

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-34584

(P2010-34584A)

(43) 公開日 平成22年2月12日 (2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 O 2 D	5 F O 4 6
G O 3 F 7/20 (2006.01)	G O 3 F 7/20 5 2 1	

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-254998 (P2009-254998)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社
(22) 出願日	平成21年11月6日 (2009.11.6)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(62) 分割の表示	特願2009-95495 (P2009-95495) の分割	(74) 代理人	100105289 弁理士 長尾 達也
原出願日	平成18年7月14日 (2006.7.14)	(72) 発明者	寺崎 敦則 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
(31) 優先権主張番号	特願2005-258034 (P2005-258034)	(72) 発明者	関 淳一 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
(32) 優先日	平成17年9月6日 (2005.9.6)	(72) 発明者	末平 信人 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
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モールド、インプリント方法、及びチップの製造方法

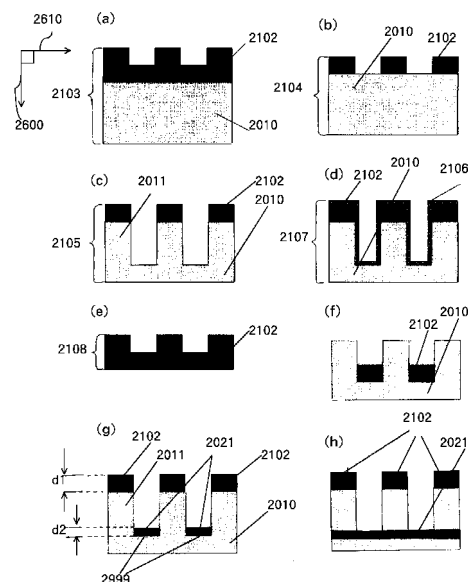
(57) 【要約】

【課題】 モールドと被加工物間に光硬化樹脂を介在させた状態でも、モールドと被加工物とを精度高く位置あわせができるモールドを提供する。

【解決手段】 モールドであって、
第1の材料を含み構成される基板と、
該基板上に設けられており、且つ該第1の材料とは異なる第2の材料を含み構成されているアライメントマークと、
を備え、
前記第1及び第2の材料は、可視光の少なくとも一部の波長域および紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有し、且つ波長633nmの可視光に対する前記第2の材料の屈折率は、1.7以上である構成とする。

【選択図】

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モールドであって、

第 1 の材料を含み構成される基板と、

該基板上に設けられており、且つ該第 1 の材料とは異なる第 2 の材料を含み構成されているアライメントマークと、

を備え、

前記第 1 及び第 2 の材料は、可視光の少なくとも一部の波長域および紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有し、且つ波長 633nm の可視光に対する前記第 2 の材料の屈折率は、1.7 以上であることを特徴とするモールド。

10

【請求項 2】

前記基板上に、前記アライメントマークを構成する前記第 2 の材料からなる部材が配置されており、該部材は、前記モールドの厚さ方向に垂直な方向に、該部材の厚さを変えて配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 3】

前記部材は、前記モールドの厚さ方向に垂直な方向に、第 1 の厚さと第 2 の厚さとを備えており、該第 2 の厚さは、ある厚さを有するか、厚さゼロであることを特徴とする請求項 2 に記載のモールド。

【請求項 4】

前記基板上に、前記アライメントマークを構成する前記第 2 の材料からなる部材が配置されており、前記モールドの凹部と凸部とにおける該部材の厚さが異なることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

20

【請求項 5】

前記アライメントマークとして、前記第 2 の材料を含み構成される凸部を有する部材が、前記基板上に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 6】

前記アライメントマークとして、前記第 2 の材料を含み構成される部材が、前記基板上に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 7】

前記アライメントマークとして、前記第 2 の材料を含み構成される部材が、凸部を有する前記基板の該凸部に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

30

【請求項 8】

前記第 2 の材料を含み構成される部材が、前記アライメントマークとして、凹部を有する前記基板の該凹部に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 9】

前記第 1 の材料は、シリコン酸化物、フッ化カルシウム、ガラスから選択されることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 10】

前記第 2 の材料は、窒化シリコン、チタン酸化物、酸化アルミニウム、インジウム錫酸化物、酸化亜鉛から選択されることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

40

【請求項 11】

前記アライメントマークを有する領域と、インプリントパターン領域との層構成が同じであることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 12】

前記アライメントマークを有する領域と、インプリントパターン領域とに形成されている凹部の深さが互いに異なることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 13】

前記アライメントマークを構成する前記第 2 の材料が、第 3 の材料で被覆されていることを特徴とする請求項 1 に記載のモールド。

【請求項 14】

50

インプリント方法であって、
請求項 1 記載の前記モールドと被加工物との間に光硬化性樹脂を介在させ、
前記モールドに設けられている前記アライメントマークと、該被加工物に設けられている
アライメントマークとを検出しながら、該アライメントマークと該被加工物との位置制御
を行うことを特徴とするインプリント方法。

【請求項 15】

チップの製造方法であって、
請求項 1 記載のモールドと、被加工物を用意し、
該被加工物上の光硬化性樹脂に、該モールドを用いてパターンを形成し、
該パターンをマスクとして、該被加工物のエッチングを行うことを特徴とするチップの製
造方法。

10

【請求項 16】

モールドであって、
第 1 の材料を含み構成される基板と、
該第 1 の材料とは異なる第 2 の材料からなる第 1 の層を含み構成される複数の凸部と、該
基板上の該凸部間に設けられている該第 2 の材料からなる第 2 の層と、を備え、
前記第 1 及び第 2 の材料は、可視光の少なくとも一部の波長域および紫外光の少なくとも
一部の波長域の光に対して透過性を有し、波長 633 nm の可視光に対する前記第 2 の材
料の屈折率は、1.7 以上であり、且つ該第 1 の層と該第 2 の層の層厚は互いに異なるこ
とを特徴とするモールド。

20

【請求項 17】

モールドであって、
第 1 の材料を含み構成される基板と、
該第 1 の材料とは異なる第 2 の材料からなる第 1 の層を含み構成される複数の凸部と、を
備え、
前記第 1 及び第 2 の材料は、可視光の少なくとも一部の波長域および紫外光の少なくとも
一部の波長域の光に対して透過性を有し、且つ波長 633 nm の可視光に対する前記第 2
の材料の屈折率は、1.7 以上であり、且つ該凸部間の該基板上には、該第 2 の材料が設
けられていないことを特徴とするモールド。

30

【請求項 18】

モールドであって、
アライメントマーク領域とインプリントパターン領域とを備え、
該アライメントマーク領域は、波長 633 nm の可視光に対する屈折率が 1.7 以上であ
る材料を含み構成されていることを特徴とするモールド。

【請求項 19】

前記材料は、窒化シリコン、チタン酸化物、酸化アルミニウム、インジウム錫酸化物、酸
化亜鉛から選ばれる請求項 18 に記載のモールド。

【請求項 20】

前記アライメントマーク領域及び前記インプリントパターン領域が、共に凹部を含み構成
されており、
前記アライメントマーク領域における凹部の深さの方が、前記インプリントパターン領域
における凹部の深さよりも深いことを特徴とする請求項 18 に記載のモールド。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モールド、該モールドを用いたインプリント方法、及び該モールドを用いた
チップの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、モールド上の微細な構造を、樹脂や金属等の被加工物に加圧転写する微細加工技

50

術が開発され、注目を集めている。

この技術は、ナノインプリントあるいはナノエンボッシングなどと呼ばれ、数nmオーダーの分解能を持つため、ステッパ、スキャナ等の光露光装置に代わる次世代の半導体製造技術としての期待が高まっている。

さらに、この技術は、ウエハに立体構造を一括加工できるため、半導体以外にも、つぎのような分野における製造技術への応用が期待されている。

例えば、フォトリソグラフィ等光学素子や、あるいは μ -TAS (Micro Total Analysis System) などのバイオチップの製造技術、等として幅広い分野への応用が期待されている。

【0003】

このようなインプリント方法、例えば非特許文献1に紹介されているように、半導体製造技術に適用する場合には以下のように行われる。すなわち、基板（例えば半導体ウエハ）上に、光硬化型の樹脂層設けられて構成されるワークを用意する。そして、そのワークに対して、加工面上に所望の凹凸パターンが形成されたモールドを押し当て、さらに加圧し、紫外光を照射することで樹脂を硬化させる。こうして、樹脂層に上記パターンが転写されるので、この樹脂層をマスク層としてエッチング等を行い、半導体ウエハへのパターン形成が行われる。

