

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-79200

(P2010-79200A)

(43) 公開日 平成22年4月8日(2010.4.8)

(51) Int.Cl.
G02B 1/11 (2006.01)F1
G02B 1/10 Aテーマコード(参考)
2K009

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2008-250492 (P2008-250492)
(22) 出願日 平成20年9月29日(2008.9.29)(71) 出願人 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 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 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 及川 真紀子
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
Fターム(参考) 2K009 AA01 BB11 CC21 DD11

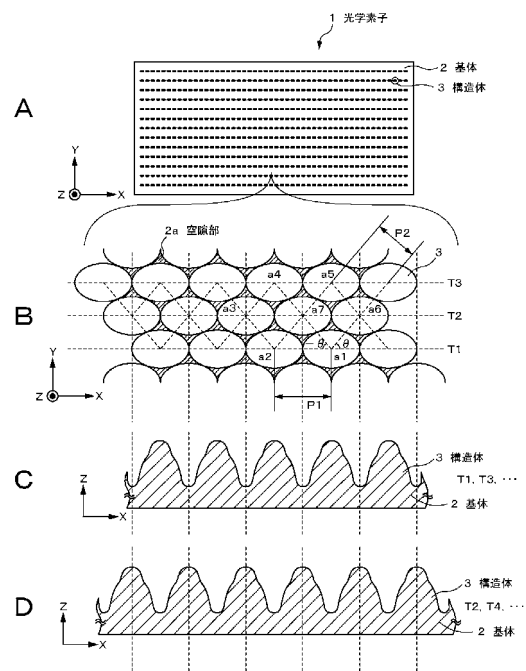
(54) 【発明の名称】 光学素子、反射防止機能付き光学部品、および原盤

(57) 【要約】

【課題】 優れた反射防止特性を有する光学素子を提供する。

【解決手段】 光学素子は、基体と、基体表面に多数配列された、凸部または凹部である構造体とを備える。構造体が、使用環境下の光の波長以下のピッチで配列され、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が、基体に向けて徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体と、

上記基体表面に多数配列された、凸部または凹部である構造体と

を備え、

上記構造体が、使用環境下の光の波長以下のピッチで配列され、

上記構造体の深さ方向に対する実効屈折率が、上記基体に向けて徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有する光学素子。

【請求項 2】

上記構造体は、該構造体の頂部から底部の間に、頂部もしくは底部、または頂部と底部の双方を含む2つ以上のステップを有する請求項 1 記載の光学素子。 10

【請求項 3】

上記ステップは、上記基体の表面に対して傾斜した傾斜ステップである請求項 2 記載の光学素子。

【請求項 4】

上記構造体は、該構造体の頂部から底部に向かって広がる曲面を有する請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 5】

上記頂部および上記底部を除く上記構造体の側面には、該構造体の頂部から底部の方向に向かって、第 1 の変化点および第 2 の変化点の組みがこの順序で 1 つ以上形成され、 20

上記構造体の頂部から底部に向かう傾きが、上記第 1 の変化点を境にしてより緩やかになった後、上記第 2 の変化点を境にしてより急になる請求項 4 記載の光学素子。

【請求項 6】

上記構造体の頂部は、凸状の曲面である請求項 5 記載の光学素子。

【請求項 7】

上記構造体は、該構造体の底部に、徐々に減衰して広がる裾部を有する請求項 5 記載の光学素子。

【請求項 8】

上記構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変化が、上記構造体の頂部側において、上記実効屈折率の傾きの平均値よりも急峻な状態になっている請求項 1 記載の光学素子。 30

【請求項 9】

上記構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変化が、上記構造体の基体側において、上記実効屈折率の傾きの平均値よりも急峻な状態になっている請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 10】

上記使用環境下の光が、可視光である請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 11】

上記構造体の高さが、上記使用環境下の光の波長の平均値以下である請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 12】

上記構造体は錐体形状を有し、 40

上記構造体は、上記基体表面に 2 次元配列されている請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 13】

上記錐体形状は、頂部に曲率を持たせた円錐形状、または楕円錐形状である請求項 12 記載の光学素子。

【請求項 14】

上記錐体形状は、円錐台形状、または楕円錐台形状である請求項 12 記載の光学素子。

【請求項 15】

上記構造体が、六方格子状、または準六方格子状に周期的に配置されている請求項 12 記載の光学素子。

【請求項 16】

上記構造体が、四方格子状、または準四方格子状に周期的に配置されている請求項 1 2 記載の光学素子。

【請求項 1 7】

上記構造体は、上記基体表面にて一方向に伸びる柱状の形状を有し、

上記柱状の構造体は、上記基体表面に 1 次元配列されている請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 1 8】

請求項 1 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載の光学素子を備える表示装置。

【請求項 1 9】

基体と、

上記基体上に形成された薄膜と

を備え、

上記薄膜の深さ方向に対する実効屈折率が、上記基体に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点を有する光学素子。

10

【請求項 2 0】

光学部品と、

上記光学部品の光入射面に多数配列された、凸部または凹部である構造体と

を備え、

上記構造体が、使用環境下の光の波長以下のピッチで配列され、

上記構造体の深さ方向に対する実効屈折率が、上記基体に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点を有する反射防止機能付き光学部品。

20

【請求項 2 1】

上記光学部品が、偏光子、レンズ、導光板、窓材、および表示素子のいずれか 1 種である請求項 2 0 記載の反射防止機能付き光学部品。

【請求項 2 2】

基体と、

上記基体表面に多数配列された、凸部または凹部である構造体と

を備え、

上記構造体は、光学素子の表面形成を成形するためのものであり、

上記構造体が、上記光学素子の使用環境下の光の波長以下のピッチで配列され、

上記構造体によって成形された光学素子の深さ方向に対する実効屈折率が、上記光学素子の基体に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点を有する原盤。

30

【請求項 2 3】

上記基体が、円盤状、円筒状または円柱状を有する請求項 2 2 記載の原盤。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、光学素子、反射防止機能付き光学部品、および原盤に関する。詳しくは、構造体在使用環境下の光の波長以下のピッチで配列された光学素子に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、ガラスやプラスチックなどの透光性基板を用いた光学素子においては、光の表面反射を抑えるための表面処理が行われているものがある。この種の表面処理として、光学素子表面に微細かつ緻密な凹凸構造（モスアイ構造）を形成するものがある（例えば非特許文献 1 参照）。

40

【0 0 0 3】

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。

50

【0004】

上述の光学素子は、優れた反射防止特性を有するため、太陽電池や表示装置への適用が期待されている。反射防止特性を考慮した凹凸構造として以下のものが提案されている。

【0005】

電子線露光を用いて作製した構造体としては、微細なテント形状の凹凸構造体（ピッチ約300nm、深さ約400nm）が提案されている（例えば非特許文献2参照）。

【0006】

また、産業技術総合研究所、近接場光応用工学研究センター、スーパーレンズテクノロジーチームは、直径100nm、深さ500nm以上のナノホール構造物を提案している（例えば非特許文献3参照）。このような構造体は、光ディスクの記録装置を用いた微細構造体形成方法により形成することができる。具体的には、半導体レーザー（波長406nm）を用いた可視光レーザーリソグラフィ技術と熱非線形材料とを組み合わせた熱リソグラフィ技術をもとにしたナノ加工装置により形成することができる（例えば非特許文献3参照）。

【0007】

また、本発明者らは、釣鐘形状や楕円錐台形状の構造体を提案している（例えば特許文献1参照）。この構造体では、電子線露光に近い反射防止特性が得られる。また、この構造体は、光ディスクの原盤作製プロセスとエッチングプロセスとを融合した方法により作製することができる。

【0008】

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

【0009】

【非特許文献2】NTTアドバンスドテクノロジー（株）、"波長依存性のない反射防止体（モスアイ）用成形金型原盤"、[online]、[平成20年9月1日検索]、インターネット<http://keytech.ntt-at.co.jp/nano/prd_0033.html>

【0010】

【非特許文献3】独立行政法人産業技術総合研究所、"ナノメータサイズの微細加工を可能とする卓上型装置を開発"、[online]、[平成20年9月1日検索]、インターネット<http://aist.go.jp/aist_i/press_release/pr2006/pr20060306/pr20060306.html>参照

【0011】

【特許文献1】国際公開第08/023816号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

近年では、液晶表示装置などの各種表示装置の視認性をさらに向上することが望まれており、このような要望に応えるためには、上述の光学素子の反射防止特性をさらに向上することが重要である。

【0013】

したがって、本発明の目的は、優れた反射防止特性を有する光学素子、反射防止機能付き光学部品、および原盤を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上述の課題を解決するために、第1の発明は、
基体と、
基体表面に多数配列された、凸部または凹部である構造体と
を備え、
構造体が、使用環境下の光の波長以下のピッチで配列され、
構造体の深さ方向に対する実効屈折率が、基体へ向けて徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有する光学素子である。

【0015】

第2の発明は、
基体と、
基体上に形成された薄膜と
を備え、
薄膜の深さ方向に対する実効屈折率が、基体に向けて徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有する光学素子である。

【0016】

第3の発明は、
光学素子と、
光学素子の光入射面に多数配列された、凸部または凹部である構造体と
を備え、
構造体が、使用環境下の光の波長以下のピッチで配列され、
構造体の深さ方向に対する実効屈折率が、基体へ向けて徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有する反射防止機能付き光学素子である。

10

【0017】

第4の発明は、
基体と、
基体表面に多数配列された、凸部または凹部である構造体と
を備え、
構造体は、光学素子の表面形成を成形するためのものであり、
構造体が、光学素子の使用環境下の光の波長以下のピッチで配列され、
構造体によって成形された光学素子の深さ方向に対する実効屈折率が、光学素子の基体に向けて徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有する原盤である。

20

【0018】

本発明において、深さ方向とは、基体表面から垂直に基体内部に向かう方向のことをいう。具体的には、構造体が凸部である場合、凸部の頂部から底部に垂直に向かう方向のことをいい、構造体が凹部である場合、凹部の開口部から底部に垂直に向かう方向のことをいう。

【0019】

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。構造体が円弧状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。

30

【0020】

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。構造体が円弧状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。

40

【0021】

第1、第3、および第4の発明では、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が、徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有するようにしているので、構造体の形状効果を活用しながら基体表面において干渉効果を発現させることができる。したがって、基体表面における反射光を低減することができる。

50

【0022】

第2の発明では、薄膜の深さ方向に対する実効屈折率が、徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点を有するようにしているので、基体表面において干渉効果を発現させることができる。したがって、基体表面における反射光を低減することができる。

【発明の効果】

【0023】

以上説明したように、本発明によれば、優れた反射防止特性を有する光学素子を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

10

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。

1. 第1の実施形態（直線状でかつ六方格子状に構造体を2次元配列した例）
2. 第2の実施形態（円弧状でかつ六方格子状に構造体を2次元配列した例）
3. 第3の実施形態（直線状でかつ四方格子状に構造体を2次元配列した例）
4. 第4の実施形態（主構造体に加え副構造体をさらに配列した例）
5. 第5の実施形態（凹形状の構造体を基体表面に形成した例）
6. 第6の実施形態（柱状の構造体を1次元配列した例）
7. 第7の実施形態（平行ステップを有する構造体の例）
8. 第8の実施形態（構造体に代えて薄膜を設けた例）
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）

20

【0025】

<1. 第1の実施形態>

〔光学素子の構成〕

図1A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1Bは、図1A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1Cは、図1BのトラックT1、T3、・・・における断面図である。図1Dは、図1BのトラックT2、T4、・・・における断面図である。

【0026】

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、照明装置などに用いる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種を挙げることができる。

30

【0027】

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2aがある場合には、この空隙部2a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。

