(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3654553号
(P3654553)
(45)発行日　平成17年6月2日(2005.6.2)　(24)登録日　平成17年3月11日(2005.3.11)

(51)Int.Cl.[7]	F I
G02B 5/30	G02B 5/30
G02B 5/18	G02B 5/18
G02F 1/09	G02F 1/09

請求項の数 10　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願平9-180820
(22)出願日　平成9年6月19日(1997.6.19)
(65)公開番号　特開平11-14814
(43)公開日　平成11年1月22日(1999.1.22)
審査請求日　平成14年6月13日(2002.6.13)

(73)特許権者　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100090527
弁理士　舘野　千恵子
(72)発明者　桂川　忠雄
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
株式会社リコー内

審査官　吉野　公夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の底面及び両側面、並びに前記溝間の前記支持体表面に所定厚さの薄膜が形成され、該薄膜の全面に屈折率が前記支持体と同じ支持層が形成され、該支持層の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、

前記溝内の底面及び前記溝間の前記支持体の表面が、前記支持体の裏面に対して平行面をなし、前記溝内の両側面が、弓形に湾曲する曲面をなしていることを特徴とする光学素子。

【請求項２】

請求項１記載の光学素子において、

前記支持体の表面に直線状に等間隔をおいて複数列形成された前記溝が複数のパターンに配置され、前記複数列の溝のピッチが前記複数のパターンの各パターン間で互いに異なっていることを特徴とする光学素子。

【請求項３】

可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の底面及び両側面、並びに前記溝間の前記支持体表面に所定厚さの薄膜が形成され、該薄膜の全面に屈折率が前記支持体と同じ支持層が形成され、該支持層の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、

前記溝内の底面及び前記溝間の前記支持体の表面が、前記支持体の裏面に対して平行面

をなし、
前記溝内の両側面が前記支持体の裏面に対して垂直面をなし、
前記支持体の表面に直線状に等間隔をおいて複数列形成された前記溝が複数のパターンに配置され、前記複数列の溝のピッチが前記複数のパターンの各パターン間で互いに異なっていることを特徴とする光学素子。
【請求項４】
可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の底面及び両側面、並びに前記溝間の前記支持体表面に所定厚さの薄膜が形成され、該薄膜の全面に屈折率が前記支持体と同じ支持層が形成され、該支持層の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、
前記溝内の底面及び前記溝間の前記支持体の表面が、前記支持体の裏面に対して平行面をなし、
前記溝内の両側面が前記支持体の裏面に対して傾斜面をなし、
前記支持体の表面に直線状に等間隔をおいて複数列形成された前記溝が複数のパターンに配置され、前記複数列の溝のピッチが前記複数のパターンの各パターン間で互いに異なっていることを特徴とする光学素子。
【請求項５】
請求項１乃至４のいずれかに記載の光学素子において、
前記支持体の表面に形成された前記溝の直線形状が、微視的には前記薄膜の最大厚さの範囲内で凹凸形状をなしている直線形状であることを特徴とする光学素子。
【請求項６】
可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の両側面に所定厚さの薄膜が形成され、屈折率が前記支持体と同じ支持層が、前記薄膜の全面及び溝内の底面、並びに前記溝間の支持体の表面を覆う形態で形成され、前記溝内の底面及び前記溝間の支持体の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、前記溝内の両側面が弓形に湾曲する曲面をなしていることを特徴とする光学素子。
【請求項７】
請求項１乃至６のいずれかに記載の光学素子において、
前記溝のピッチが０．２μｍ乃至２μｍであり、前記溝の深さが０．１μｍ乃至５．０μｍであり、前記薄膜の厚さが５ｎｍ乃至１００ｎｍであることを特徴とする光学素子。
【請求項８】
請求項７記載の光学素子において、
前記薄膜が、半導体膜又は金属膜であることを特徴とする光学素子。
【請求項９】
請求項８記載の光学素子において、
前記薄膜が、強磁性微粒子を含有していることを特徴とする光学素子。
【請求項１０】
請求項９記載の光学素子において、
前記強磁性微粒子が、平均粒子径２ｎｍ乃至５０ｎｍのＦｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、又はこれらの合金の微粒子であることを特徴とする光学素子。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は光学素子に係り、特に可視光に対して透明性に優れ、円偏光を直線偏光にする偏光子や直線偏光の偏光面を回転させる磁気光学素子として用いられる光学素子に関するものである。従って、例えば可視光用ディスプレイ等に広く応用される。
【０００２】
【従来の技術】
従来の偏光子の主な例とその問題点を以下に列挙する。
（１）特開平１－９３７０２号公報に開示された偏光板この偏光板は、強磁性体微粒子

からなる多数の捧状素子を含む偏光層を基板表面に一定方向に配列して固着形成したもの、即ち棒状の強磁性体を一定方向に並べたものである。従って、その製造が容易で、且つ光学的特性に優れた偏光板及びその製造方法を提供することができる。

【０００３】

しかし、この偏光板は、偏光層の配列のバラツキが大きく、また捧状素子材料自体の形状のバラツキも大きいという欠点を有している。また、材料は光の吸収と屈折率が大きいことが必要であるが、この点で好ましいとはいえない。

【０００４】

（２）ワイヤグリッド偏光子この偏光子は、１μｍより長波長の光に対して機能する偏光子であって、臭化銀、ポリエチレン等の透明基板に微小な間隔で金やＡｌ（アルミニウム）の線を引いたものである。この場合、線の間隔をｄ、波長をλとすると、λ＞ｄの波長の光に対して、透過光は線に垂直な振動面をもつほぼ完全な直線偏光になる。中赤外用（λ＝２．５μｍ～２５μｍ）としては臭化銀基板にｄ＝０．３μｍ間隔で金線を引いたものが用いられ、遠赤外用（λ＝１６μｍ～１００μｍ）としてはポリエチレン板にｄ＝０．７μｍでＡｌを引いたものが用いられる。また、偏光度は８０％程度といわれる。

【０００５】

しかし、このワイヤグリッド偏光子は長波長の赤外線用の偏光子であり、可視光に対しては機能しない。また、このワイヤ法においては、線幅を５０ｎｍ以下に細くすることはできないという欠点もある。

【０００６】

（３）コーニング社製「ポーラコア」

このポーラコア（商品名）は、長く延伸させた金属銀をガラス自身の中に一方向に配列させることにより偏光特性をもたせたガラス材料であり、従来の有機物偏光素子と異なり、耐熱性、耐温性、耐化学薬品性、及びレーザに対する耐性に非常に優れている。赤外線用が主であるが、特殊仕様として可視光用もある。