【0004】

このようなインプリント技術においては、モールドの凹凸パターンの転写に際し、モールドとワークとの位置合わせが重要な課題となる。

特許文献1では、以下のようにして両者の位置合わせを行っている。

具体的には、光透過可能なモールド基板に、位置参照用のマークを設けると共に、ワーク側にも上記モールド基板に設けられた位置参照用のマークに対応したマークを形成する。そして、これらの、位置参照用のマークを用いて、モールドとワークとの位置合わせを行うのである。

モールド基板の上側から光を透過させ、上記モールド基板に設けられた位置参照用のマークと、ワークに形成されたマークとを同時に観察することで、モールドとワークとの位置合わせをすることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-323461号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】Stephan Y. Chou et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 67, Issue 21, pp. 3114-3116 (1995)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このように、インプリント技術においては、パターンの転写に際し、モールドとワークとの位置合わせが重要である。そのため、特許文献1では、モールド基板とワーク側に設けられた位置参照用のマークによって位置合わせが行われている。

しかしながら、本発明者が鋭意検討を行ったところ、上記した手法による位置合わせでは、以下のような課題が生じるという見解に至った。

つまり、光透過性の位置合わせ構造を用いたモールドと、光硬化性樹脂とが接触すると、両者の屈折率差が小さいために、位置合わせ構造が不鮮明になるのである。

【0008】

インプリント技術に用いられる光硬化性樹脂の屈折率は、一般的には1.5程度である。

そして、モールド本体としては、一般に石英が用いられ、この屈折率は1.45程度であ

10

20

30

40

50

る。このように両者の屈折率差が小さいために、モールド表面に、該モールドを加工して、位置合わせ構造用の凹凸が設けられていても、樹脂との接触により見え難くなってしまう。

勿論、要求される位置合わせ精度によっては、位置合わせ構造用の凹凸が多少見え難くても、実際には位置合わせを行うことはできる。

しかしながら、将来的には、極めて高い精度での位置合わせが要求されるであろう。本発明者らは、そのような高精度の位置合わせに、好適なモールドを提供することを目的として、鋭意検討を行い、本発明をなすに至った。

また、本発明は、該モールドを用いたインプリント方法や、チップの製造方法を提供することをも目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の本発明に係るモールドは、

第1の材料を含み構成される基板と、

該基板上に設けられており、且つ該第1の材料とは異なる第2の材料を含み構成されているアライメントマークと、

を備え、

前記第1及び第2の材料は、可視光の少なくとも一部の波長域および紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有し、且つ波長633nmの可視光に対する前記第2の材料の屈折率は、1.7以上であることを特徴とする。

20

第2の本発明に係るインプリント方法は、

前記第1の本発明に記載の前記モールドと、被加工物との間に光硬化性樹脂を介在させ、前記モールドに設けられている前記アライメントマークと、該被加工物に設けられているアライメントマークとを検出しながら、該アライメントマークと該被加工物との位置制御を行うことを特徴とする。

第3の本発明に係るチップの製造方法は、

前記第1の本発明に記載のモールドと、被加工物を用意し、

該被加工物上の光硬化性樹脂に、該モールドを用いてパターンを形成し、

該パターンをマスクとして、該被加工物のエッチングを行うことを特徴とする。

30

第4の本発明に係るモールドは、

第1の材料を含み構成される基板と、

該第1の材料とは異なる第2の材料からなる第1の層を含み構成される複数の凸部と、該基板上の該凸部間に設けられている該第2の材料からなる第2の層と、を備え、

前記第1及び第2の材料は、可視光の少なくとも一部の波長域および紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有し、波長633nmの可視光に対する前記第2の材料の屈折率は、1.7以上であり、且つ該第1の層と該第2の層の層厚は互いに異なることを特徴とする。

第5の本発明に係るモールドは、

第1の材料を含み構成される基板と、

該第1の材料とは異なる第2の材料からなる第1の層を含み構成される複数の凸部と、を備え、

40

前記第1及び第2の材料は、可視光の少なくとも一部の波長域および紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有し、且つ波長633nmの可視光に対する前記第2の材料の屈折率は、1.7以上であり、且つ該凸部間の該基板上には、該第2の材料が設けられていないことを特徴とする。

第6の本発明に係るモールドは、

アライメントマーク領域とインプリントパターン領域とを備え、

該アライメントマーク領域は、波長633nmの可視光に対する屈折率が1.7以上である材料を含み構成されていることを特徴とする。

【0010】

50

更にまた、本発明には、上記課題を解決するため、つぎように構成したモールド、モールドの製造方法、加圧加工方法及び加圧加工装置をも包含される。

本発明に係るモールドは、例えば、凹部と凸部を備え、且つ光硬化樹脂層のパターン形成に用いられるモールドを、つぎのように構成することを特徴としている。

具体的には、第１の材料を含み構成されるモールド基板と、第２の材料を含み、且つ少なくとも前記凸部の一部を構成する表面層とを備えている。

その際、前記第１及び第２の材料は、紫外光の少なくとも一部の波長域の光を透過可能であり、且つ前記第２の材料は、屈折率が１．７以上であることを特徴としている。

また、本発明に係るモールドは、前記モールドの凹部と凸部とにおいて、前記表面層の光路長が異なることを特徴としている。

10

また、本発明に係るモールドは、位置合わせ構造を有し、該位置合わせ構造の少なくとも一部は前記第２の材料で構成されていることを特徴としている。

また、本発明に係るモールドは、前記第１の材料と前記第２の材料が、同じ材質であることを特徴としている。

また、本発明に係るモールドは、半導体、フォトニッククリスタルを含む光学素子、バイオチップのいずれかの製造技術に用いられることを特徴としている。また、本発明に係るモールドの製造方法は、上記したモールドを製造するために、つぎの（１）から（２）の工程を有することを特徴としている。

（１）前記第１の材料により形成されたモールド基板上に、前記屈折率が１．７よりも大きい第２の材料による表面層を成膜する工程。

20

（２）前記表面層をエッチングして凹凸部による所望の段差形状を形成する工程。

また、本発明に係るモールドの加圧加工方法は、上記モールドを加圧加工に用いることを特徴としている。

このモールドは、モールドまたは被加工部材のいずれか一方を加圧し、光源からの前記モールドを透過して、光源から照射される光により、前記被加工部材の光硬化樹脂を硬化させる。そして、前記モールドの加工面に形成されたパターンを前記被加工部材に転写する際に用いられる。

また、本発明に係るモールドの加圧加工方法は、前記光硬化樹脂を硬化させない波長域の光を用いて位置合わせすることを特徴としている。

また、本発明に係るモールドの加圧加工装置は、上記したモールドを備え、モールドまたは被加工部材のいずれか一方を加圧し、前記モールドを透過する光源からの光の照射により、被加工部材の光硬化樹脂を硬化させる。そして、前記モールドの加工面に形成されたパターンを被加工部材に転写する手段等により構成されている。

30

また、本発明においては、前記凹部と凸部が、アライメントのためのパターンであることを特徴としている。

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、モールドとワークとの精度の高い位置合わせができる新規なモールドを提供できる。

【図面の簡単な説明】

40

【００１２】

【図１】本発明に係るモールドを説明するための断面図である。

【図２】本発明に係るモールドを説明するための断面図である。

【図３】本発明の実施の形態におけるモールドとワークとの位置合わせを説明するための図である。

【図４】本発明に係るモールドの製造方法を説明するための図である。

【図５】本発明に係るモールドの製造方法を説明するための図である。

【図６】本発明に係るモールドの製造方法を説明するための図である。

【図７】本発明に係るモールドの製造方法を説明するための図である。

【図８】本発明に係るモールドの製造方法を説明するための図である。

50

【図 9】本発明に係るモールドの製造方法を説明するための図である。

【図 10】本発明に係るインプリント法を説明するための図である。

【図 11】本発明に係るモールドを説明するための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態におけるモールドについて説明する。

図 1 は、本実施の形態におけるモールド（テンプレートと呼ばれる場合もある。）に設けられているアライメントマークを説明するための模式的断面図である。1000 はモールドを、1010 は基板（モールド基板という場合もある。）を、1050 はインプリントして転写するためのパターン領域を示している。なお、パターン領域 1050 には実際には、インプリント用のパターン（例えば、凹部や凸部による構造）が形成されているが、図面上では省略している。1020 は、アライメントマークが設けられている、アライメントマーク領域を示している。

