

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5247153号  
(P5247153)

(45) 発行日 平成25年7月24日(2013.7.24)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int.Cl.

F 1

B29C 59/02 (2006.01)  
H01L 21/027 (2006.01)  
G03F 7/20 (2006.01)

B29C 59/02  
H01L 21/30 502D  
G03F 7/20 501

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-553123 (P2007-553123)  
 (86) (22) 出願日 平成18年1月12日 (2006.1.12)  
 (65) 公表番号 特表2008-537513 (P2008-537513A)  
 (43) 公表日 平成20年9月18日 (2008.9.18)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2006/001160  
 (87) 國際公開番号 WO2006/083520  
 (87) 國際公開日 平成18年8月10日 (2006.8.10)  
 審査請求日 平成21年1月8日 (2009.1.8)  
 (31) 優先権主張番号 11/047,499  
 (32) 優先日 平成17年1月31日 (2005.1.31)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 11/047,428  
 (32) 優先日 平成17年1月31日 (2005.1.31)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(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・78758-3605・  
 テキサス州・オースティン・ウエスト・ブ  
 レイカー・レーン・1807・ビルディン  
 グ・シイー100  
 (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・78750・テキサス州  
 ・オースティン・メダリオン・レーン・1  
 1512

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板上に配置された固化層からモールドを分離させる方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

インプリント・リソグラフィー・テンプレート内に含まれるモールドを基板上に配置された成形層から分離させる方法であって、

前記テンプレートを前記成形層から分離させるために前記テンプレートに分離強制力を印加するステップと、

前記モールドと重ならない部分を含む前記基板の第1の領域に該基板を試料台に保持するための保持力を付与するとともに、前記モールドと重なる部分を含む基板の第2の領域に前記保持力より小さい力を付与して、前記基板の第2の領域をテンプレート方向に局所的に変形させるステップと

を有する方法であって、前記第1の領域は前記モールドと重なる基板の部分は含まず、前記第2の領域は前記第1の領域を含まないことを特徴とする方法。

## 【請求項2】

前記第2の領域に付与される、保持力より小さい力は、複数の間隔を置いた領域において付与されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

## 【請求項3】

前記第1の領域に付与される保持力と、前記第2の領域に付与される前記保持力より小さい力は、前記基板を試料台に保持するための基板チャックの発生する真空力であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

## 【請求項4】

前記変形させるステップは、前記モールドと重ならない部分を含む前記基板の第1の領域の変形を回避しながら前記基板を局所的に変形させる前記ステップをさらに有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記モールドは前記成形層に接着され、前記分離強制力を印加するステップの分離強制力はその接着力に勝る大きさであることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の方法。

【請求項6】

前記変形させるステップは、前記基板を前記テンプレートから離れる方向に移動させるために前記基板の第1の領域に該基板を前記試料台に押し付ける押し付け力を加えるステップをさらに有することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の方法。 10

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

(関連特許出願の相互引用)

本出願は、出願全体が本願明細書に組入れられる2005年1月31日に提出され、発明者としてDaniel A. Babbs、Byung-Jin ChoiおよびAnshuman Cheralaが掲載された「CHUCKING SYSTEM FOR NANO-MANUFACTURING」という表題の米国特許出願公開第11/047428号の分割特許出願であり、2005年1月31日に提出され、発明者としてByung-Jin Choi、Anshuman CheralaおよびDaniel A. Babbsが掲載された「METHOD OF RETAINING A SUBSTRATE TO A WAFER CHUCK」という表題の米国特許出願公開第11/047428号の分割である。 20

【0002】

(連邦政府による資金提供を受けた研究開発の記載)

米国政府が本発明の一括払いライセンス、および米国国防総省国防高等研究事業局(DARPA)によって与えられるN66001-01-1-8964とN66001-02-C-8011の条件で提供されるような妥当な条件で他者にライセンスを与えるように特許所有者に要求する権利を限られた状況の中で有する。 30

【技術分野】

【0003】

本発明の分野は概して構造体のナノ加工に関する。さらに特定すると、本発明はインプリント・リソグラフィ工程において基板上に配置された固化層からテンプレートを分離させる方法に向けられる。ナノ加工は極めて小さい構造体、例えばナノメートル以下のオーダーの外観を有する構造体の加工を含む。ナノ加工が大きな影響を与えた1つの分野は集積回路の処理にある。半導体処理工業は基板上の単位面積当たりの回路を増やす一方で、さらに大きな生産収率を得るために努力を続けているため、ナノ加工はますます重要な。ナノ加工は形成される構造体の最小外観寸法のさらなる減少を可能にする一方でさらに大きな処理制御を提供する。ナノ加工が使用されてきた他の開発の分野はバイオテクノロジー、光技術、機械系などを含む。 40

【背景技術】

【0004】

ナノ加工技術の一例は一般的にインプリント・リソグラフィと称される。例となるインプリント・リソグラフィは米国特許出願公開第10/264960号として出願された「Method and a Mold to Arrange Features on a Substrate to Replicate Features having Minimal Dimensional Variability」という表題の米国公開特許出願番号2004/0065976、米国特許出願公開第10/264926号として出願された「Method of Forming a Layer on a 50

Substrate to Facilitate Fabrication of Metrology Standards」という表題の米国公開特許出願番号2004/0065252、米国特許出願公開第10/235314号として出願された「Functional Patterning Material for Imprint Lithography Processes」という表題の米国公開特許出願番号2004/0046271などの多くの公報に詳しく述べられており、これらのすべては本発明の譲受人に譲渡される。

#### 【0005】

前述の米国公開特許出願の各々に開示された基本的なインプリント・リソグラフィ技術は重合可能な層の中へのレリーフ・パターンの形成と、その下側の基板へのレリーフ・パターンに対応するパターンの転写を含む。この目的のために、基板から間隔を置いてテンプレートが使用され、成形可能な液体がテンプレートと基板の間でこれらと接触して存在する。この液体が固化させられて固化層を形成する。固化層は、その液体と接触しているテンプレートの面の形状に一致する記録されたパターンを有する。このテンプレートが固化層から分離され、それにより、テンプレートと基板は隔てられる。次いで基板と固化層は、固化層内のパターンに対応するレリーフの像を基板内に転写するための処理を受ける。固化層からテンプレートを分離させる際に、記録されたパターンが損傷を受けることがある。

