が増大し、その結果、モールド 2 8 とインプリンティング層 3 4 は離間して配置される。

【0015】

図 5 を参照すると、ウェハ 3 0 のパターン形成を完成させるために追加の処理を行うことができる。例えば、ウェハ 3 0 とインプリンティング層 3 4 をエッチングして、インプリンティング層 3 4 のパターンをウェハ 3 0 に転写し、図 6 に示されるパターン形成された表面 3 2 a をもたらしことができる。エッチングを容易にするために、インプリンティング層 3 4 が形成される材料を変えて、要求に応じたウェハ 3 0 に対する相対エッチング速度を定めることができる。ウェハ 3 0 に対するインプリンティング層 3 4 の相対エッチング速度は、約 1 : 5 対 1 から約 100 対 1 の範囲とすることができる。代替として又はこれに加えて、インプリンティング層 3 4 上に選択的に配置されるフォトレジスト材料（図示せず）に対するエッチング差を設けることができる。公知の技術を使用してインプリンティング層 3 4 に更にパターン形成するためにフォトレジスト材料（図示せず）を設けてもよい。所望のエッチング速度及びウェハ 3 0 とインプリンティング層 3 4 とを形成する下層の構成要素に応じて、どのようなエッチングプロセスを使用してもよい。例示的なエッチングプロセスは、プラズマエッチング、反応性イオンエッチング、湿式化学エッチング及び同様のものを含むことができる。

【0016】

図 1 と図 2 の両方を参照すると、例示的な放射源 2 2 は、紫外線を発生することができる。熱、電磁気などの他の放射源を使用してもよい。インプリンティング層 3 4 において材料の重合を開始するのに使用される放射線の選択は、当業者には公知であり、通常は目的とする特定の用途に依存する。更に、モールド 2 8 上の複数のフューチャは、狭間胸壁の形状を有するモールド 2 8 断面を形成する突出部 2 8 b に平行な方向に沿って延びる凹部 2 8 a として示される。しかしながら、凹部 2 8 a と突出部 2 8 b は、実質的には、集積回路を生成するために必要とされるようなフューチャに相当してもよく、十分の数ナノメートルほどの大きさにすることができる。結果として、システム 1 0 の構成部品は、例えば、熱膨張係数がほぼ室温（例えば 25 °C）で約 10 ppm / °C よりも小さい熱的に安定した材料から製造することが望ましい。幾つかの実施形態では、構成材料の熱膨張係数は、約 10 ppm / °C 未満、又は 1 ppm / °C 未満とすることができる。このためには、ブリッジ支持体 1 2、ブリッジ 1 4、及び / 又はステージ支持体 1 6 は、以下の材料、すなわち炭化ケイ素、又は商標名 INVAR（登録商標）又は商標名 SUPER INVAR（商標）で入手可能な鉄合金、或いは、限定ではないが ZERODUR（登録商標）セラミックを含むセラミックなどの 1 つ又はそれ以上から作製することができる。更に、テーブル 2 4 は、システム 1 0 の他の構成部品を周囲環境の振動から絶縁するよう構成することができる。例示的なテーブル 2 4 は、カリフォルニア州アーヴィン所在の Newport Corporation から入手することができる。

【0017】

図 7 及び図 8 を参照すると、モールド 2 8 が上に存在するテンプレート 2 6 は、チャック本体 4 2 を含むチャッキングシステム 4 0 を介して、インプリントヘッドハウジング 1

10

20

30

40

50

8 aに結合される。詳細には、較正システム18 bがインプリントヘッドハウジング18 aに結合され、チャック本体42が、屈曲システム18 cを介して較正システム18 bにテンプレート26を結合させている。較正システム18 bは、図5に示されるテンプレート26とウェハ30との間で適正な配向の位置合わせを容易にし、これによりこれらの間で実質的に均一な間隙距離「d」を実現する。

【0018】

図7と図9の両方を参照すると、較正システム18 bは複数のアクチュエータ19 a、19 b、19 cとベースプレート19 dとを含む。詳細には、アクチュエータ19 a、19 b、19 cは、ハウジング18 aとベースプレート19 dとの間に接続される。屈曲システム18 cは、屈曲スプリング21 aと屈曲リング21 bとを含む。屈曲リング21 bは、ベースプレート19 dと屈曲スプリング21 aとの間に結合される。アクチュエータ19 a、19 b、19 cの動きにより屈曲リング21 bを配向させ、これにより屈曲スプリング21 a、従ってチャック本体42とテンプレート26を粗較正させる。アクチュエータ19 a、19 b、19 cはまた、屈曲リング21 bのZ-軸に対する並進動きを容易にする。屈曲スプリング21 aは、図2に示すウェハ30とテンプレート26との間で適正な配向の位置合わせを行うことができるようにX-Y平面内でジンバル状の動きをする複数の線形スプリングを含む。

【0019】

図8及び図10を参照すると、チャック本体42は、真空技術を使用してモールド28が取り付けられたテンプレート26を保持するように適合される。このためには、チャック本体42は、両側の第1の側46と第2の側48とを含む。側面又は縁面50は、第1の側46と第2の側48との間に延びる。第1の側46は、第1の凹部52と、該第1の凹部52から離間して配置された第2の凹部54とを含み、離間して配置された第1の支持領域58と第2の支持領域60とを定める。第1の支持領域58は、第2の支持領域60と第1及び第2の凹部52、54を取り囲む。第2の支持領域60は、第2の凹部54を取り囲む。第2の凹部54と重なり合うチャック本体42の一部分62は、上述の化学放射の波長などの所定の波長を有する放射線に対して透過性がある。このためには、部分62は、ガラスなどの透明な材料の薄い層で作られる。しかしながら、部分62が作られる材料は、図2に示された放射源22によって生成された放射線の波長によって決まる。部分62は、第2の側48から延びて第2の凹部54に近接して終端し、モールド28が重なり合うように少なくともモールド28の面積と同じ面積を定める必要がある。64、66で示される1つ又はそれ以上の貫通孔がチャック本体42に形成されてい。貫通孔64などの貫通孔の内の1つは、第1の凹部52を側面50と流体連通して配置する。貫通孔66などの残りの貫通孔は、第2の凹部54を側面50と流体連通して配置する。

【0020】

貫通孔64が同様に第2の側48と第1の凹部52との間に延びることができる点は理解されるべきである。同様に、貫通孔66は、第2の側48と第2の凹部54との間に延びることができる。求められているのは、貫通孔64、66が、ポンプシステム70のような圧力制御システムと流体連通した凹部52、54それぞれの配置を容易にすることである。

【0021】

ポンプシステム70は、凹部52、54の圧力を互いに独立して制御するために1つ又はそれ以上のポンプを含むことができる。詳細には、チャック本体42に取り付けられたときに、テンプレート26は、第1の支持領域58と第2の支持領域60に載り第1の凹部52と第2の凹部54を覆う。第1の凹部52とその上に重なり合うテンプレート26の一部分44 aは、第1のチャンバ52 aを形成する。第2の凹部54とその上に重なり合うテンプレート26の一部分44 bは、第2のチャンバ54 aを形成する。ポンプシステム70は、第1のチャンバ52 aと第2のチャンバ54 a内の圧力を制御するよう動作する。詳細には、圧力は、チャック本体42と共にテンプレート26の位置を維持し、避けられない場合には、重力の力によるチャック本体42からテンプレート26の分離を低