なお、同図では、インプリント用のパターン領域 1050 を中央に、その両端にアライメントマーク領域 1020 を設けているが、あくまで例示にすぎず、両者の位置関係は特に限定されるものではない。例えば、パターン領域 1050 の内部にアライメントマーク領域が設けられていてもよい。勿論、アライメントマーク領域 1020 も必ず、モールド 1000 に 2 箇所ある必要は無く、1 箇所でもよいし、3 箇所以上あってもよい。

なお、本実施形態におけるアライメントマークは、モールドに形成されているパターン領域の面内方向、いわゆる X Y 面内方向の位置合わせや、モールドと被加工物との間のギャップ調整に利用されるものである。

【0014】

以下に、図 2 を用いて、本実施形態に係るモールド（テンプレート）について説明する。

図 2 は、モールドを構成している、図 1 におけるアライメントマーク領域 1020 を説明し易いように部分的に拡大して示した模式図である。

図 2（（a）から（g））において、2010 は、第 1 の材料を含み構成される基板（モールド基板と呼ばれる場合もある。）である。

2102 は、該基板 2010 上に設けられており、且つ該第 1 の材料とは異なる第 2 の材料を含み構成されているアライメントマークである。なお、以下では、このアライメントマーク 2102 を単に部材と称したり、表面層と称する場合がある。

そして、該第 1 及び第 2 の材料は、紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有し、且つ該第 2 の材料の屈折率は、1.7 以上である。

このように、モールドのアライメントマーク領域を構成する第 2 の材料として、屈折率が 1.7 以上の材料を利用することにより、モールドと光硬化樹脂とが接触した場合でも、モールドの当該アライメントマークを良好に検出（あるいは観察）できる。従って、モールドと被加工物との高精度の位置合わせが可能となる。

すなわち、本実施形態に係る発明は、モールドの加工面に所定値以上の屈折率を有する表面層（第 2 の材料で構成される。）を形成することで、従来におけるモールドと光硬化樹脂の屈折率差が小さいことに起因する位置合わせ上の問題点を解決したものである。

具体的には、表面層の材料の屈折率が、1.7 よりも大きい屈折率を有する構成とすることで、光硬化樹脂との屈折率の違いにより、モールドとワークに設けられた位置合わせ構造を検出し、高精度の位置合わせができることを見出したものである。

なお、表面層の屈折率は、1.7 以上、好ましくは 1.8 以上、更に好ましくは 1.9 以上である。上限は例えば、3.5 以下である。勿論、使用可能であれば上限値はこれに限定されるものではない。

また、表面層の一部が上記屈折率を備えていれば、更に表面層が他の層により被覆されていてもよい。

【0015】

10

20

30

40

50

このように本実施形態に係る発明においては、モールドを構成する基板 2010 上に、前記アライメントマークである前記第 2 の材料からなる部材 2102 が配置される。

そして、該部材は、前記モールドの厚さ方向（図 2 の 2600）に垂直な方向（図 2 の 2610）に、該部材の厚さを変えて配置することができる。このように第 2 の材料を配置すると、基板 2010 側からモールドの厚さ方向 2600 に平行な方向に光を入射させる場合の光路長（媒質の屈折率×長さ）を、モールドの面内方向（図 2 の 2610）に関して、変化させることができる。これは、アライメントマーク領域に設けられている凹凸の一方を光学的に観察できることを意味する。例えば、複数のラインとして、あるいは複数のドットとして、あるいは、複数のリングとして観察されることになる。

前記部材は、前記モールドの厚さ方向に垂直な方向に、第 1 の厚さと第 2 の厚さとを備えており、該第 2 の厚さは、ある厚さを有するか（図 2（a）（e）（g）の場合）、厚さゼロとする（図 2（b）（c）（d）（f））ことができる。換言すれば、モールド基板 2010 上に、前記アライメントマークを構成する前記第 2 の材料からなる部材 2102 が配置されており、前記モールドの凹部と凸部とにおける該部材 2102 の厚さが異なるために、光学的にアライメントマークを観察できるのである。

ここで、凹部と凸部における部材 2102 の厚さが異なるということには、例えば、図 2（h）のように、前記部材 2102 からなる層を 2 層あるいは複数の層により構成して厚さ（光学長ということもできる。）を異ならせることをも包含される。

勿論、単にアライメントマークの存在位置を明瞭に観察できるだけでも、アライメントを行うことができるので、必ずしも、前記部材は厚さを変えて、基板上に配置されている必要は無い。

なお、図 2 は模式的な断面図であるが、その上面図（不図示）は、第 2 の材料からなる部材 2102 が、ライン状あるいはドット状に複数配置されていたり、またはリング状に複数配置されていたりする。

【0016】

図 2（a）は、前記アライメントマークとして、前記第 2 の材料を含み構成される凸部を有する部材 2102 が、平坦な前記基板上 2010 に設けられている場合を示している。換言すれば、モールド 2103 は、表面層 2102 によって段差が設けられた構造を有しているといえる。

図 2（b）は、

前記アライメントマークとして、前記第 2 の材料を含み構成される部材 2102 が、平坦な前記基板上に設けられている場合を示している。換言すれば、モールド 2104 は、表面層 2102 とモールド基板 2010 の境界まで段差が設けられた構造を有しているといえる。表面層 2102 の膜厚がそのまま段差となっている。

【0017】

図 2（c）は、前記アライメントマークとして、前記第 2 の材料を含み構成される部材 2102 が、凸部 2011 を有する前記基板 2010（凹部や溝を有する基板と捉えることもできる。）の該凸部 2011 に設けられている場合を示している。換言すれば、図 2（c）に示されるモールド 2105 は、表面層 2102 の膜厚に加えて、さらにモールド基板 2010 の途中まで段差が設けられた構造を有しているといえる。

【0018】

図 2（d）は、図 2（c）に更に、被覆材 2106 を部材 2102 と基板 2010 上に設けた例を示している。

すなわち、図 2（d）に示されるモールド 2107 は、図 2（c）に示されるモールド 2105 の表面全体に、第 3 の材料によって構成される保護層 2106 が更に設けられた構造を有している。勿論、モールド 2103、2104 の表面全体に、保護層 2106 を設けることもできる。

前記第 3 の材料は、表面層 2102 と同じ材料でもよいが、モールド基板 2010、表面層 2102 と共通の、紫外光領域に対する透過率を有する任意の材料から選ぶことができる。また、インプリント後の離型をスムーズに行うために塗布することのある離型剤であ

10

20

30

40

50

ってもよい。

【0019】

図2(e)は、第2の材料からなる部材2102のみでモールドを構成する場合を例示している。

図2(f)は、前記アライメントマークとして、前記第2の材料を含み構成される部材2102が、凹部を有する前記基板2010の該凹部上に設けられている場合を示している。なお、部材2102の厚さは、特に制限されるものではないが、基板2010の表面から突出しないような厚さが好ましい。

図2(g)及び(h)は、前記アライメントマークとして、前記第2の材料を含み構成される部材2102が、凹部あるいは凸部を有する基板2010の、当該凹部2999と凸部2011上の両方に設けられている場合を示している。

凹部に設けられている物質2021は、部材2102と同じ物質で構成することもできるし、異なる材料で構成することもできる。但し、物質2021の屈折率は、部材2102の屈折率に近いことが好ましい。

なお、凸部2011上の部材2102の厚さd1と、凹部2999上の部材2021の厚さd2との関係は、d1とd2とが異なることが好ましい。

【0020】

また、モールドの最表面のマークがより鮮明に把握できるという点では、 $d1 > d2$ であることが好ましい。但し、本実施形態に係る発明は、この条件に限定されるものではない。

なお、基板2010、及び部材2102の厚さとしては、特に制限されるものではないが、不要な干渉条件を避ける厚さとするのが望ましい。例えば、

$\lambda / 4n < \text{部材2102の厚さ} < \text{観測光のコヒーレンス長}$

である場合、不要な干渉が生じ、コントラストを得る妨げになることがある(λ は観察光の波長、 n は2102の屈折率)。

観察光の波長を633nm、部材2102の屈折率 n を1.7とすると、 $\lambda / 4n \sim 100\text{nm}$ となる。従って、2102の厚さは100nm以下、あるいは観測光のコヒーレンス長以上であることが望ましい。基板2010の厚さも同様に考えることができるが、モールドの強度という点も加味すると、数10 μm 以上であることが望ましい。