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

記録されたパターンへの損傷を最小限にする改善された分離技術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内に含まれるモールドを基板上に配置された層から分離させる方法に向けられる。この方法はとりわけ、層からテンプレートを分離させるためにテンプレートに分離強制力を印加する工程、および分離を行うために必要とされる分離強制力を小さくするために基板を局所的に変形させる工程を含む。分離強制力を小さくすることによって、記録された層への損傷が最小限にされる。これらの実施形態その他は以下でさらに十分に述べられる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0008】

図1を参照すると、テンプレート10がインプリンティング層12と接触して示されている。通常では、テンプレート10は石英ガラスで構成され、インプリンティング層12は当該技術で知られているいずれかの材料から形成されている。インプリンティング材料12に関して例となる組成は、2003年1月24日に提出され、本願明細書に参照で組入れる「Materials and Methods for Imprint Lithography」という表題の米国特許出願公開第10/763885号明細書に開示されている。インプリンティング層12は基板14上に配置され、基板14は厚さ「t」を有する。基板14はシリコン、石英ガラス、金属、または集積回路の製造に通常関連する化合物材料を含めた事実上いずれの材料から形成されてもよい。テンプレート10はその上に配置された複数の特徴構造を有する面16を含み、これら複数の特徴構造は複数の凸部18と凹部20を含む。複数の凸部18と凹部20はインプリンティング層12へと転写されるべきパターンを形成し、レリーフの像を形成する。より具体的には、インプリンティング層12の材料が複数の凹部20内に進入してこれを充填することでテンプレート10の面16全域にわたって隣接する構造を備えたインプリンティング層12を形成するように、テンプレート10がインプリンティング層12に接触する。通常ではテンプレート10とインプリンティング層12を取り巻く雰囲気はヘリウムなどの気体で満たされている。テンプレート10はインプリント・ヘッド11に接続されている。インプリン

10

20

30

40

50

ト・ヘッド 11 は X、Y、および / または Z 軸に沿って動くように構成され、Z 軸に沿って基板 14 から離れる方向にテンプレート 10 を移動させることによって分離強制力  $F_s$  を発生させることができる。この目的のために、基板 14 は通常では Z 軸に対して定位置に留まり、その一方でインプリント・ヘッド 11 が移動させられる。

#### 【0009】

インプリンティング層 12 は、化学線作用成分に晒されると重合され、架橋させられて固化物質を形成するように光電性材料から形成される。この化学線作用成分は紫外波長、熱エネルギー、電磁エネルギー、可視光などを含む。使用されるこの化学線作用成分は当業者によく知られており、通常ではインプリンティング層 12 が形成される材料によって決まる。

10

#### 【0010】

インプリンティング層 12 の固化は、テンプレート 10 がこれと接触し、インプリンティング層 12 が複数の凹部 20 を充填した後に起こる。その後、テンプレート 10 がインプリンティング層 12 から分離される。この方式で、テンプレート 10 のパターンに対応するパターンでレリーフの像がインプリンティング層 12 へと記録される。

#### 【0011】

固化インプリンティング層 12 からのテンプレート 10 の分離はテンプレート 10 への力  $F_s$  の適用によって行われる。分離強制力  $F_s$  はテンプレート 10 とインプリンティング層 12 の間の接着力、および曲げ（変形）に対する基板 14 の抵抗に打ち勝つのに十分な大きさである。基板 14 の一部の変形は固化インプリンティング層 12 からのテンプレート 10 の分離を促すと考えられる。いずれかのよく知られている曲げ力  $F_c$ 、例えば電磁力、磁力、真空力などを使用した分離の際にウェハ・チャック 22 が基板 14 を保持する。結果として、分離強制力  $F_s$  の方向は通常では曲げ力  $F_c$  の方向と反対である。通常、ウェハ・チャック 22 は X、Y、および / または Z 軸に沿って移動する試料台 23 によって支えられる。一例のインプリント・リソグラフィ・システムは商品名 I M P R I O (商標) 100 で販売されており、M o l e c u l a r I m p r i n t s , I n c . , A u s t i n , T e x a s から入手可能である。

20

#### 【0012】

図 1 に示されるように、基板 14 の曲げ（変形）の程度は加えられる分離強制力  $F_s$  の関数であり、通常では、基板 14 が距離  $d$  でウェハ・チャック 22 から隙間を開けられる曲げ領域 24 の形成に結果としてつながる。曲げ領域 24 は通常ではテンプレート 10 と接触したインプリンティング層 12 の領域の付近に生成され、処理領域と称される。

30

#### 【0013】

しかしながら、テンプレート 10 と固化インプリンティング層 12 の分離を行うために必要な分離強制力  $F_s$  の大きさを最小にすることが望ましい。例えば、分離強制力  $F_s$  の大きさの最小化は、テンプレート 10 と基板 14 が適切に位置合わせされることを可能にし、同様にテンプレートのパターン面積対全テンプレート面積の増大した比を可能にするように位置合わせ工程を容易にする。付け加えると、テンプレート 10 と固化インプリンティング層 12 の分離を行うために必要な分離強制力  $F_s$  の最小化はテンプレート 10 、基板 14 、固化インプリンティング材料 12 から成る構造の変化が起こるのを小さくする。