10

20

30

40

50

減させるように第1のチャンバ52aにおいて設定される。第2のチャンバ54aにおける圧力は、テンプレート26の形状を調整することによって、とりわけインプリンティング中に発生するテンプレート26のゆがみを低減させるために、第1のチャンバ52aの圧力とは異なるようにすることができる。例えば、ポンプシステム70は、インプリンティング層34がモールド28に接触する結果として生じるどのような上向きの力Rをも補償するために、チャンバ54aにおいて正の圧力を加えることができる。加えて、ポンプシステム70は、インプリンティング層34がモールド28に接触する結果として生じるどのような上向きの力Rをも補償するために、チャンバ54aに正の圧力を加えることができる。このようにして、側46の異なる領域間の圧力差が生成され、そのため、避けられない場合には、力Rによりテンプレート26、従ってモールド28の湾曲が減衰される。テンプレート26に結合されるのは、Y方向が図8の平面に入る条件の下で、テンプレートの寸法をX方向とY方向で変更する手段である。寸法を変更するための手段は、アクチュエータ装置72として概略的に示されている。

10

【0022】

図8、11、12を参照すると、本例ではアクチュエータ装置72が、チャック本体42の両側に取り付けられた第1の本体74と第2の本体76とを含み、その全てが屈曲システム18cに取り付けられる。本体74と76の内の少なくとも1つは、74aとして本体74に示される1つ又はそれ以上のチャンバを含む。チャンバ74a内に配置されるのはアクチュエータアームである。アクチュエータアーム74bの第1の部材74cは、本体74に接続されて軸74dの周りで往復動する。第1の部材74cは、軸74dからZ方向に沿って延びて第2の部材74eで終端する。第2の部材74eは、第1の部材74cからX方向に沿って延びて接触部材74fで終端する。少なくとも1つのブラダー（浮囊）がチャンバ74a内に配置される。本例では、2つのブラダー78a、78bが、第1の部材74cの両側のチャンバ内に配置される。詳細には、ブラダー78aは、本体74の第1の側壁74gと第1の部材74cとの間に配置され、ブラダー78bは、本体の第2の側壁74hと第1の部材74cとの間に配置される。ブラダー78a、78bの各々は、流体の導入に応答して選択的に変化することができる容積を有する。このために各ブラダー78a、78bはポンプ70と流体連通する。

20

【0023】

接触部材74fに対向して配置されるのは接触部材76fであり、距離 D_1 だけ離間して配置される。接触部材76fは本体76と相対的に移動するように結合される必要はない。従って、接触部材76fは、本体76に固定的に取り付けることができる。しかしながら図示のように、接触部材は、アクチュエータアーム76の第2の部分に接続されて示され、アクチュエータアーム74bの第1の部材76cは、軸76dの周りで往復動するように本体76に接続されている。第1の部材76cは、軸76dからZ方向に沿って延びて第2の部材76eで終端する。第2の部材76eは、第1の部材76cからX方向に沿って延びて接触部材76fで終端する。少なくとも1つのブラダーが、チャンバ76a内に配置される。本例では、2つのブラダー80a、80bが第1の部材76cの両側上のチャンバ76a内に配置される。詳細には、ブラダー80bは、本体76の第1の側壁76gと第1の部材76cとの間に配置され、ブラダー80aは、本体の第2の側壁76hと第1の部材76cとの間に配置される。ブラダー80a、80bの各々は、そこへの流体の導入に応答して選択的に変化することができる容積を有する。このためには、各ブラダー80a、80bは、ポンプシステム70と流体連通される。

30

40

【0024】

動作中、テンプレート26は接触部材間に配置される。通常距離 D_1 は、接触しているテンプレート26の周縁表面26aの対向する領域間の距離よりもわずかに小さく設定される。このようにしてテンプレート26は、圧縮性の予荷重されているものとして説明される。テンプレート26を圧縮するために、ブラダー78a、80aの1つ又は両方を膨らませ、その容積を増大させることができる。ブラダー78aを膨らませると、アクチュエータアーム74bが軸74dの周りで側壁74hに向かって移動し、これにより距離D

50

D_1 の大きさが縮小する。ブラダー 80 a を膨らませると、アクチュエータアーム 76 b が軸 76 d の周りで側壁 76 h に向かって移動し、これにより距離 D_1 の大きさが縮小する。テンプレート 26 上の圧縮力を低減させるために、ブラダー 78 a、80 a の容積を低減させ公称サイズに戻すことができる。テンプレート 26 が圧縮予荷重されず、及び / 又はアクチュエータ装置 72 から容易に結合解除することができるように距離 D_1 を広げるためには、ブラダー 78 b、80 b の 1 つ又は両方を膨張させることができる。ブラダー 78 b を膨張させると、アクチュエータアーム 74 b が軸 74 d の周りで側壁 74 g に向かって移動するようになり、これにより距離 D_1 の大きさが増大する。ブラダー 80 b を膨張させると、アクチュエータアーム 76 b が軸 76 d の周りで側壁 76 g に向かって移動するようになり、これにより距離 D_1 の大きさが増大する。また、ブラダー 78 b、80 b の膨張は、ブラダー 78 a、80 a の容積が減少するときに生じる。ブラダー 78 b、80 b の 1 つ又はそれ以上を膨らませてブラダー 78 b、80 b の 1 つ又は両方を収縮させる比率を適切に制御することにより、基板を圧縮予荷重状態に戻すのに必要な時間を短縮させることができる。

【0025】

図 11、図 12 の両方を参照すると、大きな圧縮力が周縁表面 26 a に加えられたときに、側壁 74 g、76 g に対して加えられた力に関係する動作中に問題が発生した。このような状況では、ブラダー 78 a の膨張は側壁 76 g に加えられる力を作用させ、ブラダー 80 a の膨張は側壁 76 g に力を作用させた。側壁 74 g と 76 g の 1 つ又は両方に働いた力は、チャック本体 42 に対する曲げモーメントを生じさせ、これがテンプレート 26 に伝達された。理想的には、テンプレート 26 は純粋に圧縮力を受けることあり、曲げ力は、完全に排除できない場合には実質的に最小にされる。基板に対する曲げ力は、パターンのゆがみを生じさせる点で問題がある。前述の曲げモーメントを減少させるために圧縮リング 79 が設けられる。圧縮リング 79 は領域 81 を取り囲み、領域 81 に面する表面 79 a を含む。本体 74、76 は表面 79 a に接続され、互いに向き合いて配置される。このようにして、ブラダー 78 a によって側壁 74 g 上に作用される力は、本体 74 と反対側に配置された圧縮リング 79 の領域上に同じ大きさで反対向きの力をもたらす。同様に、ブラダー 80 a によって側壁 76 g 上に作用される力は、本体 76 と反対側に配置された圧縮リング 79 の領域上に同じ大きさで反対向きの力をもたらす。圧縮リング 79 の効果を最大にするために、その中立軸 79 a がテンプレート 26 の中立軸 A と密接に位置合わせされる。

