

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6748496号
(P6748496)

(45) 発行日 令和2年9月2日 (2020.9.2)

(24) 登録日 令和2年8月12日 (2020.8.12)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/027 (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01)
B29C 33/38 (2006.01)H01L 21/30 502D
B29C 59/02 Z
B29C 33/38

請求項の数 20 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-130918 (P2016-130918)
 (22) 出願日 平成28年6月30日 (2016.6.30)
 (65) 公開番号 特開2018-6553 (P2018-6553A)
 (43) 公開日 平成30年1月11日 (2018.1.11)
 審査請求日 令和1年6月12日 (2019.6.12)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 篠田 健一郎
 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 山口 敏司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】モールド、インプリント方法、インプリント装置および物品製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上にインプリント材のパターンを形成するために用いられるモールドであって、
前記インプリント材を硬化させる硬化光が透過するパターン部と、
前記パターン部を取り囲む周辺部と、を含み、
前記周辺部に、前記インプリント材を硬化させる硬化光を減光し、且つ前記モールドを
介して被検物を検出するための検出光を透過させる膜が設けられており、
前記パターン部は、前記モールドと前記基板との位置合わせのために用いられるマーク
を含み、前記パターン部には、前記膜が設けられていないことを特徴とするモールド。

【請求項 2】

インプリント装置に用いるモールドであって、
インプリント材を硬化させる硬化光が透過するパターン部と、
前記パターン部を取り囲む周辺部と、を含み、
前記周辺部に、前記インプリント材を硬化させる硬化光を減光し、且つ前記モールドを
介して被検物を検出するための検出光を透過させる膜が設けられており、
前記膜は、前記硬化光の波長帯域の透過率が0%以上、1%以下であり、前記検出光の
波長帯域の透過率が10%以上、100%以下であることを特徴とするモールド。

【請求項 3】

インプリント装置に用いるモールドであって、
インプリント材を硬化させる硬化光が透過するパターン部と、

10

20

前記パターン部を取り囲む周辺部と、を含み、

前記周辺部に、前記インプリント材を硬化させる硬化光を減光し、且つ前記モールドを介して被検物を検出するための検出光を透過させる膜が設けられており、

前記膜は、500～800nmの波長帯域の波長の消衰係数に対する300～380nmの波長帯域の波長の消衰係数の比が1.8以上であることを特徴とするモールド。

【請求項4】

前記膜は、前記パターン部のパターンが形成されている面とは反対側の面に設けられていることを特徴とする請求項1ないし3の何れか1項に記載のモールド。 10

【請求項5】

前記膜は、前記パターン部のパターンが形成されている面に設けられていることを特徴とする請求項1ないし4の何れか1項に記載のモールド。 10

【請求項6】

前記膜は、前記モールドの表面に設けられた遮光膜を有することを特徴とする請求項1ないし5の何れか1項に記載のモールド。

【請求項7】

前記膜は、前記モールドに取り付けられた遮光部材であり、前記遮光部材は前記硬化光に対して透明な部材の表面に、前記硬化光を減光し前記検出光を透過させる遮光膜が設けられていることを特徴とする請求項1ないし5の何れか1項に記載のモールド。 10

【請求項8】

前記検出光を透過させる膜は、CrN、Cr₂O₃、またはTaNの何れか一つの材料より成ることを特徴とする請求項1ないし7の何れか1項に記載のモールド。 20

【請求項9】

前記検出光を透過させる膜は、誘電体多層膜、金属窒化物、または金属酸化物の何れか一つの材料より成ることを特徴とする請求項1ないし7の何れか1項に記載のモールド。

【請求項10】

前記被検物は、前記インプリント装置の基準マークを含むことを特徴とする請求項1ないし9の何れか1項に記載のモールド。 10

【請求項11】

前記被検物は、基板の上に供給されたインプリント材を含むことを特徴とする請求項1ないし10の何れか1項に記載のモールド。 30

【請求項12】

前記膜は、前記モールドのパターン部を基板上のインプリント材と接触させたときの前記周辺部に対応する領域のインプリント材を検出する検出光を透過させることを特徴とする請求項1ないし11の何れか1項に記載のモールド。

【請求項13】

前記膜は、前記硬化光としての紫外光を減光し、且つ、前記検出光としての可視光または赤外光を透過させることを特徴とする請求項1ないし12の何れか1項に記載のモールド。 10

【請求項14】

前記硬化光の波長と前記検出光の波長は異なることを特徴とする請求項1ないし13の何れか1項に記載のモールド。 40

【請求項15】

前記検出光を透過させる膜は、前記モールドから取り外し可能な部材であることを特徴とする請求項1ないし14の何れか1項に記載のモールド。

【請求項16】

インプリント材を硬化させる硬化光が透過するパターン部と該パターン部を取り囲む周辺部を含むモールドであり、前記周辺部に、前記インプリント材を硬化させる硬化光を減光し、且つ前記モールドを介して被検物を検出するための検出光を透過させる膜が設けられたモールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント方法であって、 50

前記モールドと前記基板を位置合わせする工程と、
前記モールドを前記インプリント材に接触させ、前記インプリント材を硬化させる工程と、を含み、

前記パターン部には前記膜が設けられておらず、モールドと前記基板の位置合わせにおいて、前記パターン部に設けられたマークが検出されることを特徴とするインプリント方法。

【請求項 17】

インプリント材を硬化させる硬化光が透過するパターン部と該パターン部を取り囲む周辺部に膜が設けられたモールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント方法であって、

前記モールドと前記基板を位置合わせする工程と、

前記モールドを前記インプリント材に接触させ、前記インプリント材を硬化させる工程と、を含み、

前記膜は、前記インプリント材を硬化させる硬化光を減光し、且つ前記モールドを介して被検物を検出するための検出光を透過させ、

前記膜は、前記硬化光の波長帯域の透過率が0%以上、1%以下であり、前記検出光の波長帯域の透過率が10%以上、100%以下であることを特徴とするインプリント方法。

【請求項 18】

インプリント材を硬化させる硬化光が透過するパターン部と該パターン部を取り囲む周辺部に膜が設けられたモールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント方法であって、

前記モールドと前記基板を位置合わせする工程と、

前記モールドを前記インプリント材に接触させ、前記インプリント材を硬化させる工程と、を含み、

前記膜は、前記インプリント材を硬化させる硬化光を減光し、且つ前記モールドを介して被検物を検出するための検出光を透過させ、

前記膜は、500～800nmの波長帯域の波長の消衰係数に対する300～380nmの波長帯域の波長の消衰係数の比が1.8以上であることを特徴とするインプリント方法。

