

(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 6 月 2 日(02.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/084533 A1

- (51) 国際特許分類:
B81C 99/00 (2010.01) *B29C 33/42* (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01) *B81B 1/00* (2006.01)
B29C 33/38 (2006.01) *G01N 37/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/080104
- (22) 国際出願日: 2015 年 10 月 26 日(26.10.2015)
- (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 2014-241728 2014 年 11 月 28 日(28.11.2014) 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 1 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: 鈴木 眞哉 (SUZUKI, Shinya); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目 1 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). 林部 和弥 (HAYASHIBE, Kazuya); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目 1 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). 柴田 章広 (SHIBATA, Akihiro); 〒1410032 東京都品川区大

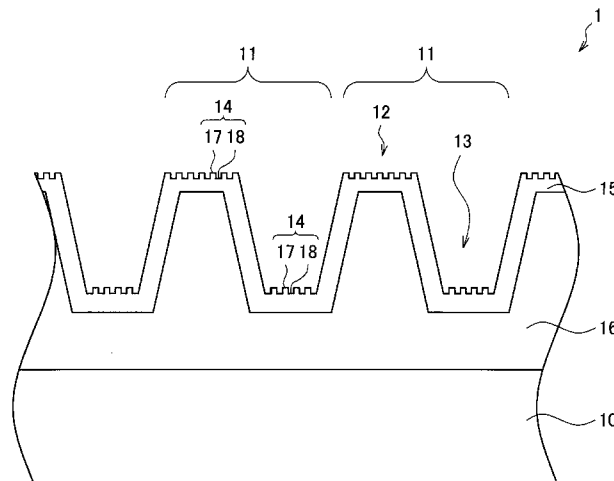
崎一丁目 1 番 2 号 ゲートシティ大崎イーストタワー 8 階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).

- (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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: MASTER DISC FOR MANUFACTURING MICROFLOW CHANNEL, TRANSFER PRODUCT, AND METHOD FOR PRODUCING MASTER DISC FOR MANUFACTURING MICROFLOW CHANNEL

(54) 発明の名称: マイクロ流路作製用原盤、転写物、およびマイクロ流路作製用原盤の製造方法



(57) Abstract: Provided are: a master disc (1) for manufacturing microflow channels with which a transfer product with a highly hydrophilic region can be easily mass-produced; a transfer product; and a method for producing the master disc for manufacturing microflow channels. The master disc for manufacturing microflow channels is provided with: a substrate (10); main recesses and protrusions (11) that are provided on the surface of the substrate and extend in the direction of the plane of the substrate; and micro-recesses and micro-protrusions (14) that are provided on the surfaces of the main recesses and protrusions and have a narrower pitch than the main recesses and protrusions. The micro-recesses and micro-protrusions have an arithmetic mean roughness of 10 nm - 150 nm, and a relative surface area ratio of 1.1-3.0.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/084533 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

親水性の高い領域を有する転写物を容易に大量生産することが可能なマイクロ流路作製用原盤(1)、転写物、およびマイクロ流路作製用原盤の製造方法を提供する。基材(10)と、前記基材の表面に設けられ、前記基材の面方向に延びる主凹凸部(11)と、前記主凹凸部の表面に設けられ、前記主凹凸部と比べてピッチが狭い微細凹凸部(14)と、を備え、前記微細凹凸部は、10nm~150nmの算術平均粗さを有し、且つ、1.1~3.0の比表面積率を有する、マイクロ流路作製用原盤。

明 細 書

発明の名称：

マイクロ流路作製用原盤、転写物、およびマイクロ流路作製用原盤の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、マイクロ流路作製用原盤、転写物、およびマイクロ流路作製用原盤の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、樹脂やガラス製の基板に化学的及び生物学的分析を行うためのウェルやマイクロ流路などを設けたマイクロ流体チップが開発されている。

[0003] 例えば、下記特許文献1には、PMMA（ポリメタクリル酸メチル）からなるマイクロ流路にフェムト秒レーザを照射することで、マイクロ流路の表面の親水性を高めた、マイクロ流体チップが開示されている。下記特許文献2には、シリコーンゴムからなるマイクロ流路の表面に対して窒素及びアミンを含むガス雰囲気中でプラズマ改質処理を施すことで、マイクロ流路の表面の親水性を高めた、マイクロ流体チップが開示されている。

[0004] また、下記特許文献3には、マイクロ流体チップを作製するための鋳型の作製方法が開示されている。この鋳型を用いてナノインプリント転写を行うことにより、マイクロ流体チップを作製する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-109564号公報
特許文献2：特開2014-196386号公報
特許文献3：特開2006-272563号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献 1 及び 2 では、上記処理を行うことにより、親水性が高いマイクロ流路を有するマイクロ流体チップを得ている。しかしながら、このような親水性の高い領域を有するマイクロ流体チップを量産する場合には、1 つ 1 つのマイクロ流体チップの所定の領域に上記処理を行う必要があるため、作製時間や作製コストが増加する。したがって、上記特許文献 1 及び 2 に記載の方法は、量産性の観点からは好ましい方法とはいえない。また、上記特許文献 1 及び 2 に記載の方法を用いて、マイクロ流路の表面の親水性を高めようとする場合には、マイクロ流路の材質が PMMA やシリコンゴムに限定されることとなる。

[0007] 一方、上記特許文献 3 では、鋳型を用いてナノインプリント転写を行うことによりマイクロ流体チップを転写物として作製するため、マイクロ流体チップを容易に量産することが可能である。しかしながら、親水性が高いマイクロ流路を有するマイクロ流体チップを量産する場合には、上記特許文献 3 に記載の方法を用いた場合であっても、1 つ 1 つのマイクロ流体チップのマイクロ流路に上記特許文献 1 及び 2 に記載の処理を行う必要がある。したがって、上記特許文献 3 に記載の方法であっても、親水性が高い領域を有するマイクロ流体チップを量産することを考えた場合、好ましい方法とは言えない。

[0008] 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、親水性の高い領域を有する転写物を容易に大量生産することが可能な、新規かつ改良されたマイクロ流路作製用原盤、転写物、およびマイクロ流路作製用原盤の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、基材と、前記基材の表面に設けられ、前記基材の面方向に延びる主凹凸部と、前記主凹凸部の表面に設けられ、前記主凹凸部と比べてピッチが狭い微細凹凸部と、を備え、前記微細凹凸部は、10 nm～150 nm の算術平均粗さを有し、且つ、1.1～3.0 の比表面積率を有する、マイクロ流路作製用原盤が提供さ

れる。

- [0010] 前記主凹凸部は、 $1\ \mu\text{m}\sim 2000\ \mu\text{m}$ の幅及び深さを有し、前記微細凹凸部は、 $30\ \text{nm}\sim 1000\ \text{nm}$ の幅及び深さを有していてもよい。
- [0011] 複数の前記微細凹凸部を備え、前記微細凹凸部の幅及び深さは、前記微細凹凸部が形成される位置ごとに異なる値となってもよい。
- [0012] 前記微細凹凸部は、前記主凹凸部の長手方向に沿って延びるように設けられてもよい。
- [0013] 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、基材の表面に、前記基材の面方向に延びる主凹凸部を形成し、前記主凹凸部の表面に 10 ピコ秒以下のパルス幅を有する超短パルスレーザを照射することで、前記主凹凸部の表面に、前記主凹凸部と比べてピッチが狭い微細凹凸部を形成することを含むマイクロ流路作製用原盤の製造方法が提供される。
- [0014] 前記超短パルスレーザの照射は、偏光方向が前記主凹凸部の長手方向と直交するようにして行ってもよい。
- [0015] また、上記課題を解決するために、本発明のさらなる別の観点によれば、上記のマイクロ流路作製用原盤の表面形状が転写された樹脂層を含む転写物が提供される。
- [0016] また、上記課題を解決するために、本発明のさらなる別の観点によれば、樹脂層と、前記樹脂層の表面に設けられ、前記樹脂層の面方向に延びる主凹凸部と、前記主凹凸部の表面に設けられ、前記主凹凸部と比べてピッチが狭い微細凹凸部と、を備え、前記微細凹凸部は、 $10\ \text{nm}\sim 150\ \text{nm}$ の算術平均粗さを有し、且つ、 $1.1\sim 3.0$ の比表面積率を有する、転写物が提供される。
- [0017] 前記主凹凸部は、 $1\ \mu\text{m}\sim 2000\ \mu\text{m}$ の幅及び深さを有し、前記微細凹凸部は、 $30\ \text{nm}\sim 1000\ \text{nm}$ の幅及び深さを有していてもよい。
- [0018] 複数の前記微細凹凸部を備え、前記微細凹凸部の幅及び深さは、前記微細凹凸部が形成される位置ごとに異なる値となってもよい。
- [0019] 前記微細凹凸部は、前記主凹凸部の長手方向に沿って延びるように設けら

れてもよい。

[0020] 前記樹脂層は硬化型親水性樹脂からなるものとしてもよい。

[0021] また、上記課題を解決するために、本発明のさらなる別の観点によれば、上記転写物を含むマイクロ流体チップが提供される。

[0022] 本発明によれば、親水性の高い領域を有する転写物を容易に大量生産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、親水性の高い領域を有する転写物を容易に大量生産することが可能である。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の実施形態に係る原盤1の断面図である。

[図2]本実施形態に係る主凹凸部11の断面形状の例を示す図である。

[図3]本実施形態に係る主凹凸部11の平面形状の例を示す図（その1）である。

[図4]本実施形態に係る主凹凸部11の平面形状の例を示す図（その2）である。

[図5]本実施形態に係る転写物5の断面図である。

[図6]本実施形態に係る原盤1の製造工程を説明するための図である。

[図7]原盤1の製造工程における超短パルスレーザのスポット幅及び照射方法の例を示す図である。

[図8]原盤1の製造工程における超短パルスレーザの照射方向の例を示す図である。

[図9]原盤1の製造工程における超短パルスレーザの偏光方向、走査方向と微細凹凸部14の平面形状の例を示す図である。

[図10]本実施形態に係るレーザ加工装置8の構成例を示す図である。

[図11]本実施形態に係る転写物5の製造工程を示す図である。

[図12]実施例に係る原盤1の主凹凸部11の表面のSEM画像である。

[図13]実施例に係る転写物5の凹部53の底面のAFM観察結果である。

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。また、図面は発明の説明とその理解を促すための模式図であり、その形状や寸法、比などは実際の物とは異なる個所もあるが、これらは以下の説明と公知の技術を参酌して適宜、設計変更することができる。

[0026] <原盤 1>

原盤 1 は、マイクロ流路を作製するための原盤であり、ロールツーロール (roll-to-roll) 方式等も含むインプリント転写に用いられる。すなわち、原盤 1 の表面に設けられた凹凸形状を転写することで、転写物 5 を製造する。なお、原盤 1 を用いてインプリント転写により転写物 5 を得た場合には、転写物 5 の表面には、原盤 1 の表面に設けられた凹凸形状を反転させた形状の凹凸が形成されることとなる。転写物 5 の表面に形成された凹部がマイクロ流路となる。

[0027] なお、原盤 1 は、マイクロ流体チップのような製品としての転写物 5 を製造する際に用いられるだけでなく、レプリカ原盤をインプリント転写法により作製する際に用いられてもよい。レプリカ原盤は、原盤 1 の表面に設けられた凹凸形状を反転させた形状の凹凸を持ち、さらにレプリカ原盤を用いてインプリント転写を行うことにより、製品としての転写物 5 を製造することができる。

[0028] まず、図 1 を参照して、本発明の実施形態に係る原盤 1 について説明する。図 1 は、本実施形態に係る原盤 1 を厚み方向に切断した際の断面を模式的に示した図である。

[0029] 図 1 に示すように、本実施形態に係る原盤 1 は、平板状の基材 10 と、基材 10 に積層された表面層 16 と、表面層 16 の表面に設けられ、且つ、基材 10 の面方向に延びる複数の主凹凸部 11 と、複数の主凹凸部 11 の表面を覆う被覆層 15 と、複数の主凹凸部 11 の表面の被覆層 15 に設けられ、

主凹凸部 11 と比べてピッチ（周期）が狭い複数の微細凹凸部 14 とを有する。なお、原盤 1 は、表面層 16 を含まなくてもよく、この場合には、主凹凸部 11 は基材 10 の表面に直接設けられることとなる。また、原盤 1 は、被覆層 15 を含まなくてもよく、この場合には、微細凹凸部 14 は表面層 16 の表面に直接設けられることとなる。

[0030] 基材 10 は、図 1 に示されるような平板状であることに限定されるものではなく、円筒形状もしくは円柱形状であってもよい。この場合には、表面層 16 及び主凹凸部 11 は、基材 10 の外周面に設けられることとなる。なお、このような円筒形状もしくは円柱形状の原盤 1 は、ロールツーロール方式のインプリント転写法で用いることができる。

[0031] 基材 10 の材料は、特に限定されるものではなく、ステンレス鋼、Cu、Al、Ni などの金属、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 ）、半導体材料、あるいは、樹脂などを用いることができる。もしくは、これらの材料が積層した積層材料を用いてもよい。

[0032] 表面層 16 の材料は、特に限定されるものではなく、NiP、Ni、Cu、Al といった金属、もしくは、これらの積層材料を用いることができる。また、表面層 16 の厚みは、特に限定されるものではないが、例えば $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ であってもよい。

[0033] 被覆層 15 の材料は、特に限定されるものではなく、Cu、Cr、Ni、NiP、Al といった金属、またはダイヤモンドライクカーボン（diamond-like carbon: DLC）といった炭素材料を用いることができる。また、被覆層 15 の厚みは、特に限定されるものではないが、例えば $0.1\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ であってもよい。