【0026】

更に、テンプレート 26 を広げるためにアクチュエータ装置 72 を使用することが可能である。このためには、接触部材 74 f、76 f が、周縁表面 26 a に固定的に取り付けられる。これは、例えば接着剤を使用することにより達成することができる。次に、第 2 の部材 74 e、76 e は、例えばねじ結合及び / 又は接着剤によってそれぞれ接触部材 74 f、76 f に結合される。ブラダー 78 b、80 b の 1 つ又は両方を膨張させることによってテンプレート 26 に張力が加えられる。

【0027】

本発明の設計に関する利点は、アクチュエータ装置 72 全体が、モールド表面 28 c が横たわる平面から離間して配置されるようにモールド 28 の一方側上に横たわって位置付けられることである。これは、インプリントプロセスの間に図 5 に示されるアクチュエータ装置 72 の構成部品とウェハ 30 との間の接触を回避するのに有益である。加えて、比較的長く堅固な部材 74 c、76 c を備えることによって、ブラダー 74 a、74 b、76 a、76 b により力を作用させることができる領域が実質的に増大する。これは、接触部材 74 f、76 f によって周縁表面 76 a に加えられる単位面積当たりの力を容易に増大させる。接触部材 74 f によって作用される単位面積当たりの力の増加は、2 つの領域、すなわち、接触部材 74 f が力を作用させる周縁表面 26 a の領域と、ブラダー 78 a、78 b の 1 つが力を作用させる第 1 の部材 74 f c の領域との比の関数である。同様に、接触部材 76 f によって作用される単位面積当たりの力の増幅は、2 つの領域、すなわ

ち、接触部材 7 6 f が力を作用させる周縁表面 2 6 a の領域と、ブラダー 8 0 a、8 0 b の 1 つが力を作用させる第 1 の部材 7 6 c の領域との比の関数である。

【0028】

ブラダー 7 8 a、7 8 b、8 0 a、8 0 b は、例えば、その上に接触している表面粗さに起因して、アクチュエータアーム 7 4 b、7 6 b に対する局所的な力の集中を避ける追加の利点を提供する。詳細には、アクチュエータアーム 7 4 b、7 6 b の表面粗さは、ブラダー 7 8 a、7 8 b、8 0 a、8 0 b によってそこに加えられた力の不均一な分布を生じる場合がある。その結果、ブラダー 7 8 a、7 8 b、8 0 a、8 0 b によって生成された力の局所的な表面集中が存在する可能性があり、これが非線形圧縮を生じる場合がある。ブラダー 7 8 a、7 8 b、8 0 a、8 0 b は、避けられない場合には、接触が行われる領域の形状をとる柔軟な材料から形成することによって、この問題を軽減させることができる。結果として、接触領域全体にわたり均一な分布の力が作用される。同様の理由から、接触部材 7 4 f、7 6 f を柔軟な材料で形成し、その結果、該接触部材が、それに接触するようになる周縁表面 2 6 a の輪郭に適合する輪郭を形成するようになることは、望ましい。

10

【0029】

柔軟なブラダー 7 8 a、7 8 b、8 0 a、8 0 b の使用によって得られる追加の利点は、接触部材 7 4 f、7 6 f と接触するようになる周縁表面 2 6 a の領域全体にわたるあらゆる非平面性及びノ又は粗さ（以下では表面異常と呼ぶ）に対しても補償されることである。詳細には、ブラダー 7 8 a、7 8 b、8 0 a、8 0 b は、接触部材 7 4 f、7 6 f によって作用された何らかの曲げモーメントから生じる、第 1 の部材 7 4 c、7 6 c のどのようなゆがみにも合致することができる。あらゆる表面異常との適合性を更に高めるために、本体 7 4 は、1 7 4 f、2 7 4 f、3 7 4 f、4 7 4 f として示された複数の接触部材を含むことができ、これらの各々は、アクチュエータアーム 7 4 b に関連して上記で考察された本体 7 4 に装着されている別個のアクチュエータアーム（図示せず）に取り付けられる。ブラダー 7 8 a、7 8 b は、接触領域 7 4 f に関連して上記で考察されたように接触部材の移動を容易にすることができる。同様に本体 7 6 は、1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f として示された、複数の接触部材を含むことができ、その各々は、アクチュエータアーム 7 6 b に関連して上記で考察されように、本体 7 6 に装着された別個のアクチュエータアーム（図示せず）に取り付けられる。ブラダー 8 0 a、8 0 b は、接触領域 7 6 f に関連して接触部材 1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f の移動を容易にすることができる。

20

30

【0030】

図 1 2 及び図 1 4 を参照すると、複数の接触部材 1 7 4 f、2 7 4 f、3 7 4 f、4 7 4 f、1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f の移動にわたって独立制御を可能にすることによって、表面異常に関する柔軟性を更に達成することができる。このためには、ブラダー 7 8 a は、複数のブラダー 1 7 8 a、2 7 8 a、3 7 8 a、4 7 8 a と置き換えることができ、これらの各々は、ポンプシステム 7 0 と流体連通している。複数のブラダー 1 7 8 a、2 7 8 a、3 7 8 a、4 7 8 a の各々は、接触部材 1 7 4 f、2 7 4 f、3 7 4 f、4 7 4 f の 1 つを移動させるために結合され、これらの接触部材は、移動させるために残りのブラダー 1 7 8 a、2 7 8 a、3 7 8 a、4 7 8 a が結合された接触部材 1 7 4 f、2 7 4 f、3 7 4 f、4 7 4 f とは異なる。同じ理由により、ブラダー 8 0 a は、複数のブラダー 1 8 0 a、2 8 0 a、3 8 0 a、4 8 0 a と置き換えることができ、これらの各々は、ポンプシステム 7 0 と流体連通している。ブラダー 1 8 0 a、2 8 0 a、3 8 0 a、4 8 0 a の各々は、接触部材 1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f の 1 つを移動させるために結合され、これらの接触部材は、移動させるために残りのブラダー 1 8 0 a、2 8 0 a、3 8 0 a、4 8 0 a が結合された接触部材 1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f とは異なる。上記では、複数のブラダーと交換されるブラダー 7 8 a 及び 7 8 b に関して考察してきたが、ブラダー 7 8 b 及び 8 0 b も同様に複数のブラダーと置き換えて、テンプレート 2 6 に張力が加えられたときに接触部材 1 7 4 f、2 7 4 f、3 7

40

50

4 f、4 7 4 f、1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f にわたって独立制御を行うこともできる。

【0031】

複数の接触部材 1 7 4 f、2 7 4 f、3 7 4 f、4 7 4 f、1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f の移動に対して独立制御を提供する別の利点は、テンプレート 2 6 の異方性熱膨張によって生じる誤差の補償を容易にすることである。従って、テンプレート 2 6 の温度の正確な判定を得て、接触部材 1 7 4 f、2 7 4 f、3 7 4 f、4 7 4 f、1 7 6 f、2 7 6 f、3 7 6 f、4 7 6 f の間に加えられた適正な圧縮を求めるために、そこから導出される情報を含めることは、望ましい。