40

【0028】

図2は、本発明の第1の実施形態に係る光学素子の屈折率プロファイルの一例を示す。図2に示すように、構造体3の深さ方向（図1中、-Z軸方向）に対する実効屈折率が、徐々に増加するとともに、2つ以上の変曲点 N_1 、 N_2 、・・・ N_n （ n ：2以上の整数）を有している。このようにすることで、光の干渉効果により反射光を低減し、光学素子の反射防止特性を向上することができる。深さ方向に対する実効屈折率の変化は、単調増加であることが好ましい。また、深さ方向に対する実効屈折率の変化が、構造体3の頂部側において、実効屈折率の傾きの平均値よりも急峻な状態になっていることが好ましく、さらには、構造体3の基体側においても急峻になっていることが好ましい。これにより、良

50

好な光学特性を持ちつつ転写性を良くすることが可能となる。

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。

【0029】

(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 (PC) やポリエチレンテレフタレート (PET) 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。

【0030】

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。

【0031】

(構造体)

図 3 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 nm ~ 360 nm の波長範囲を有する光、可視光とは 360 nm ~ 830 nm の光、赤外光とは 830 nm ~ 1 mm の光をいう。

【0032】

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。

【0033】

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 1 B 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。

【0034】

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 1 B 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 ±θ 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。

【0035】

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。構造体 3 の高さが、使用環境下の光の波長の平均値以下であることが好ましい。具体的には、可視光を透過させる場合、構造体 3 の高さ (深さ) は 150 nm ~ 500 nm であることが好ましい。構造体 3 のアスペクト比 (高さ H / 配置ピッチ P) は、0.8

10

20

30

40

50

1～1.46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。

【0036】

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。

$$\text{アスペクト比} = H / P \cdots (1)$$

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。

$$\text{平均配置ピッチ } P = (P_1 + P_2 + P_2) / 3 \cdots (2)$$

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±θ方向（但し、θ＝60°－δ、ここで、δは、好ましくは0°＜δ≤11°、より好ましくは3°≤δ≤6°）の配置ピッチ（θ方向周期）

【0037】

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3参照）。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外の部分における高さは、列方向の高さH₂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H₂で代表する。

【0038】

図3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。

【0039】

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。

【0040】

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。

【0041】

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。

【0042】

図4は、構造体の形状の一例を示す断面図である。構造体3は、この構造体3の頂部3tから底部3b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。

【0043】

構造体3の頂部3t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3t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、反射率を下げるのが可能となる。

【0044】

構造体3の曲面は、その頂部3tから底部3bの方向に向かって、第1の変化点Paおよび第2の変化点Pbの組をこの順序で2つ以上有することが好ましい。これにより、構造体3の深さ方向（図1中、－Z軸方向）に対する実効屈折率が、2つ以上の変曲点を有することができる。ここでは、頂部3tの頂点も第1の変化点Paといい、底部3bの底点も第2の変化点Pbという。

【0045】

また、頂部3tおよび底部3bを除く構造体3の側面には、該構造体3の頂部3tから底部3bの方向に向かって、第1の変化点および第2の変化点の組みがこの順序で1つ以上形成されていることが好ましい。この場合、構造体3の頂部3tから底部3bに向かう傾きが、第1の変化点Paを境にしてより緩やかになった後、第2の変化点Pbを境にしてより急になることが好ましい。また、上述のように、第1の変化点Paおよび第2の変化点Pbの組みをこの順序で1つ以上形成する場合、構造体3の頂部3tを凸状の曲面とする、もしくは構造体3の底部3bに、徐々に減衰して広がる裾部3cを形成することが好ましい（図4参照）。

【0046】

ここで、第1の変化点および第2の変化点は以下のように定義される。

図5A、図5Bに示すように、構造体3の頂部3tから底部3bの間の面が、構造体3の頂部3tから底部3bに向かって、滑らかな複数の曲面を不連続的に接合して形成されている場合には、接合点の変化点となる。この変化点と変曲点は一致することになる。接合点では正確には微分不可能であるが、ここでは、このような極限としての変曲点も変曲点と称する。構造体3が上述のような曲面を有する場合、図4に示すように、構造体3の頂部3tから底部3bに向かう傾きが、第1の変化点Paを境にしてより緩やかになった後、第2の変化点Pbを境にしてより急になることが好ましい。

【0047】

図5Cに示すように、構造体3の頂部3tから底部3bの間の面が、構造体3の頂部3tから底部3bに向かって、滑らかな複数の曲面を連続的に滑らかに接合して形成されている場合には、変化点は以下のように定義される。図5Cに示すように、変曲点・頂点・底点におけるそれぞれの接線が互いに交わる交点に対して、曲線上で最も近い点を変化点と称する。また、上述のように、頂部3tにおいては頂点が第1の変化点となり、底部3bにおいては底点が第2の変化点となる。

【0048】

構造体3は、その頂部3tから底部3bの間の面に、好ましくは2つ以上の傾斜ステップSt、より好ましくは2つ以上10以下の傾斜ステップStを有することが好ましい。具体的には、構造体3は、その頂部3tから底部3bの間に、頂部3tもしくは底部3b、または頂部3tと底部3bの双方を含む2つ以上のステップを有することが好ましい。傾斜ステップStが2つ以上であると、構造体3の深さ方向（図1中、－Z軸方向）に対する実効屈折率が、2つ以上の変曲点 N_1 、 N_2 、 $\dots$ 、 N_n （ n ：2以上の整数）を有することができる。また、傾斜ステップStが10以下であれば、構造体3を作製するのを容易にできる。

【0049】

傾斜ステップStとは、基体表面に対して平行ではなく傾斜しているステップのことをいう。ステップStを基体表面に対して平行とするよりも、ステップStを基体表面に対して傾斜させることにより、転写性を良好にすることができる。ここで、傾斜ステップStは、上述の第1の変化点Paおよび第2の変化点Pbで設定される区画である。また、傾斜ステップStとは、図4に示すように、頂部3tにおける突出部と、底部3bにおける裾部3cとを含む概念である。すなわち、頂部3tにおいて第1の変化点Paおよび第2の変化点Pbで設定される区画、および底部3bにおいて第1の変化点Paおよび第2の変化点Pbで設定される区画も傾斜ステップStと称する。

【0050】

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、上述のように、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、構造体 3 の深さ方向に対する実効屈折率が、基体 2 に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点を有するような形状であればよい。

【0051】

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。

【0052】

構造体 3 の断面積は、上記屈折率プロファイルに対応するように、構造体 3 の深さ方向に対して変化する。構造体 3 の断面積は、構造体 3 の深さ方向に向かうに従って単調に増加することが好ましい。ここで、構造体 3 断面積とは、構造体 3 が配列された基体表面に対して、平行な切断面の面積を意味する。

【0053】

[ロールマスタの構成]

図 6 は、上述の構成を有する光学素子を作製するためのロールマスタの構成の一例を示す。図 6 に示すように、ロールマスタ 11 は、円筒状または円柱状の原盤 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、円筒状または円柱状の原盤 12 の表面に同心円状またはスパイラル状に配置されている。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。

【0054】

[光学素子の製造方法]

次に、図 7～図 9 を参照しながら、上述の構成を有する光学素子の製造方法の一例について説明する。

【0055】

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製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、ロール原盤露光装置を用いてレジスト膜にモスアイパターンの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、プラズマエッチングなどを用いてロール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。このとき、エッチング工程では R I E（Reactive Ion Etching）装置を用いても良い。

【0056】

（露光装置の構成）

まず、図 7 を参照して、モスアイパターンの露光工程に用いるロール原盤露光装置の構成について説明する。このロール原盤露光装置は、光学ディスク記録装置をベースとして構成されている。

【0057】

レーザー光源 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

10

20

30

40

50

るための光源であり、例えば波長 $\lambda = 266\text{ nm}$ の記録用のレーザー光15を発振するものである。レーザー光源21から出射されたレーザー光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を透過したレーザー光15は、ミラー23で反射され、変調光学系25に導かれる。

【0058】

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ー光15の位相変調が行われる。

【0059】

変調光学系25において、レーザー光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。レーザー光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ー光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。

【0060】

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に導かれたレーザー光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、レーザー光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ー光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。レーザー光15の移動は、移動光学テーブル32の矢印R方向への移動によって行われる。

【0061】

露光装置は、図1B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ー光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。

【0062】

このロール原盤露光装置では、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、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。

【0063】

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。

（レジスト成膜工程）

まず、図8Aに示すように、円筒状または円柱状の原盤12を準備する。この原盤12は、例えばガラス原盤である。次に、図8Bに示すように、原盤12の表面にレジスト層14を形成する。レジスト層14の材料としては、例えば、有機系レジスト、および無機系レジストのいずれも用いることができる。有機系レジストとしては、例えば、ノボラック系レジスト、化学増幅型レジストを用いることができる。また、無機系レジストとしては、例えば、タンゲ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。

【0064】

（露光工程）

次に、図 8 C に示すように、上述したロール原盤露光装置を用いて、原盤 1 2 を回転させると共に、レーザー光（露光ビーム）1 5 をレジスト層 1 4 に照射する。このとき、レーザー光 1 5 を原盤 1 2 の高さ方向に移動させながら、レーザー光 1 5 を間欠的に照射することで、レジスト層 1 4 を全面にわたって露光する。これにより、レーザー光 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レジスト層 1 4 の全面にわたって形成される。

【0065】

（現像工程）

次に、原盤 1 2 を回転させながら、レジスト層 1 4 上に現像液を滴下して、図 9 A に示すように、レジスト層 1 4 を現像処理する。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、レーザー光 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 9 A に示すように、潜像（露光部）1 6 に応じたパターンがレジスト層 1 4 に形成される。

【0066】

（エッチング工程）

次に、原盤 1 2 の上に形成されたレジスト層 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 9 B に示すように、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。エッチング方法は、例えばドライエッチングによって行われる。このとき、エッチング処理とアッシング処理を交互に行うことにより、例えば、錐体状の構造体 1 3 のパターンを形成するとともに、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。また、エッチング処理およびアッシング処理の処理時間を適宜調整することで、構造体 1 3 の曲面に傾斜ステップを形成することができる。

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ロールマスタ 1 1 が得られる。

【0067】

（複製工程）

次に、ロールマスタ 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 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、ロールマスタ 1 1 から基体 2 を剥離する。これにより、図 9 C に示すように、目的とする光学素子 1 が作製される。

【0068】

この第 1 の実施形態によれば、各構造体 3 によって特徴付けられる、深さ方向に対する実効屈折率の変化が、基体 2 に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点 N_1 、 N_2 、 $\dots$ N_n (n : 2 以上の整数) を持っているので、構造体 3 の形状効果を活用しながら光の干渉効果を組み合わせて反射光を低減できる。したがって、優れた反射防止特性を有する光学素子を実現できる。

【0069】

また、光ディスクの原盤作製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。

【0070】

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、ロールマスタ 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。

【0071】

また、構造体 3 のステップを傾斜ステップとした場合には、平行ステップとした場合に比べて転写性を向上することができる。なお、平行ステップについては後述する。

【0072】

<第2の実施形態>

[光学素子の構成]

図10Aは、本発明の第2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10Bは、図10A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10Cは、図10BのトラックT1、T3、・・・における断面図である。図10Dは、図10BのトラックT2、T4、・・・における断面図である。

【0073】

第2の実施形態に係る光学素子1は、トラックTが円弧状の形状を有し、構造体3が円弧状に配置されている。図10B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。ここで、準六方格子パターンとは、正六方格子パターンとは異なり、トラックTの円弧状に沿って歪んだ六方格子パターンを意味する。あるいは、正六方格子パターンとは異なり、トラックTの円弧状に沿って歪み、かつ、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を意味する。

上述した以外の光学素子1の構成は、第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0074】

[ディスクマスタの構成]

図11は、上述の構成を有する光学素子を作製するためのディスクマスタの構成の一例を示す。図11に示すように、ディスクマスタ41は、円盤状の原盤42の表面に凹部である構造体43が多数配列された構成を有している。この構造体43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43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。

上述した以外のディスクマスタ41の構成は、第1の実施形態のロールマスタ11と同様であるので説明を省略する。

【0075】

[光学素子の製造方法]