[0034] 主凹凸部 11 は、表面層 16 の表面、もしくは基材 10 の表面に設けられ、基材 10 の面方向に延び、且つ、凸部 12 及び凹部 13 を有する。詳細には、1つの主凹凸部 11 は、1つの凸部 12 と1つの凹部 13 を有する。この凸部 12 の断面形状は、図 1 に示されるような形状に限定されるものではなく、以下に説明するように様々な形状とすることができる。なお、凸部 1

2の断面形状とは、基材10の断面における凸部12の表面の輪郭形状のことをいう。さらに、図2を用いて、凸部12の他の断面形状について説明する。図2は、本実施形態に係る原盤1を厚み方向に切断した際の凸部12の断面を模式的に示した図である。なお、図2においては、わかりやすくするために、凸部12の表面に設けられた微細凹凸部14、被覆層15及び基材10を図示していない。図2(a)は、矩形状の凸部12の例である。図2(b)は、上底が下底よりも短い台形状の凸部12の例である。図2(c)は、上側に頂点が位置する三角形の凸部12の例である。図2(d)は、上側に弧が位置する半円状の凸部12の例である。さらに、図2(e)は、断面形状が近似的には矩形であり、その角の部分が曲線状になっている断面形状を持つ凸部12の例である。すなわち、本実施形態に係る凸部12の断面形状は、三角形又は四角形などの多角形であってもよく、多角形の角の部分が曲線状になっていてもよく、円又は楕円などの曲線を含む図形であってもよい。さらに、近似的にこれらの形状とみなすことができるような形状であってもよく、非対称形状であってもよい。また、凸部12の対をなす凹部13の断面形状についても、凸部12の断面形状と同様に、図1に示されるような形状に限定されるものではなく、様々な形状とすることができる。

[0035] 主凹凸部11の平面形状は、特に限定されるものではなく、様々な形状とすることができる。ここで、主凹凸部11の平面形状とは、基材10の表面の上方から基材10の表面を見た場合の、主凹凸部11の形状、いわゆる平面視での形状のことをいう。図3を用いて、主凹凸部11の平面形状について説明する。図3は、本実施形態に係る主凹凸部11の平面形状を模式的に示した図である。図3(a)は、基材10の面方向に延びる直線状の主凹凸部11の例である。図3(b)は、曲線状の主凹凸部11の例である。また、図3(c)は、基材10の面方向において鈍角を形成するように折れ曲がった形状を持つ主凹凸部11の例である。すなわち、本実施形態に係る主凹凸部11の平面形状は、特に限定されるものではなく、直線状、曲線状であってもよく、折れ曲がった形状や分岐した形状であってもよい。

[0036] 主凹凸部 1 1 の幅及び深さは特に制限されるものではなく、例えば $1\ \mu\text{m}$ ～ $2000\ \mu\text{m}$ であってもよい。ここで、主凹凸部 1 1 の幅及び深さは、凸部 1 2 及び凹部 1 3 の幅及び深さ（高さ）である。さらに、凸部 1 2 の幅とは、主凹凸部 1 1 の長手方向に対して垂直の方向に原盤 1 を切断した際の断面における凸部 1 2 の底部の幅を指し、凹部 1 3 の幅とは、同様の断面における凹部 1 3 の底面の幅を指す。凸部の深さ（高さ）とは、同様の断面における底部から上端部（上端面）までの長さを指し、凹部の深さとは、同様の断面における底部から上端部（開口面）までの長さを指す。凸部 1 2 又は凹部 1 3 は、1 つの凸部 1 2 又は凹部 1 3 において均一な幅を有していてもよく、1 つの凸部 1 2 又は凹部 1 3 における位置ごとに異なる幅を有していてもよい。

[0037] 図 1 に示す微細凹凸部 1 4 は、主凹凸部 1 1 の表面の被覆層 1 5 に設けられ、微細凸部 1 7 及び微細凹部 1 8 を有し、主凹凸部 1 1 と比べてピッチ（周期）が狭い。詳細には、1 つの微細凹凸部 1 4 は、1 つの微細凸部 1 7 と 1 つの微細凹部 1 8 を有する。図 1 に示されるように、微細凹凸部 1 4 は、凸部 1 2 の上面及び凹部 1 3 の底面に設けられている。なお、微細凹凸部 1 4 は、凸部 1 2 の上面及び凹部 1 3 の底面の両方に設けられることに限られず、いずれか一方に設けられてもよい。好ましくは、微細凹凸部 1 4 は、凸部 1 2 の上面に設けられる。

[0038] 微細凹凸部 1 4 の幅及び深さは、特に制限されるものではないが、例えば $30\ \text{nm}$ ～ $1000\ \text{nm}$ であってもよい。ここで、微細凹凸部 1 4 の幅及び深さは、微細凸部 1 7 及び微細凹部 1 8 の幅及び深さ（高さ）である。ここで、微細凸部 1 7 の幅及び深さと、微細凹部 1 8 の幅及び深さの定義は、上述した凸部 1 2 及び凹部 1 3 の定義と同様である。原盤 1 が複数の微細凹凸部 1 4 を有する場合には、微細凹凸部 1 4 の幅及び深さは、微細凹凸部 1 4 が形成される位置ごとに異なる値となってもよい。

[0039] 微細凹凸部 1 4 が設けられた主凹凸部 1 1 の表面は、 $10\ \text{nm}$ ～ $150\ \text{nm}$ の算術平均粗さ（ R_a ）を有する。ここで、算術平均粗さとは、以下のよ

うに求めることができる。主凹凸部 11 の表面の $3\mu\text{m}$ 四方の領域中の形状を原子間力顕微鏡 (AFM: Atomic Force Microscope) により計測し、JIS B 0601-2001 に準拠して算術平均粗さ R_a を算出する。

[0040] また、微細凹凸部 14 が設けられた主凹凸部 11 の表面は、1.1~3.0 の比表面積率を有する。ここで、比表面積率とは、以下のように求めることができる。主凹凸部 11 の表面の $3\mu\text{m}$ 四方の領域中を AFM により観察し、表面の実測表面積 S_a を測定し、 S_a と表面が理想的な平坦面 (鏡面) であった場合の表面積 S_m に対する実測表面積 S_a の比を算出することにより求めることができる。

[0041] 微細凹凸部 14 の形成方向は、特に限定されるものではなく、以下に説明するように様々な方向とすることができる。ここで、微細凹凸部 14 の形成方向とは、基材 10 の表面の上方から基材 10 の表面を見た場合の微細凹凸部 14 の長手方向のことをいう。例えば、図 3 (a) に示される微細凹凸部 14 は、直線状の主凹凸部 11 の長手方向に沿って直線状に延びるように設けられている。この場合、微細凹凸部 14 の形成方向は、主凹凸部 11 の長手方向に沿った方向となっている。また、図 3 (b) や図 3 (c) に示される微細凹凸部 14 は、曲線状や折れ曲がった形状の主凹凸部 11 の長手方向に沿って延びるように設けられており、これらの場合も、図 3 (a) と同様に、微細凹凸部 14 の形成方向は主凹凸部 11 の長手方向に沿った方向となっている。さらに、図 4 を用いて、微細凹凸部 14 の他の態様について説明する。図 4 は、本実施形態に係る主凹凸部 11 の他の平面形状を模式的に示した図である。図 4 (a) は、図 3 (a) と同様に、直線状の主凹凸部 11 の長手方向に沿った形成方向を有する微細凹凸部 14 の例である。図 4 (b) は、微細凹凸部 14 の形成方向が直線状の主凹凸部 11 の長手方向に対して直交する場合の微細凹凸部 14 の例である。図 4 (c) は、微細凹凸部 14 の形成方向が直線状の主凹凸部 11 の長手方向に対して傾斜した場合の微細凹凸部 14 の例である。

[0042] さらに、微細凹凸部 1 4 の平面形状は、これまで説明した例のように線状に限定されるものではなく、様々な形状とすることができる。例えば、図 4 (d) に示されるように、微細凹凸部 1 4 はドット状や網目状としてもよい。また、図 4 (e) に示されるように、微細凹凸部 1 4 は、主凹凸部 1 1 内の位置ごとに異なる形成方向や形状を持つようにしてもよい。

[0043] <転写物 5>

以下に、本実施形態に係る原盤 1 を用いてインプリント転写を行って製造した転写物 5 を説明する。まず、図 5 を参照して、本発明の一実施形態に係る転写物 5 について説明する。図 5 は、本実施形態に係る転写物 5 を厚み方向に切断した際の断面を模式的に示した図である。

[0044] 図 5 に示すように、本実施形態に係る転写物 5 は、本実施形態に係る原盤 1 の表面形状が転写された樹脂層 5 5 を含む。詳細には、転写物 5 は、平板状の基材 5 0 と、基材 5 0 の表面に設けられた樹脂層 5 5 と、樹脂層 5 5 の表面に設けられ、樹脂層 5 5 の面方向に延びる主凹凸部 5 1 と、主凹凸部 5 1 の表面に設けられ、主凹凸部 5 1 と比べてピッチが狭い微細凹凸部 5 4 と、を有する。

[0045] 基材 5 0 の材料は、特に限定されるものではなく、樹脂、あるいは溶融石英ガラスまたは合成石英ガラスなどの石英ガラス、半導体材料、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。もしくは、これらの材料が積層した積層材料を用いてもよい。なお、基材 5 0 の材料としては、後で説明する樹脂層 5 5 との密着性が高い材料が好ましい。

[0046] 基材 5 0 の大きさは、特に限定されるものではなく、マイクロ流路を有する転写物 5 の基材が一般的に有する大きさであればよい。

[0047] 樹脂層 5 5 の組成物である硬化型親水性樹脂 5 6 は、親水性であって、光硬化型、熱硬化型のいずれかの硬化型を有する樹脂である。さらに、樹脂層 5 5 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、光硬化型親水性樹脂 5 6 であることが好ましい。なお、光硬化型親水性樹脂 5 6 は、例えば、アクリル樹脂アクリレートなどの紫外線硬化

樹脂である。また、硬化型親水性樹脂 5 6 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。樹脂層 5 5 の厚みは、特に限定されるものではないが、例えば $0.1\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$ であってもよい。

[0048] 主凹凸部 5 1 は、樹脂層 5 5 の表面に設けられ、樹脂層 5 5 の面方向に延び、且つ、凸部 5 2 及び凹部 5 3 を有する。詳細には、1つの主凹凸部 5 1 は、1つの凸部 5 2 と1つの凹部 5 3 を有する。主凹凸部 5 1 を構成する凹部 5 3 の断面形状は、図 5 に示されるような形状に限定されるものではなく、原盤 1 の凸部 1 2 の断面形状が反転した形状を有するため、原盤 1 の凸部 1 2 の断面形状に従って様々な形状とすることができる。なお、凹部 5 3 の断面形状とは、転写物 5 の断面における凹部 5 3 内の空間の輪郭形状のことをいう。また、凹部 5 3 の対をなす凸部 5 2 の断面形状についても、原盤 1 の凹部 1 3 の断面形状に従って様々な形状とすることができる。

[0049] 主凹凸部 5 1 の平面形状や形成方向は、特に限定されるものではなく、原盤 1 の主凹凸部 1 1 の平面形状が転写した形状を有することとなるため、原盤 1 の主凹凸部 1 1 の平面形状に従って様々な形状、形成方向とすることができる。

[0050] 主凹凸部 5 1 は、原盤 1 の主凹凸部 1 1 の反転形状となる。したがって、主凹凸部 5 1 の幅及び深さ（高さ）は原盤 1 の主凹凸部 1 1 の幅及び深さ（高さ）と同様の値となる。また、主凹凸部 5 1 の幅及び深さの定義も主凹凸部 1 1 の幅及び高さの定義と同様である。具体的には、凸部 5 2 及び凹部 5 3 の幅及び深さは、原盤 1 の主凹凸部 1 1 に従い、例えば、 $1\ \mu\text{m} \sim 2000\ \mu\text{m}$ であってもよい。また、複数の主凹凸部 5 1 は、原盤 1 の主凹凸部 1 1 と同様に、互いに同じ幅を有することが好ましく、基材 5 0 の面方向に沿って同一のピッチ（周期）で基材 5 0 に形成されることが好ましい。なお、ピッチの大きさも、原盤 1 の主凹凸部 1 1 に従い、例えば、 $1\ \mu\text{m} \sim 2000\ \mu\text{m}$ であってもよい。

[0051] 微細凹凸部 5 4 は、主凹凸部 5 1 の表面に設けられ、微細凸部 5 7 及び微

細凹凸部 5 8 を有し、主凹凸部 5 1 と比べてピッチ（周期）が狭い。詳細には、1 つの微細凹凸部 5 4 は、1 つの微細凸部 5 7 と 1 つの微細凹部 5 8 を有する。また、微細凹凸部 5 4 は、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 の形状が転写されることで形成されるため、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 の断面形状が反転した形状の断面形状を有し、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 の平面形状が転写した形状の平面形状を有する。さらに、図 5 に示されるように、微細凹凸部 5 4 は、凸部 5 2 の上面及び凹部 5 3 の底面に設けられている。なお、微細凹凸部 5 4 は、凸部 5 2 の上面及び凹部 5 3 の底面の両方に設けられることに限られず、いずれか一方に設けられてもよい。好ましくは、微細凹凸部 5 4 は、凹部 5 3 の底面に設けられる。

