

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6178694号
(P6178694)

(45) 発行日 平成29年8月9日(2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日(2017.7.21)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01)

F 1

H01L 21/30
B29C 59/02502D
Z

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-216754 (P2013-216754)
 (22) 出願日 平成25年10月17日 (2013.10.17)
 (65) 公開番号 特開2015-79887 (P2015-79887A)
 (43) 公開日 平成27年4月23日 (2015.4.23)
 審査請求日 平成28年10月13日 (2016.10.13)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】インプリント装置、および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モールドを用いてインプリント材のパターンを基板上に形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、

前記インプリント処理を行う対象の前記基板上の領域を加熱して当該領域を変形させる加熱部と、

前記インプリント処理を行う対象の前記基板上の第1領域および第2領域のうち一方の領域を前記インプリント処理を先に行う領域として決定し、他方の領域を前記インプリント処理を後に行う領域として決定する処理部と、

を含み、

前記処理部は、前記基板上の領域を目標形状に近づくように前記一方の領域を前記加熱部で変形させた場合に前記他方の領域が受ける影響が、目標形状に近づくように前記他方の領域を前記加熱部で変形させた場合に前記一方の領域が受ける影響より小さくなるよう前記一方の領域と前記他方の領域とを決定する、ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記第1領域と前記第2領域とは、互いに隣り合うように配置されている、ことを特徴とする請求項1に記載のインプリント装置。

【請求項 3】

前記処理部は、前記第1領域における前記第2領域側の部分の形状とそれに対応する目標形状との差と、前記第2領域における前記第1領域側の部分の形状とそれに対応する目

標形状との差とに基づいて、前記一方の領域と前記他方の領域とを決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記処理部は、前記第 1 領域における前記第 2 領域側の部分に与えられる加熱量と、前記第 2 領域における前記第 1 領域側の部分に与えられる加熱量とに基づいて、前記一方の領域と前記他方の領域とを決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記処理部は、前記他方の領域に対する加熱量を前記一方の領域に対する加熱量に基づいて調整する、ことを特徴とする請求項 4 に記載のインプリント装置。 10

【請求項 6】

モールドを用いてインプリント材のパターンを基板上に形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、

前記インプリント処理を行う対象の前記基板上の領域を加熱して当該領域を変形させる加熱部と、

前記インプリント処理のなされた第 1 領域に隣り合う複数の領域のうち、前記第 1 領域に対する前記加熱部での加熱の影響が最も小さい領域を、前記第 1 領域の次に前記インプリント処理を行う第 2 領域として決定する処理部と、

を含むことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 7】

前記処理部は、前記第 1 領域に対する前記加熱部による加熱分布に基づいて前記第 2 領域を決定する、ことを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。 20

【請求項 8】

前記処理部は、前記インプリント処理のなされた前記第 1 領域に隣り合う複数の領域のうち、前記第 1 領域に対する前記加熱部での加熱による変形量が最も小さい領域を、前記第 2 領域として決定する、ことを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

モールドを用いてインプリント材のパターンを基板上に形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、

前記インプリント処理を行う対象の前記基板上の領域を加熱して当該領域を変形させる加熱部と、 30

前記基板上の各領域列について、前記インプリント処理を行う順番を、前記インプリント処理を行う対象の各領域の形状に基づいて、第 1 方向に従った順番および前記第 1 方向とは反対の第 2 方向に従った順番のうち一方に決定する処理部と、

を含む、ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 10】

前記処理部は、前記各領域の形状を評価関数によって評価し、その評価結果に基づいて、前記インプリント処理を行う順番を決定する、ことを特徴とする請求項 9 に記載のインプリント装置。

【請求項 11】

前記処理部は、前記加熱部による加熱量が閾値を超える領域が 1 つの領域列に含まれる場合、当該領域に対する前記インプリント処理が最後に行われるよう当該 1 つの領域列における前記インプリント処理を行う順番を変更する、ことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載のインプリント装置。 40

【請求項 12】

前記加熱部は、光源を含み、当該光源から射出された光を前記基板に照射することにより前記基板を加熱する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いてパターンを基

50

板に形成する工程と、

前記工程でパターンを形成された前記基板を加工する工程と、

を含むことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インプリント装置、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

基板上のインプリント材をモールドにより成形するインプリント技術が、磁気記憶媒体や半導体デバイスなどの量産用リソグラフィ技術の1つとして注目されている。このような技術を用いたインプリント装置では、基板上に供給されたインプリント材とモールドとを接触させた状態でインプリント材を硬化させる。そして、硬化したインプリント材からモールドを剥離（離型）することにより、基板上にパターンを形成する。10

【0003】

半導体デバイスなどの製造では、基板上に形成されたショット領域にモールドを精度よく重ね合わせすることが求められている。そのため、基板を加熱することによりショット領域を変形させる方法が提案されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】特開2013-89663号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

インプリント処理を行う対象のショット領域は、他のショット領域に対してなされた加熱により変形しうる。そのため、各インプリント処理の対象となる各ショット領域に対して他のショット領域の加熱の影響を軽減してインプリント処理を行うのが好ましい。

【0006】

そこで、本発明は、重ね合わせ精度の点で有利なインプリント装置を提供することを例示的目的とする。30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としてのインプリント装置は、モールドを用いてインプリント材のパターンを基板上に形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、前記インプリント処理を行う対象の前記基板上の領域を加熱して当該領域を変形させる加熱部と、前記インプリント処理を行う対象の前記基板上の第1領域および第2領域のうち一方の領域を前記インプリント処理を先に行う領域として決定し、他方の領域を前記インプリント処理を後に行う領域として決定する処理部と、を含み、前記処理部は、前記基板上の領域を目標形状に近づくように前記一方の領域を前記加熱部で変形させた場合に前記他方の領域が受ける影響が、目標形状に近づくように前記他方の領域を前記加熱部で変形させた場合に前記一方の領域が受ける影響より小さくなるように前記一方の領域と前記他方の領域とを決定する、ことを特徴とする。40

【0008】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、重ね合わせ精度の点で有利なインプリント装置を提供することができる。50

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施形態のインプリント装置を示す図である。

【図2】インプリント処理における動作シーケンスを示すフローチャートである。

【図3】基板上に形成された複数のショット領域の配置を示す図である。

【図4】ショット領域とモールドのパターン領域との位置合わせについて説明するための図である。

【図5】基板上で互いに隣り合う第1ショット領域と第2ショット領域とを示す図である。

【図6】基板上で互いに隣り合う第1ショット領域と第2ショット領域とを示す図である 10

【図7】基板上で互いに隣り合う第1ショット領域と第2ショット領域とを示す図である。

【図8】第1ショット領域とそれに隣り合う複数のショット領域との配置を示す図である。

【図9】基板上に形成された複数のショット領域の配置を示す図である。

【図10】ショット領域列L1に含まれる複数のショット領域の配置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材ないし要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。 20

