

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7361538号
(P7361538)

(45)発行日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(24)登録日 令和5年10月5日(2023.10.5)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

H 0 1 L 21/30 5 0 2 D

B 2 9 C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 13 (全22頁)

(21)出願番号	特願2019-156738(P2019-156738)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和1年8月29日(2019.8.29)		キャノン株式会社
(65)公開番号	特開2020-43338(P2020-43338A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和2年3月19日(2020.3.19)	(74)代理人	110003281
審査請求日	令和4年8月9日(2022.8.9)		弁理士法人大塚国際特許事務所
(31)優先権主張番号	特願2018-169118(P2018-169118)	(72)発明者	塩出 吉宏
(32)優先日	平成30年9月10日(2018.9.10)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		キャノン株式会社内
		審査官	植木 隆和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インプリント方法および物品製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板のショット領域の上にインプリント材を液滴状態で配置する配置工程と、前記ショット領域の中央部の上の前記インプリント材とモールドのパターン領域とを接触させた後に前記インプリント材と前記パターン領域との接触領域を前記ショット領域の全域まで拡大させる接触工程と、前記接触工程の後に前記インプリント材を硬化させる硬化工程と、を含むインプリント方法であって、

前記配置工程では、前記ショット領域の前記中央部からの放射方向に位置する複数の局所領域の各々において、前記放射方向に直交する方向に平行で前記インプリント材の複数の液滴が存在する線上における前記インプリント材の線密度が、前記放射方向に平行で前記インプリント材の複数の液滴が存在する線上における前記インプリント材の線密度より小さいように、前記インプリント材が配置される、

ことを特徴とするインプリント方法。

【請求項2】

前記複数の局所領域は、前記ショット領域の辺の中央部に接する局所領域を含む、ことを特徴とする請求項1に記載のインプリント方法。

【請求項3】

前記複数の局所領域は、前記モールドを用いて互いに同一のパターンが転写される少なくとも2つの局所領域を含み、

前記配置工程では、前記少なくとも2つの局所領域に対して、互いに異なる配列パター

ンに従って前記インプリント材の液滴が配置される、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のインプリント方法。

【請求項 4】

前記配置工程では、前記少なくとも 2 つの局所領域に対して、互いに等しい体積の前記インプリント材が配置される、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のインプリント方法。

【請求項 5】

基板のショット領域の上にインプリント材を液滴状態で配置する配置工程と、前記ショット領域の中央部の上の前記インプリント材とモールドのパターン領域とを接触させた後に前記インプリント材と前記パターン領域との接触領域を前記ショット領域の全域まで拡大させる接触工程と、前記接触工程の後に前記インプリント材を硬化させる硬化工程と、を含むインプリント方法であって、

前記配置工程では、前記ショット領域の辺の中央部に接する局所領域において、前記辺に平行で前記インプリント材の複数の液滴が存在する線上における前記インプリント材の線密度が、前記辺に直交する方向に平行で前記インプリント材の複数の液滴が存在する線上における前記インプリント材の線密度より小さいように、前記インプリント材が配置される、

ことを特徴とするインプリント方法。

【請求項 6】

前記局所領域の面積は、前記ショット領域の面積の $1/4$ 以下である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法。

【請求項 7】

前記局所領域の面積は、前記ショット領域の面積の $1/100$ 以下である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法。

【請求項 8】

前記ショット領域は、複数のチップ領域を有し、前記パターン領域は、前記複数のチップ領域にそれぞれ対応する複数のチップパターン領域を有し、前記複数のチップパターン領域は、互いに同じパターンを有し、

前記配置工程では、前記複数のチップ領域のうちの少なくとも 2 つのチップ領域に対して、互いに異なる配列パターンに従って前記インプリント材の液滴が配置される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法。

【請求項 9】

前記少なくとも 2 つのチップ領域は、前記ショット領域の第 1 辺の中央部に接するチップ領域と、前記第 1 辺と隣り合う第 2 辺の中央部に接するチップ領域とを含む、

ことを特徴とする請求項 8 に記載のインプリント方法。

【請求項 10】

前記配置工程では、前記インプリント材の複数の液滴が矩形格子状に配置される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法。

【請求項 11】

前記配置工程では、前記インプリント材の複数の液滴が千鳥格子状に配置される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法。

【請求項 12】

前記接触工程では、前記モールドが前記基板に向かって凸形状に変形した状態で前記インプリント材と前記パターン領域との接触が開始される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法に従って基板の上にパターンを形成する工程と、

前記パターンが形成された前記基板を処理して物品を得る工程と、

を含む物品製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インプリント方法および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インプリント技術は、基板の上のインプリント材とモールドとを接触させ、モールドのパターンを構成する凹部にインプリント材を充填させ、その後にインプリント材を硬化させることによってモールドのパターンを基板に転写する技術である。特許文献1には、モールドを基板に向かって凸形状に変形させ、基板の上の高分子材料（インプリント材）に対してモールドの中心部分を接触させた後に、高分子材料とモールドとの接触領域を拡大させることが記載されている。高分子材料とモールドとの接触領域を拡大させる過程において、基板とモールドとの間に存在するガスが排出される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表2009-536591号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

基板の上のインプリント材とモールドとの接触領域を拡大させる過程において、基板、モールドおよびインプリント材によって囲まれた空間にガスが閉じ込められると、モールドの凹部へのインプリント材の充填が妨げられる。モールドの凹部へのインプリント材の充填が不完全な状態でインプリント材を硬化させると、インプリント材の硬化物によって形成されるパターンに不良が発生しうる。したがって、上記空間に閉じ込められたガスがインプリント材に溶解し又は凝縮することによって消失し、モールドの凹部にインプリント材が充填されるまで、インプリント材の硬化の開始を待つ必要がある。このようなプロセスは、スループットを低下させうる。ガスの閉じ込めは、ガスが排出される経路がインプリント材によって塞がれることによって起こりうる。そのため、基板の上にインプリント材の液滴をどのように配置するのが重要である。

20

30

【0005】

本発明は、スループットの向上に有利なインプリント方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1つの側面は、インプリント方法に係り、前記インプリント方法は、基板のショット領域の上にインプリント材を液滴状態で配置する配置工程と、前記ショット領域の中央部の上の前記インプリント材とモールドのパターン領域とを接触させた後に前記インプリント材と前記パターン領域との接触領域を前記ショット領域の全域まで拡大させる接触工程と、前記接触工程の後に前記インプリント材を硬化させる硬化工程と、を含み、前記配置工程では、前記ショット領域の前記中央部からの放射方向に位置する複数の局所領域の各々において、前記放射方向に直交する方向に平行で前記インプリント材の複数の液滴が存在する線上における前記インプリント材の線密度が、前記放射方向に平行で前記インプリント材の複数の液滴が存在する線上における前記インプリント材の線密度より小さいように、前記インプリント材が配置される。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、スループットの向上に有利なインプリント方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態のインプリント装置の構成を示す図。

50

【図 2】本発明の一実施形態のインプリント装置の構成を示す図。

【図 3】モールド駆動部の構成を例示する図。

【図 4】図 1、図 2 に示されるインプリント装置の動作例を示す図。

【図 5】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置および接触工程における液滴を例示する図。

【図 6】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置および接触工程における液滴を例示する図。

【図 7】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置および接触工程における液滴を例示する図。

【図 8】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置および接触工程における液滴を例示する図。

10

【図 9】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置および接触工程における液滴を例示する図。

【図 10】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置および接触工程における液滴を例示する図。

【図 11】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 12】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 13】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 14】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 15】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

20

【図 16】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 17】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 18】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 19】インプリント材の液滴の配置の評価の指標を説明する図。

【図 20】接触工程におけるインプリント材とモールド（のパターン領域）との接触領域の拡大を説明する図。

【図 21】接触工程におけるインプリント材とモールド（のパターン領域）との接触領域の拡大を説明する図。

【図 22】物品製造方法を例示する図。

【図 23】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

30

【図 24】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【図 25】ショット領域へのインプリント材の液滴の配置方法を例示する図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら本発明をその例示的な実施形態を通して説明する。

【0010】

図 1、図 2 には、本発明の一実施形態のインプリント装置 IMP の構成が示されている。インプリント装置 IMP は、基板 4 のショット領域の上にインプリント材 IM の硬化物からなるパターンを形成するインプリント方法を実行する。インプリント方法は、配置工程、該配置工程の後に実行される接触工程、該接触工程の後に実行される硬化工程を含みうる。インプリント方法は、該硬化工程の後に実行される分離工程を更に含む。配置工程では、基板 4 のショット領域の上にインプリント材 IM が液滴（ドロップ）状態で配置される。配置工程の後に実行されうる接触工程では、基板 4 のショット領域の一部分の上のインプリント材 IM とモールド 1 のパターン領域 PR とを接触させた後にインプリント材 IM とパターン領域 PR との接触領域がショット領域の全域まで拡大される。接触工程の後に実行されうる硬化工程では、インプリント材 IM が硬化される。硬化工程の後に実行されうる分離工程では、インプリント材 IM の硬化物とモールド 1 とが分離される。

40

【0011】

インプリント材としては、硬化用のエネルギーが与えられることにより硬化する硬化性組成物（未硬化状態の樹脂と呼ぶこともある）が用いられる。硬化用のエネルギーとして

50

は、電磁波、熱等が用いられうる。電磁波は、例えば、その波長が10 nm以上1 mm以下の範囲から選択される光、例えば、赤外線、可視光線、紫外線などでありうる。硬化性組成物は、光の照射により、あるいは、加熱により硬化する組成物でありうる。これらのうち、光の照射により硬化する光硬化性組成物は、少なくとも重合性化合物と光重合開始剤とを含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を更に含有してもよい。非重合性化合物は、増感剤、水素供与体、内添型離型剤、界面活性剤、酸化防止剤、ポリマー成分などの群から選択される少なくとも一種である。インプリント材の粘度（25℃における粘度）は、例えば、1 mPa・s以上100 mPa・s以下でありうる。基板の材料としては、例えば、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられうる。必要に応じて、基板の表面に、基板とは別の材料からなる部材が設けられてもよい。基板は、例えば、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスである。