また、図2において、2103、2104、2105、2107、2108はモールドを示している。

【0021】

つぎに、本実施の形態にモールドに用いる第1の材料、第2の材料について説明する。モールド基板2010の第1の材料と、表面層2102の第2の材料は、紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対し、ワークに設けられた光硬化樹脂層を硬化させることが可能な透過率を有している。

これにより、モールドを透過する光源からの光によって、ワークに設けられた光硬化樹脂を固化させ、モールドの加工面に形成された凹凸パターンをワークに転写させることが可能となる。

第1及び第2の材料を含み構成されるモールド全体の紫外光(波長は例えば、365nm)の透過率が、50%以上、好ましくは70%以上、更に好ましくは、85%以上である。

ここで、基板2010、部材(表面層)2102、保護層2106は、少なくとも光硬化樹脂を硬化させるための紫外光の、少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有する。

一方、モールドと被加工物との位置合わせに際しては、光硬化樹脂を硬化させない波長域の光を用いて位置合わせすることとなる。

【0022】

したがって、基板2010、部材(表面層)2102、保護層2106のそれぞれの材料は、光硬化樹脂を硬化させない一部の波長域に関しても、透過性を有する材料であるこ

10

20

30

40

50

とが好ましい。勿論、実際に樹脂を硬化させるために用いる波長の光をその光量を下げて、位置合わせ用の光源として適用することもできる。また、上述のように光硬化樹脂と第2の材料との屈折率の違いにより、モールドに設けられた位置合わせ構造を検出して、モールドと被加工物との高精度な位置合わせをするため、表面層2102は光硬化樹脂と屈折率が異なる材料を選ぶ必要がある。

【0023】

以上のことから、基板2010、表面層2102、保護層2106のそれぞれの材料を選ぶにあたっては、紫外光に対してどの程度の透過率であれば良いのか、また、2102の屈折率はどの程度にするかについて説明する。

まず、透過率について説明すると、ここでの透過率は、光源と樹脂との間にモールドを介在させた状態で、光源からの紫外光照射により光硬化樹脂を硬化させることが可能な透過率が必要となる。

使用する紫外光に対して、モールドの透過率が0でさえなければ、基本的には露光量を上げれば樹脂は硬化するが、現実的なスループットを考えると、ある程度の高い透過率が必要となる。

【0024】

光硬化プロセスに用いる光源としては、例えば365nmの波長を用いるが、この波長に対して、例えば、石英(SiO_2)の透過率は90%程度である。

SiO_2 と比較して、スループットを著しく低下させないためには、第2の材料からなる部材(表面層)が、少なくとも30%以上の透過率を有していることが望ましい。

さらに、基板2010、表面層2102、保護層2106の透過率に大きな差があると、樹脂の硬化にムラが生じてしまう可能性があるため、これらの材料の透過率は、好ましくは、近い値である方がよい。よって、さらに望ましくは、第2の材料からなる部材(表面層)が、60%以上、更に好ましくは80%以上の透過率を有していることがよい。

【0025】

つぎに、屈折率について説明する。

通常、屈折率が大きく異なる物質間では、界面の屈折や反射、散乱によって、構造物を認識することができる。したがって、部材(表面層)2102の屈折率が高いほどコントラストは取りやすくなる。

屈折率の上限としては特に制限はないが、紫外光を透過する代表的な誘電体の屈折率として、フッ化カルシウムが1.43、石英が1.45、アルミナが1.78、窒化シリコンが2.0、チタン酸化物が2.4程度である。

なお、フッ化カルシウムは代表的には、 CaF_2 で表される。また、石英(代表的には、 SiO_2 で表される(注)石英の英訳は、silica、quartz、fused silicaと記載)。

また、アルミナは代表的には、 Al_2O_3 で、窒化シリコンは代表的には、 SiN で、チタン酸化物は代表的には、 TiO_2 で、それぞれ表される。

【0026】

これらの物質の紫外光、例えば365nm付近の波長に対する透過率は、 CaF_2 が97%程度、 SiO_2 が90%程度、 Al_2O_3 が80%程度、 TiO_2 が60%程度、 SiN が90%程度である。

なお、アライメントマークが光学的に観測可能であれば、第2の材料として SiNC や SiC を利用する場合もある。 SiC の屈折率が3.1であることから、屈折率の上限は3.5以下、好ましくは3.0以下ということになる。

なお、屈折率の値自体は、測定波長にも依存するが、上記データは、可視光(波長633nm)における屈折率である。

すなわち、本実施形態に係る発明における第2の材料の屈折率としては、可視光(波長633nm)に対する屈折率が1.7以上であるのがよい。屈折率の上限は特に限定されるものではないが、例えば上記の通り3.5以下である。

【0027】

10

20

30

40

50

一方、屈折率の差が小さい場合、微細な構造体において、さらなるコントラストを得るためには、光路長の差が重要となる。

光硬化樹脂の屈折率を n_1 、表面層である材料 2 1 0 2 の屈折率を n_2 、モールドの表面層 2 1 0 2 の段差を t とする。

この場合、モールドに入射し、ワーク表面で反射してきた光の、モールドの凹部と凸部における光路長差は以下の式にて求められる。

$$\text{光路長差} = 2 | n_2 \times t - n_1 \times t | = 2 t | n_2 - n_1 |$$

入射する光の波長を λ とすると、コントラストが最もよく取れるのは、前記光路長差が $(1/2 + m) \lambda$ (m は整数) の時である。

したがって、

$$2 t | n_2 - n_1 | = (1/2 + m) \lambda \quad (m \text{ は整数})$$

を満たす時、最大のコントラストを得られることになる。

しかし、 n_1 と n_2 の差が小さく、かつ t が λ と同等、あるいはそれ以下の場合には、 $m = 0$ の場合しか存在せず、かつ左辺の方が小さい場合がほとんどである。よって、実際は以下の式が目安となる。

$$2 t | n_2 - n_1 | \quad (1/2) \lambda$$

検出光としては、光硬化樹脂が硬化しない波長域の光を用いるが、一般に可視光領域の波長を用いる。

例えば、633 nm の単波長の光源を用いた場合を仮定すると、

$$(1/2) \lambda = 316.5 \text{ nm} \text{ となる。}$$

ここでモールドが、例えば屈折率 1.45 の SiO_2 で全て構成されていた場合、光硬化樹脂の屈折率を 1.5 とし、モールドの深さを 150 nm と仮定すると、得られる光路長差は

$$2 \times 150 \text{ nm} \times | 1.45 - 1.5 | = 15 \text{ nm}$$

となる。これは現実的にコントラストを得ることが難しいと我々が実験して把握できた一例である。

したがって、少なくともこれを超える光路差が必要となる。

【0028】

一方、表面層に TiO_2 ($t = 60 \text{ nm}$) を用いたモールドに水 (屈折率 1.4) を浸した例では、コントラストの検出に成功している。

TiO_2 の屈折率を 2.4 とし、この時の光路長差は以下のようになる。

$$2 \times 60 \text{ nm} \times (2.4 - 1.4) = 120 \text{ nm}$$

これにより、15 nm 光路長差 120 nm の範囲に、コントラストが観測できる閾値が存在すると考えられる。

ここで、例えば、その閾値となる光路長差を 60 nm と仮定する。

表面層の厚さを 150 nm とすると、 $n_2 > 1.7$ となる。したがって、この仮定では、表面層の凹凸のみでコントラストを観測できるモールドを成立させるためには少なくとも 1.7 以上の屈折率が必要ということになる。

すなわち、第 2 の材料の屈折率は、1.7 以上であることが好ましいということになる。

これは、表面層と光硬化樹脂の屈折率差が 0.2 よりも大きいということを意味する。

なお、光路長は、段差と屈折率の積に比例するため、実際は、高屈折率の材料を用意すれば段差は小さくて済み、逆に段差を大きく取れば、屈折率は小さくて済み。

また、検出器の感度を上げることができれば、より小さな光路長差でもコントラストを検出することができる。

したがって、屈折率 1.7 というのは一つの現実解に過ぎないが、それ以下での検出が困難になるという目安となり得る。

【0029】

以上を踏まえ、モールド基板 2 0 1 0、第 2 の材料からなる部材 (表面層) 2 1 0 2、保護層 2 1 0 6 のそれぞれの材料を選ぶと、以下ようになる。