【0012】

<第1実施形態>

本発明の第1実施形態のインプリント装置100について、図1を参照しながら説明する。インプリント装置100は、半導体デバイスなどの製造に使用され、基板上のインプリント材をモールド21により成形してパターンを基板11に形成するインプリント処理を行う。例えば、インプリント装置100は、パターンが形成されたモールド21を基板上のインプリント材（樹脂）に接触させた状態でインプリント材を硬化させる。そして、インプリント装置100は、基板11とモールド21との間隔を広げ、硬化したインプリント材からモールド21を剥離することによって基板上にパターンを転写することができる。インプリント材を硬化する方法には熱を用いる熱サイクル法と光を用いる光硬化法とがあり、第1実施形態のインプリント装置100は光硬化法を採用している。光硬化法とは、インプリント材として未硬化の紫外線硬化樹脂（以下、樹脂）を基板上に供給し、モールド21と樹脂とを接触させた状態で樹脂に紫外線を照射することにより当該樹脂を硬化させる方法である。紫外線の照射により樹脂が硬化した後、樹脂からモールド21を剥離することによって基板上にパターンを形成することができる。 30

【0013】

図1は、第1実施形態のインプリント装置100を示す図である。インプリント装置100は、基板11を保持する基板ステージ2と、モールド21を保持するモールドステージ3と、アライメント計測部4と、照射部5と、樹脂供給部6とを含む。モールドステージ3は、ベース定盤41により支柱43を介して支持されたブリッジ定盤42に固定されており、基板ステージ2は、ベース定盤41に固定されている。また、インプリント装置100は、制御部7と処理部9とを含む。制御部7は、CPUやメモリなどを有し、インプリント処理を制御する（インプリント装置100の各部を制御する）。処理部9は、例えば、CPUやメモリなどを有するコンピュータによって構成され、基板上に形成された複数のショット領域8の各々における形状の情報（以下、形状情報）に基づいてインプリント処理を行うショット領域8の順番を決定する。 40

【0014】

基板11は、例えば、単結晶シリコン基板やSOI（Silicon on Insu 50

l a t o r) 基板などが用いられる。基板 11 の上面(被処理面)には、後述する樹脂供給部 6 によって樹脂(紫外線硬化樹脂)が供給される。また、モールド 21 は、通常、石英など紫外線を通過させることができ可能な材料で作製されており、基板側の面における一部の領域(パターン領域 21a)には、基板 11 に転写する凹凸のパターンが形成されている。

【0015】

基板ステージ 2 は、基板保持部 12 と基板駆動部 13 を含み、モールド 21 のパターン領域 21a と基板上の樹脂とを接触させる際に、基板 11 を X 方向および Y 方向に移動させて基板 11 とモールド 21 との位置合わせを行う。基板保持部 12 は、例えば、真空吸着力や静電力などによって基板 11 を保持する。基板駆動部 13 は、基板保持部 12 を機械的に保持するとともに、基板保持部 12(基板 11)を X 方向および Y 方向に駆動する。ここで、基板駆動部 13 は、例えばリニアモータが用いられ、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系によって構成されてもよい。また、基板駆動部 13 は、基板 11 を Z 方向に駆動する駆動機能や、基板 11 を θ 方向(Z 軸周りの回転方向)に回転駆動して基板の位置を調整する位置調整機能、基板 11 の傾きを補正するためのチルト機能などを有していてもよい。10

【0016】

モールドステージ 3 は、例えば真空吸着力や静電力などによりモールド 21 を保持するモールド保持部 22 と、モールド保持部 22 を Z 方向に駆動するモールド駆動部 23 を含む。モールド保持部 22 およびモールド駆動部 23 は、それぞれの中心部(内側)に開口領域を有しており、照射部 5 から射出された光がモールド 21 を介して基板 11 に照射されるように構成されている。ここで、モールド 21 には、製造誤差や熱変形などにより、例えば、倍率成分や台形成分などの成分を含む変形が生じている場合がある。そのため、モールドステージ 3 に、モールド 21 の側面における複数の箇所に力を加えてモールド 21 を変形させる変形部 24 を設けてもよい。例えば、変形部 24 は、モールド 21 の各側面における複数の箇所に力を加えるように配置された複数のアクチュエータによって構成される。そして、複数のアクチュエータがモールド 21 の各側面における複数の箇所に個別に力を加えることにより、変形部 24 は、モールド 21 のパターン領域 21a における変形を補正することができる。変形部 24 のアクチュエータとしては、例えば、リニアモータやエアシリンダ、ピエゾアクチュエータなどが用いられる。20

【0017】

モールド駆動部 23 は、例えばリニアモータやエアシリンダなどのアクチュエータを含み、モールド 21 のパターン領域 21a と基板上の樹脂とを接触させたり剥離させたりするようにモールド保持部 22(モールド 21)を Z 方向に駆動する。モールド駆動部 23 は、モールド 21 と基板上の樹脂とを接触させる際には高精度な位置決めが要求されるため、粗動駆動系と微動駆動系などの複数の駆動系によって構成されてもよい。また、モールド駆動部 23 は、Z 方向の駆動だけではなく、X Y 方向および θ 方向にモールドの位置を調整する位置調整機能や、モールド 21 の傾きを補正するためのチルト機能などを有していてもよい。ここで、第 1 実施形態のインプリント装置 100 では、基板 11 とモールド 21 との間の距離を変える動作はモールド駆動部 23 で行っているが、基板ステージ 2 の基板駆動部 13 で行ってもよいし、双方で相対的に行ってもよい。30

【0018】

アライメント計測部 4 は、モールド 21 のパターン領域 21a の形状と基板上に形成されたショット領域 8 の形状との差異(以下、形状差)を計測する。形状差を計測する方法として、例えば、モールド 21 のパターン領域 21a と基板上のショット領域 8 とにそれぞれ設けられた複数のアライメントマークを検出する方法がある。パターン領域 21a のアライメントマークとショット領域 8 のアライメントマークとは、パターン領域 21a とショット領域 8 とを X Y 方向において一致させた際に互いに重なり合うように配置されている。そして、アライメント計測部 4 は、パターン領域 21a のアライメントマークとそれに対応するショット領域 8 のアライメントマークとを重ねて観察し、それらの位置ずれ4050