10

【0012】

本明細書および添付図面では、基板4の表面に平行な方向をXY平面とするXYZ座標系において方向を示す。XYZ座標系におけるX軸、Y軸、Z軸にそれぞれ平行な方向をX方向、Y方向、Z方向とし、X軸周りの回転、Y軸周りの回転、Z軸周りの回転をそれぞれ θX 、 θY 、 θZ とする。X軸、Y軸、Z軸に関する制御または駆動は、それぞれX軸に平行な方向、Y軸に平行な方向、Z軸に平行な方向に関する制御または駆動を意味する。また、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸に関する制御または駆動は、それぞれX軸に平行な軸の周りの回転、Y軸に平行な軸の周りの回転、Z軸に平行な軸の周りの回転に関する制御または駆動を意味する。また、位置は、X軸、Y軸、Z軸の座標に基づいて特定されうる情報であり、姿勢は、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸の値で特定されうる情報である。位置決めは、位置および／または姿勢を制御することを意味する。位置合わせ（アライメント）は、基板および型の少なくとも一方の位置および／または姿勢の制御を含みうる。また、位置合わせ（アライメント）は、基板および型の少なくとも一方の形状を補正あるいは変更するための制御を含みうる。

20

【0013】

インプリント装置IMPは、基板4を保持する基板保持部5と、基板保持部5を駆動することによって基板4を駆動する基板駆動部3とを備えうる。また、インプリント装置IMPは、モールド1を保持するモールド保持部9と、モールド保持部9を駆動することによってモールド1を駆動するモールド駆動部6とを備えうる。図3に例示されるように、モールド駆動部6は、モールド保持部9をZ方向に駆動する3つの駆動系Z1、Z2、Z3を含みうる。駆動系Z1、Z2、Z3は、例えば、Z軸方向における位置およびZ方向に作用する力を検出するセンサを含み、これらのセンサの出力に基づいて、モールド1の位置および姿勢ならびにモールド1に加わる力を制御することができる。

30

【0014】

基板駆動部3およびモールド駆動部6は、基板4とモールド1との相対位置が調整されるように基板4およびモールド1の少なくとも一方を駆動する駆動機構を構成する。該駆動機構による相対位置の調整は、基板4の上のインプリント材に対するモールド1のパターン領域PRの接触、および、インプリント材の硬化物からのモールド1の分離のための駆動を含む。基板駆動部3は、基板4を複数の軸（例えば、X軸、Y軸、 θZ 軸の3軸、好ましくは、X軸、Y軸、Z軸、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸の6軸）について駆動するように構成されうる。モールド駆動部6は、モールド1を複数の軸（例えば、Z軸、 θX 軸、 θY 軸の3軸、好ましくは、X軸、Y軸、Z軸、 θX 軸、 θY 軸、 θZ 軸の6軸）について駆動するように構成されうる。

40

【0015】

インプリント装置IMPは、インプリント材IMに硬化用のエネルギーを与えることによってインプリント材IMを硬化させる硬化部30と、パターン領域PRを含む視野を撮像（観察）可能な撮像部14とを備えうる。撮像部14を使って、例えば、接触工程においてインプリント材IMとパターン領域PRとの接触領域が拡大する様子や、基板4とパターン領域PRとの間隙によって形成される干渉縞を撮像（観察）することができる。撮

50

像部 14 は、光学系 11 を介してパターン領域 PR を含む視野を撮像しうる。硬化部 30 は、光学系 11 を介して基板 1 のショット領域の上のインプリント材 IM に硬化用のエネルギーを提供するように構成されうる。光学系 11 は、例えば、リレー光学系 12 と、ミラー 13 とを含みうる。その他、インプリント装置 IMP は、基板 4 のショット領域とモールド 1 のパターン領域 PR との相対位置を検出するアライメント検出系（不図示）を備えうる。

【0016】

モールド 1 は、第 1 の側と、第 2 の側とを有し、該第 1 の側には、周辺部分よりも突出したメサ部 2 が設けられ、メサ部 2 の表面には、パターン領域 PR が設けられている。該第 2 の側には、キャビティ 8 が設けられている。キャビティ 8 に圧力（力）を加えることによって、メサ部 2 およびパターン領域 PR を Z 方向に変形させることができる。Z 方向に関するメサ部 2 およびパターン領域 PR の変形は、メサ部 2 およびパターン領域 PR を基板 4 に向かって凸形状にしたり、平面形状にしたりすることを含みうる。

【0017】

インプリント装置 IMP は、キャビティ 8 の圧力を制御することによって Z 方向に関するメサ部 2 およびパターン領域 PR の変形を制御する変形部 7 を備えうる。また、インプリント装置 IMP は、モールド 1 の側面に力を加えることによって、パターン領域 PR の XY 平面に平行な面内における形状（XY 平面に投影されたパターン領域 PR の形状）を変更する変形機構（不図示）を備えてもよい。

【0018】

インプリント装置 IMP は、モールド 1 のパターン領域 PR の高さおよびチルト量（ θX 、 θY ）を計測する計測器 15、および、基板 4 の表面の高さおよびチルト量（ θX 、 θY ）を計測する計測器 16 を備えうる。計測器 15 は、例えば、基板駆動部 3 によって、基板保持部 5 とともに駆動されうる。

【0019】

インプリント装置 IMP は、基板 4 の上にインプリント材 IM を液滴状態で配置するディスペンサ 20 を備えうる。ディスペンサ 20 は、インプリント材 IM を基板 4 の上に供給する供給部あるいは塗布部として理解されてもよい。インプリント装置 IMP は、基板駆動部 3、モールド駆動部 6、硬化部 30、撮像部 14、計測器 15、16、ディスペンサ 20 等を制御する制御部 18 を備えうる。制御部 18 は、例えば、FPGA（Field Programmable Gate Array の略。）などの PLD（Programmable Logic Device の略。）、又は、ASIC（Application Specific Integrated Circuit の略。）、又は、プログラムが組み込まれた汎用又は専用のコンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成されうる。

【0020】

図 4 には、インプリント装置 IMP の動作が例示的に示されている。図 4 に示される動作は、制御部 18 によって制御されうる。工程 S401 では、制御部 18 は、基板 4 のショット領域に対するインプリント材 IM の配置を決定する配置決定処理を実行する。この配置決定処理は、例えば、基板 4 のショット領域に配置されるインプリント材 IM の各液滴（ドロップ）の位置を示すマップ（配置情報）を生成する処理を含みうる。

【0021】

工程 S402 では、配置工程が実行される。配置工程では、制御部 18 は、基板 4 の処理対象のショット領域に対して、工程 S401 で決定したインプリント材 IM の配置情報に従ってインプリント材 IM が配置されるようにディスペンサ 20 および基板駆動部 3 を制御する。ここで、この例では、1 回の工程 S401 において、直後にパターンが形成される 1 つのショット領域に対してインプリント材 IM が配置される。しかし、他の例において、工程 S402 は、複数のショット領域に対して連続的にインプリント材 IM が配置されるように変更されてもよい。

【0022】

次いで、工程 S 4 0 3 では、接触工程が実行される。接触工程では、基板 4 のショット領域の一部分の上のインプリント材 I M とモールド 1 のパターン領域 P R とを接触させた後にインプリント材 I M とパターン領域 P R との接触領域がショット領域の全域まで拡大される。一例において、接触工程では、制御部 1 8 は、図 2 に例示されるように、メサ部 2 およびパターン領域 P R が基板 4 に向かって凸形状になるように変形部 7 を制御する。そして、この状態で、制御部 1 8 は、基板 4 のショット領域の一部分（例えば、中央部）の上のインプリント材 I M とモールド 1 のパターン領域 P R の一部分（例えば、中央部）とが接触するようにモールド駆動部 6 および／または基板駆動部 3 を制御する。次いで、制御部 1 8 は、インプリント材 I M とパターン領域 P R との接触領域がショット領域の全域まで拡大されるように、モールド駆動部 6 および／または基板駆動部 3、ならびに、変形部 7 を制御する。ここで、接触領域を拡大させるための動作は、モールド駆動部 6 および／または基板駆動部 3 によって基板 4 とモールド 1 のパターン領域 P R との距離を小さくしつつ、変形部 7 によってパターン領域 P R を平坦に戻す動作を含みうる。

【0023】

接触工程の少なくとも一部と並行して、又は、接触工程の後に、不図示のアライメント検出系を使って基板 4 のショット領域とモールド 1 のパターン領域 P R とのアライメント誤差を検出しながらショット領域とパターン領域 P R とが位置合わせされうる。インプリント材 I M とパターン領域 P R とが接触した状態で、パターン領域 P R の凹部にインプリント材が充填される。

【0024】

パターン領域 P R の凹部に十分にインプリント材が充填された後に、工程 S 4 0 4 が実行される。工程 S 4 0 4 では、硬化工程が実行される。硬化工程では、制御部 1 8 は、硬化用のエネルギーが基板 4 とパターン領域 P R との間のインプリント材 I M に照射されるように硬化部 3 0 を制御する。この硬化工程によって、インプリント材 I M が硬化して、インプリント材 I M の硬化物からなるパターンが形成される。

