

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年1月28日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/013452 A1

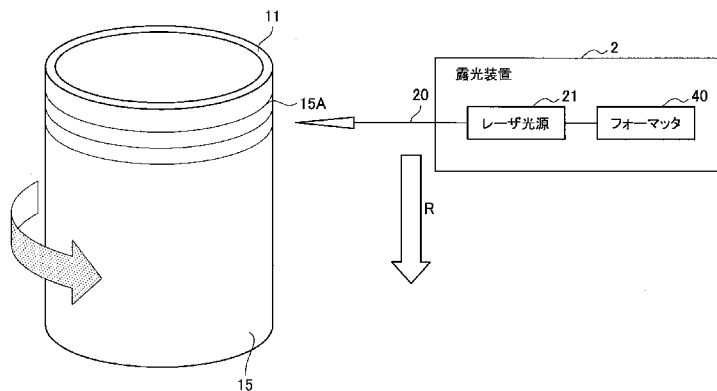
- (51) 国際特許分類:
B29C 59/04 (2006.01) *B29C 33/38* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/070167
- (22) 国際出願日: 2015年7月14日(14.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-151757 2014年7月25日(25.07.2014) JP
- (71) 出願人: デクセリアルズ株式会社 (DEXERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 村本 穰 (MURAMOTO, Yutaka); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 菊池 正尚 (KIKUCHI, Masanao); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 亀谷 美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.); 〒1600004 東京都新宿区四谷3-1-3 第一富澤ビルはづき国際特許事務所 四谷オフィス Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MASTER MANUFACTURING METHOD, TRANSFERRED OBJECT, AND REPLICA MASTER

(54) 発明の名称: 原盤の製造方法、転写物、およびレプリカ原盤



2 Exposure device
21 Laser light source
40 Formatter

(57) Abstract: [Problem] To provide a master on which a chosen pattern is formed. [Solution] A master manufacturing method comprising: a step for forming a thin film layer on the outer circumferential surface of a cylindrical or columnar substrate; a step for generating a control signal corresponding to an object on the basis of an input image that depicts the object; a step for forming a thin film pattern corresponding to the object on the thin film layer by irradiating laser light on the thin film layer on the basis of the control signal; and a step for forming a pattern corresponding to the object on the outer circumferential surface of the substrate using the thin film layer on which the thin film pattern has been formed as a mask.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/013452 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】任意のパターンが形成された原盤を提供する。【解決手段】円筒または円柱形状の基材の外周面に薄膜層を形成するステップと、オブジェクトが描かれた入力画像に基づいて、前記オブジェクトに対応する制御信号を生成するステップと、前記制御信号に基づいて前記薄膜層にレーザ光を照射し、前記薄膜層に前記オブジェクトに対応する薄膜パターンを形成するステップと、前記薄膜パターンが形成された前記薄膜層をマスクに用いて、前記基材の前記外周面に前記オブジェクトに対応するパターンを形成するステップと、を含む原盤の製造方法。

明 細 書

発明の名称： 原盤の製造方法、転写物、およびレプリカ原盤

技術分野

[0001] 本発明は、原盤の製造方法、転写物、およびレプリカ原盤に関する。

背景技術

[0002] 近年、微細加工技術の一つとして、表面に微細なパターンが形成された平板形状または円柱形状の原盤を樹脂シート等に押し当てることで、原盤上の微細なパターンを樹脂シート等に転写するナノインプリント技術の開発が進んでいる。

[0003] 例えば、下記の特許文献１には、レーザ光によるリソグラフィによって、可視光帯域に属する波長以下の凹凸周期を有する凹凸構造（いわゆる、モスアイ構造）を円柱形状の原盤の外周面に形成する技術が開示されている。また、特許文献１には、ナノインプリント技術を用いて、円柱形状の原盤の外周面に形成されたモスアイ構造を樹脂シートに転写する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００９－２５８７５１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記の特許文献１に開示された技術では、原盤に照射するレーザ光の照射のタイミングを任意に制御することができないという問題があった。そのため、特許文献１に開示された原盤の製造方法では、周期性を有する単純なパターンの凹凸構造しか原盤に形成することができず、任意の形状の凹凸構造を原盤に形成することはできなかった。

[0006] そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、原盤に任意の形状の凹凸構造を形成することが可能な、新

規かつ改良された原盤の製造方法、該製造方法により製造された原盤の転写物、該転写物をさらに転写したレプリカ原盤、および該レプリカ原盤の転写物を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、円筒または円柱形状の基材の外周面に薄膜層を形成するステップと、オブジェクトが描かれた入力画像に基づいて、前記オブジェクトに対応する制御信号を生成するステップと、前記制御信号に基づいて前記薄膜層にレーザ光を照射し、前記薄膜層に前記オブジェクトに対応する薄膜パターンを形成するステップと、前記薄膜パターンが形成された前記薄膜層をマスクに用いて、前記基材の前記外周面に前記オブジェクトに対応するパターンを形成するステップと、を含む原盤の製造方法が提供される。
- [0008] 前記入力画像を複数の小領域に分割し、前記小領域の各々に前記オブジェクトが含まれるか否かに基づいて、前記小領域に前記レーザ光を照射するか否かを決定し、当該決定結果に基づいて、前記制御信号を生成してもよい。
- [0009] 前記小領域の大きさは、前記レーザ光のスポットの大きさよりも小さくてもよい。
- [0010] 前記薄膜層に前記薄膜パターンを形成するステップは、前記基材の中心軸を回転軸として前記基材を回転させながら、前記基材に前記レーザ光を照射してもよい。
- [0011] 前記制御信号は、前記基材の回転を制御する信号と同期するように生成されてもよい。
- [0012] 前記レーザ光の光源は、半導体レーザであり、前記薄膜層には、熱リソグラフィにより前記薄膜パターンが形成されてもよい。
- [0013] 前記薄膜層は、前記外周面に形成された中間層と、前記中間層上に形成されたレジスト層とを含み、前記薄膜層に前記薄膜パターンを形成するステップは、前記レジスト層を現像することにより前記レジスト層に前記薄膜パターンを形成するステップと、前記レジスト層をマスクとして、前記中間層を

エッチングするステップと、を含んでもよい。

[0014] 前記中間層のエッチングレートは、前記レジスト層のエッチングレートよりも速く、前記中間層のエッチングレートは、前記基材のエッチングレートよりも遅くてもよい。

[0015] 前記中間層の熱伝導率は、 $200\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下であってもよい。

[0016] 前記基材上に直接形成された前記レジスト層に対する前記レーザ光の反射率と、前記基材上に前記中間層を介して形成された前記レジスト層に対する前記レーザ光の反射率との差は、5%以下であってもよい。

[0017] 前記レジスト層は、金属酸化物を含んでもよい。

[0018] 前記中間層は、ダイヤモンドライクカーボンを含んでもよい。

[0019] また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、上記の製造方法により製造された原盤のパターンが転写された転写物が提供される。

[0020] また、上記課題を解決するために、本発明のさらに別の観点によれば、上記の転写物のパターンが転写されたレプリカ原盤が提供される。

[0021] また、上記課題を解決するために、本発明のさらに別の観点によれば、上記のレプリカ原盤のパターンが転写された転写物が提供される。

[0022] 本発明によれば、パターンを形成するために原盤に対して照射するレーザ光の照射のタイミングを任意に制御することが可能である。

発明の効果

[0023] 以上説明したように本発明によれば、レーザ光の照射を任意に制御することができるため、原盤に任意の形状の凹凸構造を形成することが可能である。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の一実施形態に係る製造方法により製造される原盤を模式的に示した斜視図である。

[図2]本実施形態に係る製造方法により製造された原盤を用いて転写物を製造するための転写装置を説明する説明図である。

[図3A]本実施形態に係る第1の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図3B]本実施形態に係る第1の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図3C]本実施形態に係る第1の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図3D]本実施形態に係る第1の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図4]本実施形態に係る第1の製造方法にて使用される露光装置の概略を説明する説明図である。

[図5]フォーマッタの機能構成を示したブロック図である。

[図6]オブジェクトが描かれた入力画像に対する小領域の分割を説明する説明図である。

[図7]描画データを制御信号に変換する方法を説明する説明図である。

[図8A]本実施形態に係る第1の製造方法にて使用される露光装置の構成例を示す説明図である。

[図8B]本実施形態に係る第1の製造方法にて使用される露光装置の他の構成例を示す説明図である。

[図9A]本実施形態に係る第2の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図9B]本実施形態に係る第2の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図9C]本実施形態に係る第2の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図9D]本実施形態に係る第2の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図9E]本実施形態に係る第2の製造方法の各工程を説明する断面図である。

[図10]試験例1および3、参考例に係る試験片の反射率の計算結果である。

[図11]実施例1に係る原盤の転写物のSEM観察結果である。

[図12]実施例2に係る原盤の転写物のSEM観察結果である。

[図13A]比較例1に係る原盤に形成したパターンを説明する説明図である。

[図13B]比較例1に係る原盤に形成したパターンを基材の厚み方向に切断した際の断面を模式的に示した断面図である。

[図14]単結晶ダイヤモンド工具の加工距離と狙い深さからの変化量との関係を示すグラフ図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細

に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0026] < 1. 原盤、および原盤による転写物について >

まず、図 1 および図 2 を参照して、本発明の一実施形態に係る製造方法により製造される原盤、および該原盤による転写物について説明する。図 1 は、本実施形態に係る製造方法により製造される原盤を模式的に示した斜視図である。

[0027] 図 1 に示すように、本実施形態に係る製造方法により製造される原盤 1 は、外周面に凹凸構造 13 が形成された基材 11 からなる。

[0028] 基材 11 は、例えば、円筒形状の部材である。ただし、基材 11 の形状は、図 1 で示すように内部に空洞を有する中空の円筒形状であってもよく、内部に空洞を有さない中実の円柱形状であってもよい。また、基材 11 の材料は、特に限定されず、熔融石英ガラスまたは合成石英ガラスなどの石英ガラス (SiO_2)、あるいは、ステンレス鋼などの金属を用いることができる。基材 11 の大きさは、特に限定されるものではないが、例えば、軸方向の長さが 100 mm 以上であってもよく、外径が 50 mm 以上 300 mm 以下であってもよく、厚みが 2 mm 以上 50 mm 以下であってもよい。

[0029] 凹凸構造 13 は、基材 11 の外周面に任意の形状で形成される。例えば、凹凸構造 13 の形状は、円または楕円などの曲線を含む図形、三角形または四角形などの多角形、直線または曲線、あるいは文字などであってもよい。ここで、凹凸構造 13 の形状とは、凹凸構造 13 を基材 11 の中心軸に平行な平面に投影した場合に、当該凹凸構造 13 によって投影面に描かれる図形の形状を意味する。すなわち、凹凸構造 13 の形状とは、凹凸構造 13 の平面視形状を意味する。

[0030] 本実施形態に係る原盤 1 の製造方法によれば、基材 11 の外周面の凹凸構造 13 を任意の形状にて形成することができる。このような本実施形態に係る原盤 1 の製造方法の詳細については、以下の < 2. 本実施形態に係る原盤

の製造方法>にて後述する。

[0031] ここで、原盤 1 は、ロールツーロール (roll-to-roll) 方式のナノインプリント転写装置に用いられ、凹凸構造 13 を転写した転写物を製造するための原盤である。例えば、原盤 1 は、図 2 に示す転写装置 6 により、外周面に形成された凹凸構造 13 を転写した転写物を製造することができる。

[0032] 以下では、図 2 を参照して、原盤 1 を用いた転写物の製造方法について説明する。図 2 は、本実施形態に係る製造方法により製造された原盤を用いて転写物を製造する転写装置を説明する説明図である。

[0033] 図 2 に示すように、転写装置 6 は、原盤 1 と、基材供給ロール 51 と、巻取ロール 52 と、ガイドロール 53、54 と、ニップロール 55 と、剥離ロール 56 と、塗布装置 57 と、光源 58 とを備える。

[0034] 基材供給ロール 51 は、シート形態の被転写物 61 がロール状に巻かれたロールであり、巻取ロール 52 は、凹凸構造 13 が転写された樹脂層 62 を積層した被転写物 61 を巻き取るロールである。また、ガイドロール 53、54 は、被転写物 61 を搬送するロールである。ニップロール 55 は、樹脂層 62 が積層された被転写物 61 を円筒形状の原盤 1 に対して密着させるロールであり、剥離ロール 56 は、凹凸構造 13 が樹脂層 62 に転写された後、樹脂層 62 が積層された被転写物 61 を原盤 1 から剥離するロールである。

[0035] 塗布装置 57 は、コーターなどの塗布手段を備え、光硬化樹脂組成物を被転写物 61 に塗布し、樹脂層 62 を形成する。塗布装置 57 は、例えば、グラビアコーター、ワイヤーバーコーター、またはダイコーターなどであってもよい。また、光源 58 は、光硬化樹脂組成物を硬化可能な波長の光を発する光源であり、例えば、紫外線ランプなどであってもよい。

[0036] なお、光硬化性樹脂組成物は、所定の波長の光が照射されることにより流動性が低下し、硬化する樹脂である。具体的には、光硬化性樹脂組成物は、アクリル樹脂アクリレートなどの紫外線硬化樹脂であってもよい。また、光

硬化性樹脂組成物は、必要に応じて、開始剤、フィラー、機能性添加剤、溶剤、無機材料、顔料、帯電防止剤、または増感色素などを含んでもよい。

[0037] 転写装置 6 では、まず、基材供給ロール 5 1 からガイドロール 5 3 を介して、被転写物 6 1 が連続的に送出される。送出された被転写物 6 1 に対して、塗布装置 5 7 により光硬化樹脂組成物が塗布され、被転写物 6 1 に樹脂層 6 2 が積層される。また、樹脂層 6 2 が積層された被転写物 6 1 は、ニップロール 5 5 により、原盤 1 と密着させられる。これにより、原盤 1 の外周面に形成された凹凸構造 1 3 が樹脂層 6 2 に転写される。凹凸構造 1 3 が転写された後、樹脂層 6 2 は、光源 5 8 からの光の照射により硬化する。続いて、硬化した樹脂層 6 2 が積層された被転写物 6 1 は、剥離ロール 5 6 により原盤 1 から剥離され、ガイドロール 5 4 を介して、巻取ロール 5 2 によって巻き取られる。

[0038] このような転写装置 6 は、原盤 1 に形成された凹凸構造 1 3 が転写された転写物を連続的に製造することができる。

[0039] また、原盤 1 に形成された凹凸構造 1 3 が転写された転写物をさらに転写し、レプリカ原盤を製造することも可能である。レプリカ原盤は、原盤 1 に対して凹凸構造 1 3 の凹部および凸部の位置（いわゆる、パターンのトーン）が一致しており、原盤 1 の複製原盤として使用することができる。また、レプリカ原盤をさらに転写し、表面に凹凸構造 1 3 を形成した転写物（すなわち、原盤 1 から 3 回、凹凸構造 1 3 を転写した転写物）を製造することも可能である。

[0040] 以上にて説明したように、本実施形態に係る製造方法により製造された原盤 1 は、任意の形状を有する凹凸構造 1 3 が形成された外周面を有し、凹凸構造 1 3 が転写された転写物を連続的に製造することができる。

[0041] < 2. 原盤の製造方法について >

次に、上記にて説明した本実施形態に係る原盤 1 の製造方法について、第 1 の製造方法と、第 2 の製造方法とに分けて説明する。

[0042] [2. 1. 第 1 の製造方法]

まず、図3A～図8Bを参照して、本実施形態に係る第1の製造方法について説明する。

[0043] 具体的には、第1の製造方法では、基材11の外周面にレジスト層15（薄膜層）が形成される。次に、オブジェクトが描かれた入力画像に基づいて、オブジェクトに対応する制御信号が生成される。続いて、該制御信号に基づいてレーザ光がレジスト層15に照射されることで、レジスト層15にオブジェクトに対応するレジストパターンが形成される。次に、該レジスト層15をマスクに用いることにより、基材11にオブジェクトに対応する凹凸構造13が形成される。ここで、「オブジェクト」とは、入力画像に描かれた任意の図形等を表す。オブジェクトは、例えば、円または楕円などの曲線を含む図形、三角形または四角形などの多角形、直線または曲線、あるいは文字などであってもよい。

[0044] （第1の製造方法の概要）

以下では、図3A～図3Dを参照して、本実施形態に係る第1の製造方法について、具体的に説明する。図3A～図3Dは、本実施形態に係る第1の製造方法の各工程を説明する断面図である。なお、図3A～図3Dでは、基材11を厚み方向に切断した際の断面形状を模式的に示している。