【０００７】

しかし、可視光用のポーラコアは外観上茶色であり、従来利用されている有機物偏光素子と同様に、表示デバイスでは暗くなってコントラスト（明暗の差）が付かず利用することができないという問題がある。しかも、価格も高価であリ、またサイズが大きいものの製品化が因難であるという欠点もある。更に、光透過率も、４００～８００ｎｍで８５％程度（２ｍｍ厚のとき）と不十分である。

【０００８】

（４）マイクロワイヤアレイこのマイクロワイヤアレイは、東北大学のグループから報告されたものであり、赤外線用にＡｌの表面を陽極酸化させてアルミナとし、微細な穴を開けてこの中にＮｉ（ニッケル）やＣｕ（銅）などの金属を入れ偏光子として用いるものである。このマイクロワイヤアレイについては、可視光域の光透過データが十分には明らかにされていないが、主たる利用範囲である赤外線での透過率も８６％以下と低い。また、このグループはガラス層間に島状金属粒子層を挿入して引き延ばし、偏光子を得ているが、可視光領域での偏光度は不十分であり、やはり長波長の赤外線用である。

【０００９】

（５）積層型偏光子この積層型偏光子は、東北大学の電気通信研究所の川上彰二郎教授により発表されているもので、可視光用としては、ＲＦ（高周波）スパッタリング法を用いて、６～８ｎｍの厚みのＧｅ（ゲルマニウム）層と１μｍの厚みのSiO_2層を交互に６０μｍの厚みになるまで積層して作製したものである。そして、０．６μｍの波長で測定した性能指数αTE／αTM（ＴＥ波とＴＭ波に対する消衰定数の比）は４００近く、０．８μｍの波長で測定した消光比は３５ｄＢ、挿入損失は０．１８ｄＢであリ、可視光に対して十分なものである。

【００１０】

しかし、この積層型偏光子は、スパッタリング法で作製されるため、せいぜい５０～１００μｍ程度の厚みでしか作製することができない。従って、この基板上の薄膜から３～

３５μｍ厚みのスライス状に切り出して用いる。用途は光センシングシステムや光導波路デバイス等への組込素子として利用され、８５０ｎｍ以上の波長ではラミボールの名称で同様の製法を用いたものが住友大阪セメント（株）から販売されているが、この製法を用いる限り大面積のものは作製不可能であるという欠点がある。

【００１１】

この他にも、本発明者が提案した先行技術として、１０ｎｍ以下の金属又は半導体粒子を有機溶剤中に分散させて、透明な支持板の上に直線状に塗布し、焼成することにより偏光子を形成するようにした技術がある。しかし、可視光用ディスプレイ等に広く応用するためには、まだ改良の余地があった。

【００１２】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、従来から種々の偏光子が提案されているが、可視光用ディスプレイ等に広く応用するためには、それぞれに種々の問題点を有している。

そこで本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、大面積の可視光用偏光子を容易に作製することが可能であること、可視光の光透過率が高いこと、可視光域で機能する表示デバイスに用いることが可能なように着色されていないことを全て満足する光学素子を提供することを目的とする。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記課題を解決するための手段として、一般的なリソグラフィ技術を用いて透明支持体上に細線を設ける方法により作製される偏光子を既に提案している（特願平８－３２９１９８号公報参照）。即ち、本提案に係る偏光子は、可視光に対して透明な支持体の表面に、凹形の溝をフォトリソグラフィ技術を用いて直線状に且つ互いに平行になるように複数列形成する工程と、この溝を形成した支持体に半導体又は金属よりなる薄膜を形成する工程と、この薄膜のうち、凹形の溝内の側壁表面に形成された部分のみが支持体上に残存するようにエッチング処理を行うことにより、この残存した薄膜によって細線を形成するようにした工程とを含む方法より製造されることを特徴とする。こうして、細線における高さと幅の比、即ちアスペクト比を大きくし、光の透過率を向上させると共に、偏光度を高くし、且つディスプレイ用に好ましい無色透明である偏光子を得ることができた。

【００１４】

本発明者は、更に研究を進め、偏光子に斜めから光が入射する場合であっても、視斜角が小さいことによる影響を減少させて、偏光子機能を十分に発揮させることが可能なように改良を加えることとした。また、偏光子機能のみならず、偏光面が回転する、いわゆるファラデー回転効果が現れる磁性機能を発揮させ、一般的な光磁気記録媒体としても使用することが可能なように改良を加えることとした。このようにして、以下の本発明に係る光学素子を見い出した。

【００１５】

請求項１に係る光学素子は、可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の底面及び両側面、並びに前記溝間の前記支持体表面に所定厚さの薄膜が形成され、該薄膜の全面に屈折率が前記支持体と同じ支持層が形成され、該支持層の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、

前記溝内の底面及び前記溝間の前記支持体の表面が、前記支持体の裏面に対して平行面をなし、前記溝内の両側面が、弓形に湾曲する曲面をなしていることを特徴とする。

【００１６】

本発明の光学素子は以下の工程、即ち可視光に対して透明な支持体の表面に、所定の深さの溝を等間隔をおいて直線状に複数列形成する第１の工程と、これらの溝内の底面及び両側面並びに溝間の支持体の表面に、所定の厚さの薄膜を形成する第２の工程と、基体全面に、支持体と同じ屈折率の支持層を形成した後、支持層の表面を平坦化して、支持体の裏面に対して平行にする第３の工程とを有する方法により製造される。

【００１７】
このように請求項１に係る光学素子においては、可視光に対して透明な支持体と支持層との間に薄膜が形成され、支持体の表面に形成された溝の形状に沿って凹凸形状の断面をなすと共に奥行き方向に直線状に延びていることにより、このように断面が凹凸形状をなし奥行き方向に直線状に延びている薄膜（以下、「直線格子状の薄膜」という）が支持体と支持層との嵌合面全体にわたって設けられているため、この直線格子状の薄膜が導電性と光を吸収しない透明性を有する場合、入射した可視光と相互作用して、円偏光を直線偏光にする偏光子機能を発揮して、偏光度が高くなると共に、光透過率も高くなる。また、この直線格子状の薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的である場合、入射した可視光と相互作用して、偏光面が回転するファラデー回転効果を奏する磁性機能が発揮される。

【００１８】
また、請求項１に係る光学素子においては、可視光に対して透明な支持体と支持層との間に全体にわたって形成された直線格子状の薄膜が、両側面が弓形に湾曲している凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすことにより、この直線格子状の薄膜が導電性と透明性を有して偏光子機能を発揮する際、斜めに入射する可視光の視斜角が小さい場合であっても、十分な偏光子機能が発揮される。また、この直線格子状の薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的であってファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮する際、斜めに入射する可視光の視斜角が小さい場合であっても、十分なファラデー回転効果を奏する。