【0025】

次いで、工程 S 4 0 5 が実行される。工程 S 4 0 5 では、分離工程が実行される。分離工程では、制御部 1 8 は、インプリント材 I M の硬化物とモールド 1 のパターン領域 P R とが分離されるように、モールド駆動部 6 および／または基板駆動部 3 を制御する。次いで、工程 4 0 6 では、制御部 1 8 は、パターンを形成すべき全てのショット領域に対するパターンの形成が終了したかどうかを判断し、まだ終了していない場合には、未処理のショット領域に対してパターンを形成するために、工程 S 4 0 2 に戻る。

【0026】

ここで、図 5 を参照しながら、接触工程において生じうる課題を説明する。図 5 (a)、(b) において、矩形の枠は、モールド 1 のパターン領域 P R および基板 4 のショット領域 S R を示し、黒で塗りつぶされた部分は、インプリント材 I M の液滴（ドロップ）を示している。図 5 (a) は、ショット領域 S R の上のインプリント材 I M の液滴とパターン領域 P R とが接触する前の状態を模式的に示している。液滴の個数は、現実の個数とは異なるかもしれない。複数の液滴の体積は、互いに等しい。図 5 (b) は、ショット領域 S R の一部分（中央部）の上のインプリント材 I M の液滴とモールド 1 のパターン領域 P R の一部分（中央部）とが接触した状態を模式的に示している。パターン領域 P R と接触したインプリント材 I M の液滴は、押し潰されてショット領域 P R 上で広がり、隣接する液滴と結合する。この際に、インプリント材 I M の複数の液滴によって囲まれた領域にガスが取り残され、ボイド（ガスがトラップされた空孔）が生じうる。このボイドが小さければ小さいほど、パターン領域 P R の凹部、および、基板 4 とパターン領域 P R との間隙へのインプリント材 I M の充填に要する充填時間が短くなる（即ち、スループットが向上する）。

【0027】

ここで、充填時間は、基板 4 のショット領域の一部分の上のインプリント材 I M へのパターン領域 P R の接触を開始してから接触領域が該ショット領域の全域に拡大するまでの

時間（以下、接触完了時間）に依存しうる。この接触完了時間を短くするためにインプリント材IMへのモールド1のパターン領域PRの押し付け力を強くすると、インプリント材IMに加わる圧力が高くなり、そのため、トラップされるガスの圧力も高くなりうる。つまり、スループットを向上させようとして接触完了時間を短くすると、高い圧力のガスがトラップされ、そのガスが抜けるまでに要する時間が長くなり、逆にスループットが低下する可能性がある。あるいは、ガスの圧力が高くなることによってインプリント材IMの液滴が広がるのが阻害され、結果として充填時間が長くなるかもしれない。いずれにしても、充填時間は、様々なプロセス条件（材料、インプリントを制御する条件など）に影響を受けうる。以下では、接触完了時間を短くしつつガスのトラップを抑制することによって充填時間を短くする方法を検討する。

10

【0028】

まず、図20、図21を参照しながら接触工程におけるインプリント材IMとモールド1（のパターン領域PR）との接触領域の拡大について説明する。なお、図20、図21においては、インプリント材IMは、便宜的に、液滴状態ではなく、膜状態であるものとして示されている。図20は、モールド1のパターン領域PRの凸形状に変形されパターン領域PRの一部分（ここでは中央部）がショット領域SR上のインプリント材IMに接触した状態が模式的に示されている。インプリント材IMとパターン領域PRとの接触領域は、符号201で示されている。図21に示されるように、接触工程の進行に伴って、接触領域201が拡大する。接触領域201は、インプリント材IMとパターン領域PRとの接触が開始した一部分（中央部）から放射方向Drに拡大する。放射方向Drは、接触領域201が拡大する方向と一致している。

20

【0029】

図6（a）には、インプリント材IMの液滴のX方向の配列ピッチ（中心間距離）とY方向の配列ピッチとが等しい例、即ち、インプリント材IMの液滴が正方格子状に配列された例が示されている。これらの液滴の体積は全て同じである。図6（b）には、パターン領域PRの凸形状に変形されパターン領域PRの中央部がショット領域SR上のインプリント材IMの液滴に接触し、液滴が押し広げられた状態が示されている。各液滴は、均等に広がり、隣接する液滴同士が結合し、ガスの排出経路がなくなり、ボイドが発生する。このボイドの大きさ、および、ボイドにおけるガスの圧力が充填時間を決定すると考えられる。

30

【0030】

図7（a）には、インプリント材IMの液滴のX方向の配列ピッチとY方向の配列ピッチとが1：2である例、即ち、インプリント材IMの液滴が千鳥格子状に配置された例が示されている。これらの液滴の体積は全て同じである。図7（b）には、パターン領域PRの凸形状に変形されパターン領域PRの中央部がショット領域SR上のインプリント材IMの液滴に接触し、液滴が押し広げられた状態が示されている。各液滴は、均等に広がり、隣接する液滴同士が結合し、ガスの排出経路がなくなり、ボイドが発生する。図7（c）には、隣接する液滴同士が結合する前、つまりガスがトラップされる前の状態が示されている。図7（c）の状態では、ガスの排出経路が存在する。この状態では、パターン領域PRと液滴とが接触している領域に形成されている、パターン領域PRの中央から放射方向（矢印）に向かって圧力が低下する圧力勾配によって、ガスが放射方向Drに排出されうる。

40

【0031】

ここで、インプリント材IMとパターン領域PRとの接触が開始した一部分（中央部）からの放射方向Drに位置する任意の局所領域LA1を考える。局所領域LA1において、放射方向Drに直交する方向（X方向）に平行でインプリント材IMの複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材IMの線密度をA1とする。また、局所領域LA1において、放射方向Dr（Y方向）に平行でインプリント材IMの複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材IMの線密度をB1とする。前述のように、図7（a）の例では、インプリント材IMの液滴のX方向の配列ピッチとY方向の配列ピッチとが1：2で

50

あるので、 $A1 : B1 = 1 : 2$ である。これは、局所領域 $LA1$ では、放射方向 Dr （ Y 方向）へのガスの排出を妨げる抵抗値が、放射方向 Dr に直交する方向（ X 方向）へのガスの排出を妨げる抵抗値よりも大きいことを示している。

【0032】

同様に、インプリント材 IM とパターン領域 PR との接触が開始した一部分（中央部）からの放射方向 Dr に位置する任意の局所領域 $LA2$ を考える。局所領域 $LA2$ において、放射方向 Dr に直交する方向（ Y 方向）に平行でインプリント材 IM の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材 IM の線密度を $A2$ とする。また、局所領域 $LA2$ において、放射方向 Dr （ X 方向）に平行でインプリント材 IM の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材 IM の線密度を $B2$ とする。図 7（a）の例では、インプリント材 IM の液滴の X 方向の配列ピッチと Y 方向の配列ピッチとが $1 : 2$ であるので、 $A2 : B2 = 2 : 1$ である。これは、局所領域 $LA2$ では、放射方向 Dr （ X 方向）へのガスの排出を妨げる抵抗値が、放射方向 Dr に直交する方向（ Y 方向）へのガスの排出を妨げる抵抗値よりも小さいことを示している。

【0033】

以上より、放射方向 Dr が互いに異なる局所領域 $LA1$ と局所領域 $LA2$ とにおいて、放射方向 Dr へのガスの排出を妨げる抵抗値が互いに異なることが分かる。また、局所領域 $LA2$ の方が局所領域 $LA1$ よりも、放射方向 Dr へのガスの排出を妨げる抵抗値が小さいことが分かる。つまり、図 7（a）に示されたインプリント材 IM の液滴の配置は、局所領域 $LA2$ におけるガスの排出には好ましいが、局所領域 $LA1$ におけるガスの排出には好ましくないことが分かる。このことから、局所領域 $LA1$ には、局所領域 $LA1$ におけるガスの排出に有利な液滴の配置を採用し、局所領域 $LA2$ には、局所領域 $LA2$ におけるガスの排出に有利な液滴の配置を採用することが良いことが分かる。

【0034】

図 8（a）、（b）には、インプリント材 IM の液滴の配置とガスの排出との関係に関して上記を捕捉する例が示されている。図 8（a）には、インプリント材 IM の液滴の Y 方向の配列ピッチが十分に広い例が示されている。これらの液滴の体積は全て同じである。図 8（b）には、パターン領域 PR の凸形状に変形されパターン領域 PR の中央部がショット領域 SR 上のインプリント材 IM の液滴に接触し、液滴が押し広げられた状態が示されている。図 8（a）、（b）の例では、 Y 方向へのガスの排出経路が閉ざされ、中央部から見て $+Y$ 方向の領域と、中央部から見て $-Y$ 方向の領域とにおいて、充填時間が長くなる。

【0035】

局所領域の面積は、ショット領域の面積よりも小さく定めるべきであり、局所領域の面積をショット領域の面積よりも十分に小さく設定することが有利である。そして、各局所領域において、放射方向 Dr へのガスの排出を妨げる抵抗値が、放射方向 Dr に直交する方向へのガスの排出を妨げる抵抗値よりも小さいように、インプリント材 IM の液滴の配置が決定されうる。一例において、局所領域の面積は、ショット領域 SR の面積の $1/4$ 以下（下限は、インプリント材の配置を決定するための計算負荷等に応じて任意に定められうる）でありうる。他の例において、一例において、局所領域の面積は、ショット領域 SR の面積の $1/100$ 以下（下限は、インプリント材の配置を決定するための計算負荷等に応じて任意に定められうる）でありうる。また、複数の局所領域によってショット領域 SR の全域が覆われるように該複数のショット領域を決定する必要はなく、充填時間の考慮において注目すべき領域内に局所領域を決定すればよい。

【0036】

以上より、基板 4 のショット領域 SR におけるインプリント材 IM の液滴の好ましい配置は、工程 $S401$ において以下のように定められうる。また、本実施形態のインプリント方法では、このように定められた配列に従って、工程 $S402$ において、インプリント材 IM がショット領域 SR に配置されうる。