40

#### 【0014】

さらに、基板 14 の変形は曲げ領域 24 内にポテンシャル・エネルギーを生成し、これは固化インプリンティング層 12 からテンプレート 10 の分離の際の運動エネルギーへ変換される。特に、固化インプリンティング層 12 からのテンプレート 10 の分離の後、基板 14 への分離強制力  $F_s$  はゼロに近くなる。曲げ力  $F_c$  と、基板 14 が形成される材料の弾性は、曲げ領域 24 がチャック 22 に向かって加速させる原因となり、それにより、曲げ領域 24 は通常ではウェハ・チャック 22 と衝突する。ウェハ・チャック 22 と曲げ領域 24 の衝突は基板 14 とその上に形成される固化インプリンティング層 12 の構造的完全性を危うくする有害な影響を有する。これは、中でも基板 14 とテンプレート 10 の間の位置合わせに問題を生じさせる。

50

## 【0015】

図2を参照すると、本発明は固化インプリンティング層12からのテンプレート10の分離に関連する前述の有害な影響をたとえ阻止しないとしても少なくする。これは、所定の基板14、テンプレート10、固化インプリンティング層12に関してテンプレート10と固化インプリンティング層12の間の分離を行うために必要な分離強制力 $F_s$ の大きさを小さくすることによって達成される。この目的のために、ウェハ・チャック122は特に分離の際に基板14が受ける曲げ(変形)の程度を制御するように構成される。ウェハ・チャック122は、複数の独立して生成される力 $F_1$ と $F_2$ から曲げ力 $F_c$ を生成させる。これは基板14全域にわたって方向と大きさで変わることが可能な曲げ力を与える。例えば、可変の力 $F_2$ の大きさはチャッキング力 $F_1$ より大幅に小さいことが可能である。結果として、テンプレート10が分離強制力 $F_s$ を受けると、チャッキング力 $F_1$ は基板14の非曲げ領域26に関連し、可変の力 $F_2$ は基板14の曲げ領域24に関連する。10

## 【0016】

この例では、力 $F_1$ と $F_2$ は両方共に分離強制力 $F_s$ の方向と実質的に反対の方向に沿っている。分離強制力 $F_s$ は図1に関連して上記で検討されたように、テンプレートが接続されるインプリンティング・ヘッド11の移動によって生成される。付け加えると、図2に示されるウェハ・チャック122は図1に関連して上記で検討されたように試料台23によって支えられている。しかしながら、テンプレート10の位置をZ軸に対して固定して保ち、試料台23を使用して基板14をZ軸に沿ってテンプレート10から離れる方向に移動させることによって分離強制力 $F_s$ が生成されてもよいことは留意されるべきである。場合によっては、分離強制力 $F_s$ はZ軸に沿って反対方向に移動するテンプレート10と基板14の組合せから結果として生じてもよい。しかしながらこの検討の目的に関する限り、本発明は基板がX軸に対して固定して保持される一方、テンプレート10がZ軸に沿って基板14から離れる方向に移動するように動くインプリント・ヘッド11に関して検討される。20

## 【0017】

分離強制力 $F_s$ を受けるときに曲げ領域24の外側の基板の部分がウェハ・チャック122上に保持される限り、力 $F_1$ と $F_2$ の大きさが事実上いずれの望ましい値を有してもよいことは留意されるべきである。例えば、可変の力 $F_2$ はゼロに近い大きさを有することもある。チャッキング力 $F_1$ の大きさより大幅に小さい可変の力 $F_2$ の大きさの結果として、固化インプリンティング層12からテンプレート10を分離させるために必要とされる分離強制力 $F_s$ の大きさを小さくすることができる。より具体的には、可変の力 $F_2$ の大きさは、分離強制力 $F_s$ に応答してテンプレート10と重なった基板14の部分の曲げ(変形)を促す。30

## 【0018】

図3を参照すると、場合によっては、曲げ力 $F_c$ は可変の力 $F_2$ の方向がチャッキング力 $F_1$ の方向と反対になって分離強制力 $F_s$ の方向と釣り合うことが可能になるように基板14全域にわたって変えられることもある。可変の力 $F_2$ の大きさはチャッキング力 $F_1$ の大きさと同じ、またはこれより大きい、または小さいこともある。この方式では、基板14の局所的変形は、曲げ領域24をウェハ・チャック122から離れる方向に押す可変の力 $F_2$ によって促される。これは分離強制力 $F_s$ の存在と無関係であってもよい。40

## 【0019】

上述のように、この例ではチャッキング力 $F_1$ は分離強制力 $F_s$ を受けるときに基板14をウェハ・チャック122上に保持するように機能する。可変の力 $F_2$ の方向が分離強制力 $F_s$ の方向と実質的に同じである結果として、固化インプリンティング層12からテンプレート10を分離させるために必要とされる分離強制力 $F_s$ の大きさを小さくできる。

## 【0020】

さらに、可変の力 $F_2$ が分離強制力 $F_s$ の方向と実質的に同じ方向にある結果として、可変の力 $F_2$ は、たとえ衝突を回避しないとしてもテンプレート10と曲げ領域24の衝撃を減少させることができる。より具体的には、第2の可変の力 $F_2$ は固化インプリン50

ティング層 12 からのテンプレート 10 の分離の後に、ウェハ・チャック 122 に向かって伝播するときの曲げ領域 24 の速度、したがって運動エネルギーを下げる。この方式で、曲げ領域 24 はその構造的完全性を危うくすることなく、ウェハ・チャック 122 に対して静止状態に入る。

#### 【0021】

固化インプリンティング層 12 からのテンプレート 10 の分離の後に、可変の力  $F_2$  の大きさと方向が変えられることがある。例えば、チャッキング力  $F_1$  と同じ大きさと方向を有するように可変の力  $F_2$  が供給されることがある。さらに、可変の力  $F_2$  の大きさと方向の変化は、チャッキング力  $F_1$  と反対の方向を有する可変の力  $F_2$  の大きさがゼロに近づくように期間中に直線的に変わることもある。ゼロに到達すると可変の力  $F_2$  は方向を変え、チャッキング力  $F_1$  の大きさと方向と釣り合うように徐々に大きくされる。結果として、基板 14 は可変の力  $F_2$  の傾きを受け、この傾きは曲げ領域 24 を徐々に減速させ、ウェハ・チャック 122 に基板 14 を定位置で固定するように徐々に増大する。したがって、ウェハ・チャック 122 との衝撃の力を最小にしながらウェハ・チャック 122 との接触、すなわち衝突に応答した基板 14 の急激な減速を回避することが可能となる。10