【0032】

図 1 2、1 4、1 5 を参照すると、上記でブラダーの使用を考察してきたが、ブラダー 7 8 a、7 8 b、8 0 a、8 0 b、1 7 8 a、2 7 8 a、3 7 8 a、4 7 8 a、1 8 0 a、2 8 0 a、3 8 0 a、4 8 0 a のいずれかを圧電アクチュエータと置き換えることができ、その 4 つが、5 0 0、5 0 2、5 0 4、5 0 6 として示される。5 0 0 a、5 0 2 a、5 0 4 a、5 0 6 a で示される各々間の接触領域は、接触領域 5 0 0 a、5 0 2 a、5 0 4 a、5 0 6 a の境界に対して周縁表面 2 6 と共に屈曲することが許容される。このためには、圧電アクチュエータの各々は、それぞれ屈曲部 5 0 0 b、5 0 2 b、5 0 4 b、5 0 6 b を介して本体 7 6 に結合される。相乗的に動作させると、圧電アクチュエータ 5 0 0、5 0 2、5 0 4、5 0 6 を用いて、表面の異常を補償することができ、ブラダー 1 7 8 a、2 7 8 a、3 7 8 a、4 7 8 a を用いて、チャック本体 4 2 に結合された異なる温度に対する大きな平均誤差を補償することができる。これは、機械座標フレームに対するテンプレート 2 6 の芯合わせの維持を容易にする。

【0033】

圧電アクチュエータは複数のブラダー 1 7 8 a、2 7 8 a、3 7 8 a、4 7 8 a と組み合わせで示されているが、圧電アクチュエータとブラダーのどのような組み合わせもアクチュエータ装置 7 2 で使用することができる。例えば、1 つだけの圧電アクチュエータを 1 つの本体（例えば本体 7 4）に対して使用することができ、本体 7 6 は、固定的に取り付けられるか、或いは図 1 1、1 2、1 3 に示されたブラダーの組み合わせのいずれかを含む 1 つ又はそれ以上の接触部材と接触する。同様に、圧縮装置に関連する全てのブラダーは、圧電アクチュエータと置き換えることが可能である。

【0034】

図 1 1 を参照すると、追加のペアの接触部材 7 3、7 5 を含み、これらの間の距離 D_2 を、距離 D_1 が変更された方向に直交する方向で変化させることが望ましい。このようにして、テンプレート 2 6 の寸法は 2 つの寸法において変化させることができる。これはポワソン効果を克服する上で特に有益である。ポワソン効果はテンプレート 2 6 の線形結合を生じさせる可能性があり、これは距離 D_1 と D_2 の両方を変化させるためにアクチュエータの起動を必要とする場合がある。詳細には、ポワソン比は、テンプレート 2 6 の X 方向に与えられた圧縮歪みに対するテンプレート 2 6 の Y 方向と Z 方向に生じた引張り歪みの比率である。標準的な数値は 0.1 - 0.4 の範囲である。テンプレート 2 6 が石英ガラスで形成されている場合には、その比率は約 0.16 である。従って、純粋に X 方向の寸法変化は、すなわち Y 方向の寸法変化が必要とされない場合では、距離 D_1 と D_2 の両方を変更してポワソン効果を補償するために、アクチュエータの起動を必要とする場合がある。アクチュエータ装置 7 2 に関する上述の構成のいずれかでは、テンプレート 2 6 に力を加えて、テンプレート 2 6 の寸法を変更させ、図 2 に示されたインプリンティング層 3 4 に記録されたパターンのゆがみを低減させることができる。

【0035】

詳細には、インプリンティング層 3 4 に記録されたパターンのゆがみは、とりわけ、インプリンティング層 3 4 とウェハ 3 0 の寸法の変動により生じる可能性がある。ひとつには熱的変動に起因する可能性のあるこれらの寸法の変動、並びに上記処理段階における不正確さは、一般に倍率誤差 / 振れ誤差と呼ばれるものをもたらす。倍率誤差 / 振れ誤差は

10

20

30

40

50

、原パターンが記録されることになるウェハ30の領域が原パターンの領域を超えるときに生じる。更に、倍率誤差／振れ誤差は、原パターンが記録されることになるウェハ30の領域が原パターンの領域よりも小さいときに生じる可能性がある。倍率誤差／振れ誤差の有害な影響は、図6に示されるパターン形成された表面32aと重なり合っ
てインブリ
ンティング層124として示された多層のインプリントパターンを形成するときに悪化する。単一ステップの完全なウェハインブリ
ンティング及びステップアンドリピートのイン
ブリ
ンティングプロセスの両方において倍率誤差／振れ誤差に直面して2つの重なり合う
パターンを適正に位置合わせすることは困難である。

【0036】

図16及び図17を参照すると、ステップアンドリピートプロセスは、モールド28上
に原パターンが記録されることになるウェハ30上でa-1として示される複数の領域を
定める段階を含む。モールド28上の原パターンは、モールド28の表面全体と同一の広
がり
を有してもよく、或いは単にその副部分に配置することもできる。本発明は、ウェハ
30に面するモールド28の表面と同一の広がり
を有する原パターンに関連して考察する
。ステップアンドリピートプロセスの適正な実行には、モールド28の領域a-1の各々
との適正な位置合わせを含む。このためには、モールド28は、「+」符号で示される位
置
合わせマーク114aを含むことができる。領域a-1の1つ又はそれ以上は基準マー
ク110aを含む。位置合わせマーク114aが基準マーク110aと適正に位置合わせ
されることを確保することによって、モールド28をその上に重なり合う領域a-1の1
つと適正に位置合わせすることが確保される。このためには、機械ビジョン装置（図示せ
ず）
を使用して、位置合わせマーク114aと基準マーク110aとの間の相対的な位置
合わせを感知することができる。本例では、位置合わせマーク114aが基準マーク11
0aと重なり合うと適正な位置合わせが表示される。倍率誤差／振れ誤差が導入されるこ
とで、適正な位置合わせが極めて困難になる。

【0037】

しかしながら、本発明の1つの実施形態によれば、避けられない場合には、モールド2
8とウェハ30との間で相対的な寸法の変動を生じさせることによって倍率誤差／振れ誤
差が低減される。詳細には、ウェハ30の温度は、領域a-1の1つがモールド28上の
原パターンの領域よりもわずかに小さな領域を定めるように変えられる。その後、図17
に示される互いに対して横方向に配向された矢印F₁とF₂で示すように、アクチュエータ
装置72を使用してモールド28に順に伝達される機械的な圧縮力に対し図8に示された
テンプレート26を曝すことによって、倍率誤差／振れ誤差についての最終的な補償が実
行される。このようにして、原パターンの領域は、その上に重なり合う領域a-1の範囲
と同一の広がり
を有するようにされる。

【0038】

しかしながら、図5及び図8を参照すると、テンプレート26を圧縮力に曝すことによ
り、撓み作用によってテンプレートの形状が調整される。テンプレート26の撓みはまた
、インブリ
ンティング層34にインプリントされたパターンにゆがみを生ぜさせる場合がある。テン
プレート26の撓みに起因するパターンのゆがみは、避けられない場合には、
テンプレート26の撓みを制御して所望の方向で生じるようにアクチュエータ装置72を
位置付けることにより低減させることができる。本例では、アクチュエータ装置72は、
テンプレート26を圧縮し、力Rに平行で反対方向に曲がるように位置付けられる。この
ようにテンプレート26の撓みを制御することによって、チャッキングシステム40を撓
み力Bに逆らうように使用して、モールド28を例えば弓形、平面、及び同様のものなど
の所望の形状になるように設定することができる。このためにポンプシステム70を使用
してチャンバ54aを適切に加圧することができる。例えば、撓み力が力Rより大きいと
仮定すると、ポンプシステムは、撓み力Bに逆らうのに十分な真空でチャンバ54aを真
空引きするのに使用されることになる。撓み力Bが力Rよりも弱い場合には、ポンプシ
ステム70は、モールド28の平面性、又は他の任意の所望の形状を維持するのに適切にチ
ャンバ54aを加圧するよう使用される。力RとBの演繹的知識を用いて正確な圧力レベ

