

(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
2011年9月9日(09.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/108208 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 1/11 (2006.01) B29D 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/000908
- (22) 国際出願日: 2011年2月18日(18.02.2011)
- (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 2010-045144 2010年3月2日(02.03.2010) JP
特願 2010-045143 2010年3月2日(02.03.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 田中 浩二郎(TANAKA, Kojiro). 阿部 伸也(ABE, Shinya). 若山 啓一(WAKAYAMA, Keiichi).
- (74) 代理人: 田中 光雄, 外(TANAKA, Mitsuo et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号IMPビル青山特許事務所 Osaka (JP).

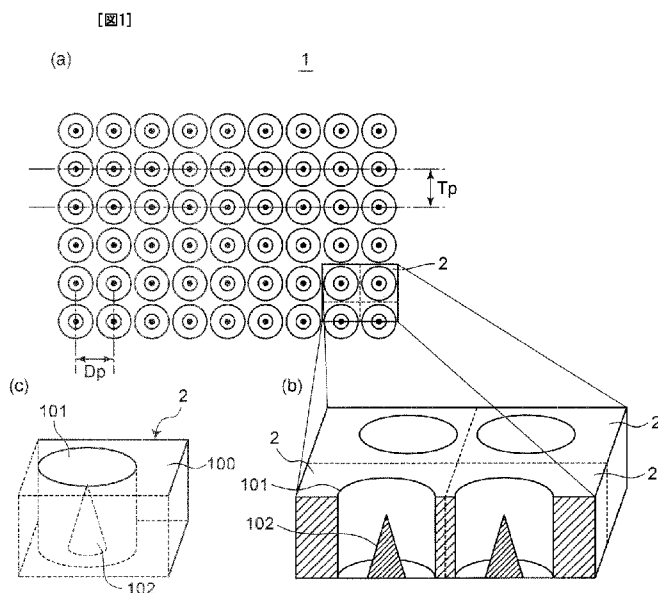
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: OPTICAL ELEMENT AND METHOD OF MANUFACTURING OPTICAL ELEMENTS

(54) 発明の名称: 光学素子及び光学素子の製造方法



(57) Abstract: Provided is an optical element which decreases the reflectance in an entire region of visible light. On the front surface of the optical element a plurality of one of either concave or convex portions are arranged with gaps smaller than the wavelength of visible light therebetween, such that the one of either the concave portions or the convex portions which were not arranged, are arranged within the one of either the concave or the convex portions which are arranged. That is, convex portions may be formed within concave portions and concave portions may be formed in convex portions. It is preferable that, from between the top to the bottom surface of the optical element, the proportion of cross-sectional area of the optical element itself, which occupies a cross-section taken along the horizontal plane, is continuously increased from the top towards the bottom surface of the optical element in proportion with the depth.

(57) 要約: 本発明は、可視光の全ての帯域において反射率を低減する光学素子を提供する。本発明に係る光学素子は、表面に可視光の波長よりも小さい間隔で、凹部及び凸部のいずれか一方

が複数配置され、凹部及び凸部のうちの配置された一方において、凹部及び凸部のうちの配置されなかった一方が形成されたことを特徴とする。凹部の中に凸部が形成されてもよく、凸部上に凹部が形成されてもよい。光学素子の上面から下面までの間で、深さに応じて、水平面による横断面の中にも占める光学素子そのものの横断面積の割合が、光学素子の上面から下面に向かうほど連続的に増加することが望ましい。

WO 2011/108208 A1

明 細 書

発明の名称：光学素子及び光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、表面での反射率を低減する光学素子、及びその光学素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、シート状の光学素子表面の反射率を抑えるために、複数積層する膜の夫々の屈折率や厚みを選択する若しくは制御する、という方法が取られてきた。これらの方法では、積層された複数の膜による干渉効果によって反射率を低減している。

[0003] しかしながら、複数の膜を積層する上記の方法では、膜材料の屈折率の選択の限界、若しくは光学設計の限界により、反射率を抑えるのに限度がある。特に、上記方法においては、反射率の波長依存が残り広い波長帯域で反射率を抑制することが困難である。

[0004] シート状の光学素子表面の反射率を抑えるための別のアプローチとして、波長よりも小さい寸法を有する円錐型や釣鐘型の構造体を、光学素子面上に多数配置することが挙げられる。即ち、光の干渉によってではなく、そのような構造体を多数備える物理構造によって反射率を低減する方法が種々、研究・開発されている（例えば、非特許文献1、2、特許文献1～4参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-158013号公報

特許文献2：特開2008-176076号公報

特許文献3：特開2008-304637号公報

特許文献4：特開2009-109755号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Eric B. Grann, et al., J. Opti

. Soc. Am. A, Vol. 12, No. 2, (1995) p. 333
非特許文献2: Kazuya Hayashibe, et al., S I
D 09 Digest (2009), p. 303

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記のような、反射率の低減のための構造体を備える光学素子においても、構造体の配置される間隔（ピッチ）と波長の条件によって、反射率低減効果に差が生じる。そのために、反射率の波長分散や入射角依存性が残存する、という問題点がある。つまり、ピッチを狭くすれば波長依存や入射角依存を低減するという効果は広がるが、構造体を形成し得る小ささの限度により、物理的にピッチを一定以上小さくすることはできない。その結果として、広い波長帯域、例えば可視光の全ての帯域において、反射率を低減せしめる光学素子は、これまで実現されていない。

[0008] 本発明は、上記の課題を解決するものであり、広い波長帯域、例えば、可視光の全ての帯域において反射率を低減する光学素子、及びその光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、上記の問題を解決するために為されたものである。本発明に係る光学素子は、

表面に可視光の波長よりも小さい間隔で、凹部及び凸部のいずれか一方が複数配置され、前記凹部及び凸部のうちの配置された一方において、前記凹部及び凸部のうちの配置されなかった他方が形成されたことを特徴とする。

[0010] また、本発明に係る光学素子作製用複製基板の製造方法は、

表面に可視光の波長よりも小さい間隔で、凹部及び凸部のいずれか一方が複数配置され、前記凹部及び凸部のうちの配置された一方において、前記凹部及び凸部のうちの配置されなかった他方が形成された光学素子のための、光学素子作製用複製基板の製造方法において、

