

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4467611号
(P4467611)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int.Cl. F I
B 2 9 C 59/02 (2006.01) B 2 9 C 59/02 Z N M Z
H O 1 L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 O 2 D

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2007-252973 (P2007-252973)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成19年9月28日 (2007.9.28)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2009-83172 (P2009-83172A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成21年4月23日 (2009.4.23)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成21年5月26日 (2009.5.26)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	多田 靖彦
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作所
			所 日立研究所内
		(72) 発明者	吉田 博史
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作所
			所 日立研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光インプリント方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に光硬化性レジストを離散的に滴下する工程と、
 前記光硬化性レジストに凹凸パターンが形成されたモールドを接触させ、モールドの凹凸パターンに前記光硬化性レジストを充填させる工程と、
 光を照射して前記光硬化性レジストを硬化させる工程と、
 モールドと光硬化させた光硬化性レジストを剥離する工程とを有する光インプリント方法において、

モールドと基板上に滴下した光硬化性レジストとが接触するまでの間、基板上に滴下した光硬化性レジストの離散的な配置を保持する中間層を前記基板表面に形成してなることを特徴とする光インプリント方法。

10

【請求項2】

前記中間層の水に対する接触角 θ が、前記基板の水に対する接触角 θ_0 よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の光インプリント方法。

【請求項3】

前記中間層の水に対する接触角 θ が、
 $30^\circ < \theta < 90^\circ$
 であることを特徴とする請求項1に記載の光インプリント方法。

【請求項4】

前記中間層が前記基板表面と化学結合により結合してなることを特徴とする請求項1に

20

記載の光インプリント方法。

【請求項 5】

前記中間層は、前記レジストと化学結合により結合を形成する官能基を少なくとも1つ以上有する有機化合物を有してなることを特徴とする請求項 1 に記載の光インプリント方法。

【請求項 6】

基板上に光硬化性レジストを離散的に滴下する工程と、
前記光硬化性レジストに凹凸パターンが形成されたモールドを接触させ、モールドの凹凸パターンに前記光硬化性レジストを充填させる工程と、
光を照射し前記光硬化性レジストを硬化させる工程と、
モールドと光硬化させた光硬化性レジストを剥離する工程とを有する光インプリント方法において、

基板表面の水に対する接触角よりも大きな接触角を有する中間層を前記基板表面に形成してなることを特徴とする光インプリント方法。

【請求項 7】

前記中間層の水に対する接触角 が、
 $30^\circ < \theta < 90^\circ$

であることを特徴とする請求項 6 に記載の光インプリント方法。

【請求項 8】

前記中間層が前記基板表面と化学結合により結合してなることを特徴とする請求項 6 に記載の光インプリント方法。

【請求項 9】

前記中間層は、前記レジストと化学結合により結合を形成する官能基を少なくとも1つ以上有する有機化合物を有してなることを特徴とする請求項 6 に記載の光インプリント方法。

【請求項 10】

前記中間層が下記一般式 1 で示されるシランカップリング剤を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の光インプリント方法。



(ここで、Y はアルキル基、フルオロアルキル基、ビニル基、アミノ基、フェニル基、クロロアルキル基、イソシアネート基、もしくはエポキシ基、またはこれらを含む有機基であり、X はアルコキシ基、アセチル基またはハロゲンを示し、n は 0 ~ 3 までの整数である。)

【請求項 11】

離散的に光硬化性レジストを滴下する工程において、
インクジェット法によって前記光硬化性レジスト液滴を前記中間層表面に配することを特徴とする請求項 6 に記載の光インプリント方法。

【請求項 12】

インクジェット法によって前記光硬化性レジスト液滴を前記中間層表面に配する工程において、
インクジェットから吐出した液滴の吐出量が 1 滴当り 0.005 以上 100 p l 以下であり、

前記インクジェットにより前記中間層表面に配した液滴の中心間距離が液滴の直径より大きいことを特徴とする請求項 6 に記載の光インプリント方法。

【請求項 13】

前記中間層の厚さが、前記凹凸パターンの高さの 1 / 2 以下であることを特徴とする請求項 6 に記載の光インプリント方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、基板の表面にモールドの表面形状を転写する光インプリント方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年のIT技術の進歩により、ネットワーク技術、ソフトウェア技術、およびデバイス技術の更なる発展が必要となっている。特に半導体集積回路は、微細化、集積化による高速動作や、低消費電力動作などの高い技術が求められている。現在、光露光リソグラフィは、最小線幅が130nmであるKrFレーザーリソグラフィから、より高解像度なArFレーザーリソグラフィへと移行している。しかし、ArFレーザーリソグラフィの量産レベルでの最小線幅が100nmであるのに対して、2007年には45nmデバイスの製造が始まろうとしている。このような状況で、より微細な技術として期待されているのがF2レーザーリソグラフィや極端紫外線露光、電子線縮小転写露光、X線リソグラフィである。しかし、微細化の進歩につれ、露光装置自身の初期コストが指数関数的に増大していることに加え、使用光波長と同程度の解像度を得るためのマスクの価格が急騰している問題がある。

10

【0003】

これに対し、微細なパターンの形成を行うインプリント技術がある。これは、基板上に形成したいパターンと同じパターンの凹凸を有するモールドを基板表面あるいは基板上の樹脂に対して型押しし、モールドを剥離することで所定のパターンを転写する技術であり、安価でありながら、凹凸幅が50nm以下の微細構造を簡便に形成可能である。そして、インプリント技術は大容量記録媒体の記録ビット形成、半導体集積回路パターン形成等への応用が検討されてきている。

20

【0004】

ナノインプリント技術には転写される材料により2種類に大別される。一方は、転写される材料を加熱させ、モールドにより塑性変形させた後、冷却してパターンを形成する熱ナノインプリント技術である。もう一方は、基板上に室温で液状の光硬化性レジストを塗布した後、光透過性のモールドをレジストに押し当て、光を照射させることで基板上的レジストを硬化させパターンを形成する光ナノインプリント技術である。特に光ナノインプリント技術は室温にてパターン形成できるため熱による基板、モールド間の線膨張係数差による歪が発生しにくく、高精度のパターン形成が可能であり、半導体等のリソグラフィ技術の代替技術として注目を浴びている。

30

【0005】

光硬化性レジストを硬化させた際に形成される微細凹凸転写パターンは、凹部に光硬化性レジストのベース層が形成される。基板上に微細凹凸パターンを転写するには、このベース層を通常ドライエッチングやウエットエッチングなどにより除去する。高精度に微細凹凸パターンを基板上に転写するには、転写表面上においてベース層の膜厚の均一化、かつ、ベース層の薄膜化が要求される。

【0006】

従来、光硬化性レジストベース層の薄膜化の手段として、モールドを押し当てるときの押圧を大きくするなどの対策がとられたが、押圧を高めると、モールドに大きな力が加わるため、モールドの破損の原因となり得る問題があった。

40

【0007】

このような問題を解決するため、特許文献1は以下のような転写方法を提案している。具体的にはモールドの凸部表面に光硬化性レジスト反応制御高分子膜を設ける。この光硬化性レジスト反応制御高分子膜は、光硬化反応に用いる光源の波長の光に対して、遮光性または吸収性などの機能を有する高分子である。この光硬化性レジスト反応制御高分子膜を有するモールドを用いて転写を行うと、光硬化性レジスト反応制御高分子膜直下の光硬化性レジストは光硬化反応が進まず、未硬化の光硬化性レジストを洗浄することでベース層のない転写が行える。