【請求項 19】

請求項1ないし15の何れか1項に記載のモールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 20】

請求項16ないし18の何れか1項に記載のインプリント方法を用いて基板上にインプリント材のパターンを形成する工程と、

前記工程で前記パターンが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製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モールド、インプリント方法、インプリント装置および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス等を製造するためのインプリント技術では、パターンが形成されたモールドと基板上に供給されたインプリント材を接触させ、光を照射し、インプリント材を硬化させることで基板上にインプリント材のパターンを形成している。インプリント材を基板上に供給する際、基板上の全面や複数のショット領域にインプリント材を供給する方法がある。

【0003】

モールドのパターン部を基板上に供給されたインプリント材に接触させた後、インプリント材を硬化させるためにモールドを介して基板に光を照射する。この場合、パターン部直下のショット領域に隣接するショット領域に光が当たらないように、光の照射範囲を精度よく制御する必要がある。

【0004】

照射範囲を精度よく制御する方法として、特許文献1のモールドには、モールドの厚みが薄い凹部に、パターン部を取り囲むように遮光部が設けられている。また、特許文献2のモールドには、モールド下面にパターン部を取り囲むように遮光部が設けられている。

【0005】

一方で、特許文献3のインプリント装置には、モールドのパターン部の外側に設けられたモールド側マークと、基準板に設けた、モールドのパターン部の外側の領域の下方にある基準マークとを用いてモールドアライメントを実施している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2015-12034号公報

【特許文献2】特開2015-204399号公報

【特許文献3】特開2015-130384号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献3のようにモールドのパターン部の外側領域の下方にある基準マークをモールドを介して検出する場合、特許文献1や特許文献2に記載された照射範囲制御用の遮光部をモールドに設けることができなかった。また、モールドのパターン部の外側領域の下方にある隣のショット領域のインプリント材を検出したい場合、特許文献1や特許文献2に記載された照射範囲制御用の遮光部をモールドに設けることができなかった。

【0008】

そこで、本発明は、パターン部の外側領域の下方にあるマークやインプリント材等の検出と、インプリント材を硬化させる光の照射範囲制御とを両立させることができ可能なモールド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】

【0009】

本発明のモールドは、基板上にインプリント材のパターンを形成するために用いられるモールドであって、前記インプリント材を硬化させる硬化光が透過するパターン部と、パターン部を取り囲む周辺部と、を含み、周辺部に、前記インプリント材を硬化させる硬化光を減光し、且つ前記モールドを介して被検物を検出するための検出光を透過させる膜が設けられており、前記パターン部は、前記モールドと前記基板との位置合わせのために用いられるマークを含み、前記パターン部には、前記膜が設けられていないことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、パターン部を取り囲む周辺部の下方にあるマークやインプリント材等の検出と、インプリント材を硬化させる光の照射範囲制御とを両立させることができ可能なモールドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【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】第1実施形態の基準マークを用いる位置合わせ工程を示す図である。

【図3】第1実施形態のモールドを示す図である。

10

20

30

40

50

【図4】第1実施形態のインプリント処理を説明する図である。

【図5】従来のモールドMを用いたインプリント処理を説明する図である。

【図6】第1実施形態の遮光部の透過率を示す図である。

【図7】実施例1の遮光部が設けられたモールドを示す図である。

【図8】実施例2の遮光部が設けられたモールドを示す図である。

【図9】第2実施形態の遮光部を示す図である。

【図10】遮光膜の消衰係数(消光係数)特性を示す図である。

【図11】物品の製造方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

以下、本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において、同一の部材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。

【0013】

(第1実施形態)

(インプリント装置について)

まず、本発明の第1実施形態におけるインプリント装置100の構成について説明する。図1は、第1実施形態のインプリント装置100の構成を示した図である。インプリント装置は、基板上に供給されたインプリント材を型と接触させ、インプリント材に硬化用のエネルギーを与えることにより、型の凹凸パターンが転写された硬化物のパターンを形成する装置である。さらに、インプリント装置100は、半導体デバイスなどのデバイス製造に使用され、被処理体である基板W上のインプリント材RにモールドM(型)を用いて、パターンを形成する装置である。第1実施形態のインプリント装置100は、光の照射によってインプリント材を硬化させる光硬化法を採用するものとする。以下の図において、基板WおよびモールドMの面内の互いに直交する方向をX軸およびY軸とし、X軸とY軸とに垂直な方向をZ軸として説明する。

20

【0014】

インプリント装置100は、照明系1と、アライメント光学系2と、観察光学系3と、基板Wを保持する基板ステージ5(基板保持部)と、モールドMを保持するモールド保持部6(型保持部)とを備える。さらに、インプリント装置100の各部の動きを制御する制御部25を備える。

30

【0015】

モールドMは、基板Wに対向する面に所定のパターンMp(例えば、回路パターン等の凹凸パターン)が3次元状に形成されている。モールドMは、インプリント材を硬化させ光(例えば紫外光)を透過させることができ可能な材質(石英など)からなる。基板Wは、例えば、単結晶シリコンからなる被処理体であり、インプリント処理が行われる前に、インプリント材Rが被処理面の全面に塗布される。基板Wにインプリント材Rを塗布する工程は、インプリント装置100の外部における塗布装置によって行われているが、それに限られるものではない。例えば、インプリント装置100にインプリント材Rを塗布する塗布部を備えておき、インプリント処理が行われる前に、その塗布部によって基板の全面にインプリント材Rを予め塗布してもよい。インプリント材は基板の全面に限らず、一度に複数のショット領域(パターン形成領域)に塗布されてもよいし、ショット領域毎に塗布されてもよい。

40

【0016】

インプリント材Rには、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は、電磁波、熱等が用いられる。電磁波としては、例えば、その波長が10nm以上1mm以下の範囲から選択される、赤外線、可視光線、紫外線などの光である。

【0017】

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る。このうち、光により硬化する光硬化性組成物は、重合性化合物と光重合開始剤とを少なくとも

50

含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を含有してもよい。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。

【0018】

インプリント材Rは、スピンドルコーターにより基板上に膜状に付与される。或いは液体噴射ヘッドにより、液滴状、或いは複数の液滴が繋がってできた島状又は膜状となって基板上に付与されてもよい。インプリント材の粘度(25における粘度)は、例えば、1mPa·s以上、100mPa·s以下である。