ルを求めることができ、その後、チャンバ52a、54aを適切なレベルまで加圧するためにポンプシステム70に含めることができるプロセッサ（図示せず）により解析することができる。同様に、力RとBは、公知の技術を使用して動的に感知することができ、その結果、テンプレート26を所望の形状に維持する動作中に、チャンバ52a、54a内の圧力を動的に設定することができる。付加される利点は、チャンバ52a、54aの1つ又は両方の圧力を正の圧力に設定することができ、これによりチャック本体42からテンプレート26の取り外しが容易になることである。これはまた、プロセッサの制御又は手動によって達成することができる。

【0039】

図8を再度参照すると、アクチュエータ装置72を用いてテンプレート26を圧縮することで、テンプレート26と支持領域58、60との間の相対動きがX及びY軸に沿って生じる。従って、支持領域58、60は、前記テンプレート26の輪郭に共形であるように適合され且つX軸とY軸に沿った変形が生じにくい材料で形成された表面領域58a、60aをそれぞれ有することが望ましい。このようにして、表面領域58a、60aは、X及びY方向でのチャック本体42に対するテンプレート26の相対移動に耐性がある。

【0040】

図8及び図18を参照すると、別の実施形態において、チャック本体142は、第1の支持領域158と第2の支持領域160との間に延びる1つ又はそれ以上の壁すなわちバッフル（142a、142b、142c、142dとして示された）を含む。この方法では、壁/バッフル142a、142b、142c、142dは、テンプレート26がその上に重なり合って置かれると、副チャンバとして機能する複数の副領域152a、152b、152c、152dに陥凹部152を分割する。副チャンバ152a、152b、152c、152dは、流体密封にすることができ、ポンプシステム70と流体連通して配置する貫通孔（図示せず）を各々内に有することになる。代替的として、或いはこれと共に、副チャンバ152a、152b、152c、152dは、テンプレート26が重なり合って配置されると流体密封チャンバを形成することができない。むしろ、壁142a、142b、142c、142dは、全体にわたって流体を移送するためのバッフルとして機能するようにテンプレート26から離間して配置されることになる。その結果として、ポンプシステム70によって適切な圧力レベルを陥凹部152に供給することで、副チャンバ152a、152b、152c、152d間に要求通りに圧力差を与えることができる。

【0041】

図2及び図18の両方を参照すると、壁/バッフル142a、142b、142c、142dのこの構成の場合、副領域152a、152b、152c、152dは、同時に異なる圧力レベルを備えることができる。結果として、インプリンティング層34から引き離されたときにテンプレート26に作用する力の量は、テンプレート26の表面にわたって変化する可能性がある。これは、インプリンティング層34からのテンプレート26の片持ち又は剥離を可能にし、これにより、インプリンティング層34からテンプレート26を分離する際にインプリンティング層34にゆがみ又は欠陥が形成されるのを軽減する。例えば、副チャンバ152bは、残りの副チャンバ152a、152c、152dに関連する圧力よりも大きい設定圧力を有することができる。結果として、距離「d」が増大すると、副チャンバ152a、152c、152dと重なり合うテンプレート26の部分が受ける引張り力は、副チャンバ152bと重なり合うテンプレート26の部分が受ける引張り力よりも大きい。従って、副チャンバ152a、152c、152dと重なり合うテンプレート26の部分において「d」が増大する割合は、副チャンバ152bと重なり合うテンプレート26の部分において「d」が増大する割合と比較して加速され、前述の片持ち効果を提供する。

【0042】

図19に示された更に別の実施形態では、チャック本体242が、外側の陥凹部252の天底面252aから突出する複数のピン242aを含む。ピン242aは、真空によつ

10

20

30

40

50

てチャック本体 2 4 2 上に保持されたウェハ（図示せず）に対する機械的支持を提供する。これは、支持領域 2 5 8、2 6 0 が、その支持領域 2 5 8、2 6 0 に載っているウェハ（図示せず）の表面（図示せず）と完全に一致する材料から形成された表面領域 2 5 8 a、2 6 0 a をそれぞれ有することを可能にする。このようにして、表面領域 2 5 8 a、2 6 0 a は、例えばウェハ（図示せず）の表面（図示せず）と表面領域 2 5 8 a、2 6 0 a との間に粒体状物質が存在する場合のような、極端な表面変化が存在する状態でウェハ（図示せず）と流体密封を形成する。ウェハ（図示せず）の Z 方向の機械的支持は、表面領域 2 5 8 a、2 6 0 a によって提供される必要はない。この支持は、ピン 2 4 2 a が提供する。このためには、ピン 2 4 2 a は通常、断面が円形の剛体ポストである。

【0043】

図 1 6、図 1 7、図 2 0 を参照すると、動作中、ステップ 2 0 0 でウェハ 3 0 の X - Y 平面の精密な測定が行われる。これは、機械ビジョン装置（図示せず）と公知の信号処理技術を使用してウェハ 3 0 上に存在する全体の位置合わせ基準 1 1 0 b を感知することによって達成することができる。ステップ 2 0 2 で、領域 a - 1 の 1 つの範囲がモールド 2 8 上の原パターンの範囲よりもわずかに小さくなるように、ウェハ 3 0 の温度を変動させる、すなわち上昇又は低下させる。温度の変動は、ウェハ 3 0 が載っている温度制御チャック又は架台（図示せず）を使用して実現することができる。領域 a - 1 の各々の範囲は、2 つの同一線上にある全体の位置合わせ基準 1 1 0 b 間の距離の変化を測定することによって求めることができる。

【0044】

詳細には、X 又は Y 軸の一方に沿って同一線上にある 2 つの全体の位置合わせ基準 1 1 0 b 間の距離の変化が求められる。その後、この距離の変化は、X - 軸に沿ったウェハ 3 0 上の隣接する領域 a - 1 の数によって除算される。これは、X - 軸に沿ったウェハ 3 0 の寸法変化に起因する領域 a - 1 の範囲の寸法変化を与える。必要であれば、Y - 軸に沿ったウェハ 3 0 の寸法変化に起因する領域 a - 1 の範囲の変化を求めるために、同じ計測を行ってもよい。しかしながら、ウェハ 3 0 の寸法変化は 2 つの直交する X と Y で均一であると仮定することもできる。