[0052] 微細凹凸部 5 4 は、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 の反転形状となる。したがって、微細凹凸部 5 4 の幅及び深さ（高さ）は原盤 1 の微細凹凸部 1 4 の幅及び深さ（高さ）と同様の値となる。また、微細凹凸部 5 4 の幅及び深さの定義も微細凹凸部 1 4 の幅及び高さの定義と同様である。具体的には、微細凸部 5 7 及び微細凹部 5 8 の幅及び深さは、 $30\text{ nm} \sim 1000\text{ nm}$ であってもよい。さらに、転写物 5 が複数の微細凹凸部 5 4 を有する場合には、微細凹凸部 5 4 の幅及び深さは、微細凹凸部 5 4 が形成される位置ごとに異なる値となることができる。

[0053] 微細凹凸部 5 4 が設けられた主凹凸部 5 1 の表面は、 $10\text{ nm} \sim 150\text{ nm}$ の算術平均粗さを有する。ここで、算術平均粗さとは、原盤 1 の主凹凸部 1 1 の表面の算術平均粗さと同様に求めることができる。さらに、微細凹凸部 5 4 が設けられた主凹凸部 5 1 の表面は、 $1.1 \sim 3.0$ の比表面積率を有する。ここで、比表面積率とは、原盤 1 の主凹凸部 1 1 の表面の比表面積率と同様に求めることができる。

[0054] 微細凹凸部 5 4 の形成方向は、特に限定されるものではなく、微細凹凸部 5 4 は、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 の平面形状が転写した平面形状を有するため、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 の平面形状に従って様々な方向とすることができる。ここで、微細凹凸部 5 4 の形成方向は、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 と同

様に定義される。例えば、微細凹凸部 5 4 は、直線状の主凹凸部 5 1 の長手方向に沿って直線状に延びるように設けられることができる。この場合、微細凹凸部 5 4 の形成方向は、直線状の主凹凸部 5 1 の長手方向に沿った方向である。また、主凹凸部 5 1 の形状が曲線や折れ曲がったものであっても、微細凹凸部 5 4 は、基材 5 0 の面内において主凹凸部 5 1 が延びる方向に沿って設けられることができ、この場合の微細凹凸部 5 4 の形成方向も、主凹凸部 5 1 の長手方向に沿った方向である。さらに、微細凹凸部 5 4 の形成方向が、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 と同様に、直線状の主凹凸部 5 1 の長手方向に対して直交する方向であってもよく、直線状の主凹凸部 5 1 の長手方向に対して傾斜した方向であってもよく、これらを組み合わせたものであってもよい。また、微細凹凸部 5 4 の平面形状は、これまで説明した例のように線状に限定されるものではなく、ドット状や網目状であってもよい。

[0055] なお、先に説明したように、本実施形態に係る転写物 5 は、原盤 1 の主凹凸部 1 1 及び微細凹凸部 1 4 が転写されて形成された主凹凸部 5 1 及び微細凹凸部 5 4 を有する。転写物 5 の主凹凸部 5 1 の表面に微細凹凸部 5 4 が設けられることにより、主凹凸部 5 1 の表面の表面積がより大きくなり、主凹凸部 5 1 の表面の親水性を高めることができる。また、微細凹凸部 5 4 に流体が流れこむと、流体と微細凹凸部 5 4 との界面での作用により、主凹凸部 5 1 における流体の流動性が変化する。したがって、微細凹凸部 5 4 の形状を変えることにより、主凹凸部 5 1 に流れる流体の流れやすさ（流速）を制御することができる。さらに、位置ごとに異なる形状を持つ微細凹凸部 5 4 を主凹凸部 5 1 に設けた場合には、微細凹凸部 5 4 の形状に応じて、流体の流速が変化することとなる。

[0056] すなわち、本実施形態に係る転写物 5 においては、主凹凸部 5 1 の表面に微細凹凸部 5 4 が設けられることにより主凹凸部 5 1 の表面の親水性を高めることができる。さらに、微細凹凸部 5 4 の形状を変えることにより、主凹凸部 5 1 に流れる流体の流れやすさを容易に制御することができる。

[0057] <マイクロ流体チップ>

本実施形態に係る転写物 5 を含む、マイクロリアクター等といったマイクロ流体チップを作製することができる。例えば、上記の転写物 5 を含むマイクロ流体チップにおいては、転写物 5 の凹部 5 3 が、流体を流すためのマイクロ流路となることができ、もしくは、流体を溜めるためのウェルとなることができ、この場合には、転写物 5 の凹部 5 3 の底面に微細凹凸部 5 4 が設けられることにより、凹部 5 3 の底面の表面積がより大きくなり、凹部 5 3 の底面の親水性を高めることができる。また、凹部 5 3 の底面の微細凹凸部 5 4 に流体が流れこむと、流体と微細凹凸部 5 4 との界面での作用により、流体の流動性が変化する。したがって、微細凹凸部 5 4 の形状を変えることにより、凹部 5 3 に流れる流体の流れやすさを制御することができる。したがって、凹部 5 3 に流れる流体の性質に応じて微細凹凸部 5 4 の形状を選択することが可能である。

[0058] また、転写物 5 の凹部 5 3 を覆うように基板を張り、キャピラリとして使用することができるマイクロ流体チップを作製することもできる。

[0059] <原盤 1 の製造方法>

図 6 を参照して、本実施形態に係る原盤 1 の製造方法について説明する。図 6 は、本実施形態に係る原盤 1 の製造方法のフローとともに、各工程における原盤 1 を厚み方向に切断した際の断面を模式的に示した図を示す。

[0060] まず、ステップ S 1 0 1 において、電解メッキもしくは無電解メッキといったメッキ等の方法を用いて、基材 1 0 の表面に表面層 1 6 を形成する。なお、この表面層 1 6 を形成するステップ S 1 0 1 は省略してもよい。

[0061] 次に、ステップ S 1 0 2 において、表面層 1 6 の表面に対して、超精密切削加工機によりダイヤモンドバイト等を用いて鏡面切削加工を行い、表面層 1 6 の表面もしくは基材 1 0 の表面を平坦化する。なお、この工程では、ダイヤモンドバイトを用いた鏡面切削加工に限定されるものではなく、固定砥粒を用いた鏡面研削、遊離砥粒を用いた研磨加工を用いてもよい。

[0062] さらに、ステップ S 1 0 3 において、超精密切削加工機によりダイヤモンドバイト等を用いて、表面層 1 6 の表面もしくは基材 1 0 の表面に、基材 1

0の面方向に延びる主凹凸部11を形成する。なお、この工程では、ダイヤモンドを用いた超精密切削加工に限定されるものではなく、フォトリソ加工、レーザ加工を用いてもよい。また、主凹凸部11に対応する凹凸構造が形成された型から電鍍により転写したものを基材10として用いてもよい。

[0063] 次に、ステップS104において、電解メッキもしくは無電解メッキといったメッキ、スパッタ、蒸着、イオンプレーティング、CVD (Chemical Vapor Deposition)、スピンコーティング、塗布、スリットコーティング、ディップコーティング、またはスプレーコーティングなどの方法を用いて、主凹凸部11の表面を覆う被覆層15を形成する。なお、この被覆層15を形成するステップS104は省略してもよい。

[0064] そして、ステップS105において、レーザ加工装置8を用いて、主凹凸部11の表面に10ピコ秒以下のパルス幅を有する超短パルスレーザを照射して、主凹凸部11の表面に主凹凸部11と比べてピッチが狭い微細凹凸部14を形成し、原盤1を製造する。なお、レーザ加工装置8の詳細については後で説明する。レーザ波長、繰り返し周波数、パルス幅、フルエンス、パルス数、ビームサイズ、走査速度、走査方向、ビーム走査ピッチ、偏光方向などのレーザの照射条件により微細凹凸部14の形状等が変化するため、所望の微細凹凸部14となるように、上記照射条件を選択する。さらに、転写物5の親水性を向上させるためには、原盤1を作製する際の超短パルスレーザの1ショットあたりのフルエンスを 0.16 J/cm^2 より大きくすることが好ましい。なお、主凹凸部11の構造により、照射されたレーザ光が干渉、回折を起こし、主凹凸部11の表面上におけるレーザ強度がその位置に応じて周期的に変化する。このようなレーザ強度の周期的な変化により、位置に応じて幅及び深さの異なる微細凹凸部14を主凹凸部11の表面に形成することができる。このレーザ強度の周期的変化は、主凹凸部11の形状やレーザの波長に基づき計算により求めることができる。したがって、上記照射条件を最適に選択することが可能となり、所望の微細凹凸部14を原盤1に

形成することができる。さらに、所望の微細凹凸部 1 4 を有する原盤 1 を用いて転写物 5 を製造することにより、転写物 5 において使用される流体の性質に応じて最適化された微細凹凸部 5 4 を転写物 5 の表面に形成することができる。

[0065] レーザのスポット幅は、レンズ等を用いることにより制御することができる。以下にレーザのスポット幅について、図 7 を用いて説明する。図 7 は、原盤 1 の製造工程における超短パルスレーザのスポット幅及び照射方法を示す図である。図 7 (a) は、レーザのスポット幅を小さくして、原盤 1 の凹部 1 3 の底面にのみレーザを照射する場合である。この場合には、原盤 1 の凹部 1 3 の底面にのみ微細凹凸部 1 4 が形成される。図 7 (b) は、図 7 (a) と同様にレーザのスポット幅を小さくして、凸部 1 2 の上面にのみレーザを照射する場合である。この場合には、凸部 1 2 の上面にのみ微細凹凸部 1 4 が形成される。また、図 7 (c) のように、レーザスポット幅を小さくすることなく、主凹凸部 1 1 の表面全体にレーザを照射してもよい。この場合には、凹部 1 3 の底面及び凸部 1 2 の上面の両方に微細凹凸部 1 4 が形成される。

[0066] レーザの走査方向は、特に限定されるものではなく、所望の微細凹凸部 1 4 が形成されるように走査方向を制御することができる。以下にレーザの走査方向について、図 8 を用いて説明する。図 8 は、原盤 1 の製造工程における超短パルスレーザの照射方向の例を示す図である。なお、図 8 においては、レーザ光の偏光方向についても併せて図示している。図 8 (a) は、基材 1 0 の面方向に延びる主凹凸部 1 1 に沿って走査した場合のレーザの走査方向の例を示す。図 8 (b) は、基材 1 0 の表面において曲線状に曲がった平面形状を持つ主凹凸部 1 1 に沿って走査した場合のレーザの走査方向の例を示す。図 8 (c) は、基材 1 0 の表面において鈍角を形成するように折れ曲がった平面形状を持つ主凹凸部 1 1 に沿って走査した場合のレーザの走査方向の例を示す。なお、図 8 (a) から図 8 (c) の例では、レーザ光は、直線偏光であって、偏光方向は主凹凸部 1 1 の長手方向と直交している。

[0067] レーザ光は、直線偏光であっても楕円偏光であっても円偏光であってもよい。さらに、偏光方向や走査方向を変えることにより、微細凹凸部 14 の形成方向や形状等を変えることができる。以下に、レーザの偏光方向及び走査方向と微細凹凸部 14 の形状とを図 9 を用いて説明する。図 9 は、原盤 1 の製造工程における超短パルスレーザの偏光方向及び走査方向と微細凹凸部 14 の平面形状を示す図である。図 9 (a) は、直線偏光の例であり、偏光方向を主凹凸部 11 の長手方向と直交するようにし、レーザを主凹凸部 11 の長手方向に沿って走査した場合である。この場合には、主凹凸部 11 の長手方向に沿って延びる各微細凹凸部 14 が形成される。図 9 (b) は、直線偏光の例であり、偏光方向を主凹凸部 11 の長手方向と同じにし、レーザを主凹凸部 11 の長手方向に沿って走査した場合である。この場合には、主凹凸部 11 の長手方向に対して直交する方向に延びる微細凹凸部 14 が形成される。図 9 (c) は、直線偏光の例であり、偏光方向を主凹凸部 11 の長手方向に対して傾斜した方向とし、レーザを主凹凸部 11 の長手方向に沿って走査した場合である。この場合には、偏光方向と直交し、且つ、主凹凸部 11 の長手方向に対して傾斜した方向を持つ微細凹凸部 14 が形成される。さらに、図 9 (d) は、円偏光を用いて、レーザを主凹凸部 11 の長手方向に沿って走査した場合である。この場合には、異方性のないドット状もしくは網目状の微細凹凸部 14 が形成される。また、図 9 (e) は、偏光方向を位置ごとに変化させつつ、レーザを主凹凸部 11 の長手方向に沿って走査した場合である。この場合には、位置ごとに異なる形状の微細凹凸部 14 が形成される。

[0068] すなわち、本実施形態に係る原盤 1 の製造方法においては、レーザのスポット幅、走査方向、及び偏光方向等を変えることによって、所望の微細凹凸部 14 を形成することができる。レーザのスポット幅、走査方向、及び偏光方向等は、自由に制御することが可能であるため、容易に所望の微細凹凸部 14 を形成することができる。

[0069] (レーザ加工装置 8 の構成例)

さらに、図10を参照して、本実施形態に係る原盤1の製造方法にて使用されるレーザ加工装置8の構成例について説明する。

[0070] 図10は、板状の原盤1を作製するためのレーザ加工装置8の構成の一例を示す概略図である。レーザ本体340は、例えば、サイバーレーザー株式会社製のI F R I T（商品名）である。レーザ加工に用いるレーザの波長は、例えば、800nmである。ただし、レーザ加工に用いるレーザの波長は、400nmや266nmなどでもかまわない。繰り返し周波数は、加工時間と、形成される凹部13又は凸部12の狭ピッチ化とを考慮すると、大きいほうが好ましく、1,000Hz以上であることが好ましい。レーザのパルス幅は短いほうが好ましく、200フェムト秒（ 10^{-15} 秒）～10ピコ秒（ 10^{-12} 秒）程度であることが好ましい。