【0008】

また、特許文献2では、インクジェットを用いて光硬化性レジストを塗布する方法を提

50

案している。このインクジェットを用いた塗布方法は、基板にレジストの液滴の位置を指定し離散的にレジストを塗布できるため、モールドを押し当てた際に液滴が均等に広がり、膜厚分布を制御することが可能である。

【0009】

【特許文献1】特開2004-304097号公報

【特許文献2】特表2005-533393号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献1の方法ではベース層のない転写が行えるものの、光硬化性レジスト反応制御高分子膜が転写に伴い劣化し、レジストの反応制御が行えなくなる問題が残る。

10

【0011】

また、特許文献2に記載方法では光硬化性レジスト反応制御高分子膜の劣化の問題はない。しかしながら、光硬化性レジストはモールドの微細凹凸パターンへと均一に充填するために易流動性が求められており、インクジェット法などでレジストを基板に離散的に塗布すると、液滴が基板上に濡れ広がり、液滴同士が凝集する。その結果、膜厚分布を制御することが困難な場合がある。

【0012】

本発明は、以上のような点を考慮してなされたもので、より均一なベース層を形成可能な光インプリント方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、基板上に光硬化性レジストを離散的に滴下する工程と、前記光硬化性レジストに凹凸パターンが形成されたモールドを接触させ、モールドの凹凸パターンに前記光硬化性レジストを充填させる工程と、光を照射し前記光硬化性レジストを硬化させる工程と、モールドと光硬化させた光硬化性レジストを剥離する工程とを有する光インプリント方法において、モールドと基板上に滴下した光硬化性レジストとが接触するまでの間、基板上に滴下した光硬化性レジストの離散的な配置を保持する中間層を前記基板表面に形成してなる光インプリント方法を特徴とする。

【0014】

30

また、光硬化性レジストの表面張力より大きな界面張力を有する中間層、あるいは、基板表面の水に対する接触角よりも大きな接触角を有する中間層を前記基板表面に形成したことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、基板表面に形成した中間層によって、インクジェットで離散的に塗布したレジスト液滴が凝集することが少なくインプリント可能であり、均一なベース層を形成することができる。また、記録媒体に適用すればサーボパターンの形状の加工精度を向上することができるため、磁気ディスク装置(HD)においてヘッドの位置決め特性を改善することも可能となる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

次に、本発明の実施形態について適宜図面を参照しながら説明する。図1は、光ナノインプリントプロセスの概念を示している。基板102上に離散的に配したレジスト103をモールド100の凹凸形状形成部101で加圧し、レジスト103を押し広げ、レジスト103をモールド100の凹凸に充填させ、硬化させる。その後、モールド100をレジストから剥離することで、凹凸形状形成部101の形状を有するレジスト104を得ることが出来る。ただし、図2に示すように基板102上に配したレジスト103において液滴が凝集した領域103aが存在すると、図2(c)に示すようなベース層105の厚さ分布(105a, 105b)が生じやすくなる。

50

【 0 0 1 7 】

図 3 は本実施形態に係る基板 1 0 2 およびレジスト 1 0 3 の主要部を示す概略図である。離散的に配置されたレジスト 1 0 3 の一部が隣接したレジスト 1 0 3 と融合する。そのため、前述のベース層 1 0 5 の面内分布が発生する原因となる。そこで、基板 1 0 2 において図 3 に示すように、下地層 1 0 2 b の上にレジスト液滴の形状を保持するための中間層 1 0 2 a を形成している。

【 0 0 1 8 】

次に、基板 1 0 2 における中間層 1 0 2 a の役割について、図 4 を用いて説明する。図 4 はナノインプリントプロセスにおける基板 1 0 2 へのレジスト塗布時を示す図である。説明のために基板 1 0 2 とレジスト 1 0 3 のみを図示し、モールド 1 0 0 やナノインプリント装置は省略している。図 4 (a) , (b) は中間層 1 0 2 a を有さない場合、図 4 (c) , (d) は中間層 1 0 2 a を有する場合を示している。レジスト 1 0 3 はインクジェットなどの手法で基板 1 0 2 上に配する。中間層 1 0 2 a を有さない場合には、図 4 (a) のレジスト 1 0 3 を基板 1 0 2 上に配した状態から、図 4 (b) のようにレジストが基板表面に濡れ広がることにより、隣接したレジスト液滴同士が凝集した状態となる。これにより、ナノインプリント時に液滴の広がりムラが生じることになる。一方、中間層 1 0 2 a を有している場合には、図 4 (c) のレジスト 1 0 3 を基板 1 0 2 上に配した状態から、図 4 (d) に示したようにレジスト液滴の形状が保持されている。ここではモールドが十分に可撓性を有し、レジスト 1 0 3 の形状は押し広げられたレジスト 1 0 4 に対して同一となると仮定する。図 4 (b) においては、レジストが凝集した部分は液滴の量が増加するため、離散的に配置された部分に比べ、ベース層が厚くなる。また、液滴の広がりムラが生じるためにインプリント時の欠陥が増加する。この現象は図 2 に示した現象と同一である。一方、図 4 (d) においては中間層 1 0 2 a が存在するため、レジスト液滴が濡れ広がることなく離散的に配され、モールド 1 0 0 を基板 1 0 2 に加圧してレジスト 1 0 3 は均一に広がり、インプリント時のベース層 1 0 5 の膜厚を一定とすることが出来る。

【 0 0 1 9 】

モールド 1 0 0 の材料としては、例えば、石英やガラス、シリコンなどの無機物、ニッケル等の金属、そして各種の樹脂等が挙げられる。また、モールド 1 0 0 の外形は、加圧方式に応じて、円形、楕円形、多角形のいずれであってもよい。モールド 1 0 0 には、中心穴が加工されていてもよい。また、モールド 1 0 0、特に凹凸形状形成部 1 0 1 の表面には、押し広げられたレジスト 1 0 4 とモールド 1 0 0 との剥離を促進するために、フッ素系、シリコン系などの離型処理を施すこともできる。なお、レジスト 1 0 3 として光反応性物質を用いるため、反応に用いる光の波長に対してモールド 1 0 0 は透明である必要がある。ただし、下地基板 1 0 2 が反応に用いる光の波長に対して透明であり、下地基板側から光を照射し、レジストを硬化反応させることが可能である場合には、モールド 1 0 0 は透明である必要はない。

【 0 0 2 0 】

モールド 1 0 0 上の凹凸形状形成部 1 0 1 は所望のモールド材料や精度に応じて周知の加工法によって形成される。例えばフォトリソグラフィ、集束イオンビームリソグラフィ、電子ビーム描画法、切削加工など機械加工、また、モールド原盤からの成型法、メッキ法などによるレプリカ作製などの手法を取ることができる。

【 0 0 2 1 】

前記した下地基板 1 0 2 b の材料としては、例えば、シリコン、ガラス、アルミニウム合金等の各種材料を加工したものが挙げられる。また、下地基板 1 0 2 b は、その表面に金属層、樹脂層、酸化膜層等が形成された多層構造体であってもよい。また、基板 1 0 2 の外形は、円形、楕円形、多角形のいずれであってもよく、中心穴が加工されていてもよい。特に、水に対する接触角が 30 度よりも小さい基板を用いた場合に、より本発明の効果が得られる。