図12は、上述の構成を有するディスク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。

【0076】

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。移動光学テーブル32に導かれたレーザー光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、円盤状の原盤42上のレジスト層へ照射される。原盤42は、スピンドルモータ35に接続されたターンテーブル(図示略)の上に載置されている。そして、原盤42を回転させるとともに、レーザー光15を原盤42の回転半径方向に移動させながら、原盤42上のレジスト層へレーザー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。形成された潜像は、円周方向に長軸を有する略楕円形になる。レーザー光15の移動は、移動光学テーブル32の矢印R方向への移動によって行われる。

【0077】

図12に示した露光装置においては、レジスト層に対して図11に示した六方格子または準六方格子の2次元パターンからなる潜像を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ー光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。

【0078】

制御機構37は、潜像の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、AOM27によるレーザー光15の強度変調と、スピンドルモータ35の駆動回転速度

10

20

30

40

50

と、移動光学テーブル 32 の移動速度とをそれぞれ同期させる。原盤 42 は、角速度一定 (CAV) で回転制御される。そして、スピンドルモータ 35 による原盤 42 の適切な回転数と、AOM 27 によるレーザー強度の適切な周波数変調と、移動光学テーブル 32 によるレーザー光 15 の適切な送りピッチとでパターンニングを行う。これにより、レジスト層に対して六方格子パターン、または準六方格子パターンの潜像が形成される。

【0079】

更に、極性反転部の制御信号を、空間周波数 (潜像のパターン密度であり、 $P1:330$ 、 $P2:300\text{ nm}$ 、または、 $P1:315\text{ nm}$ 、 $P2:275\text{ nm}$ 、または、 $P1:300\text{ nm}$ 、 $P2:265\text{ nm}$) が一樣になるように徐々に変化させる。より具体的には、レジスト層に対するレーザー光 15 の照射周期を 1トラック毎に変化させながら露光を行い、各トラック T において P1 がほぼ 330 nm (あるいは 315 nm 、 300 nm) となるように制御機構 37 においてレーザー光 15 の周波数変調を行う。即ち、トラック位置が円盤状の原盤 42 の中心から遠ざかるに従い、レーザー光の照射周期が短くなるように変調制御する。これにより、基板全面において空間周波数が一樣なナノパターンを形成することが可能となる。

上述した以外の光学素子の製造方法は、第 1 の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0080】

この第 2 の実施形態によれば、直線状に構造体 3 を配列した場合と同様に、反射防止特性に優れた光学素子 1 を得ることができる。

【0081】

< 第 3 の実施形態 >

図 13A は、本発明の第 3 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 13B は、図 13A 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 13C は、図 13B のトラック T1、T3、・・・における断面図である。図 13D は、図 13B のトラック T2、T4、・・・における断面図である。

【0082】

第 3 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。

【0083】

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 13B 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 ~ a4 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。

【0084】

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 $150\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ であることが好ましい。トラック T に対して θ 方向のピッチ P2 は、例えば、 $275\text{ nm} \sim 297\text{ nm}$ 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、 $0.54 \sim 1.13$ 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。

【0085】

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。

【0086】

第 3 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。

【0087】

< 第 4 の実施形態 >

図 14A 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 14B は、図 14A 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 14C は、図 14B のトラック T1、T3、・・・における断面図である。図 14D は、図 14B のトラック T2、T4、・・・における断面図である。図 15 は、図 14 に示した光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。

【0088】

第 4 の実施形態に係る光学素子 1 は、基体 2 の表面に形成された副構造体 4 をさらに備える点において、第 1 の実施形態のものとは異なっている。上述の第 1 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、第 4 の実施形態では、構成体 3 と副構造体 4 との混同を回避するために、構造体 3 を主構造体 3 と称する。

【0089】

副構造体 4 は、主構造体 3 よりも低い高さを有する構造体、例えば微小な突出部である。

また、副構造体 4 の高さは、屈折率を考慮した光路長で、使用環境下の光の波長の $1/4$ 程度以下であれば反射防止の機能に寄与し、例えば、 $10\text{nm} \sim 150\text{nm}$ 程度である。副構造体 4 の材料としては、例えば、基体 2 および主構造体 3 の材料と同一の材料を用いることもできるが、基体 2 および主構造体 3 より屈折率の低い材料を用いることが好ましい。反射率をより低減することができるからである。また、上述の説明では、主として主構造体 3 と副構造体 4 とが共に凸形状である場合について説明したが、主構造体 3 と副構造体 4 とが凹形状であってもよい。さらには、主構造体 3 と副構造体 4 の凹部と凸部の関係が、さかさまになっているようにしてもよい。具体的には、主構造体 3 が凸部である場合には、副構造体 4 がそれとは反対に凹部であり、主構造体 3 が凹部である場合には、副構造体 4 がそれとは反対に凸部であるようにしてもよい。

【0090】

副構造体 4 は、例えば主構造体 3 間に設けられる。具体的には、副構造体 4 は主構造体 3 の最隣接部に設けられ、この最隣接部に設けられた副構造体 4 により主構造体 3 間が接続されることが好ましい。このようにすることで、主構造体 3 の充填率を向上させることができる。また、副構造体 4 の空間的周波数成分は、主構造体 3 の周期から換算される周波数成分より高いことが好ましい。具体的には、副構造体 4 の空間的周波数成分は、主構造体 3 の周期から換算される周波数成分の 2 倍以上であることが好ましく、4 倍以上であることがさらに好ましい。このような副構造体 4 の空間周波数成分は、主構造体 3 の周波数成分の整数倍次とならないことが好ましい。

【0091】

副構造体 4 は、副構造体 4 の形成しやすさの観点から、図 14B に示したように、楕円錐形状または楕円錐台形状などの主構造体 3 が隣接する黒丸印「●」の位置に配置されることが好ましい。このように配置する場合、副構造体 4 は、主構造体 3 の隣接部全てに形成する、もしくは T1、T2 などのトラック延在方向のみに形成するようにしてもよい。主構造体 3 が六方格子パターンまたは準六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、主構造体 3 が 6 回対称となる方位で隣接する。この場合、隣接部に副構造

体 4 が設けられ、この副構造体 4 により主構造体 3 間が接続されることが好ましい。また、図 1 4 B に示すように、主構造体 3 間に空隙部 2 a が存在する場合には、充填率を向上させる観点から、主構造体 3 間の空隙部 2 a に副構造体 4 を形成することが好ましい。主構造体 3 の隣接部と空隙部 2 a の両方に副構造体 4 を形成するようにしてもよい。なお、副構造体 4 を形成する位置は、上述の例に特に限定されるものではなく、主構造体 3 の表面全体に副構造体 4 を形成するようにしてもよい。

【0092】

また、反射特性および透過特性の向上の観点からすると、副構造体 4 の表面に、微小な凸部および凹部の少なくとも 1 種、例えば微小な凹凸部 4 a を形成することが好ましい。また、反射防止機能が良好で波長依存性が少ない光学素子 1 を得るには、副構造体 4 の微小な凸部または凹部は、主構造体 3 の周期よりも短い、高周波の空間的周波数成分を有するように形成されることが好ましい。例えば、図 1 5 に示したように、微小な凹部と凸部とを有する、波打った微小な凹凸部 4 a であることが好ましい。微小な凹凸部 4 a は、例えば、光学素子の製造工程における R I E (Reactive Ion Etching) などのエッチングの条件や、原盤の材料を適宜選択することにより形成することができる。例えば、原盤の材料としてパイレックス (登録商標) ガラスを用いることにより、凹凸部 4 a を形成することができる。

【0093】

第 4 の実施形態では、基体 2 の表面に副構造体 4 をさらに形成しているので、上述の第 1 の実施形態に比べて反射防止特性をさらに向上することができる。

【0094】

< 第 5 の実施形態 >

図 1 6 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 6 B は、図 1 6 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 6 C は、図 1 6 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図である。図 1 6 D は、図 1 6 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。図 1 7 は、図 1 6 に示した光学素子の一部を拡大して表す斜視図である。

【0095】

第 5 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。したがって、構造体 3 の深さ方向 (図 1 6 中、 $-Z$ 軸方向) に対する実効屈折率は、基体に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点 N_1 、 N_2 、・・・ N_n (n : 2 以上の整数) を有している。なお、上述のように構造体 3 を凹部とした場合、凹部である構造体 3 の開口部 (凹部の入り口部分) を底部、基体 2 の深さ方向の最下部 (凹部の最も深い部分) を頂部と定義する。すなわち、非実体的な空間である構造体 3 により頂部、および底部を定義する。このとき、図 2 における実効屈折率は底部から頂部に向かって徐々に増加することになる。この第 5 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】

この第 5 の実施形態では、第 1 の実施形態における凸形状の構造体 3 の形状を反転して凹形状としているので、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0097】

< 第 6 の実施形態 >

図 1 8 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斜視図である。図 1 8 に示すように、第 6 の実施形態に係る光学素子 1 は、基体表面にて一方向に延在された柱状の構造体 5 を有し、この構造体 5 が基体 2 上に 1 次元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。なお、上述の第 1 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。

【0098】

構造体 5 の深さ方向（図 18 中、 $-Z$ 軸方向）に対する実効屈折率が、基体 2 に向けて徐々に増加するとともに、深さ方向に対して 2 つ以上の変曲点 N_1 、 N_2 、 $\dots$ N_n (n : 2 以上の整数) を有している。

【0099】

構造体 5 は、一方向 (Y 軸方向) に一様に延在された曲面を有する。稜線方向に垂直に構造体 5 を切断した断面 (YZ 断面) は、図 2 に示す屈折率プロファイルと相似形になるような断面形状となっている。

【0100】

第 6 の実施形態によれば、深さ方向に対する、稜線方向の実効屈折率の変化が、基体 2 に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点 N_1 、 N_2 、 $\dots$ N_n (n : 2 以上の整数) を持っているので、構造体 5 の形状効果を活用しながら光の干渉効果により反射光を低減できる。したがって、優れた反射防止特性を有する光学素子を実現できる。

【0101】

< 第 7 の実施形態 >

図 19 に、本発明の第 7 の実施形態に係る光学素子の構造体の形状の一例を示す。図 19 に示すように、構造体 3 は、その頂点 3 t から底部 3 b の間の面に、好ましくは平行ステップ s t および傾斜ステップ S t の少なくとも一方を 2 つ以上、より好ましくは平行ステップ s t および傾斜ステップ S t の少なくとも一方を 2 つ以上 10 以下有することが好ましい。平行ステップ s t および傾斜ステップ S t の少なくとも一方が 2 つ以下であると、構造体 3 の深さ方向（図 1 中、 $-Z$ 軸方向）に対する実効屈折率が、2 つ以上の変曲点を有することができる。また、平行ステップ s t および傾斜ステップ S t の少なくとも一方が 10 以下であれば、作製するのを容易にできる。

【0102】

平行ステップ s t とは、基体表面に対して平行なステップのことをいう。ここで、平行ステップ s t は、上述の第 1 の変化点 $P a$ および第 2 の変化点 $P b$ で設定される区画である。なお、平行ステップ s t には、平面状の頂部 3 t および底部 3 b を含まないものとする。すなわち、頂部 3 t および底部 3 b を除く、構造体 3 の頂点 3 t から底部 3 b の間に形成されたステップのうちで、基体表面に対して平行なステップのことを平行ステップという。

第 7 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。

【0103】

< 第 8 の実施形態 >

図 20 は、本発明の第 8 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す断面図である。図 20 に示すように、第 8 の実施形態に係る光学素子 1 は、構造体 3 に代えて、傾斜膜 6 を基体上に形成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。なお、上述の第 1 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。

【0104】

傾斜膜 6 は、構成材料の組成を深さ方向（厚さ方向）に徐々に変化させることで、深さ方向に対する屈折率を徐々に変化させた膜である。傾斜膜 6 の表面側の屈折率が、基体側（界面側）の屈折率に比して低くなっている。深さ方向に対する実効屈折率は、基体 2 に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点 N_1 、 N_2 、 $\dots$ N_n (n : 2 以上の整数) を有している。このようにすることで、光の干渉効果により反射光を低減できる。したがって、光学素子の反射防止特性を低減することができる。