[0071] レーザ本体340は、垂直方向に直線偏光したレーザ光を射出するようになっている。そのため、本実施形態に係るレーザ加工装置8では、波長板341（例えば、 $\lambda/2$ 波長板）を用いて、偏光方向を回転等させることで、所望の方向の直線偏光又は円偏光を得るようにしている。また、レーザ加工装置8では、レーザ光の強度分布がガウス分布となっている。また、直交させた2枚のシリンドリカルレンズ343を用いて、レーザ光を絞ることにより、所望のビームサイズになるようにしている。なお、球面レンズによってレーザ光を絞ってもよい。

[0072] 板状の原盤1を加工する際には、リニアステージ344を等速で移動させる。また、ビームスポットのサイズより大きな面に対して加工を行いたい場合は、ビームを走査することで加工を行いたい面全体に凸凹形状を付与する。

[0073] 所望の微細凹凸部14を得るために変化させることが可能なパラメーターとしてフルエンスがある。本実施形態におけるフルエンスは、1ショット（1パルス）あたりのエネルギー密度のピーク値とした。すなわち、ビームプロファイラ（オフィール社製SP620U、及びソフトウェアBeamStar）を用いてビームプロファイルを測定し、断面プロファイルに対してガ

ウシアンのフィッティングをかけて、そのパワー密度 (W/cm^2) のピーク値を、レーザの繰り返し周波数 (Hz) で割ることで、パルスあたりのエネルギー密度 (J/cm^2) に変換して得られる値を、フルエンスとして用いた。また、トップハット型ビームの場合のフルエンスは、トップハット型のフィッティングをかけ、そのパワー密度のトップの値から同様にエネルギー密度を求めることにより得られる。

[0074] すなわち、上記のレーザ加工装置 8 において、レーザ波長、繰り返し周波数、パルス幅、フルエンス、パルス数、ビームサイズ、走査速度、走査方向、ビーム走査ピッチ、偏光方向などのレーザの照射条件を調整することで、所望の微細凹凸部 14 を被覆層 15 に形成することができる。

[0075] <転写物 5 の製造方法>

本実施形態においては、本実施形態に係る原盤 1 を用いて、インプリント転写法により転写物 5 を製造する。このように、インプリント転写法を用いることにより、親水性の高い領域を有する転写物 5 を容易に大量生産することができる。図 11 を参照して、本実施形態に係る転写物 5 の製造方法について説明する。図 11 は、本実施形態に係る原盤 1 を用いた転写物 5 の製造方法のフローとともに、各工程における転写物 5 を厚み方向に切断した際の断面を模式的に示した図を示す。

[0076] まず、ステップ S201 において、原盤 1 に対して洗浄を行う。さらに、原盤 1 の主凹凸部 11 の表面に対して、硬化型親水樹脂 56 の付着を防ぐための離型処理を行う。

[0077] 次に、ステップ S202 において、硬化型親水性樹脂 56 を、塗布装置を用いて、原盤 1 の主凹凸部 11 が設けられた表面に塗布し、樹脂層 55 を形成する。なお、塗布装置は、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の塗布手段を備える。

[0078] さらに、ステップ S203 において、基材 50 を樹脂層 55 に押し当てる。この際、原盤 1 の主凹凸部 11 に樹脂層 55 の組成物である硬化型親水性樹脂 56 が充填される。さらに、主凹凸部 11 の表面に設けられた微細凹凸

部 1 4 にも、硬化型親水性樹脂 5 6 が充填される。

[0079] 次に、硬化型親水性樹脂 5 6 を硬化させる。硬化型親水性樹脂 5 6 が熱硬化型であれば樹脂層 5 5 に熱を加え、硬化型親水性樹脂 5 6 が光硬化型であれば樹脂層 5 5 に光を照射して、硬化型親水性樹脂 5 6 を硬化させる。以下の説明では、硬化型親水性樹脂 5 6 は、紫外線硬化型親水性樹脂であるとして説明を行う。紫外線硬化型親水性樹脂とは、紫外線領域の波長を有する光を照射することにより、硬化する樹脂である。樹脂層 5 5 に紫外線を照射して、紫外線硬化型親水性樹脂 5 6 を硬化させる。紫外線の照射は、例えば、紫外線ランプを用いることにより行うことができる。

[0080] そして、ステップ S 2 0 4 において、樹脂層 5 5 の組成物である紫外線硬化型親水性樹脂 5 6 が硬化した後に、樹脂層 5 5 を原盤 1 から離型する。この際、樹脂層 5 5 が基材 5 0 に付着している場合には、基材 5 0 とともに樹脂層 5 5 を原盤 1 から離型する。このようにして、原盤 1 の主凹凸部 1 1 の形状が転写された樹脂層 5 5 を有する転写物 5 を製造することができる。転写物 5 の樹脂層 5 5 に形成された主凹凸部 5 1 は、原盤 1 の主凹凸部 1 1 が転写された形状を有する。さらに、主凹凸部 5 1 の表面には微細凹凸部 5 4 が形成され、微細凹凸部 5 4 は、原盤 1 の微細凹凸部 1 4 が転写された形状を有する。

[0081] さらに、以上のように製造した転写物 5 をレプリカ原盤として用いて、さらに転写を行うことにより、さらなる転写物 5 を作製してもよい。

[0082] すなわち、本実施形態に係る転写物 5 の製造方法においては、原盤 1 を用いてインプリント転写を行うことにより、転写物 5 を容易に大量生産することができる。また、転写物 5 の主凹凸部 5 1 の表面に微細凹凸部 5 4 が設けることが可能であるため、製造された転写物 5 の主凹凸部 5 1 の表面の親水性を高めることができる。

[0083] また、円筒形の原盤 1 を用いることにより、ロールツーロール (r o l l - t o - r o l l) 方式でのインプリントを行うことができ、より量産性を高めることができる。

[0084] 以上のように、本実施形態によれば、原盤 1 を用いてインプリント転写を行うことにより、転写物 5 を容易に大量生産することができる。さらに、この転写物 5 の主凹凸部 5 1 の表面に微細凹凸部 5 4 が設けることが可能であるため、主凹凸部 5 1 の表面の親水性が高められた転写物 5 を容易に大量生産することが可能である。また、本実施形態においては、原盤 1 を製造する際に用いられるレーザの照射条件等を変えることで、原盤 1 に形成される微細凹凸部 1 4 の形状等を容易に変えることができる。したがって、本実施形態によれば、原盤 1 に所望の微細凹凸部 1 4 を形成することができ、原盤 1 を用いて転写することにより、転写物 5 にも所望の微細凹凸部 5 4 を形成することができる。さらに、転写物 5 の微細凹凸部 5 4 の形状を変えることも可能であるため、微細凹凸部 5 4 の形状を変えることにより、主凹凸部 5 1 に流れる流体の流れやすさ（流速）を制御することもできる。

実施例

[0085] 以下では、実施例及び比較例を示しながら、本発明の実施形態に係る原盤 1 及び転写物 5 について、具体的に説明する。なお、以下に示す実施例は、本発明の実施形態に係る原盤 1 及び転写物 5 のあくまでも一例であって、本発明の実施形態に係る原盤 1 及び転写物 5 が下記の例に限定されるものではない。

[0086] <原盤 1 の製造>

以下の方法により、実施例 1 ～ 6 及び比較例に係る原盤 1 を製造した。

[0087] （実施例 1）

10 mm 厚、25 mm 四方の SUS 420（マルテンサイト系ステンレス鋼）の基材 10 の表面に、厚さ 150 μ m の NiP メッキ処理を施し、NiP からなる表面層 16 を形成した。

[0088] 次に、NiP の表面層 16 が設けられた基材 10 の表面に、超精密切削加工機を用いてダイヤモンドバイトにより基材 10 の面内に直線状に延びる複数の凹部 13 を形成することにより、複数の主凹凸部 11 を形成した。具体的には、凹部 13 の底面の幅は 40 μ m、凹部 13 の基材 10 の表面からの

深さは $120\mu\text{m}$ 、主凹凸部11のピッチ（周期）は $200\mu\text{m}$ とした。

[0089] さらに、主凹凸部11の表面に、DLCコーティングを行い、厚み $1\mu\text{m}$ のDLCからなる被覆層15を形成した。

[0090] 続いて、超短パルスレーザを主凹凸部11の表面に照射した。レーザの照射は、波長 780nm 、パルス幅 200fs 、繰り返し周波数 1kHz 、最大出力 1W 、直線偏光の超短パルスレーザ加工装置8を用いた。レンズを介してビームを成形し、主凹凸部11の表面において $\Phi 400\mu\text{m}$ 程度の大きさのガウシアンビームとした。超短パルスレーザの1ショットあたりのフルエンスを $0.31\text{J}/\text{cm}^2$ とし、レーザの偏光方向が主凹凸部11の長手方向と直交するように、光路上の波長板の角度を設定した。さらに、 $80\mu\text{m}$ のピッチでオーバーラップさせながら、レーザを主凹凸部11の長手方向に $20\text{mm}/\text{s}$ の走査速度で走査させることにより、主凹凸部11の表面全体にレーザを照射した。以上の工程により、実施例1に係る原盤1を製造した。

[0091] （実施例2）

レーザの照射フルエンスを $0.28\text{J}/\text{cm}^2$ とした以外は、実施例1と同様に原盤を作製した。

[0092] （実施例3）

レーザの照射フルエンスを $0.25\text{J}/\text{cm}^2$ とした以外は、実施例1と同様に原盤を作製した。

[0093] （実施例4）

レーザの照射フルエンスを $0.22\text{J}/\text{cm}^2$ とした以外は、実施例1と同様に原盤を作製した。

[0094] （実施例5）

レーザの照射フルエンスを $0.19\text{J}/\text{cm}^2$ とした以外は、実施例1と同様に原盤を作製した。

[0095] （実施例6）

基材10をSUS304（ステンレス鋼）とし、その表面に、波長 515

n m、パルス幅3 p s、繰り返し周波数50 k H z、最大出力7.7 W、ビームサイズ約100 μ m×100 μ m（トップハット型のビームプロファイラ）、走査ピッチ100 μ m、走査速度31 mm／s、レーザの照射フルエンス0.08 J／c m²の条件で加工し、原盤1を作成した。

[0096] （比較例）

超短パルスレーザ照射を行わなかった点以外は、実施例1と同様に原盤を作製した。

[0097] ＜原盤1の評価＞

上記の工程により製造した原盤1の評価を行った。具体的には、上記の工程により製造した実施例4に係る原盤1の微細凹凸部14を走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope：SEM）を用いて観察した。図12を用いて、実施例4に係る原盤1のSEMの観察結果を説明する。図12は、実施例4に係る原盤1の主凹凸部11の表面を観察したSEM画像である。詳細には、図12（a）は、原盤1の凸部12の上面を観察したSEM画像であり、図12（b）は、原盤1の凹部13の底面を観察したSEM画像である。これらのSEM画像からわかるように、微細凹凸部14は、凸部12の上面及び凹部13の底面に形成されている。さらに、微細凹凸部14は、主凹凸部11の長手方向に沿って延びるように形成されている。

[0098] なお、主凹凸部11の形状によるレーザ光の干渉、回折の発生や、レーザのフォーカス位置からのズレ量の違いにより、レーザ強度分布に変化が生じるため、凸部12の上面に形成された微細凹凸部14と、凹部13の底面に形成された微細凹凸部14とでは、微細凹凸部14の幅や微細凹部18の深さに違いが生じる。さらに、凹部13の底面内でも、微細凹凸部14の幅や微細凹部18の深さが、その位置ごとに異なる値となっている。

[0099] ＜転写物5の作製＞

上記の工程により製造した実施例1～6及び比較例に係る原盤1を用いて、下記に説明する工程により転写物5を作製した。

[0100] 原盤 1 に対して洗浄及び離型処理を行う。次に、アクリル樹脂アクリレートからなる紫外線硬化型親水性樹脂 5 6 を原盤 1 の主凹凸部 1 1 が設けられた表面に塗布し、樹脂層 5 5 を形成する。次に、樹脂基材 5 0 を樹脂層 5 5 に押し当てる。そして、樹脂層 5 5 に、紫外線ランプを用いて中心波長 3 6 5 n m の紫外線を照射して、紫外線硬化型親水性樹脂 5 6 を硬化させる。さらに、樹脂層 5 5 を原盤 1 から離型することにより、実施例 1 ～ 6 及び比較例に係る転写物 5 を作製した。

[0101] <転写物 5 の評価>

実施例 1 ～ 6 に係る原盤 1 を用いて形成した転写物 5 の凹部 5 3 の底面に形成された微細凹凸部 5 4 を A F M により観察した。図 1 3 を用いて、実施例 1 ～ 5 に係る転写物 5 の微細凹凸部 5 4 の A F M の観察結果を説明する。図 1 3 (a) ～ (e) は、実施例 1 ～ 5 に係る原盤 1 を用いて形成された転写物 5 の凹部 5 3 の底面に形成された微細凹凸部 5 4 の A F M データである。さらに、これらの A F M データに基づいて、各転写物 5 の凹部 5 3 の底面の算術平均粗さ (R a) 及び比表面積率を算出した。

[0102] さらに、実施例 1 ～ 6 及び比較例に係る転写物 5 の凹部 5 3 の底面における純水接触角を測定した。純水接触角は、親水性の指標として用いることができ、その値が小さいほど、親水性が高いと判断することができる。純粋接触角の測定は、自動接触角計 C A - V (協和界面科学社製) を用い、純水をシリンジに入れて、その先端にステンレス製の針を取り付けて、 2 5 ° C の条件のもと、滴下量 1 μ L を凹部 5 3 の底面に滴下して測定を行う。