[0045] まず、図3Aに示すように、例えば、石英ガラスなどの基材11上に、レジスト層15が成膜される。ここで、レジスト層15は、有機系レジストまたは無機系レジストのいずれも使用することができる。有機系レジストとしては、例えば、ノボラック系レジスト、または化学増幅型レジストなどを用いることができる。また、無機系レジストとしては、例えば、タングステン、またはモリブデンなどの1種または2種以上の遷移金属を含む金属酸化物を用いることができる。なお、レジスト層15には、熱リソグラフィを行うために、金属酸化物を含む熱反応型レジストを使用することが好ましい。

[0046] レジスト層15に有機系レジストを使用する場合、レジスト層15は、スピンコーティング、スリットコーティング、ディップコーティング、スプレーコーティング、またはスクリーン印刷等を用いることで成膜されてもよい。

。また、レジスト層 15 に無機系レジストを使用する場合、レジスト層 15 は、スパッタ法を用いることで成膜されてもよい。

[0047] 次に、図 3 B に示すように、露光装置によりレジスト層 15 が露光され、レジスト層 15 に潜像 15 A が形成される。具体的には、レーザ光 20 をレジスト層 15 に対して照射し、レーザ光 20 が照射されたレジスト層 15 の部位を変性させることで、レジスト層 15 に潜像 15 A が形成される。

[0048] ここで、露光装置では、オブジェクトが描かれた入力画像に基づいて、オブジェクトに対応する制御信号が生成され、該制御信号によってレーザ光 20 の基材 11 への照射が制御される。これにより、露光装置は、レジスト層 15 上のオブジェクトに対応した位置にレーザ光 20 を照射し、該オブジェクトに対応した位置のレジスト層 15 を変性させることができる。なお、露光装置が入力画像に基づいて制御信号を生成する際の具体的な処理については後述する。

[0049] 続いて、図 3 C に示すように、潜像 15 A が形成されたレジスト層 15 上に現像液が滴下され、レジスト層 15 が現像される。これにより、レジスト層 15 にオブジェクトに対応するレジストパターンが形成される。なお、レジスト層 15 がポジ型レジストである場合、レーザ光 20 で露光された露光部は、非露光部と比較して現像液に対する溶解速度が増加するため、現像処理により除去される。これにより、潜像 15 A が除去されたレジストパターンがレジスト層 15 に形成される。一方、レジスト層 15 がネガ型レジストである場合、レーザ光 20 で露光された露光部は、非露光部と比較して現像液に対する溶解速度が低下するため、現像処理により非露光部が除去される。これにより、潜像 15 A が残存したレジストパターンがレジスト層 15 に形成される。

[0050] 次に、図 3 D に示すように、前工程にて、オブジェクトに対応するレジストパターンが形成されたレジスト層 15 をマスクとして用い、基材 11 がエッチングされる。これにより、基材 11 に対して、オブジェクトに対応する凹凸構造 13 が形成される。すなわち、凹凸構造 13 の平面視形状は、オブ

ジェクトの形状に一致する。なお、基材 11 に対するエッチングには、ドライエッチングまたはウェットエッチングのいずれも使用することができる。例えば、基材 11 の材質が石英ガラス (SiO_2) である場合、フッ化炭素系ガスを用いたドライエッチング、またはフッ化水素酸等を用いたウェットエッチングを利用することで基材 11 をエッチングすることができる。

[0051] (露光装置の構成)

次に、図 4 ～図 8 B を参照して、本実施形態に係る第 1 の製造方法にて使用される露光装置について、より詳細に説明する。図 4 は、本実施形態に係る第 1 の製造方法にて使用される露光装置の概略を説明する説明図である。

[0052] 図 4 に示すように、本実施形態に係る第 1 の製造方法にて使用される露光装置 2 は、レーザ光源 21 と、フォーマッタ 40 とを備える。

[0053] レーザ光源 21 は、レーザ光 20 を発する光源であり、例えば、固体レーザまたは半導体レーザなどである。レーザ光源 21 が発するレーザ光 20 の波長は、特に限定されないが、例えば、400 nm ～ 500 nm の青色光帯域の波長であってもよい。

[0054] フォーマッタ 40 は、オブジェクトが描かれた入力画像に基づいて、基材 11 にレーザ光 20 を照射するための制御信号を生成する。例えば、フォーマッタ 40 は、レジスト層 15 上のオブジェクトに対応する位置のみにレーザ光 20 を照射するための制御信号を生成することで、基材 11 上のレジスト層 15 に任意のオブジェクトに対応する潜像 15 A を形成してもよい。なお、フォーマッタ 40 は、レーザ光 20 の発光を制御することで、基材 11 へのレーザ光 20 の照射を制御してもよく、レーザ光 20 が基材 11 に照射されないように照射位置を制御することで、基材 11 へのレーザ光 20 の照射を制御してもよい。

[0055] 露光装置 2 は、基材 11 のレジスト層 15 に対してレーザ光 20 を照射し、レジスト層 15 を変性させて潜像 15 A を形成する。具体的には、露光装置 2 は、中心軸を回転軸として一定速度で回転する円筒形状の基材 11 に対して、レーザ光 20 を一方向 (R 方向) に一定速度で走査しながら照射し、

レジスト層 15 全体に潜像 15 A を形成する。すなわち、露光装置 2 は、基材 11 のレジスト層 15 をらせん状に露光する。

[0056] このような露光装置 2 では、フォーマッタ 40 が生成する制御信号に基づいて、レーザ光 20 の基材 11 に対する照射を制御することにより、オブジェクトに対応する潜像 15 A をレジスト層 15 に形成することができる。

[0057] (フォーマッタの構成)

次に、図 5 を参照して、レーザ光 20 の照射の制御信号を生成するフォーマッタ 40 の機能構成について説明する。図 5 は、フォーマッタ 40 の機能構成を示したブロック図である。

[0058] 図 5 に示すように、フォーマッタ 40 は、入力画像取得部 401 と、小領域分割部 403 と、信号生成部 405 と、クロック信号生成部 407 と、を備える。

[0059] 入力画像取得部 401 は、オブジェクトが描かれた入力画像を取得する。例えば、オブジェクトが描かれた入力画像は、基材 11 の軸方向に基材 11 の外周面を切り開いて一平面に伸ばした展開図に相当する画像である。また、入力画像に描かれたオブジェクトの形状は、例えば、円または楕円などの曲線を含む図形、三角形または四角形などの多角形、直線または曲線、あるいは文字などの任意の形状であってもよい。

[0060] 小領域分割部 403 は、入力画像取得部 401 により取得された入力画像を所定の大きさの小領域に分割し、小領域の各々にオブジェクトが含まれるか否かを判断する。具体的には、小領域分割部 403 は、入力画像を基材 11 の軸方向に対応する方向、および基材 11 の周方向に対応する方向にそれぞれ所定の間隔で分割することで、入力画像を格子状の小領域に分割する。なお、基材 11 の軸方向に対応する方向に分割する間隔と、基材 11 の周方向に対応する方向に分割する間隔とは、同じであってもよく、異なってもよい。さらに、小領域分割部 403 は、分割した小領域の各々に入力されたオブジェクトが含まれるか否かを判断する。

[0061] ここで、分割された小領域の大きさは、レーザ光 20 のスポットの大きさ

よりも小さいことが好ましい。この構成によれば、照射したレーザ光 20 により形成された潜像 15 A を隣接した小領域同士で隙間なく重ねることができる。すなわち、露光装置 2 は、レーザ光 20 のスポットを重ね合わせることで、オブジェクトに対応する位置を塗りつぶすように露光することができる。例えば、レーザ光 20 のスポットの直径が、約 200 nm である場合、小領域分割部 403 により分割される間隔は、100 nm であってもよく、分割された小領域は、100 nm × 100 nm の正方形であってもよい。また、小領域の形状は格子形状に限定されず、任意の形状であってもよい。

[0062] 次に、図 6 を参照して、小領域分割部 403 の機能についてより具体的に説明する。図 6 は、小領域分割部 403 による入力画像の分割を説明する説明図である。なお、図 6 において、x 方向は基材 11 の外周面の周方向に対応し、y 方向は基材 11 の軸方向に対応する。

[0063] 図 6 に示すように、小領域分割部 403 は、オブジェクト 130 A、130 B、130 C、130 D を含む入力画像 110 を x 方向に間隔 P_c にて分割し、y 方向に間隔 P_r にて分割している。これにより、入力画像 110 は、格子状の小領域に分割される。また、小領域分割部 403 は、小領域の各々においてオブジェクト 130 A、130 B、130 C、130 D が含まれるか否かを判断する。例えば、小領域分割部 403 は、小領域 115 A をオブジェクトが含まれない小領域と判断し、小領域 115 B および 115 C をオブジェクトが含まれる小領域と判断してもよい。なお、小領域分割部 403 は、格子にわずかでもオブジェクトが含まれる場合、該格子にオブジェクトが含まれると判断してもよく、格子内の所定面積以上の領域にオブジェクトが描かれる場合に、その格子にオブジェクトが含まれると判断してもよい。

[0064] なお、入力画像 110 において、入力画像 110 の一部領域のみを露光することを指示する露光領域 111 が設定されている場合、小領域分割部 403 は、露光領域 111 内の小領域に対してのみ、オブジェクト 130 A、130 B、130 C、130 D が含まれるか否かを判断してもよい。

[0065] 信号生成部405は、レーザ光20の照射を制御する制御信号を生成する。具体的には、信号生成部405は、小領域分割部403の判断に基づいて、各格子にレーザ光20を照射するか否かを決定し、当該決定結果に基づいて、レーザ光20の照射を制御する描画データを生成する。また、信号生成部405は、クロック信号生成部407が生成したクロック信号を用いて、描画データを制御信号に変換する。信号生成部405が生成した制御信号は、レーザ光20を制御するドライバ30に送信されることで、レーザ光20の照射が制御される。

[0066] ここで、図6および図7を参照して、信号生成部405による制御信号の生成についてより具体的に説明する。なお、図7は、描画データを制御信号に変換する方法を説明する説明図である。

[0067] 図6に示すように、信号生成部405は、x方向の行ごとにレーザ光20の照射を制御する描画データを生成する。例えば、信号生成部405は、入力画像110（または、露光領域111）の最も上の行を選択し、この行の左端の格子から右端の格子に向かって（x軸における正の方向に向かって）順番に小領域分割部403による各格子の判断結果を参照する。そして、小領域分割部403によりオブジェクトが含まれないと判断された格子に「0」、オブジェクトが含まれると判断された格子に「1」を割り当てることで、描画データを生成する。これにより、信号生成部405は、行内の左端の格子から右端の格子に向かって描画データを生成する。また、信号生成部405は、一つの行の右端の格子まで描画データを生成した場合、一つ下の行に移る。そして、信号生成部405は、その行内で同様の処理を行うことで、その行に対応する描画データを生成する。信号生成部405は、描画データの生成を上から下の行へ向かって（y方向の負の方向に向かって）繰り返すことにより、露光領域111全域の描画データ（例えば、図7に示す描画データ403A）を生成する。

[0068] なお、信号生成部405がx方向の各行において描画データを生成する向きは、基材11の回転方向に基づいて設定される。そのため、信号生成部4

05は、基材11の回転方向によっては、x方向の行ごとに右端の格子から左端の格子に向かって（x軸における負の方向に向かって）、描画データを生成してもよい。また、信号生成部405がy方向において描画データを生成する向きは、基材11に対するレーザ光20の走査方向に基づいて設定される。そのため、信号生成部405は、基材11に対するレーザ光20の走査方向によっては、下の行から上の行へ向かって（y方向の正の方向に向かって）、描画データを生成してもよい。さらに、信号生成部405は、上記例示とは逆に、小領域分割部403によりオブジェクトが含まれないと判断された格子に「1」を割当、オブジェクトが含まれると判断された格子に「0」を割り当てることで、描画データを生成してもよい。

[0069] また、図7に示すように、信号生成部405は、クロック信号生成部407から取得したクロック信号407Aを用いて、上記にて生成した描画データ403Aを制御信号405Aに変換する。例えば、描画データ403Aは、レーザ光20を照射する格子に「1」を割り当て、レーザ光20を照射しない格子に「0」を割り当てた描画データであり、クロック信号407Aは、クロック信号生成部407から取得した所定の周波数を有する矩形波の信号である。

[0070] ここで、図7に示すように、例えば、信号生成部405は、描画データ403Aにおいて「1」が割り当てられた格子に「ハイ」信号、「0」が割り当てられた格子に「ロー」信号が割り当てられるように、制御信号405Aを生成する。また、信号生成部405は、制御信号405Aの信号の立ち上がりおよび立ち下りのタイミングを、クロック信号407Aの信号の立ち上がりまたは立ち下りのいずれかのタイミングと一致するように制御信号405Aを生成する。

[0071] 図7では、例えば、制御信号405Aは、制御信号405Aの信号の立ち上がりおよび立ち下りがクロック信号407Aの信号の立ち上がりと一致するように生成されている。

[0072] クロック信号生成部407は、レーザ光20の照射を制御する制御信号の

基準となるクロック信号を生成する。具体的には、クロック信号生成部 407 は、基材 11 を回転させるスピンドルモータ 35 から回転を制御する回転制御信号を取得し、回転制御信号に基づいて、制御信号の基準となる所定の周波数を有するクロック信号を生成する。

[0073] ここで、基材 11 を回転させるスピンドルモータ 35 の回転数は、一定の回転数を設定した場合であっても、常に一定ではなく、揺らいている。そのため、スピンドルモータ 35 の回転を制御する回転制御信号と、レーザ光 20 の照射を制御する制御信号とが同期していない場合、スピンドルモータ 35 の 1 回転と、制御信号の 1 周分とが一致しない可能性がある。このような場合、レーザ光 20 が照射される位置が周ごとにずれるため、オブジェクトに対応するパターンが正確に形成できない可能性がある。

[0074] そこで、露光装置 2 では、上述したように、スピンドルモータ 35 の回転を制御する回転制御信号からクロック信号を生成し、該クロック信号を基にしてレーザ光 20 の照射を制御する制御信号を生成することで、両者の制御信号を同期させている。

[0075] なお、スピンドルモータ 35 の回転を制御する回転制御信号と、レーザ光 20 の照射を制御する制御信号とを同期させる方法は、上記例示に限定されない。例えば、クロック信号生成部 407 は、基準となるクロック信号をそれぞれスピンドルモータ 35 および信号生成部 405 に送信してもよい。このような場合、スピンドルモータ 35 は、該クロック信号を基にスピンドルモータ 35 の回転を制御する回転制御信号を生成し、信号生成部 405 は、該クロック信号を基にレーザ光 20 の照射を制御する制御信号を生成する。この方法によっても、スピンドルモータ 35 の回転を制御する回転制御信号と、レーザ光 20 の照射を制御する制御信号とを同期させることができる。

[0076] 以上にて、レーザ光 20 の照射を制御する制御信号を生成するフォーマッタ 40 の機能構成について説明した。このようなフォーマッタ 40 によれば、任意のオブジェクトに対応する制御信号を生成することができる。

[0077] なお、このようなフォーマッタ 40 の機能は、ソフトウェアとハードウェア

アとの協働によって実現される。例えば、フォーマッタ40は、ブリッジにて相互に接続されたCPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)等を備え、これらのハードウェアによって上記の機能を実現してもよい。

[0078] 例えば、CPUは、演算処理装置および制御装置として機能し、各種プログラムに従って、フォーマッタ40内の動作全般を制御する。ROMは、CPUが使用するプログラム、演算パラメータを記憶し、RAMは、CPUの実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータ等を一時記憶する。これにより、CPUは、例えば、入力画像取得部401、小領域分割部403、信号生成部405、クロック信号生成部407の機能を実行することができる。

[0079] (露光装置の構成例)

さらに、図8Aおよび図8Bを参照して、本実施形態に係る第1の製造方法にて使用される露光装置2の構成例について説明する。図8Aは、本実施形態に係る第1の製造方法にて使用される露光装置の構成例を示す説明図である。図8Bは、本実施形態に係る第1の製造方法にて使用される露光装置の他の構成例を示す説明図である。

[0080] まず、図8Aを参照して、露光装置2Aについて説明する。露光装置2Aは、レーザ光源21Aとして、固体レーザを用いる露光装置である。

[0081] 図8Aに示すように、露光装置2Aは、レーザ光源21Aと、電気光学素子 (Electro Optical Modulator: EOM) 22と、第1ミラー23と、フォトダイオード (Photodiode: PD) 24と、変調光学系25と、制御機構37と、第2ミラー31と、移動光学テーブル32と、スピンドルモータ35と、ターンテーブル36とを備える。また、基材11は、ターンテーブル36上に載置され、回転することができるようになっている。

[0082] レーザ光源21Aは、具体的には、固体レーザである。例えば、レーザ光

源 2 1 A として、2 6 6 n m の波長を有する固体レーザなどを用いることができる。

[0083] レーザ光源 2 1 A から出射されたレーザ光 2 0 は、平行ビームのまま直進し、電気光学素子 2 2 に入射する。電気光学素子 2 2 を透過したレーザ光 2 0 は、第 1 ミラー 2 3 で反射され、変調光学系 2 5 に導かれる。

