

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6559130号
(P6559130)

(45) 発行日 令和1年8月14日(2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日(2019.7.26)

| | | | | | |
|-------------------------|---------|-------|---------|--|--|
| (51) Int. Cl. | F I | | | | |
| HO 1 L 21/027 (2006.01) | HO 1 L | 21/30 | 5 O 2 D | | |
| B 8 1 C 1/00 (2006.01) | B 8 1 C | 1/00 | | | |
| B 2 9 C 59/02 (2006.01) | B 2 9 C | 59/02 | Z | | |
| GO 2 B 3/00 (2006.01) | GO 2 B | 3/00 | Z | | |

請求項の数 5 (全 16 頁)

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-534902 (P2016-534902) | (73) 特許権者 | 508333169 |
| (86) (22) 出願日 | 平成26年10月22日 (2014.10.22) | | エーファウ・グループ・エー・タルナー・ |
| (65) 公表番号 | 特表2017-500738 (P2017-500738A) | | ゲーエムベーハー |
| (43) 公表日 | 平成29年1月5日 (2017.1.5) | | オーストリア・4782・ザンクト・フロ |
| (86) 国際出願番号 | PCT/EP2014/072638 | | ーリアン・アム・イン・デーイー・エリヒ |
| (87) 国際公開番号 | W02015/078637 | | ・タルナー・シュトラーセ・1 |
| (87) 国際公開日 | 平成27年6月4日 (2015.6.4) | (74) 代理人 | 100114890 |
| 審査請求日 | 平成29年10月12日 (2017.10.12) | | 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ |
| (31) 優先権主張番号 | 102013113241.3 | | ンハルト |
| (32) 優先日 | 平成25年11月29日 (2013.11.29) | (74) 代理人 | 100116403 |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | ドイツ (DE) | | 弁理士 前川 純一 |
| | | (74) 代理人 | 100135633 |
| | | | 弁理士 二宮 浩康 |
| | | (74) 代理人 | 100162880 |
| | | | 弁理士 上島 類 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造体を型押しする方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの型押し構造体(2)を有する型押しスタンプ(1)によって、支持基板(3)上に少なくとも1つのマイクロ構造体またはナノ構造体を有する複数の個別レンズ(9)を型押しする方法であって、

前記型押しスタンプ(1)と前記支持基板(3)との間に、調量装置(4)を配置するステップと、

前記型押しスタンプ(1)の前記型押し構造体(2)を、前記調量装置(4)に対して重力方向(G)の向きで配向するステップと、

前記調量装置(4)を用いて、前記型押し構造体(2)内に、前記重力方向(G)に対して平行かつ逆向きに型押し用ペースト(6)を調量するステップと、

前記型押し用ペースト(6)を少なくとも部分的に硬化して当該型押し用ペースト(6)を型押しするステップと、を有する方法において、

重力により、凸の型押し用ペースト表面(60)を前記支持基板(3)の方向に形成し、

前記支持基板(3)の方向に前記型押しスタンプ(1)を接近させることにより、前記凸の型押し用ペースト表面(60)によって、前記支持基板(3)との、前記型押し用ペースト(6)の点接触接続が行われ、

前記支持基板(3)の方向に前記型押しスタンプ(1)をさらに接近させることにより、前記支持基板(3)との、前記型押し用ペースト表面(60)の接触接続面が連続して

10

20

拡大する、

ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記型押し用ペースト(6)を、型押しの前に部分的に硬化し、引き続いて完全に硬化する、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記調量装置(4)を用い、前記型押し構造体(2)の対称軸(S)からずらして、前記型押し構造体(2)の縁部において、前記型押し用ペースト(6)を当該型押し構造体(2)内に入れる、

請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記型押し用ペースト(6)を前記型押し構造体(2)の後面(1r)から硬化させる、

請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記調量装置(4)はノズル(5)を有することができる、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 に記載した方法および請求項 5 に記載した装置に関する。

【0002】

マイクロメートル領域および/またはナノメートル領域における構造体の作製は、ますますインプリントリソグラフィを用いて行われるようになってきている。このインプリントリソグラフィは近年、フォトリソグラフィに対してつねに優位を示し続けることができた。インプリントリソグラフィの利点は特に、フォトリソグラフィを用いてまったくできないかまたは極めて多くのコストをかけてしかできないような、ナノメートル領域の構造体を作製できることにある。今日では、1つの量産工程において複数の基板の表面に高い正確さおよび精度でナノメートル領域および/またはマイクロメートル領域のパターンを作製することが可能である。インプリントリソグラフィのさまざまな利点は特にナノメートル領域における構造体の作製にあるが、インプリント技術には、レンズ型押し技術をはじめとするマイクロメートル領域の極めて広い適用分野も存在する。

【0003】

このレンズ型押し技術は、いわゆるモノリシックレンズウェハを作製するための型押し技術に使用することができる。この作製プロセスは、モノリシックレンズモールドイング(英語ではmonolithic lens molding略してMLM)と称される。この技術を用いれば、同じ1つの基板の一部として複数のレンズが作製される。これらのレンズは、1つの支持基板または任意の別の第2の基板への接続を作製可能であるが、互いにわかれてはおらず、したがって必ずしも1つの支持基板に割り当てられてもいない。

【0004】

別の型押し技術においてレンズは同時に型押しされるが、型押し用ペーストを介して互いに接続されていない。高速かつ効率的な後続処理のため、この型押しは多くの場合に1つの支持基板上で行われる。この支持基板上では、型押し用ペーストの滴が、ほとんどの場合、固定の支持基板に対して相対的に移動する供給システムによって被着される。その後、型押しスタンプと支持基板との間でこれらを接近させる相対運動が行われる。好適には固定の支持基板にスタンプだけを接近させる。個々のレンズはそれぞれ、可能な限りに対称になるようにする。これは特に、型押し用ペーストの滴が型押し構造体の下に正確に位置決めされた場合に保証される。さらにこの型押しプロセス中に保証しなければならないのは、型押しスタンプ(ひいては型押し構造体)が、Z方向に接近中に、型押し用ペー