【００１９】
また、請求項２に係る光学素子は、上記請求項１に係る光学素子において、支持体の表面に直線状に等間隔をおいて複数列形成された溝が複数のパターンに配置され、複数列の溝のピッチがこれら複数のパターンの各パターン間で互いに異なっていることを特徴とする。

【００２０】
このように請求項２に係る光学素子においては、可視光に対して透明な支持体と支持層との間に全体にわたって形成された直線格子状の薄膜が、互いにピッチの異なる複数種類のパターンを有していることにより、複数種類の波長の入射可視光との相互作用が可能となり、この直線格子状の薄膜と相互作用する可視光の波長範囲が拡大するため、この直線格子状の薄膜が導電性と透明性を有して偏光子機能を発揮する場合であっても、適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的であってファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮する場合であっても、その波長依存性が低減される。

【００２１】
請求項３に係る光学素子は、可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の底面及び両側面、並びに前記溝間の前記支持体表面に所定厚さの薄膜が形成され、該薄膜の全面に屈折率が前記支持体と同じ支持層が形成され、該支持層の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、
前記溝内の底面及び前記溝間の前記支持体の表面が、前記支持体の裏面に対して平行面をなし、
前記溝内の両側面が前記支持体の裏面に対して垂直面をなし、
前記支持体の表面に直線状に等間隔をおいて複数列形成された前記溝が複数のパターンに配置され、前記複数列の溝のピッチが前記複数のパターンの各パターン間で互いに異なっていることを特徴とする。

【００２２】
請求項４に係る光学素子は、可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の底面及び両側面、並びに前記溝間の前記支持体表面に所定厚さの薄膜が形成され、該薄膜の全面に屈折率が前記支持体と同じ支持層が形成され、該支持層の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、
前記溝内の底面及び前記溝間の前記支持体の表面が、前記支持体の裏面に対して平行面

をなし、
前記溝内の両側面が前記支持体の裏面に対して傾斜面をなし、
前記支持体の表面に直線状に等間隔をおいて複数列形成された前記溝が複数のパターンに配置され、前記複数列の溝のピッチが前記複数のパターンの各パターン間で互いに異なっていることを特徴とする。

【００２３】
このように請求項３，４に係る光学素子においては、可視光に対して透明な支持体と支持層との間に全体にわたって形成された直線格子状の薄膜が、互いにピッチの異なる複数種類のパターンを有していることにより、請求項２に係る光学素子の場合と同様の効果が得られる。

【００２４】
また、請求項５に係る光学素子は、上記請求項１～４に係る光学素子において、支持体の表面に形成された溝の直線形状が、微視的には薄膜の最大厚さの範囲内で凹凸形状をなしている直線形状であることを特徴とする。

【００２５】
このように請求項５に係る光学素子においては、支持体の表面に形成された溝の直線形状が微視的には凹凸形状をなしていることにより、溝内の両側面に形成された薄膜の実効的な長さが長くなるため、この直線格子状の薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的であってファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮する際には、磁性体としての体積が増加して、磁気光学効果が増大する。

【００２６】
また、請求項６に係る光学素子は、可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の両側面に所定厚さの薄膜が形成され、屈折率が前記支持体と同じ支持層が、前記薄膜の全面及び溝内の底面、並びに前記溝間の支持体の表面を覆う形態で形成され、前記溝内の底面及び前記溝間の支持体の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなし、前記溝内の両側面が弓形に湾曲する曲面をなしていることを特徴とする。

【００２７】
請求項６に係る光学素子は、上記請求項１に係る光学素子を製造する方法において、前記第２の工程と前記第３の工程との間に、溝内の底面上の薄膜及び溝間の支持体の表面上の薄膜を選択的に除去し、溝内の両側面上の薄膜のみを残存させる工程を有する方法により製造することができる。

【００２８】
このように請求項６に係る光学素子においては、弓形に湾曲している溝内の両側面上に薄膜が形成されている一方で、支持体裏面に対して平行面をなしている溝内の底面及び溝間の支持体表面には薄膜が形成されていないことにより、上記請求項１に係る光学素子の場合と同様の作用を奏すると共に、その際の入射可視光の透過率が更に向上する。

【００２９】
また、請求項７に係る光学素子は、上記請求項１～６に係る光学素子において、溝のピッチが０．２μｍ乃至２μｍであり、溝の深さが０．１μｍ～５．０μｍであり、薄膜の厚さが５ｎｍ～５０ｎｍであることを特徴とする。

【００３０】
このように請求項７に係る光学素子においては、溝のピッチが０．２μｍ乃至２μｍであることにより、こうした溝の形状に沿って形成された直線格子状の薄膜は入射する可視光と相互作用が生じ、上記請求項１～６に係る光学素子の作用を奏することが可能になる。また、溝の深さが０．１μｍ～５．０μｍであり、薄膜の厚さが５ｎｍ～１００ｎｍであることにより、薄膜のアスペクト比が十分に大きくなり、入射する可視光との相互作用が強くなるため、この直線格子状の薄膜が導電性と透明性を有する場合には十分な偏光子機能を発揮して、薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的である場合には十分なファラデー回転効果を奏する磁性機能が発揮される。