例えば、第 1 の材料で構成されるモールド基板 2 0 1 0 としては、 SiO_2 、 CaF_2 、あ

10

20

30

40

50

るいは通常ガラスや石英等が挙げられる。

第2の材料からなる部材2102の材料としては、例えばSiN、TiO₂、Al₂O₃、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化亜鉛等が挙げられる。

また、保護層2106の材料は、例えばSiO₂、SiN、TiO₂、ITO、Al₂O₃、CaF₂等の透明な誘電体、あるいは離型剤等が挙げられる。

なお、図2(d)における、保護層2106の材料としては、以下のように選択することも好ましいものである。

すなわち、保護層2106として酸化シリコン層を被膜しておくことも好ましいものである。インプリント工程において、離型剤として疎水性シランカップリング剤を用いる場合があるが、かかる場合、モールド表層の保護層として、酸化シリコンが存在すれば、離型剤をモールドに付着しやすくすることができるからである。

10

【0030】

なお、基板2010、及び部材2102の厚さとしては、特に制限されるものではないが、不要な干渉条件を避ける厚さとすることが望ましい。例えば、

$\lambda/4n < \text{部材2102の厚さ} < \text{観測光のコヒーレンス長}$

である場合、不要な干渉が生じ、コントラストを得る妨げになることがある(λ は観察光の波長、 n は2102の屈折率)。例えば、観察光の波長を633nm、2102の屈折率 n を1.7とすると、 $\lambda/4n \sim 100\text{nm}$ となる。従って、2102の厚さは100nm以下、あるいは観測光のコヒーレンス長以上であることが望ましい。基板2010の厚さも同様に考えることが出来るが、モールドの強度という点も加味すると、数10 μm 以上であることが望ましい。

20

【0031】

本実施の形態のアライメントマーク領域とパターン領域との層構成として、図1におけるアライメントマーク領域1020と、パターン領域1050とを、同じ層構成にした場合は、モールド作製する際の工程が簡略化されるので好ましい。

また、同じ層構成にしておくことで、モールドの剛性に関して、面内方向のムラが小さくなるので好ましい。

勿論、アライメントマーク領域1020とパターン領域1050とを異なる層構成にすることもできる。

例えば、アライメントマーク領域は、石英とその表面に設けられた窒化シリコンとで構成し、パターン領域を石英で構成する場合である。

30

斯かる場合、モールド作製のためのプロセスは多少複雑になるが、成形膜厚を制御したい場合に有効である。この構成は特に、比較的厚い膜厚を制御するのに適している。

【0032】

被加工物は、ワークと呼ばれる場合もある。

被加工物の例としては、Si基板、GaAs基板等の半導体基板、樹脂基板、石英基板、ガラス基板などである。

また、これらの材料からなる基板に、薄膜を成長させたり、貼り合わせたりして形成される多層基板も使用できる。勿論、石英基板などの光透過性の基板を使用することもできる。

40

基板に塗布される樹脂を硬化させるためには、例えば紫外線をモールド側から当該樹脂に照射することにより行われる。光硬化性樹脂の例としては、ウレタン系やエポキシ系やアクリル系などがある。

また、フェノール樹脂やエポキシ樹脂やシリコンやポリイミドなどの熱硬化性を有する樹脂や、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリカーボネート(PC)、PET、アクリルなどの熱可塑性を有する樹脂を用いることもできる。必要に応じて加熱処理を行うことでパターンを転写する。

勿論、被加工物が樹脂を含まずに構成される場合は、加圧力のみにより、被加工物を物理的に変形させることになる。

【0033】

50

以上、本実施形態において説明した技術事項は、以降の実施形態に係る発明、及び既述の第１から第６の本発明においても、適用される。

なお、本実施形態に係る発明、以降の実施形態に係る発明、及び既述の第１から第６の本発明（以下、これらを纏めて本発明群という。）には、以下の技術が、本発明群と矛盾する要素を除いて組み込まれる。

すなわち、米国特許第６，６９６，２２０号明細書、米国特許第６，７１９，９１５号明細書、米国特許第６，３３４，９６０号明細書、等に記載の技術を組み込むことができる。

あるいは、米国特許第５，７７２，９０５号明細書、及び米国特許出願第１０／２２１，３３１号、等に記載の技術を組み込むことができる。。

例えば、米国特許出願第１０／２２１，３３１号には、被加工物の支持を部分的にではなく、被加工物の裏面側の全面で行っているが、可動機構や被加工物あるいはモールド（スタンプ）保持部における保持機構などは本発明群に適用できる。

なお、本発明群におけるインプリント装置は、特にナノオーダーからミクロンオーダーの凹凸パターン転写に適用できる。例えば数ナノから数百ナノの間隔のパターン形成に好適に使用できる。

【００３４】

（第２の実施形態）

つぎに、本発明の第２の実施形態におけるモールドについて、図２（ｇ）を用いて説明する。

なお、第１の実施形態においては、同図をアライメントマーク領域におけるモールドの層構成の断面図であるとして説明したが、本実施形態においては、同図は、パターン領域かアライメント領域におけるかの区別は無い。

なぜなら、モールドの加工面に設けられている凹凸パターン（インプリントパターン）のどの部分をアライメントマークとして利用するか否かは、適宜定めることができる場合があるからである。

すなわち、以下に示す特徴事項を有するモールドである限り、係る特徴事項をモールドのどのような領域に備えているかによらず、本実施形態に係る発明の範囲に含まれるものである。

【００３５】

図２（ｇ）において、本実施形態に係るモールドは、第１の材料を含み構成される基板２０１０と、

該第１の材料とは異なる第２の材料からなる第１の層２１０２を含み構成される複数の凸部２０１１と、

該基板２０１０上の該凸部２０１１間に設けられている該第２の材料からなる第２の層２０２１と、を備えている。

そして、該第１及び第２の材料は、紫外光の少なくとも一部の波長域の光に対して透過性を有する。

更に、該第２の材料の屈折率は、１．７以上とする。

そして、該第１の層と該第２の層の層厚（図２（ｇ）における d_1 と d_2 ）は互いに異なる。

このように、 d_1 と d_2 とを異ならせることにより、既述の実施形態で説明したように光路長差を確保することができる。

従って、ワークとモールド間に樹脂を介在させた状態でも、当該箇所（２１０２あるいは２０２１）を光学的に観察したり検出したりすることができる。

なお、 d_2 の厚さはゼロであってもよい。

あるいは、 d_1 がゼロであり、 d_2 が所定の厚さを有している場合でもよい（即ち、図２（ｆ）の場合である。）。

【００３６】

図２（ｇ）に記載のモールドの具体的な作製方法の一例を図７、図８に示している。

具体的には、実施例 4、5 において説明する。

また、図 2 (f) に記載のモールドの具体的な作製方法の一例を図 9 に示している。

具体的には、実施例 6 において説明する。

なお、本実施形態に係る発明にも、前記実施形態 1 で説明した技術事項が、矛盾しない限り適用される。

【 0 0 3 7 】

(第 3 の実施形態)

つぎに、本発明の第 3 の実施形態におけるモールドについて、図 1 を用いて説明する。本実施形態におけるモールドは、図 1 に示すように、インプリントパターン領域 1 0 5 0 (なお、凹凸パターンは不図示) とアライメントマーク領域 1 0 2 0 (なお、マークの詳細は不図示) とを備えている。

第 1 の実施形態において説明したように、各領域の位置関係や、アライメントマーク領域の個数などは特に制限されるものではない。

そして、このアライメントマーク領域を構成する材料として、屈折率が 1 . 7 以上の材料 (既述の窒化シリコンやチタン酸化物やアルミニウム酸化物から選択される。) で構成する。勿論、当該材料のみでアライメントマーク領域は構成されている必要は無い。

なお、インプリントパターン領域 1 0 5 0 は、上記した材料と同じ材料でもよいし、石英などで構成されていてもよい。

斯かる構成にすることにより、例えば、モールド 1 0 0 0 の加工表面と光硬化樹脂とが接触した場合であっても、屈折率の高い材料をアライメントマーク領域に採用するので、コントラスト高く当該マークを認識することができる。その結果、高い精度でのアライメントマークが可能となる。