[0084] 第 1 ミラー 2 3 は、偏光ビームスプリッタで構成されており、偏光成分の一方を反射させ、偏光成分の他方を透過させる機能を有する。第 1 ミラー 2 3 を透過した偏光成分は、フォトダイオード 2 4 によって受光され、光電変換される。また、フォトダイオード 2 4 によって光電変換された受光信号は、電気光学素子 2 2 に入力され、電気光学素子 2 2 は、入力された受光信号に基づいてレーザ光 2 0 の位相変調を行う。

[0085] また、変調光学系 2 5 は、集光レンズ 2 6 と、音響光学素子 (A c o u s t i c O p t i c M o d u l a t o r : A O M) 2 7 と、コリメータレンズ 2 8 とを備える。

[0086] 変調光学系 2 5 において、レーザ光 2 0 は、集光レンズ 2 6 によって、ガラス (S i O₂) などからなる音響光学素子 2 7 に集光される。レーザ光 2 0 は、音響光学素子 2 7 によって強度変調され発散した後、コリメータレンズ 2 8 によって、再度、平行ビーム化される。変調光学系 2 5 から出射されたレーザ光 2 0 は、第 2 ミラー 3 1 によって反射され、移動光学テーブル 3 2 上に水平かつ平行に導かれる。

[0087] また、制御機構 3 7 は、フォーマッタ 4 0 と、ドライバ 3 0 とを備え、レーザ光 2 0 の照射を制御する。フォーマッタ 4 0 は、上述したようにレーザ光 2 0 の照射を制御する制御信号を生成し、ドライバ 3 0 は、フォーマッタ 4 0 が生成した制御信号に基づいて、音響光学素子 2 7 を制御する。これにより、レジスト層 1 5 へのレーザ光 2 0 の照射が制御される。

[0088] 移動光学テーブル 3 2 は、ビームエキスパンダ (B e a m e x p a n d e r : B E X) 3 3 と、対物レンズ 3 4 とを備える。移動光学テーブル 3 2 に導かれたレーザ光 2 0 は、ビームエキスパンダ 3 3 により所望のビーム形状

に整形された後、対物レンズ34を介して、基材11の外周面のレジスト層15に照射される。

[0089] なお、図示していないが、露光装置2Aは、レーザ光20が常に基材11上のレジスト層15にて焦点を結ぶように動的にフォーカス制御されることが好ましい。具体的には、基材11は、回転の際に、回転軸の軸ぶれ、および基材11の表面の加工精度等によって対物レンズ34から基材11までの距離が変動している。そのため、レーザ光20が常に基材11のレジスト層15にて焦点を結ぶようにするために、露光装置2Aは、レーザ光20のフォーカスずれを検出し、動的にレーザ光20のフォーカスを制御することが好ましい。なお、基材11上のレジスト層15に対するレーザ光20のフォーカスずれを検出する方法は、例えば、レジスト層15に照射したレーザ光20の反射光の非点収差を検出する方法などを用いることができる。

[0090] これらの構成により、ターンテーブル36にて基材11を一定速度で回転させ、レーザ光20を基材11の軸方向に一定速度で走査しながら照射することにより、レジスト層15が露光される。なお、レーザ光20の走査は、移動光学テーブル32により、レーザ光20を矢印R方向へ一定速度で移動させることによって行われる。

[0091] なお、上記で説明したように、露光装置2Aでは、レーザ光20の実際の照射位置と、制御信号が示す照射位置とが一致する（同期する）ように、スピンドルモータ35の回転を制御する信号と、レーザ光20の照射を制御する制御信号とが同期されている。これにより、露光装置2Aは、周ごとにレーザ光20の照射位置がずれることなくレジスト層15を露光することができる。

[0092] また、露光装置2Aのターンテーブル36の回転数、フォーマッタ40が生成する制御信号の周波数は、基材11の円筒形状の外周長さ、および入力画像110の周方向の分割間隔 P_c により決定される。さらに、露光装置2Aの移動光学テーブル32の送りピッチは、入力画像110の軸方向の分割間隔 P_r により決定される。すなわち、これらの露光パラメータは、レーザ

光 2 0 の照射位置が入力画像 1 1 0 の分割された小領域と一致するように決定される。

[0093] 次に、図 8 B を参照して、露光装置 2 B について説明する。露光装置 2 B は、レーザ光源 2 1 B として、半導体レーザを用いる露光装置である。

[0094] 図 8 B に示すように、露光装置 2 B は、レーザ光源 2 1 B と、第 1 ミラー 2 3 と、フォトダイオード (PD) 2 4 と、集光レンズ 2 6 と、電気光学偏向素子 (Electro Optic Deflector: EOD) 2 9 と、コリメータレンズ 2 8 と、制御機構 3 7 と、第 2 ミラー 3 1 と、移動光学テーブル 3 2 と、スピンドルモータ 3 5 と、ターンテーブル 3 6 とを備える。また、基材 1 1 は、ターンテーブル 3 6 上に載置され、回転することができるようになっている。

[0095] ここで、移動光学テーブル 3 2、スピンドルモータ 3 5、およびターンテーブル 3 6 については、図 8 A を参照して説明した露光装置 2 A と同様であるので、ここでの説明は省略する。

[0096] レーザ光源 2 1 B は、具体的には、半導体レーザである。例えば、レーザ光源 2 1 B として、400 nm ~ 500 nm の青色光帯域の波長のレーザ光を発する青色半導体レーザを用いることができる。本実施形態に係る製造方法にて使用される露光装置では、レーザ光源 2 1 B として、半導体レーザを用いることが好ましい。

[0097] レーザ光源 2 1 B から出射されたレーザ光 2 0 は、平行ビームのまま直進し、第 1 ミラー 2 3 で反射される。また、第 1 ミラー 2 3 にて反射されたレーザ光 2 0 は、集光レンズ 2 6 によって電気光学偏向素子 2 9 に集光された後、コリメータレンズ 2 8 によって、再度、平行ビーム化される。平行ビーム化されたレーザ光 2 0 は、第 2 ミラー 3 1 によって反射され、移動光学テーブル 3 2 上に水平かつ平行に導かれる。

[0098] 第 1 ミラー 2 3 は、偏光ビームスプリッタで構成されており、偏光成分の一方を反射させ、偏光成分の他方を透過させる機能を有する。第 1 ミラー 2 3 を透過した偏光成分は、フォトダイオード 2 4 によって受光され、光電変

換される。また、フォトダイオード 24 によって光電変換された受光信号は、レーザ光源 21 B に入力され、レーザ光源 21 B は、入力された受光信号に基づいてレーザ光 20 の変調を行う。

[0099] 電気光学偏向素子 29 は、レーザ光 20 の照射位置を制御することが可能な素子である。露光装置 2 B は、電気光学偏向素子 29 により、移動光学テーブル 32 上に導かれるレーザ光 20 の照射位置を変化させることも可能である。

[0100] また、制御機構 37 は、フォーマッタ 40 と、ドライバ 30 とを備え、レーザ光 20 の照射を制御する。ドライバ 30 は、フォーマッタ 40 が生成した制御信号に基づいてレーザ光源 21 B の出力を制御する。これにより、レジスト層 15 へのレーザ光 20 の照射が制御される。

[0101] なお、図 8 B で示した露光装置 2 B は、図 8 A で示した露光装置 2 A と同様に、レーザ光 20 のフォーカスを動的に制御しており、スピンドルモータ 35 の回転制御信号と、レーザ光 20 の照射制御信号とを同期させていることは言うまでもない。

[0102] 以上にて、本実施形態に係る第 1 の製造方法について詳細に説明した。本実施形態に係る第 1 の製造方法によれば、基材 11 の外周面に任意の形状の凹凸構造 13 が形成された原盤 1 を製造することができる。

[0103] [2. 2. 第 2 の製造方法]

続いて、図 9 A ~ 図 10 を参照して、本実施形態に係る第 2 の製造方法について説明する。

[0104] 具体的には、第 2 の製造方法では、第 1 の製造方法に比べて、基材 11 の外周面に中間層 17 を介してレジスト層 15 が形成される点が相違する。すなわち、第 2 の製造方法では、レジスト層 15 および中間層 17 によって薄膜層が形成される。これにより、第 2 の製造方法では、レジストパターンが形成されたレジスト層 15 をマスクに用いて中間層 17 をエッチングすることで、レジスト層 15 および中間層 17 に薄膜パターンを形成する。さらに、薄膜パターンが形成されたレジスト層 15 および中間層 17 をマスクに用

いて、基材 11 をエッチングすることができる。したがって、第 2 の製造方法では、第 1 の製造方法に比べて、マスクとして使用可能な膜厚が増加するため、基材 11 の厚み方向に対する凹凸構造 13 の加工深さを増加させることができる。よって、本実施形態の第 2 の製造方法によれば、より加工深さが大きな凹凸構造 13（例えば、 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度）を有する原盤 1 を製造することができる。

[0105] （第 2 の製造方法の概要）

以下では、図 9 A～図 9 E を参照して、本実施形態に係る第 2 の製造方法について、より具体的に説明する。図 9 A～図 9 E は、本実施形態に係る第 2 の製造方法の各工程を説明する断面図である。なお、図 9 A～図 9 E では、基材 11 を厚み方向に切断した際の断面形状を模式的に示している。

[0106] まず、図 9 A に示すように、例えば、石英ガラスなどの基材 11 上に中間層 17 が形成され、中間層 17 上にレジスト層 15 が成膜される。

[0107] 中間層 17 は、シリコン、ダイヤモンドライクカーボン（diamond-like carbon: DLC）、または有機レジストなどで形成される。中間層 17 がシリコンまたは DLC である場合、中間層 17 は、例えば、蒸着法、スパッタ法または化学気相蒸着法（Chemical Vapor Deposition: CVD）などを用いることで形成されてもよい。また、中間層 17 が有機レジストである場合、中間層 17 は、例えば、スピンコーティング、スリットコーティング、ディップコーティング、スプレーコーティング、またはスクリーン印刷等を用いることで形成されてもよい。なお、中間層 17 が有する好ましい特性については、後述する。

[0108] また、レジスト層 15 は、熱リソグラフィを行うために、金属酸化物を含む熱反応型レジストにて形成される。レジスト層 15 は、例えば、スパッタ法を用いることで成膜されてもよい。

[0109] 次に、図 9 B に示すように、露光装置によりレジスト層 15 が露光され、レジスト層 15 に潜像 15 A が形成される。具体的には、レーザ光 20 をレジスト層 15 に対して照射し、レーザ光 20 が照射されたレジスト層 15 の

部位を変性させることで、潜像 15 A が形成される。なお、この工程で用いられる露光装置は、第 1 の製造方法にて説明した露光装置 2 と同様であるため、ここでの説明は省略する。第 1 の製造方法にて説明した露光装置を用いることにより、入力された任意のオブジェクトに対応する位置のレジスト層 15 にレーザ光 20 を照射することができる。

[0110] 続いて、図 9 C に示すように、潜像 15 A が形成されたレジスト層 15 上に現像液が滴下され、レジスト層 15 が現像される。現像液は、例えば、水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) などの有機アルカリ系の現像液を使用することができる。これにより、レジスト層 15 に任意のオブジェクトに対応するレジストパターンが形成される。

[0111] 次に、図 9 D に示すように、レジストパターンが形成されたレジスト層 15 をマスクとして用い、中間層 17 をエッチングする第 1 のエッチング工程が行われる。これにより、中間層 17 に対しても薄膜パターンが形成される。中間層 17 に対する第 1 のエッチングには、ドライエッチングを使用することができる。例えば、中間層 17 の材質が DLC である場合、酸素ガスを用いた反応性イオンエッチング (Reactive Ion Etching : RIE) を用いることで、垂直異方性の高いエッチングを行うことができる。

[0112] 続いて、図 9 E に示すように、薄膜パターンが形成されたレジスト層 15 および中間層 17 をマスクとして用い、基材 11 をエッチングする第 2 のエッチング工程が行われる。これにより、基材 11 に対して、任意の形状の凹凸構造 13 が形成される。なお、基材 11 に対するエッチングには、ドライエッチングを使用することができる。例えば、基材 11 の材質が石英ガラス (SiO_2) である場合、フッ化炭素系ガスを用いた反応性イオンエッチングを用いることで、垂直異方性の高いエッチングを行うことができる。

[0113] 以上の工程によれば、基材 11 に対して、入力された任意のオブジェクトに対応する形状を有し、かつ、加工深さが大きい凹凸構造 13 (例えば、 $1\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ 程度) を形成することができる。

[0114] (中間層の特性)

ここで、中間層 17 は、第 1 のエッチング工程において、レジスト層 15 のエッチングレートよりも速いエッチングレートを有し、第 2 のエッチング工程において、基材 11 のエッチングレートよりも遅いエッチングレートを有する材質で形成されることが好ましい。具体的には、中間層 17 は、DLC または有機レジストなどで形成された有機層であることが好ましい。

[0115] 例えば、レジスト層 15 が金属酸化物を含む熱反応型レジストである場合、DLC または有機レジストなどで形成された有機層は、酸素ガスを用いた反応性イオンエッチングの際に、レジスト層 15 よりもエッチングレートが速くなる。また、基材 11 の材質が石英ガラス (SiO_2) である場合、DLC または有機レジストなどで形成された有機層は、フッ化炭素系ガスを用いた反応性イオンエッチングの際に、基材 11 よりもエッチングレートが遅くなる。よって、中間層 17 が DLC または有機レジストなどで形成された有機層である場合、本実施形態に係る第 2 の製造方法では、好適に基材 11 をエッチングし、加工深さが大きな凹凸構造 13 を有する原盤 1 を製造することができる。

[0116] また、中間層 17 は、熱伝導率が $200\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下の材質で形成されることが好ましい。本実施形態に係る第 2 の製造方法では、レジスト層 15 は、熱リソグラフィによって潜像 15A が形成される。そのため、中間層 17 の熱伝導率が高い場合、レーザ光 20 の照射によってレジスト層 15 に与えられた熱が中間層 17 を介して拡散してしまい、潜像 15A を形成できない可能性がある。したがって、中間層 17 の熱伝導率は、より低いほうが好ましく、具体的には、 $200\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下であることが好ましい。なお、中間層 17 の材質の熱伝導率の下限値は特に規定するものではないが、0 より大きいことが好ましい。

[0117] さらに、中間層 17 は、基材 11 上に直接形成されたレジスト層 15 に対するレーザ光 20 の反射率と、基材 11 上に中間層 17 を介して形成されたレジスト層 15 に対するレーザ光 20 の反射率との差が 5% 以下となる材質

で形成されることが好ましい。

[0118] 具体的には、レジスト層 15 に照射したレーザ光 20 の反射率が増加した場合、熱リソグラフィの露光に寄与するレーザ光 20 の割合が減少する。そのため、中間層 17 は、中間層 17 を形成したことによってレジスト層 15 に対するレーザ光 20 の挙動を大きく変動させないことが好ましく、レジスト層 15 に対するレーザ光の反射率の変化が小さい材質であることが好ましい。

[0119] また、露光装置が、レーザ光 20 の反射光の非点収差を検出することでレーザ光 20 のフォーカスを制御している場合、中間層 17 は、露光装置がレーザ光 20 の反射光を検出できるように、反射光の光量を減少させないことが好ましい。具体的には、中間層 17 は、中間層 17 の有無によって、レジスト層 15 からの反射光が大きく変化しない材質で形成されることが好ましい。

[0120] ここで、中間層 17 が形成されず、基材 11 にレジスト層 15 のみが成膜された場合、加工深さが大きな凹凸構造 13（例えば、 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度）を基材 11 に形成することが困難になる。具体的には、レジスト層 15 では、熱リソグラフィにより潜像 15A が形成されるため、レーザ光 20 のよる熱をレジスト層 15 の厚み方向に基材 11 側まで伝導させる必要がある。そのため、レジスト層 15 が 100nm 以上の膜厚である場合、照射されたレーザ光 20 の熱が基材 11 側まで伝導せず、適切な潜像 15A を形成できなくなる。したがって、レジスト層 15 が 100nm 以上の膜厚である場合、適切な潜像 15A が形成できず、基材 11 のエッチングが困難になるため、加工深さが大きい凹凸構造 13（例えば、 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度）を基材 11 に形成することが困難になる。

[0121] 一方、中間層 17 には、上記のレジスト層 15 のような膜厚の制限はないため、基材 11 に形成する凹凸構造 13 の加工深さに基づいて適切な膜厚を設定し、加工深さが大きい凹凸構造 13 を基材 11 に形成することができる。

[0122] 以上にて、本実施形態に係る第2の製造方法について詳細に説明した。本実施形態に係る第2の製造方法によれば、基材11の厚み方向に対して大きな加工深さを有し、任意の形状の凹凸構造13が形成された原盤1を製造することができる。