【0019】

基板は、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられ、必要に応じて、その表面に基板とは別の材料からなる部材が形成されていてもよい。基板としては、具体的に、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスなどである。

【0020】

基板ステージ5は、例えば真空吸着力や静電力により基板Wを保持する基板保持手段である。基板ステージ5には、基板Wを保持する基板チャックと、基板WをXY平面に沿った方向に移動させる基板駆動機構が含まれる。さらに、基板ステージ5にはステージ基準プレート7が配置され、ステージ基準プレート7には、インプリント装置100の基準マーク12(被検物)が形成されている。

【0021】

モールド保持部6は、例えば真空吸着力や静電力によりモールドMを保持するモールド保持手段である。モールド保持部6には、モールドMを保持するモールドチャックと、基板W上のインプリント材にモールドMを押し付けるためにモールドチャックをZ軸方向に移動させるモールド駆動機構が含まれる。さらに、モールド保持部6は、モールドM(パターンMp)をX軸方向およびY軸方向に変形させるモールド変形機構が含まれていてもよい。なお、インプリント装置100における押印および離型の各動作は、モールドMをZ方向に移動させることで実現してもよいが、例えば、基板ステージ5(基板W)をZ方向に移動させることで実現してもよく、または、その両方を移動させてよい。

【0022】

照明系1は、モールドMと基板W上のインプリント材Rとを接触させる押印工程の後に、インプリント材Rを硬化させる硬化光(紫外光)を照射する。照明系1は、光源と、光源から射出される紫外光を被照射面となるモールドMのパターンMpに対して所定の形状で均一に照射するための複数の光学素子とから構成される。特に、照明系1による光の照射領域(照明範囲)は、パターンMpが形成されている領域(パターン部)と同程度であることが望ましい。これは、照射領域を必要最小限とすることで、照射に伴う熱に起因してモールドMまたは基板Wが膨張し、インプリント材Rに転写されるパターンに位置ズレや歪みが発生することを抑えるためである。光源には、例えば、高圧水銀ランプ、各種エキシマランプ、エキシマレーザまたは発光ダイオード、レーザダイオードなどが採用可能である。照明系1の光源は、被受光体であるインプリント材の特性に応じて適宜選択されるが、本発明は、光源の種類、数、または波長などにより限定されるものではない。

【0023】

アライメント光学系2は、モールドMと基板Wとの位置合わせのための計測を担う。アライメント光学系2は、モールドMに形成されたモールド側マーク10と基板Wに形成された基板側マーク11を光学的に検出して、モールドMと基板Wの相対位置を計測するための光学系である。また、アライメント光学系2は、モールドMのモールド側マーク10とステージ基準プレート7の基準マーク12を光学的に検出して、モールドMとステージ基準プレート7の相対位置も計測する。モールドMのモールド側マーク10とインプリント装置100の基準マーク12を検出することにより、インプリント装置100に対するモールドMの位置を計測することができる。

【0024】

アライメント光学系2は、駆動可能なスコープを構成する受光ユニット2aを複数有し

10

20

30

40

50

ており、受光ユニット 2 a はモールド側マーク 1 0 もしくは基板側マーク 1 1 の位置に合わせて、X 軸方向およびY 軸方向に駆動可能に構成されている。例えば、ステージ基準ブレート 7 に基準マーク 1 2 が、パターン M p が形成されているパターン部の 4 隅に形成されると、モールド M のパターン部の形状を計測することができる。さらに、マークの位置にスコープの焦点を合わせるために Z 軸方向にも駆動可能なよう構成されている。また、光学部材 (2 1 , 2 2 , 2 3 , 3 1) はリレー光学系を構成しており、基板 W 面と共に役な面を位置 C に形成（結像）している。

【 0 0 2 5 】

基板 W には多種多様の物質が多層膜状に形成され、基板 W の基板側マーク 1 1 はその多層膜の任意の階層に形成されることが一般的である。そのため、アライメント光学系 2 の波長帯域が狭く、光が弱め合う干渉条件の波長であった場合、基板 W の基板側マーク 1 1 からの信号が微弱となって位置合わせが困難となる。

【 0 0 2 6 】

従って、アライメント光学系 2 に使用する光は、インプリント材 R が硬化（感光）しない波長で、なるべく広い波長帯域であることが望ましい。アライメント光学系 2 に使用する光は、例えば、400 ~ 2000 nm の波長帯域であることが望ましいが、少なくとも 500 ~ 800 nm の波長帯域であることが望ましい。アライメント光学系 2 で使用する光源としては、例えば、発光波長帯域の広いランプを採用しても良い。また、発光波長帯域が数十 nm、数 nm の光源（発光ダイオード、レーザダイオード等）を、複数組み合わせることで、広い波長帯域を網羅しても良い。

【 0 0 2 7 】

制御部 2 5 は、アライメント光学系 2 で計測されたモールド M と基板 W の相対位置情報に基づいて、基板ステージ 5 やモールド保持部 6 、モールド変形機構を制御する。また、モールド M が交換された場合など、図 2 のように、モールド側マーク 1 0 と基準マーク 1 2 を検出して相対位置を調整している。この調整を行うことにより、基板 W が搬入されたときにインプリントすべきショット領域とモールド M とがアライメント光学系 2 の視野に入るようになり、ショット領域とモールド M とのアライメントが可能となる。また、モールド M のパターン部の形状を補正することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

観察光学系 3 は、基板 W のショット領域の全体を撮像する撮像系（カメラ）であって、インプリント処理（インプリント材）の状態を検出するために用いられる。ここで、観察光学系 3 の被検物としては、基板上のインプリント材や位置合わせのためのアライメントマークである。検出されるインプリント処理の状態としては、モールド M へのインプリント材 R の充填状態やモールド M のインプリント材 R からの離型状態などである。ここで、観察光学系 3 の計測対象は、基板上のインプリント材、モールド M のパターン M p もしくは基板 W の表面、または、モールド M と基板 W が近接している場合のパターン面 M p と基板 W の表面である。観察光学系 3 の視野は、パターン M p の領域よりも広い。そのため、パターンを形成する対象のショット領域に隣接するショット領域を観察したり、ショット領域の周辺のインプリント材の状態を検出したりすることができる。パターン M p の領域の周辺は、パターンが無いため、モールド M を透過して基板 W やインプリント材 R の状態を観察することが可能となる。このように、パターン M p の領域の周辺は、モールド M を透過してマークやインプリント材を検出する場合がある。