【 0 0 3 8 】

また、図 1 1 のように、インプリント領域 1 0 5 0 における最表面のレベルから突出するようにアライメントマーク領域を配置することもできる。2 0 1 0 はモールド基板である。同図においては、アライメントマークを構成する部分 1 0 2 0 が厚さ p だけ突出している。

p の値は、1 n m 以上 1 μ m 以下の範囲で適宜設定することができる。そして、当該部分 2 2 0 2 を屈折率が 1 . 7 以上の材料で構成する。

斯かる構成は、以下のように有効である。

インプリント方法においては、図 1 0 (d) の 9 0 0 2 で示されている残膜の厚さを均一に近づけることが重要である。なぜなら、当該残膜部分は、一般にリアクティブイオンエッチングなどにより除去されるが、残膜の厚さが不揃いでは、最終的にマスクとして使用する樹脂部分の形状が不揃いになってしまうからである。

【 0 0 3 9 】

図 1 1 のような構成を採用し、前記部分 1 0 2 0 と対向して配置される被加工物とを実質的に接触させることにより、前記残膜の厚さを揃えることができる。なお、実際には、前記部分と被加工物との間に、非常に薄い樹脂層が残る場合がある。

なお、アライメントマーク領域を構成する部分 2 2 0 2 の最表面を導電性を持ち、且つ屈折率が 1 . 7 以上の材料 (例えば、チタン酸化物) にすることもできる。

斯かる場合、モールド側のアライメントマークに対応するマーク (導電性のある材料を選択する。) を被加工物であるウエハ側に設けておく。

そして、両方のマークが物理的に接触するか、あるいは、接触に近い状態にすることによる電気的な変化を検出することで、両者のアライメント (面内方向のアライメントやそれに垂直な方向のギャップ調整) を行うことができる。ここでいう、電気的な変化の検出は、例えば、モールドとウエハ間に電流が流れる構成で実現される。

【 0 0 4 0 】

(第 4 の実施形態)

つぎに、本発明の第 4 の実施形態としてインプリント方法について説明する。本実施形態に係るインプリント方法は、前述した第 1 から第 3 の実施形態のいずれかにおいて記載

したモールドを使用する。

具体的には、該モールドと、被加工物との間に光硬化性樹脂を介在させ、そして、前記モールドに設けられている前記アライメントマークと、該被加工物に設けられているアライメントマークとを互いに検出しながら、両者の位置制御を行うことを特徴とする。

【 0 0 4 1 】

(第 5 の実施形態)

つぎに、本発明の第 5 の実施形態としてチップの製造方法について説明する。本実施形態に係るチップの製造方法は、前述した第 1 から第 3 の実施形態のいずれかにおいて記載したモールドを使用する。

具体的には、当該モールドと、被加工物とを用意し、該被加工物上の光硬化性樹脂に、該モールドを用いてパターンを形成し、該パターンをマスクとして、該被加工物のエッチングを行うのである。より具体的には、パターンと接していない当該被加工物の領域が除去されることになる。

実際には、被加工物の上部にパターンが形成されていない箇所に凹部が形成されることになる。

【 0 0 4 2 】

以下、具体的に、図 1 0 (a) から図 1 0 (d) を用いて、本実施形態に係るインプリント方法 (インプリントリソグラフィ) の例を示す。

樹脂を光照射により硬化させる光インプリント方式を示すが、勿論、加熱により樹脂を硬化させたり、光と熱の両者を併用して硬化させるインプリント方法にも本発明は適用可能である。

まず、図 1 0 (a) にあるように、光硬化樹脂 9 0 3 4 を表面に有するシリコン基板などの被加工物 9 0 3 3 と、モールド 9 0 2 0 (図 1 0 (a) では不図示) とを対向して配置する。

【 0 0 4 3 】

次に、図 1 0 (b) に示すように、モールド 9 0 2 0 と樹脂 9 0 3 4 とを接触させる。その際、モールド側を動かしても、被加工物側を動かしても、あるいは両方動かして接触させてもよい。両者には圧力が加わることになる。これにより、樹脂形状がモールドの凹凸パターンを反映した形状に変わる。なお、図においては、モールドに何らかのインプリントパターンがあるように描いており、アライメントマークは省略している。

上述した実施形態に記載のモールドを用いれば、同図のようにモールド 9 0 2 0 と樹脂 9 0 3 4 とが接触している場合 (接触状態) でも、明瞭にアライメントマークを観察することができる。

すなわち、当該接触状態においても、モールドと被加工物との高精度なアライメント制御が可能となる。

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 0 (c) に示すように、モールド 9 0 2 0 の裏面側から UV 光 5 0 0 1 を照射して、樹脂を硬化させる。

そして、モールド 9 0 2 0 と樹脂 9 0 3 4 とを離間させる (図 1 0 (d)) 。

必要に応じて、モールドあるいは被加工物を相対的に動かして、パターンが転写された領域の隣りに、再度転写を行う、いわゆるステップアンドリピートを行う。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 (d) に示すように、残膜 9 0 0 2 が存在する場合には、必要に応じて、アッシング (酸素リアクティブエッチング) により当該残膜を除去する。こうして、被加工物 (ワーク) にパターンが転写される。

なお、不図示ではあるが、転写されたパターン (図 1 0 の場合は、樹脂により構成される。) をマスクとして、その下の基板をエッチングする。基板はシリコン基板自体であったり、その上に複数の層が積層されている多層膜である。

なお、樹脂の粘性にも依存するが、粘性がきわめて弱い樹脂であれば、モールドが樹脂に加える圧力を十分に下げて、パターン転写が可能である。

【 0 0 4 6 】

つぎに、モールドと被加工物（ワーク）と位置合わせについて説明する。

図 3 に、上記した図 2 のいずれかのモールドとワークとの位置合わせを説明する図を示す。

例えば、図 3 に示すように、モールド 3 1 0 4 を用意し、ワーク 3 2 0 2 上に、光硬化樹脂 3 2 0 3 を塗布する。つまり、モールド 3 1 0 4 とワーク 3 2 0 2 間には光硬化樹脂 3 2 0 3 が充填されているものとする。

また、図 3 において、3 2 0 5 はモールド側に形成された位置合わせ構造（アライメントマーク）である。表面層 2 1 0 2 は、図 3 のようにモールド基板 2 0 1 0 上に形成されていてもよいし、モールド基板の内部に形成されていてもよい。また、3 2 0 6 は、ワーク 3 2 0 2 側に設けられている位置合わせ構造である。ここでは、表面層 2 1 0 2 の材料の屈折率が、1.7 よりも大きい屈折率を有する構成とする。

以上の構成のもとで、光硬化樹脂 3 2 0 3 が硬化しない波長域の光を検出光 3 2 0 4 として用いてアライメントを行う。

【 0 0 4 7 】

表面層 2 1 0 2 と光硬化樹脂 3 2 0 3 との屈折率が違うので、上記位置合わせ構造 3 2 0 5 を観測することができる。

すなわち、表面層 2 1 0 2 が屈折率 1.7 よりも大きい屈折率を有する構成にすることで、表面層 2 1 0 2 と光硬化樹脂 3 2 0 3 との屈折率差を確保できる。つまり、上記位置合わせ構造 3 2 0 5 を明確に観測することが可能となる。

一方、検出光 3 2 0 4 は、モールド基板 2 0 1 0 及び表面層 2 1 0 2 を通過するため、同時に上記基板 3 2 0 2 上の位置合わせ構造 3 2 0 6 も観測できる。

したがって、本実施の形態における上記構成によれば、モールドとワークを接近させ、モールドとワーク間に光硬化樹脂が充填された状態（モールドとワークとがそれぞれ樹脂に接触した状態）になっても、精度の高い位置合わせをすることが可能となる。

【 0 0 4 8 】

紫外光照射による光インプリント技術において正確な位置合わせを行うには、モールドとワークが接近した状態で実施できることが好ましい。その際、モールドとワーク間には光硬化樹脂が充填された状態になるため、位置構造が見え難くなるという問題があった。ところが、以上説明したように本実施形態に係る高屈折率材料で構成される位置合わせ構造を備えたモールドを用いれば、光硬化樹脂中でも可視光にて、同構造（アライメントマーク）を高いコントラストを確保して検出することができる。これにより精度の高い位置合わせが可能となる。

【 実施例 】

【 0 0 4 9 】

以下に、本発明の実施例について説明する。

[実施例 1]

