

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4596072号
(P4596072)

(45) 発行日 平成22年12月8日 (2010. 12. 8)

(24) 登録日 平成22年10月1日 (2010. 10. 1)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 1/11 (2006. 01)

G O 2 B 1/10 A

G O 2 B 1/02 (2006. 01)

G O 2 B 1/02

G O 2 F 1/1335 (2006. 01)

G O 2 F 1/1335

B 2 9 C 33/38 (2006. 01)

B 2 9 C 33/38

B 2 9 C 33/42 (2006. 01)

B 2 9 C 33/42

請求項の数 9 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-335102 (P2008-335102)
 (22) 出願日 平成20年12月26日 (2008. 12. 26)
 (65) 公開番号 特開2010-156843 (P2010-156843A)
 (43) 公開日 平成22年7月15日 (2010. 7. 15)
 審査請求日 平成22年6月8日 (2010. 6. 8)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100082762
 弁理士 杉浦 正知
 (72) 発明者 遠藤 惣銘
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内
 (72) 発明者 林部 和弥
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内
 (72) 発明者 清水 浩一郎
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細加工体の製造方法、およびエッチング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原盤上にレジスト層を成膜する工程と、

上記原盤上に成膜されたレジスト層を露光現像し、レジスト層にパターンを形成する工程と、

上記レジスト層にパターンが形成された原盤を、電極の凹凸形状上に配置し、上記電極の凹凸形状を用いて、上記原盤の表面に対して斜め方向に異方性エッチングし、上記原盤表面に凹凸形状を形成することにより、微細加工体を作製する工程と

を備える微細加工体の製造方法。

【請求項 2】

上記原盤は、曲面を有し、

上記電極は、上記原盤の曲面とほぼ同一または相似の曲面を有し、

上記電極の曲面に上記電極の凹凸形状が形成されている請求項 1 記載の微細加工体の製造方法。

【請求項 3】

上記原盤は、円筒状、または球面状を有する請求項 2 記載の微細加工体の製造方法。

【請求項 4】

上記エッチングの工程では、上記電極の凹凸形状を用いて、2 以上の異なる方向に上記原盤を異方性エッチングする請求項 1 記載の微細加工体の製造方法。

【請求項 5】

10

20

上記エッチングの工程では、上記電極の凹凸形状を用いて、上記原盤の表面の領域に応じて、異方性エッチングの方向を変化させる請求項 4 記載の微細加工体の製造方法。

【請求項 6】

上記レジスト層は、無機レジスト層である請求項 1 記載の微細加工体の製造方法。

【請求項 7】

上記無機レジスト層の成膜工程では、上記無機レジスト層をスパッタリング法により成膜する請求項 6 記載の微細加工体の製造方法。

【請求項 8】

上記微細加工体の作製工程後に、上記微細加工体の凹凸形状を樹脂材料に転写することにより、上記微細加工体の複製を作製する工程をさらに備える請求項 1 記載の微細加工体の製造方法。

【請求項 9】

エッチング反応槽と、

上記エッチング反応槽内に対向配置された第 1 の電極および第 2 の電極とを備え、

上記第 1 の電極が、原盤を配置する凹凸形状を有し、

レジスト層にパターンが形成された原盤を、上記第 1 の電極の凹凸形状上に配置し、上記第 1 の電極の凹凸形状を用いて、上記原盤の表面に対して斜め方向に異方性エッチングし、上記原盤表面に凹凸形状を形成することにより、微細加工体を作製するエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微細加工体の製造方法、およびそれに用いるエッチング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、微細加工体の製造技術が種々検討されている。例えば、光の表面反射防止を目的として、光学素子表面に微細かつ緻密な凹凸構造（モスアイ構造）を形成する技術が提案されている（例えば非特許文献 1 参照）。

【0003】

一般に、光学素子表面に周期的な凹凸形状を設けた場合、ここを光が透過するときには回折が発生し、透過光の直進成分が大幅に減少する。しかし、凹凸形状のピッチが透過する光の波長よりも短い場合には回折は発生せず、例えば凹凸形状を矩形としたときに、そのピッチや深さなどに対応する単一波長の光に対して有効な反射防止効果を得ることができる。

【0004】

本発明者らは、このような微細加工体の製造方法として、光ディスクの原盤作成プロセスとエッチングプロセスとを融合した方法を提案している（例えば特許文献 1 参照）。この方法では、釣鐘形状や楕円錐台形状の構造体を形成することができる。

【0005】

一般的な光ディスクの原盤作製プロセスでは、凹凸パターンは以下のようにして作製される。まず、感光材であるレジストをシンナーで希釈した溶液を、平滑なガラス基板上にスピンコート法により塗布することによって、均一な膜厚で平滑なレジスト膜を基板上に形成する。次に、基板のレジスト膜を光学記録装置により種々の露光パターンを記録し、現像することにより、均一な深さや幅を有する凹凸パターンが形成される。

【0006】

【非特許文献 1】「光技術コンタクト」Vol.43, No.11(2005), 630-637

【0007】

【特許文献 1】特開 2008 - 176076 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、近年では、反射防止などを目的として、上述の凹凸構造（モスアイ構造）を種々の光学部品に対して形成することが望まれるようになっている。

【0009】

したがって、この発明の目的は、微細な凹凸パターンを有する微細加工体の製造方法、およびそれに用いられるエッチング装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述の課題を解決するために、第1の発明は、

原盤上にレジスト層を成膜する工程と、

原盤上に成膜されたレジスト層を露光現像し、レジスト層にパターンを形成する工程と

、レジスト層にパターンが形成された原盤を、電極の凹凸形状上に配置し、電極の凹凸形状を用いて、原盤の表面に対して斜め方向に異方性エッチングし、原盤表面に凹凸形状を形成することにより、微細加工体を作製する工程と

を備える微細加工体の製造方法である。

【0012】

第2の発明は、

エッチング反応槽と、

エッチング反応槽内に対向配置された第1の電極および第2の電極と

を備え、

第1の電極が、原盤を配置する凹凸形状を有し、

レジスト層にパターンが形成された原盤を、第1の電極の凹凸形状上に配置し、第1の電極の凹凸形状を用いて、原盤の表面に対して斜め方向に異方性エッチングし、原盤表面に凹凸形状を形成することにより、微細加工体を作製するエッチング装置である。

【0014】

本発明において、四方格子とは、正四角形状の格子のことをいう。準四方格子とは、正四角形状の格子とは異なり、歪んだ正四角形状の格子のことをいう。具体的には、構造体が直線上に配置されている場合には、準四方格子とは、正四角形状の格子を直線状の配列方向に引き伸ばして歪ませた四方格子のことをいう。構造体が円弧上に配置されている場合には、準四方格子とは、正四角形状の格子を円弧状に歪ませた四方格子、または、正四角形状の格子を円弧状に歪ませ、かつ、円弧状の配列方向に引き伸ばして歪ませた四方格子のことをいう。

【0015】

本発明において、六方格子とは、正六角形状の格子のことをいう。準六方格子とは、正六角形状の格子とは異なり、歪んだ正六角形状の格子のことをいう。具体的には、構造体が直線上に配置されている場合には、準六方格子とは、正六角形状の格子を直線状の配列方向に引き伸ばして歪ませた六方格子のことをいう。構造体が円弧上に配置されている場合には、準六方格子とは、正六角形状の格子を円弧状に歪ませた六方格子、または、正六角形状の格子を円弧状に歪ませ、かつ、円弧状の配列方向に引き伸ばして歪ませた六方格子のことをいう。

【発明の効果】

【0017】

以上説明したように、この発明によれば、微細な凹凸パターンを有する微細加工体の製造方法を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の実施形態について図面を参照しながら以下の順序で説明する。なお、以下の実施形態の全図においては、同一または対応する部分には同一の符号を付す。

- (1) 第 1 の実施形態 (円筒状のマスタの例)
- (2) 第 2 の実施形態 (円筒状の原盤を横にして露光する例)
- (3) 第 3 の実施形態 (円筒状の原盤の内周面に構造体を配列する例)
- (4) 第 4 の実施形態 (四方格子状に構造体を配列する例)
- (5) 第 5 の実施形態 (球面状のマスタの作製例)
- (6) 第 6 の実施形態 (傾斜した構造体を有するマスタ)
- (7) 第 7 の実施形態 (凹形状の構造体を基体表面に形成する例)
- (8) 第 8 の実施形態 (レジスト層の凹凸パターンを直接転写する例)
- (9) 第 9 の実施形態 (表示装置に対する第 1 の適用例)
- (10) 第 10 の実施形態 (表示装置に対する第 2 の適用例)

10

【 0 0 1 9 】

< 1 . 第 1 の実施形態 >

[光学素子の構成]

図 1 A は、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図 1 B は、図 1 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 1 C は、図 1 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 1 D は、図 1 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【 0 0 2 0 】

この光学素子 1 は、ディスプレイ、光エレクトロニクス、光通信 (光ファイバー)、太陽電池、照明装置など種々の光学部品に適用して好適なものがある。具体的には例えば、光学部品としては、偏光子、レンズ、導光板、窓材、および表示素子のいずれか 1 種を挙

20

【 0 0 2 1 】

光学素子 1 は、基体 2 と、この基体 2 の表面に形成された、凸部である構造体 3 とを備える。この光学素子 1 は、構造体 3 が設けられた基体表面に対して入射する光の反射を防止する機能を有している。以下では、図 1 に示すように、基体 2 の一主面内において直交する 2 つの軸を X 軸、Y 軸と称し、基体 2 の一主面に垂直な軸を Z 軸と称する。また、構造体 3 間に空隙部 2 a がある場合には、この空隙部 2 a に微細凹凸形状を設けることが好ましい。このような微細凹凸形状を設けることで、光学素子 1 の反射率をさらに低減することができるからである。

30

以下、光学素子 1 を構成する基体 2、および構造体 3 について順次説明する。

【 0 0 2 2 】

(基体)

基体 2 は、透明性を有する透明基体である。基体 2 の材料としては、例えば、ポリカーボネート (P C) やポリエチレンテレフタレート (P E T) などの透明性合成樹脂、ガラスなどを主成分とするものが挙げられるが、特にこれらの材料に限定されるものではない。

【 0 0 2 3 】

基体 2 の形状としては、例えば、フィルム状、シート状、プレート状、ブロック状を挙げることができるが、特にこれらの形状に限定されるものではない。基体 2 の形状は、ディスプレイ、光エレクトロニクス、光通信、太陽電池、照明装置など所定の反射防止機能が必要とされる各種光学デバイスの本体部分や、これらの光学デバイスに取り付けられるシートやフィルム状などの反射防止機能部品の形状に合わせて選択決定することが好ましい。

40

【 0 0 2 4 】

(構造体)

図 2 は、図 1 に示した光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。基体 2 の表面には、凸部である構造体 3 が多数配列されている。この構造体 3 は、使用環境下の光の波長以下の短いピッチ、例えば可視光の波長と同程度のピッチで周期的に 2 次元配置されている。使用環境下の光は、例えば、紫外光、可視光、赤外光である。ここで、紫外光とは 10