【0045】

ステップ 2 0 4 で、圧縮力 F_1 と F_2 がモールド 2 8 に加えられ、パターンと重なり合う領域 a - 1 の 1 つの範囲と同一の広がりを持つ原パターンの領域が設定される。これは、機械ビジョン装置（図示せず）と公知の信号処理技術を使用してリアルタイムに行い、位置合わせマーク 1 1 4 a の 2 つ以上が基準マーク 1 1 0 a の 2 つ以上と何時位置合わせされるかを判定する。ステップ 2 0 6 で、適正な位置合わせが実現されて倍率誤差 / 振れ誤差が低減された後で、無効にされない場合には、モールド 2 8 と重なり合う領域 a - 1 内に原パターンが記録され、記録パターンを形成する。ウェハ 3 0 又はモールド 2 8 のどちらも寸法変化が全ての方向で均一ではない場合があるので、圧縮力 F_1 と F_2 の大きさが同じである必要はない。更に、倍率誤差 / 振れ誤差は、X - Y 方向の両方で同一にすることはできない。結果として、圧縮力 F_1 と F_2 は、これらの異常を補償するために異なるものとしてすることができる。更に倍率誤差 / 振れ誤差をより大幅に減少させることを確保するために、モールド 2 8 の寸法変化は、モールド 2 8 が図 6 に示されたインプリンティング層 1 2 4 と接触後に開始することができる。しかしながらこれは必須ではない。

【0046】

図 6、図 1 6、図 1 7 を再度参照すると、その上に重なり合う領域 a - 1 とのモールド 2 8 の位置合わせは、モールド 2 8 がインプリンティング層 1 2 4 と離間して配置された状態で行うことができる。全体のウェハ 3 0 にわたり倍率誤差 / 振れ誤差が一定であることが分かっている場合には、原パターンが記録されている各領域 a - 1 に対して力 F_1 と F_2 の大きさを維持することができる。しかしながら、倍率誤差 / 振れ誤差が 1 つ又はそれ以上の領域 a - 1 に対して異なると判定される場合には、原パターンが記録されている各領域 a - 1 に対して図 1 5 に示されたステップ 2 0 2、2 0 4 を開始する。ウェハ 3 0 とモールド 2 8 の間で行うことができる相対的な寸法変化には限界があることに留意され

10

20

30

40

50

たい。例えば、領域 a - 1 の範囲は、モールド 28 が圧縮力 F_1 と F_2 に曝されたときに、モールド 28 の構造上の一体性を損なうことなくモールド 28 上のパターンが同一の広がりを持つ領域を定めることができるように適切な寸法のものでなければならない。

【0047】

図 5 及び図 21 を参照すると、本発明の別の実施形態によれば、ステップ 300 で、X - Y 平面内のウェハ 30 の正確な計測が開始される。ステップ 302 では、モールド 28 と重なり合う領域 a - 1 の 1 つの寸法が求められる。ステップ 304 で、モールド 28 と重なり合う領域 a - 1 の 1 つの範囲がモールド 28 上のパターンの範囲よりも大きいかが判定される。大きい場合には、プロセスはステップ 306 に進み、大きくない場合には、プロセスはステップ 308 に進む。ステップ 308 で、モールド 28 は、その上に重なり合う領域 a - 1 と接触するように配置され、必要な圧縮力 F_1 と F_2 の大きさが求められ、モールド 28 に加えられて、パターンの範囲がこの領域 a - 1 の範囲と同一の広がりを持つことが保証される。ステップ 310 で、モールド 28 に圧縮力 F_1 と F_2 が加えられる。その後で、モールド 28 は、モールド 28 と重なり合う領域 a - 1 から離間して配置され、プロセスはステップ 312 に進み、そこで原パターンが記録されるウェハ 30 上に何らかの領域 a - 1 が残っているかどうか判定される。領域が残っている場合には、プロセスはステップ 314 に進み、そこでモールドは次の領域と重なり合うように配置され、プロセスはステップ 304 に進む。残っていない場合には、プロセスはステップ 316 で終了する。

【0048】

ステップ 304 でモールド 28 と重なり合う領域 a - 1 がパターンの範囲よりも大きな範囲を有していると判定される場合には、プロセスは 306 に進み、そこでモールド 28 の温度が変えられ、モールドの拡大がもたらされる。本実施形態では、モールド 28 はステップ 306 で加熱され、その結果、パターンは、その上で重なり合う領域 a - 1 の範囲よりもわずかに大きくなる。次に、プロセスはステップ 310 に続く。

【0049】

上述の本発明の実施形態は例示的なものである。本発明の範囲内に留まりながら上述の開示に対して多くの変更及び修正を行うことができる。例えば、チャック本体構造体を正の流体圧力と組み合わせることによって形成された全てのチャンバを加圧することで、基板をチャック本体から迅速に解放することができる。加えて、上述の実施形態の多くは、重合可能な材料のビーズを堆積させることによるインプリンティング層の形成を使用しない既存のインプリント・リソグラフィプロセスで実施することができる。本発明の様々な実施形態が使用することができる例示的なプロセスは、全体が引用により本明細書に組み込まれる米国特許第 5,772,905 号に開示されたホットエンボス加工を含むことができる。付加的に、本発明の実施形態の多くは、Chou 他による、「シリコンのナノ構造体の超高速ダイレクトインプリンティング」2002 年 6 月、Nature、Vol. 417、835 - 837 ページで記載された型式のレーザ利用のダイレクトインプリンティング (LADI) 加工を使用することができる。従って本発明の範囲は、上述の説明に関して判定されるべきではなく、添付の請求項並びにこれらの均等物の全範囲に関して判定されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図 1】本発明によるリソグラフィシステムの斜視図である。