【0037】

工程 S 4 0 1 では、まず、ショット領域 S R のうちインプリント材 I M とパターン領域 P R との接触を開始する一部分（例えば、中央部）からの放射方向 D r に位置する複数の局所領域が決定されうる。工程 S 4 0 1 では、次いで、複数の局所領域の各々において、以下の条件 1 を満たすように、インプリント材 I M の液滴の配置が決定されうる。

【 0 0 3 8 】

< 条件 1 > 放射方向 D r に直交する方向に平行でインプリント材 I M の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材 I M の線密度が、放射方向 D r に平行でインプリント材 I M の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材 I M の線密度より小さい。

【 0 0 3 9 】

あるいは、より簡易的には、局所領域は、ショット領域 S R の辺の中央部に接するように定められてもよい。この場合に、工程 S 4 0 1 では、次いで、複数の局所領域の各々において、以下の条件 2 を満たすように、インプリント材 I M の液滴の配置が決定されうる。

【 0 0 4 0 】

< 条件 2 > ショット領域 S R の辺に平行でインプリント材 I M の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材 I M の線密度が、該辺に直交する方向に平行でインプリント材 I M の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材の線密度より小さい。

【 0 0 4 1 】

以下、図 1 1 (a) 、図 1 1 (b) を参照しながら、本発明の実施形態に係るインプリント材 I M の液滴の第 1 配置例を説明する。まず、図 1 1 (a) に例示されるように、ショット領域 S R を X 方向に並んだ 2 つの領域 A と 1 つの領域 B との 3 つの領域に分割する。ここで、2 つの領域 A および 1 つの領域 B のそれぞれを前述の局所領域として考えることができるが、この場合、例えば、2 つの領域 A および 1 つの領域 B のそれぞれに対して、1 つの放射方向を代表的に決定することになる。あるいは、2 つの領域 A のそれぞれの中に局所領域を定め、また、領域 B の中に 1 又は複数の局所領域を定めてもよい。この場合、領域 A におけるインプリント材 I M の液滴の配置は、領域 A の中に定めた局所領域における放射方向に基づいて決定され、領域 B におけるインプリント材 I M の液滴の配置は、領域 B の中に定めた局所領域における放射方向に基づいて決定されうる。つまり、この場合、領域 A における局所領域以外の領域における放射方向は考慮されず、また、領域 B における局所領域以外の領域における放射方向は考慮されない。

【 0 0 4 2 】

次いで、2 つの領域 A および 1 つの領域 B のそれぞれに対して、インプリント材 I M の液滴の配置が決定されうる。例えば、領域 A に対しては、図 7 (a) または図 8 (a) に例示されるように、Y 方向の配列ピッチが X 方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材 I M の液滴の配置が決定されうる。これにより、領域 A については、X 方向にガスが排出されやすくなる。領域 B に対しては、X 方向の配列ピッチが Y 方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材 I M の液滴の配置が決定されうる。これにより、領域 B については、Y 方向にガスが排出されやすくなる。図 1 1 (b) には、このようにして決定された液滴の配置が例示されている。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 (a) 、図 1 2 (b) には、本発明の実施形態に係るインプリント材 I M の液滴の第 2 配置例が示されている。第 2 配置例では、ショット領域 S R を Y 方向に並んだ 2 つの領域 B と 1 つの領域 A との 3 つの領域に分割する。領域 A に対しては、Y 方向の配列ピッチが X 方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材 I M の液滴の配置が決定されうる。これにより、領域 A については、X 方向にガスが排出されやすくなる。領域 B に対しては、X 方向の配列ピッチが Y 方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材 I M の液滴の配置が決定されうる。これにより、領域 B については、Y 方向にガスが排出されやすくなる。

【 0 0 4 4 】

図 1 3 (a) 、図 1 3 (b) には、本発明の実施形態に係るインプリント材 I M の液滴の第 3 配置例が示されている。第 3 配置例では、ショット領域 S R を 2 つの領域 A と 2 つ

10

20

30

40

50

の領域Bと1つの領域Cとの5つの領域に分割する。領域Cは、ショット領域SRの中央に位置し、2つの領域Aは、X方向に関して領域Cを挟むように配置されている。2つの領域Bは、Y方向に関して領域Cを挟むように配置されている。領域Cは、放射方向Drが全方位的な領域である。領域Cには、図13(b)に例示されるように、X方向の配列ピッチとY方向の配列ピッチとの比が $1:\sqrt{3}$ に近い千鳥格子状の配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置されうる。このような千鳥格子状の配列パターンは、放射方向Drが全方位的な領域に有利であることが確認されている。領域Aに対しては、Y方向の配列ピッチがX方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴の配置が決定されうる。これにより、領域Aについては、X方向にガスが排出されやすくなる。領域Bに対しては、X方向の配列ピッチがY方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴の配置が決定されうる。これにより、領域Bについては、Y方向にガスが排出されやすくなる。

【0045】

図14(a)、図14(b)には、本発明の実施形態に係るインプリント材IMの液滴の第4配置例が示されている。第4配置例は、第3配置例の変形例であり、第4は一例においても、ショット領域SRを2つの領域Aと2つの領域Bと1つの領域Cとの5つの領域に分割する。領域Cは、ショット領域SRの中央に位置し、2つの領域Aは、X方向に関して領域Cを挟むように配置されている。2つの領域Bは、Y方向に関して領域Cを挟むように配置されている。領域Cは、放射方向Drが全方位的な領域である。領域Cには、図14(b)に例示されるように、X方向の配列ピッチとY方向の配列ピッチとの比が $1:\sqrt{3}$ に近い千鳥格子状の配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置されうる。領域Aに対しては、Y方向の配列ピッチがX方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴の配置が決定されうる。領域Bに対しては、X方向の配列ピッチがY方向の配列ピッチより大きい配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴の配置が決定されうる。

【0046】

図15は、本発明の実施形態に係るインプリント材IMの液滴の第5配置例を説明するための図である。第5配置例では、ショット領域SRは、放射方向Drまたはそれに平行な線で分割されている。領域A、領域B、領域Cには、それぞれ前述の領域A、領域B、領域Cに対する配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置されうる。また、放射状に配置された領域A、領域Bは、それぞれX軸あるいはY軸に対してミラー反転されたドロップ配置になっている場合もありうる。この場合、左右の領域Aは同じ配列のドロップにはならず、回転対称な配列になる。領域Bについても同様である(不図示)。

【0047】

図23は、ショット領域SRを8分割したもので、例えば図15(a)を更に放射方向で分割したものである。それぞれの分割領域は異なる8パターンAからHで構成されている。これら8つの異なるパターンは図24に示すような2種類のパターンAとBの基本型から派生させたパターンでも良く、パターンA'はパターンAのY軸ミラー反転であり、パターンA''はパターンA'のX軸ミラー反転であり、パターンA'''はパターンAのX軸ミラー反転である。同様にパターンB、B'、B''、B'''がパターンBからの対称形である。上記方法により分割数を放射方向に沿ってさらに増やす事も容易にできる。

【0048】

更に図25は図15を変形させた例で、例えば中央部のパターンAはX軸に平行な方向に対しその直行方向の線密度が小さいタイプのパターンを使用することで、同じパターンでショット領域SRの中央部および左右までをカバーし、パターンBにより残りの領域をカバーさせた例である。このケースではパターンAからの派生型はなく、パターンBのみ先の方法でパターンを派生させて構成している。

【0049】

図16(a)、図16(b)には、本発明の実施形態に係るインプリント材IMの液滴の第6配置例が示されている。第6配置例では、ショット領域が2つの領域A、2つの領

10

20

30

50

領域B、1つの領域C、2つの領域Dおよび2つの領域Eの9個の領域に分割されている。領域A、領域B、領域Cには、それぞれ前述の領域A、領域B、領域Cに対する配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置されうる。領域Dには、図16(b)に例示されるように、例えば、図5(a)、図6(a)、図7(a)、図8(a)の配列パターンを45度回転させた配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置されうる。領域Eには、図16(b)に例示されるように、例えば、図5(a)、図6(a)、図7(a)、図8(a)の配列パターンを135度回転させた配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置されうる。

【0050】

実デバイスの製造においては、ショット領域は、例えば、メモリ素子領域、周辺回路領域、更には、チップ境界に相当するカーフと呼ばれる領域で、使用される配列パターンが異なりうる。ただし、これらは、放射方向Drおよびガスの排出方向を考慮したものではない。

【0051】

図17(a)、図17(b)には、1つのショット領域SRが複数のチップ領域CRを有する例が示されている。この場合、モールド1のパターン領域PRは、複数のチップ領域CRにそれぞれ対応する複数のチップパターン領域を有し、該複数のチップパターン領域は、互いに同じパターンを有しうる。配置工程(S402)では、複数のチップ領域CRのうちの少なくとも2つのチップ領域CRに対して、互いに異なる配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置されうる。互いに異なる配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置される少なくとも2つのチップ領域CRは、ショット領域SRの第1辺の中央部に接するチップ領域CRと、該第1辺と隣り合う第2辺の中央部に接するチップ領域CRとを含みうる。