50

nm以上360nm未満の波長範囲を有する光、可視光とは360nm以上830nm以下の光、赤外光とは830nmを超えて1mm以下の光をいう。

【0025】

光学素子1の構造体3は、基体2の表面において複数列のトラックT1, T2, T3, ... (以下総称して「トラックT」ともいう。)をなすような配置形態を有する。ここで、トラックとは、構造体3が列をなして直線状に連なった部分のことをいう。隣接する構造体3の下部同士を重ね合わせて、構造体3の下部同士を接合するようにしてもよい。この構造体3の接合は、隣接関係にある構造体3の全てまたは一部でなされる。例えば、トラック方向に配置される構造体3の下部同士が重ね合わされて接合される。このように構造体3の下部同士を接合することで、反射特性を向上することができる。

10

【0026】

構造体3は、隣接する2つのトラックT間において、半ピッチずれた位置に配置されている。具体的には、隣接する2つのトラックT間において、一方のトラック(例えばT1)に配列された構造体3の中間位置(半ピッチずれた位置)に、他方のトラック(例えばT2)の構造体3が配置されている。その結果、図1Bに示すように、隣接する3列のトラック(T1~T3)間においてa1~a7の各点に構造体3の中心が位置する六方格子パターンまたは準六方格子パターンを形成するように構造体3が配置されている。この第1の実施形態において、六方格子パターンとは、正六角形状の格子パターンのことをいう。また、準六方格子パターンとは、正六角形状の格子パターンとは異なり、トラックの延在方向(X軸方向)に引き伸ばされ歪んだ六方格子パターンのことをいう。

20

【0027】

構造体3が準六方格子パターンを形成するように配置されている場合には、図1Bに示すように、同一トラック(例えばT1)内における構造体3の配置ピッチP1(a1~a2間距離)は、隣接する2つのトラック(例えばT1およびT2)間における構造体3の配置ピッチ、すなわちトラックの延在方向に対して±方向における構造体3の配置ピッチP2(例えばa1~a7, a2~a7間距離)よりも長くなっていることが好ましい。このように構造体3を配置することで、構造体3の充填密度の更なる向上を図れるようになる。

【0028】

構造体3の高さは特に限定されず、透過させる光の波長領域に応じて適宜設定される。構造体3の高さは、例えば236nm~450nm、好ましくは415nm~421nmである。構造体3のアスペクト比(高さH/配置ピッチP)は、0.81~1.46の範囲に設定することが好ましい。0.81未満であると反射特性および透過特性が低下する傾向にあり、1.46を超えると光学素子1の作製時において剥離特性が低下し、レプリカの複製が綺麗に取れなくなる傾向があるからである。

30

【0029】

なお、本発明においてアスペクト比は、以下の式(1)により定義される。

アスペクト比 = $H / P \cdots (1)$

但し、H: 構造体3の高さ、P: 平均配置ピッチ(平均周期)

ここで、平均配置ピッチPは以下の式(2)により定義される。

40

平均配置ピッチ $P = (P1 + P2 + P2) / 3 \cdots (2)$

但し、P1: トラックの延在方向の配置ピッチ(トラック延在方向周期)、P2: トラックの延在方向に対して±方向(但し、 $\theta = 60^\circ -$ 、ここで、 θ は、好ましくは $0^\circ < \theta < 11^\circ$ 、より好ましくは $3^\circ \sim 6^\circ$)の配置ピッチ(±方向周期)

【0030】

また、構造体3の高さHは、構造体3の列方向の高さH2とする(図2参照)。ここで、列方向とは、基体表面内において、トラックの延在方向(X軸方向)に直交する方向(Y軸方向)のことをいう。後述する製造方法により光学素子1を作製する場合、構造体3のトラック延在方向の高さH1は、列方向の高さH2よりも小さくすることが好ましい。このような高さの関係とすると、後述する製造方法では、構造体3のトラック延在方向以

50

外の部分における高さは、列方向の高さ H_2 とほぼ同一となる。このため、構造体 3 の高さ H を列方向の高さ H_2 で代表する。

【0031】

図 2 では、構造体 3 は、それぞれ同一の形状を有しているが、構造体 3 の形状はこれに限定されるものではなく、基体表面に 2 種以上の形状の構造体 3 が形成されていてもよい。また、構造体 3 は、基体 2 と一体的に形成されていてもよい。

【0032】

なお、構造体 3 のアスペクト比は全て同一である場合に限らず、構造体 3 が一定の高さ分布（例えばアスペクト比 0.83 ~ 1.46 程度の範囲）をもつように構成されていてもよい。高さ分布を有する構造体 3 を設けることで、反射特性の波長依存性を低減することができる。したがって、優れた反射防止特性を有する光学素子 1 を実現することができる。

10

【0033】

ここで、高さ分布とは、2 種以上の高さ（深さ）を有する構造体 3 が基体 2 の表面に設けられていることを意味する。すなわち、基準となる高さを有する構造体 3 と、この構造体 3 とは異なる高さを有する構造体 3 とが基体 2 の表面に設けられていることを意味する。基準とは異なる高さを有する構造体 3 は、例えば基体 2 の表面に周期的または非周期的（ランダム）に設けられている。その周期性の方向としては、例えばトラックの延在方向、列方向などが挙げられる。

【0034】

20

構造体 3 の材料としては、例えば、紫外線、もしくは電子線により硬化する電離放射線硬化型樹脂、または熱により硬化する熱硬化型樹脂を主成分とするものが好ましく、紫外線で硬化できる紫外線硬化樹脂を主成分とするものが最も好ましい。

【0035】

構造体 3 は、この構造体 3 の頂部から底部に向かって徐々に広がる曲面を有していることが好ましい。このような形状にすることにより、転写性を良好にすることができるからである。

【0036】

構造体 3 の頂部は、例えば、平面、または凸状の曲面、好ましくは、凸状の曲面である。このように凸状の曲面とすることで、光学素子 1 の耐久性を向上することができる。また、構造体 3 の頂部に、構造体 3 よりも屈折率が低い低屈折率層を形成してもよく、このような低屈折率層を形成することで、反射率を下げる事が可能となる。

30

【0037】

構造体 3 の全体形状としては、例えば、錐体形状を挙げることができる。錐体形状としては、円錐形状、円錐台形状、楕円錐形状、楕円錐台形状、頂部に曲率を持たせた円錐形状、頂部に曲率を持たせた楕円錐形状を挙げることができる。ここで、錐体形状とは、円錐形状および円錐台形状以外にも、楕円錐形状、楕円錐台形状、頂部に曲率を持たせた円錐形状、および頂部に曲率を持たせた楕円錐形状を含む概念である。また、円錐台形状とは、円錐形状の頂部を切り落とした形状をいい、楕円錐台形状とは、楕円錐の頂部を切り落とした形状のことをいう。なお、構造体 3 の全体形状は、これらの形状に限定されるものではなく、所望の特性に応じて適宜選択することが可能である。

40

【0038】

より具体的には、楕円錐形状を有する構造体 3 は、底面が長軸と短軸をもつ楕円形、長円形または卵型の錐体構造で、頂部が曲面である構造体である。楕円錐台形状を有する構造体 3 は、底面が長軸と短軸をもつ楕円形、長円形または卵型の錐体構造で、頂部が平坦である構造体である。構造体 3 を楕円錐形状または楕円錐台形状とする場合、構造体 3 の底面の長軸方向がトラックの延在方向（X 軸方向）となるように、構造体 3 を基体表面に形成することが好ましい。

【0039】

[マスタの構成]

50

図 3 は、上述の構成を有する光学素子を作製するためのマスクの構成の一例を示す。図 3 に示すように、マスク 11 は、いわゆるロールマスクであり、円筒状の原盤 12 の表面に凹部である構造体 13 が多数配列された構成を有している。この構造体 13 は、光学素子 1 の使用環境下の光の波長以下、例えば可視光の波長と同程度のピッチで周期的に 2 次元配列されている。構造体 13 は、例えば、円柱状の原盤 12 の表面に同心円状またはスパイラル状上に配置されている。構造体 13 は、上述の基体 2 の表面に凸部である構造体 3 を形成するためのものである。原盤 12 の材料は、例えばガラスを用いることができるが、この材料に特に限定されるものではない。

【 0 0 4 0 】

[露光装置の構成]

10

図 4 は、上述の構成を有するマスクを作製するための露光装置の構成の一例を示す概略図である。この露光装置は、光学ディスク記録装置をベースとして構成されている。

【 0 0 4 1 】

レーザ光源 21 は、記録媒体としての原盤 12 の表面に着膜されたレジストを露光するための光源であり、例えば波長 $\lambda = 266 \text{ nm}$ の記録用のレーザ光 15 を発振するものである。レーザ光源 21 から出射されたレーザ光 15 は、平行ビームのまま直進し、電気光学素子 (EOM: Electro Optical Modulator) 22 へ入射する。電気光学素子 22 を透過したレーザ光 15 は、ミラー 23 で反射され、変調光学系 25 に導かれる。

【 0 0 4 2 】

ミラー 23 は、偏光ビームスプリッタで構成されており、一方の偏光成分を反射し他方の偏光成分を透過する機能をもつ。ミラー 23 を透過した偏光成分はフォトダイオード 24 で受光され、その受光信号に基づいて電気光学素子 22 が制御されてレーザ光 15 の位相変調が行われる。

20

【 0 0 4 3 】

変調光学系 25 において、レーザ光 15 は、集光レンズ 26 により、ガラス (SiO_2) などからなる音響光学素子 (AOM: Acoust-Optic Modulator) 27 に集光される。レーザ光 15 は、音響光学素子 27 により強度変調され発散した後、コリメータレンズ 28 によって平行ビーム化される。変調光学系 25 から出射されたレーザ光 15 は、ミラー 31 によって反射され、移動光学テーブル 32 上に水平かつ平行に導かれる。

【 0 0 4 4 】

30

移動光学テーブル 32 は、ビームエキスパンダ 33、および対物レンズ 34 を備えている。移動光学テーブル 32 に導かれたレーザ光 15 は、ビームエキスパンダ 33 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、原盤 12 上のレジスト層へ照射される。原盤 12 は、スピンドルモータ 35 に接続されたターンテーブル 36 の上に載置されている。そして、原盤 12 を回転させるとともに、レーザ光 15 を原盤 12 の高さ方向に移動させながら、レジスト層へレーザ光 15 を間欠的に照射することにより、レジスト層の露光工程が行われる。形成された潜像は、例えば、円周方向に長軸を有する略楕円形になる。レーザ光 15 の移動は、移動光学テーブル 32 を矢印 R 方向へ移動することによって行われる。

【 0 0 4 5 】

40

露光装置は、図 1 B に示した六方格子または準六方格子の 2 次元パターンに対応する潜像をレジスト層に形成するための制御機構 37 を備えている。制御機構 37 は、フォーマッタ 29 とドライバ 30 とを備える。フォーマッタ 29 は、極性反転部を備え、この極性反転部が、レジスト層に対するレーザ光 15 の照射タイミングを制御する。ドライバ 30 は、極性反転部の出力を受けて、音響光学素子 27 を制御する。