【 0 0 2 9 】

観察光学系 3 に用いられる観察光（検出光）は、アライメント光学系 2 に用いられる光の波長帯域ほどの広い波長帯域は必要とせず、インプリント材 R が硬化（感光）しない波長であればよい。また、観察光学系 3 の検出光に伴う熱に起因してモールド M または基板 W が膨張する恐れがある。そこで、インプリント材 R に形成されるパターンに位置ズレや歪みが発生することを抑えるため、観察光は観察可能な範囲で微弱であることが望ましい。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

インプリント装置 100 には、照明系 1 とアライメント光学系 2 と観察光学系 3 のそれぞれに作用する、共通の光学部材 21 および光学部材 31 が構成されている。共通の光学部材 31 は、アライメント光学系 2 からの光を反射し、照明系 1 からの硬化光と観察光学系 3 からの観察光を透過させる作用を有している。共通の光学部材 21 と光学部材 31 は硬化光である紫外光に対して十分に高い透過率を有する部材（例えば、石英や萤石）で構成されている。

【0031】

共通の光学部材 31 は、例えばダイクロイックミラーであり、波長帯域が 500 ~ 2000 nm における光の反射率が高く、波長帯域が 200 ~ 500 nm における光の透過率が高い特性を有している。反射率が高い波長帯域は 500 ~ 2000 nm に限らず、広い方が望ましいが、製造上の制約などで、600 ~ 900 nm や、500 ~ 800 nm であってもよい。同様に、透過率の高い波長帯域は、200 ~ 500 nm に限らず、広い方が望ましいが、例えば 300 ~ 600 nm や、300 ~ 500 nm であってもよい。

【0032】

光学部材 32 は、照明系 1 からの硬化光を反射し、観察光学系 3 からの検出光を透過させる作用を有している。例えば、ダイクロイックミラーであり、400 nm 以下（200 ~ 400 nm、もしくは 300 ~ 400 nm）の波長の光の反射率が高く、400 nm 以上（400 ~ 500 nm、もしくは 400 ~ 600 nm）の波長の光の透過率が高い特性を有している。波長の閾値は 400 nm に限らず、380 nm や、420 nm であってもよい。このように、第 1 実施形態のインプリント装置 100 は、照明系 1 からの硬化光の波長帯域は紫外領域であり、アライメント光学系 2 からのアライメント光（検出光）の波長帯域は、硬化光よりも長波長である。そして、観察光学系 3 からの観察光の波長帯域は、硬化光とアライメント光の間である。

【0033】

以上の構成とすることで、インプリント材を硬化させる波長の硬化光と、広い波長帯域が必要なアライメント光が共存しつつ、ショット領域を観察するための観察光とが併用可能なインプリント装置を提供することが可能となる。

【0034】

（モールドについて）

図 3 は、第 1 実施形態のモールド M の断面図である。モールド M は、第 1 部分 40 と第 2 部分 41 とを含む。第 1 部分 40 は、パターン M p が設けられたパターン部 40a（メサ部）とパターン部 40a を取り囲む周辺部 40b（オフメサ部）とを含む第 1 面 4a1 と、第 1 面 4a1 の反対側の第 2 面 4a2 とを有する。第 2 部分 41 は、第 1 部分 40 を取り囲み、かつ第 1 部分 40 よりモールド M の厚み（Z 方向）が厚くなるように構成される。また、パターン部 40a（メサ部）は、基板 W に向かって突出した構成（凸型）となっている。パターン部 40a にはパターン M p を囲むようにスクライブラインが配置されていることがある。モールド M の位置合わせに用いられるモールド側マーク 10 はスクライブライン上に形成されていることが多い。本実施形態では、モールドのパターン部はパターン M p とスクライブラインが含まれているものとする。このように構成されたモールド M には、第 1 部分 40 の第 2 面 4a2 と第 2 部分 41 の内側の第 3 面 4a3 とによって凹部 4c（キャビティ、コアアウト）が形成される。このようにモールド M に凹部 4c を形成することで、凹部 4c 内の圧力（例えば気圧）を変えたときにモールド M の第 1 部分 40（第 1 面 4a1）が変形しやすくなっている。

【0035】

（インプリント処理について）

次に、図 4 を用いてインプリント装置 100 によるインプリント処理について説明する。インプリント処理が開始されると、第 1 実施形態のモールド M がインプリント装置 100 に搬入され、モールド保持部 6 によって保持される（S401）。このとき、図 2 に示す状態で、アライメント光学系 2 の受光ユニット 2a が、モールド側マーク 10 と基準マーク 12 を検出し、基板ステージ 5 に対するモールド M の位置合わせを行う（S401）。

10

20

30

40

50

。その際、ステージ基準プレート7の基準マーク12は、モールドMを透過して検出するが、モールドのパターンがあると基準マーク12が検出しにくい。そのため、基準マーク12は、パターンやマークが形成されていないオフメサ部（図3の40b）を透過する位置に形成されている。

【0036】

次に、基板搬送部（不図示）により基板Wがインプリント装置100に搬入され、基板Wは基板ステージ5に保持される（S402）。基板Wに形成されたショット領域（パターン形成領域）がモールドMのパターンMpの直下に配置される（位置する）ように、基板ステージ5を移動させる（S403）。ここでは、基板Wの全面にインプリント材Rを予め塗布しておき、インプリント材Rが全面に塗布された基板Wにおける複数のショット領域の各々に対してインプリント処理を順次行っていく。第1実施形態では、基板Wの全面に予めインプリント材Rが供給されている場合について説明しているが、インプリント装置100内でショット領域にインプリント材Rを供給する場合は、S402とS403の間に供給工程（塗布工程）が含まれていてもよい。

10

【0037】

次に、モールド保持部6の駆動機構を駆動させ、基板W上のインプリント材RにモールドMを接触させる（S404・押印工程）。モールドMに接触したインプリント材Rは、モールドMに形成されたパターンMpの凹凸パターンに沿って流動する（S405・充填工程）。モールドMとインプリント材Rが接触した状態で、モールド側マーク10および基板側マーク11をアライメント光学系2が検出する。アライメント光学系2の検出結果に基づいて基板ステージ5を駆動させることにより、基板WとモールドMの位置合わせを行う（S406）。また、アライメント光学系2の検出結果に基づいて、モールド変形機構によりモールドM（ショット領域）を変形させる補正や、基板Wに熱を加えることによりショット領域を変形させる補正を実施してもよい（S407）。