10

20

30

40

50

スト滴に対してX方向および/またはY方向に移動しないようにすることである。型押し用ペーストの滴は、型押しプロセス中に確かに部分的に側方に押されて成形されることはあるが、一般的にはもはや支持基板におけるその位置を離れることはない。なぜならば、支持基板と型押し用ペーストとの間にある粘着力が大きすぎてこの位置を離れることができないからである。

【0005】

第3の型押し技術では、いわゆるステップ・アンド・リピート式型押しスタンプが使用される。このステップ・アンド・リピート式型押しスタンプは、レンズを型押ししようとしている基板よりも小さい。一般的にはこのステップ・アンド・リピート式型押しスタンプは、ただ1つのレンズ型だけしか有しておらず、これによって型押しステップ当たりにはただ1つのレンズしか型押しできないのである。この型押し技術においても好適には型押し用ペーストの滴は、1つの基板上で分配される。その後、ステップ・アンド・リピート式型押しスタンプは、各滴に個別に移動して型押しを行う。特殊なケースでは型押し用ペーストの全面層を被着することも考えられ、この型押し用ペーストは、その後ステップ・アンド・リピート式型押しスタンプによって構造化される。いくつかのステップ・アンド・リピート式型押しスタンプは、同じまたは異なる形状の複数のレンズ型を有しており、これによってこのステップ・アンド・リピート式型押しスタンプは、上記の全面式のステップ・アンド・リピート式型押しスタンプと、純粋なステップ・アンド・リピート式型押しスタンプとの中間に位置する。これらのステップ・アンド・リピート式型押しスタンプはこれに相応して、型押しステップ当たりにも複数のレンズを同時に型押しすることができる。

10

20

【0006】

したがって型押しされる製品の品質、例えばレンズウェハの品質、または1つの支持基板上の対応する個別レンズの品質は、スタンプと型押し用ペーストとの間の相互作用に極めて大きく依存する。したがって、型押し用ペーストの供給および/または型押しプロセス中に、気泡のような欠陥、面に沿った厚さの相違、厚さの不均一性、移動しないしは非対称の型押し用ペーストなどが発生し得るのである。

【0007】

高粘度の型押し用ペーストにより、確かに多くの場合には、気泡が型押し過程中に形成されるのではなく、例えば供給システムの誤った充填によって気泡が型押し用ペースト中にすでに存在している。それにもかかわらず、このような気泡は時として供給中にも発生することもあり得る。

30

【0008】

面に沿った厚さの相違は多くの場合、既に存在するウェッジエラーによるものであり、型押しスタンプと支持基板との間の正しい位置決めによって十分に回避することができる。

【0009】

場合によって生じる厚さの不均一性は、むしろ化学的な性質のものであり、供給システムが原因になることはあまりない。しかしながら硬化プロセス中に、ポリマの架橋が、異なる箇所において異なる強さで行われて、相応する厚さの不均一性が生じることも極めてよくある。

40

【0010】

非対称の型押し用ペーストは特に、滴の供給時に発生し得る。ここでは型押し用ペーストは、複数の個別の滴で面にわたって分配され、これを成形する型押し構造体に対して完全に対称ではないため、型押し中および/または型押し後に非対称な個別レンズが生じてしまう。

【0011】

今日の型押し技術に伴う最大の問題のうちの1つは特に、不完全な分配ないしは型押し用ペーストによる、型押しスタンプの型押し構造体の充填である。型押しプロセス中、スタンプは、半径方向外側に向かって型押し用ペーストを押す。同時に型押し構造体に型押し

50

し用ペーストが充填される。この過程により、型押し用ペーストと、型押しスタンプの型押し構造体の表面との間に周囲の気体が閉じ込められることがある。この周囲の気体は、相応の気泡を形成し、これによってこの材料の均一性を損なってしまう。このことは特に、レンズのような光学製品では致命的な影響を有し得る。このような影響を有するレンズは、特に色収差および球面収差のようなレンズエラーを有することになる。対応する型押しプロセスを真空中で行わせることも考えられる。このためには、対応するチャンバを各型押しプロセスの前に真空化する必要がある。型押しに成功した後、このチャンバは再度換気される。このようなプロセスは、相応に時間がかかり、したがってコストが極めて高くなる。

【0012】

10

特に1つの支持基板上に分散される複数の個別レンズを作製するために、型押し用ペースト滴を供給する際に生じる別の問題は、これらの個別のレンズの対称性である。支持基板上で型押し用ペースト滴を誤って位置決めすること、および/または、型押し用ペースト滴に対して型押しスタンプ、したがって型押し構造体を誤って接近させることは、非対称なレンズ形状に結び付く。

【0013】

別の問題は、型押し用ペーストの流れ出しであり、これは特に、型押し用ペーストと、対応する表面との間の付着特性が原因である。

【0014】

したがって本発明の課題は、以下の説明に記載する方法および/または装置により、上で挙げた1つまたは複数の技術的な問題を解決することである。

20

【0015】

この課題は、請求項1および5の特徴的構成によって解決される。本発明の好適な発展形態は、従属請求項に記載されている。本発明には、明細書、特許請求の範囲および/または図面に示した複数の特徴的構成のうち少なくとも2つからなるすべての組み合わせも含まれる。ここで示した値の範囲には、挙げられた境界内にある値も、境界値として開示されているとみなすものとし、かつ、任意の組み合わせで請求可能なものとする。

【0016】

本発明の基礎にある着想は、重力に抗して型押し構造体内に型押し用ペーストを供給することによって上記の技術的な問題を解決することであり、ここではこれは、特に重力に抗して、すなわち重力方向Gとは逆に調量装置の供給装置を配向することにより、および/または、型押し構造体を、特に各型押し構造体の対称軸を、重力に対して平行に、および/または、重力方向Gを向くように配向することによって行われる。