量を検出する。これにより、アライメント計測部4は、パターン領域21aとショット領域8との形状差を計測することができる。

【0019】

樹脂供給部6は、基板上に樹脂(未硬化樹脂)を供給(塗布)する。上述したように、第1実施形態のインプリント装置100では、紫外線の照射によって硬化する性質を有する紫外線硬化樹脂がインプリント材として用いられている。しかしながら、それに限られるものではなく、樹脂供給部6から基板に供給される樹脂(インプリント材)は、半導体デバイスの製造工程における各種条件によって適宜選択されうる。また、樹脂供給部6の吐出ノズルから吐出される樹脂の量は、基板上の樹脂に形成されるパターンの厚さやパターンの密度などを考慮して適宜決定されうる。ここで、基板上に供給された樹脂を、モールド21のパターン領域21aに形成されたパターンに十分に充填させるため、モールドと樹脂とを接触させた状態で一定の時間を経過させるとよい。10

【0020】

インプリント装置100によりインプリント処理が施される基板11は、一連の半導体デバイスの製造工程において、例えばスパッタリングなどの成膜工程での加熱処理などを経た後にインプリント装置100内に搬入される。したがって、基板上のショット領域8には、倍率成分や台形成分、弓型成分、樽型成分などの成分を含む変形が生じている場合がある。そして、この場合、変形部24によってモールド21のパターン領域21aを変形することだけでは、モールド21のパターン領域21aと基板上のショット領域8との高精度な位置合わせを実現することが困難となりうる。そのため、基板上のショット領域8を、変形部24によって変形されたモールド21のパターン領域21aの形状に合うように変形することが望ましい。ここで、第1実施形態のインプリント装置100は、基板11を加熱することによりショット領域8の形状を変形させる加熱部32を含む。以下に、露光部31と加熱部32とを含む照射部5の構成について説明する。20

【0021】

照射部5は、基板上の樹脂を硬化させる光を射出する露光部31と、基板11を加熱する光を射出する加熱部32と、露光部31から射出された光と加熱部32から射出された光とを基板上に導く光学部材33とを含みうる。露光部31は、基板上の樹脂を硬化させる光(紫外線)を射出する光源と、当該光源から射出された光をインプリント処理において適切な光に調整する複数の光学素子とを含みうる。加熱部32は、基板11を加熱する光を射出する光源と、当該光源から基板11に照射される光の照度分布を変更する光学系とを含みうる。加熱部32の光源は、基板上に供給された樹脂を硬化させず、かつ基板11の加熱に適した波長(例えば400nm～2000nm)を有する光を射出する。加熱部32の光学系は、ショット領域8における加熱分布が所望の分布となるように、即ち、ショット領域8の形状が目標形状となるように、加熱部32の光源から基板11に照射される光の照度分布を変更する光学素子を含む。加熱部32の光学系に含まれる光学素子としては、例えば、DMD(デジタル・マイクロミラー・デバイス)や液晶素子などが用いられる。

【0022】

例えば、ショット領域8に倍率成分を含む変形が生じている場合には、ショット領域8における加熱量が均一になるように、加熱部32によってショット領域8に光が照射される。これにより、ショット領域内の温度が均一になるように基板11に熱を加えることができ、倍率成分を含む変形が生じたショット領域を目標形状になるように変形することができる。一方で、ショット領域8に台形成分を含む変形が生じている場合には、ショット領域8における加熱量が短辺から長辺に向かう方向に沿って線形に減少するように、加熱部32によってショット領域8に光が照射される。これにより、ショット領域内の温度が短辺から長辺に向かう方向に沿って線形に減少するように基板11に熱を加えることができ、台形成分を含む変形が生じたショット領域を目標形状になるように変形することができる。また、光学部材33は、例えば、露光部31から射出された光(紫外線)を反射し、加熱部32から射出された光(波長400nm～2000nm)を透過するビームスプ4050

リッタを含みうる。

【0023】

このように構成された第1実施形態のインプリント装置100において、モールド21のパターンを基板上のショット領域8に転写するインプリント処理について図2を参照しながら説明する。図2は、モールド21のパターンを基板上のショット領域8に転写するインプリント処理における動作シーケンスを示すフローチャートである。

【0024】

S101では、制御部7は、モールド21をモールド保持部22の下に搬送するようにモールド搬送機構(不図示)を制御し、モールド21を保持するようにモールド保持部22を制御する。これにより、モールド21がインプリント装置100内に配置される。S102では、制御部7は、基板11を基板保持部12の上に搬送するように基板搬送機構(不図示)を制御し、基板11を保持するように基板保持部12を制御する。これにより、基板11がインプリント装置100内に配置される。S103では、処理部9は、基板上に形成された複数のショット領域8の各々における形状情報を取得する。処理部9は、各ショット領域8の形状情報を、例えば、上述したアライメント計測部4によって各ショット領域8に設けられたアライメントマークの位置を検出し、検出したアライメントマークの位置に基づいて取得してもよい。また、処理部9は、外部の装置によって計測された各ショット領域8の形状情報を取得してもよい。S104では、処理部9は、S103で取得した各ショット領域の形状情報に基づいて、インプリント処理を行うショット領域8の順番を決定する。インプリント処理を行う順番を決定する方法については後述する。

【0025】

S105では、制御部7は、インプリント処理を行う対象のショット領域8に樹脂(未硬化樹脂)を供給するように樹脂供給部6を制御する。S106では、制御部7は、樹脂が供給されたショット領域8がモールド21のパターン領域21aの下に配置されるように基板駆動部13を制御して、基板11を移動させる。S107では、制御部7は、モールド21のパターン領域21aと基板上の樹脂とが接触するように、即ち、基板11とモールド21との距離が短くなるようにモールド駆動部23を制御する。S108では、制御部7は、ショット領域8に形成されたアライメントマークとモールド21に形成されたアライメントマークとを検出するようにアライメント計測部4を制御する。これにより、アライメント計測部4は、基板上のショット領域とモールド上の領域21aとの形状差を計測する(アライメント計測する)ことができる。