基板の表面に有機物層を形成する第1の工程と、
前記有機物層の表面にレジスト層を形成する第2の工程と、
前記レジスト層にレーザー光を前記基板を移動させながら間欠的に照射して露光する第3の工程と、
前記レジスト層を現像処理し、エッチングのマスクパターンを形成する第4の工程と、
前記マスクパターンをマスクとするエッチング処理を行うことで、前記基板の表面に凹凸構造を形成する第5の工程と、
前記凹凸構造を有する前記基板の表面に、導電膜をスパッタリングし、更に加えて電気鍍造メッキを行なう第6の工程であって、電気鍍造メッキを行なう際に前記凹凸構造の凹部分の空間を電気鍍造メッキで用いる金属が埋め尽くす前に、前記金属が前記凹部分の表面を覆ってしまうように、前記凹部分の開口部の寸法及び前記凹部分の深さが調整されている、第6の工程と、
前記導電膜部分及び電気鍍造メッキ部分を、前記凹凸構造を有する前記基板の表面から剥離することで、複製基板を作製する第7の工程とを備える。

- [0011] 更に、本発明に係る光学素子の製造方法は、
本発明に係る光学素子作製用複製基板の製造方法で製造された複製基板を用いる光学素子の製造方法であって、
前記複製基板の表面に溶解した樹脂を塗布する第1の工程と、
塗布した溶解した樹脂を冷却させ、前記複製基板から剥離することで光学素子を形成する第2の工程とを備える。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、広い波長帯域に対して、反射率を低減することができる光学素子を実現できる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1] (a) 第1の実施の形態に係る光学素子の一部の平面図である。(b)

(a) の平面図に示される光学素子の更に一部についての断面図及び斜視図である。(c) 第 1 の実施の形態に係る光学素子に配置される構造体の斜視図である。

[図2] 第 1 の発明の実施の形態に係る光学素子の一部の表面形状を示す写真画像である。

[図3] 構造体の断面形状を示す写真画像である。(a) 円柱状の凹部の部分における縦断面を示す画像である。(b) 円柱状の凹部と、その中の円錐状の凸部(突出部)との部分における断面を示す画像である。

[図4] 第 1 の実施の形態に係る光学素子の反射率特性を示すグラフである。

[図5] 第 1 の実施の形態に係る光学素子のための、原盤を製造する工程と光学素子作製用複製基板を製造する工程を示す図である。

[図6] 形成されるスタンプの一部の縦断面を示す図である。

[図7] スタンプ表面の一部の写真である。

[図8] (a) 第 2 の実施の形態に係る光学素子の一部の平面図である。(b) (a) の平面図に示される光学素子の更に一部についての断面図及び斜視図である。(c) 第 2 の実施の形態に係る光学素子に配置される構造体の斜視図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の実施の形態に係る光学素子は、平面状に多数の微小な構造体を配置して形成されるシート状の光学素子である。個々の構造体は数 100 nm のピッチで配置される。

[0015] 本発明に係る光学素子を利用することにより、本願発明者は、広い波長帯域で反射率を低減できることを確認している。

[0016] <第 1 の実施の形態>

以下、本発明に係る第 1 の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

[0017] 1. 光学素子の構成

図 1 (a) は、第 1 の実施の形態に係る光学素子 1 の一部の平面図である

。図1(b)は、図1(a)の平面図に示される光学素子1の更に一部についての断面図及び斜視図である。更に、図1(c)は、第1の実施の形態に係る光学素子1に配置される構造体2の斜視図である。

[0018] 光学素子1は、略透明な材料からなり、図1(b)及び図1(c)に示す微小な構造体2が規則正しく多数配置されて形成されている。図1に示す光学素子1では、縦方向にトラックピッチ T_p で、横方向にドットピッチ D_p で、多数の構造体2が配置されている。なお、本明細書では、図1(a)における構造体2の横方向の行を「トラック」と称するものとする。

[0019] 1. 1. 構造体の構成

個々の構造体2は、直方体形状の本体部100と、本体部100に設けられた円柱状の凹部101と、凹部101の中に設けられた凸部（以下、「突出部」という）102とにより構成される。なお、個々の本体部100は独立して配置されるのではなく、後で説明するように、本体部100同士は連続的且つ一体的に形成されている。

[0020] 図1(b)及び図1(c)に示す構造体2では、凹部101は円柱状である。即ち、凹部101の水平面による横断面の形状は円形である。また、突出部102は円錐状である。ここで、凹部101の水平面による横断面の形状が三角形や四角形などの多角形であってもよく、突出部102が三角錐や四角錐などの多角錐状であってもよい。

[0021] また、図1に示す光学素子1では、構造体2が格子状に配置されているが、各トラック間の構造体の配置は、格子状の配置に制限されるものではなく、千鳥状の配置であってもよい。更に、その他の配置、例えば、ランダム状の配置であってもよい。また、多数配置される構造体2の夫々のサイズ（即ち、凹部101の径、突出部の径又は高さ等）も、均一なものでもなくともよい。

[0022] 1. 2. 構造体の構成例

図2は、第1の実施の形態に係る光学素子1の一部の表面形状を示す写真画像である。図2に示す光学素子1は、紫外線硬化樹脂により構成されてお

り、構造体2における凹部101は一定のピッチ（本例では、200nm）で形成されている。

[0023] 光学素子1を形成する基材は透明体であり可視光を透過し得るものである。基材の屈折率は、透明体として存在し得る1から3の間であることが好ましい。また、構造体2における凹部101が配置される一定のピッチは、160nm~250nmであることが好ましいが、他の間隔であってもよい。

[0024] 図3は、光学素子1の構造体2の断面構造を示す写真画像である。図3（a）に示す画像は、円柱状の凹部101の部分における縦断面を示すものである。図3（a）に示される円柱状の凹部101の高さは、約375nmである。図3（b）に示す画像は、円柱状の凹部101と、その中の円錐状の突出部102との部分における断面を示すものである。図3（b）に示される円錐状の突出部102の高さは、約225nmである。なお、ここでの凹部101及び突出部102の高さは一例である。

[0025] 2. 光学素子の反射率特性

図4は、第1の実施の形態に係る光学素子1の反射率特性を示すグラフである。図4のグラフにおいて、横軸は光の波長、縦軸はその波長での垂直に入射する光の反射率を示す。

[0026] 図4においては、比較のため、市販フィルムの反射率特性も併せて示してある。図4に示す市販フィルムは、膜を積層した、従来の反射防止膜を有するタイプのものである。市販フィルムの特性では、可視域（400nm~700nm）のうち450nm以上の波長では、反射率が抑制される。しかしながら、波長によって反射率の変動（ムラ）がある。特に、450nm以下の短波長や、赤外領域となる700nm以上の長波長では、反射率は1%以上であり、その反射防止効果は十分ではない。