【００３１】
　また、請求項８に係る光学素子は、上記請求項７に係る光学素子において、薄膜が半導体膜又は金属膜であることを特徴とする。
【００３２】
　このように請求項８に係る光学素子においては、支持体と支持層との嵌合面に設けられている直線格子状の薄膜が厚さ５ｎｍ～１００ｎｍの半導体膜又は金属膜からなることにより、この直線格子状の薄膜が導電性を有すると共に、入射する可視光に対する透明性を有するため、円偏光を直線偏光にする偏光子機能を発揮する。
【００３３】
　また、請求項９に係る光学素子は、上記請求項８に係る光学素子において、薄膜が強磁性微粒子を含有していることを特徴とする。
【００３４】
　このように請求項９に係る光学素子においては、支持体と支持層との嵌合面に設けられている直線格子状の薄膜が強磁性微粒子を含有していることにより、この直線格子状の薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的であるため、偏光面が回転するファラデー回転効果を奏する磁性機能が発揮される。なお、上記請求項９に係る光学素子において、強磁性微粒子としては、平均粒子径２～５０ｎｍのＦｅ（鉄）、Ｃｏ（コバルト）、Ｎｉ、又はこれらの合金の微粒子であることが好適である。
【００３５】
【発明の実施の形態】
　以下、添付図面を参照しながら参考例１～４および、本発明の実施例１～３について説明する。
（参考例１）
　参考例１に係る光学素子を、図１の断面図を用いて説明する。図１に示されるように、可視光に対して透明な支持体として用いる厚さ１ｍｍの石英基板１０表面に、幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．７５μｍをおいて図面の奥行き方向に直線状に複数列形成されている。そして、この石英基板１０表面の各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなしており、各溝内の両側面は、石英基板１０裏面に対して垂直面をなしている。
【００３６】
　また、このような溝によって凹凸形状をなしている石英基板１０表面上には、石英基板１０と同じ屈折率をもつSiO_2膜（シリコン酸化膜）２０が嵌合して設けられている。即ち、SiO_2
膜２０裏面も、石英基板１０表面と同様に、図面の奥行き方向に直線状に延びる複数列の溝が形成され、その断面が凹凸形状をなすと共に、石英基板１０表面及びSiO_2膜２０裏面のそれぞれの凹部と凸部とが互いにかみ合った状態をなしている。また、このSiO_2膜２０表面は平坦化されて、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている。
【００３７】
　そして、これら互いに嵌合している石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に、その嵌合面全体にわたって厚さ１１ｎｍのＧｅ薄膜１８が直線格子状に設けられている点にこの参考例１の特徴がある。即ち、この直線格子状のＧｅ薄膜１８は、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図面の奥行き方向に直線状に延びている。
【００３８】
　また、SiO_2膜２０表面上に、例えば屈折率ｎ＝１．３３のMgF_2（フッ化マグネシウム）からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２が設けられており、この反射防止膜２２によって可視光域の反射率が３％程度低下するようになっている。また、石英基板１０裏面上に、例えばＡｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４が設けられている。
【００３９】
　次に、図１に示す光学素子の製造方法を、図２～図５を用いて説明する。ここで、図２

～図５はそれぞれ図１に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図である。先ず、可視光に対して透明な支持体として表面及び裏面が平行な厚さ１ｍｍの石英基板１０を用い、この石英基板１０表面上に、Cr_2O_3（酸化クロム）膜及びＣｒ（クロム）膜を順に積層して合計の厚さが１２０ｎｍとなるCr_2O_3／Ｃｒ複合膜１２を形成する。そして、基体全面に、例えばポジ型レジスト１４を塗布する。

【００４０】

続いて、フォトリソグラフィ技術を用いて、このポジ型レジスト１４のパターニングを行う。即ち、ポジ型レジスト１４上に所定のパターン像を描画したフォトマスクを配置し、ＵＶ（Ultra Violet；紫外）光を用いた露光を行った後、現像を行う。こうして、ポジ型レジスト１４を幅０．７５μｍ、間隔０．７５μｍのＬ／Ｓ（ライン・アンド・スペース）状にパターニングする（図２参照）。

【００４１】

次いで、このＬ／Ｓ状にパターニングされたポジ型レジスト１４をマスクとし、エッチングガスとしてフッ素ガスを用いて、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜１２及び石英基板１０を選択的にエッチング除去する。このエッチングの後、ポジ型レジスト１４及びCr_2O_3／Ｃｒ複合膜１２を除去する。こうして、石英基板１０表面に、幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍの溝１６が間隔０．７５μｍをおいて直線状に複数列形成されるように加工する。ここで、電子顕微鏡を用いて石英基板１０表面に形成された溝１６を観察し、各溝１６内の底面及びこれらの溝１６間の石英基板１０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなしており、各溝１６内の両側面が石英基板１０裏面に対して垂直面をなしていることを確認する（図３参照）。

【００４２】

次いで、例えばＥＣＲ（Electron Cyclotron Resonance；電子サイクロトロン共鳴）スパッタリング法により、キャリアガスとしてＡｒ（アルゴン）ガスを用い、ガス圧10^{-1}Ｐａ、基板温度７００℃の条件において、基体全面に、即ち各溝１６内の底面及びこれらの溝１６間の石英基板１０表面並びに各溝１６内の両側面に、厚さ１１ｎｍのＧｅ薄膜１８を直線格子状に形成する。なお、この厚さ１１ｎｍの直線格子状のＧｅ薄膜１８は、円偏光を直線偏光にする偏光子機能に必要な導電性と光を吸収しない透明性を具備する薄膜である（図４参照）。

【００４３】

次いで、例えばＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition ；化学的気相成長）法により、直線格子状のＧｅ薄膜１８上に、各溝１６が十分に埋まるような厚さに、石英基板１０と同じ屈折率をもつSiO_2
膜２０を堆積する。続いて、研磨法により、SiO_2膜２０表面を平坦化して、このSiO_2膜２０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなすようにする。なお、このSiO_2
膜２０表面を研磨する際に、直線格子状のＧｅ薄膜１８が露出しないように注意する。

【００４４】

続いて、例えば真空蒸着法により、平坦化されたSiO_2膜２０表面上に、屈折率ｎ＝１．３３のMgF_2からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２を形成する。また、例えば真空蒸着法により、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４を形成する。このようにして、図１に示す光学素子を作製する（図５参照）。

【００４５】

以上のように、本参考例１に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に直線格子状のＧｅ薄膜１８が設けられ、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図１の奥行き方向に直線状に延びていることにより、この直線格子状のＧｅ薄膜１８が入射した可視光と相互作用して、円偏光を直線偏光にする偏光子機能を発揮することができる。特に、溝１６内の両側面に形成され、石英基板１０裏面に対して垂直面をなしているＧｅ薄膜１８は、そのアスペクト比が７０程度と大きいため、垂直に入射した可視光との相互作用が強くな

り、偏光度を向上することができる。また、溝１６内の底面及びこれらの溝１６間の石英基板１０表面にもＧｅ薄膜１８が形成され、石英基板１０裏面に対して平行面をなしているため、斜めに入射する可視光の視斜角が小さい場合であっても、この斜め入射可視光との相互作用が補強されて、十分な偏光子機能を発揮することができる。

【００４６】

本発明者が本参考例１に基づいて作製した光学素子においては、石英基板１０とSiO_2膜２０との間に設けられた直線格子状のＧｅ薄膜１８に対して電気ベクトルが垂直な場合をＳ偏光とし、平行な場合をＰ偏光とすると、波長５５０ｍｍの光に対してＳ偏光透過率T_1は８０％以上であり、Ｐ偏光透過率T_2は７％以下であった。また、偏光度（T_1-T_2）／（T_1+T_2）は波長５５０ｍｍの光に対して８０％以上であった。更に、波長５５０ｍｍの光に対する光透過率は７２％以上であった。従って、従来のＬＣＤ（液晶表示デバイス）に用いられるヨウ素タイプの偏光子の透過率が５０％以下であることと比較すると、大幅に明るい偏光子を得ることができたといえる。