【図 2】図 1 に示されたリソグラフィシステムの概略立面図である。

【図 3】重合され架橋される前に図 2 に示されたインプリンティング層が構成される材料の概略図である。

【図 4】放射に曝された後の図 3 に示された材料が変えられる架橋ポリマー材料の概略図である。

【図 5】インプリンティング層のパターン形成後、図 1 に示されたインプリンティング層から離間して配置されたモールドの概略立面図である。

【図 6】第 1 のインプリンティング層のパターンがその中に転写された後の図 5 に示された基板の頂上に配置された追加のインプリンティング層の概略立面図である。

【図 7】図 1 に示されたプリントヘッドの詳細斜視図である。

【図 8】本発明によるチャックシステムの断面図である。

【図 9】図 7 に示されたインプリントヘッドの分解組立図である。

【図 10】図 8 に示されたチャック本体の底部平面図である。

【図 11】テンプレートの寸法を変更するために使用される図 8 に示されたアクチュエータ装置の斜視図である。

【図 12】図 11 に示されたアクチュエータ装置の線 12 - 12 に沿った断面図である。

【図 13】第 1 の代替実施形態に従って図 12 に示されたアクチュエータ装置の底面図である。

10

【図 14】第 2 の代替実施形態に従って図 13 に示されたアクチュエータ装置の底面図である。

【図 15】第 3 の代替実施形態に従って図 13 に示されたアクチュエータ装置の底面図である。

【図 16】インプリンティング層が配置される図 2、5、及び 6 に示されたウェハの平面図である。

【図 17】転写領域の 1 つにおけるモールドの位置を示す図 16 の詳細図である。

【図 18】代替実施形態に従って図 8 に示されたチャック本体の底部平面図である。

【図 19】第 2 の代替実施形態に従って図 8 に示されたチャック本体の断面図である。

20

【図 20】本発明に従ってインプリント・リソグラフィ技術を使用して形成されたパターン内のゆがみを低減させる方法を示すフロー線図である。

【図 21】本発明の第 2 の実施形態に従ってインプリント・リソグラフィ技術を使用して形成されたパターン内のゆがみを低減させる方法を示すフロー線図である。

【符号の説明】

【0051】

18c インプリントヘッド、26 テンプレート、74、76 本体、74f、76f 接触部材、79 圧縮リング、79a 表面、81 領域

【図 1】

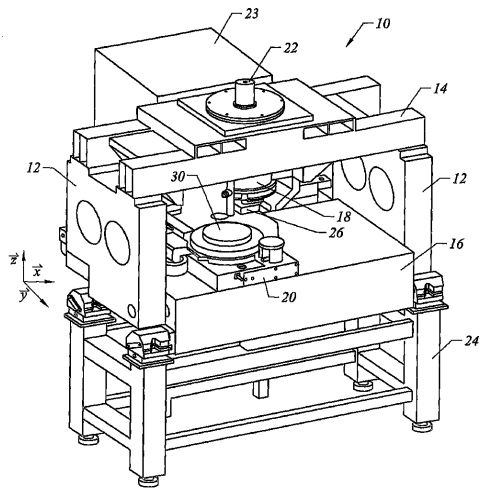
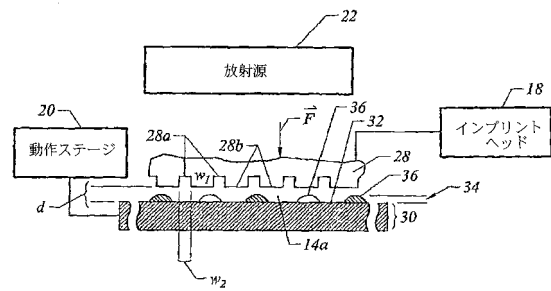


FIG. 1

【図 2】



【図 3】

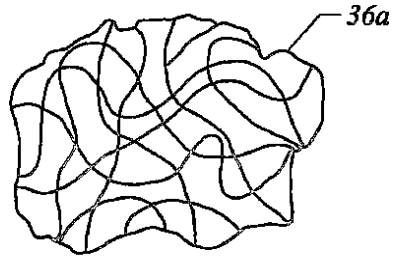


FIG. 3

【図 4】

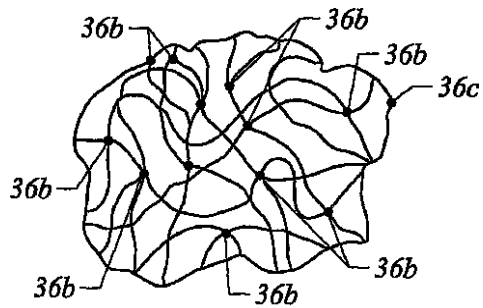


FIG. 4

【図 5】

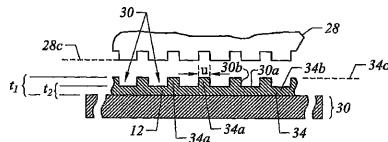


FIG. 5

【図 6】

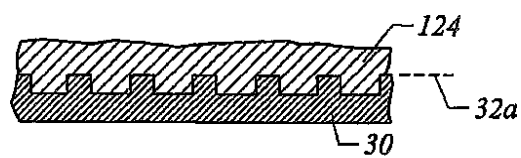


FIG. 6

【図 7】

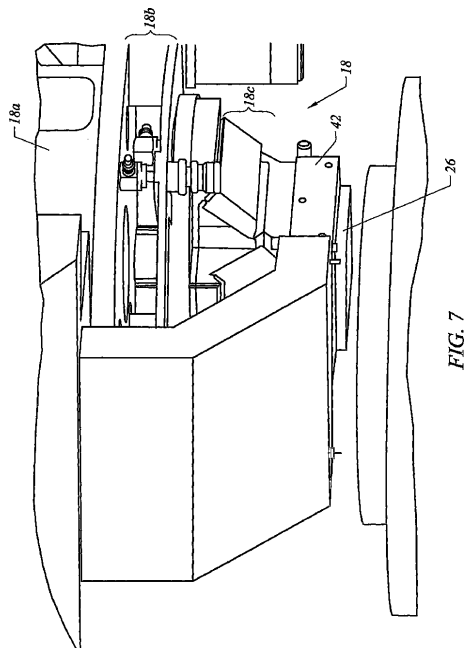
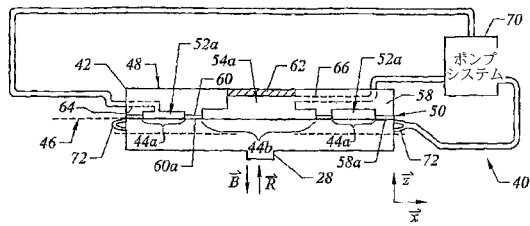