[0027] これに対し、第1の実施の形態に係る光学素子1の特性では、全波長域に渡って市販フィルムよりも反射率が低く、即ち、波長に依存することなく反射率が低くなっている。

[0028] 第1の実施の形態に係る光学素子1において、構造体2の配置のピッチを

、反射率を低減させる光の波長以下のサイズにするのが好ましい。特に、構造体2の配置のピッチを、光学的な分解能の限界とされる波長の半分以下のサイズとすることにより、反射率を抑制する効果が高まる。従って、可視光に対しては、人の目で認識できる波長のうち、長い方の色である赤色の波長の約半分である300nm以下であるのが望ましく、更には、人の目による感度が高い緑色の波長の半分以下である250nm以下とするのが望ましい。

[0029] また、構造体2の凹部101の深さも深いほど反射率抑制効果は高く、少なくとも200nm以上であるのが望ましい。その際、凹部101の深さとその中の突出部102の高さについては、円柱状の凹部101の深さに対して、内側の円錐状の突出部102の高さを同じにする、若しくは小さくすることが望ましい。

[0030] また、構造体2の反射率低減効果を高めるには、光学素子1の上面から下面までの間で、深さに応じて、水平面による横断平面の中に占める構造体2の横断面積の割合が連続的に変化することが望ましく、特に、凹部101の開口部から奥に向かうほど（即ち、光学素子1の上面から下面に向かうほど）連続的に増加することが望ましい。つまり、光学素子1の上面から下面までの間で、深さに応じて、水平面による横断平面の中に占める光学素子1そのものの横断面積の割合が、連続的に変化すること（特に、凹部101の開口部から奥に向かうほど（即ち、光学素子1の上面から下面に向かうほど）連続的に増加すること）が望ましい。そのためには、内側の突出部102が、円柱状の凹部101の上端から突出しないことが望ましい。

[0031] また、凹部101と突出部102の形状の組み合わせは、円柱状と円錐状や、四角柱状と四角錐状などでもよいが、光学素子1の上面から下面までの間で、深さに応じて、水平面による横断平面の中に占める構造体2の横断面積の割合が連続的に変化（増加）することが望ましいことから、内側の突出部は略円錐状（円錐状、釣鐘状、富士山形状など）や、略四角錐状などの形状であることがより望ましい。

[0032] また、第1の実施の形態に係る光学素子を、透明な材料ではなく、光を吸収する黒体に近い材料、例えばカーボンブラックを主とする材料で形成することもできる。このような光学素子は、表面反射を抑えた光の吸収体としての性能を有する光学素子となる。つまり、波長に依存せず黒体に近い特性を持つ光学素子を実現され得る。更に、材料が金属、例えばNiであっても、その反射率を抑えた光学素子を得ることができる。

[0033] 3. 光学素子の製造方法

次に、第1の実施の形態に係る光学素子1の製造方法のいくつかの例について説明する。第1の実施の形態に係る光学素子の製造方法は、原盤を製造する工程と、光学素子作製用複製基板を製造する工程と、光学素子を形成する工程とを含む。以下、図面を参照しながら、いくつかの製造方法の例について、これらの工程を説明する。

[0034] 3. 1. 第1の例の製造方法

3. 1. 1. 原盤を製造する工程

図5は、第1の実施の形態に係る光学素子のための、第1の例の製造方法における、原盤を製造する工程と光学素子作製用複製基板を製造する工程を示す図である。まず、図5(a)に示すように、基板11を準備する。この基板11は、例えば、シリコンウエハなどであればよい。

[0035] 次に、図5(b)に示すように、基板11の表面に有機物層12を形成する。例えば、有機物層12として、アクリル樹脂が用いられる。アクリル樹脂の濃度は、例えば45%でよく、厚さは、例えば400nmであればよい。

[0036] 次に、図5(c)に示すように、レジスト層13を形成する。レジスト層13は無機レジストであればよく、無機レジストとしては、MoWの部分酸化膜などの遷移金属を用いることができる。MoWの部分酸化膜は30nm形成されればよい。このレジスト層13が、後で示すように、マスクとして作用する。

[0037] 次に、図5(d)に示すように、基板11上のレジスト層13に、露光ビ

ームとしてレーザー光14が照射される。第1の例の製造方法においては、光ディスク製造において使用される露光装置を用いて、基板11を回転させながら露光を行う。このとき、基板11を半径方向に移動させながら、レーザー光14を間欠的に照射することで、レジスト層13が全面にわたって露光される。なお、トラックピッチ(Tp)が250 μ m、ドットピッチ(Dp)が250nmになるように露光がなされればよい。

[0038] レーザー光14としては、例えば周期的または非周期的に振幅が変化する波形を有するものが用いられる。基板11の回転と、露光のためのパルスとのタイミングが適宜調節されることにより、露光により形成されるドットを格子状に配置することも、稠密状態に配置することも可能となる。ここで稠密状態に配置するのであれば、上記ドットにより形成される穴の径を「r」とすると、「r」がドットピッチ(Dp)の70%以上であるように配置されることが望ましい。なお、光学素子上の広い面積に構造体を形成するのであれば、X-Y描画装置を用いるのが望ましい。

[0039] 次に、図5(e)に示すように、基板11を回転させながらレジスト層13上に現像液15を滴下し、続いて、レジスト層13を現像処理する。これにより、図5(f)に示すように、エッチングのためのマスクとなるパターンが形成される。第1の例の製造方法では、例えば、現像液として濃度2.38%のTMAHが用いられる。

[0040] 次に、基板11の上に形成されたレジスト層13のパターンをマスクとして、基板11の上に形成された有機物層12のエッチング処理を行う。これにより、図5(g)に示すように基板11上に有機物層12の穴形状(凹部分)が形成される。エッチング工法としては、例えば、酸素ガスによるドライエッチングにより行われればよい。第1の例の製造方法では、例えば、酸素ガスを用いて流量300sccmで1分間のエッチングを行う。ここまでの工程により原盤が形成される。