実施例

[0123] <3. 実施例>

以下では、実施例および比較例を参照しながら、上記実施形態に係る原盤の製造方法について、具体的に説明する。なお、以下に示す実施例は、上記実施形態に係る原盤の製造方法の実施可能性および効果を示すための一条件例であり、本発明に係る原盤の製造方法が以下の実施例に限定されるものではない。

[0124] [3. 1. 中間層の特性評価]

以下の工程により、基材上に中間層およびレジスト層を積層して試験片を製造し、中間層の好ましい特性について評価した。

[0125] (試験例1)

石英ガラスからなる基材上に、炭化水素系ガスを用いた化学気相蒸着(CVD)により、中間層としてDLCを膜厚500nmにて成膜した。次に、中間層上にレジスト層としてタングステン酸化物をスパッタ法により膜厚55nmにて成膜し、試験片を製造した。

[0126] (試験例2)

試験例1において、DLCに替えてシリコン(Si)をスパッタ法により膜厚500nmにて成膜し、中間層を形成した以外は、試験例1と同様の方法にて試験片を製造した。

[0127] (試験例3)

試験例1において、DLCに替えてアルミニウム(Al)をスパッタ法により膜厚500nmにて成膜し、中間層を形成した以外は、試験例1と同様の方法にて試験片を製造した。

[0128] (参考例)

試験例 1 において、中間層を形成せずに、基板上に直接レジスト層を形成した以外は、試験例 1 と同様の方法にて試験片を製造した。

[0129] 試験例 1 ～ 3 に係る試験片について、露光装置によりレーザ光を照射し、潜像が形成できるか否かを評価した。露光のレーザ光源には、波長 405 nm のレーザ光を発する青色半導体レーザを用いた。また、露光後の現像には、TMAH（水酸化テトラメチルアンモニウム）の 2.38 質量%水溶液を用い、27℃にて900秒間現像した。

[0130] 評価結果を中間層の材質の熱伝導率（文献値）と共に以下の表 1 に示す。なお、表 1 において、「○」は、現像後にパターンが形成されており、レーザ光の照射により潜像が形成可能であったことを示す。また、「×」は、現像後にパターンが形成されておらず、レーザ光の照射により潜像が形成できなかったことを示す。

[0131] [表1]

（表 1）

	中間層	熱伝導率 [W / (m · K)]	パターン形成
試験例 1	DLC	1～10	○
試験例 2	Si	160	○
試験例 3	Al	230	×

[0132] 表 1 を参照すると、試験例 1 および 2 に係る試験片は、中間層の熱伝導率が 200 W / (m · K) 以下であるため、レーザ光の熱がレジスト層から中間層に拡散せず、レジスト層に潜像を形成できることがわかる。一方、試験例 3 に係る試験片は、中間層の熱伝導率が 200 W / (m · K) を超えるため、レーザ光の熱がレジスト層から中間層に拡散し、レジスト層に潜像を形成できないことがわかる。

[0133] また、光学薄膜コーティング特性計算ソフトによる計算にて、試験例 1 および 3、参考例に係る試験片の反射率を波長ごとに算出した。光学薄膜コーティング特性計算ソフトには、TFcalc (Software Spectra 社) を用いた。算出した反射率の結果を図 10 に示す。図 10 は、試

試験例 1 および 3、参考例に係る試験片の反射率の計算結果である。なお、図 10 で示す反射率は、試験片の表面の法線方向から光が入射した場合の反射率である。

[0134] 図 10 に示すように、中間層として DLC を成膜した試験例 1 の反射率と、基材上にレジスト層のみを成膜した参考例の反射率との差は、各波長において 5 % 以下であった。したがって、中間層として DLC を用いた場合、中間層の有無によるレーザ光への影響が小さいことがわかる。一方、中間層として Al を成膜した試験例 3 の反射率と、基材上にレジスト層のみを成膜した参考例の反射率との差は、各波長において 5 % を超えていた。したがって、中間層として DLC を用いた場合、中間層の有無によるレーザ光に対する影響が大きいため、露光が困難になることがわかる。

[0135] さらに、試験例 1 にて成膜した中間層 (DLC)、レジスト層 (タングステン酸化物)、および基材 (石英ガラス) のそれぞれについて、エッチングガスに酸素ガスまたはフッ化炭素系ガス (CF_4/CHF_3 ガス) を用いた場合のエッチングレートを確認した。

[0136] 各層に対するエッチングレートの確認結果を以下の表 2 に示す。なお、エッチング装置には、反応性イオンエッチング (RIE) 装置を用いた。エッチングガスに O_2 ガス (流量 30 sccm) を用いる場合、ガス圧は 0.5 Pa、投入電力は 150 W とした。また、エッチングガスに CF_4/CHF_3 ガス (流量 5 sccm/25 sccm) を用いる場合、ガス圧は 0.5 Pa、投入電力は 200 W とした。

[0137] [表 2]

(表 2)

エッチングガス	エッチングレート [nm/min]		
	タングステン酸化物 (レジスト層)	DLC (中間層)	石英ガラス (基材)
O_2	0.2	14	1
CF_4/CHF_3	2.6	3	13

[0138] 表 2 を参照すると、レジスト層をマスクとして中間層をエッチングする工

程では、 O_2 ガスをエッチングガスに用いることにより、中間層のエッチングレートをレジスト層のエッチングレートよりも速くすることができる。また、レジスト層および中間層をマスクとして基材をエッチングする工程では、 CF_4/CHF_3 ガスをエッチングガスに用いることにより、レジスト層および中間層のエッチングレートを基材のエッチングレートよりも遅くすることができる。

[0139] 以上の中間層の特性評価から、試験例1に係るレジスト層および中間層は、上記にて説明した本実施形態の第2の製造方法に好適に用いられることがわかる。

[0140] [3. 2. 原盤の製造]

続いて、以下の工程により原盤を製造した。

[0141] (実施例1)

まず、4.5 mm厚の円筒形状の石英ガラスからなる基材の外周面に、炭化水素系ガスを用いたCVDにより、中間層としてDLCを膜厚800 nmにて成膜した。次に、中間層上にタングステン酸化物をスパッタ法により膜厚55 nmにて成膜した。

[0142] 続いて、露光装置によってレーザ光による熱リソグラフィを行い、レジスト層に潜像を形成した。なお、露光装置のレーザ光源には、波長405 nmのレーザ光を発する青色半導体レーザを用いた。基材を900 rpmで回転させ、レーザ光を基材の軸方向に1.5 μm /秒にて走査しながら露光した。入力画像（露光パターン）には、直径4 μm の円を5 μm ピッチにて千鳥状に配列した六方格子配列の画像を使用し、入力画像の分割間隔は、基材の周方向および軸方向ともに100 nm間隔とした。また、直径4 μm の円が凸部に対応するように、露光装置にて直径4 μm の円以外の部分を露光した。なお、露光時間は、45時間であった。

[0143] 続いて、露光した基材をTMAHの2.38質量%水溶液を用いて、27℃にて900秒間現像し、露光した部分のレジストを溶解させた。

[0144] さらに、現像後のレジスト層をマスクに用いて、中間層をエッチングする

第1のエッチング工程を行った。第1のエッチング工程では、エッチングガスに O_2 ガス（流量30 sccm）を用い、ガス圧0.5 Pa、投入電圧150 Wにて、80分間、反応性イオンエッチングを行った。続いて、レジスト層および中間層をマスクに用いて、基材をエッチングする第2のエッチング工程を行った。第2のエッチング工程では、エッチングガスに CF_4 ガス（流量5 sccm）および CHF_3 ガス（流量25 sccm）を用い、ガス圧0.5 Pa、投入電圧200 Wにて、500分間、反応性イオンエッチングを行った。

[0145] 以上の工程により、実施例1に係る原盤を製造した。

[0146] （実施例2）

実施例1において、入力画像（露光パターン）に、3.5 μm 四方の正方形を4.5 μm ピッチにて配列した四方格子配列の画像を使用した以外は、実施例1と同様の方法にて原盤を製造した。なお、実施例1と同様に、3.5 μm 四方の正方形が凸部に対応するように、露光装置にて3.5 μm 四方の正方形以外の部分を露光した。

[0147] （比較例1）

熱リソグラフィを用いず、機械的加工である超精密切削により、比較例1に係る原盤を製造した。図13Aは、比較例1に係る原盤に形成したパターンを説明する説明図であり、図13Bは、比較例1に係る原盤に形成したパターンを基材の厚み方向に切断した際の断面を模式的に示した断面図である。

[0148] 図13Aに示すように、比較例1に係る原盤は、円筒形状の基材11Aからなり、基材11Aの外周面には凹凸構造13Aが形成される。凹凸構造13Aは、例えば、基材11Aの軸方向に所定の間隔で形成された縦溝131Aと、縦溝131Aと直交し、所定の間隔で形成された横溝133Aからなる。また、図13Bに示すように、比較例1に係る原盤の縦溝131Aおよび横溝133Aの溝幅は、2 μm にて形成し、溝ピッチは、7 μm にて形成し、溝深さは、4 μm にて形成した。

[0149] 具体的には、まず、ステンレス鋼からなる基材の外周面にメッキ法によりニッケルリン層を膜厚 $200\mu\text{m}$ にて形成した。次に、超精密旋盤により、単結晶ダイヤモンド工具を用いて、基材を回転させながら、ニッケルリン層に上述した溝幅 $2\mu\text{m}$ 、溝ピッチ $7\mu\text{m}$ 、溝深さ $4\mu\text{m}$ の溝を軸方向に 220mm の幅で形成した。なお、基材 11A の加工は、縦溝 131A の加工、および横溝 133A の加工の2回に分けて行った。なお、すべての溝を形成するために、47日間かかった。また、単結晶ダイヤモンド工具は、摩耗に伴い、加工中に4～5回交換した。

[0150] [3. 3. 原盤の評価]

上記の工程により製造した実施例1および2、比較例1に係る原盤について、形成した凹凸構造をUV（紫外線）転写フィルムに転写することで評価した。なお、以下で説明するSEM画像は、原盤の転写物を観察している。そのため、以下で示す転写物のパターンの凹凸構造は、原盤の凹凸構造に対して、凹部と凸部との位置が反転している。

[0151] まず、図11および12を参照して、実施例1および2に係る原盤の転写物に対する走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope：SEM）の観察結果を説明する。

[0152] 図11は、実施例1に係る原盤の転写物を観察したSEM画像であり、図12は、実施例2に係る原盤の転写物を観察したSEM画像である。また、図11Aおよび図12Aは、転写物の上面を観察したSEM画像であり、図11Bおよび図12Bは、図11Aおよび図12Aに示す転写物をXXX線にて切断した断面を観察したSEM画像である。

[0153] 図11Aおよび図12Aを参照すると、実施例1および2に係る原盤は、それぞれ露光装置に入力された任意の形状を有する凹凸構造が形成されていることがわかる。なお、図11Aおよび図12Aにおいて、SEM画像の上下方向が基材の周方向に相当し、左右方向が基材の軸方向に相当する。また、図11Bおよび図12Bを参照すると、実施例1および2に係る原盤は、凹凸構造の高さが $3.4\mu\text{m}$ ～ $3.5\mu\text{m}$ であり、マイクロメートルオーダ

一の大きな加工深さを有する凹凸構造を形成できていることがわかる。

[0154] 続いて、実施例 1、2、および比較例 1 に係る原盤の加工深さのばらつきについて評価した。具体的には、実施例 1、2、および比較例 1 に係る原盤を UV 転写フィルムに転写して転写物を製造した。また、製造した転写物をレーザ顕微鏡により周方向 4 カ所、軸方向 4 カ所ずつ深さを測定し、最大深さばらつきを算出した。なお、レーザ顕微鏡は、キーエンス製の VK 8700 を用いた。なお、比較例 1 は、深さばらつきが大きかったため、同一条件で 2 回、原盤を製造し、それぞれ深さばらつきを評価した。

[0155] 深さばらつき測定の結果を以下の表 3 に示す。

[0156] [表 3]

(表 3)

	最大深さばらつき [μm]	最大段差量 [μm]
実施例 1	0.5	なし
比較例 1 (1 回目)	1.2	1.6
比較例 1 (2 回目)	1.4	1.4

[0157] 表 3 を参照すると、熱リソグラフィを用いて凹凸構造を形成した実施例 1 に係る原盤は、機械的加工を用いて凹凸構造を形成した比較例 1 に係る原盤に比べて、深さばらつきが小さいことがわかる。

[0158] また、比較例 1 に係る原盤は、縦溝の加工と、横溝の加工とに分けて加工しているため、縦溝と横溝との間で加工深さが異なり、段差が発生していることがわかった。具体的には、比較例 1 に係る原盤にて発生している段差は、最大で $1.4\ \mu\text{m} \sim 1.6\ \mu\text{m}$ であった。一方、実施例 1 に係る原盤では、凹凸構造中に段差は観察されなかった。

[0159] これは、比較例 1 に係る原盤では、加工に用いる単結晶ダイヤモンド工具が加工の進行に伴って摩耗し、加工深さが狙い値よりも浅くなることが原因であると考えられる。そこで、比較例 1 に係る原盤において、単結晶ダイヤモンド工具の加工距離と狙い深さからの変化量との関係性を評価した。評価結果を図 14 に示す。図 14 は、単結晶ダイヤモンド工具の加工距離と、狙い深さからの変化量との関係性を示すグラフ図である。なお、図 14 に示す口点

、△点、×点は、それぞれ異なる単結晶ダイヤモンド工具に対応する。

[0160] また、単結晶ダイヤモンド工具の加工距離と狙い深さからの変化量との関係は、深さばらつきと同様に、レーザ顕微鏡によって比較例 1 に係る原盤の転写物の深さ測定することで評価した。具体的には、単結晶ダイヤモンド工具 3 本のそれぞれが形成した溝の深さが、加工距離によってどのように変化しているかを、原盤の転写物を観察することで測定した。

[0161] 図 14 に示すように、いずれの単結晶ダイヤモンド工具も、加工距離が長くなるにつれ摩耗し、溝の加工深さが狙い値よりも浅くなっていることがわかった。また、単結晶ダイヤモンド工具ごとに加工距離に対する摩耗の進行度合いがばらついていることがわかった。このような単結晶ダイヤモンド工具ごとのばらつきも、比較例 1 に係る原盤の加工深さのばらつきの原因となっていると考えられる。

[0162] 以上にて説明したように、本実施形態に係る原盤の製造方法によれば、任意の形状を有する凹凸構造が形成された原盤を短期間で製造することができる。また、本実施形態に係る原盤の製造方法によれば、マイクロメートルオーダーの加工深さを有する凹凸構造が形成された原盤を製造することができる。さらに、本実施形態に係る製造方法により製造された原盤は、マイクロメートルオーダーの加工深さを有する凹凸構造を形成可能な他の方法である超精密切削と比べて凹凸構造の加工深さばらつきを小さくすることができることがわかった。

[0163] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

産業上の利用可能性

[0164] なお、本発明に係る製造方法により製造された原盤の転写物は、任意の形

状の凹凸構造を有するため、様々な用途に適用することができる。

[0165] 例えば、転写物は、転写された凹凸構造に対して回路を形成することで、プリントド・エレクトロニクスに対して適用することができる。他の例としては、転写物は、転写された凹凸構造に対して血液等の生体試料の流路を形成することにより、バイオセンサまたは診断デバイスとして適用することができる。また、転写物は、転写された凹凸構造にて光学的特性を制御することにより、光学素子として適用することができる。さらに、転写物は、転写された凹凸構造を用いることにより、粒子配列シートとして適用することができる。

符号の説明

[0166]	1	原盤
	2	露光装置
	1 1	基材
	1 3	凹凸構造
	1 5	レジスト層
	1 5 A	潜像
	1 7	中間層
	2 0	レーザ光
	2 1	レーザ光源
	4 0	フォーマッタ
	4 0 1	入力画像取得部
	4 0 3	小領域分割部
	4 0 5	信号生成部
	4 0 7	クロック信号生成部