【 0 0 2 2 】

前記した中間層 102a としては、レジスト液滴の形状を保持するために光硬化性レジストの表面張力より大きな界面張力を有する材料とする。中間層 102a の界面張力の好適な条件は、水の表面張力に対する大きさから相対的に見積もることができる。水の表面張力に対する大きさは、中間層 102a の水に対する接触角から求めることができる。中間層 102a としては、光硬化性レジストの表面張力より大きな界面張力を有する材料とするために、中間層の水に対する接触角が下地基板の水に対する接触角よりも大きい材料とする。好ましくは、中間層 102a の水に対する接触角が $30^\circ < \theta < 90^\circ$ であることが望ましい。中間層 102a の水に対する接触角が 30° 以下であると、中間層 102a 表面においてレジスト 103 が濡れ広がり易く、レジスト 103 とモールド 100 とが接触する前に、レジスト同士で凝集してしまう。また、中間層 102a の水に対する接触角が 90° 以上であると、レジスト 103 とモールド 100 とを接触させてレジスト 103 を押し広げる際に、レジスト 103 が広がり難く、レジスト 103 間に空隙が残ってしまう。

10

【0023】

また、中間層 102a としては、転写時にレジストが中間層 102a から剥離しないようにレジストとの密着性が高い材料とすることが良い。このようにレジストと密着性を向上させるために中間層 102a の材料がもたなければならない官能基は、主としてそれぞれの場合に使用されるレジスト材料の持つ官能基との所望の相互作用により決まる。それによって、例えば中間層の官能基およびレジスト材料の持つ官能基との間で、相互作用が起こり得る。あるいは、化学反応の結果、共有結合を形成し得る。他の適した相互作用としては、双極子相互作用である。適した官能基の例は、例えば、フェニル基、アミノ基、カルボン酸基、アクリレート基、メタクリレート基である。

20

【0024】

また、前記した中間層 102a および下地基板 102b においては、転写時に中間層 102a が剥がれないように、密着性が高いほうが良い。望ましくは、中間層 102a および下地基板 102b は化学結合で固定化されていると良い。好ましくは共有結合で固定されていると良い。

【0025】

したがって、好ましい中間層 102a の例は(ポリ)メタクリル酸、(ポリ)アクリレート類、(ポリ)メタクリレート類、(ポリ)アクリルアミド類、(ポリ)メタクリルアミド類、(ポリ)カルバミド類、(ポリ)オレフィン類、(ポリ)スチレン、(ポリ)アミド類、(ポリ)イミド類、(ポリ)ビニル化合物、(ポリ)エステル類、(ポリ)アクリレート類、(ポリ)カーボネート類、(ポリ)エーテル類、(ポリ)エーテルケトン類、(ポリ)スルホン類、(ポリ)エポキシド類、フッ素重合体類、オルガノ(ポリ)シロキサン類、(ポリ)シロキサン類およびヘテロ(ポリ)シロキサン類から成る群であって、好ましくはレジストと重合する重合性の官能基を有する。

30

【0026】

上記中間層に含有されるシランカップリング剤またはその重合体としては、具体的には以下の化学式で表されるシランカップリング剤、またはこれらの 1 種あるいは 2 種類以上の水分解縮合物もしくは共加水分解縮合物である重合体であることが好ましい。

40

(化 1)



ここで、Y はアルキル基、フルオロアルキル基、ビニル基、アミノ基、フェニル基、クロロアルキル基、イソシアネート基、もしくはエポキシ基、またはこれらを含む有機基であり、X はアルコキシ基、アセチル基またはハロゲンを示す。n は 0 ~ 3 までの整数である。また、X で示されるアルコキシ基はメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基であることが好ましい。また、Y で示される有機基全体の炭素数は 1 ~ 20 の範囲内、特に 5 ~ 10 の範囲内であることが好ましい。