【0026】

S109では、制御部7は、S108におけるアライメント計測の結果に基づいて基板駆動部13により基板11を移動させ、基板11とモールド21との位置決めを行う。S109における位置決めとは、基板上のショット領域8とモールド21のパターン領域21aとの形状差のうち並進シフト成分および回転成分を補正することをいう。当該形状差には、並進シフト成分や回転成分の他に、例えば倍率成分や台形成分などの変形成分が含まれる。S110では、制御部7は、変形部24および加熱部32を制御し、ショット領域8とパターン領域21aとの形状差(倍率成分や台形成分など)の補正(形状補正)を行う。ここで、加熱部32によって基板に与えられる加熱量は、S103において取得された各ショット領域8の形状情報に基づいて処理部9によって決定されうる。しかしながら、当該加熱量は、S104で決定されたインプリント処理を行うショット領域8の順番に応じて調整されてもよい。即ち、インプリント処理を行う対象のショット領域8の加熱量を、それより先にインプリント処理が行われたショット領域8の加熱の影響を考慮して、インプリント処理が先に行われたショット領域8の加熱量に基づいて調整してもよい。

【0027】

S111では、制御部7は、モールド21のパターン領域21aを接触させた樹脂に対して紫外線を照射するように露光部31を制御し、当該樹脂を硬化させる。S112では、制御部7は、モールド21のパターン領域21aを基板上の樹脂から剥離する(離型す

10

20

30

40

50

る) ように、即ち、基板 1 1 とモールド 2 1 との距離が長くなるようにモールド駆動部 2 3 を制御する。S 1 1 3 では、制御部 7 は、基板上に引き続きモールド 2 1 のパターンを転写するショット領域 8 (次のショット領域 8) があるか否かの判定を行う。次のショット領域 8 がある場合は S 1 0 4 に進み、次のショット領域 8 がない場合は S 1 1 4 に進む。S 1 1 4 では、制御部 7 は、基板 1 1 を基板保持部 1 2 から回収するように基板搬送機構(不図示)を制御する。S 1 1 5 では、制御部 7 は、引き続きインプリント処理を行う基板 1 1 (次の基板 1 1) があるか否かの判定を行う。次の基板 1 1 がある場合は S 1 0 2 に進み、次の基板 1 1 がない場合は S 1 1 4 に進む。S 1 1 6 では、制御部 7 は、モールド 2 1 をモールド保持部 2 2 から回収するようにモールド搬送機構(不図示)を制御する。

10

【0028】

ここで、上述のように構成された第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 において、基板上のショット領域 8 とモールド 2 1 のパターン領域 2 1 a との位置合わせについて説明する。図 3 は、基板上に形成された複数のショット領域 8 の配置を示す図である。複数のショット領域 8 の各々には、倍率成分や台形成分、弓型成分、樽型成分などの成分を含む変形が生じる。以下の説明では、各ショット領域 8 には台形成分を含む変形が生じており、各ショット領域 8 の初期形状が台形形状であるものとする。また、モールド 2 1 のパターン領域 2 1 a には変形が生じておらず、パターン領域 2 1 a の初期形状が設計形状(長方形)であるものとする。初期形状とは、加熱部 3 2 (または変形部 2 4) によって変形させる前のショット領域 8 (またはパターン領域 2 1 a) の形状をいう。

20

【0029】

まず、1つのショット領域 8 (例えば、第 1 ショット領域 8 a) とモールド 2 1 のパターン領域 2 1 a との位置合わせについて、図 4 を参照しながら説明する。図 4 (a) は、基板 1 1 に形成された第 1 ショット領域 8 a を示す図であり、上述したように、第 1 ショット領域 8 a の初期形状が台形の形状 A 1 に変形している。また、図 4 (b) は、モールド 2 1 のパターン領域 2 1 a を示す図であり、上述したように、パターン領域 2 1 a の初期形状は設計形状である長方形の形状 C 1 となっている。

【0030】

第 1 ショット領域 8 a とパターン領域 2 1 a とを位置合わせするため、制御部 7 は、変形部 2 4 を制御して、パターン領域 2 1 a の形状 C 1 が台形形状に近づくようにパターン領域 2 1 a を変形させる。このとき、モールドの $\pm X$ 方向側の側面における複数の箇所に変形部 2 4 によって $\pm X$ 方向に力を加えると、パターン領域 2 1 a には、 $\pm X$ 方向の変形だけではなく、 $\pm Y$ 方向にもポアソン比からなる変形が生じてしまう。そのため、パターン領域 2 1 a の形状 C 1 は、台形形状にならずに、図 4 (b) の破線で示す形状 C 2 となる。次に、制御部 7 は、変形部 2 4 により変形されたパターン領域 2 1 a の形状 C 2 を目標形状 A 2 とし、第 1 ショット領域 8 a の形状 A 1 が目標形状 A 2 に近づくように加熱部 3 2 による基板 1 1 の加熱を制御する。例えば、制御部 7 は、第 1 ショット領域 8 a の加熱量分布が、X 方向においては加熱量が均一で、Y 方向においては -Y 方向にいくに従って加熱量が線形に減少する分布になるように加熱部 3 2 によって基板 1 1 に光を照射する。このとき、基板 1 1 は温度に応じて等方的に膨張し、第 1 ショット領域 8 a が $\pm X$ 方向だけでなく $\pm Y$ 方向にも温度に応じて変形する。これにより、第 1 ショット領域 8 a の形状 A 1 を、変形部 2 4 によって変形されたパターン領域の形状 C 2 (目標形状 A 2) に近づけることができる。即ち、基板上の第 1 ショット領域 8 a とモールド上のパターン領域 2 1 a との位置合わせを高精度に行うことができる。ここで、ショット領域 8 を変形するために基板 1 1 に与えられる加熱量は、ショット領域 8 の初期形状の大きさや寸法によって決定されうる。

30

【0031】

次に、基板上で互いに隣り合う第 1 ショット領域 8 a (第 1 領域) と第 2 ショット領域 8 b (第 2 領域) とに連続してインプリント処理を行う場合におけるショット領域 8 とパターン領域 2 1 a との位置合わせについて、図 5 および図 6 を参照しながら説明する。図

40

50

5 および図 6 はそれぞれ、基板上で互いに隣り合う第 1 ショット領域 8 a と第 2 ショット領域 8 b を示す図である。上述したように、第 1 ショット領域 8 a の初期形状、および第 2 ショット領域 8 b の初期形状はそれぞれ台形の形状 A 1 および B 1 となっている。ここでは、説明を簡単にするため、第 1 ショット領域 8 a の形状 A 1 と第 2 ショット領域 8 b の形状 B 1 は同じ形状および寸法であるものとして説明するが、それに限られるものではなく、異なる形状および寸法であってもよい。