【 0 0 4 6 】

この露光装置では、2 次元パターンが空間的にリンクするように 1 トラック毎に極性反転フォーマッタ信号と記録装置の回転コントローラとを同期させ信号を発生し、音響光学素子 27 により強度変調している。角速度一定 (CAV: Constant Angular Velocity) で適切な回転数と適切な変調周波数と適切な送りピッチとでパターンニングすることにより

50

、六方格子または準六方格子パターンをレジスト層に記録することができる。

【 0 0 4 7 】

[エッチング装置の構成]

図 5 は、上述の構成を有するマスタを作製するためのエッチング装置の構成の一例を示す概略図である。エッチング装置は、いわゆる R I E (Reactive Ion Etching) 装置であり、図 5 に示すように、エッチング反応槽 4 1 と、カソード (陰極) である円柱電極 4 2 と、アノード (陽極) である対向電極 4 3 とを備える。円柱電極 4 2 は、エッチング反応槽 4 1 の中央に配置されている。対向電極 4 3 が、エッチング反応槽 4 1 の内側に設けられている。円柱電極 4 2 は、円筒状の原盤 1 2 を着脱可能な構成を有している。円柱電極 4 2 は、例えば、筒状の原盤 1 2 の円筒面とほぼ同一または相似の円柱面、具体的には、円筒状の原盤 1 2 の内周面よりも多少小さい径を有する円柱面を有する。円柱電極 4 3 が、ブロッキングコンデンサ 4 4 を介して、例えば 1 3 . 5 6 M H z の高周波電源 (R F) 4 5 に対して接続される。対向電極 4 3 は、アースに対して接続される。

10

【 0 0 4 8 】

上述の構成を有するエッチング装置では、高周波電源 4 5 により対向電極 4 3 と円柱電極 4 2 との間に高周波電圧が印加されると、対向電極 4 3 と円柱電極 4 2 との間にプラズマが発生する。対向電極 4 3 はアースに接続されているため、電位が変わらないのに対して、円柱電極 4 2 は、ブロッキングコンデンサ 4 4 により回路が遮断されているのため、マイナス電位になり電圧降下が発生する。この電圧降下により、円柱電極 4 2 の円柱面に垂直な方向に電界が発生し、プラズマ中のプラスイオンは、円筒状の原盤 1 2 の外周面に垂直に入射し、異方性エッチングが行われる。

20

【 0 0 4 9 】

[光学素子の製造方法]

図 6 ~ 図 7 を参照して、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子の製造方法について説明する。

【 0 0 5 0 】

第 1 の実施形態に係る光学素子の製造方法は、光ディスクの原盤作成プロセスとエッチングプロセスとを融合した方法である。この製造方法は、原盤にレジスト層を形成するレジスト成膜工程と、露光装置を用いてレジスト層に潜像を形成する露光工程と、潜像が形成されたレジスト層を現像する現像工程と、エッチングによりマスタを製作するエッチング工程と、紫外線硬化樹脂により複製基板を製作する複製工程とを備える。

30

以下、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子の製造方法の各工程について順次説明する。

【 0 0 5 1 】

(レジスト成膜工程)

まず、図 6 A に示すように、円筒状の原盤 1 2 を準備する。この原盤 1 2 は、例えばガラス原盤である。次に、図 6 B に示すように、スパッタリング法により無機レジスト層 1 4 を円筒状の原盤 1 2 の外周面に成膜する。無機系レジストとしては、例えば、タングステンやモリブデンなどの 1 種または 2 種以上の遷移金属からなる金属酸化物を用いることができる。

40

【 0 0 5 2 】

(露光工程)

次に、図 6 C に示すように、図 4 に示した露光装置を用いて、原盤 1 2 を回転させると共に、レーザ光 (露光ビーム) 1 5 を無機レジスト層 1 4 に照射する。このとき、レーザ光 1 5 を原盤 1 2 の高さ方向に移動させながら、レーザ光 1 5 を間欠的に照射することで、無機レジスト層 1 4 を全面にわたって露光する。これにより、レーザ光 1 5 の軌跡に応じた潜像 1 6 が、例えば、可視光波長と同程度のピッチで無機レジスト層 1 4 の全面にわたって形成される。

【 0 0 5 3 】

(現像工程)

50

次に、原盤 1 2 を回転させながら、無機レジスト層 1 4 上に現像液を滴下して、図 7 A に示すように、無機レジスト層 1 4 を現像処理する。無機レジスト層 1 4 をポジ型のレジストにより形成した場合には、レーザ光 1 5 で露光した露光部は、非露光部と比較して現像液に対する溶解速度が増すので、図 7 A に示すように、潜像（露光部）1 6 に応じたパターンが無機レジスト層 1 4 に形成される。

【 0 0 5 4 】

（エッチング工程）

次に、図 5 に示したエッチング装置を用いて、原盤 1 2 の上に形成された無機レジスト層 1 4 のパターン（レジストパターン）をマスクとして、原盤 1 2 の表面をエッチング処理する。これにより、図 7 B に示すように、例えば、トラックの延在方向に長軸方向をもつ楕円錐形状または楕円錐台形状の凹部、すなわち構造体 1 3 を得ることができる。

10

【 0 0 5 5 】

また、必要に応じて、エッチング処理とアッシング処理を交互に行うようにしてもよい。このようにすることで、種々の曲面を有する構造体 1 3 を形成することができる。例えば、アッシングとエッチングとを繰り返し交互に行うと共に、エッチングの時間を徐々に長くすることにより、構造体 3 の形状を、頂部の傾きが緩やかで中央部から底部に徐々に急峻な傾きの楕円錐形状にできる。また、無機レジスト層 1 4 の 3 倍以上の深さ（選択比 3 以上）のガラスマスターを作製でき、構造体 3 の高アスペクト比化を図ることができる。

以上により、六方格子パターンまたは準六方格子パターンを有するマスタ 1 1 が得られる。

20

【 0 0 5 6 】

（複製工程）

次に、マスタ 1 1 と紫外線硬化樹脂を塗布したアクリルシートなどの基体 2 とを密着させ、紫外線を照射し紫外線硬化樹脂を硬化させた後、マスタ 1 1 から基体 2 を剥離する。これにより、図 7 C に示すように、目的とする光学素子 1 が作製される。

【 0 0 5 7 】

第 1 の実施形態によれば、スパッタリング法により無機レジスト層 1 4 を成膜するので、円筒状の原盤 1 2 の表面に均一な膜厚で、かつ平滑な無機レジスト膜を成膜できる。また、円筒状の原盤 1 2 を円柱電極 4 2 に配置しリアクティブイオンエッチングするので、プラスイオンを円筒状の原盤 1 2 の外周面に垂直に入射させ、異方性エッチングすることができる。以上により、均一な深さや幅を有する凹凸パターンを、円柱面を有する原盤 1 2 に形成できる。

30

【 0 0 5 8 】

また、光ディスクの原盤作成プロセスとエッチングプロセスとを融合した方法を用いて、光学素子 1 を作製する場合には、電子線露光を用いて光学素子 1 を作製した場合に比べて、原盤作製プロセスに要する時間（露光時間）を大幅に短縮することができる。したがって、光学素子 1 の生産性を大幅に向上することができる。

【 0 0 5 9 】

また、構造体 3 の頂上部の形状を先鋭でなく滑らかな形状、例えば高さ方向に向けて突出する滑らかな曲面とした場合には、光学素子 1 の耐久性を向上することができる。また、マスタ 1 1 に対する光学素子 1 の剥離性を向上することもできる。

40

【 0 0 6 0 】

一般的なスピコート法による有機レジスト膜の形成プロセスでは、原盤が曲面（円筒形、球形）を有するものである場合、塗布むらを生じ、均一な膜厚で平滑なレジスト膜を形成することは困難である。したがって、均一な深さや幅を有する凹凸パターンを曲面状の原盤表面に形成することは困難である。これに対して、第 1 の実施形態では、スパッタリング法により無機レジスト層 1 4 を成膜するので、円筒状の原盤 1 2 の表面に均一な膜厚で、かつ平滑な無機レジスト膜を成膜できる。したがって、均一な深さや幅を有する凹凸パターンを曲面状の原盤表面に形成することができる。

50

【 0 0 6 1 】

また、上述の製造方法を応用することで、円筒形や球形などの曲面を有する原盤以外にも、均一な深さや幅を有する凹凸パターンを形成することができる。例えば、シート状、テープ状、棒状、針状、直方体状（ボックス状）、ワイヤフレーム状、円筒状などの原盤に対して、均一な深さや幅を有する凹凸パターンを形成することができる。また、直方体状を有する中空の基体、円筒形状を有する中空の原盤の内部に対しても、均一な深さや幅を有する凹凸パターンを形成することができる。

【 0 0 6 2 】

< 2 . 第 2 の実施形態 >

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光学素子の製造に用いる露光装置の構成の一例を示す概略図である。図 8 に示すように、第 2 の実施形態は、円筒状の原盤 1 2 を横にして露光する点において、第 1 の実施形態とは異なっている。

10

【 0 0 6 3 】

この露光装置は、ターンテーブル 6 0、スピンドルサーボ 6 1、レーザ光源 5 1（2 6 6 n m）、ミラー M 1 およびミラー M 2、駆動回路（ドライバ）5 8、移動光学テーブル 5 3、電圧周波数制御器 5 7、エアスライダ（図示せず）、送りサーボ（図示せず）、離軸法（Skew Method）のフォーカスサーボ（図示せず）を、その主要部として備えている。

【 0 0 6 4 】

レーザ光源 5 1 は、記録媒体としての円筒状の原盤 1 2 の表面に着膜されたレジストを露光するための光源であり、例えば波長 = 2 6 6 n m の記録用のレーザ光 5 2 を発振するものである。但し、露光用の光源としては、特にこのようなレーザ光源 5 1 のみに限定されるものではない。このレーザ光源 5 1 より出射されたレーザ光 5 2 は、平行ビームのまま直進し、ミラー M 1 およびミラー M 2 で反射されて向きを変えて、移動光学テーブル 5 3 へと導かれる。

20

【 0 0 6 5 】

移動光学テーブル 5 3 には、2 つのウェッジプリズム 5 4 と 1 つの音響光学変調偏向器（A O M / A O D ; Acoustic Optical Modulator / Acoustic Optical Deflector）5 5 とが配置されている。これらウェッジプリズム 5 4 および音響光学変調偏向器 5 5 は、平行ビームのまま入射して来たレーザ光 5 2 と格子面とがブラッグの条件を満たすと共にビーム水平高さが変わらないように配置されている。音響光学変調偏向器 5 5 に用いられる音響光学素子としては石英（S i O₂）が好適である。