【００４７】

なお、上記参考例１においては、石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に直線格子状のＧｅ薄膜１８が設けられているが、このＧｅ薄膜１８の代わりに、例えばＳｉ薄膜等の他の半導体薄膜を用いてもよいし、金属薄膜を用いてもよい。

【００４８】

（参考例２）

図６は本参考例２に係る光学素子を示す断面図である。なお、上記図１に示す光学素子と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。図６に示されるように、本参考例２に係る光学素子は、上記図１に示す参考例１に係る光学素子とほぼ同様の構造を有し、直線格子状のＧｅ薄膜１８の代わりに、強磁性微粒子としてのＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する薄膜（以下、適宜「Ｃｏ粒子含有薄膜」という）２６が設けられているものである。

【００４９】

即ち、可視光に対して透明な支持体として用いる厚さ１ｍｍの石英基板１０表面に、幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．７５μｍをおいて図面の奥行き方向に直線状に複数列形成されており、この石英基板１０表面の各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなしており、各溝内の両側面は、石英基板１０裏面に対して垂直面をなしている。また、このよう溝によって断面が凹凸形状をなしている石英基板１０表面上には、石英基板１０と同じ屈折率をもつSiO_2膜２０が嵌合して設けられている。そして、このSiO_2膜２０表面は平坦化されて、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている。

【００５０】

そして、これら互いに嵌合している石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に、その嵌合面全体にわたって平均粒子径８ｎｍのＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する平均膜厚２０ｎｍのＣｏ粒子含有薄膜２６が直線格子状に設けられている点に本参考例の特徴がある。即ち、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６は、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図面の奥行き方向に直線状に延びている。

【００５１】

また、SiO_2膜２０表面上に、例えばMgF_2からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２が設けられ、可視光域の反射率が３％程度低下するようになっている。また、石英基板１０裏面上に、例えばＡｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４が設けられている。

【００５２】

次に、図６に示す光学素子の製造方法を説明する。なお、この場合の工程図は上記図２～図５に示す場合とほぼ同様であるため、その図示を省略する。先ず、上記参考例１の場合と同様にして、表面及び裏面が平行な厚さ１ｍｍの石英基板１０表面上に、Cr_2O_3膜及びＣｒ膜を順に積層して、厚さ１２０ｎｍのCr_2O_3／Ｃｒ複合膜を形成する。そ

して、基体全面に例えばポジ型レジストを塗布した後、フォトリソグラフィ技術を用いて、このポジ型レジストを幅０．７５μｍ、間隔０．７５μｍのＬ／Ｓ状にパターニングする。

【００５３】

次いで、このようにパターニングされたポジ型レジストをマスクとし、エッチングガスとしてフッ素ガスを用いて、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜及び石英基板１０を選択的にエッチング除去する。こうして、石英基板１０表面に幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．７５μｍをおいて直線状に複数列形成されるように加工する。ここで、電子顕微鏡を用いて石英基板１０表面に形成された溝を観察し、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなしており、各溝内の両側面が石英基板１０裏面に対して垂直面をなしていることが確認する。

【００５４】

次いで、例えばガス中蒸着法により、Ａｒガスと空気との混合ガスを用い、ガス流量が空気／Ａｒ＝５ｃｃｍ／５０ｃｃｍ、全ガス圧が１．３Ｐａの条件において、石英基板１０を加熱することなく、基体全面に純度９９．９％のＣｏ粉末を蒸着する。こうして、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面並びに各溝内の両側面に、平均粒子径８ｎｍのＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する平均膜厚２０ｎｍのＣｏ粒子含有薄膜２６を直線格子状に形成する。

【００５５】

なお、偏光面が回転するファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮するには、記録及び消去に適当な３０００Ｏｅ～２００００Ｏｅの保磁力を有すること、コントラストを大きくするためにファラデー回転角が大きいこと、面内磁気異方性が等方的であることを必要条件とするが、この平均膜厚２０ｎｍの直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６はこれらの条件を満足する薄膜である。因みに、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６の平坦部において測定した保磁力は４０００Ｏｅであった。

【００５６】

次いで、上記参考例１の場合と同様にして、ＣＶＤ法により、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６上に、各溝が十分に埋まるような厚さに、石英基板１０と同じ屈折率をもつSiO_2膜２０を堆積した後、研磨法により、SiO_2膜２０表面を平坦化して、このSiO_2膜２０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなすようにする。続いて、真空蒸着法により、平坦化されたSiO_2膜２０表面上に、MgF_2からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２を形成する。また、真空蒸着法により、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４を形成する。このようにして、図６に示す光学素子を作製する。

【００５７】

以上のように、本参考例２に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間にＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６が設けられ、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図６の奥行き方向に直線状に延びていることにより、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６が入射可視光と相互作用して、偏光面が回転するファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮することができる。特に、石英基板１０表面の溝の側面に形成され、石英基板１０裏面に対して垂直面をなしているＣｏ粒子含有薄膜２６が垂直に入射した可視光と強く相互作用すると共に、溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面にもＣｏ粒子含有薄膜２６が形成され、石英基板１０裏面に対して平行面をなしているため、本参考例２に係る光学素子に斜めに入射する可視光の視斜角が小さい場合であっても、この斜め入射可視光との相互作用が補強され、この斜め入射可視光に対しても十分なファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮することができる。

【００５８】

本発明者が本参考例２に基づいて作製した光学素子においては、石英基板１０とＳｉＯ

$_2$膜２０との間に設けられた直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６に対して電気ベクトルが垂直な場合をＳ偏光とし、平行な場合をＰ偏光とすると、波長５５０ｍｍの光に対してＳ偏光透過率$Ｔ_1$は８０％以上であり、Ｐ偏光透過率$Ｔ_2$は７％以下であった。また、偏光度（$Ｔ_1$－$Ｔ_2$）／（$Ｔ_1$＋$Ｔ_2$）は波長５５０ｍｍの光に対して８０％以上であった。

【００５９】

更に、１ｍｍφの円筒状棒磁石（表面磁束１．５Ｋガウス）を用いて文字を書くと、磁化部と非磁化部とではファラデー回転角が大きく異なり、且つ直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６が大きな偏光機能を有するため、磁化部と非磁化部との透過光強度の差によるコントラストが表れ、文字を識別することができた。