[0103] 実施例 1 ～ 6 及び比較例に係る転写物 5 の凹部 5 3 の底面の算術平均粗さ、比表面積率、及び純粋接触角を、原盤 1 の作製時の加工条件 (レーザ照射のフルエンスの値) 、原盤 1 のレーザ照射部の材質とともに、以下の表 1 に示す。

[0104]

[表1]

	原盤		転写物		親水性
	レーザ照射部の材質	原盤作製時のレーザ照射フルエンス [J/cm ²]	算術平均粗さ R _a [nm]	比表面積率	純水接触角 [deg]
実施例 1	DLC	0.31	85.7	2.32	3.1
実施例 2	DLC	0.28	71.4	2.23	3.0
実施例 3	DLC	0.25	51.2	1.96	3.8
実施例 4	DLC	0.22	30.1	1.77	3.7
実施例 5	DLC	0.19	10.8	1.15	9.4
実施例 6	SUS304	0.08	55.8	1.88	4.0
比較例	DLC	レーザ照射無	—	—	19.2

[0105] 実施例 1～5 に係る転写物 5 の凹部 53 の底面には、図 13 の各 AFM のデータからわかるように、微細な凹凸構造、すなわち微細凹凸部 54 が形成されている。これは、原盤 1 の凸部 12 の表面に形成された微細凹凸部 14 の形状が転写物 5 に転写されたことによるものである。

[0106] 実施例 1～6 に係る転写物 5 の凹部 53 の底面は、比較例と比べて、液体の流速が早くなり、親水性が向上した。さらに、実施例 1～6 に係る転写物 5 の凹部 53 の底面は、比較例と比べて、純水接触角が小さいことから、親水性が向上していることがわかる。これは、転写物 5 の凹部 53 の底面に微細凹凸部 54 が設けられたことによるものと考えられる。

[0107] 表 1 の結果から、転写物 5 の凹部 53 の底面に微細凹凸部 54 を形成し、転写物 5 の凹部 53 の底面が、10nm～150nm の算術平均粗さと 1.1～3.0 の比表面積率とを有する場合に、比較例に係る微細凹凸部 54 のない転写物 5 に比べて親水性が向上することがわかった。

[0108] また、実施例 6 のレーザ照射部の材質が SUS304（ステンレス鋼）の場合、レーザの 1 ショットあたりのフルエンスが 0.08 J/cm² であっても、実施例 1～5 の原盤 1 のレーザ照射部の材質が DLC の場合と同等の算術平均粗さ R_a と比表面積率とを有する転写物 5 の微細凹凸部 54 が形成され、親水性が向上していることがわかった。このことから、レーザ照射部の材質によって好適なフルエンスの範囲は異なることがわかる。なお、材質が

CuやNiの場合もSUS304と同様の結果が得られている。

[0109] 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。

符号の説明

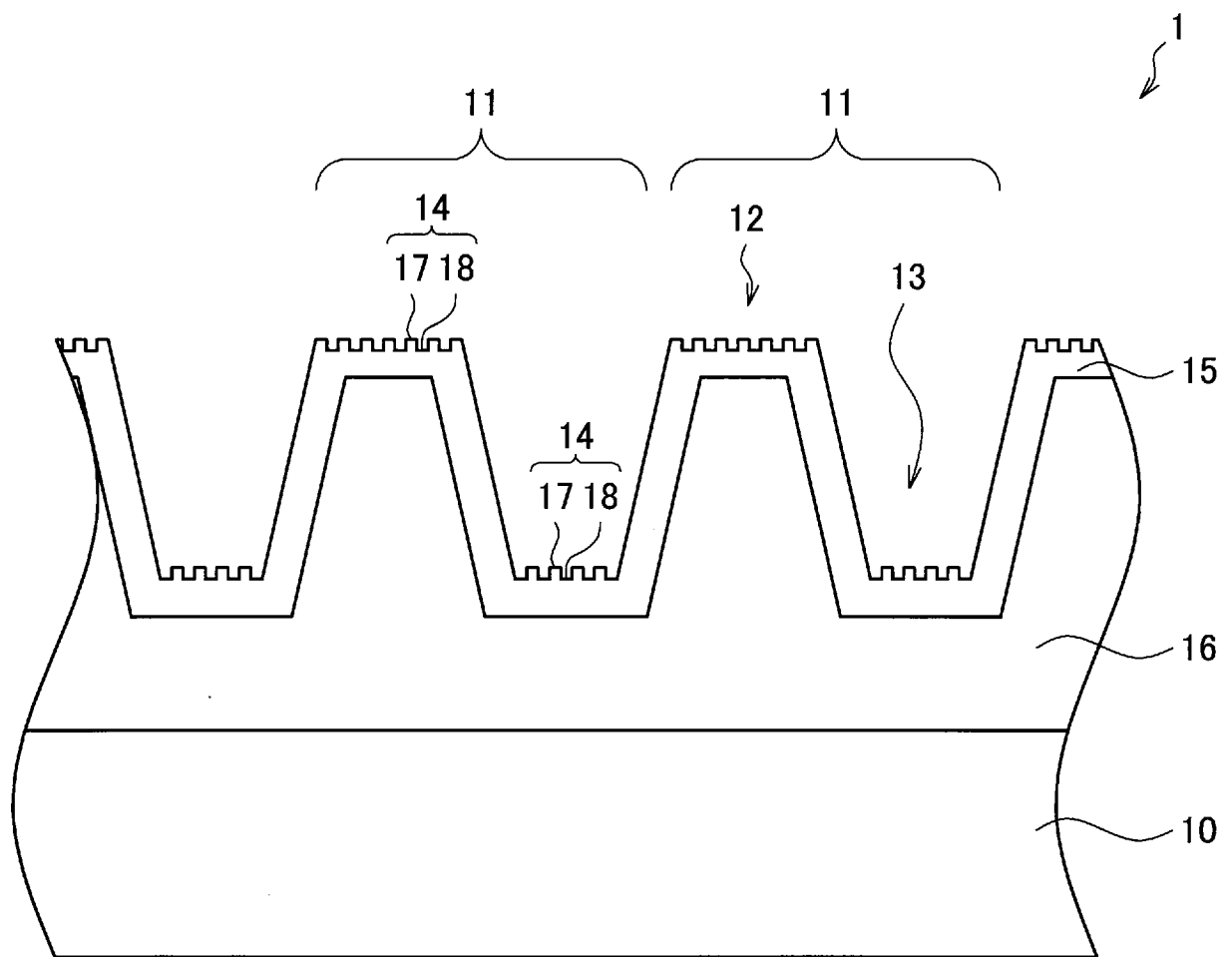
- [0110]
- | | |
|-------|---------------------------|
| 1 | 原盤 |
| 5 | 転写物 |
| 8 | レーザ加工装置 |
| 10、50 | 基材 |
| 11、51 | 主凹凸部 |
| 12、52 | 凸部 |
| 13、53 | 凹部 |
| 14、54 | 微細凹凸部 |
| 17、57 | 微細凸部 |
| 18、58 | 微細凹部 |
| 15 | 被覆層 |
| 16 | 表面層 |
| 340 | レーザ本体 |
| 341 | 波長板（例えば、 $\lambda/2$ 波長板） |
| 343 | シリンドリカルレンズ |
| 344 | リニアステージ |
| 55 | 樹脂層 |
| 56 | 硬化型親水性樹脂 |

請求の範囲

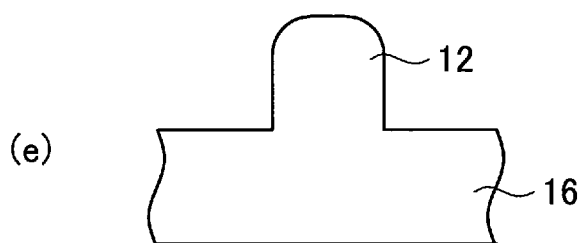
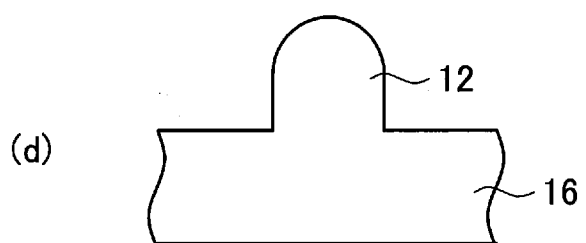
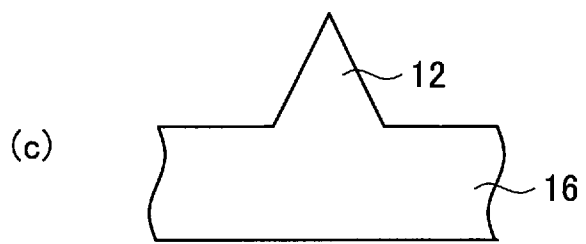
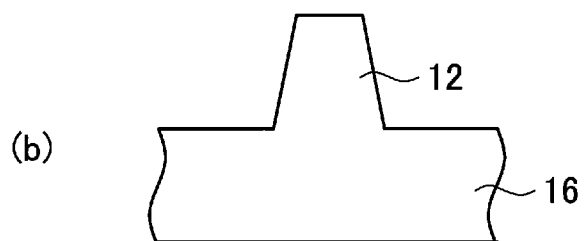
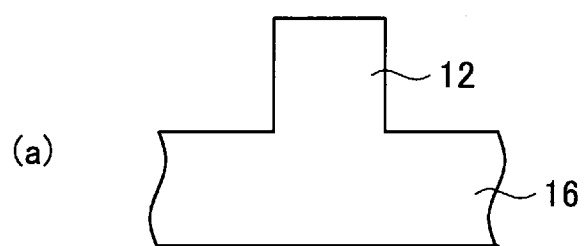
- [請求項1] 基材と、
 前記基材の表面に設けられ、前記基材の面方向に延びる主凹凸部と、
 、
 前記主凹凸部の表面に設けられ、前記主凹凸部と比べてピッチが狭い微細凹凸部と、
 を備え、
 前記微細凹凸部は、 $10\text{ nm} \sim 150\text{ nm}$ の算術平均粗さを有し、
 且つ、 $1.1 \sim 3.0$ の比表面積率を有する、マイクロ流路作製用原盤。
- [請求項2] 前記主凹凸部は、 $1\text{ }\mu\text{ m} \sim 2000\text{ }\mu\text{ m}$ の幅及び深さを有し、
 前記微細凹凸部は、 $30\text{ nm} \sim 1000\text{ nm}$ の幅及び深さを有する、
 、
 請求項1に記載のマイクロ流路作製用原盤。
- [請求項3] 複数の前記微細凹凸部を備え、
 前記微細凹凸部の幅及び深さは、前記微細凹凸部が形成される位置ごとに異なる値となる、請求項2に記載のマイクロ流路作製用原盤。
- [請求項4] 前記微細凹凸部は、前記主凹凸部の長手方向に沿って延びるように設けられている、請求項1から3のいずれか1項に記載のマイクロ流路作製用原盤。
- [請求項5] 基材の表面に、前記基材の面方向に延びる主凹凸部を形成し、
 前記主凹凸部の表面に 10 ピコ秒以下のパルス幅を有する超短パルスレーザを照射することで、前記主凹凸部の表面に、前記主凹凸部と比べてピッチが狭い微細凹凸部を形成する、
 ことを含むマイクロ流路作製用原盤の製造方法。
- [請求項6] 前記超短パルスレーザの照射は、偏光方向が前記主凹凸部の長手方向と直交するようにして行われる、請求項5に記載のマイクロ流路作製用原盤の製造方法。

- [請求項7] 請求項1から4のいずれか1項に記載のマイクロ流路作製用原盤の表面形状が転写された樹脂層を含む転写物。
- [請求項8] 樹脂層と、
前記樹脂層の表面に設けられ、前記樹脂層の面方向に延びる主凹凸部と、
前記主凹凸部の表面に設けられ、前記主凹凸部と比べてピッチが狭い微細凹凸部と、
を備え、
前記微細凹凸部は、 $10\text{ nm} \sim 150\text{ nm}$ の算術平均粗さを有し、
且つ、 $1.1 \sim 3.0$ の比表面積率を有する、転写物。
- [請求項9] 前記主凹凸部は、 $1\text{ }\mu\text{ m} \sim 2000\text{ }\mu\text{ m}$ の幅及び深さを有し、
前記微細凹凸部は、 $30\text{ nm} \sim 1000\text{ nm}$ の幅及び深さを有する、
請求項8に記載の転写物。
- [請求項10] 複数の前記微細凹凸部を備え、
前記微細凹凸部の幅及び深さは、前記微細凹凸部が形成される位置ごとに異なる値となる、
請求項9に記載の転写物。
- [請求項11] 前記微細凹凸部は、前記主凹凸部の長手方向に沿って延びるように設けられている、請求項8から10のいずれか1項に記載の転写物。
- [請求項12] 前記樹脂層は硬化型親水性樹脂からなる、請求項7から11のいずれか1項に記載の転写物。
- [請求項13] 請求項8から12のいずれか1項に記載の転写物を含むマイクロ流体チップ。