#### 【0022】

固化インプリンティング層 12 からのテンプレート 10 の分離の前では、可変の力  $F_2$  の方向は図 2 に関連して上記で述べられたように分離強制力  $F_s$  の方向と実質的に反対であることもある。しかしながら、固化インプリンティング層 12 からテンプレート 10 を分離させると、可変の力  $F_2$  の方向は図 3 に関連して上記で述べられたように分離強制力  $F_s$  の方向と実質的に同じである。20

#### 【0023】

図 1 および 4 を参照すると、インプリンティング層 12 からのテンプレート 10 をさらに分離しやすくするためにテンプレート 10 が屈曲力  $F_B$  を受けることもある。より具体的には、屈曲力  $F_B$  はテンプレート 10 の中央領域 28 に沿って、および図 1 に示されるような分離強制力  $F_s$  の方向と反対の方向に沿って加えられる。屈曲力  $F_B$  は上記で検討されたような曲げ力  $F_C$  の大きさと方向の変更と併せて、または無関係に加えられることがある。この目的のために、テンプレート 10 は、2004 年 11 月 30 日に提出され、本特許出願の譲受人に譲渡され、発明者として Cherala で識別され、本願明細書に参照で組入れられる米国特許出願公開第 10 / 999898 号明細書に開示されるようにテンプレートチャックに取り付けられてもよい。30

#### 【0024】

このテンプレートチャックは中央に設けられた貫通路 33 を有する本体 31 を含み、貫通路の一方の側は石英ガラス・プレート 35 とガスケット 36 によって密閉される。貫通路 33 を取り巻いているものは凹部 37 とガスケット 38 である。本体 31 上にテンプレート 10 を適切に位置決めして貫通路 33 を密閉することでチャンバを形成し、同様に凹部を密閉することで中央に位置するチャンバを取り巻く第 2 のチャンバを形成する。中央に位置するチャンバと第 2 のチャンバは各々、望ましい加圧用の向かい合った通路 40、41 をそれぞれ設けられる。第 2 のチャンバを排気して中央のチャンバを加圧することによって、本体 31 から取り外すことなくテンプレート 10 に屈曲力  $F_B$  が加えられる。40

#### 【0025】

図 1、5、6 を参照すると、基板 14 全域にわたって曲げ力  $F_C$  の大きさと方向を変えるために前述のウェハ・チャック 122 を使用できる。さらに、以下の実施形態がステップ・アンド・リピート処理で使用されることが可能であり、一例となるステップ・アンド・リピート処理は、本発明の譲受人に譲渡され、本願明細書に参照で組入れられ、米国特許出願公開第 10 / 194414 号として出願された米国公開特許出願番号 2004 / 0008334 に開示されている。

#### 【0026】

この目的のために、ウェハ・チャック 122 は複数の個別真空区画  $30_A \sim 30_Z$  を設けるように構成されている。本発明の目的に関すると、複数の個別真空区画  $30_A \sim 30_Z$  の50

各々は共通した大きさと方向の 1 つまたは複数のチャッキング力を供給するように区画され、例えば、個別真空区画  $30_A \sim 30_Z$  または複数のチャッキング力のうちの 1 つに関連する 1 つの曲げ力  $F_C$  が存在してもよく、これらの各々は方向と大きさで実質的に同じである。真空区画  $30_A \sim 30_Z$  の数、サイズ、形状はいくつかの要因に応じて変わってもよい。付け加えると、複数の真空区画  $30_A \sim 30_Z$  のうちのいずれか 1 つのサイズと形状が複数の真空区画  $30_A \sim 30_Z$  のうちの残りの真空区画と異なっていてもよい。例えば、1 つまたは複数の真空区画のサイズおよび / または形状が領域 24 のサイズおよび / または形状と釣り合っていてもよい。結果として、複数の真空区画  $30_A \sim 30_Z$  の各々は図示された正方形などの多角形の形状、ならびに図 6 に 130 で示された円の形状または 230 で示された環状の形状を含めたいくつかの形状のうちの 1 つを与えることが可能である。付け加えると、真空区画は図 7 に示された不規則な形状のうちの 1 つまたは複数を含むこともある。

#### 【0027】

図 5 ~ 7 を参照すると、共通のウェハ・チャック 122 上に区画された複数の真空区画の各々が共通の形状とサイズを有することは可能であるが、これは必要条件ではない。したがって、ウェハ・チャック 222 は六角形の真空区画 430、長方形の真空区画 530、円形の真空区画 130、環状の真空区画 230 に加えて不規則な真空区画 330 を区画することもある。

#### 【0028】

図 2、5、7、8 を参照すると、複数の真空区画  $30_A \sim 30_Z$  の各々は、異なるチャッキング力が複数の真空区画  $30_A \sim 30_Z$  に関連するように個別に対処されてもよい。この方式で、所望のチャッキング力、例えば  $F_1$  および / または  $F_2$  の場所が極めて正確に確定される。しかしながら、基板 14 が基板 14 の全領域を横切って延びる軸に沿って存在するように複数の真空区画  $30_A \sim 30_Z$  に関連する曲げ力  $F_C$  を変えることが望ましい。この目的のために、前記複数の真空区画  $30_A \sim 30_Z$  の隣り合う横列が曲げ力の差分  $F_C$  を決める。例えば、真空区画  $30_D$ 、 $30_I$ 、 $30_O$ 、 $30_U$ 、 $30_Z$ 、 $30_J$ 、 $30_P$ 、 $30_V$  が可変の力  $F_2$  を生成し、これが残りの真空区画  $30_A$ 、 $30_B$ 、 $30_C$ 、 $30_E$ 、 $30_F$ 、 $30_G$ 、 $30_H$ 、 $30_K$ 、 $30_L$ 、 $30_M$ 、 $30_N$ 、 $30_Q$ 、 $30_R$ 、 $30_S$ 、 $30_T$ 、 $30_W$ 、 $30_X$ 、 $30_Y$  によって生成されるチャッキング力  $F_1$  より小さいこともある。これは基板 14 が軸 A の周りで曲がることを可能にし、これは真空区画  $30_D$ 、 $30_I$ 、 $30_O$ 、 $30_U$ 、 $30_Z$  から成る第 1 の横列と真空区画  $30_C$ 、 $30_H$ 、 $30_N$ 、 $30_T$ 、 $30_Y$  から成る第 2 の横列の間の力の差分  $F_C$  によって促される。