請求の範囲

- [請求項1] 円筒または円柱形状の基材の外周面に薄膜層を形成するステップと、
、
オブジェクトが描かれた入力画像に基づいて、前記オブジェクトに対応する制御信号を生成するステップと、
前記制御信号に基づいて前記薄膜層にレーザ光を照射し、前記薄膜層に前記オブジェクトに対応する薄膜パターンを形成するステップと、
、
前記薄膜パターンが形成された前記薄膜層をマスクに用いて、前記基材の前記外周面に前記オブジェクトに対応するパターンを形成するステップと、
を含む原盤の製造方法。
- [請求項2] 前記入力画像を複数の小領域に分割し、前記小領域の各々に前記オブジェクトが含まれるか否かに基づいて、前記小領域に前記レーザ光を照射するか否かを決定し、当該決定結果に基づいて、前記制御信号を生成する、請求項1に記載の原盤の製造方法。
- [請求項3] 前記小領域の大きさは、前記レーザ光のスポットの大きさよりも小さい、請求項2に記載の原盤の製造方法。
- [請求項4] 前記薄膜層に前記薄膜パターンを形成するステップは、
前記基材の中心軸を回転軸として前記基材を回転させながら、前記基材に前記レーザ光を照射する、請求項1～3のいずれか一項に記載の原盤の製造方法。
- [請求項5] 前記制御信号は、前記基材の回転を制御する信号と同期するように生成される、請求項4に記載の原盤の製造方法。
- [請求項6] 前記レーザ光の光源は、半導体レーザであり、
前記薄膜層には、熱リソグラフィにより前記薄膜パターンが形成される、請求項1～5のいずれか一項に記載の原盤の製造方法。
- [請求項7] 前記薄膜層は、前記外周面に形成された中間層と、前記中間層上に

形成されたレジスト層とを含み、

前記薄膜層に前記薄膜パターンを形成するステップは、

前記レジスト層を現像することにより前記レジスト層に前記薄膜パターンを形成するステップと、

前記レジスト層をマスクとして、前記中間層をエッチングするステップと、を含む、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の原盤の製造方法。

[請求項8] 前記中間層のエッチングレートは、前記レジスト層のエッチングレートよりも速く、

前記中間層のエッチングレートは、前記基材のエッチングレートよりも遅い、請求項 7 に記載の原盤の製造方法。

[請求項9] 前記中間層の熱伝導率は、 $200\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下である、請求項 7 または 8 に記載の原盤の製造方法。

[請求項10] 前記基材上に直接形成された前記レジスト層に対する前記レーザ光の反射率と、前記基材上に前記中間層を介して形成された前記レジスト層に対する前記レーザ光の反射率との差は、5 % 以下である、請求項 7 ～ 9 のいずれか一項に記載の原盤の製造方法。

[請求項11] 前記レジスト層は、金属酸化物を含む、請求項 7 ～ 10 のいずれか一項に記載の原盤の製造方法。

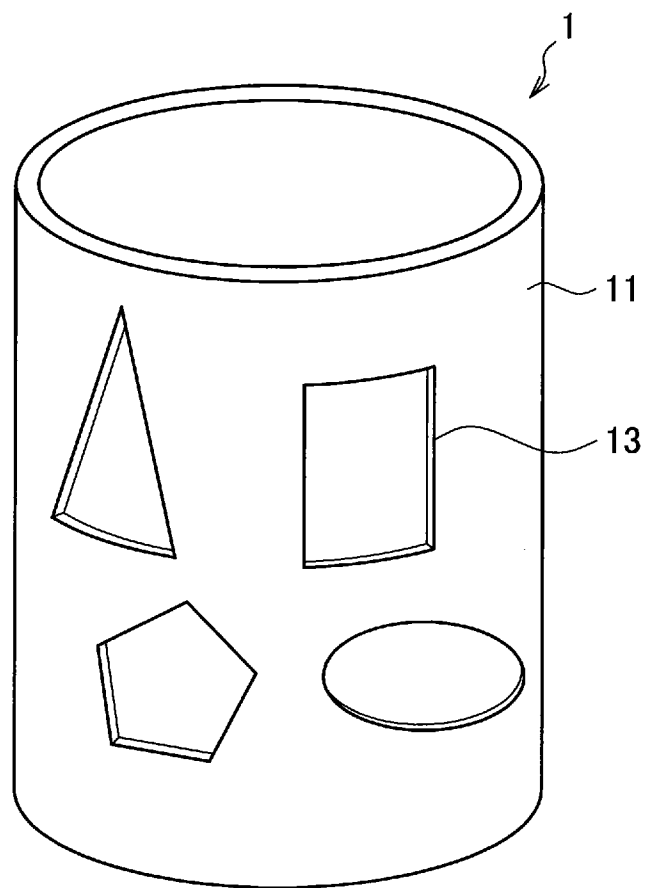
[請求項12] 前記中間層は、ダイヤモンドライクカーボンを含む、請求項 7 ～ 11 のいずれか一項に記載の原盤の製造方法。

[請求項13] 請求項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載の製造方法により製造された原盤のパターンが転写された転写物。

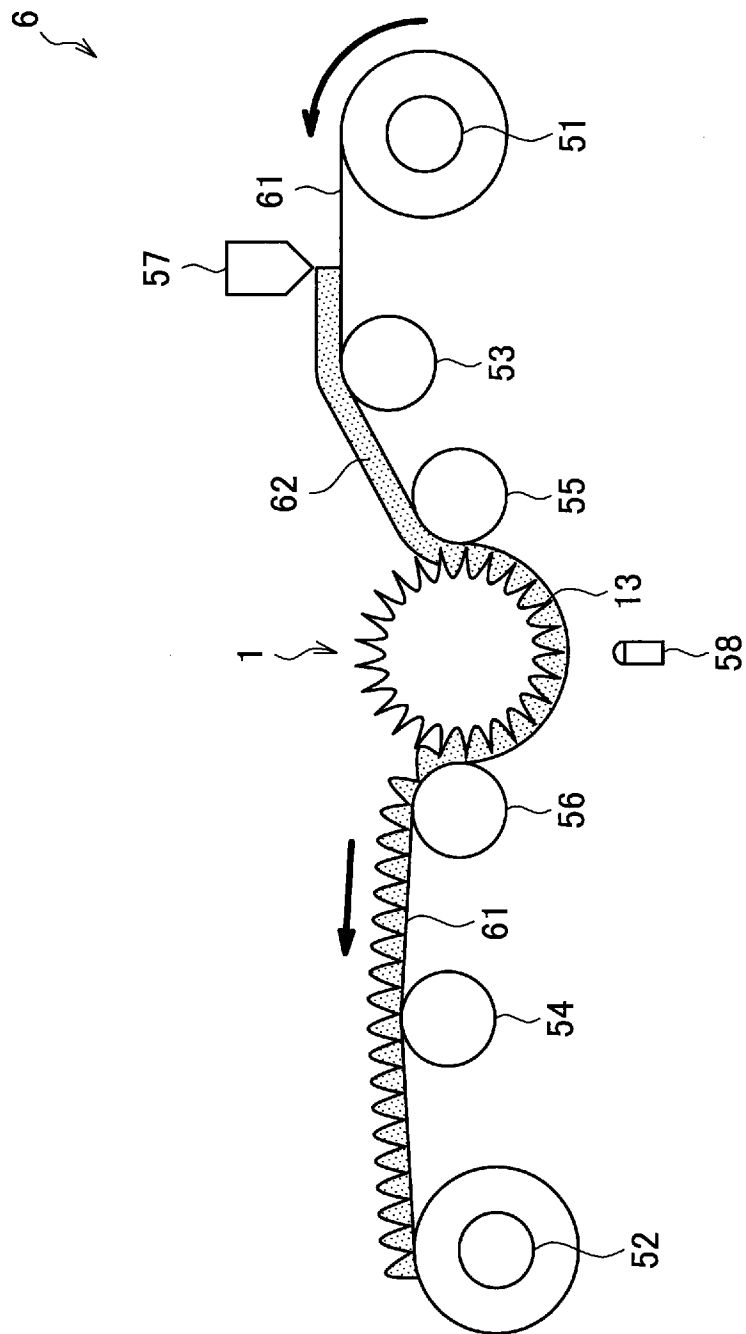
[請求項14] 請求項 13 に記載の転写物のパターンが転写されたレプリカ原盤。

[請求項15] 請求項 14 に記載のレプリカ原盤のパターンが転写された転写物。

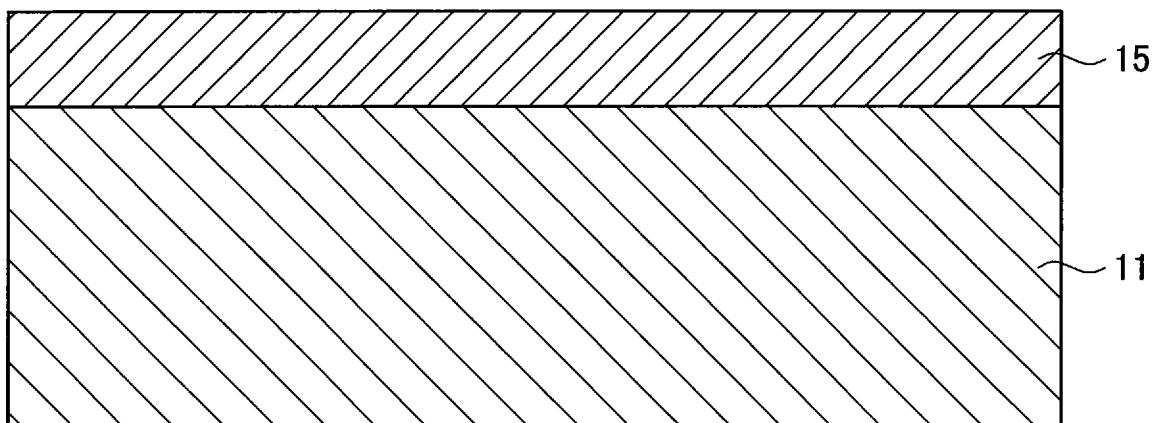
[図1]



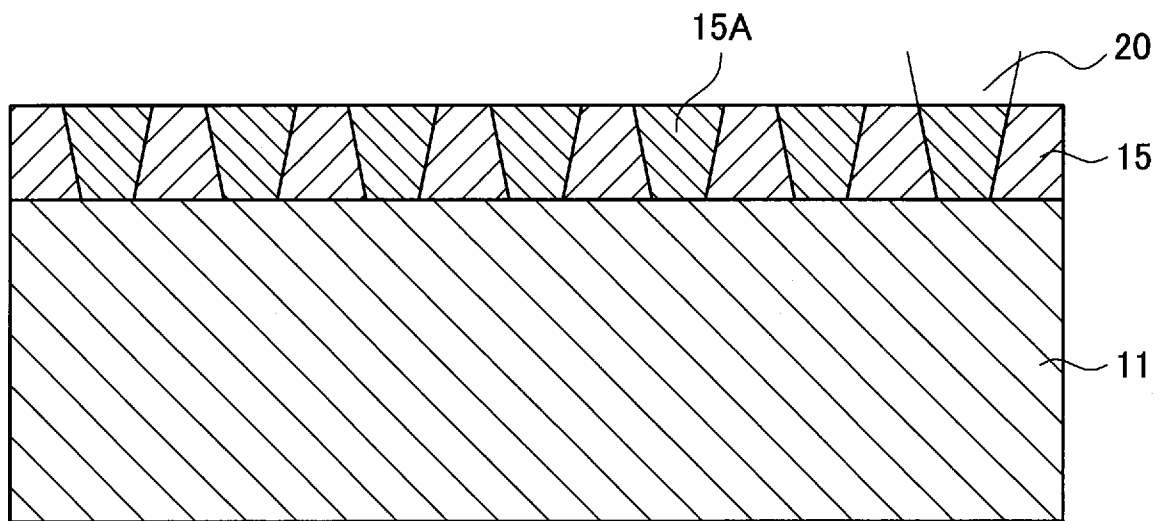
[図2]



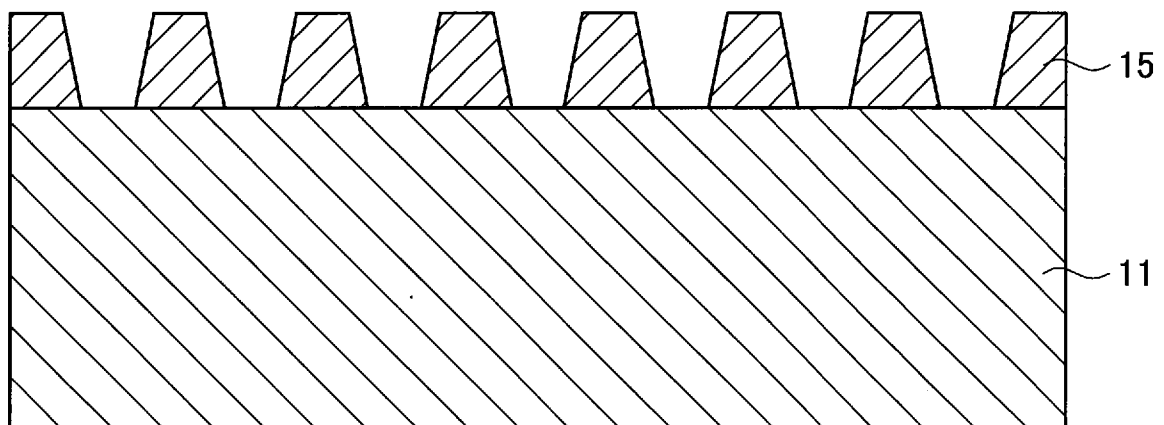
[図3A]



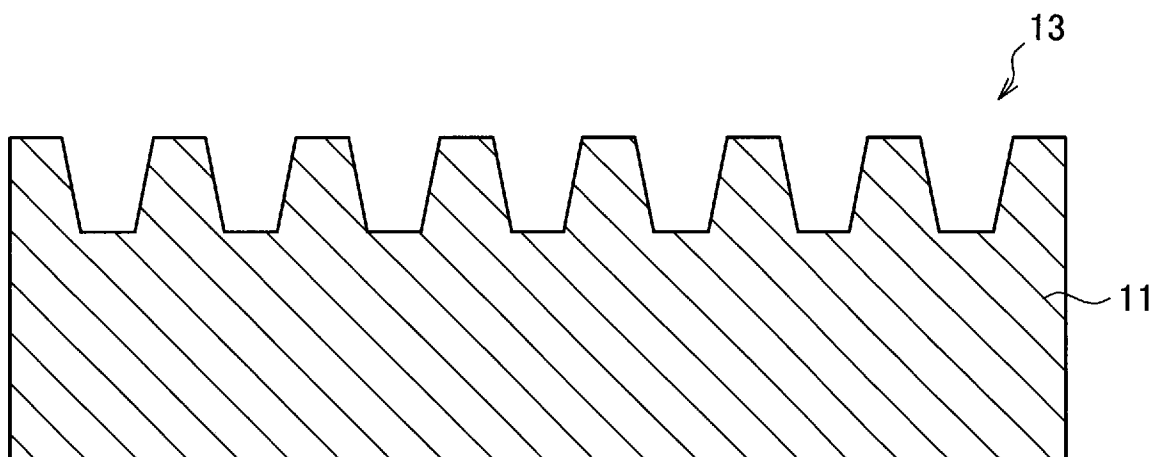
[図3B]



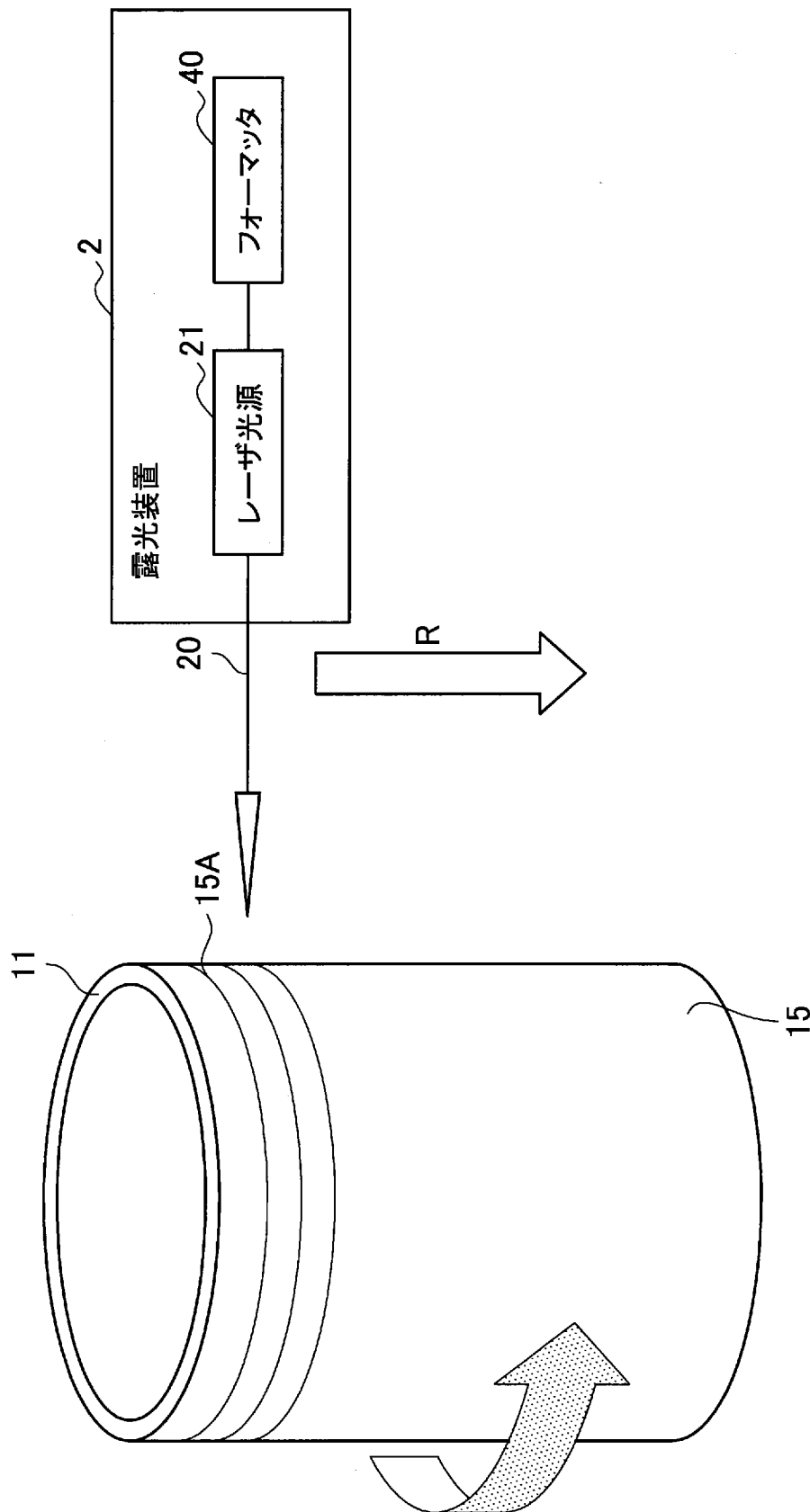
[図3C]