30

【0017】

したがって本発明が取り扱っているのは特に、型押しスタンプの型押し構造体の表面と、型押し用ペーストとの間の気体の閉じ込めを回避する方法および装置、および、型押し用ペーストを連続的および/または制御的に硬化する方法である。

【0018】

さらに本発明は、型押し用ペーストが、あらかじめ設定した形状に自己組織化されるようにする方法および装置を取り扱っている。この自己組織化は、複数の物理的な作用の直接的な結果によるものである。

40

【0019】

本発明の別の様相は、型押し用ペーストの横方向の流れ出しを阻止または少なくとも抑止することに関する。

【0020】

本発明の利点は、対応する型押し構造体において型押し用ペーストが自己組織化されることと、所期のようにかつ正確に計算された供給/調量によって材料が節約されることと、複数の型押し構造体において型押し用ペーストが対称化および均一に分配されることと、型押し用ペーストが位置限定的に硬化された縁部層が生じ、この位置限定的に硬化された縁部層によって反対側の型押し用ペーストの縁部層の成形が妨害または阻止されないよ

50

うになることである。

【0021】

さらに本発明による供給法によれば、型押し用ペーストの横方向への流れ出しが重力によって阻止される。本発明では重力により、支持基板の方向に凸の型押し用ペースト表面が形成されるようにし、この表面が、型押し用ペーストの横方向の流れ出しを阻止するのである。さらにこの凸の型押し用ペースト表面により、型押し用ペーストと、基板表面との点接触接続が可能になる。型押しスタンプを支持基板の方向にさらに接近させることにより、型押し用ペースト表面と、支持基板との接触接続面が、接触接続点から出発して連続的に大きくなるため、最も簡単な仕方で気体の望ましくない閉じ込めが阻止される。

【0022】

本発明には特に、マイクロメートルサイズおよび/またはナノメートルサイズの構造体を型押しする方法および装置が記載されている。本発明の着想の実質は、型押し用ペーストを位置を限定しかつ欠陥なしに分配する効率的、容易かつ安価な方法にある。本発明では型押しスタンプの型押し構造体への型押し用ペーストの供給は、重力に抗して行われる。型押しスタンプの型押し構造体の充填は、型押し構造体の表面と、型押し用ペーストとの間の付着力によって可能になるだけでなく、またこれによって促進される。この付着力、型押し構造体の湾曲、およびノズルによって形成される圧力により、型押し用ペーストにおける接線力が発生し、この接線力が型押し構造体表面の濡れに結び付くのである。この濡れのプロセス中、場合によって周囲に存在する気体が、型押し用ペーストの波の前から押しのけられる。したがって不所望の気体の閉じ込めが形成され得ることがない。さらに本発明による実施形態および手法により、横方向の、すなわち型押し構造体表面に沿った型押し用ペーストの流れ出しが、重力によって阻止される。

【0023】

本発明による別の一様相によれば、本発明には特に、型押しスタンプの型押し構造体内に型押し用ペーストを供給する装置が記載されている。型押しスタンプの複数の型押し構造体は、充填中、型押しプロセスを実行しようとしている基板の上にある。したがって本発明の装置は少なくとも、1つの試料ホルダと、1つの型押しスタンプと、重力に抗して型押し用ペーストを供給/調量することが可能な1つの供給装置とから構成される。

【0024】

以下の段落では、型押しリソグラフィ用のスタンプの基本的な2つのタイプを示す。

【0025】

インプリント技術では、2つのタイプの型押しスタンプ、すなわち硬質スタンプと軟質スタンプとが区別される。各スタンププロセスは理論的には硬質スタンプまたは軟質スタンプのいずれによっても行うことができる。しかしながら、この硬質スタンプがいわゆるマスタスタンプとしてだけしか使用されない技術的および経済的な複数の理由があり、必要時にはいつでもこのマスタスタンプから軟質スタンプが注型されて、この軟質スタンプが実際の構造体スタンプとして使用される。したがって硬質スタンプは軟質スタンプのネガなのである。硬質スタンプは、複数の軟質スタンプを作製するためだけに必要である。複数の軟質スタンプは、硬質スタンプのさまざまな化学的、物理的および技術的なパラメタによって異なり得る。考えられ得るのは弾性特性による区別である。軟質スタンプは、主にエントロピ弾性に起因する変形特性を、硬質スタンプは、主にエネルギー弾性に起因する変形特性を有する。さらに2つのタイプのスタンプは、例えば硬さで区別することができる。この硬さは、押し込まれる物体に材料が抗する抵抗である。硬質スタンプは主に金属またはセラミックからなるため、相応に高い硬さ値を有する。固体の硬さを示すためにはさまざまな選択肢がある。極めて一般的に使用されている手法は、ピッカース硬さによって示すことである。本発明の硬質スタンプは好適には、500HVよりも大きなピッカース硬さを有する。

【0026】

硬質スタンプは確かに、電子ビームリソグラフィまたはレーザービームリソグラフィのような適切なプロセスにより、高い強度および高い剛性を有する材料の構成部材から直接作

10

20

30

40

50

製できるという利点を有する。このような硬質スタンプは、極めて高い硬度を有し、ひいては相応の耐摩耗性を有する。しかしながらこの高い硬度および耐摩耗性が直面するのは特に、硬質スタンプを形成するのに必要な高いコストである。硬質スタンプが数百の型押しステップに利用できるとしても、この硬質スタンプも時間の経過と共にはや無視できない摩耗を有することにもなる。さらに型押し用ペーストからの硬質スタンプの取り出しは技術的に困難である。硬質スタンプは、比較的高い曲げ剛さを有する。硬質スタンプは、特に容易に変形可能ではないため、理想的なケースでは通常方向に外されるはずである。型押しプロセス後に硬質スタンプを取り出す際には一般的に、型押ししたナノ構造体および/またはマイクロ構造体が破壊されることがある。なぜならば硬質スタンプは、極めて高い剛性を有しており、したがっていままさに注型した型押し用ペーストのマイクロ構造体および/またはナノ構造体を破壊し得るためである。さらに基板は、結果的に硬質スタンプの損傷ないしは破壊に結び付き得る複数の欠陥を有することがある。しかしながら硬質スタンプがマスタスタンプとしてだけ使用される場合には、このマスタスタンプからの軟質スタンプの取り出しプロセスは、極めて良好に制御可能であり、かつ、マスタスタンプの摩耗に極めて結び付きにくい。