【0105】

傾斜膜 6 は、例えばスパッタリング法により成膜することができる。スパッタリング法による成膜方法としては、例えば、2 種類のターゲット材料を同時に、かつ所定の比率でスパッタリングさせる方法、プロセスガスの流量を変化させながら反応性スパッタリングすることで、膜中に含まれるプロセスガスの含有量を適宜変化させる方法が挙げられる。

【0106】

第 8 の実施形態によれば、上述の第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0107】

<第9の実施形態>

[液晶表示装置の構成]

図21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21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53と、バックライト53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51とを備える。液晶パネル51の両面にはそれぞれ、偏光子51a、51bが設けられている。液晶パネル51の表示面側に設けられた偏光子51b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が一主面に設けられた偏光子51bを反射防止機能付き偏光子52と称する。この反射防止機能付き偏光子52は、反射防止機能付き光学部品の一例である。

10

以下、液晶表示装置を構成するバックライト53、液晶パネル51、偏光子51a、51b、および光学素子1について順次説明する。

【0108】

(バックライト)

バックライト53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53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。

20

【0109】

(液晶パネル)

液晶パネル51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。

30

【0110】

(偏光子)

液晶パネル51の両面には、例えば偏光子51a、51b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51a、51b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51a、51b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51a、51b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52を薄型化できるからである。

40

【0111】

(光学素子)

光学素子1は、上述の第1～第8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。

【0112】

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

50

視認性を向上することができる。

【0113】

<第10の実施形態>

[液晶表示装置の構成]

図22は、本発明の第10の実施形態に係る液晶表示装置の構成の一例を示す。この液晶表示装置は、液晶パネル51の前面側に前面部材54を備え、液晶パネル51の前面、前面部材54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7の実施形態のものとは異なっている。図22では、液晶パネル51の前面、ならびに前面部材54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51と前面部材54との間には、例えば空気層が形成されている。上述の第7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。

10

【0114】

前面部材54は、液晶パネル51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54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54の材料としては、例えば、ガラス、トリアセチルセルロース（TAC）、ポリエステル（TPEE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリイミド（PI）、ポリアミド（PA）、アラミド、ポリエチレン（PE）、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（PP）、ジアセチルセルロース、ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂（PMMA）、ポリカーボネート（PC）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。

20

【0115】

第10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】

【0116】

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

30

【0117】

本発明の実施例について以下の順序で説明する。

1. 構造体形状についての検討
2. 変曲点と反射率との関係についての検討（1）
3. 変曲点と反射率との関係についての検討（2）

【0118】

<1. 構造体形状についての検討>

実効屈折率が単調に増加するとともに、2個以上の変曲点を有する構造体形状についてシミュレーションにより検討を行った。なお、以下の実施例における構造体のピッチは、図23Aに示すように、矩形状の格子の短辺の長さとする。但し、図23Bに示すように、格子が正方格子である場合には、特に辺を区別せずに、両辺の長さをピッチと称する。

40

【0119】

<実施例1-1～1-3>

構造体を六方格子状に配列した場合について、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が単調に増加するとともに、2個の変曲点を有する構造体形状について検討した。その結果を図24A～図24Cに示す。

【0120】

<実施例2-1～2-3>

構造体を六方格子状に配列した場合について、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が単調に増加するとともに、3個の変曲点を有する構造体形状について検討した。その結果

50

を図 2 5 A～図 2 5 C に示す。

【0 1 2 1】

<実施例 3-1～3-3>

構造体を六方格子状に配列した場合について、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が単調に増加するとともに、5 個の変曲点を有する構造体形状について検討した。その結果を図 2 6 A～図 2 6 C に示す。

【0 1 2 2】

<実施例 4-2～4-3>

構造体を正方格子状に配列した場合について、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が単調に増加するとともに、5 個の変曲点を有する構造体形状について検討した。その結果を図 2 7 A～図 2 7 C に示す。

【0 1 2 3】

<実施例 5>

構造体を準六方格子状に配列した場合について、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が単調に増加するとともに、3 個の変曲点を有する構造体形状について検討した。その結果を図 2 8 に示す。

【0 1 2 4】

<実施例 6>

構造体を準六方格子状に配列した場合について、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が単調に増加するとともに、5 個の変曲点を有する構造体形状について検討した。その結果を図 2 9 に示す。

【0 1 2 5】

<実施例 7>

構造体を六方格子状に配列した場合について、構造体の深さ方向に対する実効屈折率が単調に増加するとともに、3 個の変曲点を有する構造体形状の凹凸が反転している形状について検討した。その結果を図 3 0 に示す。

【0 1 2 6】

図 2 4～図 3 0 から、変曲点と構造体の形状との間に以下の関係があることがわかる。

実施例 1-1～1-3（変曲点 2 個、六方格子）：頂部の傾斜ステップと、構造体の曲面に傾斜ステップが 1 個存在する。

実施例 2-1～2-3（変曲点 3 個、六方格子）：頂部の傾斜ステップと、構造体の曲面に傾斜ステップが 1 個と、底部の傾斜ステップが存在する。

実施例 3-1～3-3（変曲点 5 個、六方格子）：頂部の傾斜ステップと、構造体の曲面に傾斜ステップが 2 個と、底部の傾斜ステップが存在する。

実施例 4-1～4-3（変曲点 5 個、正方格子）：頂部の傾斜ステップと、構造体の曲面に傾斜ステップが 2 個と、底部の傾斜ステップが存在する。

実施例 5（変曲点 3 個、準六方格子）：頂部の傾斜ステップと、構造体の曲面に傾斜ステップが 1 個と、底部の傾斜ステップが存在する。

実施例 6（変曲点 5 個、準六方格子）：頂部の傾斜ステップと、構造体の曲面に傾斜ステップが 2 個と、底部の傾斜ステップが存在する。

【0 1 2 7】

<2. 変曲点と反射率との関係についての検討（1）>

変曲点を有する屈折率プロファイルを想定し、この屈折率プロファイルに基づき、変曲点と反射率との関係をシミュレーションにより検討を行った。

【0 1 2 8】

<実施例 8～10>

まず、図 3 1、図 3 2 に示すように、構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変曲点が 2 個、3 個、5 個となる屈折率プロファイルを想定した。なお、図 3 1、図 3 2 では、光学厚さを構造体の底面を基準としたものとしているため、図 2 とは屈折率プロファイルの関係が反対になっている。次に、この屈折率プロファイルに基づき、光学素子の反射率を

10

20

30

40

50

求めた。なお、構造体の高さは250nmとした。その結果を図33に示す。

【0129】

<比較例1>

まず、図31に示すように、構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変曲点が1個となる屈折率プロファイルを想定した。次に、この屈折率プロファイルに基づき、光学素子の反射率を求めた。なお、構造体の高さは250nmとした。その結果を図33に示す。

【0130】

<比較例2>

まず、図31に示すように、構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変曲点がなく、実効屈折率が直線状となる屈折率プロファイルを想定した。次に、この屈折率プロファイルに基づき、光学素子の反射率を求めた。なお、構造体の高さは250nmとした。その結果を図33に示す。

【0131】

図31～図33から、変曲点の数と反射率との間に以下のあることがわかる。

比較例1（変曲点1個）：長波長側で反射率が大きくなる。

比較例2（変曲点なし）：スペクトル全体（特に短波長側）で反射率が大きくなる。

実施例8（変曲点2個）：長波長側で反射率が多少上昇する傾向があるが、この上昇幅は比較例1に比して小さい。可視光域400nm～700nmのほぼ全体で反射率が0.1%以下となる。

実施例9（変曲点3個）：長波長側での反射率の上昇幅は小さく、可視光域400nm～700nmの全体で反射率が0.1%以下となる。

実施例10（変曲点5個）：波長500nm近傍で反射率は多少上昇するが、短波長側や長波長側での反射率は極めて低くなる。波長350～800nmの広範囲にわたって反射率が低下する。

【0132】

<3. 変曲点と反射率との関係についての検討（2）>

変曲点を有する屈折率プロファイルを想定し、この屈折率プロファイルに基づき、変曲点と反射率との関係をシミュレーションにより検討を行った。

【0133】

<実施例11～12>

まず、図34に示すように、構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変曲点が2個、3個となる屈折率プロファイルを想定した。次に、この屈折率プロファイルに基づき、光学素子の反射率を求めた。なお、構造体の高さは250nmとした。その結果を図35に示す。

【0134】

<比較例3>

まず、図34に示すように、構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変曲点が1個となる屈折率プロファイルを想定した。次に、この屈折率プロファイルに基づき、光学素子の反射率を求めた。なお、構造体の高さは250nmとした。その結果を図35に示す。

【0135】

<比較例4>

まず、図34に示すように、構造体の深さ方向に対する実効屈折率の変曲点がなく、実効屈折率が直線状となる屈折率プロファイルを想定した。次に、この屈折率プロファイルに基づき、光学素子の反射率を求めた。なお、構造体の高さは250nmとした。その結果を図35に示す。

【0136】

図34および図35から、変曲点の数と反射率との間に以下のあることがわかる。

比較例3（変曲点1個）：長波長側で反射率が大きくなる。

比較例4（変曲点なし）：スペクトル全体（特に短波長側）での反射率が大きくなる。

実施例 1 1（変曲点 2 個）：長波長側で反射率が多少上昇する傾向があるが、この上昇幅は比較例 1 に比して小さい。可視光域 400 nm～700 nm のほぼ全体で反射率が 0.1% 以下となる。

実施例 1 2（変曲点 3 個）：長波長側での反射率の上昇幅は小さく、可視光域 400 nm～700 nm の全体で反射率が 0.1% 以下となる。

【0137】

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

【0138】

例えば、上述の実施形態および実施例において挙げた数値、形状、材料および構成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数値、形状、材料および構成などを用いてもよい。

【0139】

また、上述の実施形態の各構成は、本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。

【0140】

また、上述の実施形態では、本発明を液晶表示装置に適用する場合を例として説明したが、本発明は液晶表示装置以外の各種表示装置に対しても適用可能である。例えば、CRT（Cathode Ray Tube）ディスプレイ、プラズマディスプレイ（Plasma Display Panel：PDP）、エレクトロルミネッセンス（Electro Luminescence：EL）ディスプレイ、表面伝導型電子放出素子ディスプレイ（Surface-conduction Electron-emitter Display：SED）などの各種表示装置に対しても本発明は適用可能である。

【0141】

また、上述の実施形態では、光ディスクの原盤作製プロセスとエッチングプロセスとを融合した方法により、光学素子 1 を作製する場合を例として説明した。しかしながら、光学素子 1 の作製方法はこれに限定されるものではなく、深さ方向に対する実効屈折率が基体に向けて徐々に増加するとともに、2 つ以上の変曲点を有する光学素子を作製できるのであればよい。例えば、電子線露光などを用いて光学素子を作製するようにしてもよく、また、実効屈折率が徐々に変化するように、中空シリカ等の比率を変えつつ配合させた傾斜膜や、反応性スパッタによる傾斜膜をコーティングすることで作製しても良い。

【0142】

また、上述の実施形態において、基体 2 の構造体 3 が形成された面上に、低屈折率層をさらに形成するようにしてもよい。低屈折率層は、基体 2、構造体 3、および副構造体 4 を構成する材料より低い屈折率を有する材料を主成分としていることが好ましい。このような低屈折率層の材料としては、例えばフッ素系樹脂などの有機系材料、または LiF、MgF₂ などの無機系の低屈折率材料が挙げられる。

【0143】

また、上述の実施形態では、基体表面に凸形状の構造体 3 を有する構成を例として説明したが、基体表面に凹形状の構造体 3 を有する構成としてもよい。但し、構造体 3 が凹部である場合、式（1）などにおける構造体 3 の高さ H は、構造体 3 の深さ H となる。

【0144】

また、上述の実施形態において、熱転写により光学素子を作製するようにしてもよい。具体的には、熱可塑性樹脂を主成分とする基体を加熱し、この加熱により十分に柔らかくなった基体に対して、ロールマスタ 11 やディスクマスタ 41 などの判子（モールド）を押し当てることにより、光学素子 1 を作製する方法を用いるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0145】