【0027】

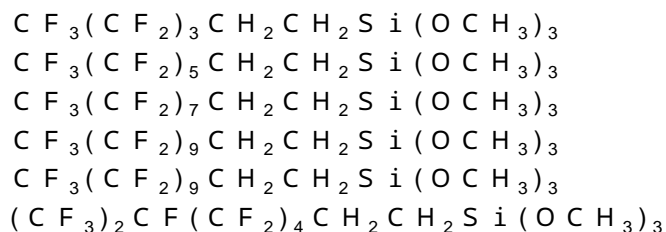
上記シランカップリング剤として具体的には、メチルトリクロルシラン、メチルトリブ

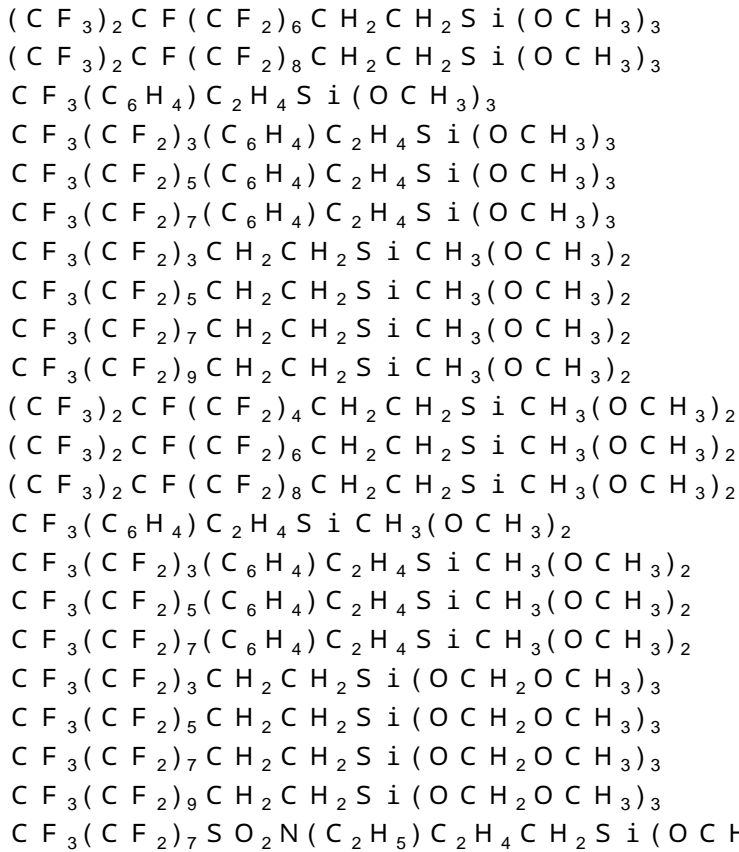
50

ロムシラン，メチルトリメトキシシラン，メチルトリエトキシシラン，メチルトリイソ
 プロキシシラン，メチルトリ t - ブトキシシラン，エチルトリクロルシラン，エチルトリ
 プロキシシラン，エチルトリメトキシシラン，エチルトリエトキシシラン，エチルトリイソ
 プロキシシラン，エチルトリ t - ブトキシシラン，n - プロピルトリクロルシラン，n -
 プロピルトリプロキシシラン，n - プロピルトリメトキシシラン，n - プロピルトリエト
 キシシラン，n - プロピルトリイソプロキシシラン，n - プロピルトリ t - ブトキシシ
 ラン，n - ヘキシルトリクロルシラン，n - ヘキシルトリプロキシシラン，n - ヘキシルト
 リメトキシシラン，n - ヘキシルトリエトキシシラン，n - ヘキシルトリイソプロキシ
 シラン，n - ヘキシルトリ t - ブトキシシラン，n - デシルトリクロルシラン，n - デシ
 ルトリプロキシシラン，n - デシルトリメトキシシラン，n - デシルトリエトキシシラン，
 n - デシルトリイソプロキシシラン，n - デシルトリ t - ブトキシシラン；n - オクタ
 デシルトリクロルシラン，n - オクタデシルトリプロキシシラン，n - オクタデシルトリメ
 トキシシラン，n - オクタデシルトリエトキシシラン，n - オクタデシルトリイソプロキ
 シシラン，n - オクタデシルトリ t - ブトキシシラン，フェニルトリクロルシラン，フェ
 ニルトリプロキシシラン，フェニルトリメトキシシラン，フェニルトリエトキシシラン，
 フェニルトリイソプロキシシラン，フェニルトリ t - ブトキシシラン，ジメトキシジエ
 トキシシラン，ジメチルジクロルシラン，ジメチルジプロキシシラン，ジメチルジメトキシ
 シラン，ジメチルジエトキシシラン，ジフェニルジクロルシラン，ジフェニルジプロキシ
 シラン，ジフェニルジメトキシシラン，ジフェニルジエトキシシラン，フェニルメチルジク
 ロルシラン，フェニルメチルジプロキシシラン，フェニルメチルジメトキシシラン，フェニ
 ルメチルジエトキシシラン，トリクロルヒドロシラン，トリプロキシシラン，トリメ
 トキシヒドロシラン，トリエトキシヒドロシラン，トリイソプロキシヒドロシラン，トリ
 t - ブトキシヒドロシラン，ビニルトリクロルシラン，ビニルトリプロキシシラン，ビニ
 ルトリメトキシシラン，ビニルトリエトキシシラン，ビニルトリイソプロキシシラン，
 ビニルトリ t - ブトキシシラン， - グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン，
 - グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン， - グリシドキシプロピルトリメトキ
 シシラン， - グリシドキシプロピルトリエトキシシラン， - グリシドキシプロピルト
 リイソプロキシシラン， - グリシドキシプロピルトリ t - ブトキシシラン， - メタ
 アクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン， - メタアクリロキシプロピルメチルジ
 エトキシシラン， - メタアクリロキシプロピルトリメトキシシラン， - メタアクリロ
 キシプロピルトリエトキシシラン， - メタアクリロキシプロピルトリイソプロキシシ
 ラン， - メタアクリロキシプロピルトリ t - ブトキシシラン， - アミノプロピルメチ
 ルジメトキシシラン， - アミノプロピルメチルジエトキシシラン， - アミノプロピル
 トリメトキシシラン， - アミノプロピルトリエトキシシラン， - アミノプロピルトリ
 イソプロキシシラン， - アミノプロピルトリ t - ブトキシシラン， - メルカプトプロ
 ピルメチルジメトキシシラン， - メルカプトプロピルメチルジエトキシシラン， -
 メルカプトプロピルトリメトキシシラン， - メルカプトプロピルトリエトキシシラン，
 - メルカプトプロピルトリイソプロキシシラン， - メルカプトプロピルトリ t - ブ
 トキシシラン， - (3 , 4 - エポキシシクロヘキシル) エチルトリメトキシシラン，
 - (3 , 4 - エポキシシクロヘキシル) エチルトリエトキシシラン、及び、それらの部分
 加水分解物、及びそれらの混合物を使用することができる。

【 0 0 2 8 】

またフルオロアルキル基を含有する化合物としては、下記の化合物を挙げることができ
 、一般にフッ素系シランカップリング剤として知られているものを使用しても良い。





10

20

前記した中間層 102a の作製方法としては、例えば、スピコート、ディップ法、または気相蒸着法などが挙げられる。また、上記中間層がシランカップリング剤またはその重合体のみからなる層である場合には、上記材料を必要に応じて溶媒などに分散させて、例えばスピコート、スプレーコート、ディップコート、ロールコート、ビードコートなどの公知の塗布方法によって基材上に塗布することにより行うことができる。

【0029】

また、中間層 102a の厚みはレジストのエッチング耐性とベース層の厚みに相対的に相応して決定すべきであるが、パターンの高さが 100nm 以下である場合、ベース層の厚さを含めて 50nm 以下であり、表面粗さ Ra は 10nm 以下であることが好ましい。さらに好ましくは中間層 102a とベース層の厚さを含め 10nm 以下であり、表面粗さ Ra は 2nm 以下であると良い。したがって、パターンの高さに対して、中間層を含めたベース層の厚みを 1/2 以下、より好ましくは 1/4 以下とすることが好ましい。また、パターンの高さに対して、中間層を含めたベース層の表面粗さを 1/10 以下とすることが好ましい。

30

【0030】

レジスト 103 は、モールド 100 に形成された微細パターンが転写される対象である。レジスト 103 は光硬化性樹脂を用いることが最も好ましい。この光硬化性樹脂は特に限定されることなくラジカル重合系、カチオン重合系、アニオン重合系など公知のものでよく、光反応性のレジストに開始剤を添加したものを使用することができる。

40

【0031】

具体的には、ベンジル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、シクロペンタニル(メタ)アクリレート、シクロペンテニル(メタ)アクリレート、アダマンチル(メタ)アクリレート等が好ましい。また、エトキシ化ビスフェノール A ジ(メタ)アクリレートも好ましく、更には構造中のエトキシ基のユニット数が 4 から 17 であるものが低粘度であり特に好ましい。これら(メタ)アクリレート材は単独で適用することも複数の(メタ)アクリレートを組合せて適用することも可能である。また、上記モノマー以外にもこれらモノマーが複数重合した(メタ)アクリレートオリゴマーを適用することも可能である。また、モールド 100 とレジスト 104 との剥離を促進するために

50

、フッ素化合物、またはシリコン系化合物を含むことが望ましい。光硬化性樹脂をレジスト103に用いる場合にはモールド100と基板102の少なくとも何れかが硬化に用いる光に対して十分に透明である必要があり、ナノインプリント装置には光照射機構を組み込む必要がある。なお、レジスト103には熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂や高粘性体などを用いることも可能であり、この場合はそれぞれのレジスト103に応じたモールド100、基板102、ナノインプリント装置を用いる必要がある。

【0032】

レジスト103の塗布方法としては、例えばインクジェット法やディスペンス法、スクリーン印刷法などを使用することができる。何れの手法においてもレジスト103は基板102またはモールド100の表面に滴下される。そして、滴下されたレジスト103は、モールド100へと加圧されることでモールド100と基板102の表面に広がる。レジスト103の滴下位置は複数とすることが好ましく、滴下位置の中心間距離はレジスト103の直径よりも広く設定する。レジスト103を滴下する位置は、凹凸形状形成部101に対応する硬化後のレジスト104の広がりを含め評価しておき、この評価結果に基づいて凹凸形状形成部101を硬化後のレジスト104が隙間無く覆うように定めると良い。吐出されたレジスト液滴が中間層102a上に接触すると、レジストの表面張力と中間層102aの界面張力の差により、中間層102a上にレジスト液滴が濡れ広がる。中間層102aに配したレジスト液滴の間隔が2R以下の場合、吐出されたレジスト103が中間層102aに接触するとレジスト液滴は凝集する。