【0027】

軟質スタンプは、複製プロセスにより、マスタスタンプ(硬質スタンプ)から極めて容易に作製することができる。ここでこのマスタスタンプは、軟質スタンプに対する、対応するネガである。すなわち軟質スタンプは、マスタスタンプに型押しされ、その後取り外され、つぎに基板上にスタンプ構造体を型押しする構造体スタンプとして使用される。軟質スタンプは、硬質スタンプよりもはるかに簡単に、より損傷を生じないように取り扱うことができ、かつ、より問題を引き起こすことなしに型押し用ペーストから取り外すことができる。さらに1つのマスタスタンプから任意に多くの軟質スタンプを注型することができる。軟質スタンプが所定の摩耗を有ようになった後、この軟質スタンプは廃棄されて、マスタスタンプから新たな軟質スタンプが成形される。

【0028】

本発明による複数の実施形態に対して好適には、硬質スタンプが使用される。

【0029】

上記の試料ホルダは好適には真空式試料ホルダである。静電式試料ホルダ、磁気式もしくは電気式の固定部を備えた試料ホルダ、または、変更可能な付着特性を有するもしくは対応する機械式のクランプを備えた試料ホルダを使用することも考えられる。

【0030】

型押しスタンプは、その型押し側に特に複数の型押し構造体を有し、特に、好適には型押し側の型押し面全体にわたって分散された、特に規則的に配置された複数の型押し構造体を有する。この型押し構造体は、例えば、相応に型押しすべき凸のレンズに対するネガとして使用される、凹のレンズ型とすることが可能である。このレンズの直径は、特に好適にはレンズの厚さに比べて大きい。このレンズ型の厚さに対する直径の比は、特に1よりも大きく、好適には10よりも大きく、さらに好適には20よりも大きく、極めて好適には50よりも大きく、最も好適には100よりも大きい。相応の大きな比によって保証されるのは、本発明にしたがい、型押し用ペーストが妨げられることなく、連続して、横方向に流れ込み、かつ、気泡が生じないことである。択一的に考えられるのは、直径が厚さよりも小さい構造体、特にレンズ型である。ここでこのレンズ型の直径に対する厚さの比は、特に1よりも大きく、好適には10よりも大きく、さらに好適には20よりも大きく、極めて好適には50よりも大きく、最も好適には100よりも大きい。

【0031】

上記の型押し用ペーストは、本発明において特に化学的および/または物理的なプロセスによって硬化される。特に型押し用ペーストは、電磁ビームにより、および/または、温度によって硬化される。

【0032】

この硬化は好適には電磁ビームにより、特に好適にはUVビームによって行われる。こ

10

20

30

40

50

のようなケースにおいて、型押し用ペーストを型押しスタンプ側から硬化しようとする場合、型押しスタンプは好適には、必要な電磁ビームに対して透過性を有する。これは、本発明において特に型押し用ペーストを徐々に硬化させる場合である。

【0033】

型押しスタンプの後には（すなわち型押し構造体とは反対側には）好適には、対応するビームが配置される。したがってこの型押しスタンプは特に、5000nmと10nmとの間の、好適には1000nmと100nmとの間の、さらに好適には700nmと200nmとの間の、極めて好適には500nmと300nmとの間の波長領域において透過性を有する。ここで型押しスタンプの光透過度は、0%よりも大きく、好適には20%よりも大きく、さらに好適には50%よりも大きく、極めて好適には80%よりも大きく、最も好適には95%よりも大きい。

10

【0034】

型押し用ペーストが、型押しスタンプを介して熱硬化される場合、この型押しスタンプは特に、スタンプの後面の熱を可能な限りに迅速に型押し用ペーストに伝達するため、極めて高い熱伝導率を有する。この型押しスタンプの熱伝導率は、特に0.1W/(m・K)よりも大きく、好適には1W/(m・K)よりも大きく、さらに好適には10W/(m・K)よりも大きく、極めて好適には100W/(m・K)よりも大きく、最も好適には1000W/(m・K)よりも大きい。

【0035】

さらに可能な限りに小さい熱慣性のため、型押しスタンプが、対応する小さい熱容量を有するようにする。比熱容量は、10kJ/(kg・K)よりも小、好適には1kJ/(kg・K)よりも小、さらに好適には0.1kJ/(kg・K)よりも小、極めて好適には0.01kJ/(kg・K)よりも小、最も好適には0.001kJ/(kg・K)よりも小にする。これにより、熱源の温度変化を可能な限りに迅速に型押し用ペーストに伝えることができる。

20

【0036】

型押し用ペーストの硬化温度は特に、25よりも高く、好適には100よりも高く、極めて好適には250よりも高く、最も好適には500よりも高い。本発明は、特別な応用に対し、特に焼成プロセスが実行される型押し材料と共に使用する際には、700よりも高い、好適には800よりも高い、極めて好適には900よりも高い、最も好適には約1000の硬化温度を実現することができる。

30

【0037】

本発明では、試料ホルダ内または試料ホルダにおいて、ビーム源を介して型押し用ペーストを硬化させることも考えられる。型押しスタンプについて述べたすべての特徴的構成は、試料ホルダについても、特に択一的または付加的なビーム源としての試料ホルダについても相応に同様に当てはまる。試料ホルダ内の付加的な光源は特に、本発明による各プロセスの終了時の型押し用ペーストの完全な硬化を加速して促進することができる。特に同時に2つの面から硬化することにより、格段の効率および均一性が得られるが、その上に特に硬化プロセスを制御する際の柔軟性も得られる。