[0041] 3. 1. 2. 光学素子作製用複製基板を製造する工程

次に、エッチングを行った図5(g)に示す基板11上に導電膜16を形

成する。導電膜 16 は、例えば、Ni によるスパッタリングにより形成される（図 5（h）参照）。更に、図 5（h）に示す基板 11 に対して、電気鋳造メッキを行う（図 5（i）参照）。電気鋳造は、例えば Ni を用いて行われる。

[0042] 図 5（i）における導電膜部分及び電気鋳造メッキ部分を基板 11 から剥離することにより、図 6 に示すスタンプ（光学素子作製用複製基板）18 が形成される。

[0043] 図 6 は、形成されるスタンプ 18 の一部の縦断面を示す図である。また、図 7 は、スタンプ 18 表面の一部の写真画像である。

[0044] 図 5（i）に示す電気鋳造メッキを行なう際、原盤の穴（凹部分）の空間を Ni が埋め尽くす前に、Ni が穴の表面を覆ってしまうように、穴（凹部分）の開口部の寸法及び穴（凹部分）の深さを調整しておくことが必要である。つまり、穴（凹部分）の空間の容積に対して、穴（凹部分）の中に入る Ni の体積が小さくなるように、穴（凹部分）の開口部の寸法及び穴（凹部分）の深さを調整しておくことが必要である。このようにすることで、図 6 に示すように形成されるスタンプ 18 を構成する基板構造体 20 の形状は、単なる円柱状ではなく、不足した Ni により中心部に窪み 22 を有する円柱状となる。

[0045] 3. 1. 3. 光学素子を形成する工程

以上のようにして作成したスタンプ 18 を用いて光学素子 1 が形成される。具体的には、スタンプ 18 に、溶解した樹脂を塗布し、塗布した樹脂を冷却させた後、スタンプ 18 から剥離することで光学素子 11 が形成される。スタンプ 18 からの剥離性を確保するため、樹脂は、冷却後も弾性が残る材料であることが望ましい。第 1 の例の製造方法では、樹脂として PC 等を用いる。

[0046] 3. 2. 第 2 の例の製造方法

第 1 の実施の形態に係る光学素子 1 の、第 2 の例の製造方法について説明する。第 2 の例の製造方法は、基本的に第 1 の例の製造方法と同様のもので

あり、原盤を製造する工程と、光学素子作製用複製基板を製造する工程と、光学素子を形成する工程とを含む。第1の例の製造方法の場合と同様に図5を用いて、これらの工程を説明する。

[0047] 3. 2. 1. 原盤を製造する工程

図5(a)に示すように、基板11を準備する。この基板11は、例えば、石英基板、ナトリウムガラスなどであればよい。

[0048] 次に、図5(b)に示すように、基板11の表面に有機物層12を形成する。例えば、有機物層12としては、ノボラック樹脂や化学増幅型レジストなどが用いられる。

[0049] 次に、図5(c)に示すように、レジスト層13を形成する。レジスト層13は無機レジストであればよく、無機レジストとしては、T e P dの酸化物を用いることができる。T e P dの酸化物は厚さ40 nmの膜として形成されればよい。このレジスト層13が、マスクとして作用する。

[0050] 次に、図5(d)に示すように、基板11上のレジスト層13に、露光ビームとしてレーザー光14が照射される。第2の例の製造方法においても、光ディスク製造において使用される露光装置を用いて、基板11を回転させながら露光を行う。第2の例の製造方法では、トラックピッチ(T p)が200 m、ドットピッチ(D p)が200 nmになるように露光がなされる。

[0051] 次に、図5(e)に示すように、基板11を回転させながらレジスト層13上に現像液15を滴下し、続いて、レジスト層13を現像処理する。これにより、図5(f)に示すように、エッチングのためのマスクとなるパターンが形成される。第2の例の製造方法においては、例えば、現像液として無機現像液(ロームアンドハース製)が用いられる。

[0052] 次に、基板11の上に形成されたレジスト層13のパターンをマスクとして、基板11の上に形成された有機物層12のエッチング処理を行う。これにより、図5(g)に示すように基板11上に有機物層12の穴形状(凹部分)が形成される。エッチング工法としては、例えばアルゴンガスによるドライエッチングにより行われればよい。第2の例の製造方法では、例えば、

アルゴンガスを用いて流量400 s c c mで5分間のエッチングを行う。ここまでの工程により原盤が形成される。

[0053] 3. 2. 2. 光学素子作製用複製基板を製造する工程

エッチングを行った図5 (g) に示す基板11上に導電膜16を形成する。導電膜16は、例えば、Niの部分酸化膜によるスパッタリングにより形成される(図5 (h) 参照)。更に、図5 (h) に示す基板11に対して、電気鍍造メッキ17を行う(図5 (i) 参照)。電気鍍造は、例えば、Niを用いて行われる。

[0054] 図5 (i) に示す導電膜部分及び電気鍍造メッキ部分を基板11から剥離することにより、図6に示すスタンプ(光学素子作製用複製基板)18が形成される。

[0055] 3. 2. 3. 光学素子を形成する工程

以上のようにして作成したスタンプ18を用いて光学素子1が形成される。具体的には、スタンプ18に、UV硬化樹脂を塗布し、塗布したUV硬化樹脂をUV光にて硬化させた後、スタンプ18から剥離することで光学素子1が形成される。スタンプ18からの剥離性を確保するため、UV硬化樹脂は、冷却後も弾性が残る材料であることが望ましい。第2の例の製造方法では、UV硬化樹脂としてPMMA等を用いる。

[0056] 3. 3. 第3の例の製造方法

第1の実施の形態に係る光学素子1の、第3の例の製造方法について説明する。第3の例の製造方法も、基本的に第1の例の製造方法と同様のものであり、原盤を製造する工程と、光学素子作製用複製基板を製造する工程と、光学素子を形成する工程とを含む。第1の例の製造方法の場合と同様に図5を用いて、これらの工程を説明する。

[0057] 3. 3. 1. 原盤を製造する工程

基板11を準備する工程(図5 (a))、及び有機物層12を形成する工程(図5 (b))が、第2の例の製造方法と同様に行なわれる。

[0058] 次に、図5 (c) に示すように、レジスト層13を形成する。レジスト層

13は無機レジストであればよく、無機レジストとしては、Niを用いることができる。Niは厚さ40nmの膜として形成されればよい。このレジスト層13が、マスクとして作用する。