【 0 0 3 2 】

例えは、第 1 ショット領域 8 a のインプリント処理を先に行い、第 2 ショット領域 8 b のインプリント処理を後に行う場合を想定する（図 5 参照）。この場合、制御部 7 は、図 5 (a) に示すように、第 1 ショット領域 8 a とモールド 2 1 のパターン領域 2 1 a との位置合わせの際、第 1 ショット領域 8 a の形状 A 1 が目標形状 A 2 に近づくように加熱部 3 2 による基板 1 1 の加熱を制御する。そして、第 1 ショット領域 8 a のインプリント処理が終了した後、制御部 7 は、第 2 ショット領域 8 b とモールド 2 1 のパターン領域 2 1 a との位置合わせを開始する。このとき、第 1 ショット領域 8 a の形状 A 1 が目標形状 A 2 に近づくように加熱部 3 2 によって基板 1 1 を加熱した際の熱が基板 1 1 に残存しているため、その熱の影響により、第 2 ショット領域 8 b の形状 B 1 が、図 5 (b) に示す形状 B 1' に変化してしまう。即ち、第 2 ショット領域 8 b の台形成分が増大し、第 2 ショット領域 8 b を加熱部 3 2 によって変形させる前の形状 B 1 における上辺と下辺との差が拡大してしまう。このように第 2 ショット領域 8 b の形状 B 1 が、第 1 ショット領域の変形の影響によって形状 B 1' に変化すると、それに伴って、第 2 ショット領域 8 b の形状が目標形状 B 2 に近づくように加熱部 3 2 により基板 1 1 を加熱する際の加熱量が増加してしまう。このように加熱量が増加してしまうと、加熱部 3 2 によって基板 1 1 を加熱する時間を増やしたり、加熱部 3 2 の光源の出力を増やしたりする必要が生じるため、装置コストの増加やスループットの低下を招いてしまう。

【 0 0 3 3 】

一方で、第 2 ショット領域 8 b のインプリント処理を先に行い、第 1 ショット領域 8 a のインプリント処理を後に行う場合を想定する（図 6 参照）。この場合、制御部 7 は、図 6 (a) に示すように、第 2 ショット領域 8 b とモールド 2 1 のパターン領域 2 1 a との位置合わせの際、第 2 ショット領域 8 b の形状 B 1 が目標形状 B 2 に近づくように加熱部 3 2 による基板 1 1 の加熱を制御する。そして、第 2 ショット領域 8 b のインプリント処理が終了した後、制御部 7 は、第 1 ショット領域 8 a とモールド 2 1 のパターン領域 2 1 a との位置合わせを開始する。このとき、第 2 ショット領域 8 b の形状 B 1 が目標形状 B 2 に近づくように加熱部 3 2 によって基板 1 1 を加熱した際の熱が基板 1 1 に残存しているため、その熱の影響により、第 1 ショット領域 8 a の形状 A 1 が、図 6 (b) に示す形状 A 1' に変化してしまう。

【 0 0 3 4 】

しかしながら、第 2 ショット領域 8 b のインプリント処理を先に行うことにより第 1 ショット領域 8 a が受ける影響は、第 1 ショット領域 8 a のインプリント処理を先に行うことにより第 2 ショット領域 8 b が受ける影響より小さくなる。これは、第 1 ショット領域 8 a における第 2 ショット領域側の部分 8 a₁ とそれに対応する目標形状との差が、第 2 ショット領域 8 b における第 1 ショット領域側の部分 8 b₁ とそれに対応する目標形状との差よりも小さいからである。即ち、第 1 ショット領域 8 a の部分 8 a₁ に与えられる加熱量が、第 2 ショット領域 8 b の部分 8 b₁ に与えられる加熱量より小さいからである。したがって、図 6 に示すように第 2 ショット領域 8 b のインプリント処理を先に行う方が、図 5 に示すように第 1 ショット領域 8 a のインプリント処理を先に行うよりも、インプリント処理を後に行うショット領域 8 に与えられる加熱量を小さくすることができる。即ち、インプリント装置 1 0 0 では、第 1 ショット領域と第 2 ショット領域とをインプリント処理する順番を、第 1 ショット領域 8 a と第 2 ショット領域 8 b とに与えられる加熱量が小さくなるように決定することが好ましい。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

そこで、第1実施形態のインプリント装置100（処理部9）は、第1ショット領域8aおよび第2ショット領域8bのうち一方をインプリント処理を行なうショット領域8として決定する。そして、インプリント装置100は、第1ショット領域8aおよび第2ショット領域8bのうち他方をインプリント処理を行なうショット領域8として決定する。ここで、当該一方を目標形状に近づくように加熱部32で変形した際に当該他方が受ける影響は、当該他方を目標形状に近づくように加熱部で変形した際に当該一方が受ける影響よりも小さい。このようにインプリント処理を行なう順番を決定することにより、インプリント処理を行う対象のショット領域8に与えられる加熱量が、それより前にインプリント処理が行われたショット領域の影響によって増加することを抑えることができる。

【0036】

10

インプリント処理を行なう順番を決定する方法の一つとして、図2のS103において取得した各ショット領域8の形状情報に基づいて決定する方法がある。例えば、処理部9は、図7(a)に示すように、第1ショット領域8aの部分8a₁とそれに対応する目標形状との形状差と、第2ショット領域8bにおける部分8b₁とそれに対応する目標形状との形状差とを比較する。そして、処理部9は、第1ショット領域8aおよび第2ショット領域8bのうち、当該形状差が小さい方のショット領域8を先にインプリント処理を行なうショット領域8として決定する。図7(a)に示す例では、第2ショット領域8bの部分8b₁における形状差の方が第1ショット領域8aの部分8a₁における形状差よりも小さいため、処理部9は、第2ショット領域8bを、インプリント処理を行なうショット領域8として決定する。即ち、図7(a)に示すように各ショット領域8に台形成分を含む変形が生じている場合、インプリント処理を行なうショット領域8の順番が、台形形状の上辺および下辺のうち短い辺から長い辺に向かう方向（図7(a)の矢印S）に従う順番に決定される。つまり、処理部9は、各ショット領域8に含まれる変形成分の種類や向きを示す指標に基づいてインプリント処理を行なう順番を決定してもよい。

【0037】

20

また、例えば、処理部9は、図7(a)に示すように、第1ショット領域8aと第2ショット領域8bとの境界線（線P1-P2）上における各ショット領域8の辺の変形量に基づいてインプリント処理を行なう順番を決定してもよい。処理部9は、線P1-P2上における第1ショット領域8aの辺とそれに対応する目標形状の辺との差（変形量）と、線P1-P2上における第2ショット領域8bの辺とそれに対応する目標形状の辺との差（変形量）とを比較する。そして、処理部9は、第1ショット領域8aおよび第2ショット領域8bのうち、当該変形量が小さい方のショット領域8をインプリント処理を行なうショット領域として決定する。図7(a)に示す例では、第2ショット領域8bの方が第1ショット領域8aよりも線P1-P2上の辺の変形量が小さいため、処理部9は、第2ショット領域8bを、インプリント処理を行なうショット領域8として決定する。