実施例 1 において、本発明を適用したエッチングによるモールドの製造方法について説明する。

図 4 に、本実施例における図 2（a）に記載のモールドの作製工程の一例を説明する図を示す。

本実施例におけるモールドの作製は、以下の手順による。

（1）まず、表面層 2 1 0 2 にマスク層 4 3 0 1 を形成する（図 4（a））。

このマスク層 4 3 0 1 はレジストマスク、あるいは金属材料（例えば、Cr や Al や W Si）のハードマスクが考えられる。

（2）つぎに、マスク層 4 3 0 1 をマスクにして表面層 2 1 0 2 をエッチングする（図 4（b））。

（3）上記エッチング後に、マスク層 4 3 0 1 を除去する。

ここで、エッチングを表面層 2 1 0 2 の途中で止めることにより、図 2（a）に示すモールド 2 1 0 3 を形成することができる。

また、エッチングをモールド基板 2 0 1 0 と表面層 2 1 0 2 との境界で止めることにより、図 2 (b) に示すモールド 2 1 0 4 を形成することができる。

さらに、モールド基板 2 0 1 0 までエッチングを進めることにより、図 2 (c) に示すモールド 2 1 0 5 を形成することができる。

また、基板そのものを表面層 2 1 0 2 の材料で形成することにより、モールド 2 1 0 8 を形成することができる。

【 0 0 5 0 】

[実施例 2]

実施例 2 において、本発明を適用したリフトオフ法によるモールドの製造方法について説明する。

図 5 に、本実施例における図 2 (b) に記載のモールドの作成工程の一例を説明する図を示す。

本実施例におけるモールドの作製は、以下の手順による。

(1) まず、モールド基板 2 0 1 0 の表面にレジストによるマスク層 5 4 0 1 を形成する (図 5 (a)) 。

(2) つぎに、表面層 2 1 0 2 の材料を全面に成膜する (図 5 (b)) 。

(3) つぎに、マスク層 5 4 0 1 を除去することによってリフトオフを行い、2 1 0 2 のパターンを形成する (図 5 (c)) 。

図 5 (c) のモールドは、図 2 (b) に示すモールド 2 1 0 4 に相当するが、マスク層 5 4 0 1 を形成する前に、全面に表面層 2 1 0 2 の材料を成膜しておけばモールド 2 1 0 3 を形成することができる。また、基板の材料として表面層 2 1 0 2 の材料を用いて、モールド 2 1 0 8 を形成することができる。

また、リフトオフによって形成された表面層 2 1 0 2 をマスクとして、2 0 1 0 をエッチングすればモールド 2 1 0 5 となる。ただし、表面層 2 1 0 2 をマスクとして、モールド基板 2 0 1 0 をエッチングする場合は、エッチング選択比を充分に取れる材料の組み合わせ、及びエッチング条件を選ぶ必要がある。

【 0 0 5 1 】

[実施例 3]

実施例 3 において、本発明を適用した実パターン領域と位置合わせ構造領域で、段差分の深さを調整するモールドの製造方法について説明する。

位置合わせ構造を観測するためのコントラストは、基本的に表面層 2 1 0 2 (第 2 の材料により構成される。) に形成された段差に依存する。

したがって、モールド 2 1 0 4 、 2 1 0 5 については、コントラストが取れるよう設計された膜厚の表面層 2 1 0 2 を成膜すればよい。

一方、モールド 2 1 0 3 、あるいはモールド 2 1 0 8 の構造を取る場合、表面層 2 1 0 2 に形成された段差が、必ずしもインプリントプロセスに最適な深さであるとは限らない。その場合、実パターン領域と位置合わせ構造領域で、深さを変える必要が生じる。

【 0 0 5 2 】

これを実現するプロセスを、図 6 に示す。

モールド基板中に、位置合わせ構造の領域 1 0 2 0 と実パターン領域 1 0 5 0 を定義する。

本実施例におけるプロセスは、以下のとおりである。

(1) まず、表面層 2 1 0 2 上に、ハードマスク層 6 5 0 3 を成膜する (図 6 (a)) 。

なお、2 0 1 0 はモールド基板である。ハードマスク層 6 5 0 3 の材料としては、例えば、A l や C r や W S i である。

(2) つぎに、レジスト 6 5 0 4 をパターンニングする (図 6 (b)) 。

(3) つぎに、ハードマスク層 6 5 0 3 をエッチングし、引き続き、表面層 2 1 0 2 をエッチングする。2 1 0 2 のエッチングの際、レジスト 6 5 0 4 は残しておいても良いし、除去して 6 5 0 3 をマスクとしてエッチングしても良い。いずれの場合も、最終的にはレジスト 6 5 0 4 を除去した状態にする (図 6 (c)) 。

(4) つぎに、実パターン領域 1050 を覆うように、レジスト 6505 をパターニングする(図 6(d))。

(5) 6503 をマスクとして、位置合わせ領域 1020 の追加エッチングを行う(図 6(e))。

(6) レジスト 6505 を除去する(図 6(f))。

【0053】

このプロセスにより、実パターンよりも深い凹部を備えている位置合わせ構造(アライメントマーク)を有するモールドを作製することができる。

逆に、位置合わせ構造を実パターンよりも浅くするためには、図 6(d)のレジスト 6505 を、位置合わせ構造を覆うようにパターニングすれば良い。これらにより、実パターンと位置合わせ構造を、それぞれ最適な深さに作り分けることができる。

10

【0054】

なお、上記(6)の工程後に、適宜ハードマスク 6503 を除去して、インプリント用のモールドとすることもできる。

このようにすることで、上記第 6 の本発明に係るモールドが実現する。

より具体的には、前記アライメントマーク領域 1020 及び前記インプリントパターン領域 1050 が、共に凹部を含み構成される。この構成のもとで前記アライメントマーク領域における凹部の深さの方が、前記インプリントパターン領域における凹部の深さよりも深いモールドが実現する。

また、基板 2010 自体も、モールドとしての強度が十分に確保できるのであれば、上記(6)の工程後に該基板 2010 を除去したり、あるいは、(1)の工程(図 6(a))の時点から、省略してモールドを作製することもできる。

20

【0055】

[実施例 4]

つぎに、実施例 4 におけるモールドの製造方法について説明する。

図 7 に、本実施例における図 2(h)に記載のモールドの作製方法を示す。

本実施例におけるモールドの作製は、以下の手順による。

(1) モールド基板 2010 の表面に、高屈折率材料による層 2021 を成膜する(図 7(a))。

(2) 2021 上にモールド基板 2010 と同じ材質、あるいは屈折率の近い材質による層 2710 を成膜する(図 7(b))。

30

(3) 2710 上に、2021 と同じ材質、あるいは屈折率の近い材質による層 2102 を成膜する(図 7(c))。

(4) 2102 の表面にマスク層 7301 を形成する(図 7(d))。

(5) 7301 をマスク層にして 2102 をエッチングし(図 7(e))、引き続き 2710 をエッチングする。2710 のエッチングの際、マスク層 7301 は残しておいても良いし、除去して 2102 をマスク層としてエッチングしても良い。いずれの場合も、最終的にはマスク層 7301 を除去した状態にする(図 7(f))。

【0056】

[実施例 5]

40

つぎに、実施例 5 におけるモールドの製造方法について説明する。

図 8 に、本実施例における図 2(g)に記載のモールドの作製方法を示す。

本実施例におけるモールドの作製は、以下の手順による。

(1) モールド基板 2010 の表面に、高屈折率材料による層 2021 を成膜する(図 8(a))。

(2) 2021 の表面にマスク層 8301 を形成する(図 8(b))。

(3) 8301 をマスク層にして 2021 をエッチングする(図 8(c))。

(4) マスク 8301 を除去後、2021 上にモールド基板 2010 と同じ材質、あるいは屈折率の近い材質による層 2710 を成膜する(図 8(d))。

50

(5) 2 7 1 0 上に、2 0 2 1 と同じ材質、あるいは屈折率の近い材質による層 2 1 0 2 を成膜する (図 8 (e)) 。

(6) 2 1 0 2 の表面にマスク層 8 3 0 2 を形成する (図 8 (f)) 。

(7) 8 3 0 2 をマスク層にして 2 1 0 2 をエッチングし (図 8 (g)) 、引き続き 2 7 1 0 をエッチングする。2 7 1 0 のエッチングの際、マスク層 8 3 0 2 は残しておいても良いし、除去して 2 1 0 2 をマスク層としてエッチングしても良い。いずれの場合も、最終的にはマスク層 8 3 0 2 を除去した状態にする (図 8 (h)) 。