20

【0038】

モールドMと基板Wの位置合わせがなされた段階で、照明系1はモールドMの背面（上面）からインプリント材Rに紫外光を照射することで、インプリント材Rを硬化させる（S408・硬化工程）。インプリント材Rを硬化させた後、モールド保持部6の駆動機構を駆動させ、モールドMを硬化したインプリント材Rから引き離す（S409・離型工程）。モールドMをインプリント材Rから引き離すことにより、基板Wのショット領域上にインプリント材Rのパターンが形成される。つまり、モールドMに形成された凹凸形状のパターンMpが基板W上に転写される。さらに、第1実施形態のインプリント処理は、S404の押印工程からS409の離型工程の間の少なくとも一部において、観察光学系3はパターン部を観察することができる（S410）。観察光学系3の検出視野内において、インプリント処理の各工程で異常が発生していないかを観察することができる。

30

【0039】

第1実施形態に示すインプリント処理は、基板Wの全面にインプリント材Rを予め塗布しておき、インプリント材Rが全面に塗布された基板Wにおける複数のショット領域の各々に対してインプリント処理を順次行っていく。

40

【0040】

しかし、図5（a）に示すように、パターンMpをインプリント材Rに接触させた状態で、ショット領域50aに硬化光（図中灰色部）を照射すると、基板WやモールドMの表面で硬化光が反射する。硬化光の反射により、モールドMやインプリント装置内の共通の光学部材21で再び反射し（図中点線矢印）、基板W上のショット領域50aの周辺領域50bに反射した光（フレア光ともいう）が到達してしまう恐れがある。

【0041】

その結果、図5（b）に示すように、ショット領域50aに供給されたインプリント材Rだけでなく、ショット領域50aの周辺領域50bや隣接ショット領域50cに塗布されたインプリント材Rも硬化してしまう恐れがある。例えば、図5（b）に示すように、ショット領域50aに供給されたインプリント材R1が硬化するのに加えて、周辺領域5

50

0 b や隣接ショット領域 50 c に塗布されたインプリント材 R 2 が半硬化状態であることを示している。ここで、周辺領域 50 b とは、ショット領域とショット領域の間の領域であり、例えばスクリューブラインとすることができます。このように周辺領域 50 b や隣接ショット領域 50 c におけるインプリント材 R が硬化もしくは半硬化状態になると、この後にインプリントを行う隣接ショット領域 50 c において、インプリント処理が正常に行うことことができなくなる。

【0042】

(実施例1)

そこで、第1実施形態におけるモールド M の凹部には、図3に示すように、周辺部 40 b (オフメサ部) のうち基板 W に対向する面の反対側の面に遮光部 9 が設けられている。
10 遮光部 9 は、モールド M に入射した硬化光がパターン M p のパターン部 40 a を透過するように、パターン部 40 a の周囲に設けられている。ただし、遮光部 9 が、例えばクロムなどの金属膜で構成されると、硬化光(紫外光)のみならず、アライメント光や観察光(可視～赤外光)も遮光されてしまうため好ましくない。

【0043】

そこで、本発明の遮光部 9 は、硬化光は遮光するが、観察光またはアライメント光は透過する特性を有している。遮光部 9 にこの特性を有することで、周辺領域 50 b や隣接ショット領域 50 c に硬化光が照明されないように遮光しつつ、観察光により周辺領域 50 b や隣接ショット領域 50 c を観察することができる。また、硬化光を遮光しつつ、インプリント装置 100 の基準マーク 12 や周辺領域 50 b や隣接ショット領域 50 c に配置されたマーク(アライメントマーク)を検出することができる。このように、第1実施形態の遮光部 9 は遮光膜 9 a からなり、紫外光を遮光し、可視から赤外光の波長帯域の光は透過する特性を有する材料であることが望ましい。遮光膜 9 a は、例えば、誘電体多層膜 (Al₂O₃、SiO、MgF₂) や、CrN、TaNなどの金属窒化物、Cr₂O₃、TiOなどの金属酸化物などの材料で構成されうる。
20

【0044】

図6は、遮光膜 9 a をモールド M に設けた場合の分光透過率特性を示したものである。図6は、横軸が波長を示し縦軸が透過率を示している。遮光膜 9 a として、モールド M に、膜厚 210 nm の CrN を設けた場合、膜厚 1000 nm の Cr₂O₃ を設けた場合、膜厚 120 nm の TaN を設けた場合を示している。本発明で必要とされる透過率特性は、紫外領域の透過率をなるべく小さく(好ましくは波長 400 nm 以下で 1% 以下と)し、可視から赤外領域の透過率をなるべく大きく(好ましくは波長帯域 500 ~ 800 nm で 10% 以上と)する。遮光膜 9 a とするそれぞれの材料について膜厚を比較すると、必要な膜厚が異なることを示している。遮光膜 9 a の特性として、例えば、波長帯域 380 nm 以下の光の透過率を 0% 以上、1% 以下とし、波長帯域 500 ~ 800 nm の光の透過率を 10% 以上、100% 以下としている。
30

【0045】

遮光膜 9 a として利用できる材料は図6のように、それぞれの材料について分光透過率特性を求めることで、判断することができる。また、透過率は各材料の消衰係数(消光係数)と結びつきが強く、遮光膜 9 a として利用できる材料を消衰係数によって求めることも可能である。図10は、図6に示した各材料(CrN、Cr₂O₃、TaN)の消衰係数(消光係数)を縦軸に示したもので、横軸は波長である。
40

【0046】

CrN の消衰係数は、硬化光の波長帯域(例えば 300 ~ 400 nm)で 0.67 以上、アライメント光の波長帯域(例えば 500 ~ 800 nm)で 0.21 以下であり、硬化光は透過しにくく、アライメント光や観察光は透過しやすい特性となっている。同様に、Cr₂O₃ の消衰係数は、300 ~ 400 nm で 0.10 以上、500 ~ 800 nm で 0.02 以下である。同様に、TaN の消衰係数は、300 ~ 400 nm で 1.10 以上、500 ~ 800 nm で 0.61 以下である。いずれも、硬化光は透過しにくく、アライメント光や観察光は透過しやすい特性となっている。
50

【0047】

ここで、300～380nmの波長帯域の消衰係数を[κ_a]、500～800nmの波長帯域の消衰係数を[κ_b]とし、[κ_a] / [κ_b]との関係をまとめると、表1のようになる。