40

【0038】

重力（調量/供給時に型押し用ペーストに作用する重力）に抗して型押し用ペーストを供給/調量する本発明の別の利点は、上で述べた本発明による2つの手法のそれぞれにおいて、この重力により、型押し用ペーストが横方向に移動しないことである。重力に抗して型押し用ペーストを供給する本発明の別の様相は、型押し用ペーストと、型押し構造体表面との間の付着力であり、この付着力は、特に材料選択および/または表面処理により、型押し用ペーストの重さまたは重量よりも大きく設定される。この重さと付着力との間の比は、1よりも小さく、好適には0.1よりも小さく、より好適には0.01よりも小さく、極めて好適には0.001よりも小さく、最も好適には0.0001よりも小さい。

【0039】

50

この際に特に注意するのは、付着力を可能な限りに小さくして、最後のプロセスステップ、すなわち取り出しステップにおいて、可能な限りに容易に型押しスタンプが取り出せるようにすることである。付着エネルギー面密度、略して付着力は、特に 1 J/m^2 よりも小さく、より好適には 0.1 J/m^2 よりも小さく、さらに好適には 0.01 J/m^2 よりも小さく、極めて好適には 0.001 J/m^2 よりも小さく、最も好適には 0.0001 J/m^2 よりも小さい。

【0040】

型押し用ペーストの粘度は好適には極めて小さくし、これにより、レンズ型内で型押し用ペーストが、相応に簡単かつ迅速に分散できるようにする。この粘度は特に、 $10000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ よりも小さく、好適には $1000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ よりも小さく、極めて好適には $5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ よりも小さく、最も好適には $1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ よりも小さい。

10

【0041】

型押し用ペーストの供給体積は特に、 $0.0001 \mu\text{l}$ よりも大きく、好適には $0.001 \mu\text{l}$ よりも大きく、さらに好適には $0.1 \mu\text{l}$ よりも大きく、極めて好適には $10 \mu\text{l}$ よりも大きく、最も好適には $500 \mu\text{l}$ よりも大きい。

【0042】

本発明において特に考えられるのは、本発明による装置および本発明による方法を、モノリシックレンズウェハを製造するために使用することであり、ここでこれは、十分な型押し用ペーストを被着して、型押しが行われないうちに基板上で個々のレンズ型の複数の型押し用ペーストを互いに横方向に1つにまとめるようにすることによって行われる。特に複数の型押し用ペーストが互いに接触接続しないように、レンズ型毎に型押し用ペーストを供給することにより、1つの基板上で複数の個別レンズを同時に型押しするために、本発明による実施形態を利用することができる。本発明にしたがい、レンズを型押ししようとしている基板よりも小さい型押しスタンプを使用する場合には、基板全体にレンズを設けるため、本発明によるプロセスを相応の回数で繰り返す。これに相応してこの型押し技術は、ステップ・アンド・リピート型押し技術と称される。

20

【0043】

本発明によるこの実施形態は特に、上で述べた型押し技術に適用することができる。

【0044】

本発明による装置は好適には、周囲に対して気密に閉鎖することが可能なプロセスチャンバ内に設置することができる。これにより、このプロセスチャンバを真空化する、および/または任意の気体ないしは混合気体でこのプロセスチャンバを換気することができる。このプロセスチャンバは、 1 bar 未満、好適には 10^{-3} mbar 未満、さらに好適には 10^{-5} mbar 未満、最も好適には 10^{-8} mbar 未満の圧力に減圧することができる。真空を利用することの利点は特に、これによって、望ましくない気体の閉じ込めを完全に抑止するかまたは少なくとも改善できることである。なぜならば、型押し用ペーストを被着する前（好適な実施例）および/または被着中および/または被着した後、すでにあらゆるタイプの気体がこのプロセスチャンバから除去されるからである。

30

【0045】

このプロセスチャンバは本発明によれば特に、あらゆる任意の気体ないしは混合気体によって洗浄することができる。これは特に、型押しを真空下で行いたくない場合に好適である。真空化を行わないと考えられ得る理由は、ただ1つではないが、周囲圧が低い場合に型押し用ペーストが揮発し易くなることである。高い蒸気圧によって特徴付けられる揮発のし易さは、プロセスチャンバの汚染に大きく関与し得る。この場合、使用されるこの気体は、型押し用ペーストとの相互作用が可能な限りに少なくなるようにする。特に好適であるのは、型押し用ペーストと相互作用を及ぼし合わない不活性ガスによる洗浄である。特に考えられるのは、

40

- ・ アルゴン、および/または
- ・ ヘリウム、および/または
- ・ 二酸化炭素、および/または

50

- ・ 一酸化炭素、および/または
- ・ 窒素、および/または
- ・ アンモニア、および/または
- ・ 水素

を使用することである。

【0046】

気体によって変化させたい型押し用ペーストを使用する場合、好適には相応の反応性気体を使用する。極めて特殊な実施形態では、プロセスチャンバに正圧を加えることが考えられる。この際にこのプロセスチャンバにおける圧力は、1 barよりも高く、好適には2 barよりも高く、より好適には5 barよりも高く、極めて好適には10 barよりも高く、最も好適には20 barよりも高い。この正圧は好適には、上で挙げた気体ないしは対応する混合気体によって形成される。しかしながら酸素または混合気体として空気を使用することも考えられる。

10

【0047】

ここまでおよび/または以下の図の説明では、装置の複数の特徴が開示されているが、これらは、方法の特徴としても開示されているとみなすものとする。またこの逆も成り立つ。

【0048】

本発明の別の複数の特徴的構成および実施形態は、特許請求の範囲および以下の図面の説明から得られる。

20

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】支持基板と、型押しスタンプと、重力に抗して供給/調量する供給装置とを備えた本発明による装置の一実施形態の概略断面図である。