【0052】

インプリント材の液滴の配列パターンは、液滴が千鳥格子状に配列される配列パターンであってもよいし、液滴が矩形格子状に配列される配列パターンであってもよい。更に、インプリント材の液滴の配列パターンは、次のような配列パターンであってもよい。図9(a)、図9(b)には、X方向に平行な複数の行で構成される配列において、1行おきに液滴群が配列ピッチの $1/2$ 未満の距離だけX方向にシフトする配列パターンが例示されている。図9(c)には、図9(b)に例示された配列パターンに従うインプリント材IMの液滴が接触工程において広がった状態が示されている。図9(b)において、ガスは、Y方向には移動することができるが、X方向には移動することができない。つまり、ガスの移動方向あるいは排出方向に異方性が存在する。そこで、1行おきのシフト量を調整すること、および／または、1行おきのシフトの方向を調整することで、種々の方向性を有する配列パターンを得ることができる。このようにして、基本となる配列パターンを準備しておき、その配列パターンを規定するパラメータ値(例えば、シフト量)を変更することによって複数の配列パターンを得ることができる。この場合、パラメータ値を変更しても単位面積当たりの液滴数が増減しないので、インプリント材の体積を考慮することなく、配列パターンを調整することができる。

【0053】

通常、デバイスの製造において、RTL(Residual Layer Thickness)と呼ばれる、インプリント材の最小厚さ(パターン領域PRと基板4の表面との間隔で決まる厚さ)が指定される。RTLは、通常、ショット領域PRの全域において均一である必要がある。そのため、ショット領域の内の個々の領域ごとにインプリント材の配列パターンを変更する場合に、単位面積当たりの液滴数を一定に維持することが要求されうる。上記のような配列パターンの調整は、このような要求に対する解として有用である。

【0054】

基板4の上のインプリント材IMとモールド1のパターン領域PRとが接触した際のインプリント材IMの広がり方は、パターン領域PRが有するパターンに依存することが分

かっている。パターン領域PRが有するパターンの段差、即ち、パターンを構成する凹部の深さは、例えば、パターンサイズの2倍程度である。また、パターンには、ラインアンドスペース系、孤立ライン系、ピラー系、その他、検査用マーク系などの種々の種類がある。例えば、パターンがラインアンドスペース系である場合、パターンサイズが小さければ小さいほど、単位体積当たりの表面積は増え、その表面積に比例して毛細管力も増加する。その結果、インプリント材IMは、ラインの長手方向により長く広がりやすく、反対にライン幅方向には広がりにくくなる。

【0055】

図10(a)～(c)を参照してインプリント材IMの液滴の典型的な広がり例を説明する。図10(a)は、基板4の上に千鳥格子状に配置されたインプリント材IMの液滴を示している。図10(b)は、X方向に延びるラインアンドスペースパターンを有するパターン領域PRとの接触によって広がったインプリント材IMの液滴が示されている。図10(b)の例では、ガスは、X方向には排出されるが、Y方向には排出されない。図10(c)は、Y方向に延びるラインアンドスペースパターンを有するパターン領域PRとの接触によって広がったインプリント材IMの液滴が示されている。図10(c)の例では、ガスは、Y方向には排出されるが、X方向には排出されない。

【0056】

図18には、Y方向に延びるラインアンドスペースパターンをその全域に有するパターン領域PRを有するモールド1を使用してショット領域SRにパターンを形成する際のインプリント材IMの液滴の配置例が示されている。従来は、インプリント材IMとパターン領域PRとが接触を開始するショット領域SRの中央部のY方向の領域aにおいても、X方向の領域bにおいても、同一の配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置される。

【0057】

本実施形態では、領域aおよび領域bに対して、互いに異なる配列パターンに従ってインプリント材IMの液滴が配置される。領域aでは、放射方向(Y方向)に直交する方向(X方向)に平行でインプリント材の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材の線密度が、放射方向に平行でインプリント材の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材の線密度より小さい。領域bでは、放射方向(X方向)に直交する方向(Y方向)に平行でインプリント材の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材の線密度が、放射方向に平行でインプリント材の複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材の線密度より小さい。

【0058】

ここまでは、ショット領域に配置するインプリント材IMの複数の液滴の体積を同じ体積として説明しているが、個々の液滴の体積を調整することによって上記の線密度を調整してもよい。この場合、RTLに対する要求を満たすように、個々の液滴の体積の調整とともに、液滴の配列パターンも変更されうる。

【0059】

以下、図19を参照しながら、インプリント材IMの液滴の配置の評価の指標について説明する。図19には、ショット領域SRにおける局所領域が示されていて、グレーの円は、インプリント材IMの液滴を示している。いくつかの液滴は、相互に区別するために、液滴d1、d2、d3、d4として示されている。放射方向Drは、-X方向である。放射方向Dr(-X方向)に直交する方向(Y方向)に平行でインプリント材IMの複数の液滴が存在する線上におけるインプリント材IMの線密度が小さいほど、ガスが排出されやすいので、この線密度が評価の指標となりうる。放射方向Drに平行な方向における液滴d1と液滴d2との距離104が小さければ小さいほど、液滴d1と液滴d2とが結合しやすく、ガスの排出経路を放射方向Drに限定しやすい。よって、放射方向Drに平行な方向における液滴d1と液滴d2との距離104が小さいほど、充填時間が短くなりうる。しかし、距離104が小さすぎると、放射方向Drに直交する方向における液滴と液滴との距離が大きくなりすぎ、充填時間が長くなりうる。よって、距離104は、評価

の指標となりうる。また、放射方向 D_r における液滴 d_2 と液滴 d_3 との位置ずれ 105 は、液滴 d_2 と液滴 d_3 とが結合する際の形成されるボイドの大きさに影響を与える。位置ずれ 105 が、放射方向 D_r における液滴の配列ピッチの $1/2$ 程度である場合に、ボイドが最も小さくなり、充填時間が短くなりうる。よって、位置ずれ 105 も、評価の指標となりうる。以上の3つの指標に基づいて液滴の配列の最適化がなされうる。

【0060】

インプリント装置を用いて形成した硬化物のパターンは、各種物品の少なくとも一部に恒久的に、或いは各種物品を製造する際に一時的に、用いられる。物品とは、電気回路素子、光学素子、MEMS、記録素子、センサ、或いは、型等である。電気回路素子としては、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、MRAMのような、揮発性或いは不揮発性の半導体メモリや、LSI、CCD、イメージセンサ、FPGAのような半導体素子等が挙げられる。型としては、インプリント用のモールド等が挙げられる。

10

【0061】

硬化物のパターンは、上記物品の少なくとも一部の構成部材として、そのまま用いられるか、或いは、レジストマスクとして一時的に用いられる。基板の加工工程においてエッチング又はイオン注入等が行われた後、レジストマスクは除去される。

【0062】

次に、インプリント装置あるいはインプリント方法によって基板にパターンを形成し、該パターンが形成された基板を処理し、該処理が行われた基板から物品を製造する物品製造方法について説明する。図22(a)に示すように、絶縁体等の被加工材 $2z$ が表面に形成されたシリコンウエハ等の基板 $1z$ を用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材 $2z$ の表面にインプリント材 $3z$ を付与する。ここでは、複数の液滴状になったインプリント材 $3z$ が基板上に付与された様子を示している。

20

【0063】

図22(b)に示すように、インプリント用の型 $4z$ を、その凹凸パターンが形成された側を基板上のインプリント材 $3z$ に向け、対向させる。図22(c)に示すように、インプリント材 $3z$ が付与された基板 1 と型 $4z$ とを接触させ、圧力を加える。インプリント材 $3z$ は型 $4z$ と被加工材 $2z$ との隙間に充填される。この状態で硬化用のエネルギーとして光を型 $4z$ を介して照射すると、インプリント材 $3z$ は硬化する。

【0064】

図22(d)に示すように、インプリント材 $3z$ を硬化させた後、型 $4z$ と基板 $1z$ を引き離すと、基板 $1z$ 上にインプリント材 $3z$ の硬化物のパターンが形成される。この硬化物のパターンは、型の凹部が硬化物の凸部に、型の凸部が硬化物の凹部に対応した形状になっており、即ち、インプリント材 $3z$ に型 $4z$ の凹凸パターンが転写されたことになる。

30

【0065】

図22(e)に示すように、硬化物のパターンを耐エッチングマスクとしてエッチングを行うと、被加工材 $2z$ の表面のうち、硬化物が無い或いは薄く残存した部分が除去され、溝 $5z$ となる。図22(f)に示すように、硬化物のパターンを除去すると、被加工材 $2z$ の表面に溝 $5z$ が形成された物品を得ることができる。ここでは硬化物のパターンを除去したが、加工後も除去せずに、例えば、半導体素子等に含まれる層間絶縁用の膜、つまり、物品の構成部材として利用してもよい。

40

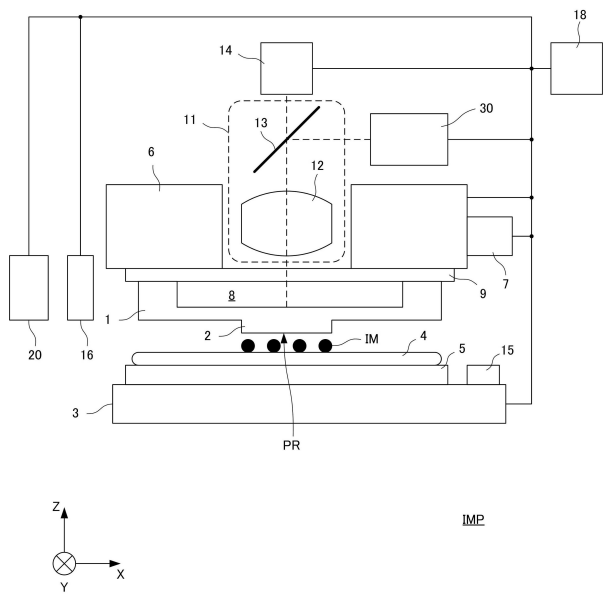
【符号の説明】

【0066】

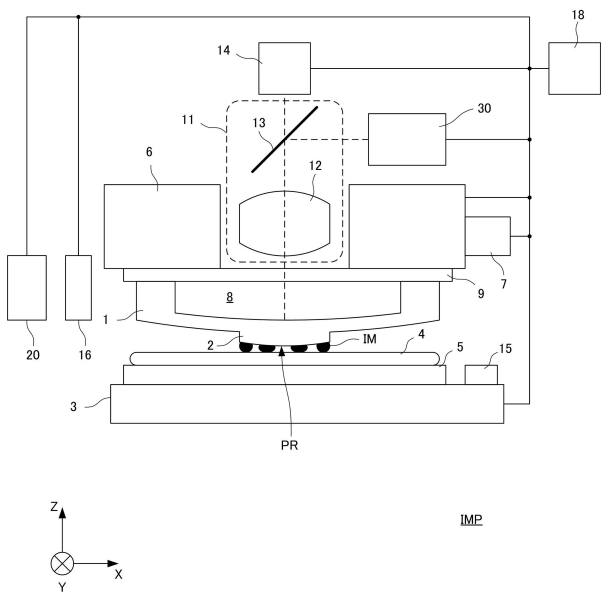
1：モールド、2：メサ、PR：パターン領域、4：基板、SR：ショット領域、IM：インプリント材、IMP：インプリント装置、 D_r ：放射方向