【0048】

【表1】

表1

	[κ_a]	[κ_b]	[κ_a] / [κ_b]
Cr ₂ O ₃	0.10以上	0.02以下	5.0以上
CrN	0.67以上	0.21以下	3.2以上
TaN	1.10以上	0.61以下	1.8以上

10

【0049】

以上から、遮光部9の材料は、[κ_a]が0.1以上（好ましくは、0.5以上）で、[κ_a] / [κ_b]が1.8以上（好ましくは、3.0以上）となる条件であることが望ましい。

【0050】

図7は、遮光部9が設けられた第1実施形態の実施例1のモールドMを示す図である。モールドMは、インプリント装置100において用いられる。図7に示すようにモールドMは、モールドMの第2面4a2においてパターン部40aを囲むように遮光部9（遮光膜9a）が設けられている。図7(a)は、モールドMをZ方向から見たときの図であり、二点破線は照明系1の照明視野（照明系1の硬化光1aが照明する領域）を示す。また、図中の点線は、硬化光1aのフレア光が到達する領域1bを示す。

20

【0051】

図7(b)は、モールドMと基板W上のインプリント材Rとを接触させ、インプリント材RにモールドMを介して硬化光1aと観察光3a（検出光）を照射している様子を示す図である。図7の遮光膜9aは、硬化光がパターンM_pを透過するように構成されている。そして、遮光膜9aにより周辺領域50bや隣接ショット領域50cが照明されないように硬化光1a（フレア光を含む）を遮光している。一方、観察光3aは遮光膜9aを透過するため、パターン部40aの周辺部である周辺領域50bや隣接ショット領域50cの観察が可能となっている。

30

【0052】

図7(c)は、モールドMとステージ基準プレート7の位置合わせ工程を示す図である。基板ステージ5に設けられたステージ基準プレート7の基準マーク12は、モールドMにおけるパターンが形成されていない周辺部40b（オフメサ部）の下になるように配置されている。そして、アライメント光学系2は、アライメント光2b（検出光）を照明することによって、モールドMのパターンM_pが形成されたパターン部40aに形成されたモールド側マーク10とステージ基準プレート7の基準マーク12を検出する。そして、マークの検出結果に基づいてモールドMとステージ基準プレート7（基準マーク12）位置合わせを行う。このようにモールドMは、遮光膜9aにより周辺領域50bや隣接ショット領域50cが照明されないように硬化光1a（フレア光を含む）を遮光している。一方、アライメント光2bや観察光3aは遮光膜9aを透過するため、周辺領域50bに形成されたインプリント装置の基準マーク12を検出したり、隣接ショット領域50cの状態を観察したりすることができる。

40

【0053】

(実施例2)

図8は、遮光部9が設けられた第1実施形態の実施例2のモールドMを示す図である。モールドMは、インプリント装置100において用いられる。図8(a)に示すようにモ

50

ールドMは、モールドMの第1面4a1においてパターンM_pが形成されたパターン部40aを囲むように遮光部9（遮光膜9a）が設けられている。実施例1のモールドは、モールドMの第2面4a2にパターン部40aを取り囲むように遮光部9（遮光膜9a）が設けられている場合について説明した。図8（a）のように、遮光部9はモールドMの第2面4a2に限られず、モールドMの第1面4a1に設けても良い。さらに、遮光膜9aは、図8（b）に示すように、モールドMの第1面4a1および第2面4a2の周辺部40b（オフメサ部）に対応する領域に形成されてもよい。実施例1と同様に、実施例2の遮光膜9aは、硬化光は遮光するが、観察光またはアライメント光は透過する特性を有している。

【0054】

10

図8に示したモールドMのように遮光膜9aを形成することにより、ショット領域の周辺に硬化光が照射されることを低減することができる。モールドMの第1面4a1に遮光膜9aを設けることは、より基板の表面に近いに遮光部9を配置することができる。そのため、モールドMの第2面4a2に斜めから入射した硬化光を遮光することができ、斜めから入射した光によって周辺領域50bが照明されないようにすることができる。実施例2も同様に、周辺領域50bに照射される硬化光を遮光とともに、アライメント光2bを透過させることにより、ショット領域50aの周辺部に設けられたインプリント装置の基準マークを検出したり、周辺部の様子を観察したりすることができる。

【0055】

20

（第2実施形態）

次に、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実施形態では、遮光部9は、モールドMの表面に設けられた遮光膜9aとして構成されているが、第2実施形態では、遮光部9は、モールドMの凹部4cに取り外しできるように構成された遮光部材9bとして構成される。

【0056】

以下、遮光部9として構成された遮光部材9bについて説明する。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と比べて、遮光部9以外の装置構成が同じであるため、ここでは遮光部9以外の装置構成についての説明を省略する。

【0057】

30

図9は、第2実施形態のインプリント装置において用いられるモールドMと遮光部材9bとを示す図である。図9（a）は、モールドMと遮光部材9bをZ方向から見たときの図を示す。図9（b）は、図9（a）における断面A-A'を示した図であり、モールドMと遮光部材9bの断面図である。遮光部材9bは、上述したように、モールドMの凹部4cから取り外しできるように構成されている。

【0058】

遮光部材9bには、モールドMの凹部4cに設けられたピン4eに対応する位置に貫通穴17が形成されている。そして、遮光部材9bは、その貫通穴17にピン4eを貫通させることによってモールドMに固定されており、モールドMに対する、基板Wの面と平行な面方向（XY方向）に沿ったずれ量を許容範囲に收めることができる。このように遮光部材9bを構成する場合、例えば、モールドMに対するXY方向のずれ量を、±5μmの許容範囲に收まることができる。

40

【0059】

遮光部材9bは、インプリント材を硬化させる硬化光は遮光するが、観察光およびアライメント光を透過させる特性を有している。遮光部材9bは、硬化光が通過する開口18が設けられている。開口18を通過した硬化光はパターンM_p（パターン部40a）を照明することができる。このような遮光部材9bを構成することにより、インプリント装置100は、パターン部に形成されたパターンM_pを転写すべきショット領域50aに硬化光を照射しつつ、周辺領域50bに硬化光が照射されることを低減することができる。更に、周辺領域50bや隣接ショット領域50cにおけるインプリント工程の観察機能や、