【００６０】

また、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜が設けられていない石英基板１０片面上に、例えば真空蒸着法により、厚さ２００ｎｍのＡｌ膜を形成した後、上記の場合と同様に、円筒状棒磁石を用いて文字を記録すると、反射光強度の差によるコントラストにより、文字を読むことができた。

【００６１】

なお、上記参考例２においては、石英基板１０表面と$ＳｉＯ_2$膜２０裏面との間に直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６が設けられているが、このＣｏ粒子含有薄膜２６の代わりに、例えばＦｅ、Ｎｉ、又はこれらの合金の微粒子を含有する薄膜を用いてもよい。これらの薄膜も、偏光面が回転するファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮するための必要条件、即ち記録及び消去に適当な３０００Ｏｅ～２００００Ｏｅの保磁力を有すること、コントラストを大きくするためにファラデー回転角が大きいこと、磁気異方性が等方的であることという条件を満足するものである。

【００６２】

（実施例１）

本発明の実施例１に係る光学素子を、図７の断面図を用いて説明する。なお、上記図６に示す光学素子と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施例は請求項４、７～１０に対応するものである。図７に示されるように、本実施例に係る光学素子は、上記図６に示す参考例１に係る光学素子とほぼ同様の構造を有しているが、１種類のパターンの各溝内側を含む石英基板１０全表面に直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６が形成されている代わりに、石英基板１０表面に複数種類のパターンの溝が形成され、これら複数種類のパターンの各溝内側を含む石英基板１０全表面に直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２８が設けられているものである。

【００６３】

即ち、可視光に対して透明な支持体として用いる厚さ１ｍｍの石英基板１０表面に、幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．７５μｍをおいて図面の奥行き方向に延びる直線状に複数列形成されていると共に、これらの溝に隣接して、幅０．５０μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．５０μｍをおいて図面の奥行き方向に延びる直線状に複数列形成されている。そして、これら２種類のパターンの各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている一方で、各溝内の両側面は、石英基板１０裏面に対して垂直面をなしている。

【００６４】

また、このような溝によって凹凸形状をなしている石英基板１０表面上に、石英基板１０と同じ屈折率をもつ$ＳｉＯ_2$膜２０が嵌合して設けられている。そして、このＳｉＯ2膜２０表面は平坦化されて、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている。

【００６５】

そして、これら互いに嵌合している石英基板１０表面と$ＳｉＯ_2$膜２０裏面との間に、その嵌合面全体にわたって、平均粒子径８ｎｍのＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する平均膜厚２０ｎｍのＣｏ粒子含有薄膜２８が直線格子状に設けられている点に本実施例の特徴がある。即ち、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２８は、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図面の奥行

き方向に直線状に延びているが、断面の凹凸形状が互いにピッチの異なる２種類のパターンを有している。また、SiO_2 膜２０表面上に、MgF_2 からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２が設けられ、可視光域の反射率が３％程度低下するようになっている。また、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４が設けられている。

【００６６】

次に、図７に示す光学素子の製造方法を説明する。なお、工程図は、上記参考例２の場合と同様に、その図示を省略する。先ず、上記参考例２の場合と同様にして、表面及び裏面が平行な厚さ１ｍｍの石英基板１０表面上に、Cr_2O_3 膜及びＣｒ膜を順に積層し、厚さ１２０ｎｍのCr_2O_3／Ｃｒ複合膜を形成する。そして、基体全面にポジ型レジストを塗布した後、フォトリソグラフィ技術を用いて、このポジ型レジストをパターニングして、幅０．７５μｍ、間隔０．７５μｍのＬ／Ｓ状のパターンと幅０．５０μｍ、間隔０．５０μｍのＬ／Ｓ状のパターンとを隣接して形成する。

【００６７】

次いで、このようにパターニングされたポジ型レジストをマスクとし、エッチングガスとしてフッ素ガスを用いて、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜及び石英基板１０を選択的にエッチング除去する。こうして、石英基板１０表面に幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．７５μｍをおいて直線状に複数列形成されると同時に、これらの溝に隣接して、幅０．５０μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．５０μｍをおいて直線状に複数列形成されるように加工する。このとき、これら２種類のパターンの各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなす一方で、各溝内の両側面は、石英基板１０裏面に対して垂直面をなすようにする。

【００６８】

次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ガス中蒸着法により、基体全面に純度９９．９％のＣｏ粉末を蒸着する。こうして、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面並びに各溝内の両側面に、平均粒子径８ｎｍのＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する平均膜厚２０ｎｍのＣｏ粒子含有薄膜２８を直線格子状に形成する。

【００６９】

次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ＣＶＤ法により、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２８上に、各溝が十分に埋まるような厚さに、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2 膜２０を堆積した後、研磨法により、SiO_2 膜２０表面を平坦化して、このSiO_2 膜２０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなすようにする。続いて、真空蒸着法により、平坦化されたSiO_2 膜２０表面上に、MgF_2 からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２を形成する。また、真空蒸着法により、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４を形成する。このようにして、図７に示す光学素子を作製する。

【００７０】

以上のように、本実施例に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な石英基板１０表面とSiO_2 膜２０裏面との間にＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２８が設けられ、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、この断面の凹凸形状が互いにピッチの異なる２種類のパターンを有していることにより、本実施例に係る光学素子に入射した可視光とこの直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２８とが相互作用する際に、２種類の波長の可視光との相互作用が可能となるため、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２８と相互作用する可視光の波長範囲が拡大し、偏光面が回転するファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮することができると共に、その際のファラデー回転効果の波長依存性を低減することができる。

【００７１】

本発明者が本実施例に基づいて作製した光学素子において、円筒状棒磁石を用いて文字を記録させたところ、上記参考例２に基づいて作製した光学素子の場合よりも、コントラ

ストを１．５倍程度向上することができた。

【００７２】

なお、上記実施例１においては、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２８の断面の凹凸形状が互いにピッチの異なる２種類のパターンを有しているが、この２種類のパターンの代わりに、互いにピッチの異なる３種類以上のパターンの直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜を設けてもよい。この場合、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜と相互作用する可視光の波長範囲を更に拡大して、ファラデー回転効果の波長依存性を更に低減することができる。但し、ピッチの異なるパターンの数は光学素子の面積によって制限される。

【００７３】

（参考例３）

参考例３に係る光学素子を、図８及び図９を用いて説明する。ここで、図８は本参考例に係る光学素子を示す断面図であり、図９はそのＡ－Ａ線断面図である。なお、上記図６に示す光学素子と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。図８及び図９に示されるように、本参考例に係る光学素子は、上記図６に示す参考例１に係る光学素子とほぼ同様の構造を有しているが、石英基板１０表面に複数の溝が直線状に形成され、こうした各溝内側を含む石英基板１０全表面に直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６が形成されている代わりに、直線状に形成された溝の直線性が微視的には鋸刃状の凹凸形状を有しており、こうした微視的に鋸刃状の凹凸形状をなしつつ巨視的には直線状に延びている各溝内側を含む石英基板１０全表面に直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３０が設けられているものである。