【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

10

20

30

40

50

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、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子の屈折率プロファイルの一例を示すグラフである。

【図 3】図 3 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 4】図 4 は、構造体の形状の一例を示す断面図である。

【図 5】図 5 A～図 5 C は、変化点の定義を説明するための図である。

【図 6】図 6 A は、本発明の第 1 の実施形態に係る光学素子を作製するためのロールマスタの構成の一例を示す斜視図、図 6 B は、図 6 A のロールマスタ表面を拡大して示す平面図である。

10

【図 7】図 7 は、モスアイパターンの露光工程に用いるロール原盤露光装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 8】図 8 A～図 8 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の一例を説明するための工程図である。

【図 9】図 9 A～図 9 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の一例を説明するための工程図である。

【図 10】図 10 A は、本発明の第 2 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 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、図 10 C は、図 10 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図、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。

20

【図 11】図 11 A は、本発明の第 2 の実施形態に係る光学素子を作製するためのディスクマスタの構成の一例を示す平面図、図 11 B は、図 11 A のディスクマスタ表面を拡大して示す平面図である。

【図 12】図 12 は、モスアイパターンの露光工程に用いるロール原盤露光装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 13】図 13 A は、本発明の第 3 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 13 B は、図 13 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図、図 13 C は、図 13 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図、図 13 D は、図 13 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【図 14】図 14 A は、本発明の第 3 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 14 B は、図 14 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図、図 14 C は、図 14 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図、図 14 D は、図 14 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

30

【図 15】図 15 は、図 14 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 16】図 16 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、図 16 B は、図 16 A に示した光学素子の一部を拡大して表す平面図、図 16 C は、図 16 B のトラック T 1、T 3、・・・における断面図、図 16 D は、図 16 B のトラック T 2、T 4、・・・における断面図である。

【図 17】図 17 は、図 16 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 18】図 18 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斜視図である。

40

【図 19】図 19 は、本発明の第 7 の実施形態に係る光学素子の構造体の形状の一例を示す断面図である。

【図 20】図 20 は、本発明の第 8 の実施形態に係る光学素子の構成の一例を示す断面図である。

【図 21】図 21 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概略図である。

【図 22】図 22 は、本発明の第 10 の実施形態に係る液晶表示装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 23】図 23 は、実施例における構造体のピッチを示す概略図である。

50

【図 2 4】図 2 4 は、実施例 1-1 ~ 1-3 の構造体形状を示す斜視図である。

【図 2 5】図 2 5 は、実施例 2-1 ~ 2-3 の構造体形状を示す斜視図である。

【図 2 6】図 2 6 は、実施例 3-1 ~ 3-3 の構造体形状を示す斜視図である。

【図 2 7】図 2 7 は、実施例 4-1 ~ 4-3 の構造体形状を示す斜視図である。

【図 2 8】図 2 8 は、実施例 5 の構造体形状を示す斜視図である。

【図 2 9】図 2 9 は、実施例 6 の構造体形状を示す斜視図である。

【図 3 0】図 3 0 は、実施例 7 の構造体形状を示す斜視図である。

【図 3 1】図 3 1 は、実施例 8 ~ 10、比較例 1 ~ 2 の屈折率プロファイルを示すグラフである。

【図 3 2】図 3 2 は、実施例 8 ~ 10、比較例 1 ~ 2 の屈折率プロファイルにおける変曲点の位置を示すグラフである。 10

【図 3 3】図 3 3 は、実施例 8 ~ 10、比較例 1 ~ 2 の反射率の波長依存性を示すグラフである。

【図 3 4】図 3 4 は、実施例 11 ~ 12、比較例 3 ~ 4 の屈折率プロファイルを示すグラフである。

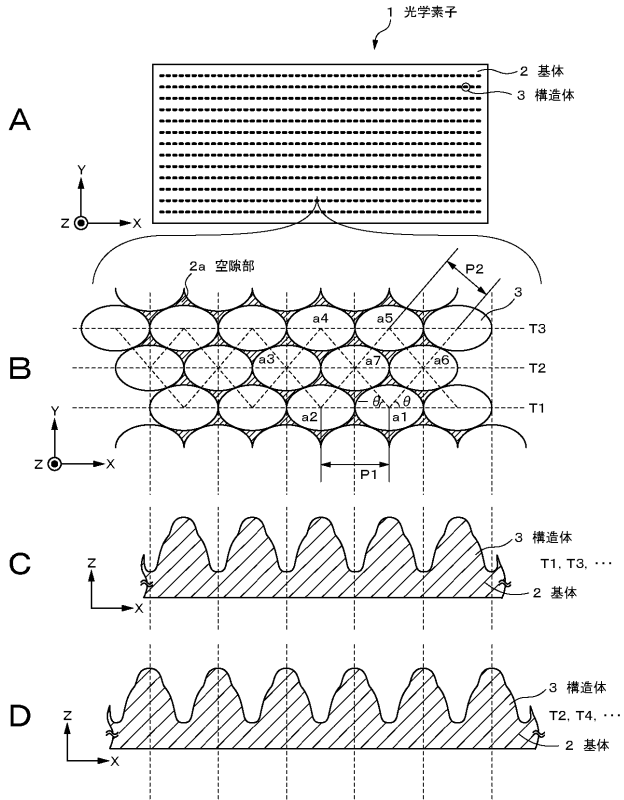
【図 3 5】図 3 5 は、実施例 11 ~ 12、比較例 3 ~ 4 の反射率の波長依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

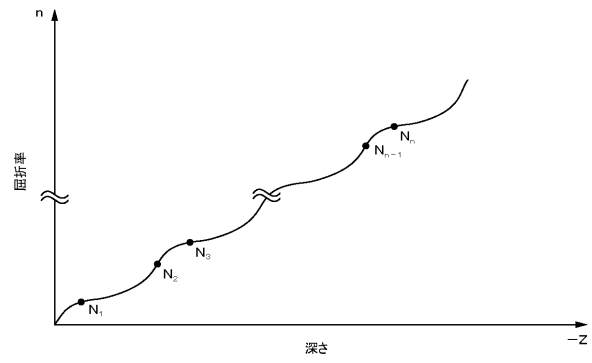
【0146】

1	光学素子	20
2	基体	
2 a	空隙部	
3	構造体、主構造体	
3 t	頂部	
3 b	底部	
3 c	裾部	
4	副構造体	
4 a	凹凸部	
5	構造体	
6	傾斜膜	30
11	ロールマスタ	
12	原盤	
13	構造体	
12 a	空隙部	
51	液晶パネル	
51 a	偏光子	
51 b	偏光子	
52	反射防止機能付き偏光子	
53	バックライト	
54	前面部材	40
Pa	第1の変化点	
Pb	第2の変化点	
Nn	変曲点	
St	傾斜ステップ	
st	平行ステップ	