【図面】

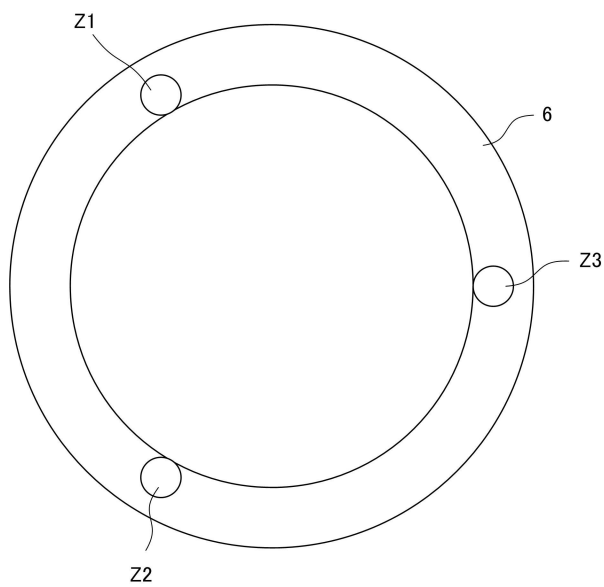
【図 1】



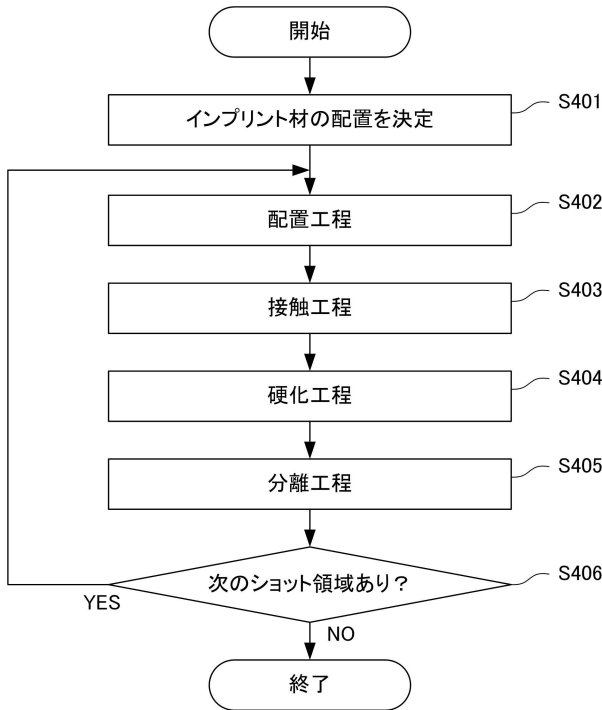
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

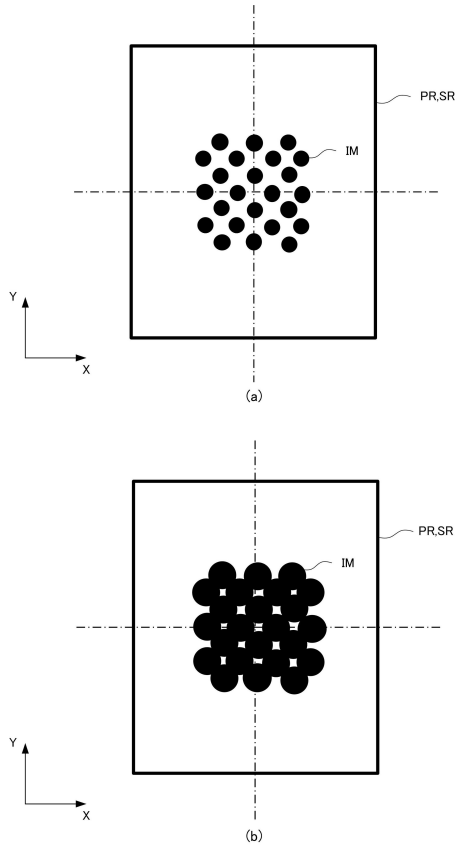
20

30

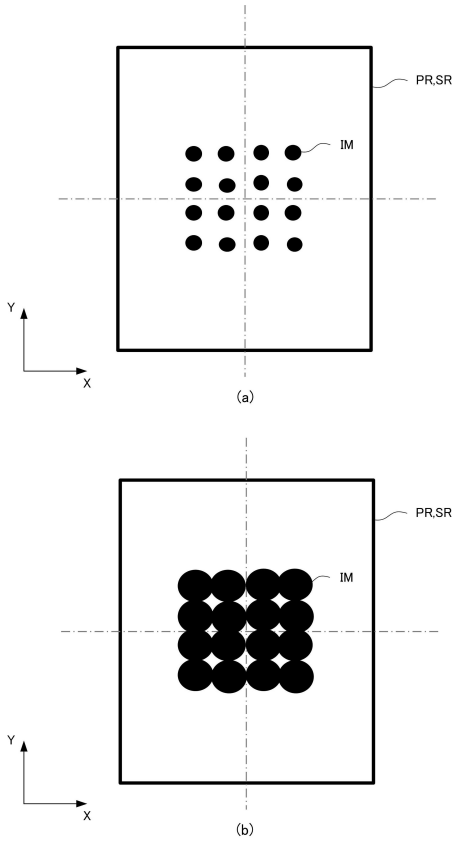
40

50

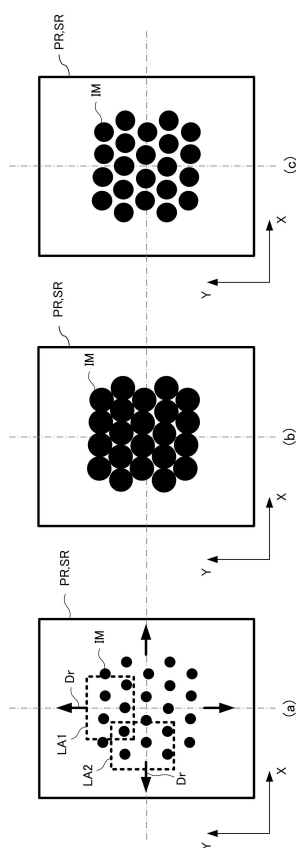
【図 5】



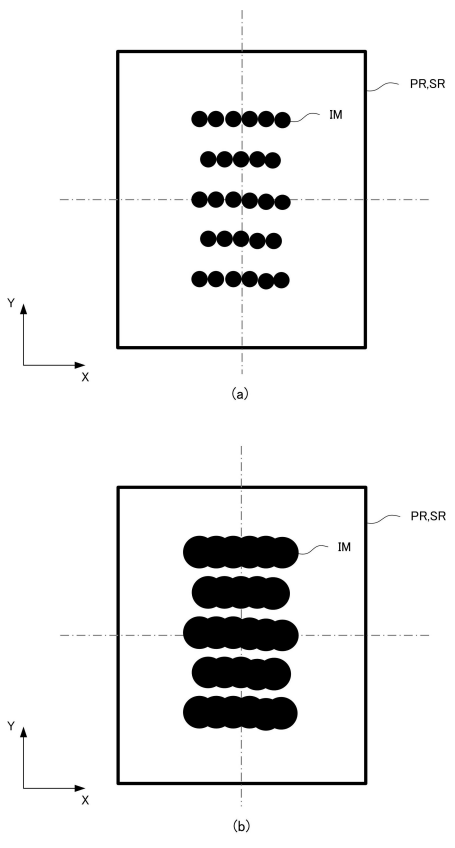
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