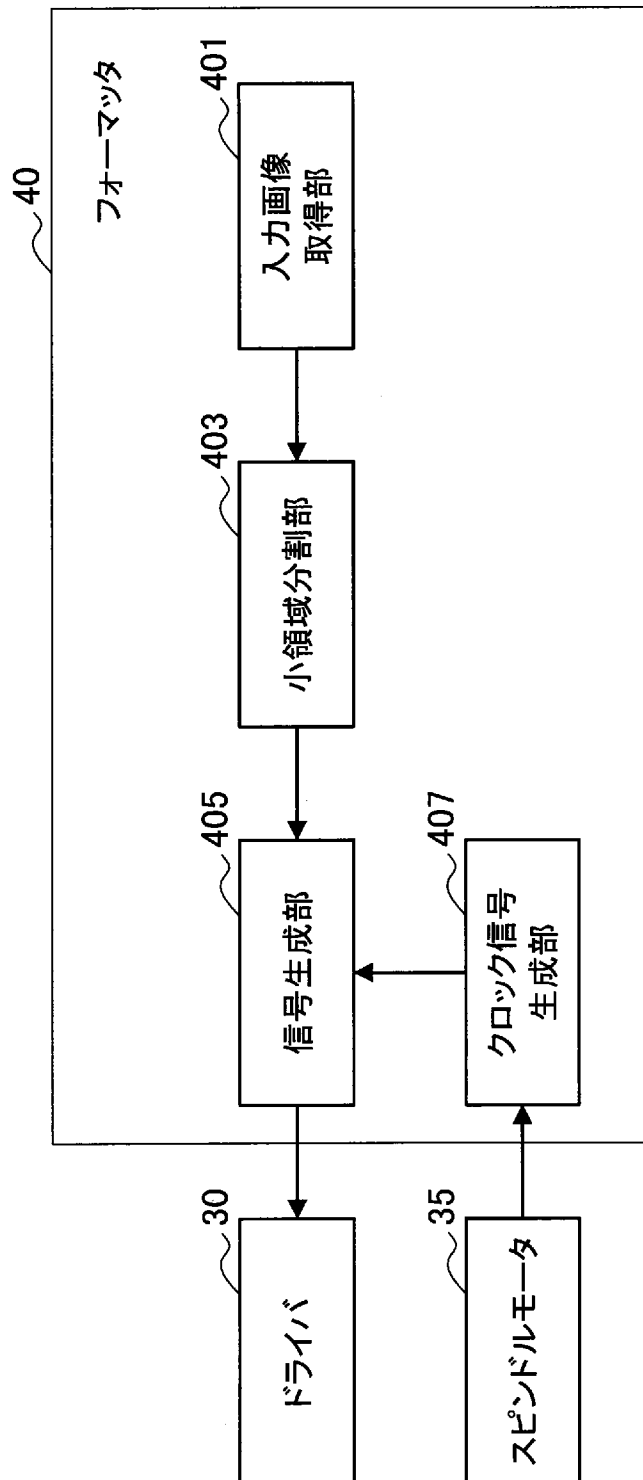
[図3D]



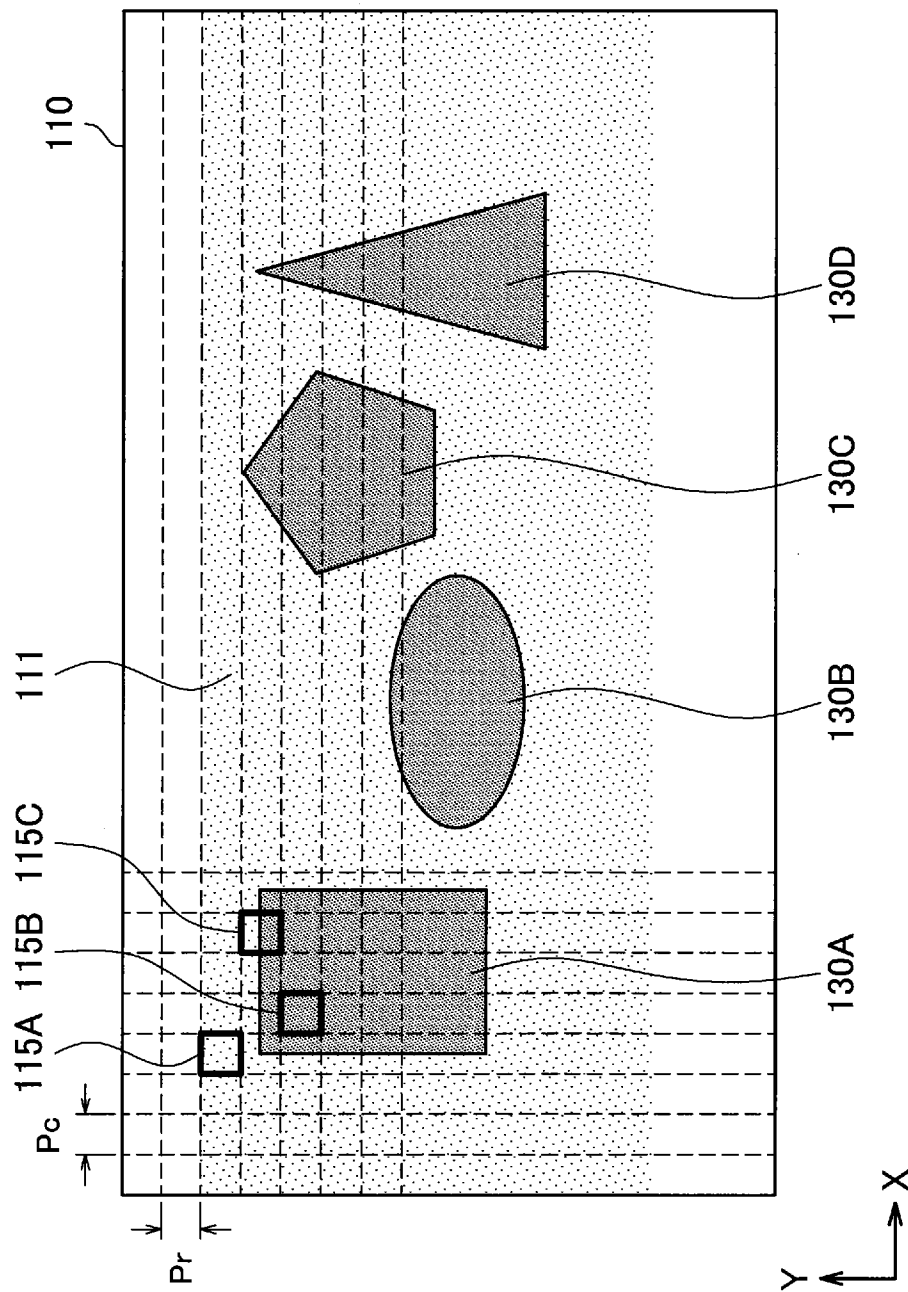
[図4]



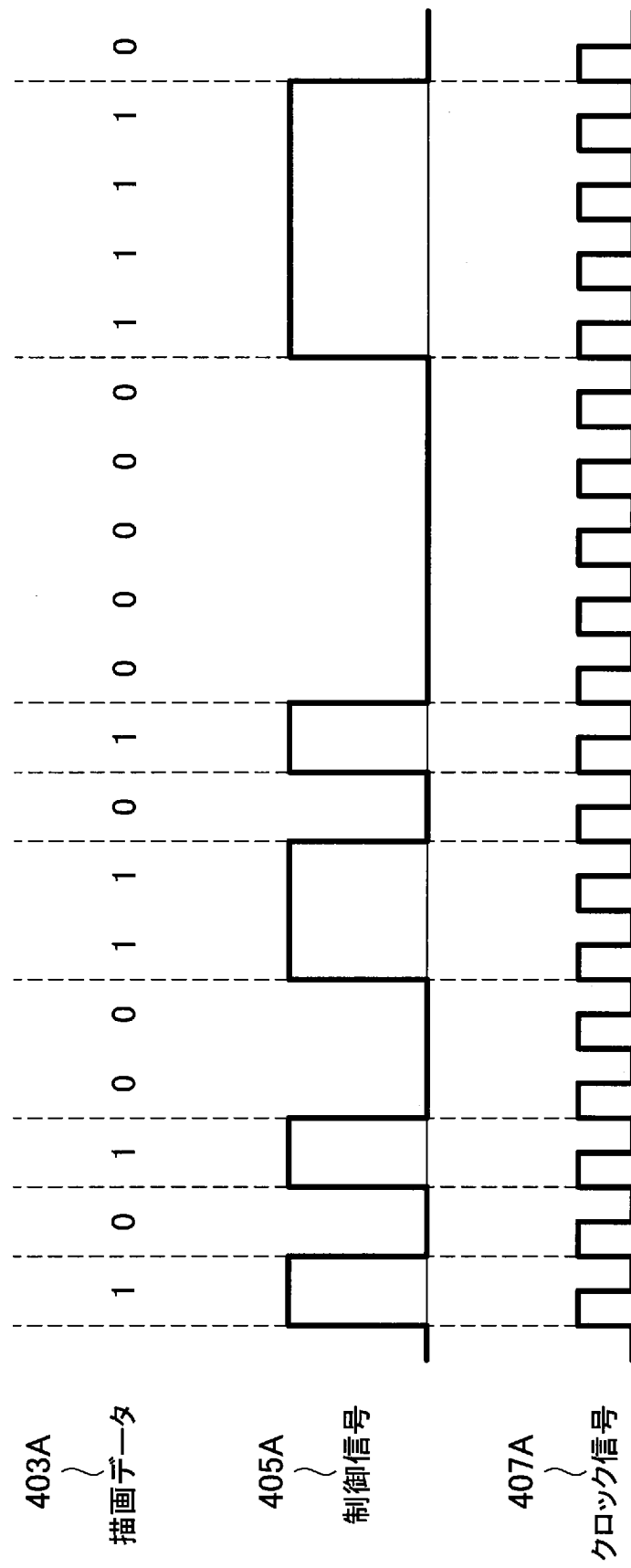
[図5]



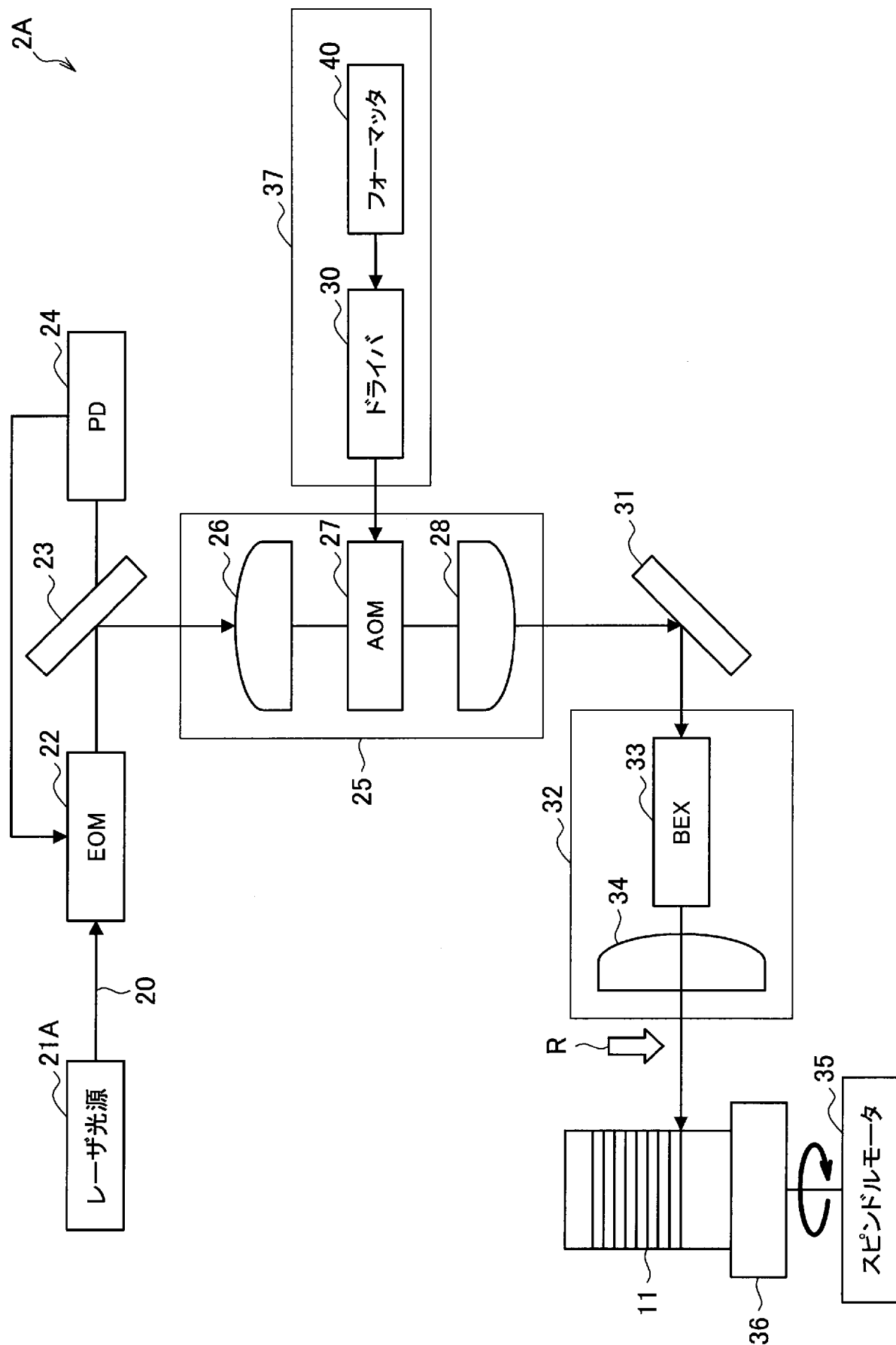
[図6]