#### 【0029】

図 9、10 を参照すると、ウェハ・チャック 122 および / または 222 に前述の真空特性を与えるためにウェハ・チャック 122、222 は、間隔を開けられてそれらの間に複数のチャネル 36 を区画する複数のピン 32、33 を備えたステンレス鋼またはアルミニウムから一体で形成される。円形の断面を有して図示されているが、複数のピン 32、33 の各々は多角形の形状を含めた事実上どのような所望の断面形状を有することも可能であり、通常では 3 ミリメートルのピッチを有する。複数のピンのうちの 1 つまたは複数が中空であり、図 11 に示されるように通路 35 から延びて基板 14 に面する開口部で終結する貫通路 34 を形成している。これらは、重なり合う基板 14 の部分の屈曲を防止するために約 2 ミリメートルの直径を有する貫通路を備えたピン 32 で示されている。

#### 【0030】

ピン 32 の各々は共有通路 35 と流体連絡して示されているが、これは必要条件ではない。そうではなく、複数のピン 32 の各々にある貫通路 34 は単位時間当たりにこれを通過する流体の量と方向が残りのピン 32 に関連する貫通路 34 を通る流体流量と無関係になるように個別に対処されてもよい。これは残りのピン 32 と流体連絡している通路とは異なる通路と流体連絡している 1 つまたは複数のピン 32 を置くことによって達成される。さらなる実施形態では、貫通路 34 は階段式構造を含むこともある。複数のピン 34 は基板 14 が置かれているランド 37 によって取り囲まれてもよい。チャネル 36 は通常、

10

20

30

40

50

開口 4 0 を介して共有通路 3 9 と流体連絡している。

**【 0 0 3 1 】**

図 1 0 および 1 1 を参照すると、基板 1 4 はチャネル 3 6 および / または貫通路 3 4 を通る流体流によって生成される曲げ力  $F_c$  によってウェハ・チャック 1 2 2 上に保持される。この目的のために、通路 3 5 が圧力制御システム 4 1 と流体連絡しており、通路 3 9 が圧力制御システム 4 3 と流体連絡している。両方の圧力制御システム 4 1 、 4 3 がこれらとデータ通信しているプロセッサ 4 5 の制御下で運転される。この目的のために、プロセッサは図 2 ~ 1 1 に関連して述べられた流体流を実行するためにプロセッサによって動作されるコンピュータ読み取り可能な符号を含んでいる。ウェハ・チャック 1 2 2 上に配置されると、ウェハ・チャック 1 2 2 に面した基板 1 4 の一方の面はピン 3 2 、 3 3 に相対して載せられる。曲げ力  $F_c$  の存在下、および分離強制力  $F_s$  の不在下では、基板 1 4 に面する貫通路 3 4 の端部はピン 3 2 、 3 3 に面して載せられた面 4 7 によって実質的に密閉されている。面 4 7 による密閉の結果として貫通路 3 4 とチャネル 3 6 の間で流体は流れない。10

**【 0 0 3 2 】**

分離強制力  $F_s$  が加わると、固化インプリント層 1 2 と重なっている面 4 7 の部分はピン 3 2 および / または 3 3 から分離される。分離を行うために必要とされる分離強制力  $F_s$  の大きさを減らすことによってこの分離を促進させるために、ピン 3 2 はウェハ・チャック 1 2 2 の領域全域にわたって配置されている。貫通路 3 4 を通って流れる流体は可変の力  $F_2$  がチャッキング力  $F_1$  より小さくなるように選択される。通常、チャッキング力  $F_1$  は十分な真空中で圧力制御システム 4 3 を動作させることによって生成される。可変の力  $F_2$  が加圧状態で動作させられるとき、曲げ領域 2 4 とウェハ・チャック 1 2 2 の間に配置された容積内で約 2 0 0 キロ・パスカル ( kPa ) の圧力を生成させると十分な大きさである。これは普通、曲げ領域 2 4 で約 1 0 ミクロンの基板 1 4 の移動が生じる。密閉が破られる結果として、貫通路 3 4 はチャネル 3 6 と開口 4 0 を介して通路 3 9 と流体連絡状態に置かれる。これは曲げ領域 2 4 と重なっている曲げ力  $F_c$  の大きさをさらに小さくし、したがって、領域 2 4 内の基板 1 4 の曲げ / 变形が促されるのでインプリント層 1 2 からテンプレート 1 0 を分離させるために必要とされる分離強制力  $F_s$  を小さくすることができる。20

**【 0 0 3 3 】**

図 1 2 を参照すると、代替の実施形態において、ウェハ・チャック 3 2 2 はピン 3 2 、 3 3 の使用を伴わずに前述の真空特性を得ることが可能である。この目的のために、ウェハ・チャック 3 2 2 の面 4 9 は複数の開口 5 0 、 5 2 を含み、これらはこれらを通る流体の流れを有するように構成され、流れの大きさと方向はほかの開口 5 0 、 5 2 を通る流体の流れと無関係にされる。開口は、これと重なり合う基板 1 4 の部分の屈曲の可能性を低減させるのに十分のように、通常では 3 ミリメートルのピッチと 2 ミリメートルの直径を有する。30