【図2a】中央に調量が行われる、本発明による方法の第1実施形態の第1ステップの概略断面図である。

【図2b】本発明による方法の第1実施形態の第2ステップの概略断面図である。

【図2c】本発明による方法の第1実施形態の第3ステップの概略断面図である。

【図2d】本発明による方法の第1実施形態の第4ステップの概略断面図である。

【図2e】本発明による方法の第1実施形態の第5ステップの概略断面図である。

30

【図2f】本発明による方法の第1実施形態の最終製造物の概略断面図である。

【図3a】中央でない箇所に調量が行われる、本発明による方法の第2実施形態の第1ステップの概略断面図である。

【図3b】本発明による方法の第2実施形態の第2ステップの概略断面図である。

【図3c】本発明による方法の第2実施形態の第3ステップの概略断面図である。

【図3d】本発明による方法の第2実施形態の第4ステップの概略断面図である。

【図3e】本発明による方法の第2実施形態の第5ステップの概略断面図である。

【図3f】本発明による方法の第1実施形態の最終製造物の概略断面図である。

【0050】

複数の図において同じまたは同じ作用の部分には、統一された参照符号が付されており、また大きさの比は、わかりやすくするため、縮尺通りになっていない。

40

【0051】

図1には、本発明による装置の一実施形態が略示されており、ケーシングおよびロボットのようなハンドリング装置、または配向のための配向装置、または、本発明にしたがって説明している複数の機能または特徴を制御する制御装置は図示されていない。

【0052】

以下の3つの構成部材は、互いに可動でありかつ配向可能である、すなわち、

- ・ 特に後面1rにビーム源7が取り付けられた、型押し構造体2を有する型押しスタンプ1であって、その型押し構造体2が、重力方向Gを向いて配置されているおよび/または配置可能である、型押しスタンプ1と、

50

- ・ 試料ホルダ 1 1 またはチャックに固定可能な支持基板 3 と、
- ・ 型押しスタンプ 1 と支持基板 3 との間に配置可能なノズル 5 を有する調量装置 4 であって、重力方向 G に抗した、型押し用ペースト 6 の調量を行うことが可能な調量装置 4 とが、互いに可動でありかつ配向可能である。

【 0 0 5 3 】

図 2 a ~ 図 2 f には、型押し用ペースト 6 を中央に供給 / 調量する第 1 供給法が、型押しスタンプ 1 の複数の型押し構造体 2 のうちの 1 つの例で示されており、また調量された型押し用ペースト 6 を型押しして、特に硬化されたレンズ 9 にする様子が示されている。中央とは、各型押し構造体 6 の対称軸に沿って調量が行われることを意味する。

【 0 0 5 4 】

支持基板 3 に型押し用ペースト滴を供給する代わりに型押し構造体 2 内に型押し用ペースト 6 を直接供給しないことは調量することの重要な利点は、型押し構造体 2 内で型押し用ペースト 6 が自己組織化されることにある。これにより、この型押し構造体 2 については、重力による型押し用ペースト 6 の対称な分配が行われる。これによって保証されるのは、型押し用ペースト 6 が支持基板 3 に接触接続する前に (すなわち型押しの前に)、型押し用ペースト 6 が対称に分配されることである。

【 0 0 5 5 】

この自己組織化は、相境界面間に存在する表面力間の力の平衡状態を形成しようとする働きの 1 つの結果である。

【 0 0 5 6 】

図 2 a に示した第 1 プロセスステップにおいてノズル 5 は、型押し構造体 2 の中央にかつ重力方向 G に抗して配向されて位置決めされている。これにより、型押し用ペースト 6 の供給も各型押し構造体 2 の中央に行われる。この中央の供給により、凹形の型押し構造体 2 の、対称な、特に半径方向に対称な充填も行われる。この際に注意すべきであるのは、この供給方法により、気泡 10 が閉じ込められる可能性があることである。支持基板 3 上の複数のレンズ 9 内にあるすべての気泡 10 の量は極めて少ないこともある。これらの気泡 10 はまた、型押し用ペースト 6 が完全に硬化するまで移動し得る。気泡 10 は型押し用ペースト 6 よりも密度が低いという事実に起因して、気泡 10 の移動は重力に抗して、すなわち型押し構造体 2 の型押し構造体表面 2 o に向かって、すなわちレンズ 9 の表面 9 o に向かって行われる。

【 0 0 5 7 】

重力方向 G に抗した、型押し用ペースト 6 における気泡 10 の拡散速度は、複数の流動学的な条件に依存する。したがって型押し用ペースト 6 における気泡 10 の移動は、型押し用ペースト 10 の粘度に大きく依存する。したがって、型押し用ペースト 6 の完全な硬化が行われる前に、気泡 10 が型押し構造体表面 2 o に到達しないことが十分に起こり得る。

【 0 0 5 8 】

各型押し構造体 2 内に型押し用ペースト 6 を調量した後、型押し用ペースト 6 に作用する重力により、図 2 b に示した第 2 プロセスステップにおいて、凸の型押し用ペースト表面 6 o が生じる。複数の型押し構造体 2 は、すべての型押し構造体 2 に所定量の型押し用ペースト 6 が充填されるまで順次に充填される。

【 0 0 5 9 】

図 2 c に示した第 3 プロセスステップでは、本発明による別の一様相、特に独立した別の一様相にしたがい、型押しスタンプ 1 の後面 1 r からの、特に型押し用ペースト 6 の緩やかな硬化が行われる。このために型押しスタンプ 1 は、ビーム源 7 の電磁ビーム 8 に対して透過である。特に好適な一実施形態では、型押し用ペースト 6 が少なくとも型押し構造体表面 2 o に沿って硬化した後、上記の緩やかな硬化が停止される。この緩やかな硬化により、各レンズ 9 のレンズ表面 9 o が硬化されるのに対し、ビーム源 7 から遠い側のレンズ底部 9 b はまだ粘性がありかつ成形可能であり、すなわち支持基板 3 によって成形して型押し可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