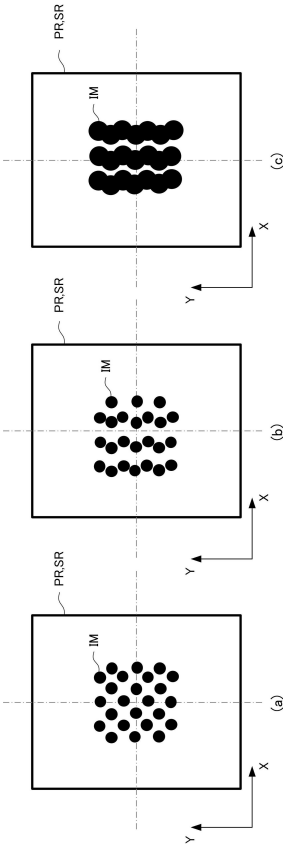
20

30

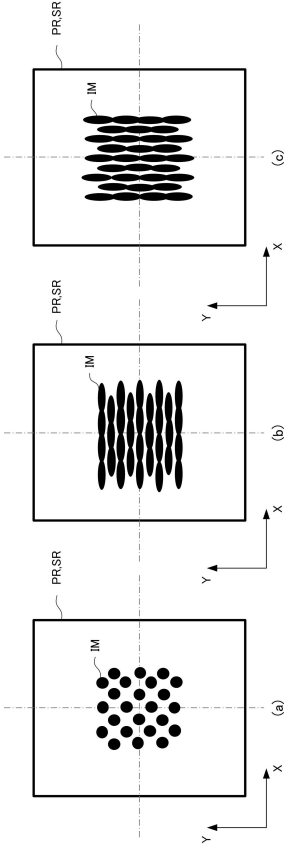
40

50

【図 9】



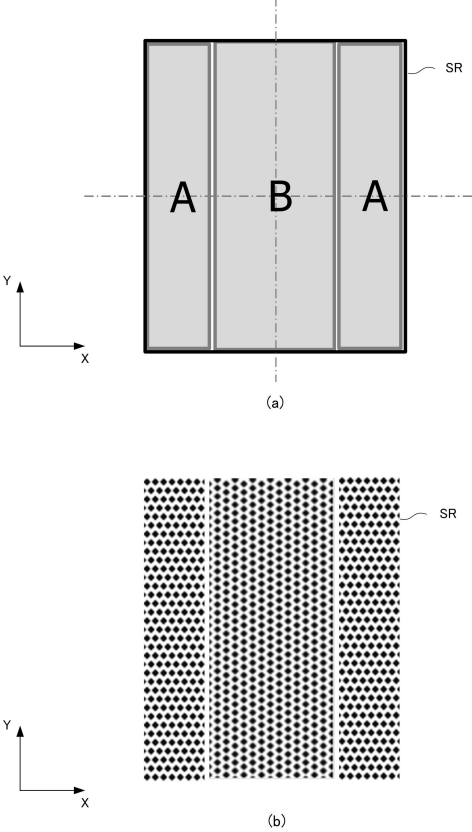
【図 10】



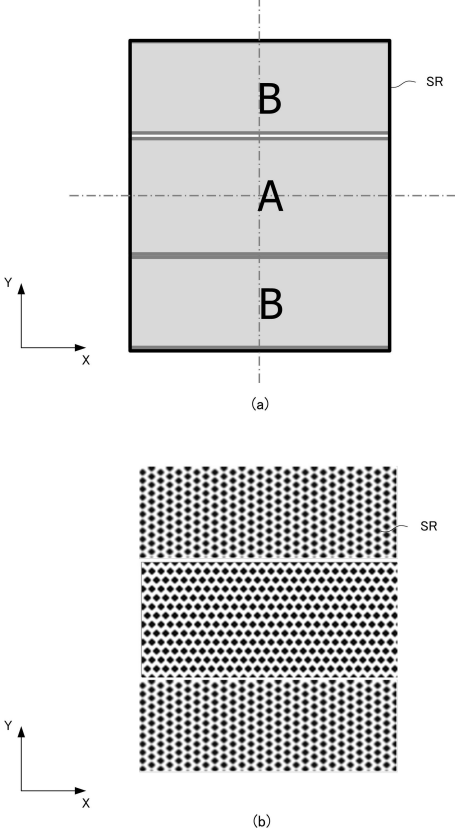
10

20

【図 11】



【図 12】

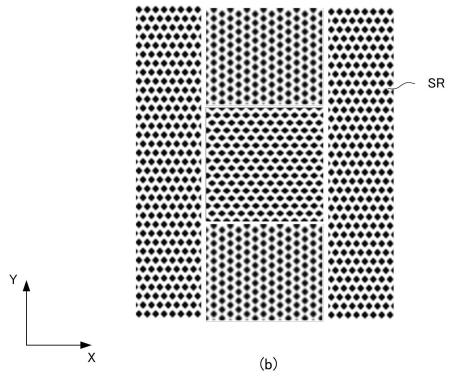
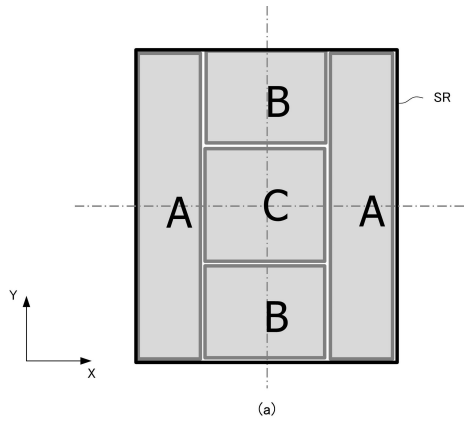


30

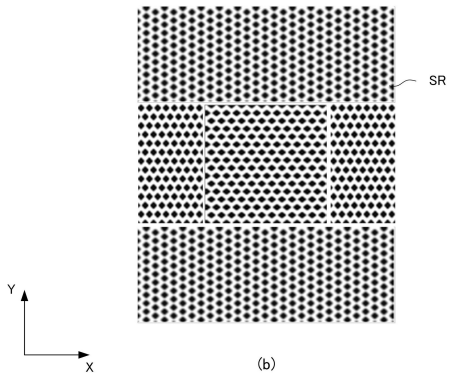
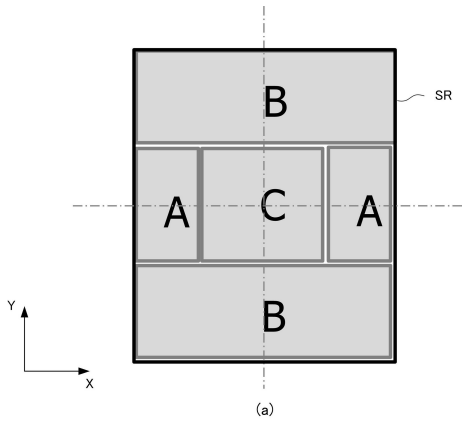
40

50

【図 1 3】



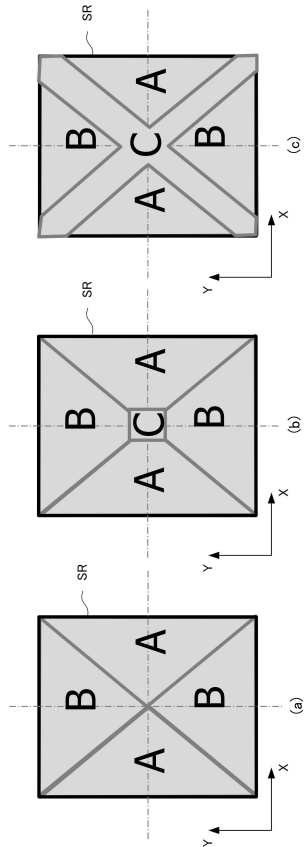
【図 1 4】



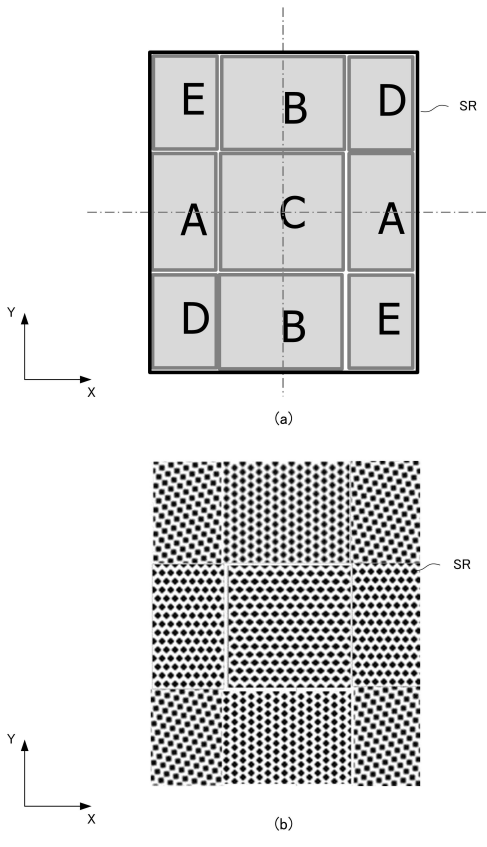
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