**【 0 0 3 4 】**

この例では、開口 5 0 が共有通路 5 3 と流体連絡しており、開口 5 2 が共有通路 5 5 と流体連絡している。曲げ力  $F_c$  は間隔を置かれた複数の開口 5 0 、 5 2 のうちの 1 つまたは複数を通って流れる流体によって生成される。分離の前に、間隔を置かれた複数の開口 5 0 、 5 2 の部分は第 1 の流量、 0 sccm 以上でこれらを通過する流体を有している。分離強制力  $F_s$  が与えられれば、流体は第 1 の流量とは異なる流量で開口 5 0 、 5 2 を通過することが可能となる。特に、開口 5 0 、 5 2 を通過する流体の流量は分離強制力  $F_s$  の存在に応答して変わることが可能である。通常では、前述の流量変化は曲げ領域 2 4 と重なり合う開口 5 0 、 5 2 に局所化される。この流量変化は、通常、曲げ力  $F_c$  の大きさを小さくするのに十分である。それ自体でこの流量変化は、通常、開口 5 2 または開口 5 0 の一方のみを通過する流体に影響を与える。例えば、曲げ領域 2 4 と重なり合う開口 5 2 を通る流量は、それにより生成される曲げ力  $F_c$  が減らされるように変化する。開口 5 0 を通る流量は実質的に一定に留まる。40

## 【0035】

図2を参照すると、インプリンティング層12からのテンプレート10の分離をさらに補助するためにインプリンティング層は本願明細書に参照で組入れられる米国特許第6218316号明細書に開示されるように所定の波長に晒されると気体状の副生成物を生成する材料で構成されてもよい。この気体状の副生成物はインプリンティング層12とモールドの平坦面の間の界面に局所的な圧力を生成させる。この局所的な圧力はインプリンティング層12からのテンプレート10の分離を促進させる。気体状の副生成物を発生させる放射の波長は157nm、248nm、257nm、308nmまたはこれらの組合せといった波長を含む。気体状の副生成物の発生後に、インプリンティング層12への損傷を最小限にするためにテンプレート10の分離を迅速に開始することが望ましい。さらに、テンプレート10とインプリンティング層12の間に位置する気体状の副生成物はテンプレート10とインプリンティング層12の間から漏れ出すことがあり、これは望ましくない。さらに、インプリンティング層12からのテンプレート10の分離はインプリンティング層12の歪みを最小限にするためにインプリンティング層12に対して直角方向であるべきである。

## 【0036】

図13を参照すると、インプリンティング層12からのテンプレート10の分離をさらに補助するためにテンプレート10と基板14の間に押し付け力 $F_p$ が使用されることもある。特に、押し付け力 $F_p$ はテンプレート10と重なり合わない基板14の領域で基板14の付近に加えられる。この押し付け力 $F_p$ は基板14をテンプレート10から離れる方向に移動させることによってテンプレート10の分離を促す。この目的のために、押し付け力 $F_p$ は分離強制力 $F_s$ に対して反対の方向に沿って向けられ、それにより、分離を行うために必要とされる分離強制力 $F_s$ は小さくされることが可能である。押し付け力 $F_p$ は図14に示されるように局所的に配置された複数の空気ノズル62によって、または図15に示されるようにアレイ162として加えられる。複数の空気ノズルの中に使用される気体は、限定はされないが窒素( $N_2$ )を含む。押し付け力 $F_p$ は独立して、または図2~12に関連して上記で検討されたような曲げ力 $F_c$ の変化と併せて加えられることが可能である。

## 【0037】

図2、16、17を参照すると、インプリンティング層12からのテンプレート10の分離をさらに補助するためにテンプレート10はテンプレート10とインプリンティング層12の間の真空密閉効果を削減するための複数のトレンチ38を含んでもよい。トレンチ66はテンプレート10とインプリンティング層12が接触するときにテンプレート10とインプリンティング層12の間に位置する空気を放出させ、したがってテンプレート10とインプリンティング層12の間の真空密閉効果を下げる。結果として、分離強制力 $F_s$ の大きさが小さくされ、これは望ましい。

## 【0038】

図18、図19を参照すると、さらなる実施形態においてテンプレート10は複数の穴68を含むことも可能であり、これら複数の穴68はトレンチ66と同様に機能し、それにより、穴68はテンプレート10とインプリンティング層12の間の真空密閉効果を下げるよう機能する。

## 【0039】

上述の本発明の実施形態は範例である。本発明の範囲内に留まりながら多くの変更や改造が上記に引用された開示に為されることが可能である。したがって、本発明の範囲は上記の説明を参照して決定されるべきではなく、添付の特許請求項ならびに同等事項の全範囲を参照して決定されるべきである。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0040】