[0059] 次に、レジスト層13にレーザー光14が照射される工程（図5（d））及びレジスト層13を現像処理する工程（図5（e））も、第2の例の製造方法と同様に行なわれる。

[0060] 次に、基板11の上に形成されたレジスト層13のパターンをマスクとして、基板11の上に形成された有機物層12のエッチング処理を行う。これにより、図5（g）に示すように基板11上に有機物層12の穴形状（凹部分）が形成される。エッチング工法としては、例えばCHF₃によるドライエッチングにより行われればよい。第3の例の製造方法では、例えば、CHF₃を用いて流量400sccmで3分間のエッチングを行う。ここまでの工程により原盤が形成される。

[0061] 3. 3. 2. 光学素子作製用複製基板を製造する工程

エッチングを行った基板11上に導電膜16及び電気鍍メッキ17を形成し（図5（h）、（i））、形成された導電膜部分及び電気鍍メッキ部分を基板11から剥離することにより、スタンプ（光学素子作製用複製基板）18が形成される（図6）工程も、第2の例の製造方法と同様に行なわれる。

[0062] 3. 3. 3. 光学素子を形成する工程

以上のようにして作成したスタンプ18を用いて光学素子1が形成される。具体的には、スタンプ18を金型として用いて、射出成形を行うことにより光学素子1が形成される。スタンプ18からの剥離性を確保するため、射出成形の樹脂は、剥離時にも弾性が残る材料であることが望ましい。第3の例の製造方法では、射出成形の樹脂としてPET等を用いる。

[0063] 3. 4. その他の製造方法

第1の実施の形態に係る光学素子の製造方法は、以上のものに限定されない。例えば、（UV硬化樹脂等の）樹脂の背面にシートを配し、シートに紫

外線硬化樹脂が残るようにしてスタンプ18から樹脂及びシートを剥離することでも、光学素子を形成することができる。

[0064] <第2の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、構造体2は、直方体形状の本体部100と、本体部100に設けられた円柱状の凹部101と、凹部101の中に設けられた凸部（突出部）102とにより形成したが、別の形状であっても単体の円柱形状や円錐形状よりも微細な構造であれば、その形状に捉われず同様の効果を得ることができる。

[0065] 図8(a)は、第2の実施の形態に係る光学素子1'の一部の平面図である。図8(b)は、図8(b)の平面図に示される光学素子1'の更に一部についての断面図及び斜視図である。更に、図8(c)は、第2の実施の形態に係る光学素子1'に配置される構造体2'の斜視図である。

[0066] 図8に示す第2の実施の形態に係る光学素子1'では、構造体2'が、図1に示す第1の実施の形態に係る光学素子1における構造体2と、凹部と凸部が逆転した形状となっている。

[0067] 第2の実施の形態に係る光学素子1'も略透明な材料からなり、図8(b)及び図8(c)に示す微小な構造体2'が、縦方向にトラックピッチ T_p で横方向にドットピッチ D_p で、規則正しく多数配置されている。

[0068] 個々の構造体2'は、凸部101'と、凸部101'の表面から内部に設けられた凹部（以下、「窪み」という）102'とにより構成される。更に構造体2'は、構造体2'と同じ材料からなる平面状シート103'上に配置される。

[0069] 図8(b)及び図8(c)に示す構造体2'では、凸部101'は円柱状である。また、窪み102'は円錐状であるが、円錐を逆さにした形状である。つまり、窪み102'は、構造体2'の上面の開口部において横断面積が大きく、構造体2'の下面に向かうにつれて横断面積が小さくなっている。更に、窪み102'の深さは、凸部101'の高さよりも小さい。

[0070] 凸部101'は、三角柱状や四角柱状などの多角柱状であってもよい。窪

み102'は、三角錘状や四角錘状などの多角錘状であってもよい。また、図8に示す光学素子1'では、構造体2'が格子状に配置されているが、各トラック間の構造体2'の配置は、格子状の配置に制限されるものではなく、千鳥状の配置やその他の配置であってもよい。

[0071] 図8に示す第2の実施の形態に係る光学素子1'は、前述の第1の実施の形態に係る光学素子1のための、第1～第3の例の製造方法に対して、図6に示すスタンプ18の凹凸を逆転させたスタンプを作成する工程を加えた製造方法により、製造されるものである。このような構成の第2の実施の形態に係る光学素子1'は、第1の実施の形態に係る光学素子1と同様に、反射率を低減する効果を得ることができる。

[0072] <まとめ>

以上のように、本発明の実施の形態に係る光学素子は、平面状に多数の微小な構造体を配置して形成される。このため、実施の形態に係る光学素子は、広い波長帯域に関して反射率を低減できるものとなっている。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明は、表面の構造体によってその光学特性を制御する光学素子及びその製造方法に関し、特に、表面での反射率を構造体により低減する光学素子及びその製造方法に関する。本発明に係る光学素子は、ディスプレイの反射防止等として有用である。またレンズ鏡筒のフレア防止等の用途にも応用できる。

符号の説明

[0074] 1、1'・・・光学素子、2、2'・・・構造体、11・・・基板、12・・・有機物層、13・・・レジスト層、14・・・レーザー光、15・・・現像液、16・・・導電膜、17・・・電気鍍造メッキ、18・・・スタンプ。

請求の範囲

- [請求項1] 表面に可視光の波長よりも小さい間隔で、凹部及び凸部のいずれか一方が複数配置され、前記凹部及び凸部のうちの配置された一方において、前記凹部及び凸部のうちの配置されなかった他方が形成されたことを特徴とする光学素子。
- [請求項2] 前記凹部の中に前記凸部が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の光学素子。
- [請求項3] 前記凹部の水平面による横断面の形状が、円形又は多角形であることを特徴とする請求項2に記載の光学素子。
- [請求項4] 前記凸部が、円錐状又は多角垂状であることを特徴とする請求項2に記載の光学素子。
- [請求項5] 前記凹部の深さが、前記凸部の高さより大きいことを特徴とする請求項2に記載の光学素子。
- [請求項6] 前記凸部上に前記凹部が形成されたことを特徴とする請求項1に記載の光学素子。
- [請求項7] 前記凸部が、円柱状又は多角柱状であることを特徴とする請求項6に記載の光学素子。
- [請求項8] 前記凹部が、円錐状又は多角錘状である請求項6に記載の光学素子。
- [請求項9] 前記凸部の高さが、前記凹部の深さより大きいことを特徴とする請求項6に記載の光学素子。
- [請求項10] 前記複数配置された凹部又は凸部が、格子状に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光学素子。
- [請求項11] 前記複数配置された凹部又は凸部の、配置されるドットピッチ (Dp) に対する、前記凹部又は凸部の径 (r) の比率が、70%以上であるように、前記凹部又は凸部が配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光学素子。
- [請求項12] 前記配置された凹部又は凸部の配置の間隔が、250nm以下16