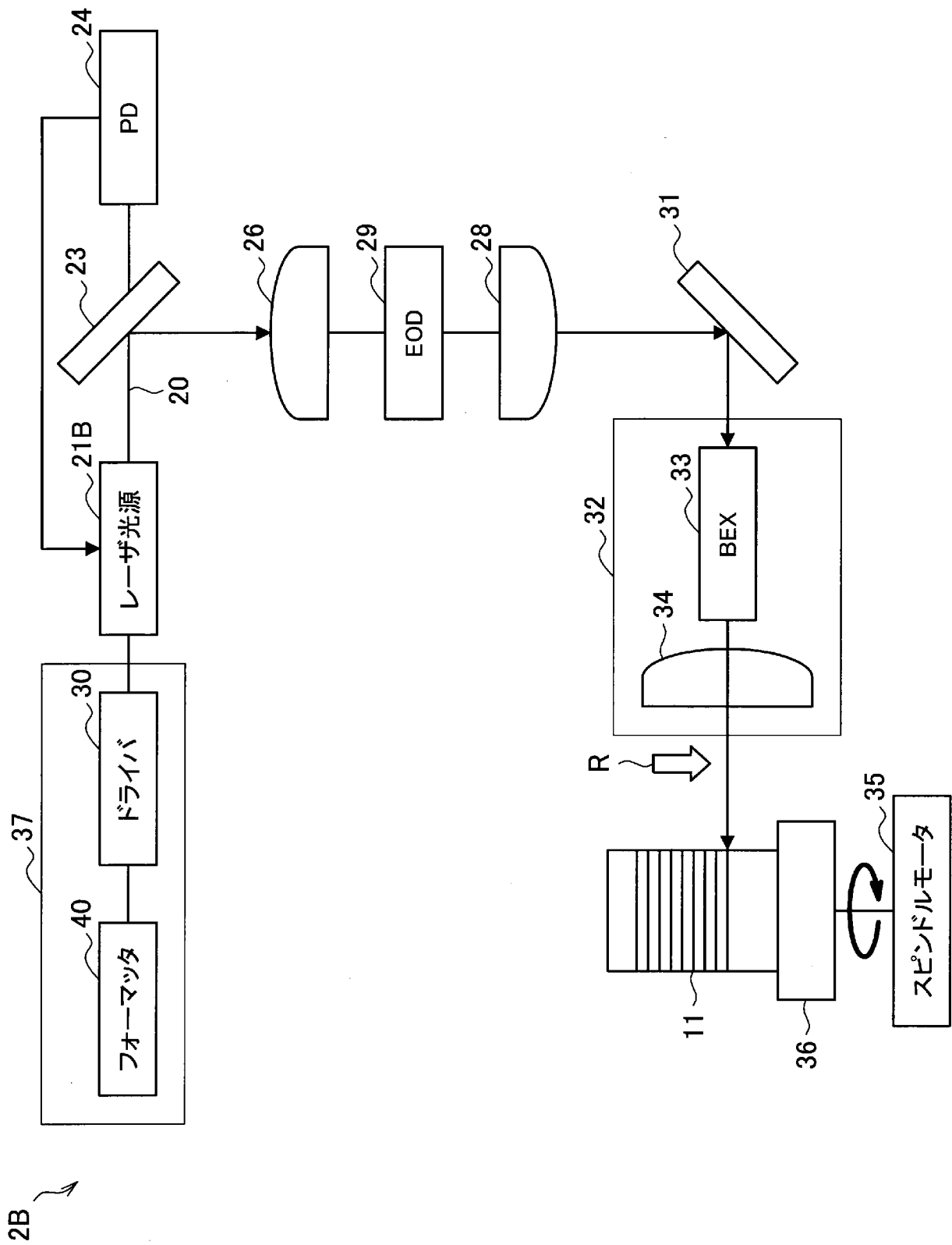
[図7]



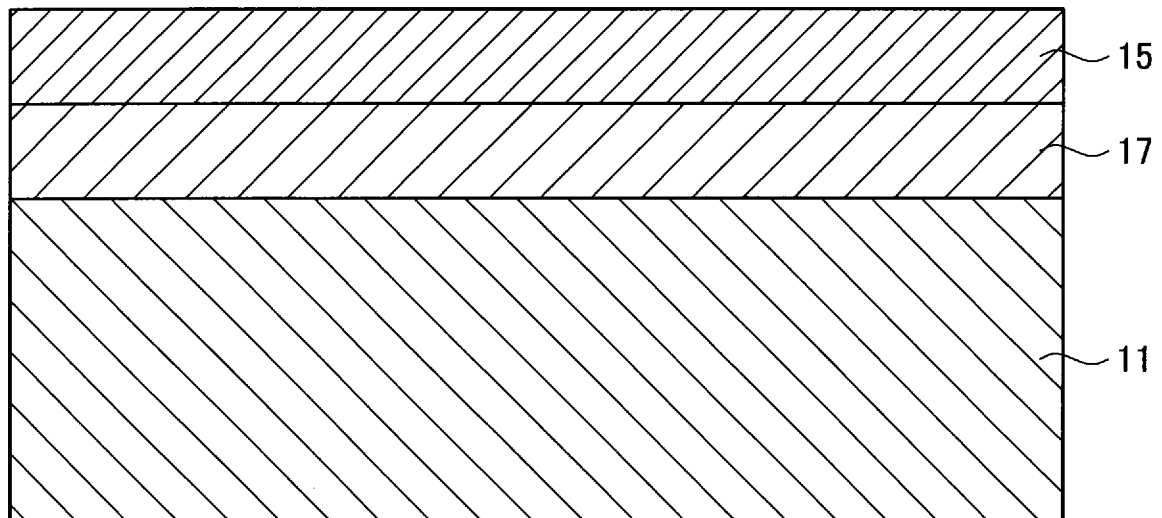
[図8A]



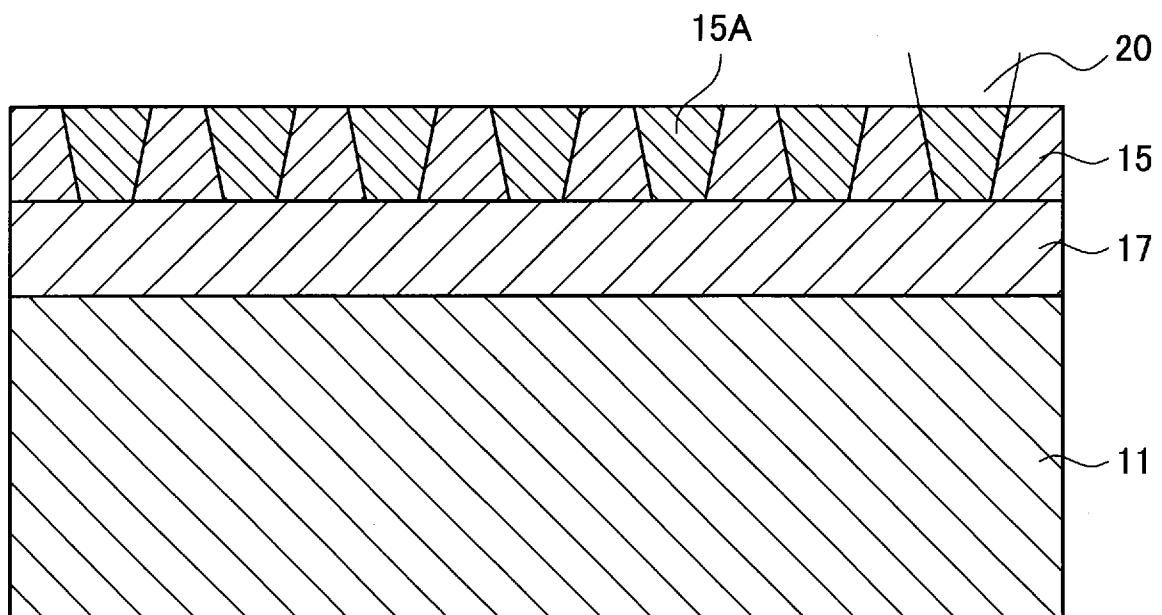
[図8B]



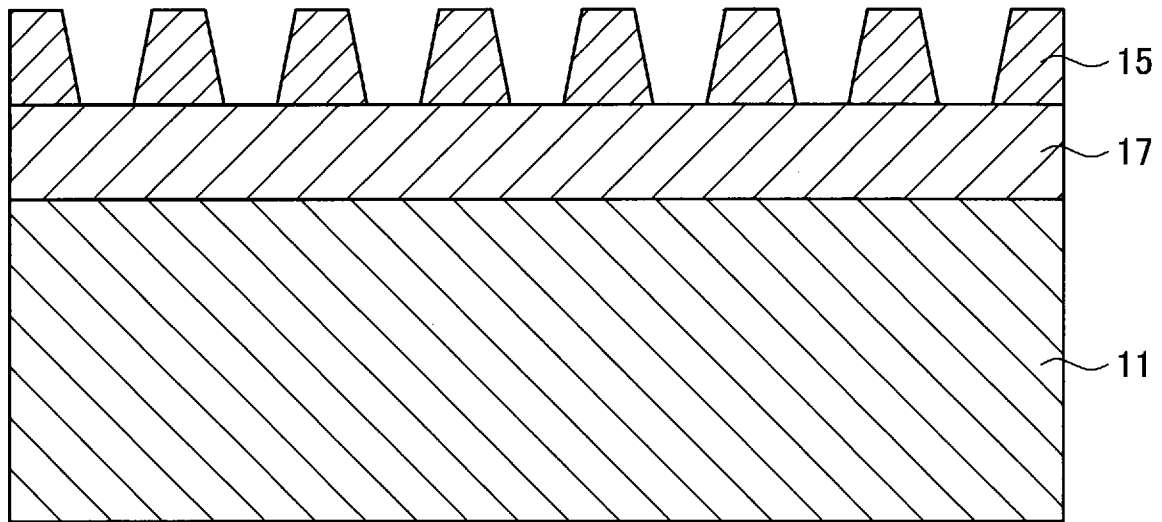
[図9A]



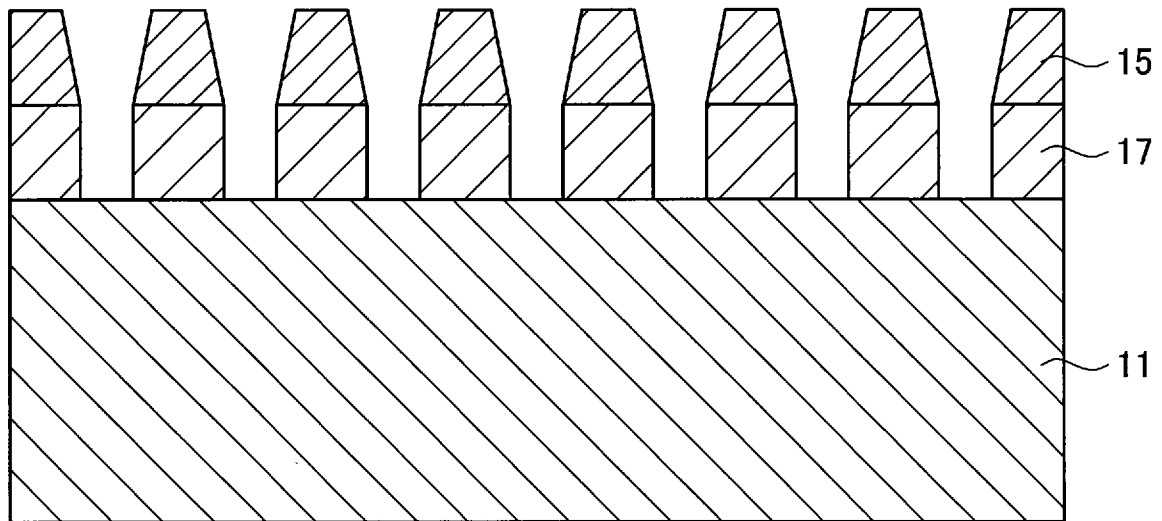
[図9B]



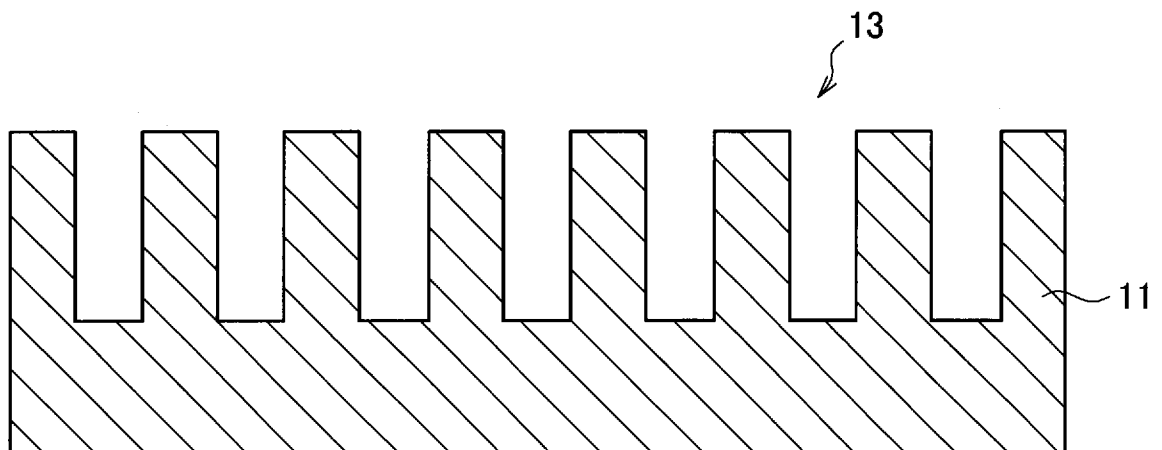
[図9C]



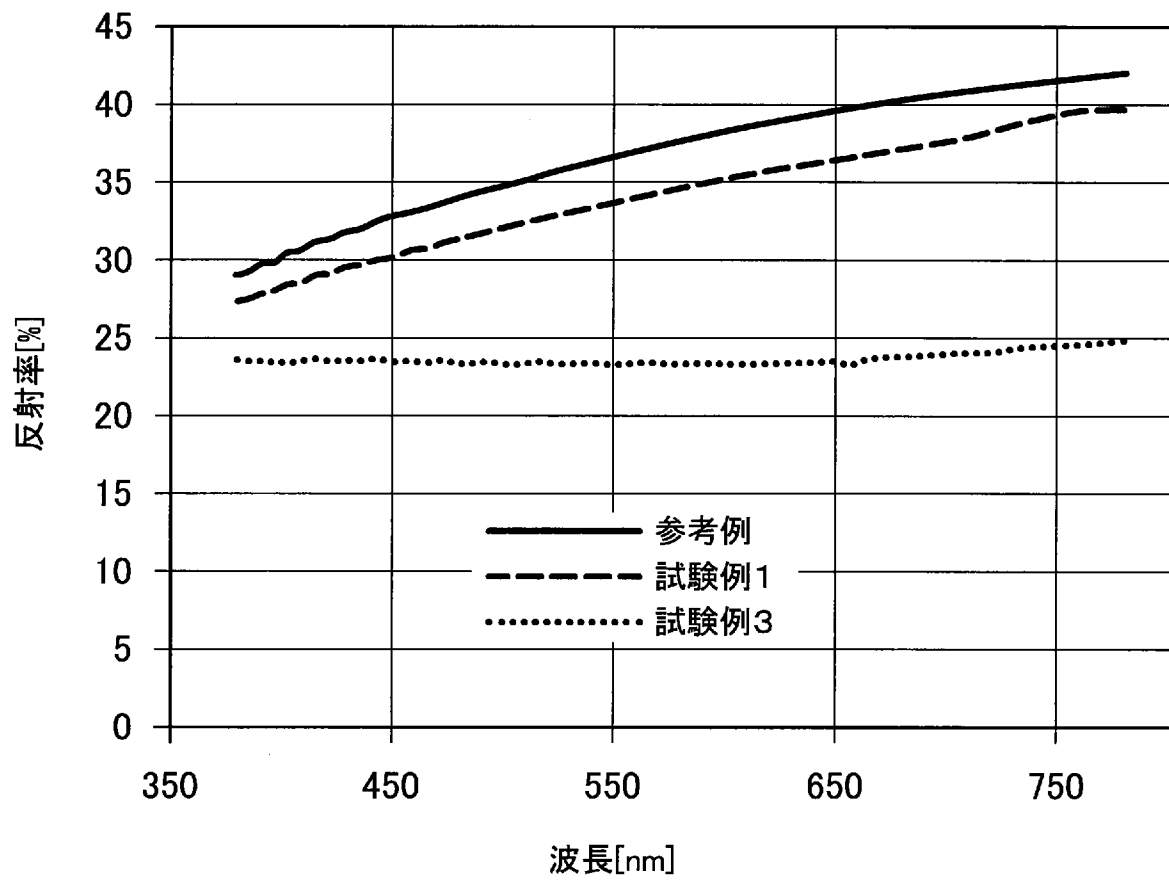
[図9D]