【0033】

中間層102aの表面上に塗布するレジスト液滴の1滴当りの塗布量は0.005p1以上で100p1以下であることが好ましい。更に好ましくは0.01p1以上で50p1以下である。1滴当りの塗布量が0.005以下であると、レジスト液滴の直径が小さく、インクジェットによる位置制御が困難となってしまう。また、1滴当りの塗布量が100p1以上であると、モールド100を接触させた後レジスト103を押し広げる際に、ベース膜厚のムラが生じ易い。

【0034】

前記実施形態で微細パターンが転写された基板102は、磁気記録媒体や光記録媒体等の情報記録媒体に適用可能である。また、大規模集積回路部品や、レンズ、偏光板、波長フィルタ、発光素子、光集積回路等の光学部品、免疫分析、DNA分離、細胞培養等のバイオデバイスへの適用が可能である。

【0035】

次に、実施例を示しながら本発明をさらに具体的に説明する。

【0036】

(実施例1)

本実施例では、ディスク基板に溝構造を形成した。

【0037】

基板102としては、直径65mm、厚さ0.6mm、中心穴Hbの径20mmの円盤状ガラス基板が使用された。この基板102は、その外周の端部、および中心穴の端部が、幅0.15mmで面取されたものである。基板102を溶媒2-プロパノールの1%フェネチルトリメトキシシラン溶液に浸漬し、70℃で1時間加熱した。その後基板102を2-プロパノールで2回洗浄し、乾燥させた後、120℃で10分間乾燥を行い、膜厚1.2nmの中間層102aを得た。そして、基板102の表面には、ナノインプリントの直前にインクジェット法で樹脂材料103を滴下した。樹脂は感光性物質を添加したアクリレート系光硬化性樹脂であり、粘度が4mPa・sである。ノズルが512(256×2列)個配列され、ピエゾ方式で樹脂を吐出する塗布ヘッドで1滴辺り約50p1の樹脂材料103を塗布された。

【0038】

モールドとしては、基板102と同一の形状の石英基板が使用された。そして、このモールドの基板102と対向する側の面には、周知の電子線直接描画(EB)法によって、

同心円状に複数の溝が刻まれた。この溝は、幅が50 nm、深さが100 nm、ピッチが100 nmであった。そして、溝の中心軸は、モールドの中心軸と一致させた。

【0039】

図5は本実施例に関わる実施プロセスを示す模式図である。ナノインプリント装置内の上下に可動するステンレス製の下部ステージ109の上面には、厚さ0.5mmのシリコーンゴム層を設置して緩衝層111としている。ナノインプリント装置の上部ステージ110は厚さ20mmの石英板よりなり、モールド100が凹凸形状形成部101を下部ステージ109に向けて設置されている。樹脂材料103を塗布した基板102を下部ステージ109の緩衝層111上に配して減圧雰囲気(約0.01気圧)として下部ステージ109を上昇させて約1MPaの圧力で基板102をモールド100に押し当て、高圧水銀灯(図示せず)からの紫外線(強度100mW/cm²)を20秒間照射した。その後下部ステージ109を下降してモールド100を基板102から離し、押し広げられた樹脂材料104からなる微細形状を基板102上に形成した。このナノインプリント工程を前記の基板102、及び比較例として作製した基板102rについて実施した。

10

【0040】

基板102上の押し広げられた樹脂材料104における微細形状を原子間力顕微鏡にて評価した所、中間層102aを形成した基板102に対しては幅50nm、深さ100nm、ピッチ100nmの溝形状が形成されていた。図6は溝構造の電子顕微鏡写真である。また、ベース層105の値は何れの場所においても平均膜厚22nm、表面粗さRa10nmの範囲に収まっており、ベース層105には十分な均一性があることが確認された。一方、比較例として作製した基板102rに対しても微細形状は同じく幅50nm、深さ100nm、ピッチ100nmの溝形状となった。しかし、ベース層105の平均膜厚は52nm、表面粗さRaは45nmとなり、ベース層105に中間層102aの有無によるベース層分布が生じることを確認した。以上の実施例によって、中間層102aのベース層に対する効果を確認することができた。なお、押し広げられた樹脂材料104をマスクとして下地の基板102をエッチングする際には、押し広げられた樹脂材料104のエッチング耐性やエッチングプロセスによっても異なるが、一般的にはベース層105の厚みを凸部の高さの半分以下にすることが好まれる。より好ましくは高さの4分の1以下にすると良い。

20

【0041】

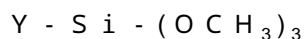
(実施例2)

実施例1と同様な手順により、種々のシランカップリング剤を用いて中間層を形成し、インプリントしたベース層の膜厚および表面粗さRaの結果を説明する。具体的には以下の化学式で表されるシランカップリング剤を用いた。

30

【0042】

(化2)



まず、表面が平滑な石英ディスク基板表面に中間層102aを形成し、その水に対する接触角を評価した。また、その中間層102aを形成した石英ディスク基板を用いて、インプリントを行いベース膜厚および表面粗さRaを評価した。その結果を表1に示す。なお、表1において、ベース膜厚および表面粗さRaは中間層102aの厚みを含めた値である。

40

【0043】

【表 1】

表 1

中間層にシランカップリング剤を用いたインプリント結果

中間槽	接触角(°)	ベース膜厚 (nm)	Ra(nm)
中間槽なし	4	52	42
3-アミノプロピルトリメトキシシラン	21	42	41
3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン	58	28	13
3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン	67	17	8
3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン	72	14	11
フェネチルトリメトキシシラン	77	22	10
フェニルトリメトキシシラン	93	39	24
トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2-テトラ ヒドロオクチルトリメトキシシラン	106	-	-

【0044】

中間層なしの場合と比較して、中間層を形成した場合にはベース膜厚、表面粗さを小さくすることができた。但し、中間層として、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2-テトラヒドロオクチルトリメトキシシランを用いた場合には、基板からのレジストの剥がれにより測定不可であった。

【0045】

水に対する接触角が小さな3-アミノプロピルトリメトキシシランを中間層として、ディスク基板に転写を行った場合、ベース膜厚42nm、表面粗さRa41nmとなり、ベース膜厚に分布が生じた。3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、フェネチルトリメトキシシランにおいては、ベース層の高さは凸部の高さの約4分の1となっており良好であった。また、フェニルトリメトキシシランはベース膜厚39nm、表面粗さRa24nmであった。これはフェニルトリメトキシシランの界面張力は大きいものの、インプリント時に液滴が十分広がり切らず、膜厚が厚くなったものと考えられる。一方、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2-テトラヒドロオクチルトリメトキシシランはレジスト104が基板102から剥がれてしまい、測定できなかった。これはトリデカフル

【0046】

(実施例3)

実施例1と同様な手順により、インクジェットによるレジスト103の1滴当りの滴下量を変え、インプリントしたベース層の膜厚および表面粗さRaの結果を説明する。レジスト103の1滴あたりの滴下量に対するベース層の膜厚および表面粗さRaの結果を表2に示す。

【0047】

【表 2】

表 2

1 滴当りの滴下量を変えたインプリント結果

1 滴当りの滴下量(p1)	ベース膜厚(nm)	Ra(nm)
0.001	27	46
0.005	19	21
50	22	10
100	28	12
500	56	82