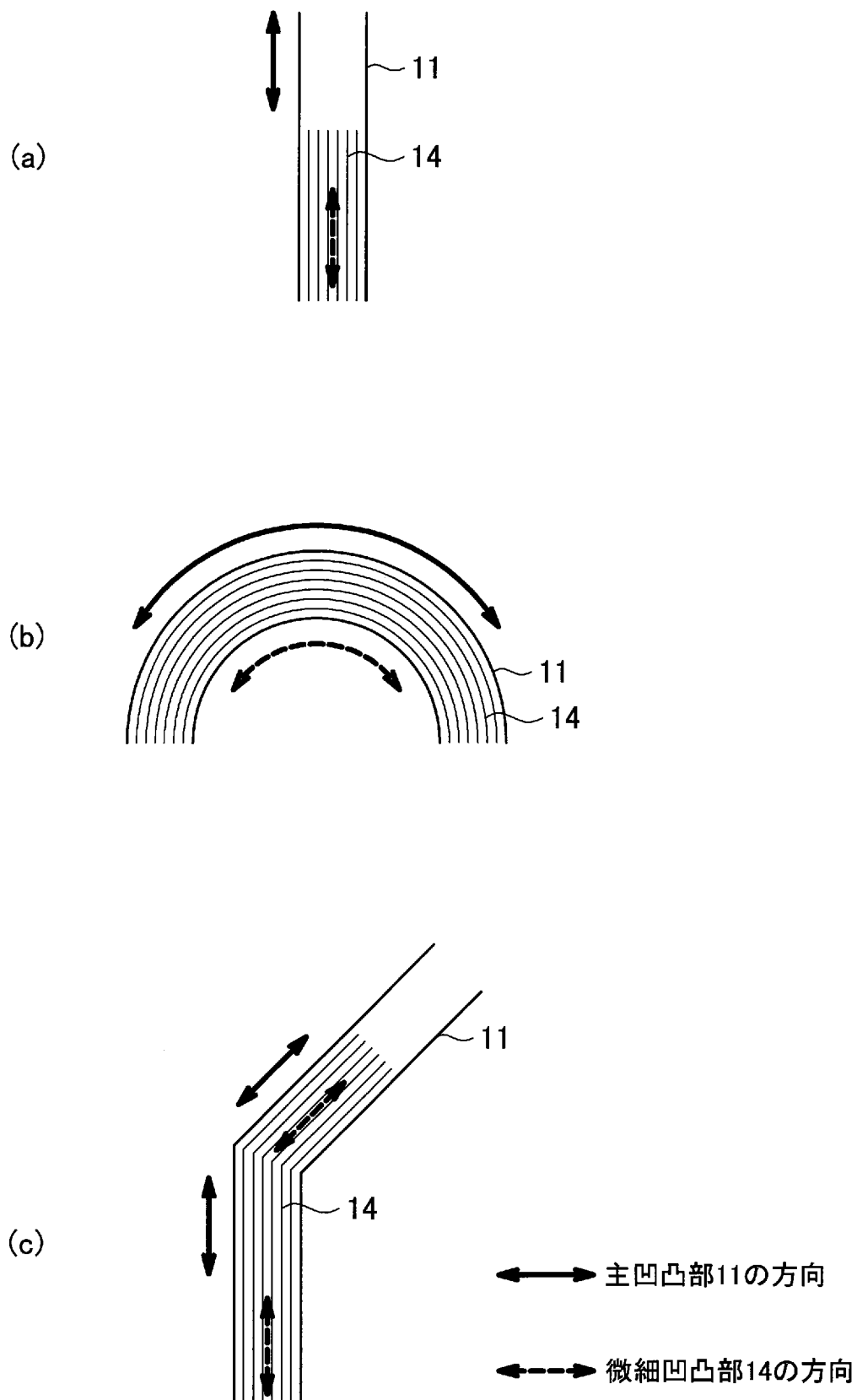
[図1]



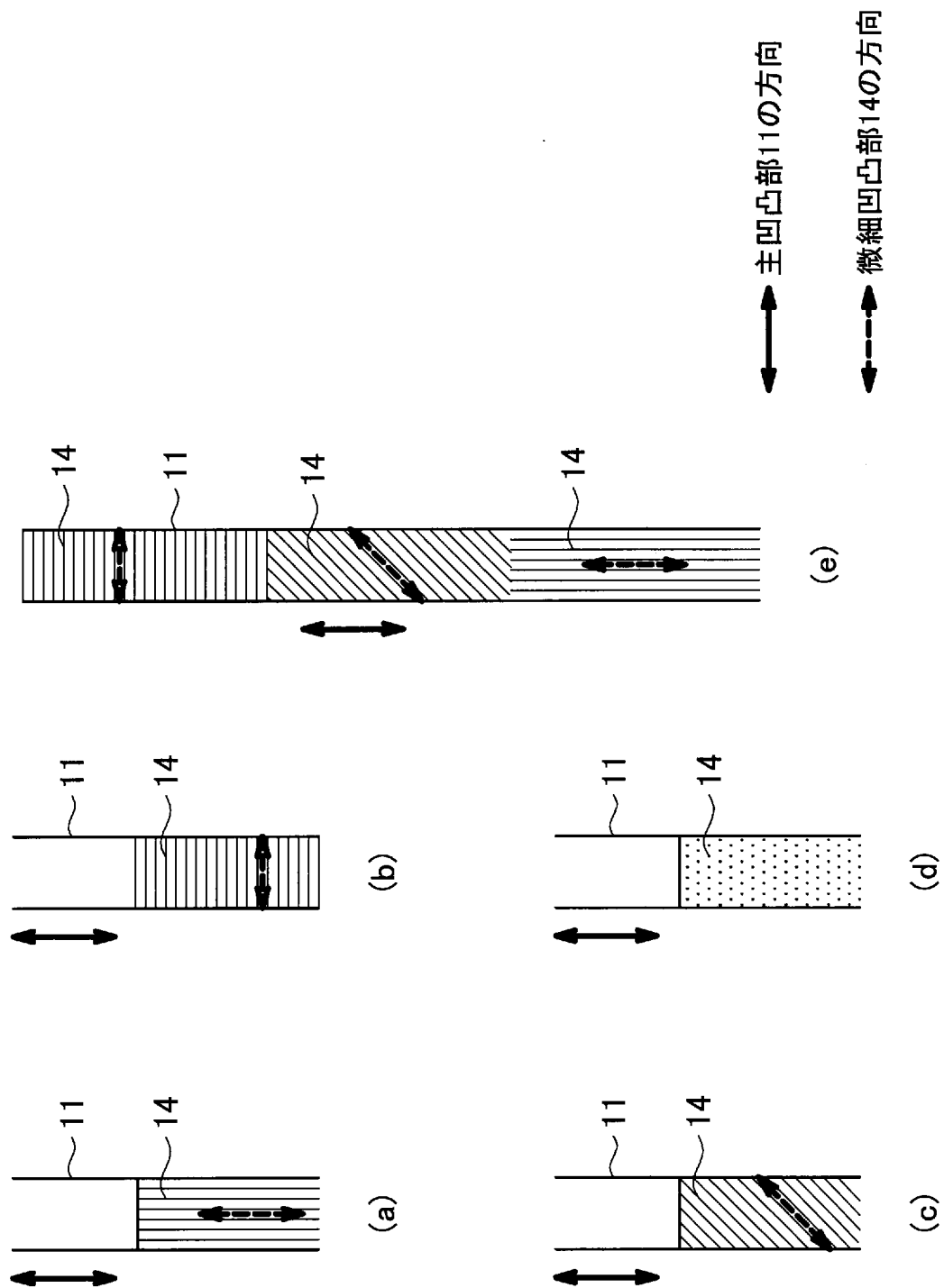
[図2]



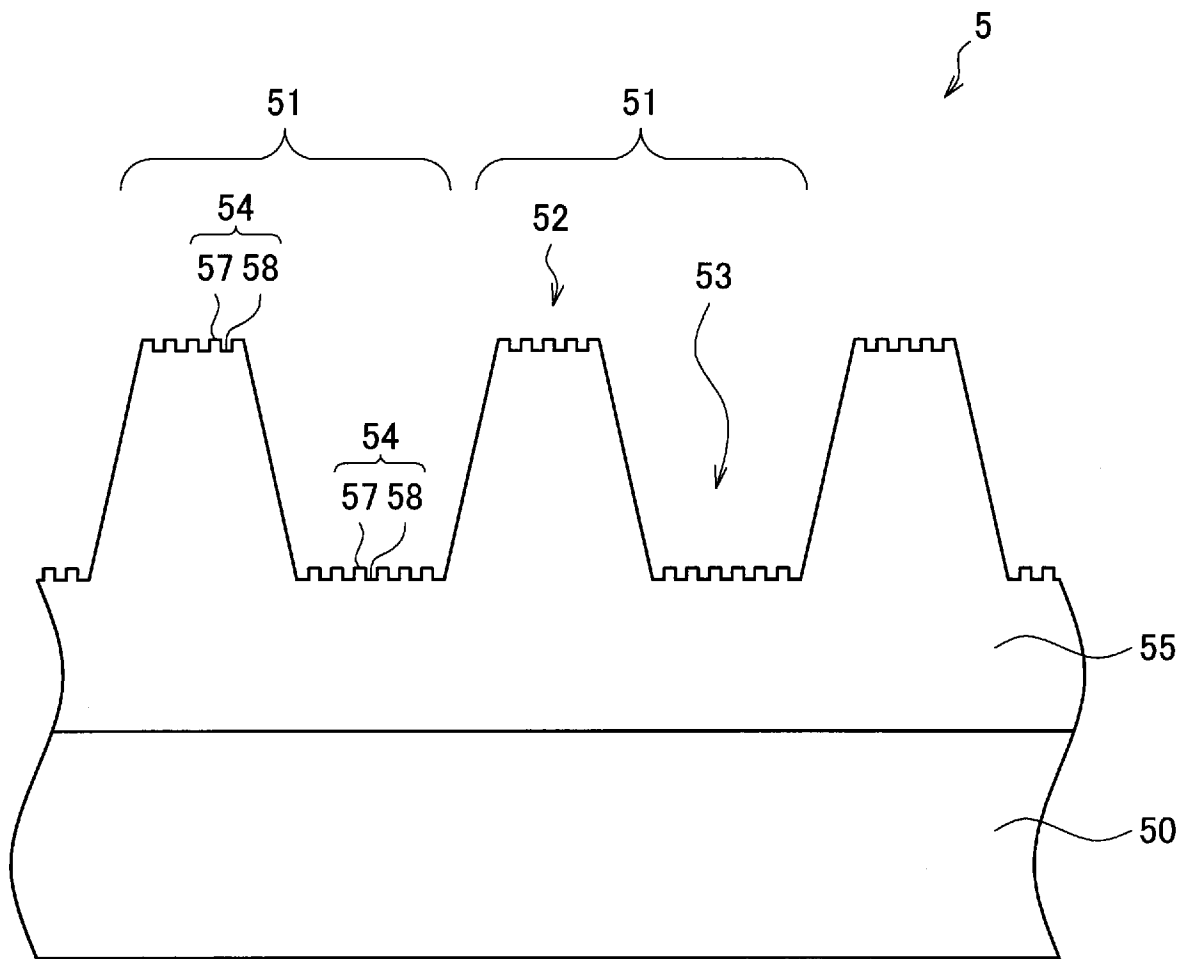
[図3]



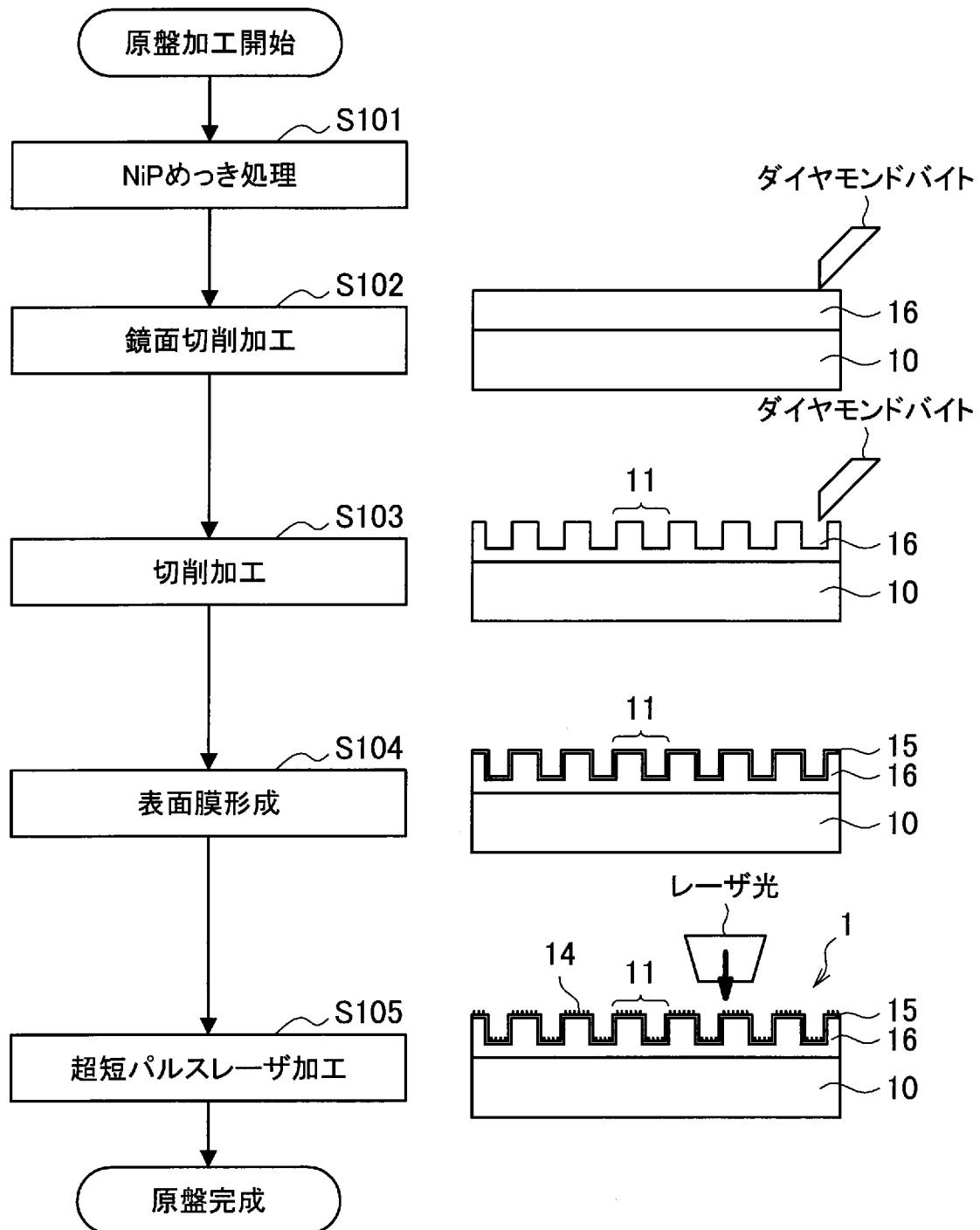
[図4]