30

【0038】

さらに、インプリント処理を行なう順番を決定する方法の一つとして、基板上に形成された各ショット領域8に与えられる加熱分布に基づいて決定する方法もある。例えば、処理部9は、図2のS103において取得した各ショット領域8の形状情報に基づいて各ショット領域に与えられる加熱分布をそれぞれ決定する。図7(a)の右側に、決定した加熱分布の一例を示す。そして、処理部9は、第1ショット領域8aの部分8a₁に与えられる加熱量と第2ショット領域8bの部分8b₁に与えられる加熱量とを比較し、当該加熱量が小さい方のショット領域8をインプリント処理を行なうショット領域として決定する。

40

【0039】

ここで、上述の例では、各ショット領域に台形成分を含む変形が生じている場合について説明したが、それに限られるものではない。例えば、図7(b)に示すように各ショット領域8に弓型成分を含む変形が生じている場合では、その形状情報や加熱分布に基づいてインプリント処理を行なう順番を決定するとよい。図7(b)に示す例では、2つのショット領域8aおよび8bを、矢印Sの方向に従った順番でインプリント処理を行なうとよい

50

。即ち、第2ショット領域8bを先に加熱部32によって加熱することにより、第1ショット領域8aと第2ショット領域8bとの境界線（線P1-P2）上の辺を補正するために基板11に与えられる加熱量を低減することができる。また、各ショット領域8に台形成分と弓型成分とが組み合わさった変形が生じている場合には、評価関数を設けて決定するとよい。例えば、図7(a)に示す台形形状の向きを「+」とする台形の係数、および図7(b)に示す弓型形状の向きを「+」とする弓型の係数を用意し、台形成分の量に台形の係数を乗じた値と、弓型成分の量に弓型の係数を乗じた値を足し合わせる。そして、足し合わせた値の符号（正負）によって順番を決定してもよい。

【0040】

上述したように、第1実施形態のインプリント装置100は、各ショット領域8に与えられる加熱量が小さくなるように、複数のショット領域8をインプリント処理する順番を決定する。例えば、インプリント装置100は、互いに隣り合う第1ショット領域8aと第2ショット領域8bとのうち一方をインプリント処理を先に行うショット領域8として決定し、他方をインプリント処理を後に行うショット領域8として決定する。そして、当該一方を目標形状に近づくように加熱部32で変形した際に当該他方が受ける影響は、当該他方を目標形状に近づくように加熱部32で変形した際に当該一方が受ける影響よりも小さい。このようにインプリント処理を行う順番を決定することにより、基板上に形成された各ショット領域8に与えられる加熱量が基板11に残留した熱の影響によって増加することを抑制することができる。ここで、第1実施形態では、互いに隣り合う複数のショット領域8を例にして説明したが、互いに隣り合わない複数のショット領域8に対してインプリント処理を行う順番を決定する場合であっても本発明を適用することができる。

【0041】

<第2実施形態>

第2実施形態のインプリント装置について説明する。第1実施形態のインプリント装置100は、複数のショット領域における形状差や加熱量などを比較して、それらに対してインプリント処理を行う順番を決定した。それに対して、第2実施形態のインプリント装置は、インプリント処理を行う対象のショット領域8（対象ショット領域8d（第1領域））の加熱分布に基づいて、当該ショット領域8の次にインプリント処理を行うショット領域8を逐次決定する。ここで、第2実施形態のインプリント装置は、第1実施形態のインプリント装置100と装置構成が同様であるため、装置構成についての説明は省略する。

【0042】

例えば、図8に示すように、インプリント処理を行う対象ショット領域8dには台形成分を含む変形が生じており、対象ショット領域8dの初期形状が、Y方向側の辺（上辺）が-Y方向側の辺（下辺）より短い台形の形状D1であるとする。このとき、対象ショット領域8dを加熱部32で加熱する際の加熱分布は、図8の上側および右側に示すように、X方向においては加熱量が一定で、Y方向においては-Y方向にいくに従って加熱量が線形に減少する分布となる。このような加熱分布で対象ショット領域8dを加熱した場合、対象ショット領域8dの上辺の変形量よりも下辺の変形量の方が小さくなる。即ち、対象ショット領域8dに隣り合う複数のショット領域8e～8hのうち、対象ショット領域8dの上辺側に配置されたショット領域8eよりも下辺側に配置されたショット領域8gの方が、対象ショット領域8dを変形した際の影響が小さい。そこで、処理部9は、対象ショット領域8dに隣り合う複数のショット領域8e～8hのうち、対象ショット領域8dを加熱部32で変形させることによる影響が最も小さいショット領域8gを、対象ショット領域8dの加熱分布に基づいて決定する。そして、処理部9は、決定したショット領域8gを、対象ショット領域8dの次にインプリント処理を行うショット領域8（第2領域）として決定する。ここで、図8では、第1ショット領域8aの次にインプリント処理を行うショット領域8を、対象ショット領域8dのX方向およびY方向に隣り合う複数のショット領域8e～8hの中から決定したが、それに限られるものではない。例えば、対象ショット領域8dに対して斜めに隣り合うショット領域を、対象ショット領域8dの次

10

20

30

40

50

にインプリント処理を行うショット領域 8 として決定してもよい。

【0043】

上述したように、第2実施形態のインプリント装置は、インプリント処理を行う対象ショット領域 8 d の次にインプリント処理を行うショット領域 8 を、対象ショット領域 8 d を加熱する際の加熱分布に基づいて決定する。このように対象ショット領域 8 d の次にインプリント処理を行うショット領域 8 を決定することにより、基板上に形成された各ショット領域 8 に与えられる加熱量が、基板 1 1 に残留した熱の影響によって増加することを抑制することができる。