10

【0048】

レジスト103の1滴当りの滴下量が0.001 p l の場合、ベース膜厚27 nm、表面粗さRa 46 nmとなり、ベース層105に膜厚分布が生じた。これは液滴が小さすぎたため、インクジェットによる位置制御が困難となり、液滴が凝集したためと考えられる。レジスト103の1滴当りの滴下量が0.005 p l、50 p l、100 p l の場合、ベース層の高さは凸部の高さの約4分の1となり良好であった。レジスト103の1滴当りの滴下量が500 p l の場合、ベース膜厚56 nm、表面粗さRa 82 nmとなり、ベース層105に膜厚分布が生じた。これは1滴当りの滴下量が多すぎたため、液滴の広がりによりムラが生じたためと考えられる。

20

【0049】

(実施例4)

本実施例では、本発明のインプリント方法を使用したディスクリットトラックメディアの製造方法について適宜図面を参照しながら説明する。参照する図面において、図7は、本実施例に関わる記録媒体を示す模式図である。

【0050】

図7を用いて磁気記録媒体の構成を説明する。本図においては各記録トラックが磁気的に分離されている所謂ディスクリットトラックメディア(DTM)の模式図を示しているが、各記録ビットが分離されているビットパターンメディア(BPM)においても本実施例で示すプロセスを適用可能である。

30

【0051】

図7は本発明により作製した磁気記録媒体200を示す模式図である。磁気記録媒体200は直径65 mm、厚さ0.631 mmの円盤状であり、基板201上に複数の磁性層および他の層が堆積された構造となっている。基板201の中央部にはスピンドルに磁気記録媒体200を固定するための直径20 mmの穴202が設けられている。

【0052】

記録トラック203は同心円状に形成されており、非磁性体により磁気的に隣接トラックと分離された構造となっている。磁気記録媒体200の最表面は平坦化されており、記録トラック203と非磁性体領域の高さの差は5 nm未満となっている。隣接する記録トラック203同士の間隔距離、即ちトラックピッチ(Tp)は記録密度に応じて決定する必要があるが、本実施例においてTpは中心部で150 nmである。Tpは磁気記録媒体200上のディスクの半径値に依存して変化させてある。これはハードディスクドライブ(HDD)においてロータリーアクチュエータにより記録再生ヘッドを駆動することにより起因したヨー角に対応するためである。記録再生ヘッドの駆動にリニアアクチュエータを用いる場合は、半径値によらず一定のTpを採用してよい。

40

【0053】

また磁気記録媒体200には所望のトラック上の領域にアクセスし、記録再生動作を行

50

うためのサーボパターン204も形成してある。図7ではサーボパターン204は模式的に曲線で示されているが、内部には微細パターンが存在している。このパターン構造については後述する。また、本実施例においては1周を200分割し、各エリアにサーボパターン204が入るようにした。勿論サーボパターンの数は200個に限定されるものではなく記録再生特性から決定する必要がある。

【0054】

また磁気記録媒体200には記録トラック203，サーボパターン204が形成されていない内周部205と外周部206を設けることが出来る。

【0055】

本媒体の製造プロセスについて図8を用いて説明する。製造プロセスにおいてはまず基板201上に軟磁性裏打層207(SUL)を成長させた。基板201の材料はガラスに限ることなく、アルミニウムなどの金属，シリコンなどの半導体、セラミックスやポリカーボネイトなどの絶縁体などを選択することが可能である。軟磁性裏打層207はFe-Ta-C合金を採用し、真空チャンバー内でのスパッタ蒸着後、必要な熱処理を行った。軟磁性裏打層207には媒体半径方向への磁気異方性をつけておくことが望ましい。Fe-Ta-C合金に代えて他の軟磁性裏打層207を用いても構わず、また、スパッタ蒸着以外の他の成長方法を採用しても構わない。また必要に応じて基板201と軟磁性裏打層207の間に、両者の密着性を高めるための密着層、軟磁性裏打層207の結晶性を制御する中間層などを挿入してもよい。軟磁性裏打層207の形成後に、引き続き記録層208を真空中にてスパッタ蒸着により成長させる。本実施例においては記録層208としてCo-Cr-Pt膜を採用した。この材料は膜面方向に対し垂直方向に磁化容易軸を有する特徴を有する。従って本実施例においては磁気異方性の軸が基板面に対しほぼ垂直となるようにスパッタ蒸着の条件を選んだ。記録層208として用いる磁性材料はCo-Cr-Pt合金に限らず、他の材料でも構わない。特にグラニューラ膜と呼ばれるSiを含有した記録層208は本発明と相性がよい。さらに、実施例1で述べたように、中間層208aを形成した。以上のプロセスにより図8(a)に示す基板201を形成する。

【0056】

引き続き図8(b)(c)(d)に示すナノインプリント工程を行う。なお、本図では簡略化のためナノインプリント装置は省略する。以下、光硬化終了までの工程は紫外線カット下で行う。前記プロセスにより完成した平坦な構造上に、液状の感光性物質を添加したアクリレート系光硬化性樹脂(以下、レジスト209と呼ぶ)を塗布する。本実施例に於いては実施例1で説明したインクジェット法を使用してレジスト209を塗布した。

【0057】

このようにレジスト209が塗布された基板201を、図8(b)に示すようにレジスト塗布面を上にしてナノインプリント装置上の下部ステージ上に配置する。また、直径6.5mm，厚さ1mmのモールド210はナノインプリント装置の上部ステージに、基板201のレジスト塗布面とモールド210の凹凸形成面が相対するように配置されている。本実施例においてはモールド210の材質を石英としたが、レジスト209の硬化に必要な波長の光を透過させることができる材料であれば他の物質でも構わない。本実施例ではモールド210にも基板と同一の直径20mmの中心穴202が形成されている。この中心穴202を用いてモールド210と基板201に対して機械的に中心位置アライメントを行った。但し、本実施例においては使用しなかったが必要に応じて光学的測定によるフィードバック機構を用いても構わない。アライメントに用いる移動機構は、水平面内移動，上下移動，回転，傾き補正が可能である。モールド210には先に示した磁気記録媒体200上に形成される記録トラック203、サーボパターン204に対応し、鏡英の関係にある凹凸形状が形成されている。本モールド210に形成する凹部の深さは全て100nmである。

【0058】

位置決め終了後、図8(c)に示すようにモールド210と基板201を0.9MPaの圧力で接触した後に光を照射した。本実施例においては光源として100mW/cm²の

10

20

30

40

50

高圧水銀灯を使用した。照射量はレジスト209の種類に依存するが本実施例に於いては 0.3 mJ/cm^2 とした。この値は使用するレジスト209の種類や照射条件などに応じて変更する必要がある。光の強度は予め測定しておき、必要なエネルギーに達するよう照射時間で制御した。もちろん、チャンバー内に光検出器を設置し、実時間で光量をモニターし光のドーズ量を測定しても構わない。光硬化後に図8(d)に示すように基板201とモールド210をそれぞれ裏面から真空吸着し、基板201面に対して垂直方向に引っ張り応力を印加することにより剥離を行った。本工程によって硬化したレジスト211を基板201上に形成した。