0 nm以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

[請求項13] 前記光学素子を形成する基材が、可視光を透過可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

[請求項14] 前記基材の屈折率が 1 から 3 の間にあることを特徴とする請求項 13 に記載の光学素子。

[請求項15] 前記光学素子を形成する基材が、光を吸収する略黒体であり、光の反射を抑えて光を吸収することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

[請求項16] 前記光学素子の上面から下面までの間で、深さに応じて、水平面による横断平面の中に占める前記光学素子そのものの横断面積の割合が、前記光学素子の上面から下面に向かうほど連続的に増加することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

[請求項17] 表面に可視光の波長よりも小さい間隔で、凹部及び凸部のいずれか一方が複数配置され、前記凹部及び凸部のうちの配置された一方において、前記凹部及び凸部のうちの配置されなかった他方が形成された光学素子のための、光学素子作製用複製基板の製造方法において、

基板の表面に有機物層を形成する第 1 の工程と、

前記有機物層の表面にレジスト層を形成する第 2 の工程と、

前記レジスト層にレーザー光を前記基板を移動させながら間欠的に照射して露光する第 3 の工程と、

前記レジスト層を現像処理し、エッチングのマスクパターンを形成する第 4 の工程と、

前記マスクパターンをマスクとするエッチング処理を行うことで、前記基板の表面に凹凸構造を形成する第 5 の工程と、

前記凹凸構造を有する前記基板の表面に、導電膜をスパッタリングし、更に加えて電気鍍造メッキを行なう第 6 の工程であって、電気鍍造メッキを行なう際に前記凹凸構造の凹部分の空間を電気鍍造メッキで用いる金属が埋め尽くす前に、前記金属が前記凹部分の表面を覆っ

てしまうように、前記凹部分の開口部の寸法及び前記凹部分の深さが調整されている、第6の工程と、

前記導電膜部分及び電気鍍造メッキ部分を、前記凹凸構造を有する前記基板の表面から剥離することで、複製基板を作製する第7の工程とを備える光学素子作製用複製基板の製造方法。

[請求項18] 請求項17記載の光学素子作製用複製基板の製造方法で製造された複製基板を用いる光学素子の製造方法であって、

前記複製基板の表面に溶解した樹脂を塗布する第1の工程と、塗布した溶解した樹脂を冷却させ、前記複製基板から剥離することで光学素子を形成する第2の工程とを備える光学素子の製造方法。

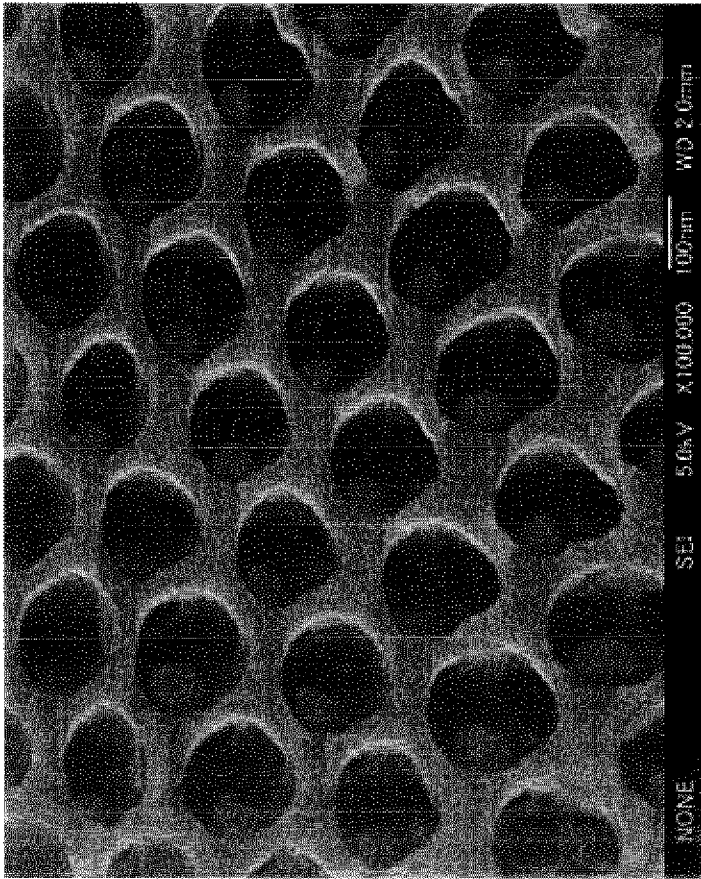
[請求項19] 請求項17記載の光学素子作製用複製基板の製造方法で製造された複製基板を用いる光学素子の製造方法であって、

前記複製基板の表面にUV硬化樹脂を塗布する第1の工程と、塗布したUV硬化樹脂を硬化させ、前記複製基板から剥離することで光学素子を形成する第2の工程とを備えた光学素子の製造方法。