30

【 0 0 6 6 】

音響光学変調偏向器 5 5 には、所定の信号が駆動回路 5 8 から供給される。駆動回路 5 8 には、電圧周波数制御器（V C O）5 7 から高周波信号が供給される。電圧周波数制御器 5 7 には制御信号が供給される。音響光学変調偏向器 5 5 は、ブラッグ回折における一次回折光強度が超音波パワーにほぼ比例することを利用したものであり、記録信号に基づいて超音波パワーを変調してレーザ光 5 2 の光変調を行い、所定の露光パターンを形成する。ブラッグ回折を実現するために、ブラッグ条件； $2 d \sin \theta = n \lambda$ （ここに、 d ：格子間隔、 θ ：レーザ光波長、 θ ：レーザ光と格子面のなす角、 n ：整数である）を満たすように、レーザ光 5 2 の光軸に対する音響光学変調偏向器 5 5 の位置関係および姿勢を設定する。電圧周波数制御器 5 7 からの制御信号（ウォブルを形成するための信号）により、格子間隔 d が変化し、ブラッグ条件（ $2 d \sin \theta = n \lambda$ ）により、 θ が変化することにより、偏向（ウォブル）される。

40

【 0 0 6 7 】

上述のようにして変調および偏向（ウォブル）されたレーザ光 5 2 は、ビームエキスパンダ 5 6 により所望のビーム形状に整形された後、ミラー M 3 および対物レンズ 5 9 により円筒状の原盤 1 2 の無機レジストに照射され、所望の構造体の潜像を形成する。光学的記録装置は、スピンドルサーボにより回転数を制御し、送りサーボによりエアスライダの送りを制御し、フォーカスサーボにより焦点を制御し、図 8 に示すような露光を行う。

50

【 0 0 6 8 】

< 3 . 第 3 の実施形態 >

図 9 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光学素子の製造に用いる露光装置の構成の一例を示す概略図である。図 9 に示すように、第 3 の実施形態は、円筒状の原盤 1 2 の内周面に無機レジスト層を形成し、この無機レジスト層を露光する点において、第 2 の実施形態とは異なっている。

【 0 0 6 9 】

< 4 . 第 4 の実施形態 >

図 1 0 A は、本発明の第 4 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図 1 0 B は、図 1 0 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 1 0 C は、図 1 0 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 1 0 D は、図 1 0 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【 0 0 7 0 】

第 4 の実施形態に係る光学素子 1 は、構造体 3 が、隣接する 3 列のトラック間において四方格子パターンまたは準四方格子パターンをなしている点において、第 1 の実施形態のものとは異なっている。ここで、準四方格子パターンとは、正四方格子パターンと異なり、トラックの延在方向（X 軸方向）に引き伸ばされ歪んだ四方格子パターンを意味する。構造体 3 が四方格子パターンまたは準四方格子パターンに周期的に配置されている場合には、例えば、構造体 3 が 4 回対称となる方位で隣接する。また、四方格子をより引き伸ばし歪ませることにより、同一トラックの構造体 3 に対しても隣接させることが可能となり、4 回対称となる方位に加えて同一トラック方向の 2 箇所でも隣接した充填密度の高い配置がなされる。

【 0 0 7 1 】

隣接する 2 つのトラック T 間において、一方のトラック（例えば T 1）に配列された構造体 3 の中間位置（半ピッチずれた位置）に、他方のトラック（例えば T 2）の構造体 3 が配置されている。その結果、図 1 0 B に示すように、隣接する 3 列のトラック（T 1 ~ T 3）間において a 1 ~ a 4 の各点に構造体 3 の中心が位置する四方格子パターンまたは準四方格子パターンを形成するように構造体 3 が配置されている。

【 0 0 7 2 】

構造体 3 の高さ（深さ）は特に限定されず、透過させる光の波長領域に応じて適宜設定される。例えば、可視光を透過させる場合、構造体 3 の高さ（深さ）は 1 5 0 n m ~ 5 0 0 n m であることが好ましい。トラック T に対して 方向のピッチ P 2 は、例えば、2 7 5 n m ~ 2 9 7 n m 程度である。構造体 3 のアスペクト比（高さ H / 配置ピッチ P）は、例えば、0 . 5 4 ~ 1 . 1 3 程度である。更に、構造体 3 のアスペクト比は全て同一である場合に限らず、構造体 3 が一定の高さ分布をもつように構成されていてもよい。

【 0 0 7 3 】

同一トラック内における構造体 3 の配置ピッチ P 1 は、隣接する 2 つのトラック間における構造体 3 の配置ピッチ P 2 よりも長いことが好ましい。また、同一トラック内における構造体 3 の配置ピッチを P 1、隣接する 2 つのトラック間における構造体 3 の配置ピッチを P 2 としたとき、比率 $P 1 / P 2$ が、 $1 . 4 < P 1 / P 2 \leq 1 . 5$ の関係を満たすことが好ましい。このような数値範囲にすることで、楕円錐または楕円錐台形状を有する構造体の充填率を向上することができるので、反射防止特性を向上することができる。

【 0 0 7 4 】

第 4 の実施形態では、上述の第 1 の実施形態と同様に、反射防止特性に優れた光学素子 1 を得ることができる。

【 0 0 7 5 】

< 5 . 第 5 の実施形態 >

[光学素子の構成]

図 1 1 A は、本発明の第 5 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図 1 1 B は、図 1 2 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 1

１１Ｃは、図１１ＢのトラックＴ１、Ｔ３、・・・における断面図である。図１１Ｄは、図１１ＢのトラックＴ２、Ｔ４、・・・における断面図である。

【００７６】

第５の実施形態に係る光学素子１は、球面状の面を有し、この球面上に構造体３が形成されている点において、第１の実施形態とは異なっている。球面は、例えば凸状または凹状の球面である。光学素子１は、例えば、凹レンズ、または凸レンズである。図１１では、光学素子１が凹状の球面を有する場合が例として示されている。

第５の実施形態に係る光学素子１において、上記以外のことは第１の実施形態と同様である。

【００７７】

[マスタの構成]

図１２は、上述の構成を有する光学素子を作製するためのマスタの構成の一例を示す。第５の実施形態に係るマスタ１１は、球面状の面を有し、この球面上に構造体１３が形成されている点において、第１の実施形態とは異なっている。球面は、例えば凸状または凹状の球面である。図１２では、マスタ１１が凸状の球面を有する場合が例として示されている。

第５の実施形態に係るマスタ１１において、上記以外のことは第１の実施形態と同様である。

【００７８】

[露光装置の構成]

図１３は、上述の構成を有するマスタを作製するための露光装置の構成の一例を示す概略図である。移動光学テーブル３２は、ビームエキスパンダ３３、ミラー３８および対物レンズ３４を備えている。また、対物レンズ３４の直下の位置には、ポジションセンサ（図示せず）が設けられている。このポジションセンサにより、原盤１２の球面との衝突が防止されるようになっている。移動光学テーブル３２に導かれたレーザ光１５は、ビームエキスパンダ３３により所望のビーム形状に整形された後、ミラー３８および対物レンズ３４を介して、原盤１２の球面上に形成されたレジスト層へ照射される。球面を有する原盤１２は、スピンドルモータ３５に接続されたターンテーブル３６上に載置されている。そして、原盤１２を回転させるとともに、レーザ光１５を原盤１２の回転半径方向に移動させながら、原盤１２上のレジスト層へレーザ光を間欠的に照射することにより、レジスト層の露光工程が行われる。レーザ光１５の移動は、移動光学テーブル３２を矢印Ｒ方向へ移動することによって行われる。

第５の実施形態に係る露光装置において、上記以外のことは第１の実施形態と同様である。

【００７９】

[エッチング装置の構成]

図１４は、上述の構成を有するマスタを作製するためのエッチング装置の構成の一例を示す概略図である。エッチング反応槽４１内に、球面電極４６と、この球面電極４６と対向する対向電極４７とを備えている。球面電極４６は、対向電極４７と対向する側に球面を有し、この球面上に原盤１２が載置される。球面電極４６は、球面状の原盤１２を着脱可能に構成されている。球面電極４６は、例えば、球面状の原盤１２の球面とほぼ同一または相似の球面を有する。

第５の実施形態に係るエッチング装置において、上記以外のことは第１の実施形態と同様である。

【００８０】

< ６．第６の実施形態 >

図１５Ａは、本発明の第６の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図１５Ｂは、図１５Ａに示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図１５Ｃは、図１５ＢのトラックＴ１、Ｔ３、・・・における断面図である。図１５Ｄは、図１５ＢのトラックＴ２、Ｔ４、・・・における断面図である。図１６は、図１５に示した

10

20

30

40

50

光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。

【 0 0 8 1 】

第 6 の実施形態は、構造体 3 が基体表面に対して傾斜している点において、第 1 の実施形態とは異なっている。構造体 3 が基体表面に対して 2 以上の異なる方向を向いていてもよい。具体的には、構造体 3 が、例えば、基体表面の法線方向に対して、所定の角度を持って 2 以上の異なる方向に斜めに形成されているようにしてもよい。また、構造体 3 が、複数の領域を有し、各領域に応じて構造体の方向が異なるようにしてもよい。

第 6 の実施形態に係る光学素子において、上記以外のことは第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 8 2 】

10

[マスタの構成]

図 1 7 は、上述の構成を有する光学素子を作製するためのマスタの構成の一例を示す。図 1 7 に示すように、マスタ 1 1 は、円盤状の原盤 1 2 の表面に凹部である構造体 1 3 が多数配列された構成を有している。この構造体 1 3 は、光学素子 1 の使用環境下の光の波長以下、例えば可視光の波長と同程度のピッチで周期的に 2 次元配列されている。構造体 1 3 は、例えば、同心円状またはスパイラル状のトラック上に配置されている。

第 6 の実施形態に係るマスタにおいて、上記以外のことは第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 8 3 】

20

[露光装置の構成]

図 1 8 は、上述の構成を有するマスタを作製するための露光装置の構成の一例を示す概略図である。第 6 の実施形態に係る露光装置は、第 5 の実施形態のものと同様である。但し、第 6 の実施形態では、図 1 8 に示すように、ターンテーブル 3 6 にはディスク状の原盤 1 2 が載置され、この原盤 1 2 の無機レジストに対して、レーザー光が照射されて露光が行われる。

【 0 0 8 4 】

[エッチング装置の構成]

図 1 9 は、上述の構成を有するマスタを作製するためのエッチング装置の構成の一例を示す概略図である。エッチング反応槽 4 1 内に、凹凸面電極 4 8 と、この凹凸面電極 4 8 と対向する対向電極 4 7 とを備えている。凹凸面電極 4 8 は、対向電極 4 7 と対向する側に凹凸面を有し、この凹凸面上に原盤 1 2 が載置される。

30

【 0 0 8 5 】

上述の構成を有するエッチング装置では、高周波電源 4 5 により対向電極 4 7 と凹凸面電極 4 8 との間に高周波電圧が印加されると、電圧降下により、凹凸面電極 4 8 の凹凸面に応じた方向に電界が発生する。プラズマ中のプラスイオンは、円盤状の原盤 1 2 の主面に斜め方向などに入射し、異方性エッチングが行われる。また、凹凸面電極 4 8 の凹凸形状を適宜調整することで、凹凸面電極 4 8 の凹凸面を用いて、2 以上の異なる方向に原盤 1 2 を異方性エッチングすることができる。また、凹凸面電極 4 8 の凹凸形状を適宜調整することで、凹凸面電極 4 8 の凹凸面を用いて、原盤 1 2 の表面の領域に応じて、異方性エッチングの方向を変化させることも可能である。