【0059】

次にディスクをナノインプリント装置から取り出し、イオンミリング装置にて、上方からイオンにてミリングした。本実施例においてイオン種はArを使用した。他のイオン種を使用してもよい。またイオンミリングではなく反応性イオンエッチング(RIE)やウエットエッチングなどによりパターン転写を行っても構わない。この工程により、硬化したレジスト211全体を薄層化し、硬化したレジスト211の膜厚の薄い領域の下地にある記録層208をアルゴンイオン暴露によって除去する。この工程によって図8(e)に示すよう硬化したレジスト211の凹凸形状が記録層208上に形成される。なお、本工程では行わなかったがイオンミリングの前に酸素プラズマで予め硬化したレジスト211をエッチングし、硬化したレジスト211の膜厚の薄い領域を除去して下地にある磁性膜208が直接に後のイオンミリング工程でアルゴンイオンに曝されるようにしておくことパターン精度向上の点でより好ましい。

【0060】

その後、硬化したレジスト211をリンス工程によって除去して図8(f)に示す凹凸形状を有する記録層208を形成することができる。その後、必要に応じ溝部に非磁性膜212を埋め込む。例えば、Si-Oを基板上部から成長させ、エッチバックまたは化学機械研磨(CMP)により平坦化することが可能である。更に必要に応じ、さらに保護膜213や潤滑膜(図示せず)を成長させ図8(g)に示す磁気記録媒体200が完成する。本実施例では記録層208上に中間層208aを形成することにより、ベース層厚の分布を均一にし、精度の高い加工が可能となった。

【0061】

なお、本実施例においてはナノインプリント工程によって記録層208を加工したが、上述の方法と同様に基板201を同じくナノインプリント工程で加工した後に基板201の凹凸形状の上から各磁性膜を成長させることも可能である。

【0062】

(実施例5)

本実施例では、本発明のインプリント方法を使用して製造した光情報処理装置について説明する。

【0063】

本発明において解決される、ナノインプリントにおけるベース層の分布を均一にするという課題は光情報処理装置の製造にナノインプリントを適用する際において重要な課題である。

【0064】

本実施例では入射光の進行方向が変わる光デバイスを光多重通信系の光情報処理装置に適用した一例を述べる。図9は、光デバイスの基本部品としての光回路の概略構成図である。図10は、光回路の導波路の構造を示す模式図である。

【0065】

図9に示すように、光回路30は縦(l)30mm,横(w)5mm,厚さ1mmの窒化アルミニウム製の基板31上に形成した。光回路30は、インジウムリン系の半導体レーザーとドライバ回路からなる複数の発信ユニット32,光導波路33,33a,光コネクタ34,34aから構成されている。なお、複数の半導体レーザーの発信波長は、それぞれ2~50nmずつ異なるように設定されている。

【 0 0 6 6 】

この光回路 30 では、発信ユニット 32 から入力された光信号が導波路 33 a、および導波路 33 を経由して、光コネクタ 34 a から光コネクタ 34 に送信される。この場合、光信号は、各導波路 33 a から合波される。

【 0 0 6 7 】

図 10 に示すように、導波路 33 の内部には、複数の柱状微細突起 35 が立設されている。そして、発信ユニット 32 と導波路 33 とのアライメント誤差を許容できるように、導波路 33 a の入力部の幅 (L1) は 20 μm で、平断面視でラッパ状になっている。そして、導波路 33 を形成するストレート部分の中央部には、柱状微細突起 35 が 1 列分だけ除去されている。つまり、フォトリソグラフィによるギャップのない領域が形成されており、これによって信号光が幅 1 μm の領域 (W1) に導かれる構造になっている。なお、柱状微細突起 35 間の間隔 (ピッチ) は 0.5 μm に設定されている。なお、図 10 では、簡略化し、実際の本数よりも柱状微細突起 35 を少なく示している。

10

【 0 0 6 8 】

本発明は、導波路 33, 33 a、および光コネクタ 34 a に適用されている。つまり、本発明のインプリント方法は、発信ユニット 32 内に柱状微細突起 35 を形成する際に、所定の柱状微細突起 35 を所定の発信ユニット 32 に形成する際に適用される。ちなみに光コネクタ 34 a の構造は、図 10 の導波路 33 a の左右を反対にした構造となっており、光コネクタ 34 a における柱状微細突起 35 の配置は、図 10 の柱状微細突起 35 と左右逆向きに配置されている。

20

【 0 0 6 9 】

ここで、柱状微細突起 35 の相当直径 (直径あるいは一辺) は、半導体レーザー等に用いる光源の波長との関係から、10 nm から 10 μm の間で任意に設定することができる。また、柱状微細突起 35 の高さは、50 nm から 10 μm が好ましい。また、柱状微細突起 35 の距離 (ピッチ) は、用いる信号波長の約半分に設定される。

【 0 0 7 0 】

このような光回路 30 は、複数の異なる波長の信号光を重ね合わせて出力できるが、光の進行方向を変更できるために、光回路 30 の幅 (w) が 5 mm と非常に短くできる。そのため、光デバイスを小型化することができる。また、このインプリント方法によれば、モールドからの転写によって柱状微細突起 35 を形成できるために、光回路 30 の製造コストを下げるることができる。なお、本実施例では、入力光を重ね合わせる光デバイスに適用した例を示したが、本発明は光の経路を制御する全ての光デバイスに有用である。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 ナノインプリント工程を示す模式図。

【 図 2 】 液滴が凝集した場合のナノインプリント工程を示す模式図。

【 図 3 】 本発明における中間層形成を示す模式図。

【 図 4 】 本発明における中間層の効果を示す模式図。

【 図 5 】 実施例 1 におけるナノインプリント工程を示す模式図。

【 図 6 】 溝構造の電子顕微鏡写真である。

40

【 図 7 】 実施例 2 で示す磁気記録媒体を示す模式図。

【 図 8 】 実施例 2 で示す磁気記録媒体の形成工程を示す模式図。

【 図 9 】 光デバイスの基本部品としての光回路の概略構成図である。

【 図 10 】 光回路の導波路の構造を示す模式図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

100, 210 モールド

101 凹凸形状形成部

102, 201, 501 基板

102a, 208a 中間層形成部

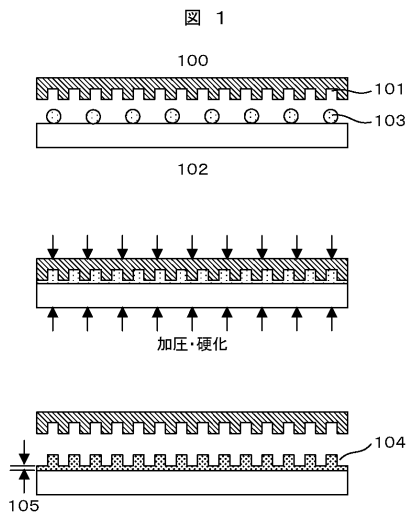
50

- 1 0 2 b 下地基板
- 1 0 3 , 1 0 4 , 2 0 9 レジスト
- 1 0 5 ベース層
- 1 0 6 下部ステージ
- 1 0 7 上部ステージ
- 1 0 8 緩衝層
- 2 0 0 磁気記録媒体
- 2 0 2 穴
- 2 0 3 記録トラック
- 2 0 4 サーボパターン
- 2 0 5 外周部
- 2 0 6 内周部
- 2 0 7 軟磁性裏打層
- 2 0 8 記録層
- 2 1 1 硬化したレジスト
- 2 1 2 非磁性体
- 2 1 3 保護膜
- 5 0 0 光回路
- 5 0 2 発信ユニット
- 5 0 3 , 5 0 3 光導波路
- 5 0 4 , 5 0 4 光コネクタ
- 5 0 8 微小突起物