【００７４】

即ち、可視光に対して透明な支持体として用いる厚さ１ｍｍの石英基板１０表面に、幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍの溝が間隔０．７５μｍをおいて直線状に複数列形成されているが、これらの溝の直線形状は微視的には振幅２０ｎｍの鋸刃状の凹凸形状をなしている。そして、これらの各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている一方で、各溝内の両側面は、石英基板１０裏面に対して垂直面をなしている。

【００７５】

また、このような溝によって凹凸形状をなしている石英基板１０表面上に、石英基板１０と同じ屈折率をもつSiO_2膜２０が嵌合して設けられている。そして、このSiO_2膜２０表面は平坦化されて、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている。

【００７６】

そして、これら互いに嵌合している石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に、その嵌合面全体にわたって、平均粒子径８ｎｍのＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する平均膜厚２０ｎｍのＣｏ粒子含有薄膜３０が直線格子状に設けられている点に本参考例の特徴がある。即ち、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３０は、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、直線状に延びているが、この溝の直線形状が微視的には振幅２０ｎｍの鋸刃状の凹凸形状をなしている点に特徴がある。

【００７７】

また、SiO_2膜２０表面上に、MgF_2からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２が設けられ、可視光域の反射率が３％程度低下するようになっている。また、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４が設けられている。

【００７８】

次に、図８及び図９に示す光学素子の製造方法を、図１０～図１２を用いて説明する。ここで、図１０は図８及び図９に示す光学素子の製造方法を説明するための工程断面図（その１）、図１１は図８及び図９に示す光学素子の製造方法を説明するための工程断面図（その２）、図１２（ａ）は図８及び図９に示す光学素子の製造方法を説明するための工程断面図（その３）、図１２（ｂ）は図１２（ａ）のＡ－Ａ線断面図である。

【００７９】

先ず、上記参考例２の場合と同様にして、表面及び裏面が平行な厚さ１ｍｍの石英基板１０表面上に、Cr_2O_3膜及びＣｒ膜を順に積層し、厚さ１２０ｎｍのCr_2O_3／Ｃｒ複合膜を形成する。そして、基体全面にポジ型レジストを塗布した後、フォトリソグラフィ技術を用いて、このポジ型レジストをパターニングして、幅０．７５μｍ、間隔０．７５μｍのＬ／Ｓ状のパターンを形成するが、このＬ／Ｓ状のパターンの直線形状は微視的には振幅２０ｎｍの鋸刃状の凹凸形状をなしている。

【００８０】

次いで、このようにパターニングされたポジ型レジストをマスクとし、エッチングガスとしてフッ素ガスを用いて、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜及び石英基板１０を選択的にエッチング除去する。こうして、石英基板１０表面に、幅０．７５μｍ、深さ０．７５μｍを有し、微視的には振幅２０ｎｍの鋸刃状の凹凸形状をなしつつ直線状に延びる複数列の溝３２が間隔０．７５μｍをおいて形成されるように加工する。このとき、各溝３２内の底面及びこれらの溝３２間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなす一方で、各溝３２内の両側面は、石英基板１０裏面に対して垂直面をなすようにする（図１０参照）。

【００８１】

次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ガス中蒸着法により、基体全面に純度９９．９％のＣｏ粉末を蒸着する。こうして、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面並びに各溝内の両側面に、平均粒子径８ｎｍのＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有するＣｏ粒子含有薄膜３０を直線格子状に形成する。このとき、このＣｏ粒子含有薄膜３０の平均膜厚は２０ｎｍとなり、その最大膜厚は５０ｎｍとなる（図１１参照）。

【００８２】

次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ＣＶＤ法により、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３０上に、各溝３２が十分に埋まるような厚さに、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2膜２０を堆積した後、研磨法により、SiO_2膜２０表面を平坦化して、このSiO_2膜２０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなすようにする。続いて、真空蒸着法により、平坦化されたSiO_2膜２０表面上に、MgF_2からなる厚さ０．１μｍの反射防止膜２２を形成する。また、真空蒸着法により、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる厚さ０．２μｍの反射膜２４を形成する。このようにして、図８及び図９に示す光学素子を作製する（図１２（ａ）、（ｂ）参照）。

【００８３】

以上のように、本参考例に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間にＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３０が設けられ、両側面が垂直な凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、微視的には鋸刃状の凹凸形状をなしつつ直線状に延びていることにより、溝３２内の両側面に形成され、石英基板１０裏面に対して垂直面をなしているＣｏ粒子含有薄膜３０の実効的な長さが長くなり、磁性体としての体積が増大するため、上記参考例２に係る光学素子の場合よりも、偏光面が回転するファラデー回転効果を大きくすることができる。

【００８４】

本発明者が本参考例に基づいて作製した光学素子において、円筒状棒磁石を用いて文字を記録させたところ、上記参考例２に基づいて作製した光学素子の場合よりも、コントラストを向上することができた。但し、偏光子機能は低下した。

【００８５】

なお、上記参考例３においては、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３０が微視的には鋸刃状の凹凸形状をなしつつ直線状に延びているが、この鋸刃状の凹凸形状の代わりに、例えば微視的には矩形状やサインカーブ状の凹凸形状をなしつつ直線状に延びていてもよい。また、鋸刃状の凹凸形状の振幅を２０ｎｍとしているが、この振幅はＣｏ粒子含有薄膜３０の膜厚の最大値である１００ｎｍ以内であればよい。