40

第 6 の実施形態に係るエッチング装置において、上記以外のことは第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 8 6 】

[光学素子の製造方法]

図 2 0 ~ 図 2 1 を参照して、本発明の第 6 の実施形態に係る光学素子の製造方法について説明する。

【 0 0 8 7 】

(レジスト成膜工程)

まず、図 2 0 A に示すように、円盤状の原盤 1 2 を準備する。この原盤 1 2 は、例えばガラス原盤である。次に、図 2 0 B に示すように、スパッタリング法により無機レジスト

50

層 1 4 を円盤状の原盤 1 2 の一主面に成膜する。無機系レジストとしては、例えば、タングステンやモリブデンなどの 1 種または 2 種以上の遷移金属からなる金属酸化物を用いることができる。

【 0 0 8 8 】

(露光工程)

次に、図 2 0 C に示すように、図 1 8 に示した露光装置を用いて、原盤 1 2 を回転させると共に、レーザ光 (露光ビーム) 1 5 を無機レジスト層 1 4 に照射する。このとき、レーザ光 1 5 を原盤 1 2 の高さ方向に移動させながら、レーザ光 1 5 を間欠的に照射することで、無機レジスト層 1 4 を全面にわたって露光する。これにより、レーザ光 1 5 の軌跡に応じた潜像 1 6 が、例えば、可視光波長と同程度のピッチで無機レジスト層 1 4 の全面にわたって形成される。

10

【 0 0 8 9 】

(現像工程)

次に、原盤 1 2 を回転させながら、無機レジスト層 1 4 上に現像液を滴下して、図 2 1 A に示すように、無機レジスト層 1 4 を現像処理する。無機レジスト層 1 4 をポジ型のレジストにより形成した場合には、レーザ光 1 5 で露光した露光部は、非露光部と比較して現像液に対する溶解速度が増すので、図 2 1 A に示すように、潜像 (露光部) 1 6 に応じたパターンが無機レジスト層 1 4 に形成される。

【 0 0 9 0 】

(エッチング工程)

20

次に、図 1 9 に示したエッチング装置を用いて、原盤 1 2 の上に形成された無機レジスト層 1 4 のパターン (レジストパターン) をマスクとして、原盤 1 2 の表面をエッチング処理する。これにより、図 2 1 B に示すように、円盤状の原盤 1 2 の一主面に対して、斜め方向などの種々の方向に向かう構造体 1 3 が形成される。また、必要に応じて、エッチング処理とアッシング処理を交互に行うようにしてもよい。このようにすることで、種々の曲面を有する構造体 1 3 を形成することができる。

以上により、構造体 3 が基体表面に対して斜め方向などに向かって形成されたマスタ 1 1 が得られる。

【 0 0 9 1 】

(複製工程)

30

次に、マスタ 1 1 と紫外線硬化樹脂を塗布したアクリルシートなどの基体 2 とを密着させ、紫外線を照射し紫外線硬化樹脂を硬化させた後、マスタ 1 1 から基体 2 を剥離する。これにより、図 2 1 C に示すように、目的とする光学素子 1 が作製される。

【 0 0 9 2 】

< 7 . 第 7 の実施形態 >

図 2 2 A は、本発明の第 7 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図 2 2 B は、図 2 2 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 1 9 C は、図 2 2 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 2 2 D は、図 1 9 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。図 2 3 は、図 2 2 に示した光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。

40

【 0 0 9 3 】

第 7 の実施形態に係る光学素子 1 は、凹部である構造体 3 が基体表面に多数配列されている点において、第 1 の実施形態のものとは異なっている。この構造体 3 の形状は、第 1 の実施形態における構造体 3 の凸形状を反転して凹形状としたものである。

【 0 0 9 4 】

< 8 . 第 8 の実施形態 >

第 8 の実施形態は、無機レジスト層 1 4 を現像処理して凹凸パターンを作製したものをマスタとして直接用いる点において、第 1 の実施形態のものとは異なっている。

【 0 0 9 5 】

具体的には、以下のようにして光学素子を作製する。

50

まず、レジスト成膜工程から現像工程までの工程を、第1の実施形態と同様に行う。これにより、六方格子パターンまたは準六方格子パターンの凹部が無機レジスト層14に形成される。次に、このようなパターンが無機レジスト層14に形成された原盤12をマスクとして、光学素子1を以下のようにして作製する。すなわち、このマスクと紫外線硬化樹脂を塗布したアクリルシートなどの基体2とを密着させ、紫外線を照射し紫外線硬化樹脂を硬化させた後、マスク11から基体2を剥離する。

第8の実施形態において、上記以外のことは第1の実施形態と同様である。

【0096】

第8の実施形態によれば、金属原盤やシートなどの原盤12に対して、高剛性の無機レジスト層14をスパッタリング法により成膜し、この無機レジスト層14に露光および現像を施すことで無機レジスト層14に凹凸パターンを形成する。このため、無機レジスト層14の凹凸パターンを有する原盤12を直接スタンプとして用いることができる。

【0097】

これに対して、有機レジストを用いた場合、有機レジストが柔らかく、有機レジストの凹凸パターンを有する原盤を直接スタンプして用いることは困難である。このため、有機レジストの原盤（凹凸パターン）に導電化膜層を形成後、電気メッキ法によりニッケルメッキ層を形成し、これを剥離することで凹凸パターンのスタンプを作製する必要がある。さらに、必要に応じて、所定のサイズにトリミングすることもある。このように、有機レジストを用いた場合には、スタンプが完成するまでに複雑な工程が必要となる。

【0098】

< 9. 第9の実施形態 >

[液晶表示装置の構成]

図24は、本発明の第9の実施形態に係る液晶表示装置の構成の一例を示す。図24に示すように、この液晶表示装置は、光を出射するバックライト73と、バックライト73から出射された光を時間的・空間的に変調して画像を表示する液晶パネル71とを備える。液晶パネル71の両面にはそれぞれ、偏光子71a、71bが設けられている。液晶パネル71の表示面側に設けられた偏光子71bには、光学素子1が設けられている。本発明では、光学素子1が主面に設けられた偏光子71bを反射防止機能付き偏光子72と称する。この反射防止機能付き偏光子72は、反射防止機能付き光学部品の一例である。

以下、液晶表示装置を構成するバックライト73、液晶パネル71、偏光子71a、71b、および光学素子1について順次説明する。

【0099】

(バックライト)

バックライト73としては、例えば直下型バックライト、エッジ型バックライト、平面光源型バックライトを用いることができる。バックライト73は、例えば、光源、反射板、光学フィルムなどを備える。光源としては、例えば、冷陰極蛍光管 (Cold Cathode Fluorescent Lamp: C C F L)、熱陰極蛍光管 (Hot Cathode Fluorescent Lamp: H C F L)、有機エレクトロルミネッセンス (Organic ElectroLuminescence: O E L)、無機エレクトロルミネッセンス (I E L: Inorganic ElectroLuminescence) および発光ダイオード (Light Emitting Diode: L E D) などが用いられる。

【0100】

(液晶パネル)

液晶パネル71としては、例えば、ツイステッドネマチック (Twisted Nematic: T N) モード、スーパーツイステッドネマチック (Super Twisted Nematic: S T N) モード、垂直配向 (Vertically Aligned: V A) モード、水平配列 (In-Plane Switching: I P S) モード、光学補償ベンド配向 (Optically Compensated Birefringence: O C B) モード、強誘電性 (Ferroelectric Liquid Crystal: F L C) モード、高分子分散型液晶 (Polymer Dispersed Liquid Crystal: P D L C) モード、相転移型ゲスト・ホスト (Phase Change Guest Host: P C G H) モードなどの表示モードのものを用いることができる。

。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

(偏光子)

液晶パネル 7 1 の両面には、例えば偏光子 7 1 a、7 1 b がその透過軸が互いに直交するようにして設けられる。偏光子 7 1 a、7 1 b は、入射する光のうち直交する偏光成分の一方のみを通過させ、他方を吸収により遮へいするものである。偏光子 7 1 a、7 1 b としては、例えば、ポリビニルアルコール系フィルム、部分ホルマール化ポリビニルアルコール系フィルム、エチレン・酢酸ビニル共重合体系部分ケン化フィルムなどの親水性高分子フィルムに、ヨウ素や二色性染料などの二色性物質を吸着させて一軸延伸させたものを用いることができる。偏光子 7 1 a、7 1 b の両面には、トリアセチルセルロース (T A C) フィルムなどの保護層を設けることが好ましい。このように保護層を設ける場合、光学素子 1 の基体 2 が保護層を兼ねる構成とすることが好ましい。このような構成とすることで、反射防止機能付き偏光子 7 2 を薄型化できるからである。

10

【 0 1 0 2 】

(光学素子)

光学素子 1 は、上述の第 1 ~ 第 4、第 6、および第 7 の実施形態のいずれかのものと同様であるので説明を省略する。

【 0 1 0 3 】

第 9 の実施形態によれば、液晶表示装置の表示面に光学素子 1 を設けているので、液晶表示装置の表示面の反射防止機能を向上することができる。したがって、液晶表示装置の視認性を向上することができる。

20

【 0 1 0 4 】

< 1 0 . 第 1 0 の実施形態 >

[液晶表示装置の構成]

図 2 5 は、本発明の第 1 0 の実施形態に係る液晶表示装置の構成の一例を示す。図 2 5 に示すように、この液晶表示装置は、液晶パネル 7 1 の前面側に前面部材 7 4 を備え、液晶パネル 7 1 の前面、前面部材 7 4 の前面および裏面の少なくとも 1 つの面に、光学素子 1 を備える点において、第 9 の実施形態のものとは異なっている。図 2 5 では、液晶パネル 7 1 の前面、ならびに前面部材 7 4 の前面および裏面のすべての面に、光学素子 1 を備える例が示されている。液晶パネル 7 1 と前面部材 7 4 との間には、例えば空気層が形成されている。上述の第 9 の実施形態と同様の部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、本発明において、前面とは表示面となる側の面、すなわち観察者側となる面を示し、裏面とは表示面と反対となる側の面を示す。

30

【 0 1 0 5 】

前面部材 7 4 は、液晶パネル 7 1 の前面 (観察者側) に機械的、熱的、および耐候的保護や、意匠性を目的として用いるフロントパネルなどである。前面部材 7 4 は、例えば、シート状、フィルム状、または板状を有する。前面部材 7 4 の材料としては、例えば、ガラス、トリアセチルセルロース (T A C)、ポリエステル (T P E E)、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリイミド (P I)、ポリアミド (P A)、アラミド、ポリエチレン (P E)、ポリアクリレート、ポリエーテルスルホン、ポリスルホン、ポリプロピレン (P P)、ジアセチルセルロース、ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂 (P M M A)、ポリカーボネート (P C) などを用いることができるが、特にこれらの材料に限定されるものではなく、透明性を有する材料であれば用いることができる。

40

【 0 1 0 6 】

第 1 0 の実施形態によれば、第 9 の実施形態と同様に、液晶表示装置の視認性を向上することができる。

【実施例】

【 0 1 0 7 】

以下、実施例によりこの発明を具体的に説明するが、この発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

【 0 1 0 8 】

50

(実施例 1)