50

パターン部 40a の領域外に形成されたマークの検出が可能となる。

【0060】

ここで、遮光部材 9b は、石英など観察光やアライメント光、硬化光に対して透明な部材を用いて、開口 18 以外の領域に遮光膜が設けられている。遮光膜は、硬化光として紫外光を遮光し、観察光やアライメント光として可視光や赤外光を透過させる特性を有する材料であることが望ましい。例えば、石英に誘電体多層膜や、CrN などの金属窒化物、Cr₂O₃、TiO などの金属酸化物で構成されうる。材料は、これらに限られるものではなく、インプリント材 R を硬化させる硬化光を遮光しつつ、アライメント光や観察光を透過することができれば良い。

【0061】

10

第 2 実施形態のインプリント装置では、遮光部 9 として、モールド M の凹部 4c から取り外しできるように構成された遮光部材 9b が用いられる。このように構成された遮光部材 9b を遮光部 9 として用いることにより、モールド M を洗浄する際、モールド M から遮光部材 9b を取り外すことができる。そのため、モールド M の洗浄する際に遮光部 9 も剥がれてしまう恐れを低減することができる。

【0062】

ここで、第 1 実施形態において遮光部 9 として用いた遮光膜 9a と、第 2 実施形態において遮光部 9 として用いた遮光部材 9b を併用してもよい。

【0063】

20

(その他)

上述の何れの実施形態も、基板 W の全面にインプリント材 R が塗布されている基板を用いたが、それに限らず、インプリント材 R が塗布されていない基板 W をインプリント装置 100 に搬入しても良い。インプリント装置 100 に設けられた供給部（ディスペンサー）によって、インプリント材 R を所望の数のショット領域上に塗布してもよい。

【0064】

本発明は隣接ショットに積極的にインプリント材が供給されない場合であっても、例えば、パターンを形成するショット領域からはみ出したインプリント材が存在することがある。そのため、このような場合にも、本発明のモールド M を用いることによって周辺領域上のインプリント材を硬化させることなく、ショット領域上にパターンを形成することができる。

30

【0065】

(物品製造方法)

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。

【0066】

40

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。

【0067】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図 11 (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。

【0068】

図 11 (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 1z 上のインプリント材 3z に向け、対向させる。図 11 (c) に示すように

50

、インプリント材 3 z が付与された基板 1 z と型 4 z とを接触させ、圧力を加える。インプリント材 3 z は型 4 z と被加工材 2 z 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 4 z を透して照射すると、インプリント材 3 z は硬化する。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 (d) に示すように、インプリント材 3 z を硬化させた後、型 4 z と基板 1 z を引き離すと、基板 1 z 上にインプリント材 3 z 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 3 z に型 4 z の凹凸パターンが転写されたことになる。

【 0 0 7 0 】

図 1 1 (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 2 z の表面のうち、硬化物が無いか或いは薄く残存した部分が除去され、溝 5 z となる。図 1 1 (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 2 z の表面に溝 5 z 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。

【 0 0 7 1 】

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ず、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。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

- 1 照明系
- 2 アライメント光学系
- 3 観察光学系
- 5 基板ステージ
- 6 モールド保持部
- 7 ステージ基準プレート
- M モールド
- W 基板
- R インプリント材
- 9 遮光部

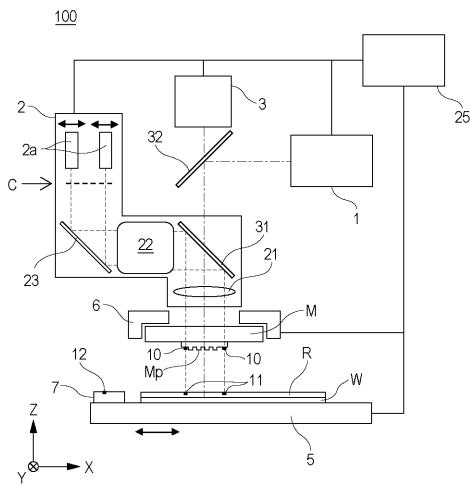
1 0 0 インプリント装置

10

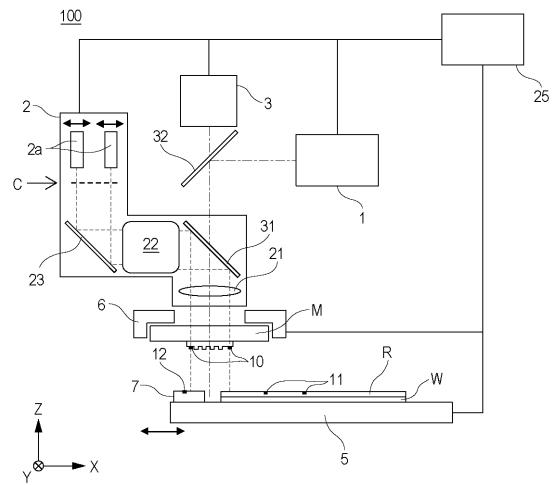
20

30

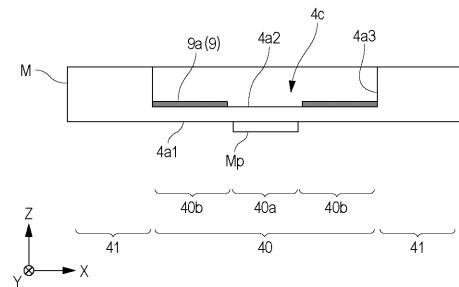
【図1】



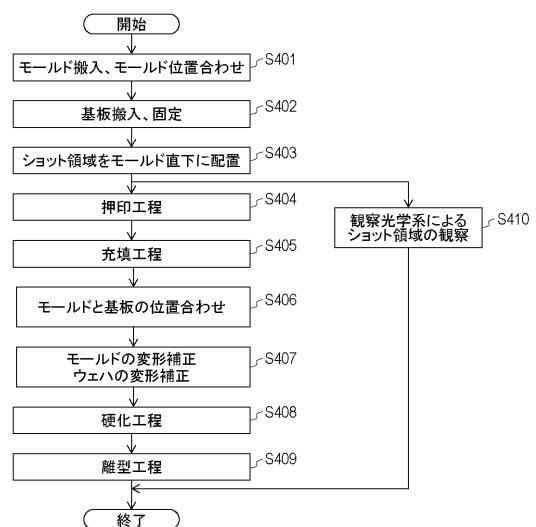
【図2】



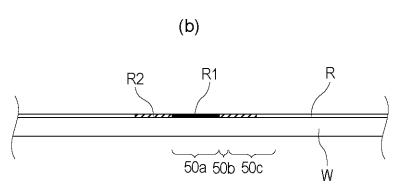
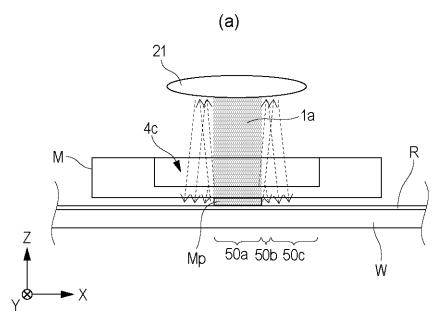
【図3】