【図1】インプリンティング層と接触しており、そこからの分離を先行技術に従って受け  
るテンプレートの断面図である。

10

20

30

40

50

【図2】基板上に配置され、インプリンティング層からの分離を本発明の一実施形態に従って受けるテンプレートの断面図である。

【図3】基板上に配置され、インプリンティング層からの分離を本発明の第2の実施形態に従って受けるテンプレートの断面図である。

【図4】本発明に従ってテンプレート保持具に装着されたテンプレートの断面図である。

【図5】本発明に従って設けられることが可能な多様な真空区画のうちの第1の実施形態を例示するウェハ・チャックの平面図である。

【図6】本発明に従って設けられることが可能な多様な真空区画のうちの第2の実施形態を例示するウェハ・チャックの平面図である。

【図7】本発明に従って設けられることが可能な多様な真空区画のうちの第3の実施形態を例示するウェハ・チャックの平面図である。 10

【図8】代替の実施形態による解放の仕組みを受ける、図3に示されたウェハ・チャックおよび基板の側面図である。

【図9】図2に示されたウェハ・チャックの一実施形態の平面図である。

【図10】図9に示されたウェハ・チャックの、線10-10に沿ってとられた断面図である。

【図11】上に配置された基板を有する、図10に示されたウェハ・チャックの断面図である。

【図12】上に配置された基板を有する、図2に示されたウェハ・チャックの第2の実施形態の断面図である。 20

【図13】基板上に配置され、インプリンティング層と接触したテンプレートの断面図であって、基板が押し付け力を受けている。

【図14】押し付け力を行使するために局所的に配置された複数の空気ノズルを有するテンプレートを示す、単純化された平面図である。

【図15】押し付け力を行使するためにアレイとして配置された複数の空気ノズルを有するテンプレートを示す、単純化された平面図である。

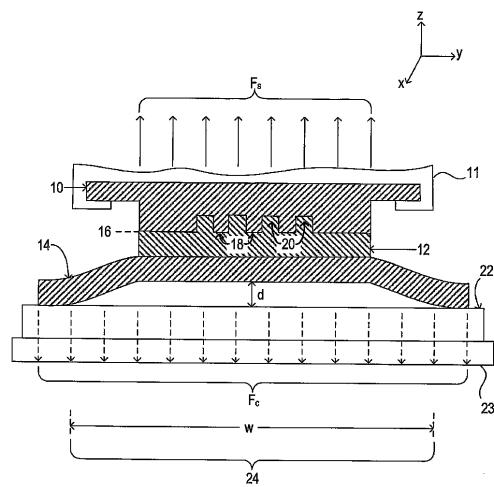
【図16】テンプレートとインプリンティング層の間に位置する空気を放出させるために配置された複数のトレンチを有するテンプレートを示す、単純化された平面図である。

【図17】図16に示されたテンプレートの側面図である。

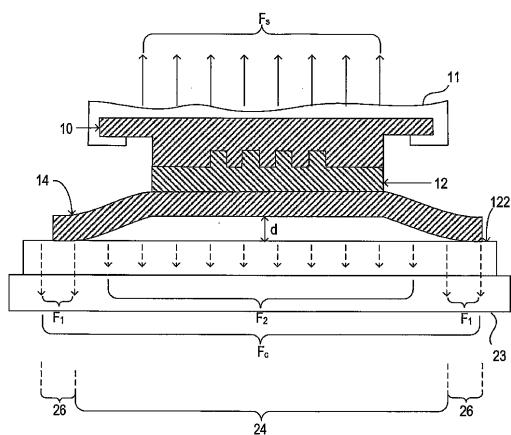
【図18】テンプレートとインプリンティング層の間に位置する空気を放出させるために配置された複数の穴を有するテンプレートを示す、単純化された平面図である。 30