図 2 d に示した本発明の第 4 プロセスステップでは、型押しスタンプ 1 と支持基板 3 との間の相対的な接近によって型押しが行われる。この際には、支持基板表面 3 o を向いておりかつ依然として粘性のある、各レンズ 9 の型押し用ペースト 6 が同時に成形される。

【 0 0 6 1 】

図 2 e に示した第 5 プロセスステップでは、型押し用ペースト 6 の完全な硬化が行われ、これによってレンズ 9 が完成される。

【 0 0 6 2 】

最後のプロセスステップでは最終的に、硬化した型押し用ペースト 6、すなわちレンズ 9 からの型押しスタンプ 1 の同時の取り出しが行われる。

【 0 0 6 3 】

上記の供給法の特別な、特に独立した本発明の一実施形態によれば、型押し用ペースト 6 の供給は、図 3 a ~ 3 b にしたがって、型押し構造体 2 に対して非対称に行われる。本発明のこの実施形態により、気泡の閉じ込めが低減されるかあるいは阻止される。型押し用ペースト 6 は、特に重力方向 G に対して平行かつ逆向きに配向されかつ対称軸 S に対して距離 d_x だけずらされた供給方向 D に供給される。距離 d_x と、レンズ直径の半分、すなわちレンズ半径との間の比は、0 以上、好適には 0.1 よりも大きく、0.4 よりも大きく、さらに好適には 0.6 よりも大きく、最も好適には 0.8 と 1.0 との間である。距離 d_x に頻繁に使用されるいくつかの絶対値も同様に開示される。距離 d_x は、0 よりも大きく、好適には $10 \mu\text{m}$ よりも大きく、より好適には $100 \mu\text{m}$ よりも大きく、極めて好適には $1000 \mu\text{m}$ よりも大きく、最も好適には 5mm よりも大きい。この実施形態は特に、重力方向 G には依存しない。

【 0 0 6 4 】

型押し構造体表面 2 o の曲率半径 R により、接線力 F_t が発生し、この接線力は、型押し用ペースト 6 を型押し構造体 2 内に引き込み、これによってこの接線力は、型押し構造体 2 を対称に充填する。接線力 F_t は好適には、型押し用ペースト 6 をノズル 5 から出す押圧力、および/または、型押し構造体 2 の曲率 R によって発生する毛管力によるものである。毛管力は特に、型押し構造体 2 内および型押し構造体 2 外の気体の圧力差の結果である。この圧力差は特に、曲率半径 R を有する型押し構造体表面 2 o の湾曲した部分における型押し用ペースト 6 の蒸気圧と、型押しスタンプ 1 の平坦部分 2 e における型押し用ペースト 6 の蒸気圧との異なる蒸気圧によって発生する。ケルビンの式によれば、凹に湾曲した部分における飽和蒸気圧は、平坦部分における飽和蒸気圧よりも小さい。これによれば、型押し構造体 2 の内側では、平らな外側よりもわずかに蒸気圧が小さくなる。

【 0 0 6 5 】

図 3 b ~ 3 f に示した別のプロセスステップは、図 2 b ~ 2 f のプロセスステップに類似して行われるが、気泡 10 は発生しない。気泡 10 の形成が阻止されるのは特に、図 3 a のように中央ではない箇所に供給が行われる結果である。これにより、型押し用ペーストフロント 6 f は、型押し構造体 2 の一方の側から、型押し構造体表面 2 o の湾曲した部分に沿って、対応する反対側に向かって連続して進む。型押し用ペースト 6 のこの供給法により、供給軸 D の周りの極めて小さな領域 d_D だけが、型押し用ペースト 6 によって濡らされ、型押し用ペーストフロント 6 f は連続して、自己組織化によって正しい位置を取ることができる。この小さな領域 d_D は、図面において面部分領域の特徴的な長さとして示されている。円形面では d_D は直径を表し、四角形の面では辺を表し、矩形の面では互いに垂直な 2 つの辺の平均値を表す。この特徴的な長さは、 $0 \mu\text{m}$ よりも大きく、より好適には $10 \mu\text{m}$ よりも大きく、さらに好適には $100 \mu\text{m}$ よりも大きく、極めて好適には $1000 \mu\text{m}$ よりも大きく、最も好適には 5mm よりも大きい。

【 0 0 6 6 】

型押し構造体 6 の 1 つの辺における、すなわち型押し構造体 6 の湾曲した部分と、型押しスタンプ 1 の平坦部分 2 e との間の移行部における、調量装置 4 の正確な配向は、上記の中央の配向よりも格段に容易かつ正確である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

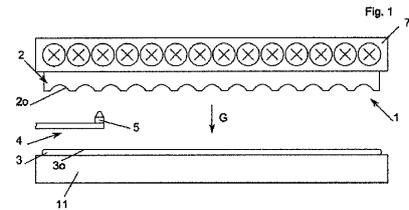
重力方向 G に抗して行われる調量によって引き起こされる対称化に関する、本発明による自己組織化プロセスは、本発明による方法の上記の 2 つの実施形態において機能する。

【 符号の説明 】

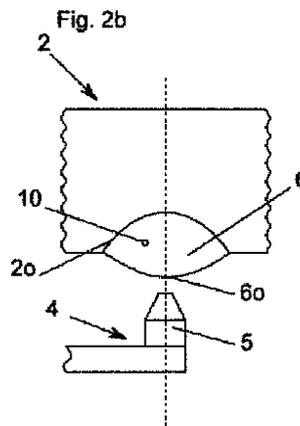
【 0 0 6 8 】

1 型押しスタンプ、 1 r 後面、 2 型押し構造体、 2 o 型押し構造体表面、
 2 e 平坦部分、 3 支持基板、 3 o 支持基板表面、 4 調量装置、 5
 ノズル、 6 型押し用ペースト、 6 f 型押し用ペーストフロント、 7 ビーム源、
 8 電磁ビーム、
 9 レンズ、 9 o レンズ表面、 9 b レンズ底面、 10 気泡、 11 試料
 ホルダ、 D 供給方向、 d x 距離、 S 対称軸、 R 曲率半径、
 F t 接線力、 G 重力方向