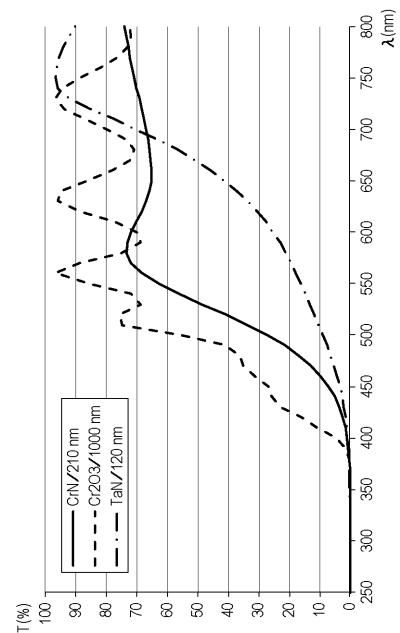
【図4】



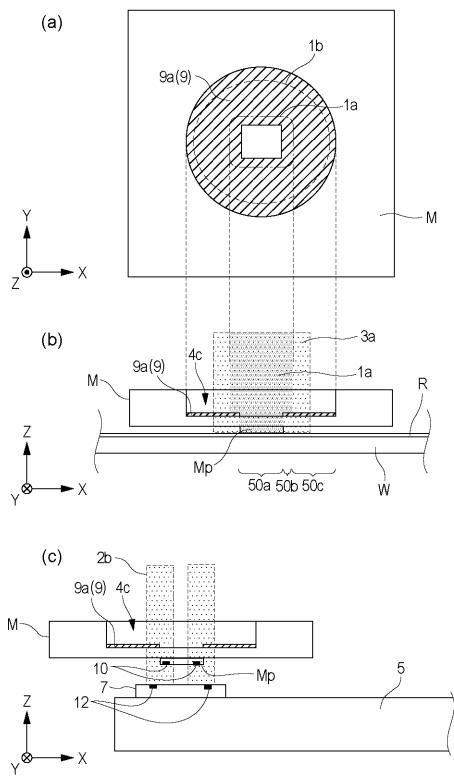
【図5】



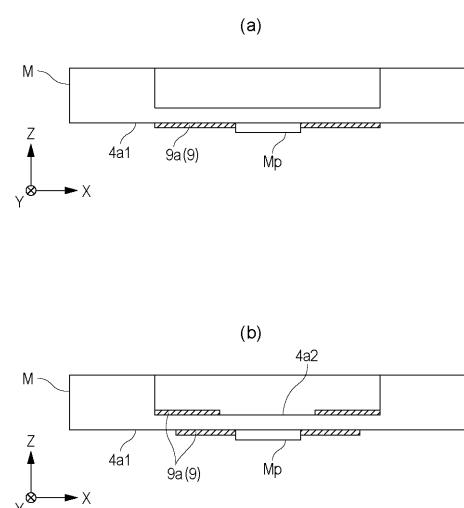
【図6】



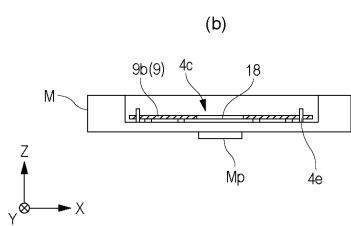
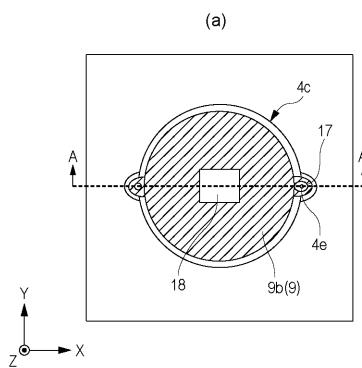
【図7】



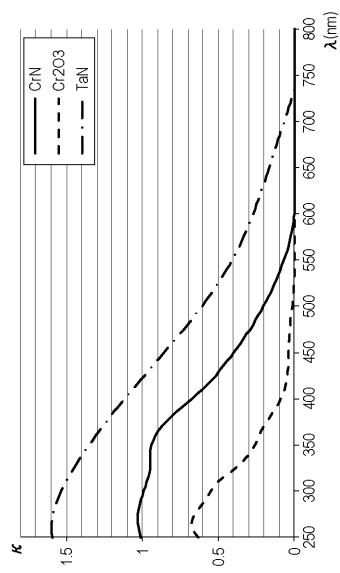
【図8】



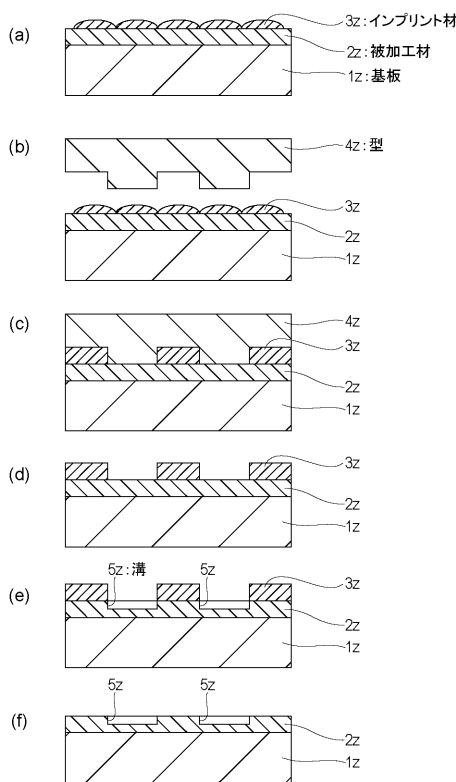
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-144193(JP,A)
特開2009-023113(JP,A)
特開2015-012034(JP,A)
特開2016-028442(JP,A)
特開2002-303967(JP,A)
韓国公開特許第10-2010-0050508(KR,A)
韓国公開特許第10-2015-0007956(KR,A)
特開2010-258326(JP,A)
特開2009-212449(JP,A)
特開2015-092599(JP,A)
特開2015-130384(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
B29C 33/38
B29C 59/02