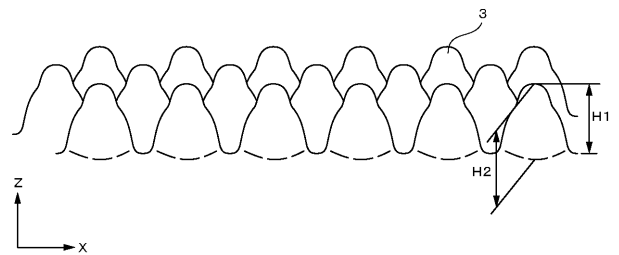
【図 1】



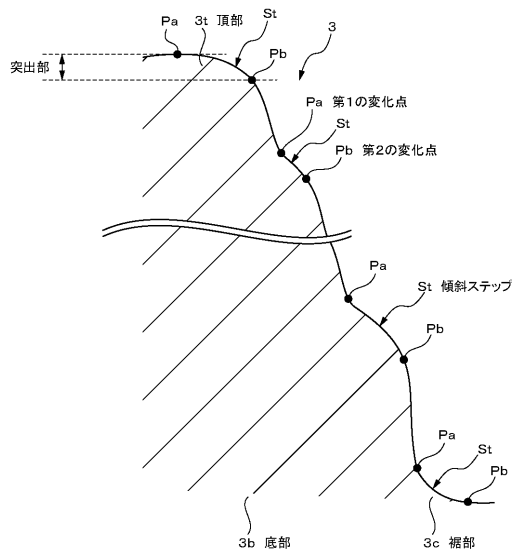
【図 2】



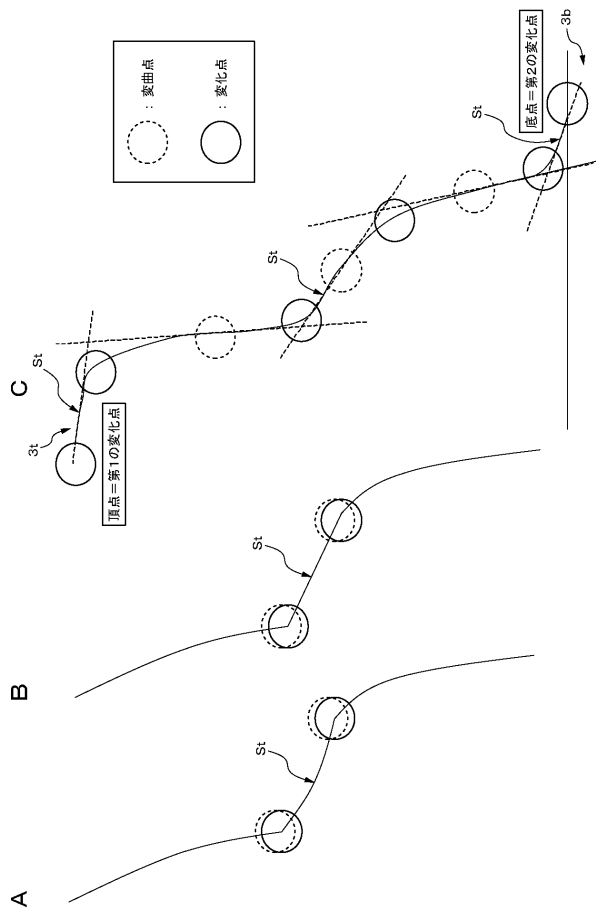
【図 3】



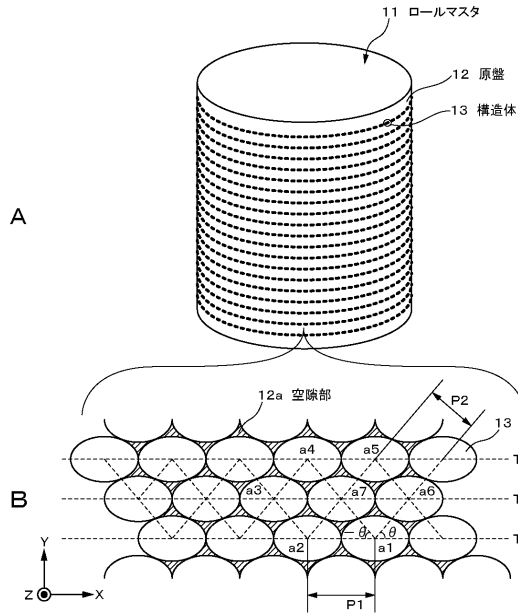
【図 4】



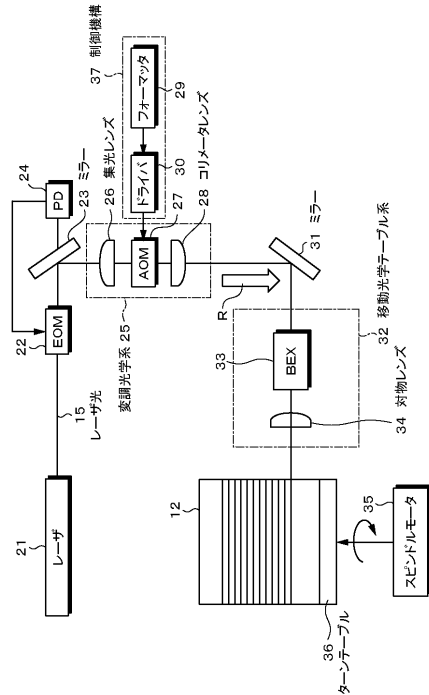
【図 5】



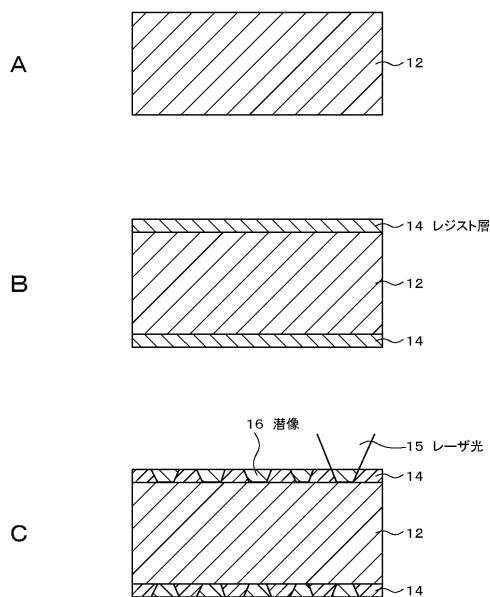
【図 6】



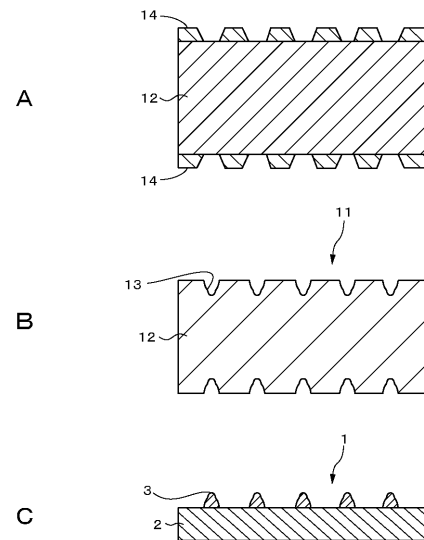
【図 7】



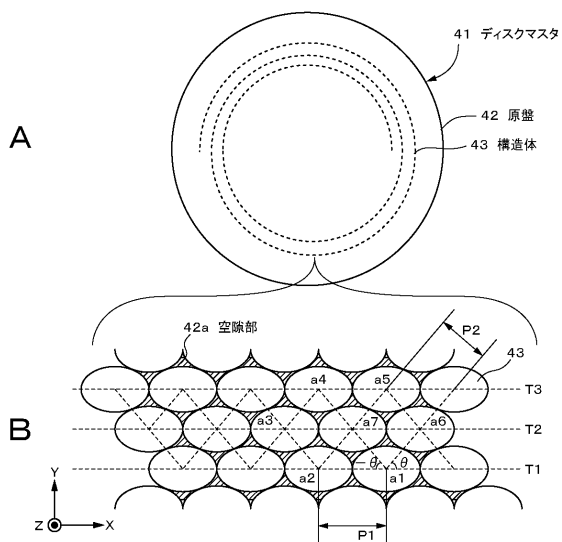
【図 8】



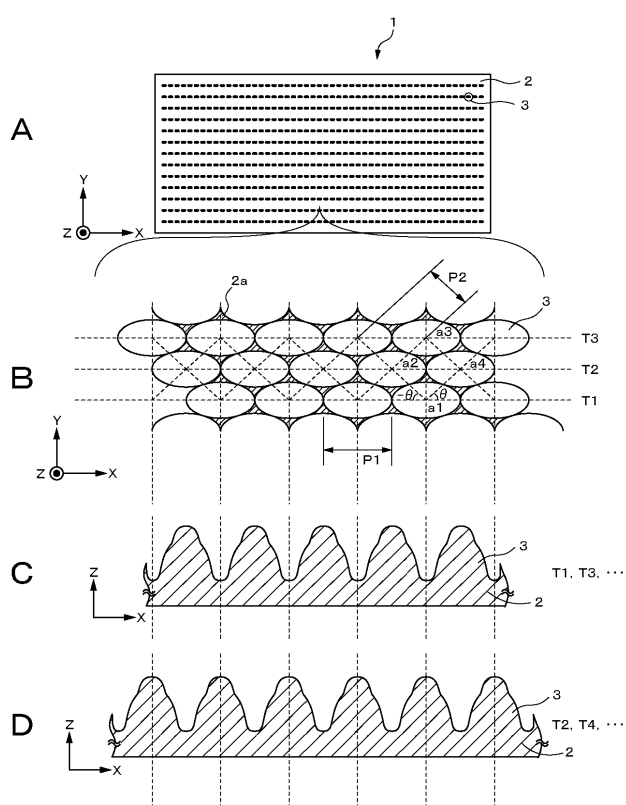
【図 9】



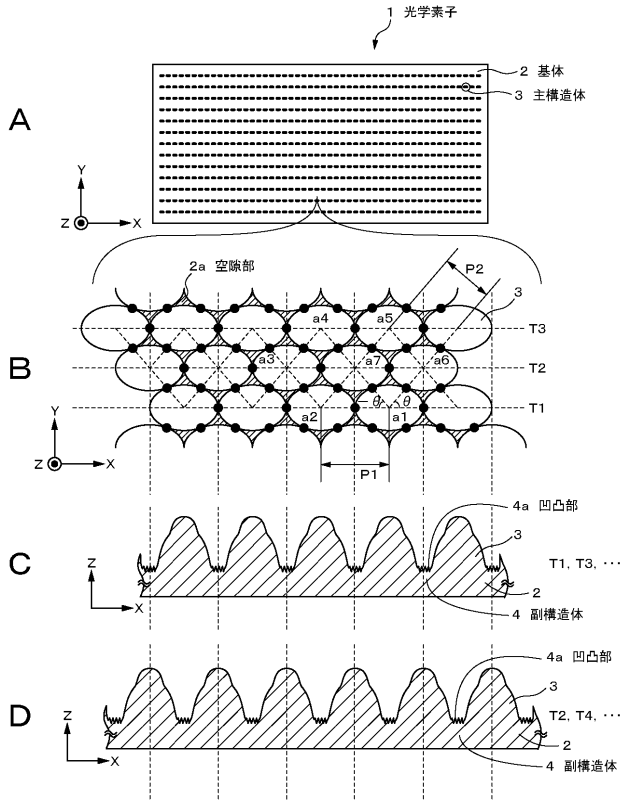
【図 1 1】



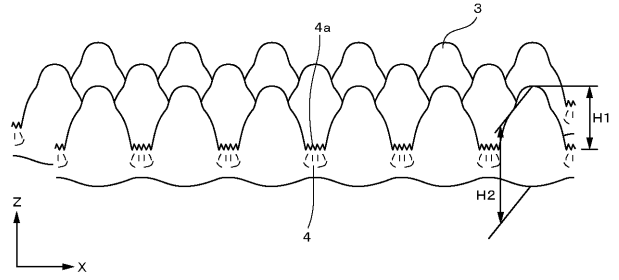
【图 13】



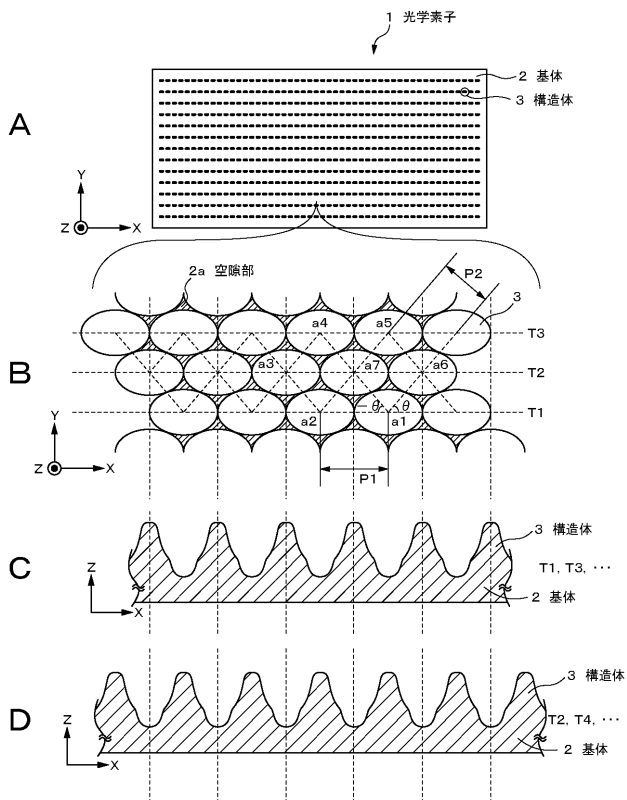
【図 14】



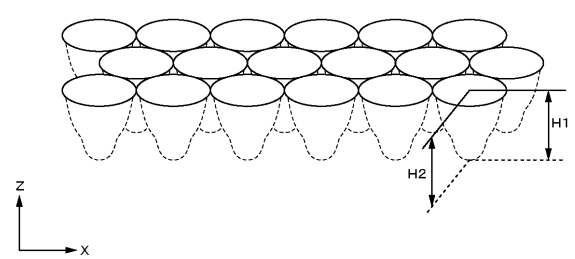
【図 15】



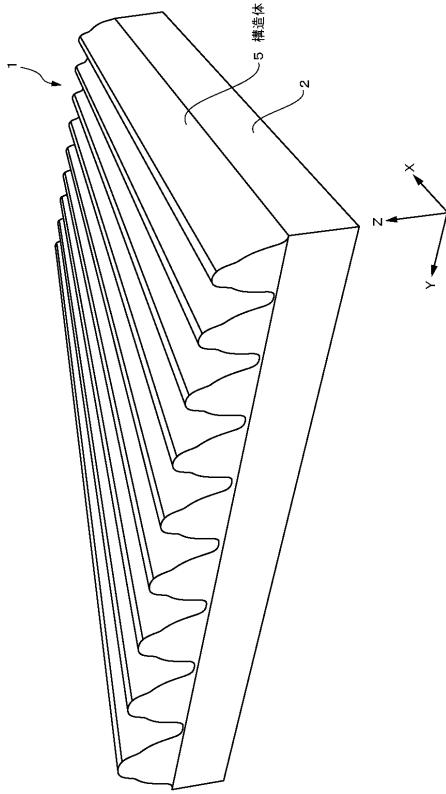
【図 16】



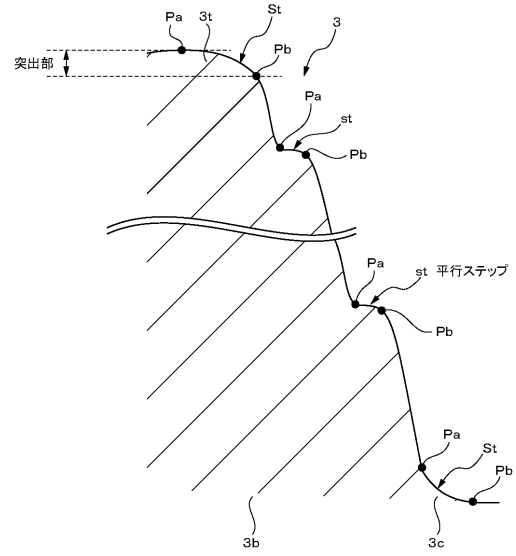
【図 17】



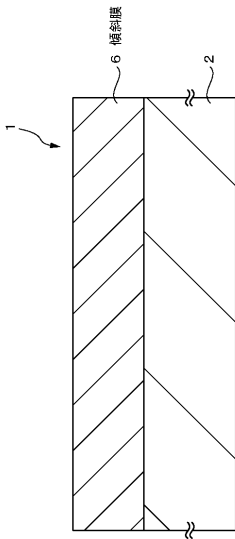
【図 18】



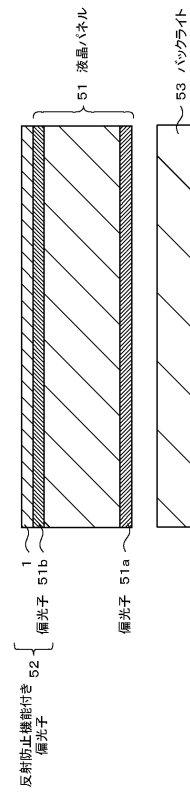
【図 19】



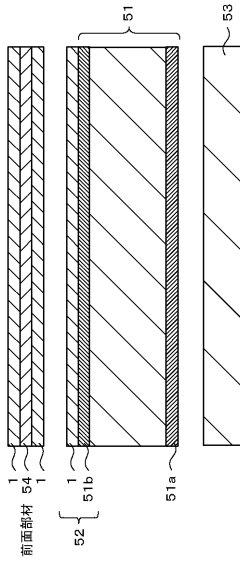
【図 20】



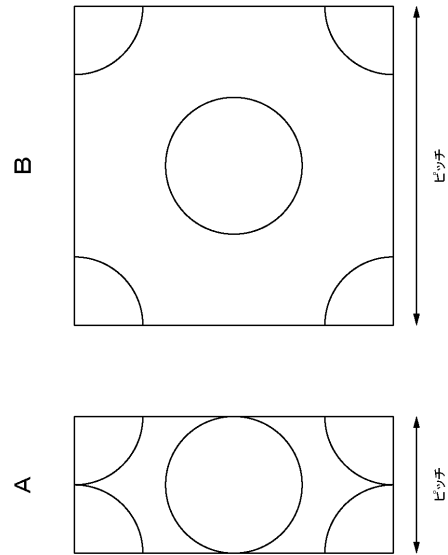
【図 21】



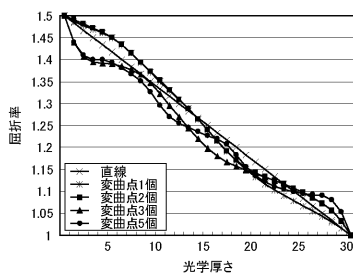
【図 2 2】