まず、タングステン (W) およびモリブデン (Mo) の酸化物からなる無機レジスト層を、スパッタリング法により円盤状の石英基板上に成膜した。次に、この無機レジスト層に、図 18 に示した露光装置を用いて準六方格子パターンの潜像を形成した。その後、レジスト層に対して現像処理を施して、レジストパターンを作製した。現像液としては、2 . 3 8 % 水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液 (東京応化工業 (株)) を用いた。

【0109】

次に、R I E エッチングで石英基板をエッチングするプロセスと、アッシングによりレジストパターンを除去し開口径を広げるプロセスとを繰り返し行った。なお、エッチングは、図 19 に示した凹凸面電極を有するエッチング装置を用いて行った。上述の工程により、石英基板の表面が露出している準六方格子パターン径が徐々に広がりながら、石英基板表面に対して斜め方向などにエッチングが進行し、その他の領域はレジストパターンがマスクとなりエッチングされなかった。これにより、石英基板の表面に対して斜めなどの方向に向かう凹部が形成された。最後に、アッシングによりレジストパターンを完全に除去した。以上により、目的とするディスクマスタが得られた。

【0110】

次に、作製したディスクマスタ上に紫外線硬化樹脂を塗布した後、アクリル板を紫外線硬化樹脂上に密着させた。そして、紫外線を照射して紫外線硬化樹脂を硬化させ、ディスクマスタから剥離した。以上により、目的とする光学素子が得られた。

【0111】

(実施例 2)

エッチング装置の凹凸面電極の凹凸形状を変えた以外は、実施例 1 と同様にして複製基板を得た。

【0112】

(実施例 3)

まず、外径 126 mm のガラスロール原盤を準備し、このガラスロール原盤の表面に、タングステン (W) およびモリブデン (Mo) の酸化物からなる無機レジスト層をスパッタリング法により成膜した。次に、記録媒体としてのガラスロール原盤を、図 4 に示した露光装置に搬送し、無機レジスト層を露光した。これにより、1 つの螺旋状に連なるとともに、隣接する 3 列のトラック間において準六方格子パターンをなす潜像がレジストにパターンニングされた。

【0113】

次に、ガラスロール原盤上の無機レジスト層に現像処理を施して、露光した部分のレジストを溶解させて現像を行った。具体的には、図示しない現像機のターンテーブル上に未現像のガラスロール原盤を載置し、ターンテーブルごと回転させつつガラスロール原盤の表面に現像液を滴下してその表面のレジストを現像した。これにより、レジスト層が準六方格子パターンに開口しているレジストガラス原盤が得られた。なお、現像液としては、2 . 3 8 % 水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液 (東京応化工業 (株)) を用いた。

【0114】

次に、R I E エッチングでガラスロール原盤をエッチングするプロセスと、アッシングによりレジストパターンを除去し開口径を広げるプロセスとを繰り返し行った。なお、エッチングは、図 5 に示した円柱電極を有するエッチング装置を用いて行った。上述の工程により、ガラスロール原盤の表面が露出している準六方格子パターン径が徐々に広がりながら、ガラスロール原盤表面に対して垂直方向にエッチングが進行し、その他の領域はレジストパターンがマスクとなりエッチングされなかった。これにより、ガラスロール原盤の表面に対して垂直方向に向かう凹部が形成された。最後に、アッシングによりレジストパターンを完全に除去した。以上により、目的とするガラスロールマスタが得られた。

【0115】

次に、作製したガラスロールマスタと紫外線硬化樹脂を塗布したアクリルシートとを密着させ、紫外線を照射し硬化させながら剥離することにより、光学素子を作製した。

【 0 1 1 6 】

(形状の評価)

上述のように作製した光学素子について、走査型電子顕微鏡 (S E M : Scanning Electron Microscope) により観察を行なった。その結果を図 2 6 に示す。

【 0 1 1 7 】

図 2 6 A および図 2 6 B から、凹凸面電極を用いてエッチングすると、基板に対して斜め方向に構造体を形成できることがわかる。また、凹凸面電極の凹凸形状を適宜調整することで、領域に応じて構造体の方向を変化させることができることがわかる。

図 2 6 C から、円柱電極を用いてエッチングすると、基板に対して垂直方向に構造体を形成できることがわかる。

10

【 0 1 1 8 】

以上、この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【 0 1 1 9 】

例えば、上述の実施形態において挙げた構成、形状、および数値などはあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる構成、形状、および数値などを用いてもよい。

【 0 1 2 0 】

また、上述の実施形態の各構成は、この発明の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

【 0 1 2 1 】

20

また、上述の実施形態では、曲面 (円筒形、球形) 有する原盤に対してこの発明を適用した例について説明したが、本発明はこの例に限定されるものではない。例えば、シートやテープ (両面)、棒状や針状を有する原盤に対して、所望凹凸パターンを原盤上に形成し、マスタを作製することも可能である。

【 0 1 2 2 】

また、ボックス (直方体) やワイヤーフレームの表面、円筒やボックスの内部などに所望の凹凸パターンを作製することも可能である。すなわち、ボックス (直方体) やワイヤーフレームの表面、円筒やボックスの内部などに、無機レジストをスパッタリング法で成膜することにより、均一な膜厚で、平滑なレジスト膜を形成する。次に、無機レジスト膜をステッパーで露光し、種々のパターンを記録し、現像することにより、凹凸パターンを形成することができる。

30

【 0 1 2 3 】

また、楕円球 (ラグビーボール型)、円錐形、多数の穴あり原盤、凹部を有する原盤、凸部を有する原盤などに、均一な膜厚であり平滑な無機レジスト膜を成膜し、露光現像することにより、所望の凹凸パターンを形成することも可能である。

【 0 1 2 4 】

また、ディスプレイなどに用いられる、凹凸部を有する基板やデバイスなど、あるいは波上や曲面を有する基板やデバイスなどにも適用可能である。

【 0 1 2 5 】

また、上述の実施形態において、円柱電極、および球面電極の表面に凹凸形状を形成するようにしてもよい。このようにすることで、円筒状の原盤、および球面状の原盤の表面に対して斜め方向などに構造体を形成することができる。

40

【 0 1 2 6 】

また、上述の実施形態では、光学素子、エッチング装置の電極が、円筒面、および球面である場合を例として説明したが、光学素子、エッチング装置の電極の形状はこれに限定されるものではない。これ以外の曲面の形状としては、例えば、双曲面、自由曲面、楕円面などの種々の曲面を用いることも可能である。

【 0 1 2 7 】

また、上述の実施形態では、無機レジストを用いて光学素子などを作製する場合について説明したが、有機レジストを用いることも可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 8 】

【図 1】図 1 A は、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図、図 1 B は、図 1 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図、図 1 C は、図 1 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図、図 1 D は、図 1 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である

【図 2】図 2 は、図 1 に示した光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。

【図 3】図 3 A は、マスクの構成の一例を示す斜視図、図 3 B は、図 3 A に示したマスクの一部を拡大して表す平面図である。

【図 4】図 4 は、マスクを作製するための露光装置の構成の一例を示す概略図である。

10

【図 5】図 5 は、マスクを作製するためのエッチング装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 6】図 6 A ~ 図 6 C は、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子の製造方法について説明する工程図である。

【図 7】図 7 A ~ 図 7 C は、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子の製造方法について説明する工程図である。

【図 8】図 8 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光学素子の製造に用いる露光装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 9】図 9 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光学素子の製造に用いる露光装置の構成の一例を示す概略図である。

20

【図 10】図 10 A は、本発明の第 4 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図 10 B は、図 10 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 10 C は、図 10 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 10 D は、図 10 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【図 11】図 11 A は、本発明の第 5 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図 11 B は、図 12 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 11 C は、図 11 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 11 D は、図 11 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【図 12】図 12 A は、マスクの構成の一例を示す側面図、図 12 B は、図 12 A に示したマスクの一部を拡大して表す平面図である。

30

【図 13】図 13 は、マスクを作製するための露光装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 14】図 14 は、マスクを作製するためのエッチング装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 15】図 15 A は、本発明の第 6 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略平面図である。図 15 B は、図 15 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 15 C は、図 15 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 15 D は、図 15 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【図 16】図 16 は、図 15 に示した光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。

【図 17】図 17 A は、マスクの構成の一例を示す平面図、図 17 B は、図 17 A に示したマスクの一部を拡大して表す平面図である。

40

【図 18】図 18 は、マスクを作製するための露光装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 19】図 19 は、マスクを作製するためのエッチング装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 20】図 20 A ~ 図 20 C は、本発明の第 6 の実施形態に係る光学素子の製造方法について説明する工程図である。

【図 21】図 21 A ~ 図 21 C は、本発明の第 6 の実施形態に係る光学素子の製造方法について説明する工程図である。

【図 22】図 22 A は、本発明の第 7 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す概略

50

平面図である。図 2 2 B は、図 2 2 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図である。図 1 9 C は、図 2 2 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 2 2 D は、図 1 9 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【図 2 3】図 2 3 は、図 2 2 に示した光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。

【図 2 4】図 2 4 は、本発明の第 9 の実施形態に係る液晶表示装置の構成の一例を示す断面図である。

【図 2 5】図 2 5 は、本発明の第 1 0 の実施形態に係る液晶表示装置の構成の一例を示す断面図である。

【図 2 6】図 2 5 A は、実施例 1 の光学素子の S E M 写真、図 2 5 B は、実施例 2 の光学素子の S E M 写真、図 2 5 C は、実施例 3 の光学素子の S E M 写真である。

10

【符号の説明】

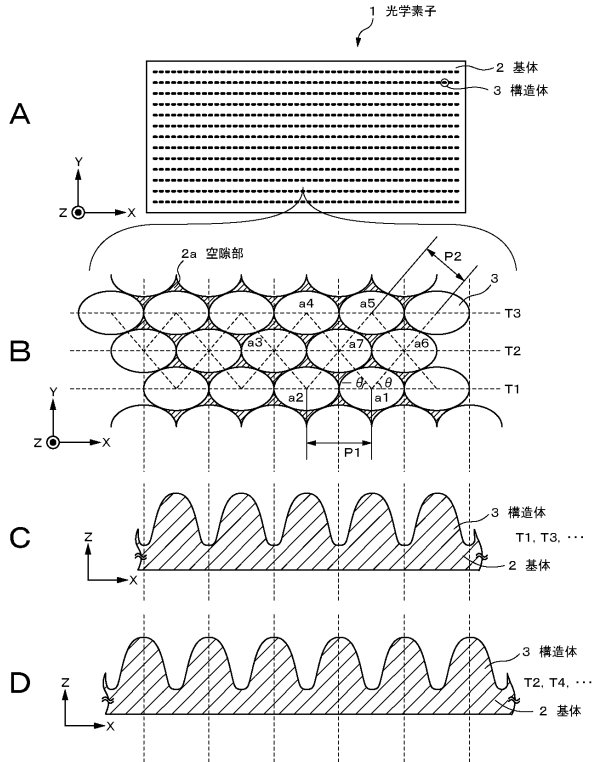
【 0 1 2 9 】

- 1 光学素子
- 2 基体
- 3 構造体
- 1 1 マスタ
- 1 2 原盤
- 1 3 構造体
- 1 4 無機レジスト層
- 1 5 レーザ光
- 1 6 潜像
- 4 1 エッチング反応槽
- 4 2 円柱電極
- 4 3、4 7 対向電極
- 4 4 ブロッキングコンデンサ
- 4 5 高周波電源
- 4 6 球面電極
- 4 7 対向電極
- 4 8 凹凸面電極
- 7 1 液晶パネル
- 7 1 a、7 1 b 偏光子
- 7 2 反射防止機能付き偏光子