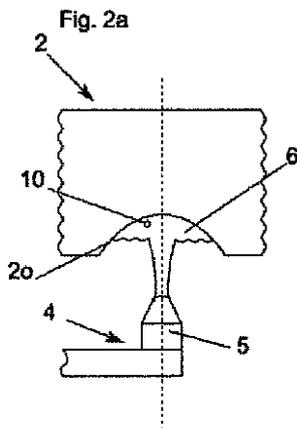
【 図 1 】



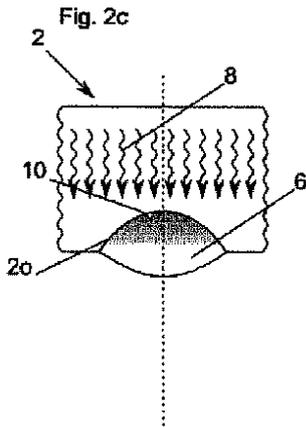
【 図 2 b 】



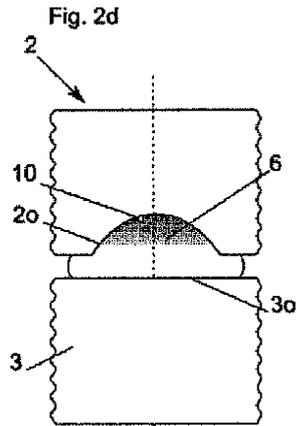
【 図 2 a 】



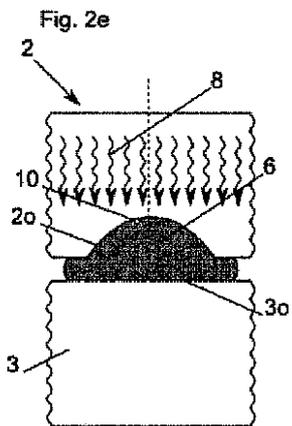
【 図 2 c 】



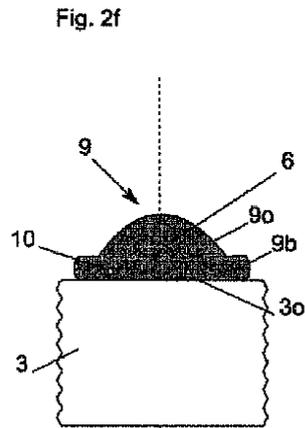
【 図 2 d 】



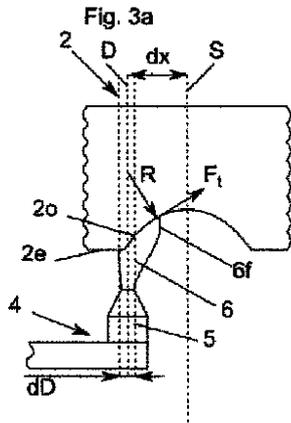
【 図 2 e 】



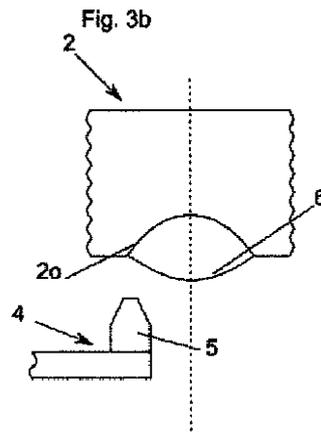
【 図 2 f 】



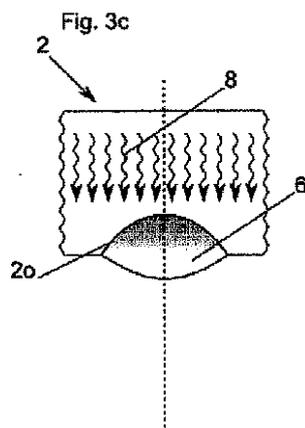
【 図 3 a 】



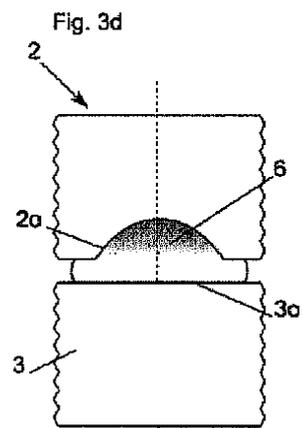
【 図 3 b 】



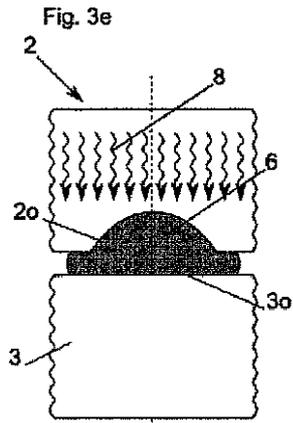
【 図 3 c 】



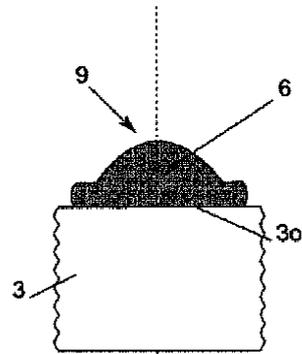
【 図 3 d 】



【 図 3 e 】



【 図 3 f 】



フロントページの続き

(72)発明者 ドミニク トライブルマイア
オーストリア国 キルヒドルフ・アム・イン ピラート 22

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 国際公開第2012/160769(WO, A1)
米国特許出願公開第2007/0228608(US, A1)
国際公開第2012/169120(WO, A1)
特開2011-061001(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20
B29C 59/02