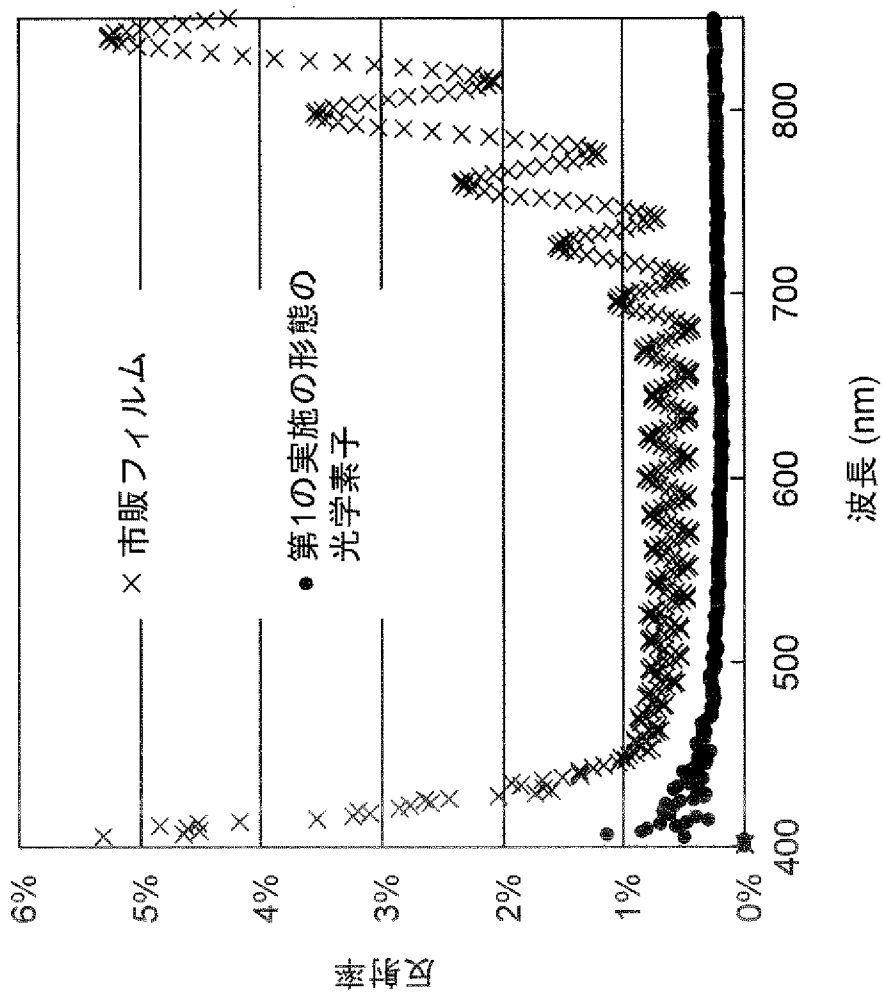
[請求項20] 請求項17記載の光学素子作製用複製基板の製造方法で製造された複製基板を用いる光学素子の製造方法であって、

前記複製基板を金型として射出成形を行う第1の工程を備えた光学素子の製造方法。

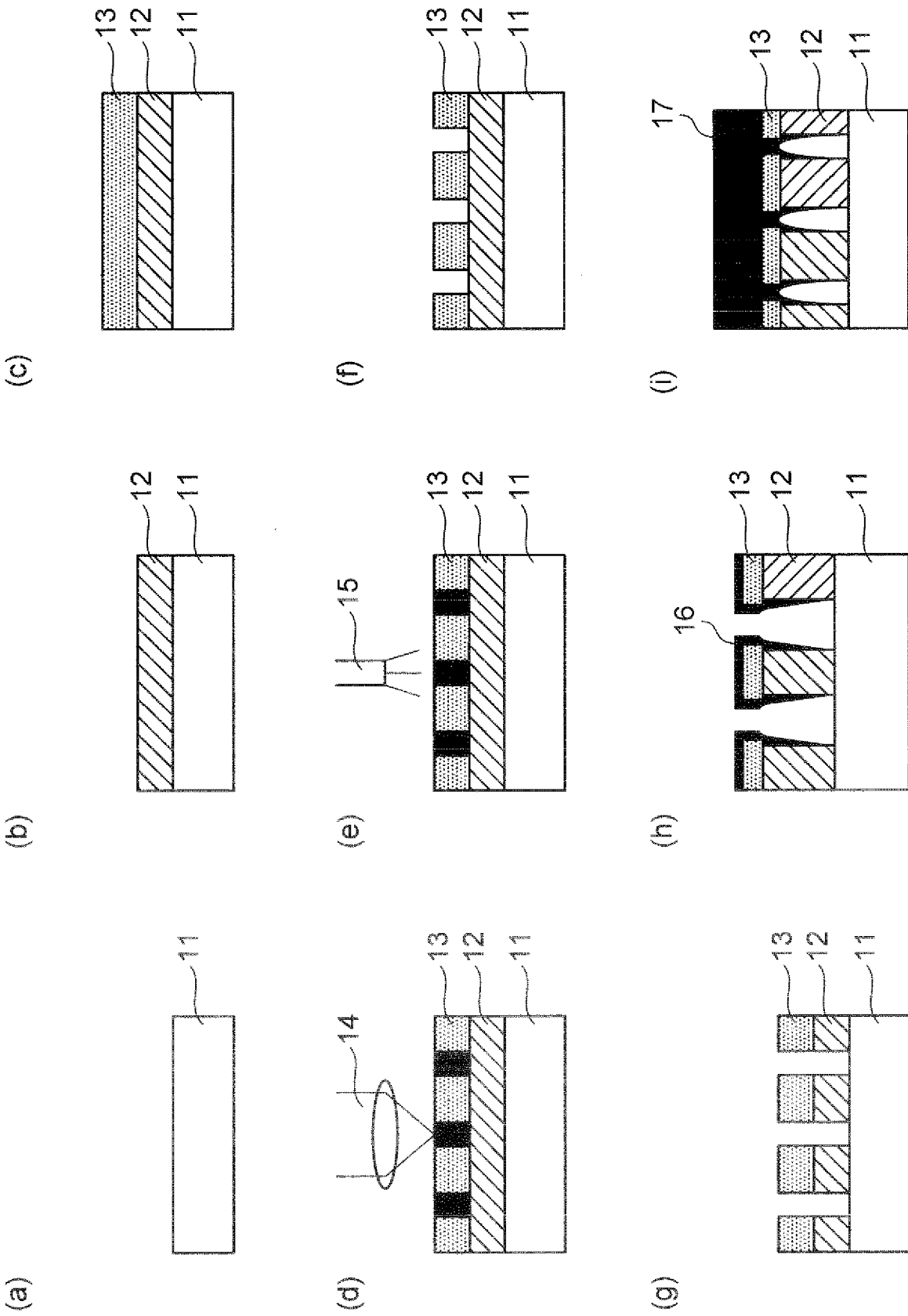
[図2]