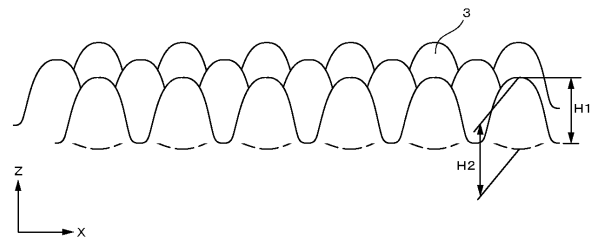
20

30

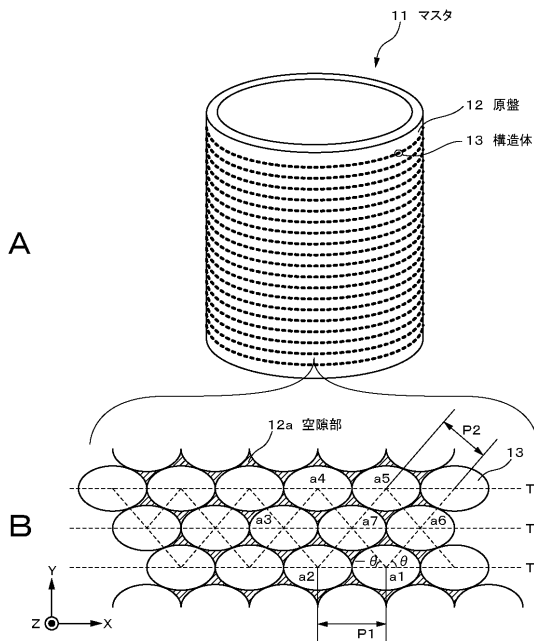
【図 1】



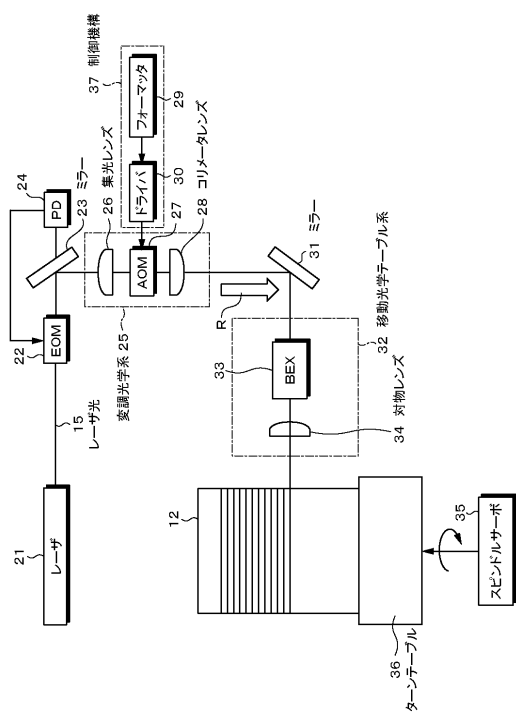
【図 2】



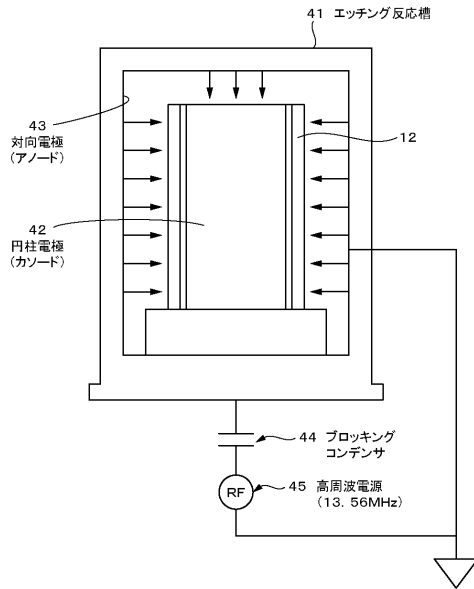
【図 3】



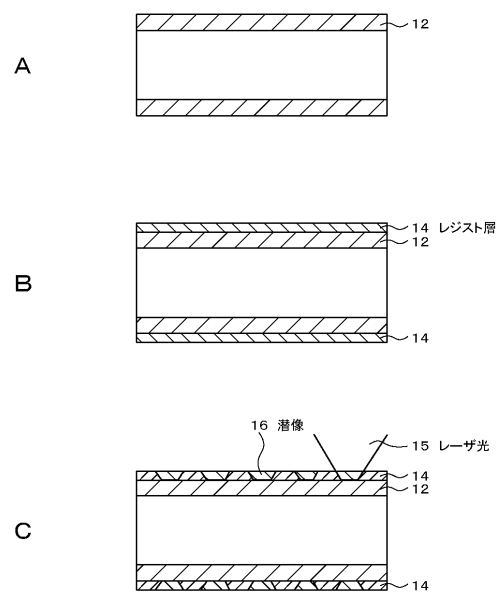
【図 4】



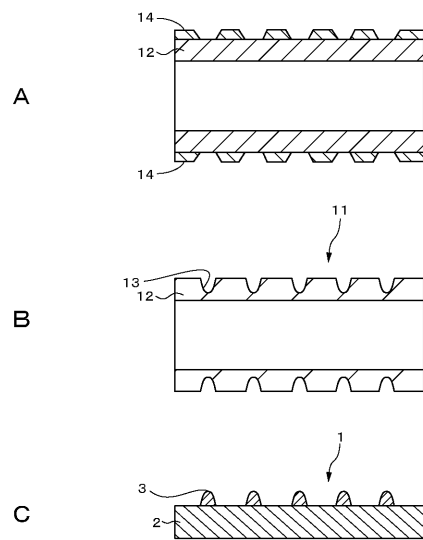
【図 5】



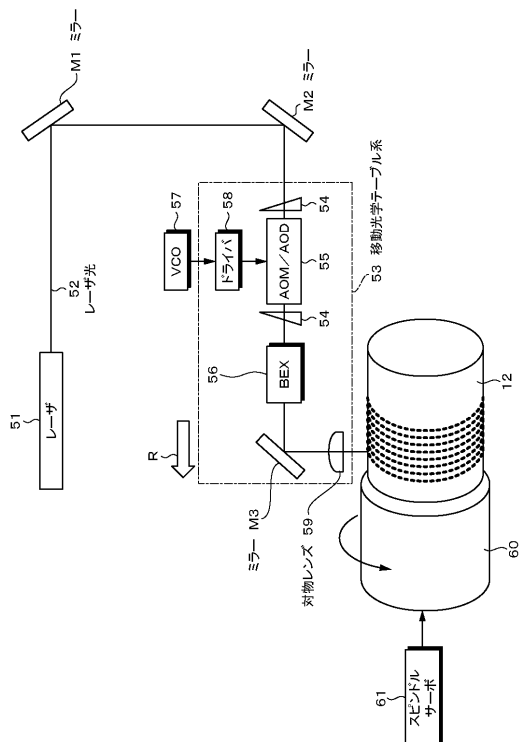
【図 6】



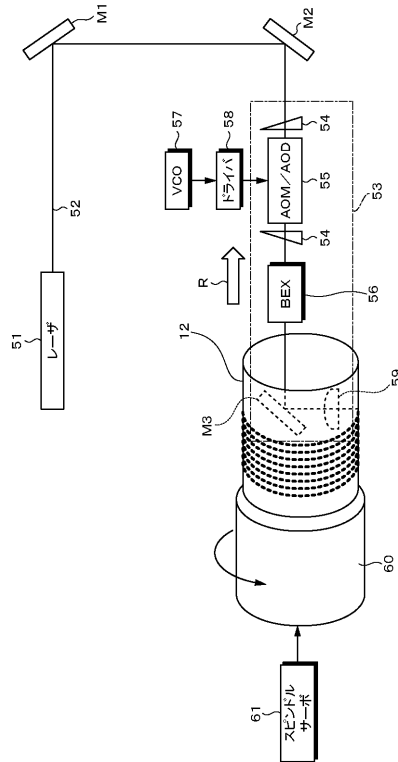
【図 7】



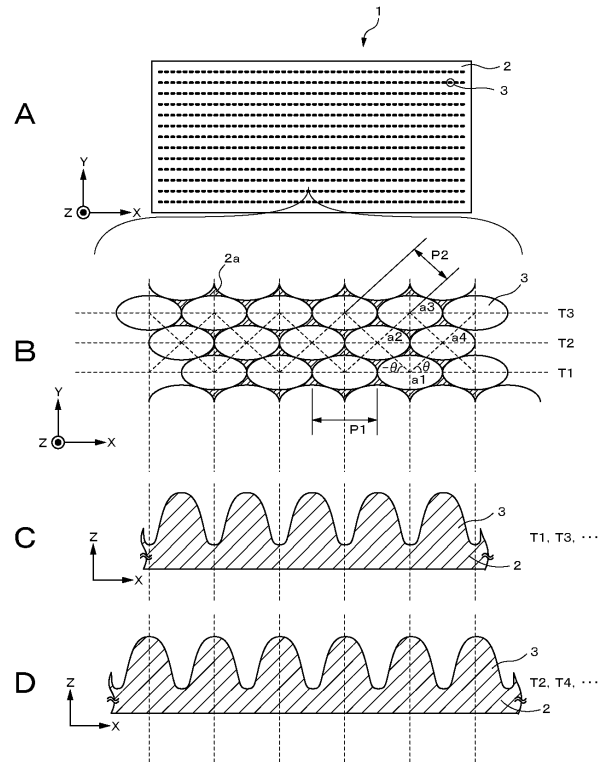
【図 8】



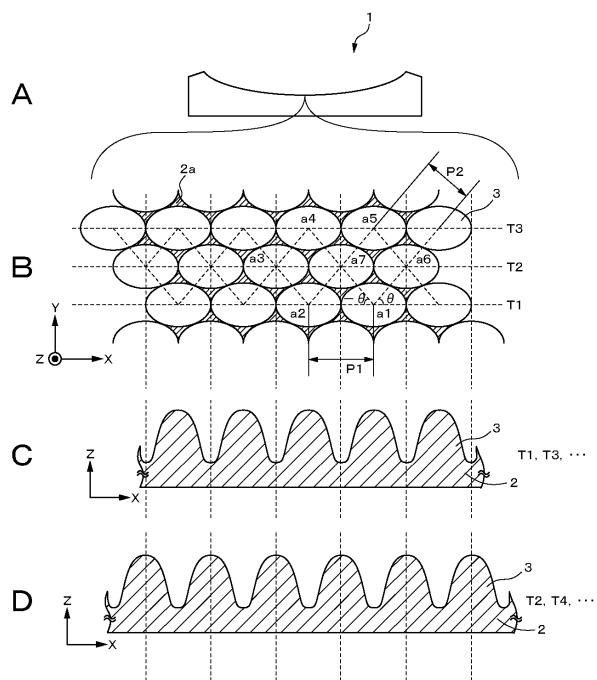
【図 9】



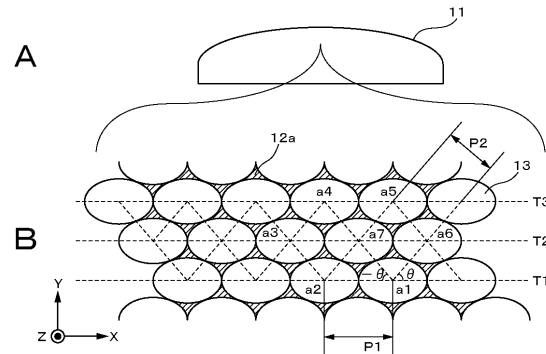
【図 10】



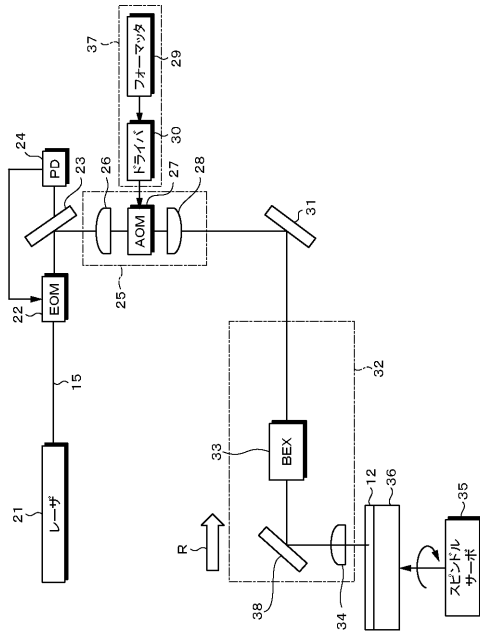
【図 11】



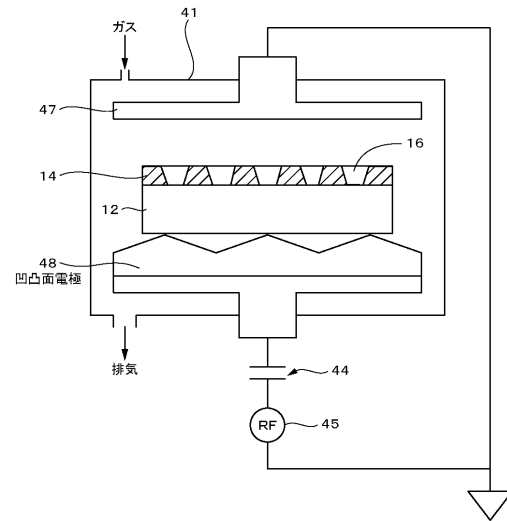
【図 12】



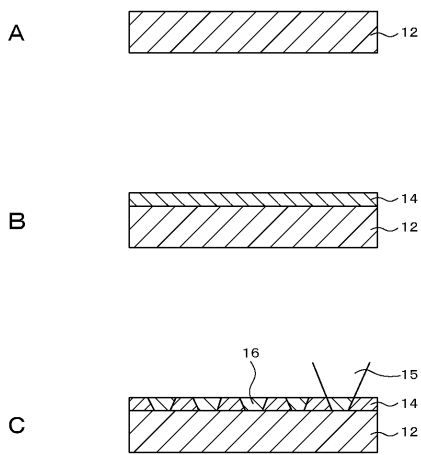
【図 18】



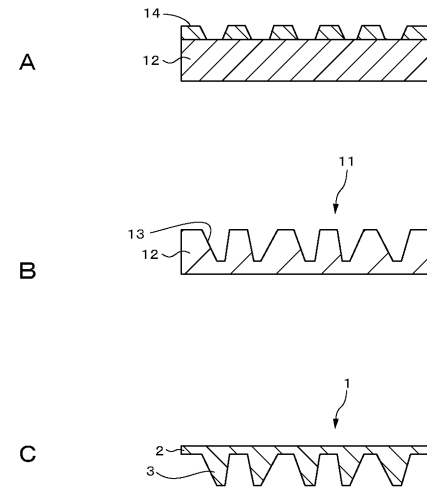
【図 19】



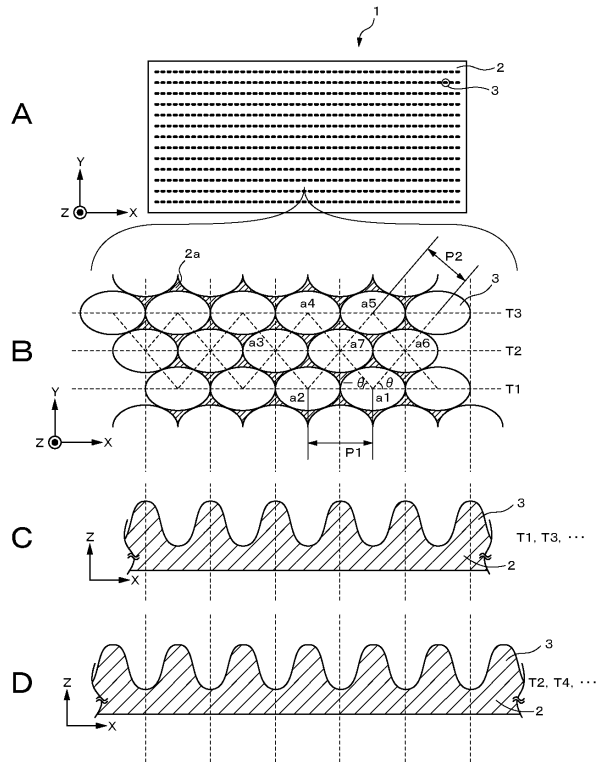
【図 20】



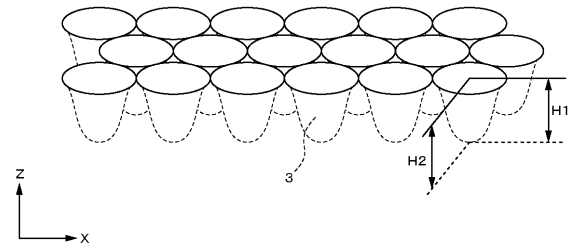
【図 21】