【 0 0 5 7 】

[実施例 6]

つぎに、実施例 6 におけるモールドの製造方法について説明する。

10

図 9 に、本実施例における図 2 (f) に記載のモールドの作製方法を示す。

本実施例におけるモールドの作製は、以下の手順による。

(1) モールド基板 2 0 1 0 の表面に、マスク層 9 3 0 1 を形成する (図 9 (a)) 。

(2) 9 3 0 1 をマスク層にして 2 0 1 0 をエッチングする (図 9 (b)) 。

9 3 0 1 と 2 0 1 0 の間にハードマスク層を設けても良い。

(3) モールド基板 2 0 1 0 の表面に、高屈折率材料による層 2 1 0 2 を成膜する (図 9 (c)) 。

(4) 2 1 0 2 をエッチング、CMP 等の加工方法により、モールド基板 2 0 1 0 の表面と同じ高さまで除去する (図 9 (d)) 。

(5) さらに、エッチング等の加工方法により、2 1 0 2 をモールド基板 2 0 1 0 の表面と、モールド基板 2 0 1 0 に加工された凹部の底面との間の任意の高さまで除去する。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

1 0 0 0 : モールド

1 0 1 0 : 基板

1 0 2 0 : アライメントマーク領域

1 0 5 0 : パターン領域

2 0 1 0 : 基板

2 0 1 1 : 凸部

2 1 0 2 : アライメントマーク

30

2 1 0 3 、 2 1 0 4 、 2 1 0 5 、 2 1 0 7 、 2 1 0 8 : モールド

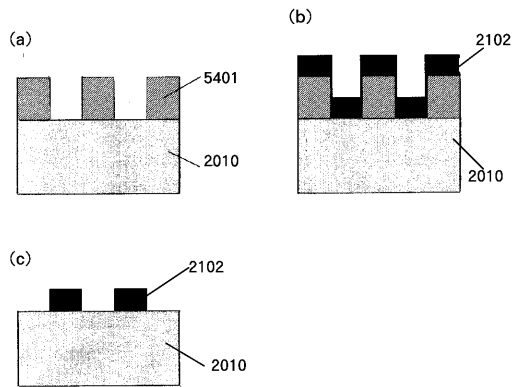
2 1 0 6 : 保護層 (被覆材)

2 6 0 0 : モールドの厚さ方向

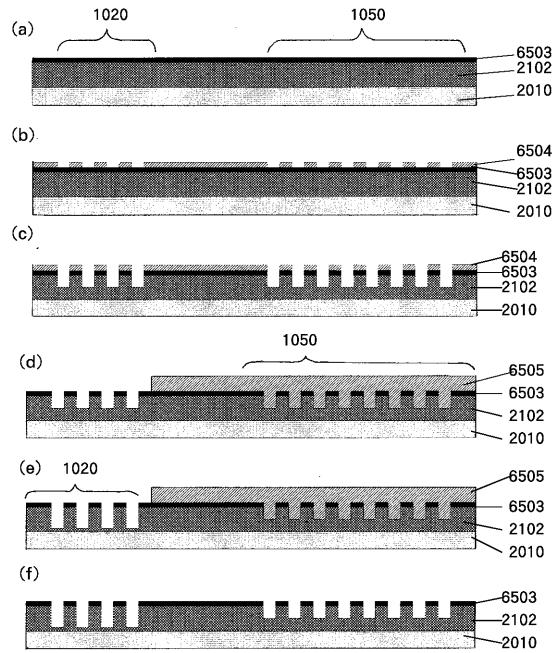
2 6 1 0 : モールドの面内方向

2 9 9 9 : 凹部

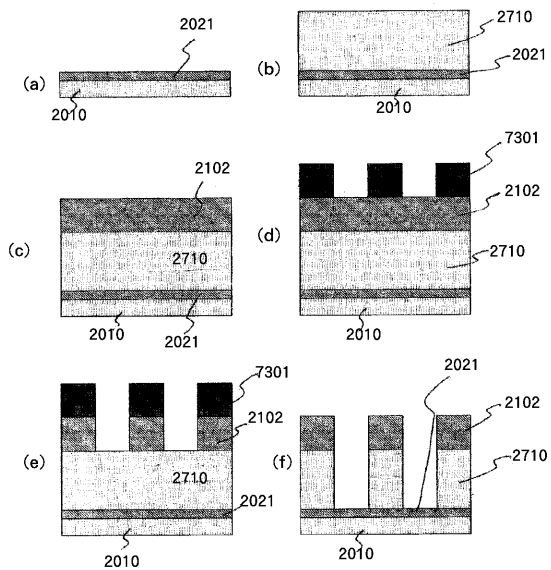
【 図 5 】



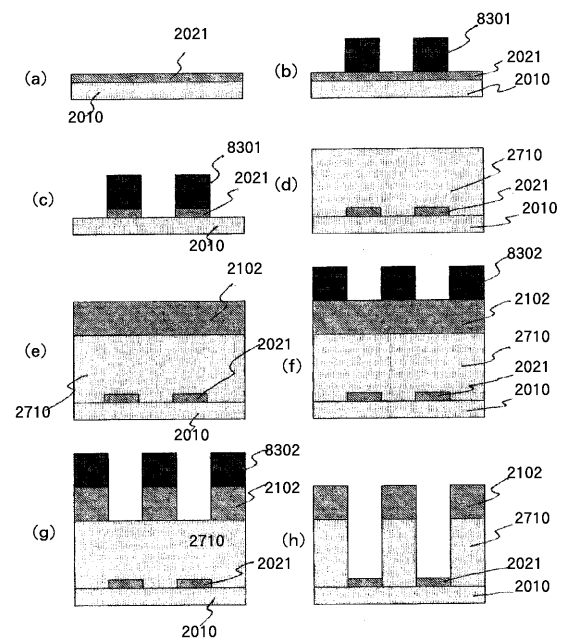
【 図 6 】



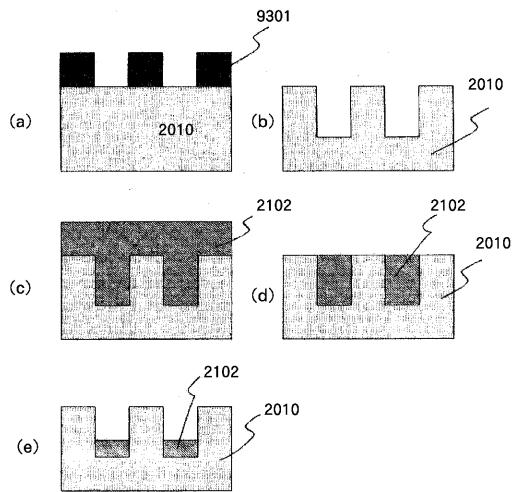
【 図 7 】



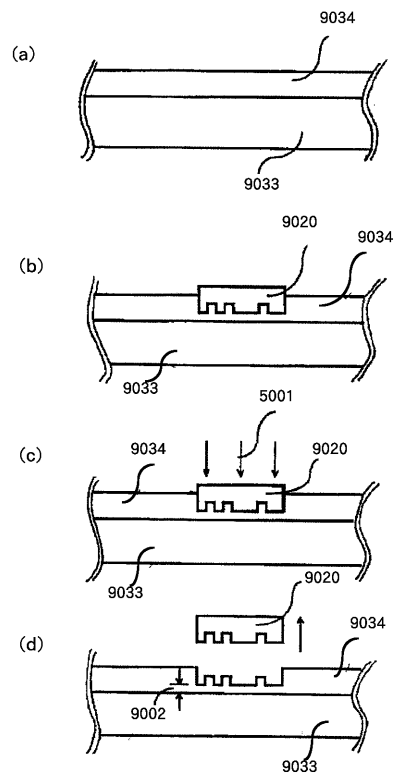
【 図 8 】



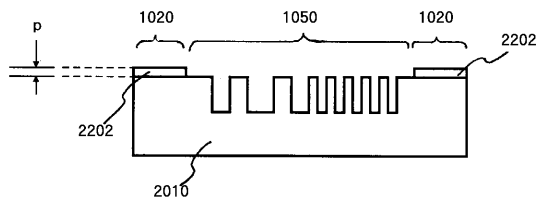
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 稲 秀樹

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

(72)発明者 奥島 真吾

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

Fターム(参考) 5F046 AA28