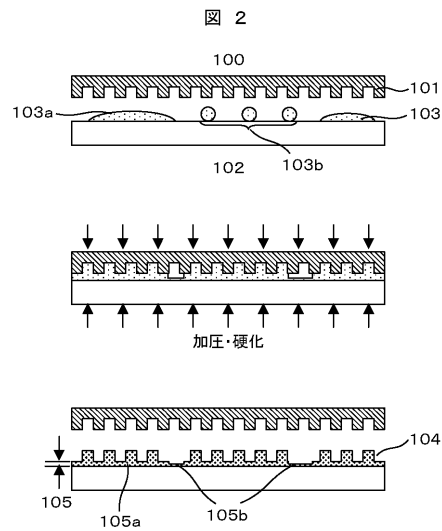
10

20

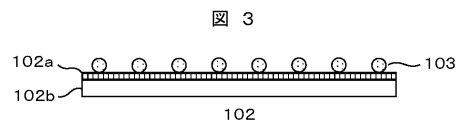
【図1】



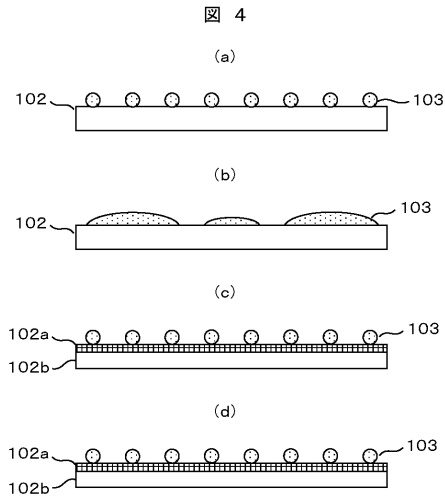
【図2】



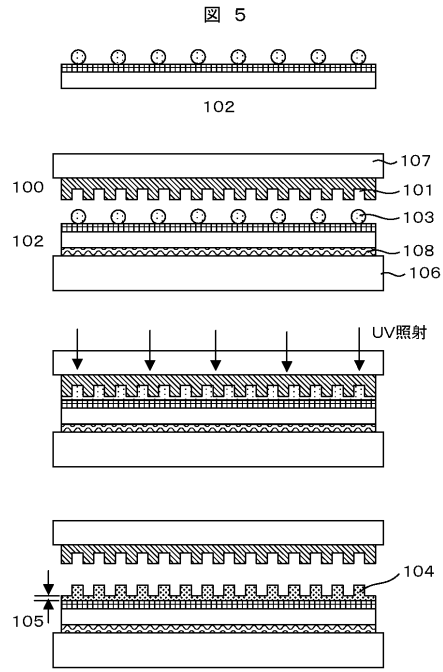
【図3】



【 図 4 】

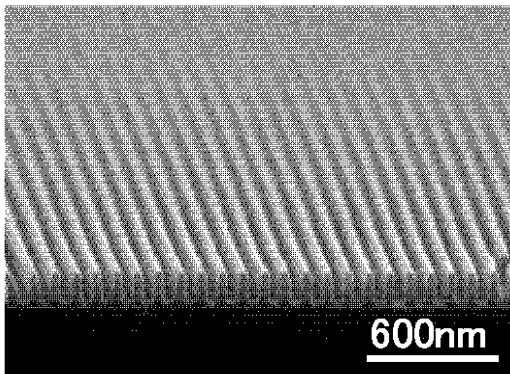


【 図 5 】

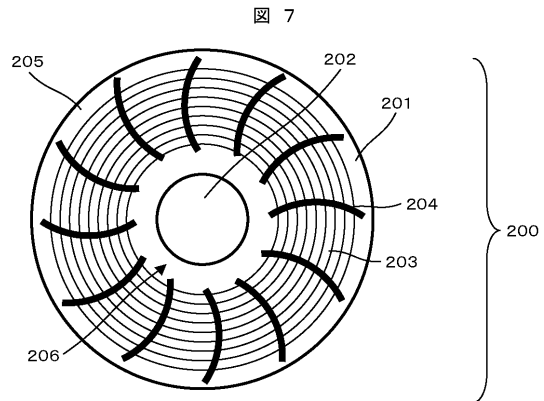


【 図 6 】

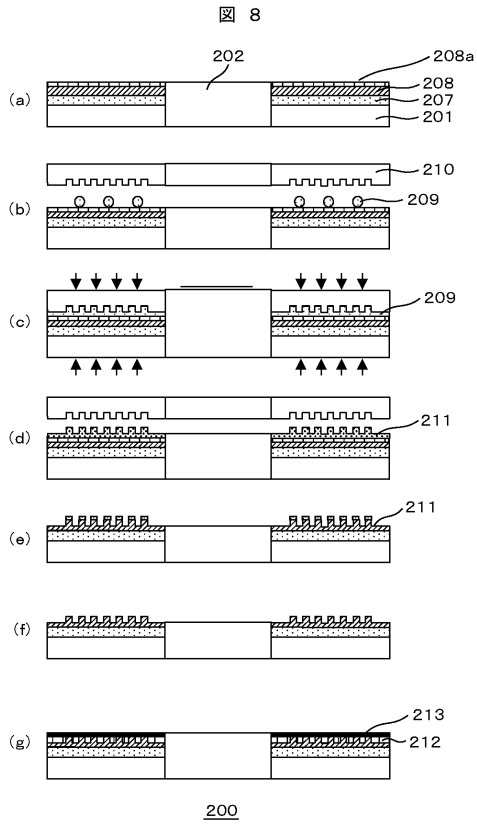
図 6



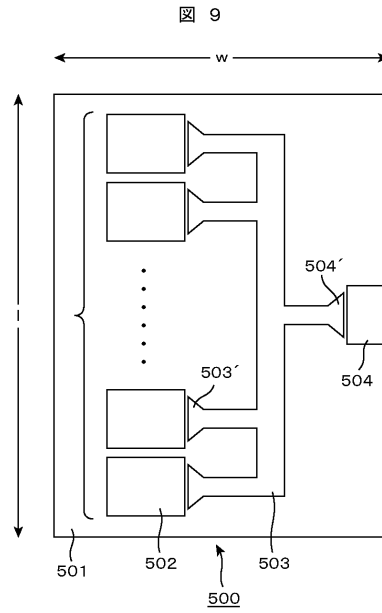
【 図 7 】



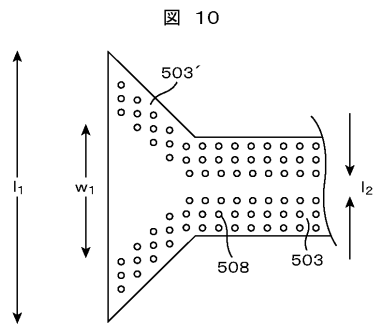
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

審査官 大村 博一

- (56)参考文献 特開2007-230166(JP,A)
特開2006-352156(JP,A)
特開2005-349619(JP,A)
特開2006-016580(JP,A)
特表2008-513249(JP,A)
特開2007-012787(JP,A)
特開2006-229212(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 59/00 - 59/18
B29C 39/00 - 39/44
B29C 33/00 - 33/76
H01L 21/027
G11B 5/84