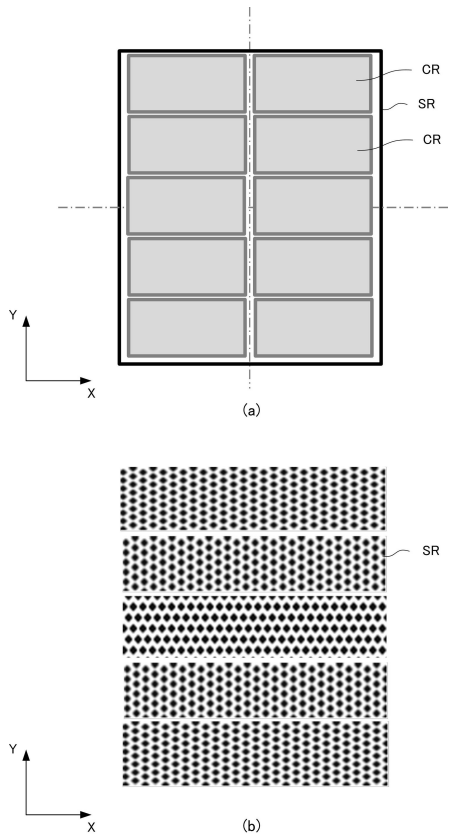


30

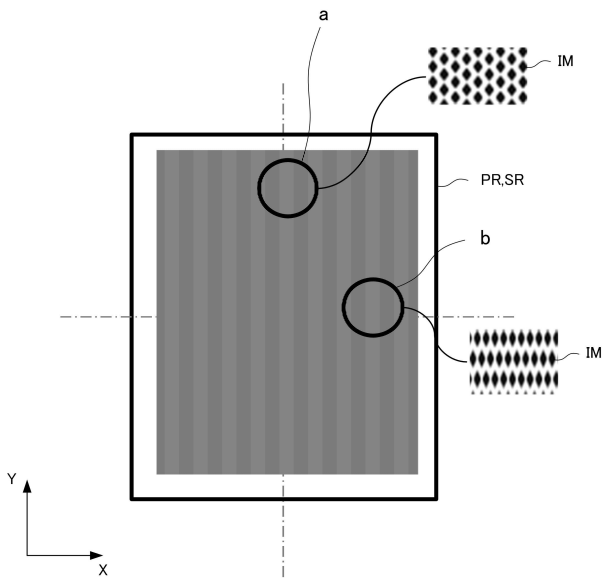
40

50

【図 17】



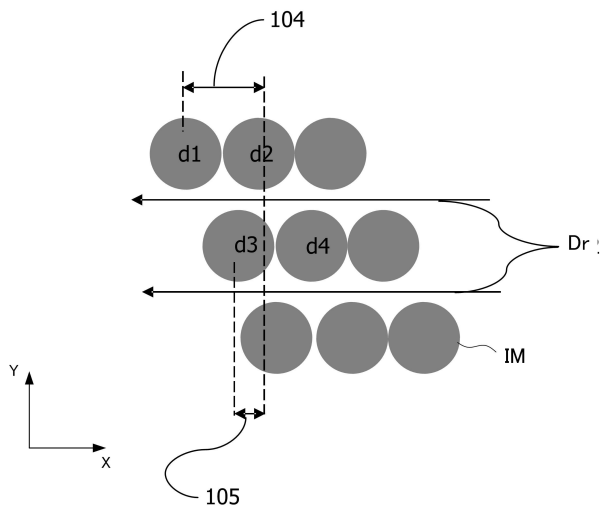
【図 18】



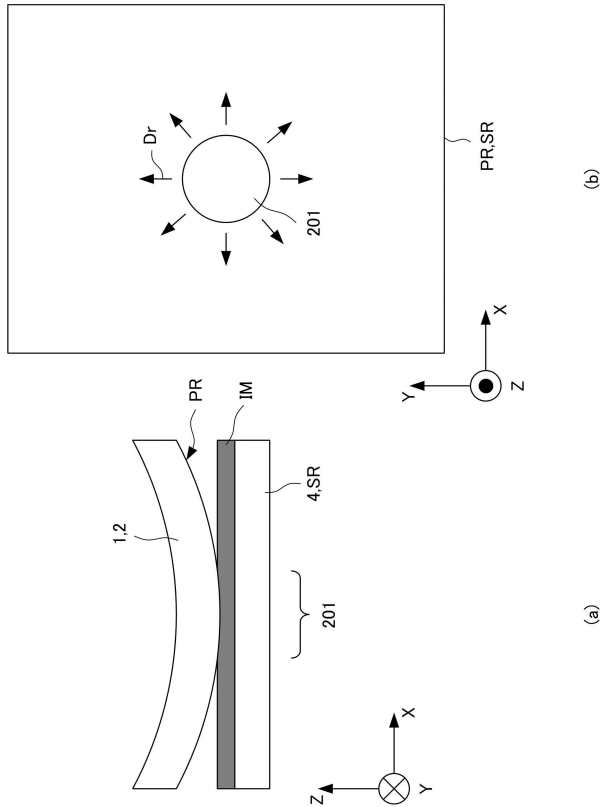
10

20

【図 19】



【図 20】

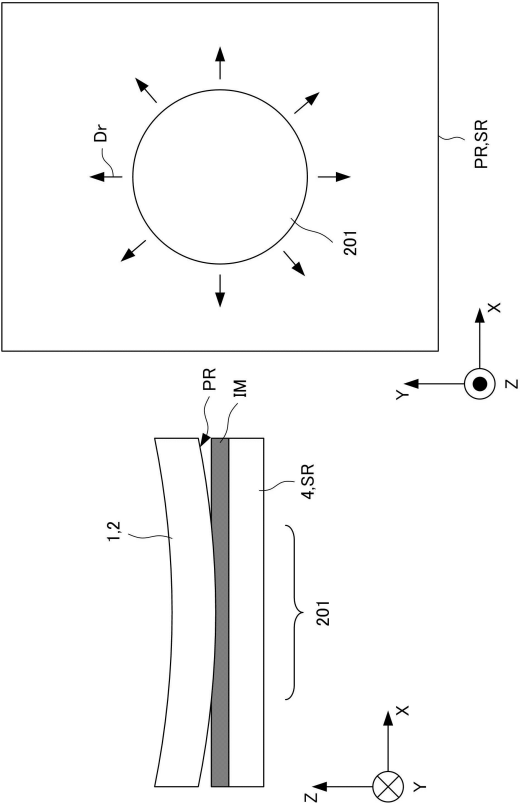


30

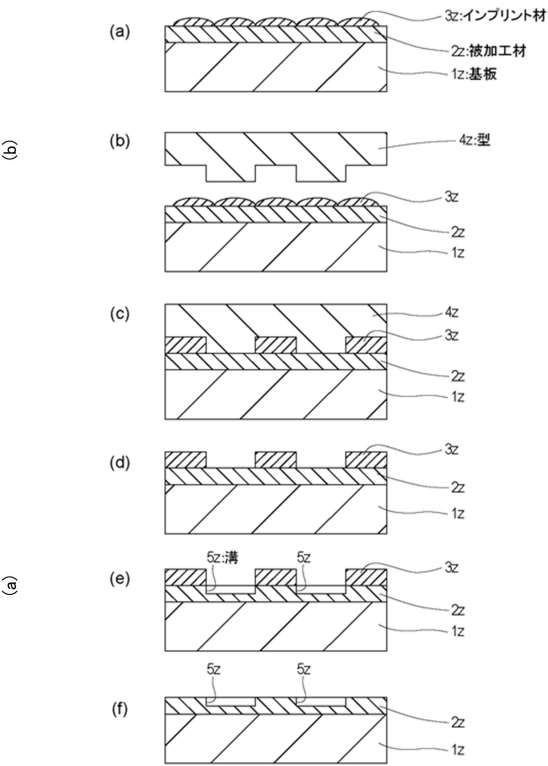
40

50

【図 2 1】



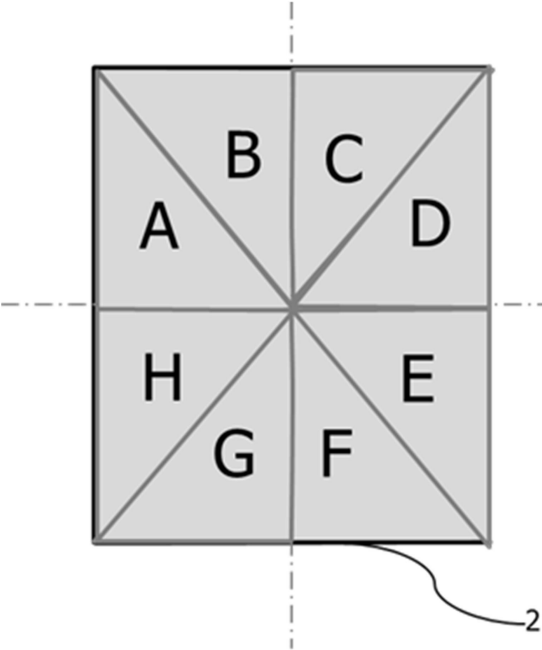
【図 2 2】



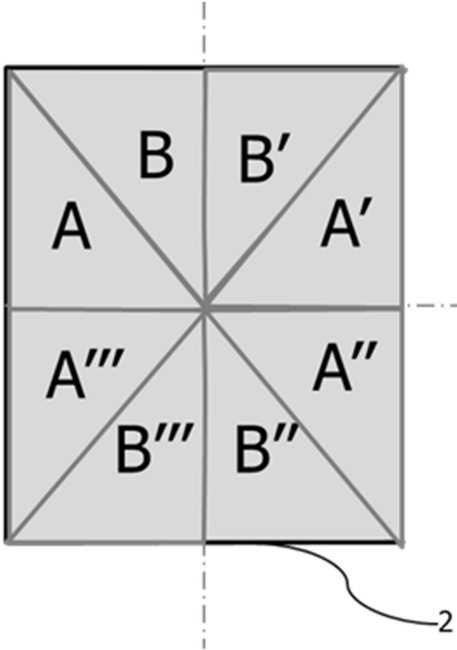
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】

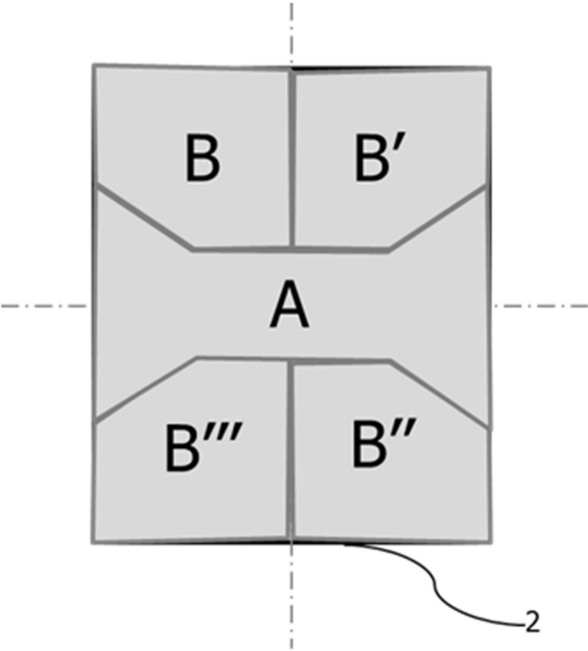


30

40

50

【図 25】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表 2009-532909 (JP, A)
特開 2015-018982 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20
B29C 59/02