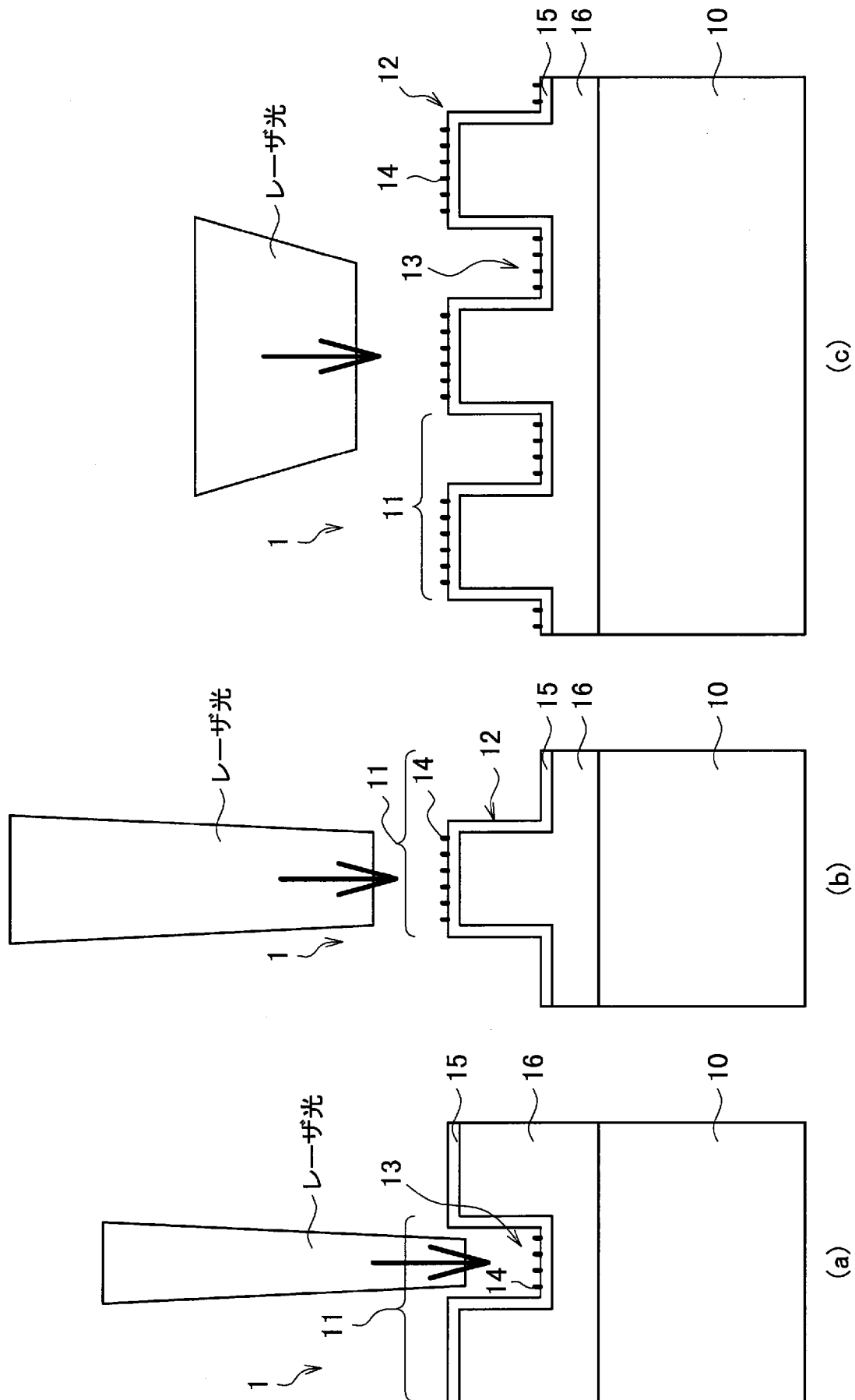
[図5]



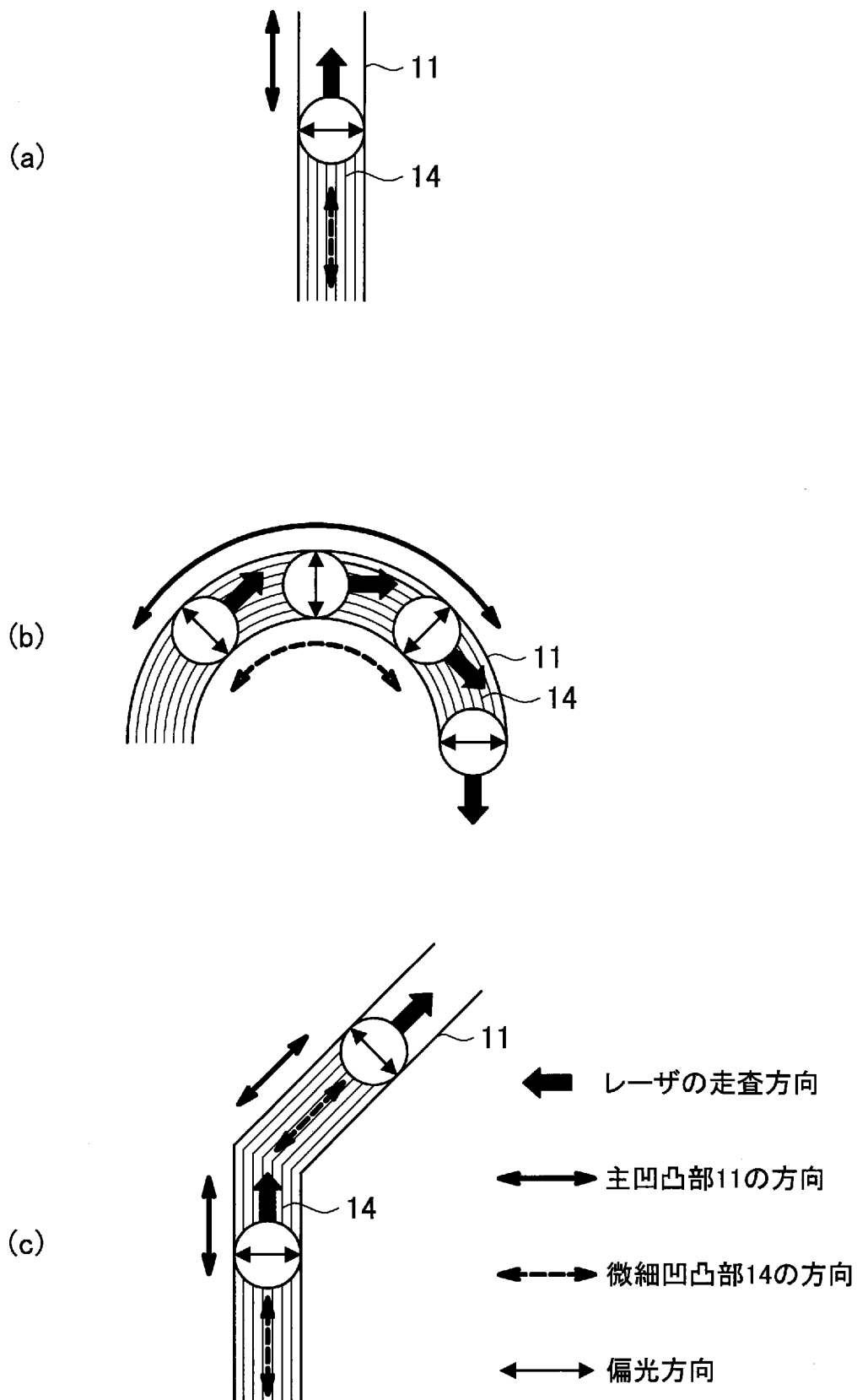
[図6]



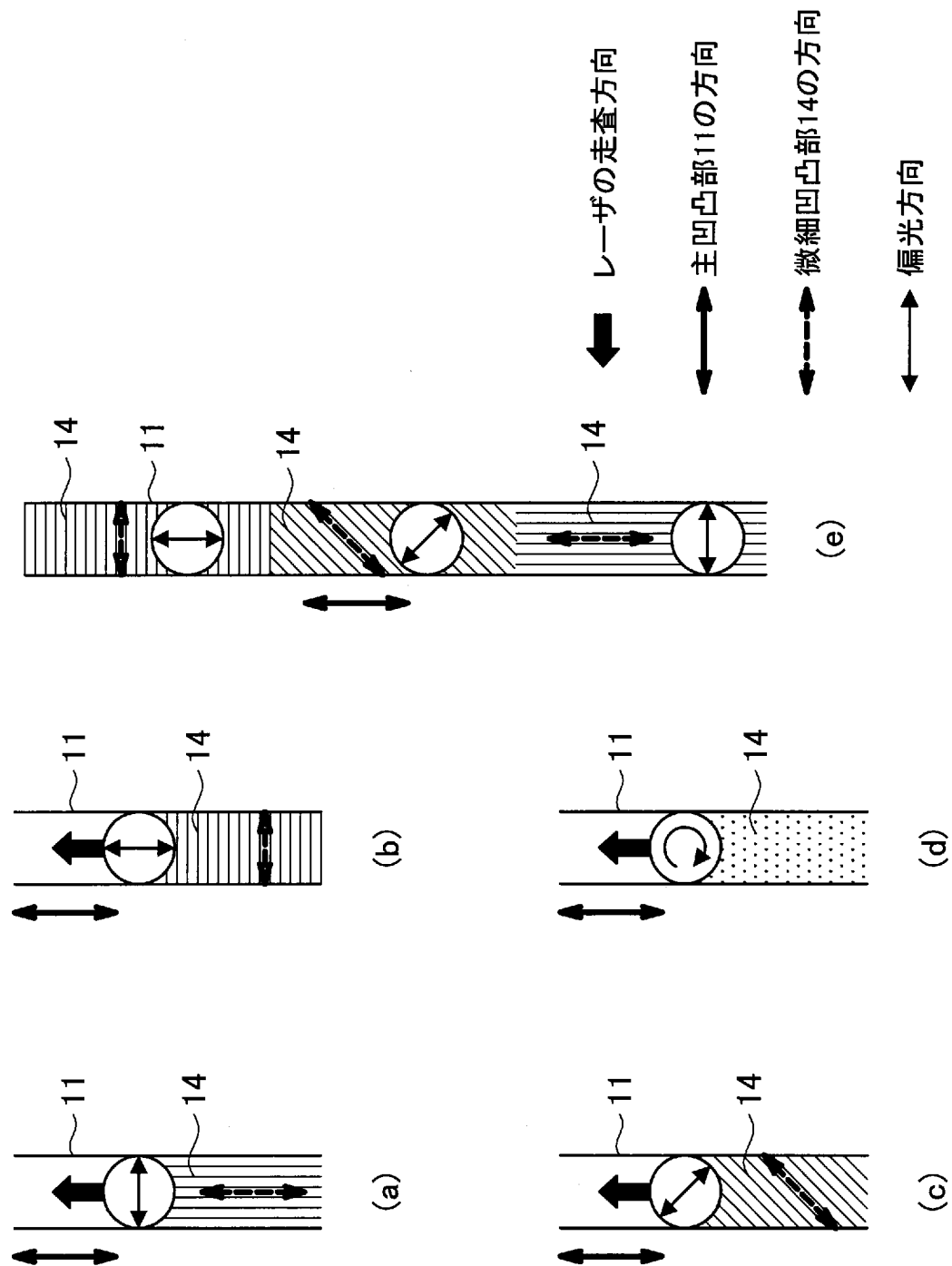
[図7]