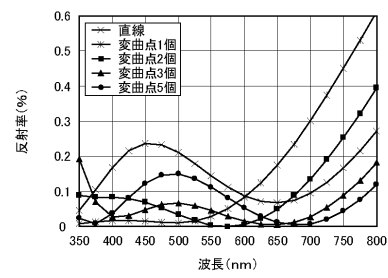
【図 2 3】



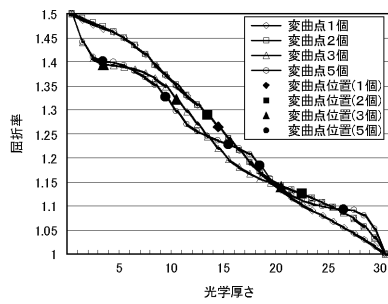
【図 3 1】



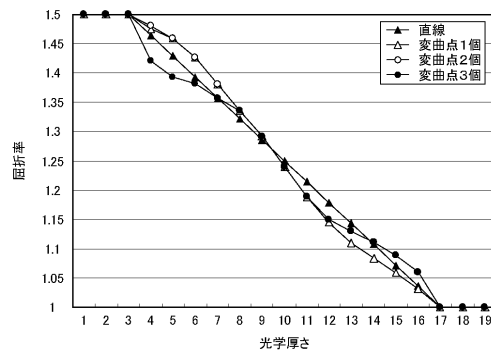
【図 3 3】



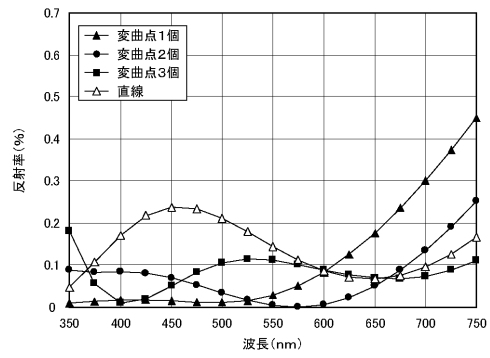
【図 3 2】



【図 3 4】

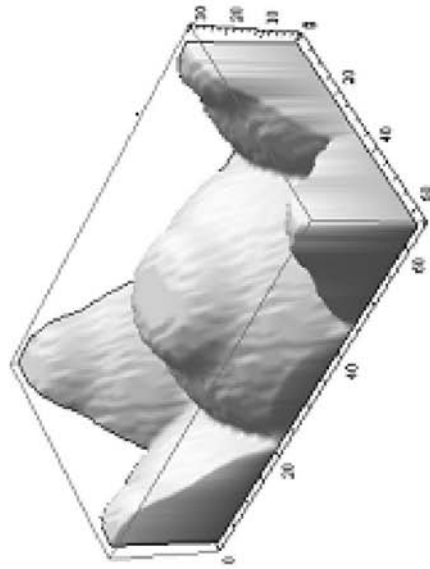


【図 3 5】



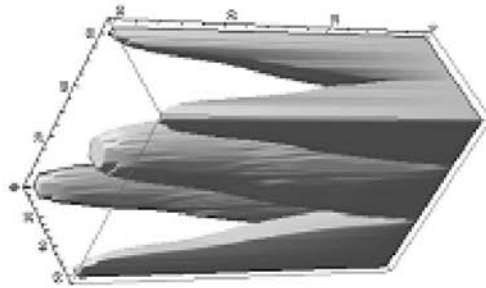
【図 24】

C



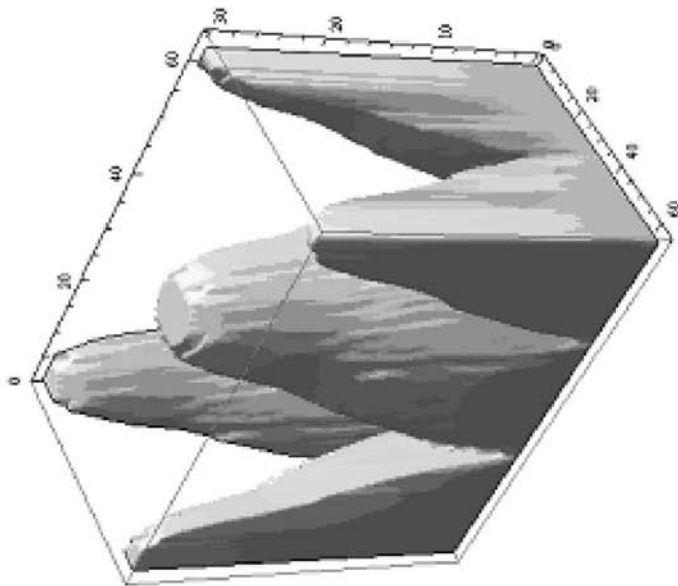
実施例1-3
 ・変曲点2個 ・六方格子
 ピッチ: 400nm, 高さ: 200nm
 (但し、図示比: x0.5)

B



実施例1-2
 ・変曲点2個 ・六方格子
 ピッチ: 100nm, 高さ: 300nm

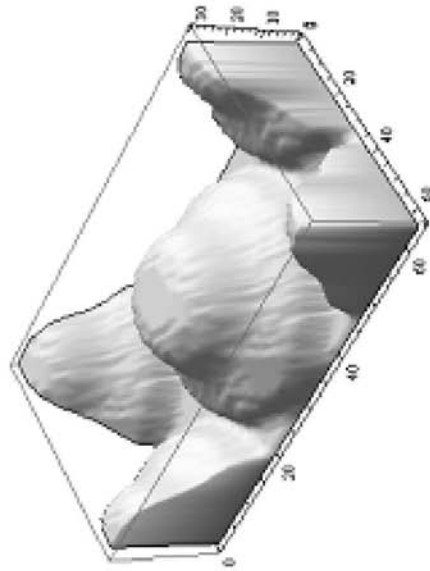
A



実施例1-1
 ・変曲点2個 ・六方格子
 ピッチ: 200nm, 高さ: 300nm

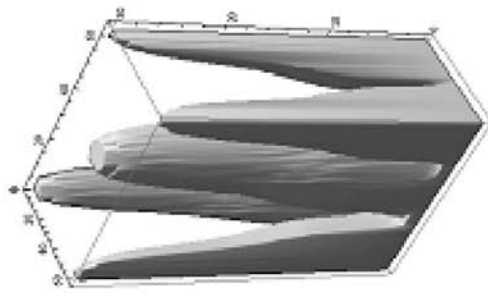
【図 25】

C



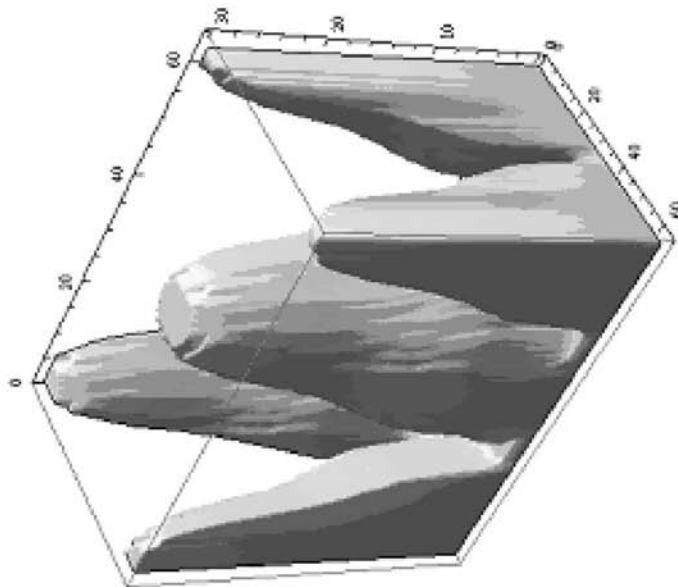
実施例2-3
 ・変曲点3個 ・六方格子
 ピッチ: 400nm, 高さ: 200nm
 (但し、図示比: x0.5)

B



実施例2-2
 ・変曲点3個 ・六方格子
 ピッチ: 100nm, 高さ: 300nm

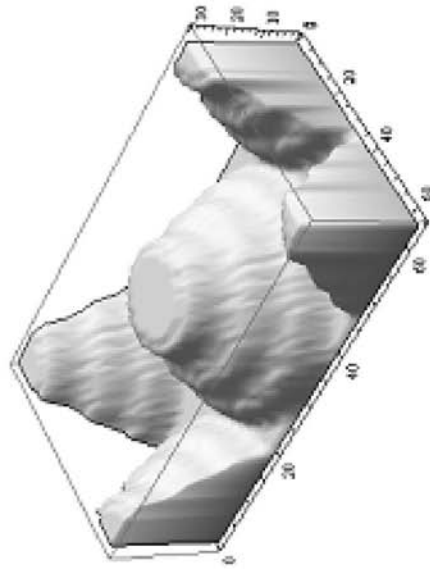
A



実施例2-1
 ・変曲点3個 ・六方格子
 ピッチ: 200nm, 高さ: 300nm

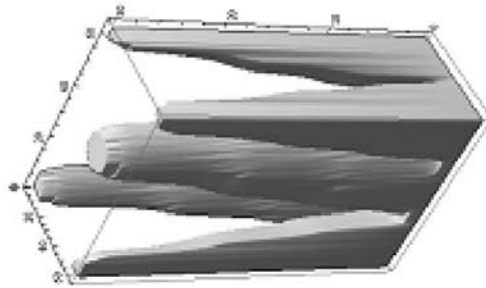
【図 26】

C



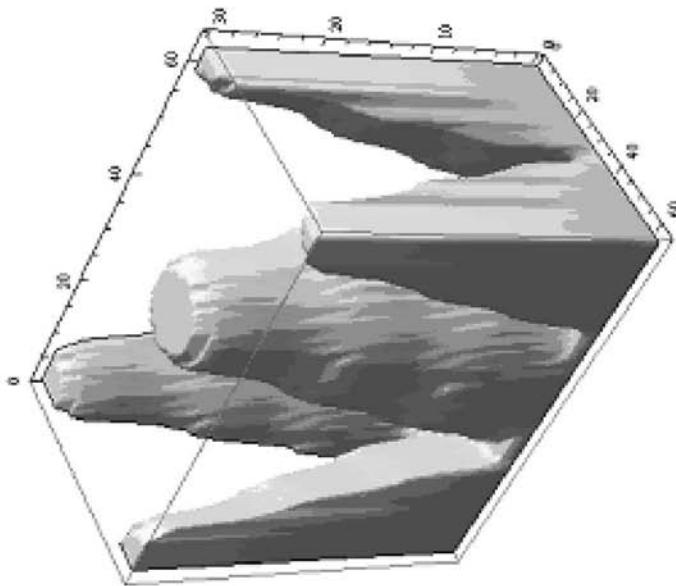
実施例3-3
 ・変曲点5個 ・六方格子
 ピッチ: 400nm, 高さ: 200nm
 (但し、図示比: x0.5)