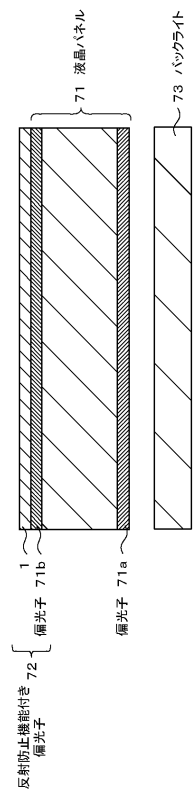
【図 2 2】



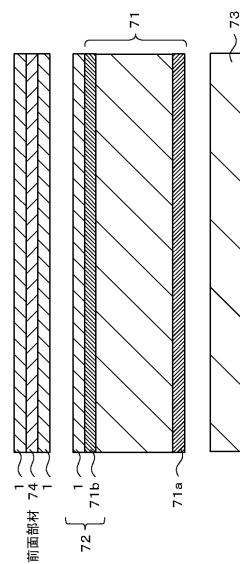
【図 2 3】



【図 2 4】

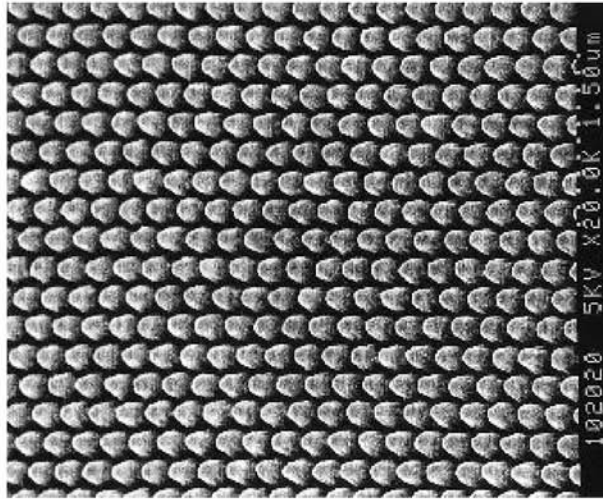


【図 2 5】

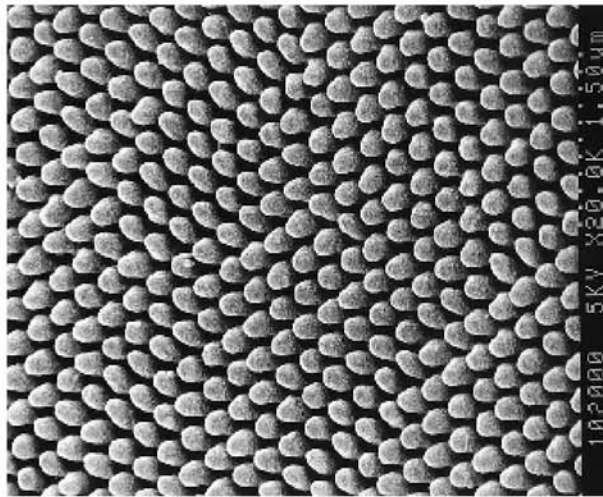


【図 26】

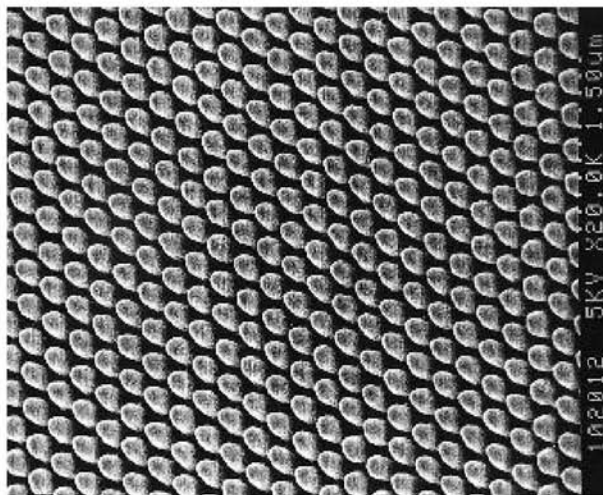
C



B



A



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 9 L 11/00 (2006.01) B 2 9 L 11:00

審査官 櫻井 尚代

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 2 1 9 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 2 3 9 7 2 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 3 0 4 6 3 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 2 1 8 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 5 6 8 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 2 6 3 4 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 1 / 1 1
G 0 2 B 1 / 0 2
B 2 9 C 3 3 / 3 8
B 2 9 C 3 3 / 4 2
G 0 2 F 1 / 1 3 3 5