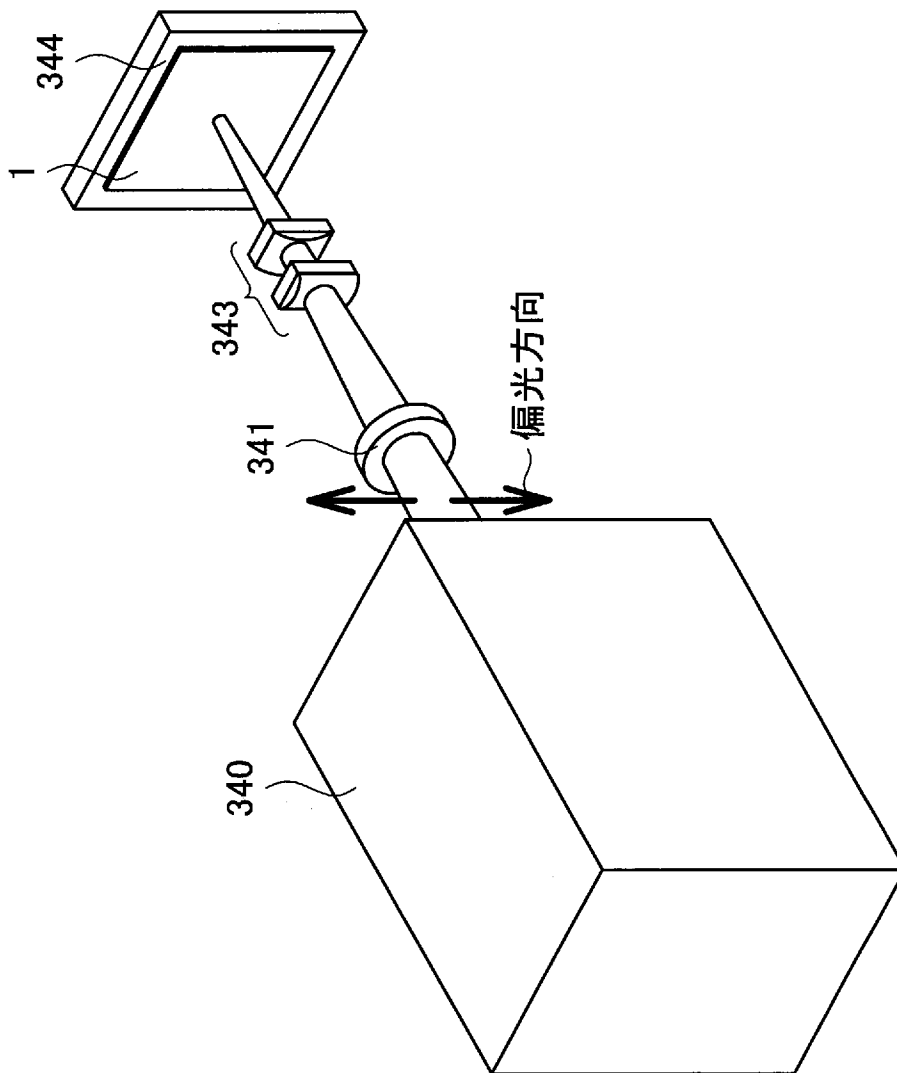
[図8]



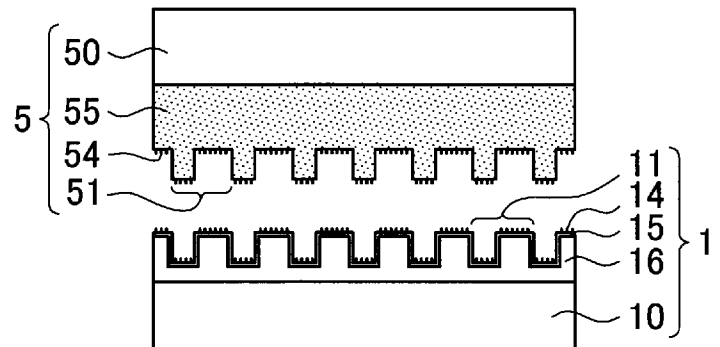
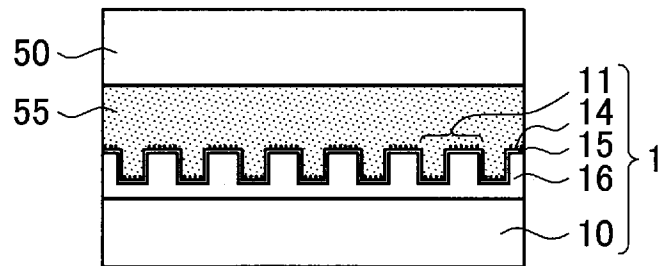
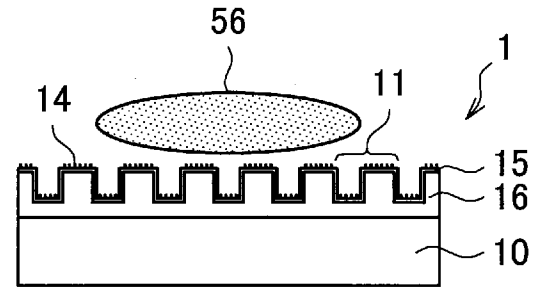
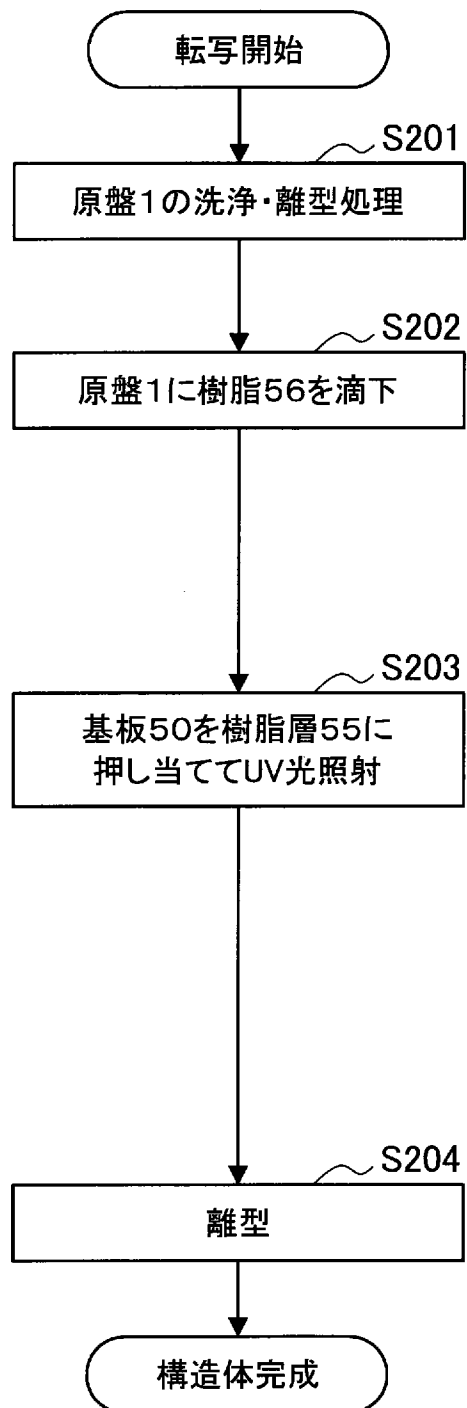
[図9]



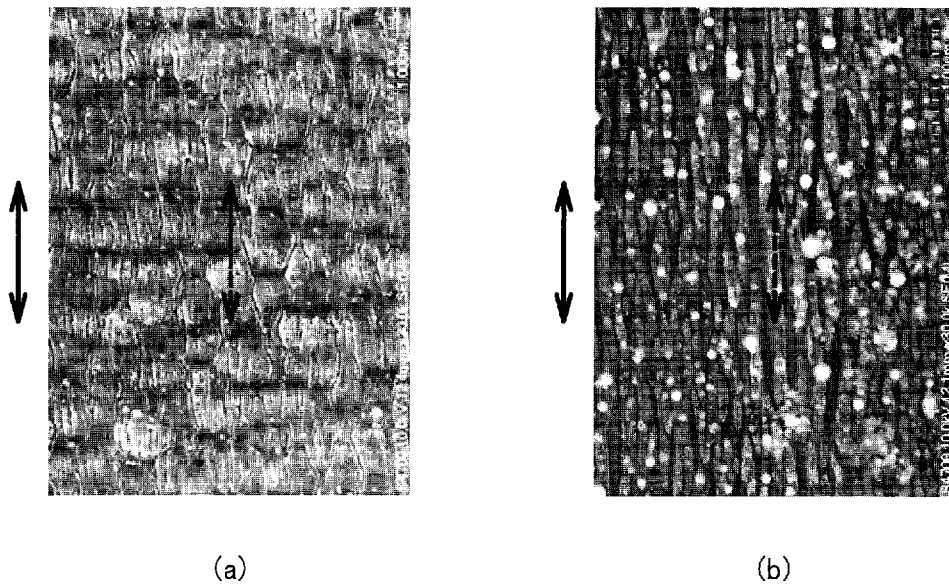
[図10]



[図11]



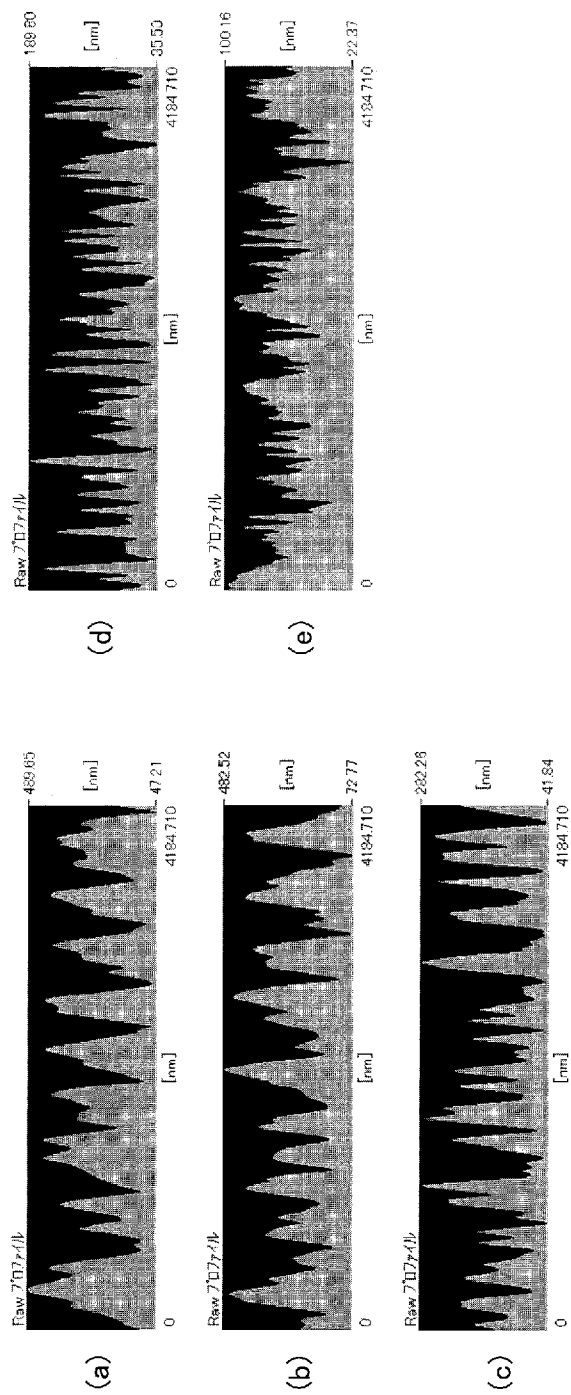
[図12]



←→ 主凹凸部11の方向

←---→ 微細凹凸部14の方向

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/080104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B81C99/00(2010.01)i, B01J19/00(2006.01)i, B29C33/38(2006.01)i, B29C33/42(2006.01)i, B81B1/00(2006.01)i, G01N37/00(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)

B81C99/00, B01J19/00, B29C33/38, B29C33/42, B81B1/00, G01N37/00

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.
Y A	JP 2014-136304 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 28 July 2014 (28.07.2014), paragraphs [0034], [0038], [0040] to [0042], [0050], [0058], [0060]; fig. 6 (Family: none)	1-4, 7-13 5-6
Y A	JP 2008-62561 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 21 March 2008 (21.03.2008), paragraph [0027] (Family: none)	1-4, 7-13 5-6
Y A	JP 2006-103107 A (Mitsui Chemicals, Inc.), 20 April 2006 (20.04.2006), paragraph [0022] (Family: none)	1-4, 7-13 5-6

☒ 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
20 November 2015 (20.11.15)

Date of mailing of the international search report
01 December 2015 (01.12.15)

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/JP2015/080104

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2005/123242 A1 (NEC Corp.), 29 December 2005 (29.12.2005), paragraph [0083] & US 2008/0056945 A1 paragraph [0156]	1-4, 7-13 5-6
A	JP 2012-37389 A (Fujikura Ltd.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0014], [0023] & US 2013/0140976 A1 paragraphs [0049], [0076] & WO 2012/017904 A1 & EP 2602610 A1	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B81C99/00(2010.01)i, B01J19/00(2006.01)i, B29C33/38(2006.01)i, B29C33/42(2006.01)i, B81B1/00(2006.01)i, G01N37/00(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. B81C99/00, B01J19/00, B29C33/38, B29C33/42, B81B1/00, G01N37/00

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
Y A	JP 2014-136304 A（大日本印刷株式会社）2014.07.28, [0034], [0038], [0040]-[0042], [0050], [0058], [0060], [図6]（ファ ミリーなし）	1-4, 7-13 5-6
Y A	JP 2008-62561 A（スタンレー電気株式会社）2008.03.21, [0027]（フ ァミリーなし）	1-4, 7-13 5-6
Y A	JP 2006-103107 A（三井化学株式会社）2006.04.20, [0022]（フ ァミリーなし）	1-4, 7-13 5-6

☒ 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 0 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 1 2 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

細川 翔多

3 P

5 2 7 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

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 A	WO 2005/123242 A1 (日本電気株式会社) 2005. 12. 29, [0083] & US 2008/0056945 A1, [0156]	1-4, 7-13 5-6
A	JP 2012-37389 A (株式会社フジクラ) 2012. 02. 23, [0014], [0023] & US 2013/0140976 A1, [0049], [0076] & WO 2012/017904 A1 & EP 2602610 A1	1-13