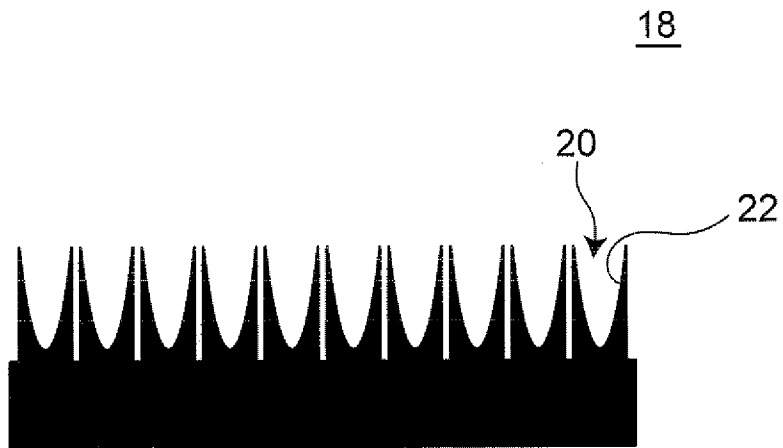
[図4]



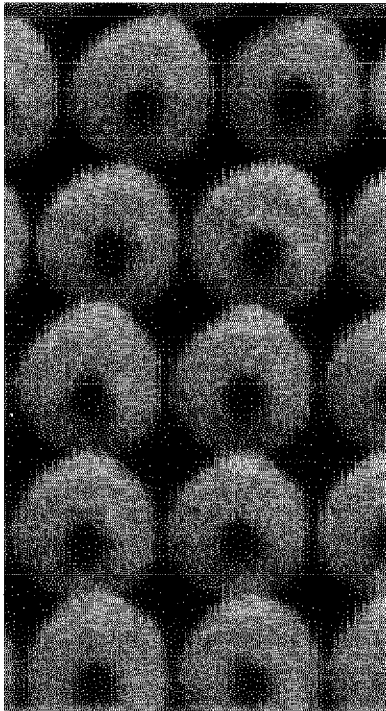
[図5]



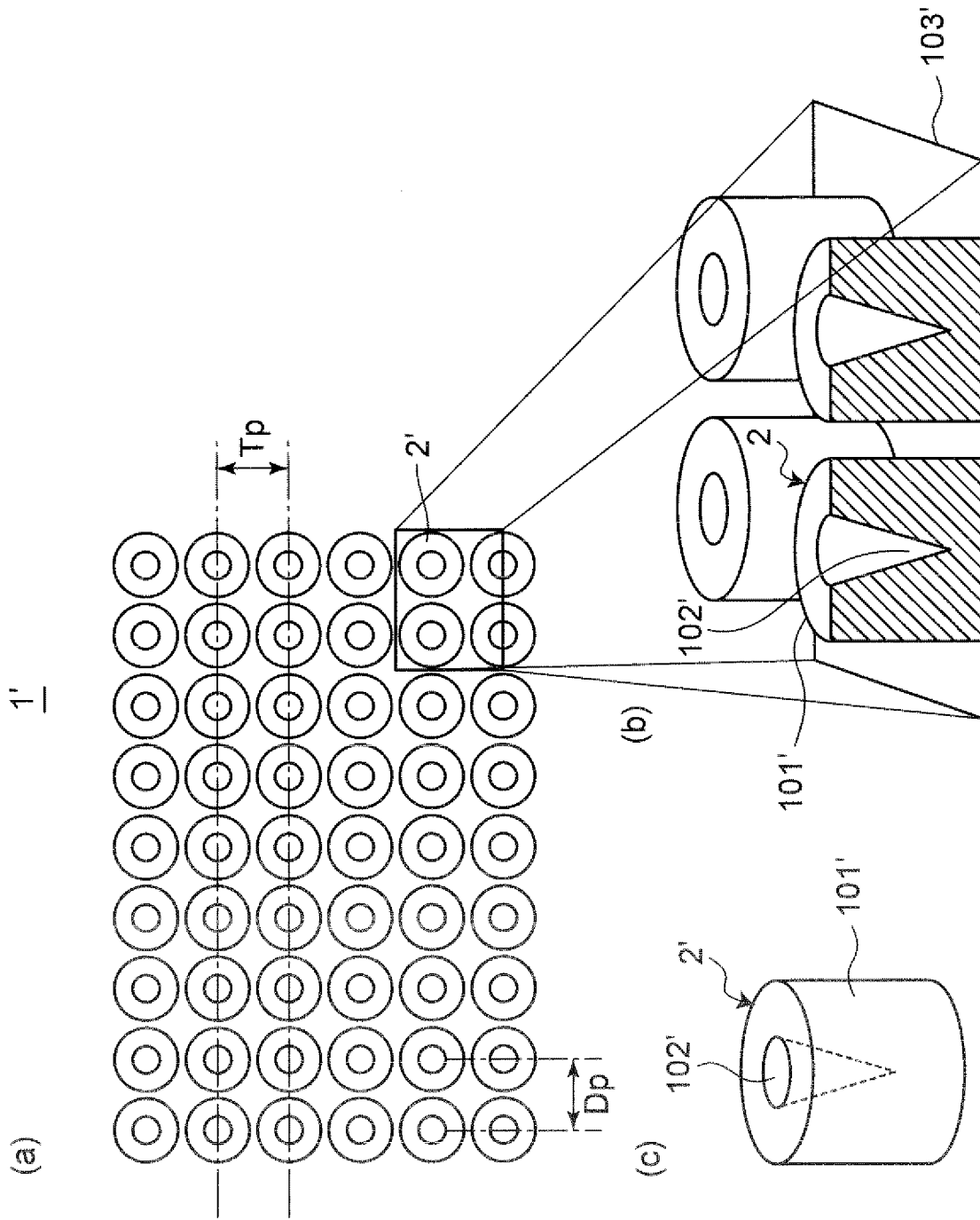
[図6]



[図7]



[8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000908

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B1/11(2006.01) i, B29D11/00(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)

G02B1/11, B29D11/00

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
A	JP 2009-237135 A (Hoya Corp.), 15 October 2009 (15.10.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2008-209867 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 11 September 2008 (11.09.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

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
05 April, 2011 (05.04.11)

Date of mailing of the international search report
12 April, 2011 (12.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B1/11(2006.01)i, B29D11/00(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 (IPC))

Int.Cl. G02B1/11, B29D11/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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
A	JP 2009-237135 A (HOYA株式会社) 2009. 10. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2008-209867 A (三菱レイヨン株式会社) 2008. 09. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20

☐ 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、一般的な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

05. 04. 2011

国際調査報告の発送日

12. 04. 2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

大橋 憲

20

3910

電話番号 03-3581-1101 内線 3271