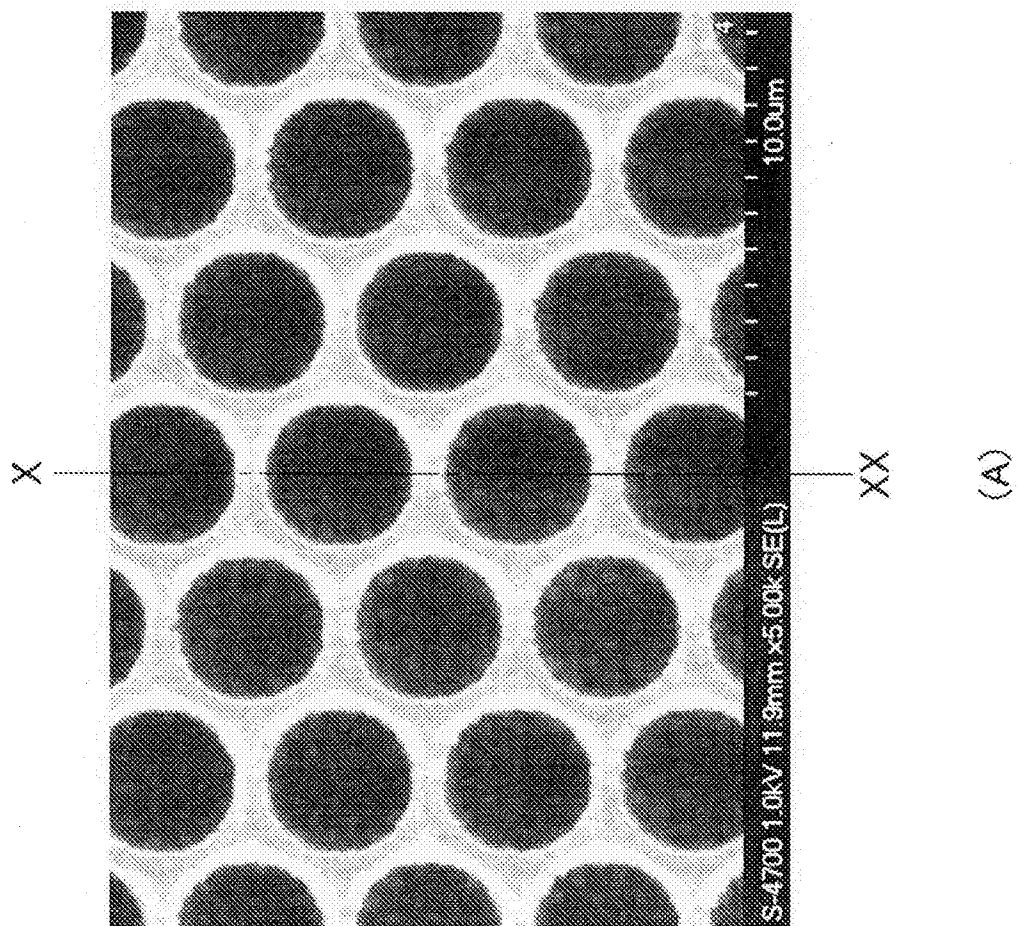
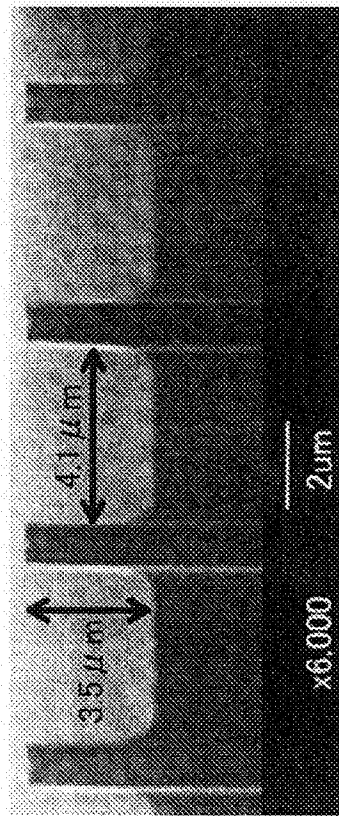
[図9E]



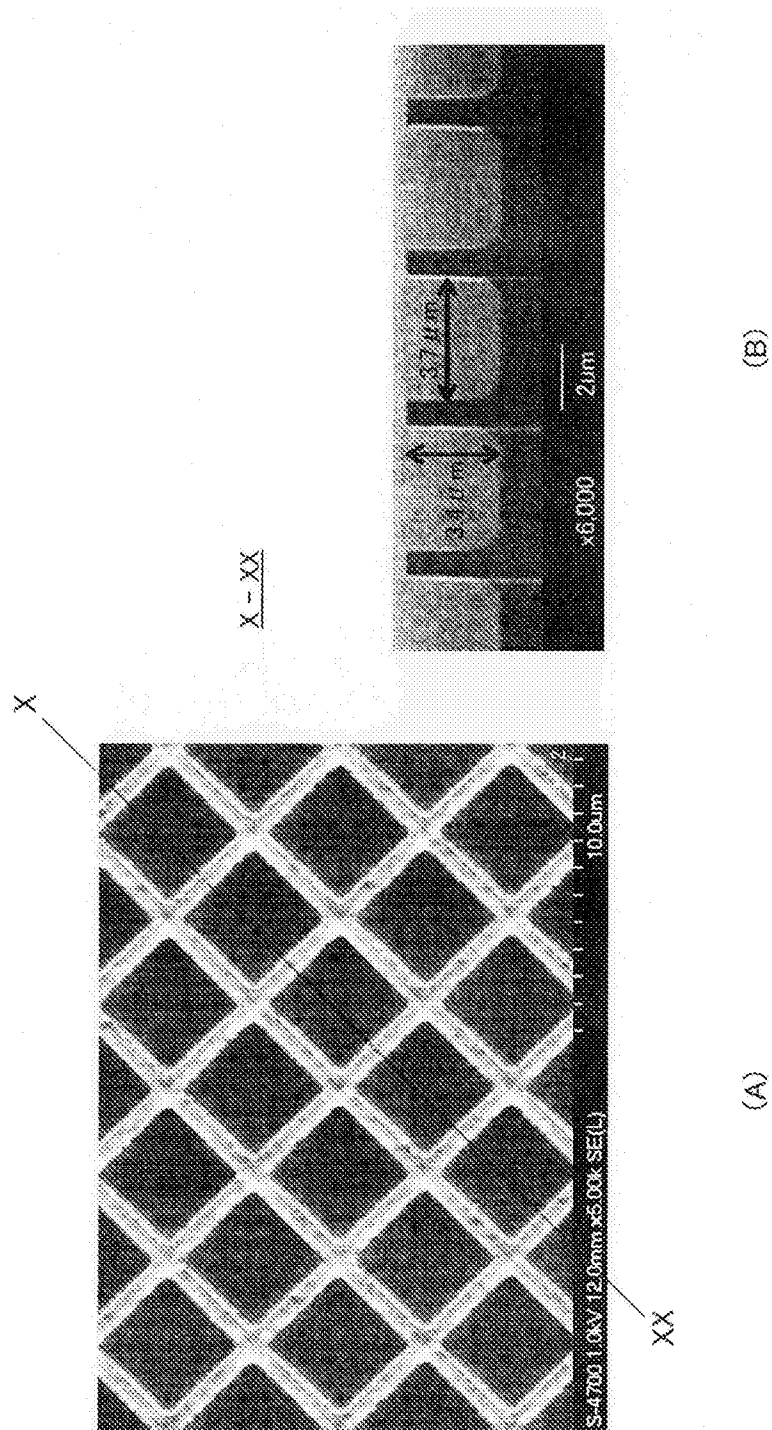
[図10]



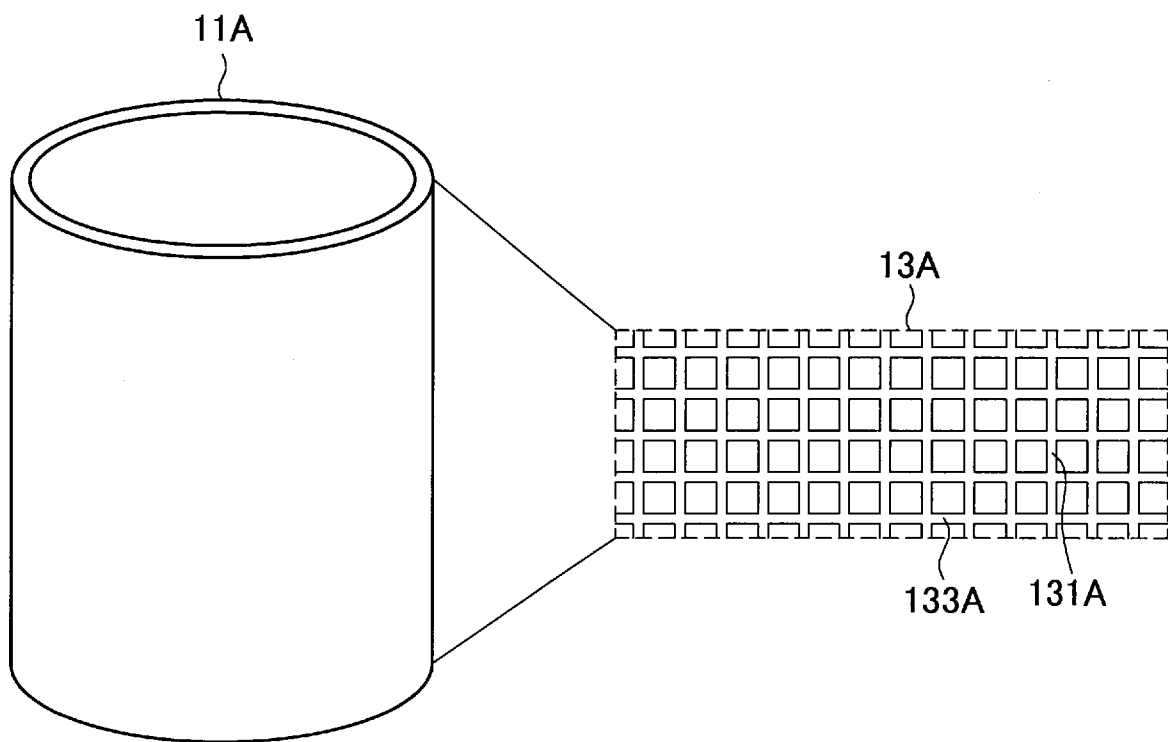
[図11]

X — XX

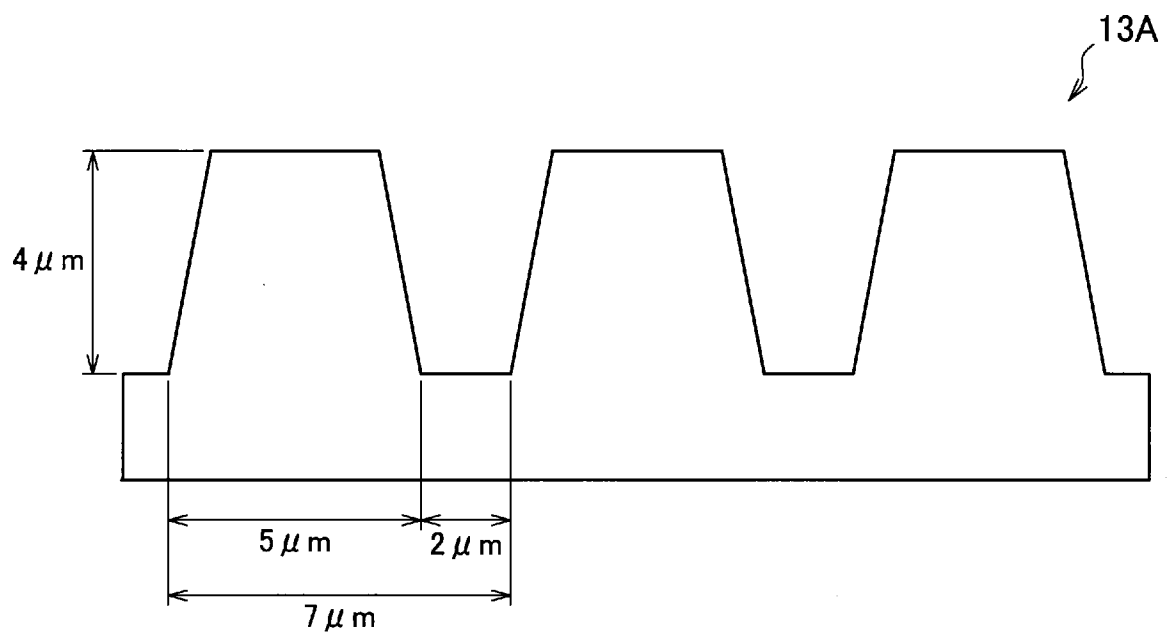
[図12]



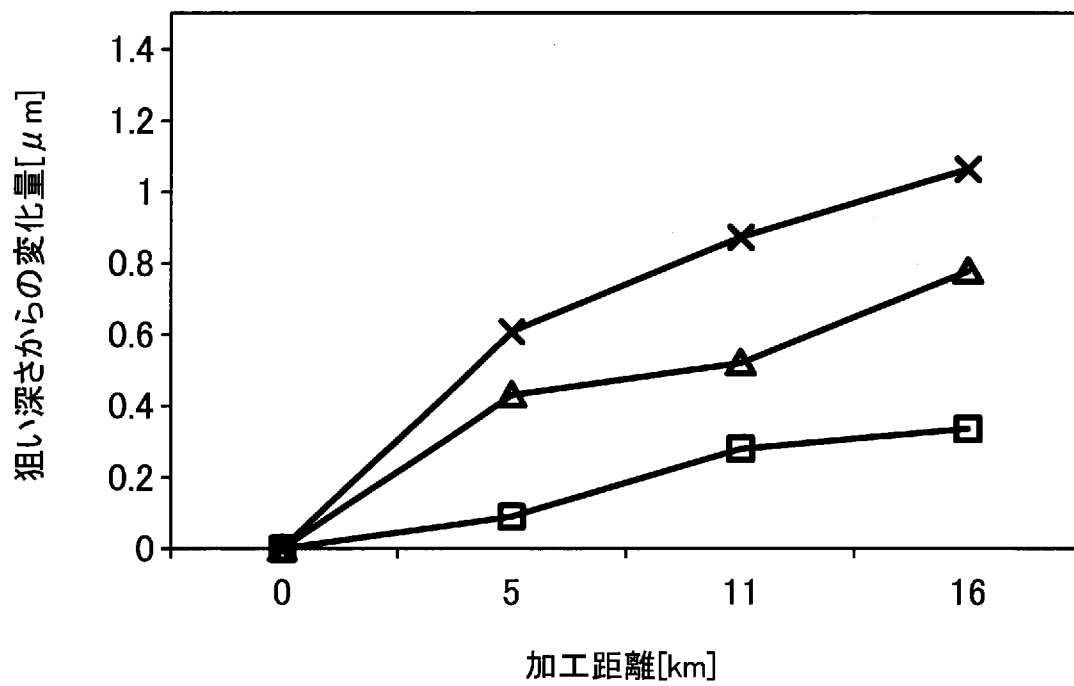
[図13A]



[図13B]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070167

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C59/04(2006.01) i, B29C33/38(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C59/00-59/18, B29C33/00-33/76

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-35243 A (Hoya Corp.), 21 February 2013 (21.02.2013), claims; paragraphs [0054] to [0057], [0094] (Family: none)	13-15 1, 6, 7
X Y	JP 2012-158178 A (Asahi Kasei Corp.), 23 August 2012 (23.08.2012), paragraphs [0001], [0066], [0087] to [0090], [0099] & US 2011/0027408 A1 & WO 2009/093700 A1 & EP 2246170 A1 & KR 10-2010-0106511 A & CN 101952093 A & TW 200946311 A	13 1, 4-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29 September 2015 (29.09.15)

Date of mailing of the international search report
13 October 2015 (13.10.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070167

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-208797 A (Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 10 October 2013 (10.10.2013), claims; paragraph [0039] & WO 2013/146318 A1 & TW 201345688 A & KR 10-2014-0146055 A	1, 4-7
Y	JP 2012-150445 A (Hoya Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), claims; paragraphs [0006], [0031], [0037], [0050] to [0052] (Family: none)	7
A	JP 2011-131453 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 07 July 2011 (07.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2005-178052 A (Seiji KATO), 07 July 2005 (07.07.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2006-315347 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 24 November 2006 (24.11.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B29C59/04(2006.01)i, B29C33/38(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B29C59/00-59/18, B29C33/00-33/76

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2013-35243 A (H O Y A株式会社) 2013.02.21, 【特許請求の範囲】, 【0 0 5 4】 - 【0 0 5 7】, 【0 0 9 4】 (ファミリーなし)	13-15 1, 6, 7
X Y	JP 2012-158178 A (旭化成株式会社) 2012.08.23, 【0 0 0 1】, 【0 0 6 6】, 【0 0 8 7】 - 【0 0 9 0】, 【0 0 9 9】 & US 2011/0027408 A1 & WO 2009/093700 A1 & EP 2246170 A1 & KR 10-2010-0106511 A & CN 101952093 A & TW 200946311 A	13 1, 4-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 9 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鏡 宣宏

4 R

9 3 4 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-208797 A (住友化学株式会社) 2013. 10. 10, 【特許請求の範囲】, 【0039】 & WO 2013/146318 A1 & TW 201345688 A & KR 10-2014-0146055 A	1, 4-7
Y	JP 2012-150445 A (HOYA株式会社) 2012. 08. 09, 【特許請求の範囲】, 【0006】, 【0031】, 【0037】, 【0050】 - 【0052】 (ファミリーなし)	7
A	JP 2011-131453 A (大日本印刷株式会社) 2011. 07. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2005-178052 A (加藤 聖次) 2005. 07. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2006-315347 A (凸版印刷株式会社) 2006. 11. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15