【0044】

<第3実施形態>

第3実施形態のインプリント装置について説明する。第3実施形態では、少なくとも2つのショット領域 8 を含むショット領域列ごとに、インプリント処理を行う順番を決定する方法について説明する。図9は、基板上における複数のショット領域 8 の配置を示す図である。図9に示すように、基板上に形成された複数のショット領域 8 は、Y方向(第1方向)に沿って配列された少なくとも2つのショット領域 8 をそれぞれ含む複数のショット領域列 L 1 ~ L 6 に分けられている。そして、第3実施形態のインプリント装置は、各ショット領域列 L 1 ~ L 6 について、インプリント処理を行うショット領域 8 の順番を、第1方向(Y方向)に従った順番および第1方向とは反対の第2方向(-Y方向)に従った順番のうち一方に決定する。以下に、各ショット領域列 L 1 ~ L 6 における、インプリント処理を行うショット領域 8 の順番を決定する方法について説明する。

10

【0045】

ショット領域列ごとにインプリント処理を行うショット領域 8 の順番を決定する方法の一つとして、例えば、ショット領域 8 の形状や向きの指標を示す評価関数によって各ショット領域 8 を評価し、その評価結果に基づいて当該順番を決定する方法がある。例えば、ショット領域列 L 1 に含まれる4つのショット領域 8 i ~ 8 l においてインプリント処理を行う順番を決定する場合を想定する。ショット領域列 L 1 に含まれる各ショット領域 8 i ~ 8 l には、図10に示すように、台形成分を含む変形が生じているものとする。このとき、図7(a)に示す台形形状の向きの指標を「+」とすると、ショット領域 8 i、8 j および 8 l における向き(形状)の指標はそれぞれ「+」となり、ショット領域 8 k における向き(形状)の指標は「-」となる。そして、4つのショット領域 8 i ~ 8 l における向きの指標を足し合わせた値は「+」となるため、処理部 9 は、ショット領域列 L 1 において4つのショット領域 8 i ~ 8 l に対してインプリント処理を行う順番を、-Y方向(第2方向)に従った順番に決定する。同様に、他のショット領域列 L 2 ~ L 6 についても、各ショット領域における向き(形状)を評価関数によって評価し、その評価結果に基づいて各ショット領域列 L 2 ~ L 6 においてインプリント処理を行う順番を決定する。

20

【0046】

ここで、第3実施形態では、ショット領域 8 の向き(形状)の指標を示す評価関数に基づいてインプリント処理を行う順番を決定した。しかしながら、インプリント処理を行う順番にショット領域 8 の向き(形状)と異なる制約がある場合は、適宜、その制約に合わせた評価関数を適用するとよい。また、加熱部 3 2 によって与えられる加熱量が閾値を超えるショット領域 8 がショット領域列に含まれる場合、そのショット領域 8 が加熱部 3 2 によって最後に変形されるように当該ショット領域列における順番を変更するとよい。例えば、図10に示すショット領域列 L 1 のショット領域 8 k に与えられる加熱量が閾値を超える場合、ショット領域 8 k のインプリント処理がショット領域 8 i、8 j および 8 l の後に行われるよう、ショット領域列 L 1 における順番を変更するとよい。

30

【0047】

上述したように、第3実施形態のインプリント装置は、少なくとも2つのショット領域 8 を含むショット領域列ごとに、インプリント処理を行う順番を決定する。インプリント処理を行う順番をショット領域列ごとに決定する際には、インプリント装置は、例えば、各ショット領域列における各ショット領域 8 をショット領域 8 の形状や向きの指標を示す

40

50

評価関数によって評価し、その評価結果に基づいて当該順番を決定する。このようにショット領域列ごとにインプリント処理を行う順番を決定することで、インプリント装置の生産性（スループット）の低下を抑えつつ、各ショット領域8に与えられる加熱量が基板1に残留した熱の影響によって増加することを抑制することができる。

【0048】

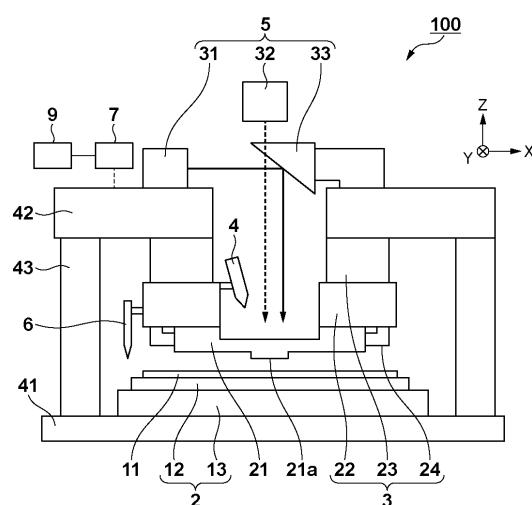
< 物品の製造方法の実施形態 >

本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された樹脂に上記のインプリント装置を用いてパターンを形成する工程（基板にインプリント処理を行う工程）と、かかる工程でパターンが形成された基板を加工する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッティング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。10

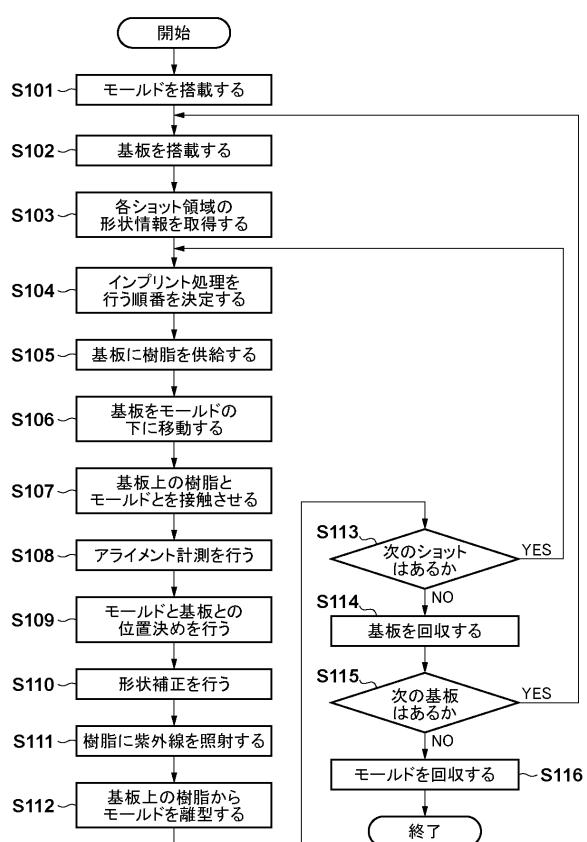
【0049】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されることはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