B



実施例3-2
 ・変曲点5個 ・六方格子
 ピッチ: 100nm, 高さ: 300nm

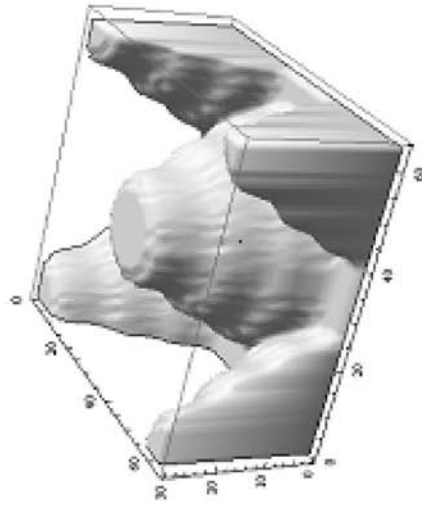
A



実施例3-1
 ・変曲点5個 ・六方格子
 ピッチ: 200nm, 高さ: 300nm

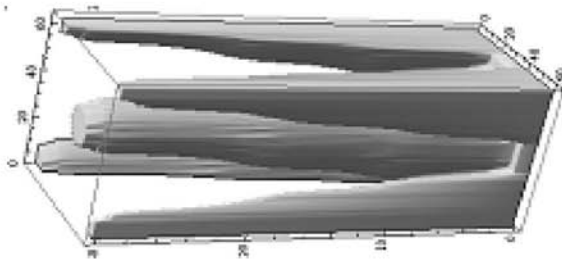
【図 27】

C



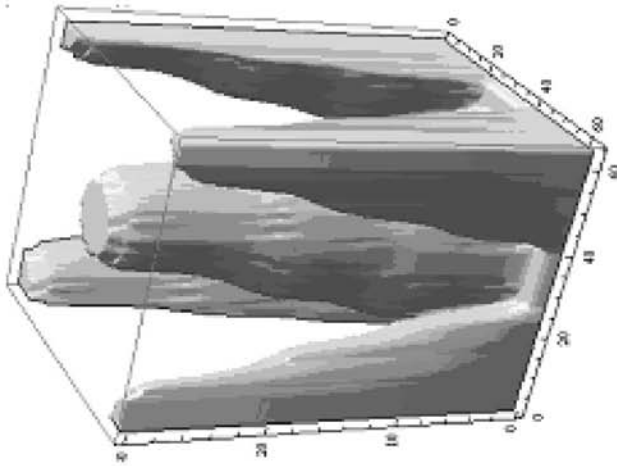
実施例4-3
 ・変曲点5個 ・正方格子
 ピッチ: 400nm, 高さ: 200nm
 (但し、図示比: $\times 0.5$)

B



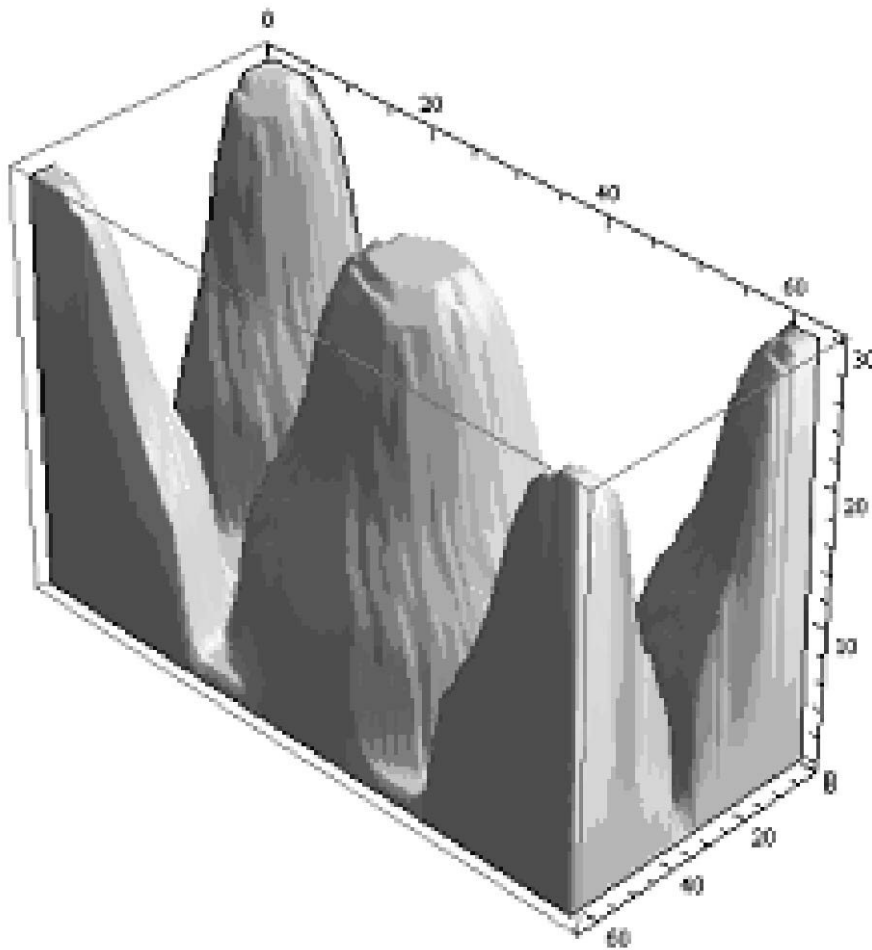
実施例4-2
 ・変曲点5個 ・正方格子
 ピッチ: 100nm, 高さ: 300nm

A



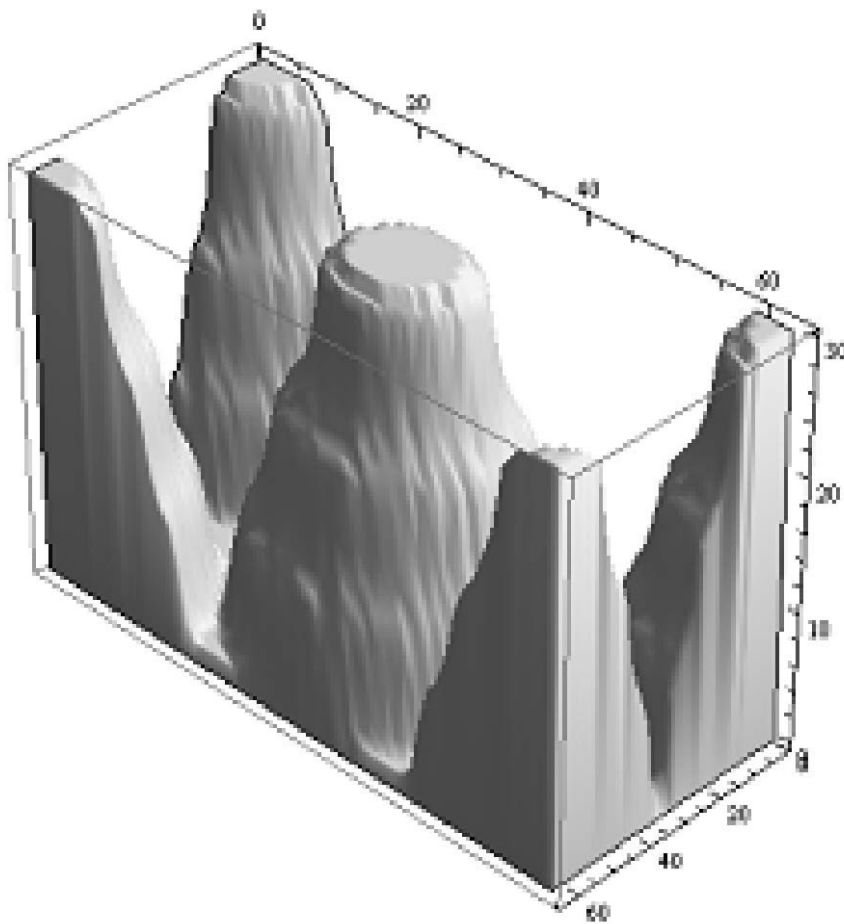
実施例4-1
 ・変曲点5個 ・正方格子
 ピッチ: 200nm, 高さ: 300nm

【図 28】

**実施例5**

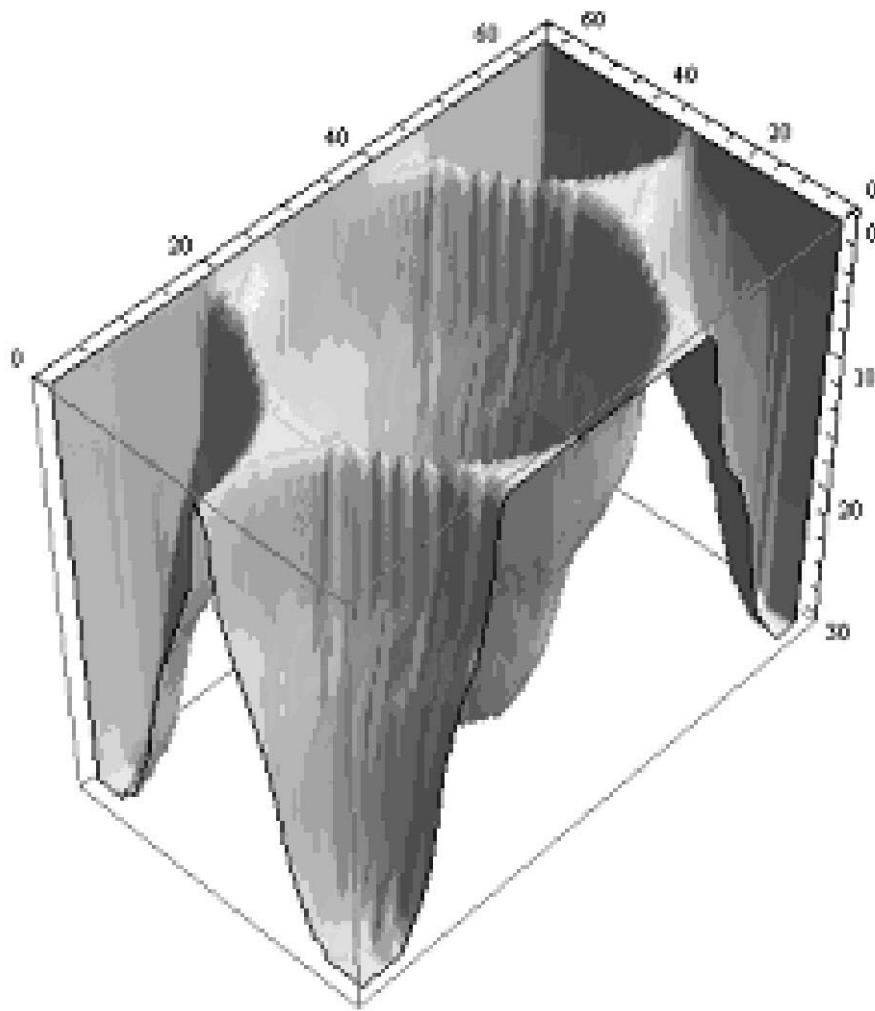
・変曲点3個 ・準六方格子
（長辺を3割長くした場合）
ピッチ:200nm, 高さ:300nm

【図 29】

**実施例6**

・変曲点5個 ・準六方格子
（長辺を3割長くした場合）
ピッチ:200nm, 高さ:300nm

【図 30】



実施例7

・変曲点3個 ・六方格子

ピッチ:200nm, 高さ:300nm