【図19】図17に示されたテンプレートの側面図である。

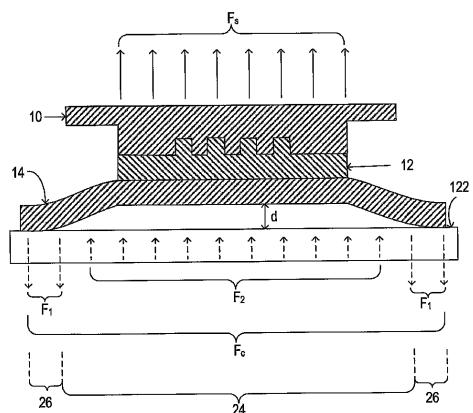
【図1】

*Fig. 1  
(Prior Art)*

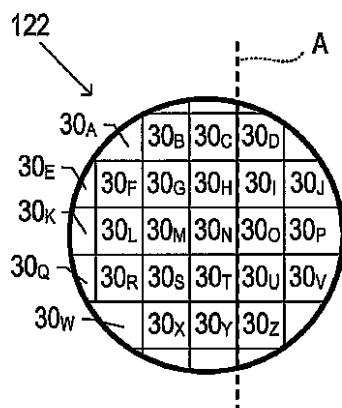
【図2】

*Fig. 2*

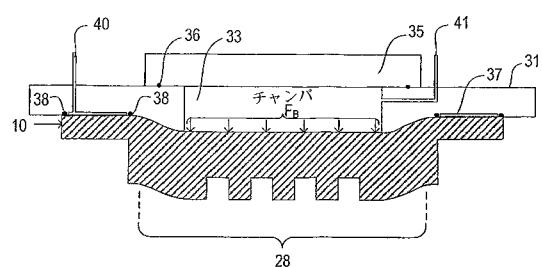
【図3】

*Fig. 3*

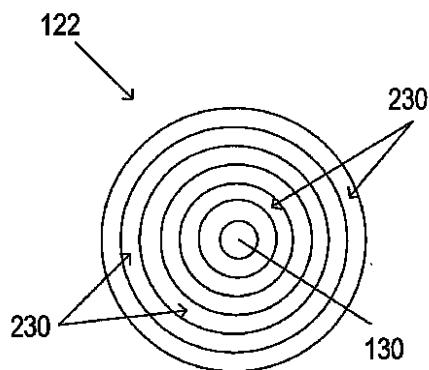
【図5】

*Fig. 5*

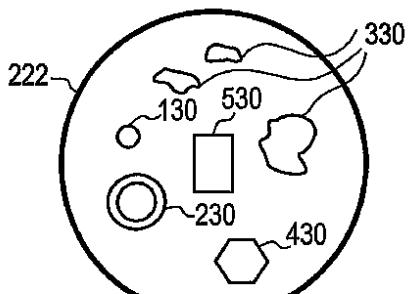
【図4】



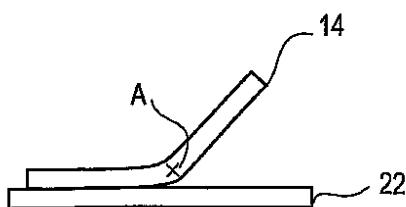
【図 6】

**Fig. 6**

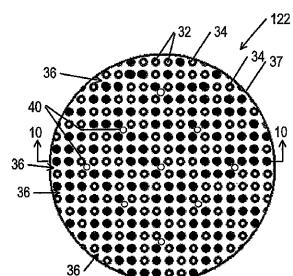
【図 7】

**Fig. 7**

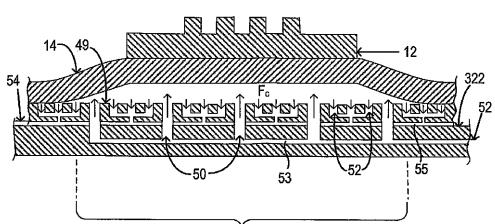
【図 8】

**Fig. 8**

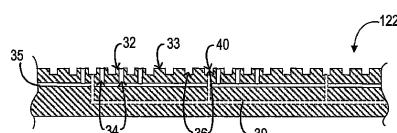
【図 9】

**Fig. 9**

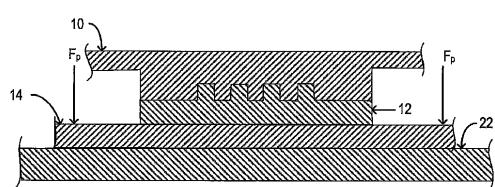
【図 12】

**Fig. 12**

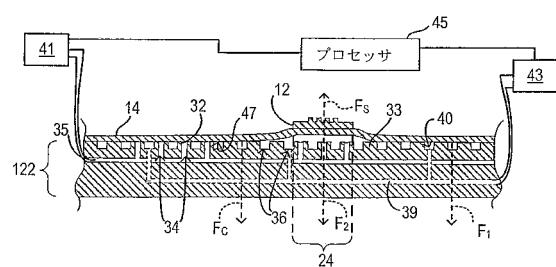
【図 10】

**Fig. 10**

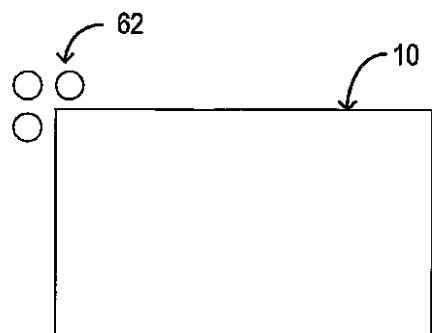
【図 13】

**Fig. 13**

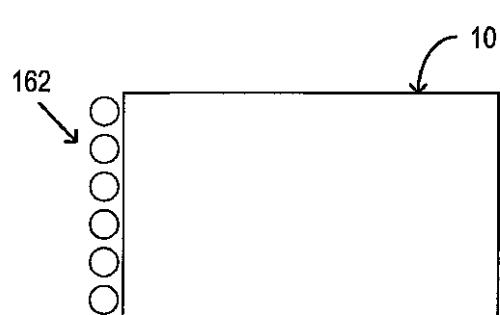
【図 11】



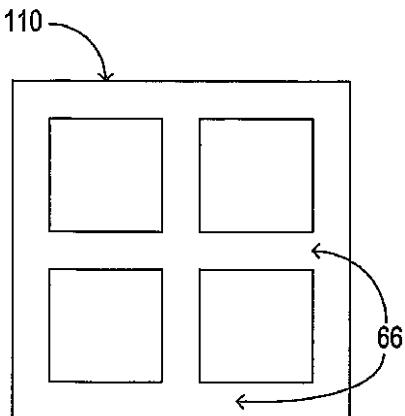
【図14】

***Fig. 14***

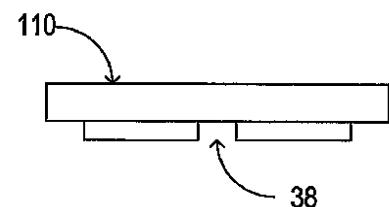
【図15】

***Fig. 15***

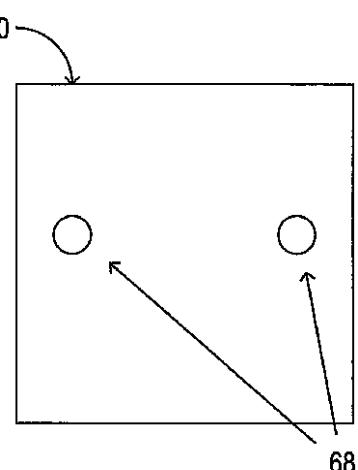
【図16】

***Fig. 16***

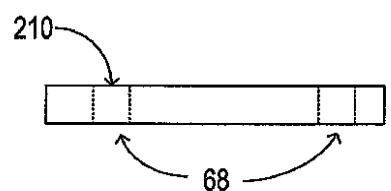
【図17】

***Fig. 17***

【図18】

***Fig. 18***

【図19】

*Fig. 19*

---

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 11/108,208

(32)優先日 平成17年4月18日(2005.4.18)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 チェララ , アンシュマン

アメリカ合衆国・78731・テキサス州・オースティン・グレイストン ドライブ・3543・  
アパートメント 2114

(72)発明者 チョイ , ヨン - ジュン

アメリカ合衆国・78613・テキサス州・セダー パーク・クームス プレイス・709

(72)発明者 メイッスル , マリオ・ジェイ

アメリカ合衆国・78752・テキサス州・オースティン・ノース ラマー ブーレバード・74  
01・ナンバー 201

(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 シューメーカー , ノーマン・イー

アメリカ合衆国・78735・テキサス州・オースティン・サンディア ループ・7600

(72)発明者 ル , シャオミン

アメリカ合衆国・78750・テキサス州・オースティン・メロー ミドー・10616・アパー  
トメント 11 - ディ

(72)発明者 マックマッキン , イアン・エム

アメリカ合衆国・78731・テキサス州・オースティン・ノース キャピタル オブ テキサス  
ハイウェイ・7700・ナンバー 817

(72)発明者 バブス , ダニエル・エイ

アメリカ合衆国・78746・テキサス州・オースティン・ミスティウッド ドライブ・2008

審査官 鏡 宣宏

(56)参考文献 国際公開第2003/099463(WO , A2 )

特開平2 - 166645 (JP , A )

特開昭63 - 131352 (JP , A )

特開昭58 - 122828 (JP , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B29C 59/00 - 59/18

B29C 33/00 - 33/76

G03F 7/20

H01L 21/027