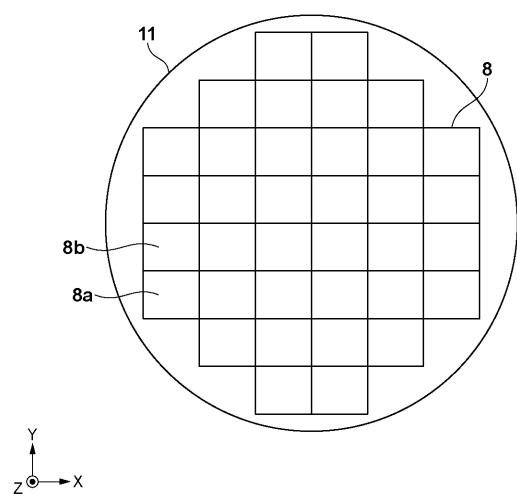
【図1】



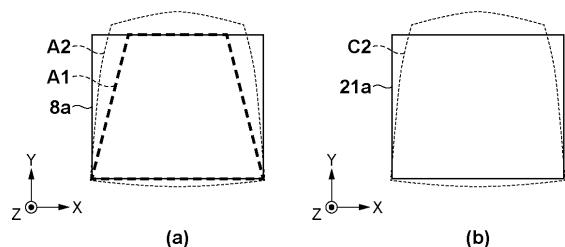
【図2】



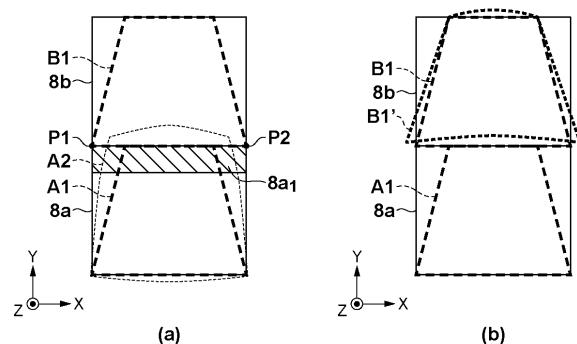
【図3】



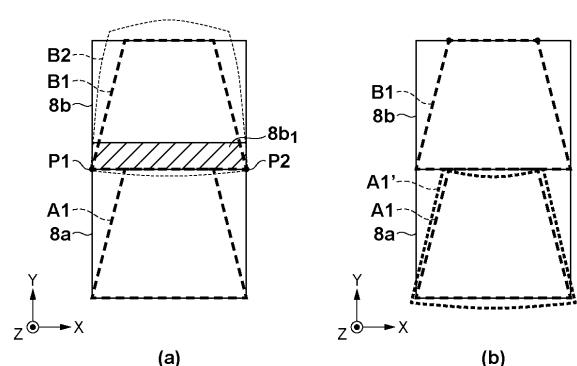
【図4】



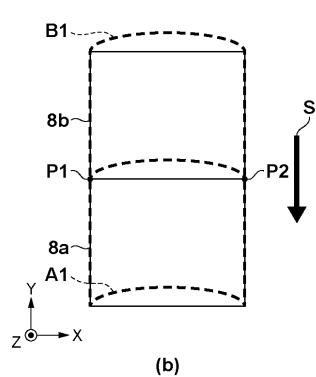
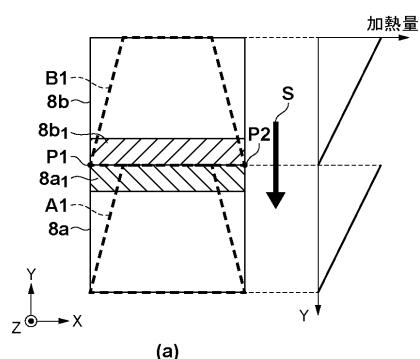
【図5】



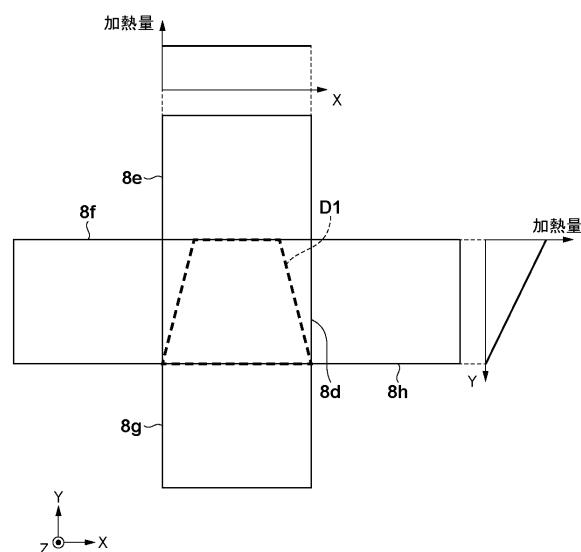
【図6】



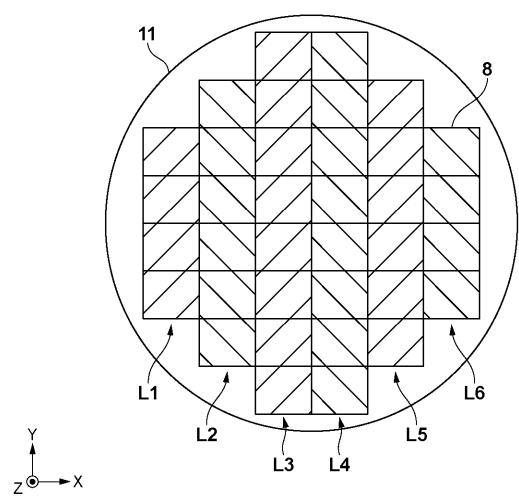
【図7】



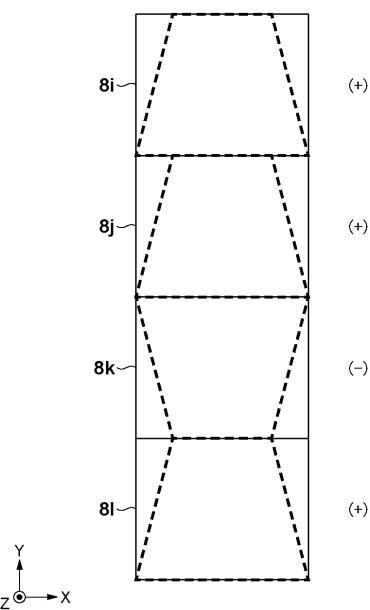
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 洋介

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 今井 彰

(56)参考文献 特開2013-89663 (JP, A)

特開2013-175709 (JP, A)

米国特許出願公開第2010/0102470 (US, A1)

特開2009-65135 (JP, A)

特開2012-234913 (JP, A)

特開2010-239118 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027、21/30

B29C 59/00 - 59/06