FIG. 7

【図 8】



【図 9】

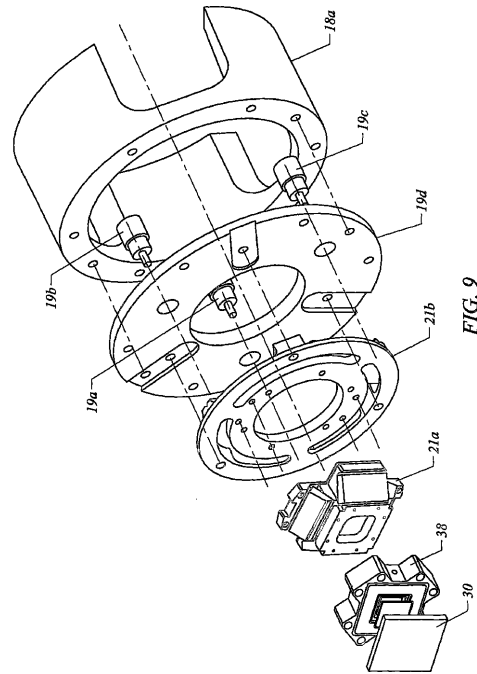


FIG. 9

【図 10】

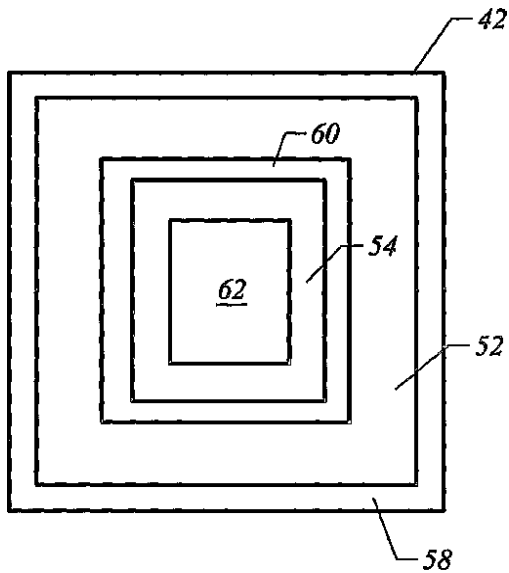


FIG. 10

【図 11】

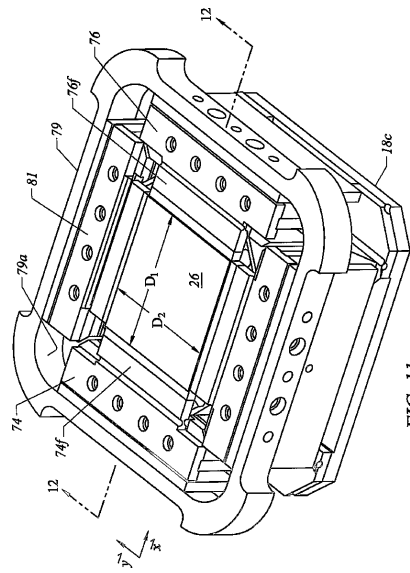


FIG. 11

【図 12】

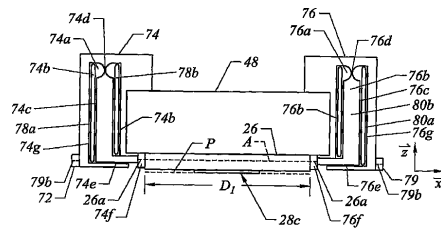


FIG. 12

【図 13】

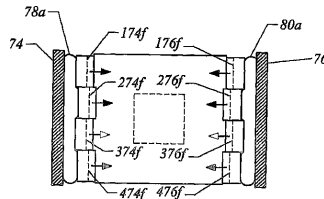


FIG. 13

【図 14】

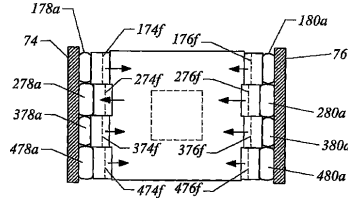


FIG. 14

【図 15】

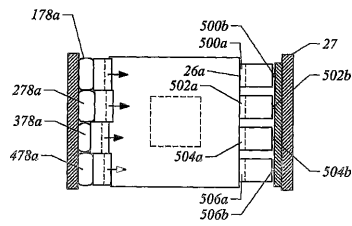


FIG. 15

【図 18】

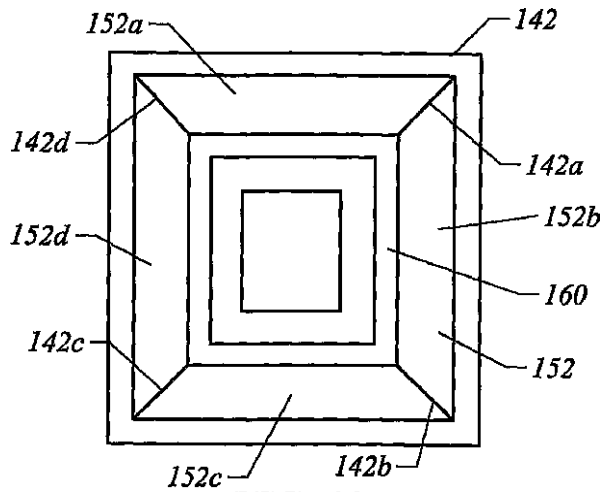


FIG. 18

【図 19】

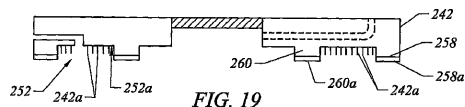


FIG. 19

【図 16】

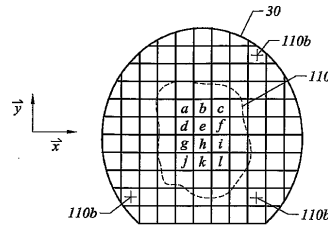


FIG. 16

【図 17】

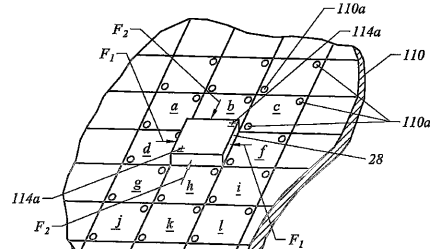
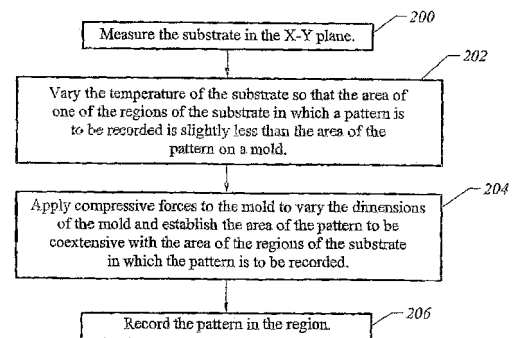


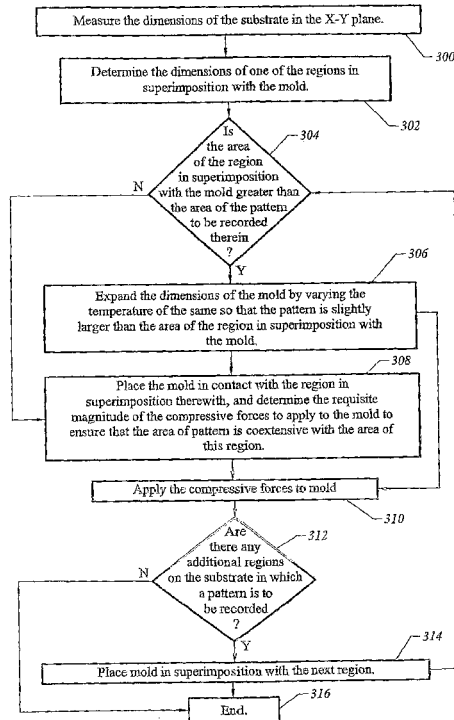
FIG. 17

【図 20】



200: X-Y平面の基板を計測。
 202: パターンが記録されることになる基板の領域の1つの範囲が、モールド上のパターンの範囲よりもわずかに小さくなるように基板の温度を変化させる。
 204: モールドに圧縮力を加えて、モールドの寸法を変え、パターンが記録される基板の領域の範囲と同一の広がりを持つようにパターンの範囲を設定する。
 206: 領域内のパターンを記録する。

【図 21】



- 300 : X-Y平面内の基板の寸法を計測する。
 302 : モールドと重なり合う領域の1つの寸法を求める。
 304 : モールドと重なり合う領域の範囲がそこにパターンが記録されることになる範囲よりも大きいのか？
 306 : パターンがモールドと重なり合う領域の範囲よりもわずかに大きくなるように、モールドの温度を変えることによりモールドの寸法を拡大する。
 308 : モールドと重なり合う領域と接触してモールドを配置し、パターンの範囲が領域の範囲と同一の広がりを持つことを確保するために、モールドに加える圧縮力の必要な大きさを求める。
 310 : モールドに圧縮力を加える。
 312 : パターンが記録されることになる基板上に何らかの追加の領域があるか？
 314 : 次の領域と重なり合うようにモールドを配置する。
 316 : 終了

フロントページの続き

- (72)発明者 スリニーヴァッサン, シトルガタ・ヴィ
アメリカ合衆国・78750・テキサス州・オースティン・グランド オーク ドライブ・105
02
- (72)発明者 メイッスル, マリオ・ジェイ
アメリカ合衆国・78752・オースティン・ノース ラマー ブーレバード・7401・ナンバ
ー201

審査官 佐野 浩樹

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0081193 (US, A1)
国際公開第02/067055 (WO, A1)
国際公開第00/062993 (WO, A1)
米国特許第05820894 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C33/00 -33/76、39/26 -39/36、
41/38 -41/44、43/36 -43/42、
43/50、45/26 -45/44、
45/64 -45/68、45/73、
49/48 -49/56、49/70、
51/30 -51/40、51/44、
G03F 1/00 - 1/16、
G11B 7/26、
H01L21/027、21/30