【００８６】
（参考例４）
参考例４に係る光学素子を、図１３の断面図を用いて説明する。なお、上記図６に示す光学素子と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。図１３に示されるように、本参考例に係る光学素子は、上記図６に示す参考例１に係る光学素子とほぼ同様の構造を有しているが、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６の代わりに、石英基板１０表面に逆台形状の溝が図面の奥行き方向に直線状に複数列形成され、各溝内の両側面が石英基板１０裏面に対して傾斜面をなし、こうした溝内側を含む石英基板１０全表面にＣｏ粒子含有薄膜３４が直線格子状に設けられているものである。
【００８７】
即ち、可視光に対して透明な支持体として用いる石英基板１０表面に、逆台形状の溝が図面の奥行き方向に直線状に複数列形成されており、この石英基板１０表面の各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている一方で、各溝内の両側面は、石英基板１０裏面に対して傾斜面をなしている。また、このような溝によって凹凸形状をなしている石英基板１０表面上に、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2膜２０が嵌合して設けられている。そして、このSiO_2膜２０表面は平坦化されて、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている。
【００８８】
そして、これら互いに嵌合している石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に、その嵌合面全体にわたって、Ｃｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有するＣｏ粒子含有薄膜３４が直線格子状に設けられている点に本参考例の特徴がある。即ち、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３４は、逆台形状の凹部と台形状の凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図面の奥行き方向に直線状に延びている。
【００８９】
また、SiO_2膜２０表面上に、例えばMgF_2からなる反射防止膜２２が設けられ、可視光域の反射率が３％程度低下するようになっている。また、石英基板１０裏面上に、例えばＡｌからなる反射膜２４が設けられている。
【００９０】
次に、図１３に示す光学素子の製造方法を説明する。なお、工程図は、上記参考例２の場合と同様に、その図示を省略する。先ず、上記参考例２の場合と同様にして、表面と裏面とが互いに平行な石英基板１０表面上に、Cr_2O_3膜及びＣｒ膜を順に積層して、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜を形成する。そして、基体全面にポジ型レジストを塗布した後、フォトリソグラフィ技術を用いて、このポジ型レジストをＬ／Ｓ状にパターニングする。
【００９１】
次いで、このようにパターニングされたポジ型レジストをマスクとし、エッチングガスとしてフッ素ガスを用いて、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜及び石英基板１０を選択的にエッチング除去する。このエッチングプロセスにおいて、フッ素ガスの圧力を変化させるなど、上記参考例２の場合とエッチング条件を変えることにより、石英基板１０表面に、逆台形状の溝が等間隔をおいて直線状に複数列形成されるように加工する。こうして、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなす一方で、各溝内の両側面が石英基板１０裏面に対して傾斜面をなすようにする。
【００９２】
次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ガス中蒸着法により、基体全面に純度９９．９％のＣｏ粉末を蒸着する。こうして、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面並びに各溝内の傾斜する両側面に、Ｃｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有するＣｏ粒子含有薄膜３４を直線格子状に形成する。
【００９３】
次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ＣＶＤ法により、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３４上に、各溝が十分に埋まるような厚さに、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2膜２０を堆積した後、研磨法により、SiO_2膜２０表面を平坦化して、このSiO_2

膜２０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなすようにする。続いて、真空蒸着法により、平坦化されたSiO_2膜２０表面上に、MgF_2からなる反射防止膜２２を形成する。また、真空蒸着法により、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる反射膜２４を形成する。このようにして、図１３に示す光学素子を作製する。

【００９４】

以上のように、本参考例に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間にＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３４が設けられ、逆台形状の凹部と台形状の凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図１３の奥行き方向に直線状に延びていることにより、基本的に上記参考例２に係る光学素子と同様の効果を奏するが、この参考例２に係る光学素子の場合よりも更に視斜角が小さい場合であっても、ファラデー回転効果が顕著に現れ、十分な磁性機能を発揮することができる。

【００９５】

本発明者が本参考例に基づいて作製した光学素子において、円筒状棒磁石を用いて文字を記録させると、上記参考例２に基づいて作製した光学素子の場合よりも、見る位置が正面から更にずれても、コントラストの低下を抑制することができた。但し、偏光子機能は少し低下した。

【００９６】

なお、上記参考例４においては、その断面が逆台形状の凹部と台形状の凸部とが交互に繰り返される凹凸形状をなしている直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３４が設けられているが、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３４の代わりに、例えば図１４に示されるように、台形状の凹部と逆台形状の凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなしている直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３６を設けてもよい。この場合、上記参考例４に係る光学素子と実質的には同じ構造となり、従って同様の効果を奏することができる。

【００９７】

（実施例２）

本発明の実施例２に係る光学素子を、図１５の断面図を用いて説明する。なお、上記図６に示す光学素子と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施例は請求項１、７～１０に対応するものである。図１５に示されるように、本実施例に係る光学素子は、上記図６に示す参考例１に係る光学素子とほぼ同様の構造を有しているが、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜２６の代わりに、石英基板１０表面に、図面の奥行き方向に直線状に延びる溝が複数列形成され、各溝内の両側面が溝内部に弓形に張り出している曲面をなし、こうした溝内側を含む石英基板１０全表面にＣｏ粒子含有薄膜３８が直線格子状に設けられているものである。

【００９８】

即ち、可視光に対して透明な支持体として用いる石英基板１０表面に、図面の奥行き方向に直線状に延びる溝が複数列形成されており、この石英基板１０表面の各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている一方で、各溝内の両側面は、溝内部に弓形に張り出している曲面をなしている。また、このような溝によって凹凸形状をなしている石英基板１０表面上に、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2膜２０が嵌合して設けられている。そして、このSiO_2膜２０表面は平坦化されて、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている。

【００９９】

そして、これら互いに嵌合している石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に、その嵌合面全体にわたって、Ｃｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有するＣｏ粒子含有薄膜３８が直線格子状に設けられている点に本実施例の特徴がある。即ち、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３８は、両側面が溝内部に弓形に張り出している曲面の凹部と弓形にへこんでいる曲面の凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図面の奥行き方向に直線状に延びている。

【０１００】

また、SiO_2膜２０表面上に、例えばMgF_2からなる反射防止膜２２が設けられ、可視光域の反射率が３％程度低下するようになっている。また、石英基板１０裏面上に、例えばＡｌからなる反射膜２４が設けられている。

【０１０１】

次に、図１５に示す光学素子の製造方法を説明する。なお、工程図は、上記参考例２の場合と同様に、その図示を省略する。先ず、上記参考例２の場合と同様にして、表面と裏面とが互いに平行な石英基板１０表面上に、Cr_2O_3膜及びＣｒ膜を順に積層して、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜を形成する。そして、基体全面にポジ型レジストを塗布した後、フォトリソグラフィ技術を用いて、このポジ型レジストをＬ／Ｓ状にパターニングする。

【０１０２】

次いで、このようにしてパターニングされたポジ型レジストをマスクとし、エッチングガスとしてフッ素ガスを用いて、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜及び石英基板１０を選択的にエッチング除去して、図面の奥行き方向に直線状に延びる溝が複数列形成されるように加工する。そして、このエッチングプロセスにおいて、フッ素ガスの圧力を経時的に変化させつつエッチングすることにより、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなす一方で、各溝内の両側面が溝内部に弓形に張り出している曲面をなすようにする。

【０１０３】

次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ガス中蒸着法により、基体全面に純度９９．９％のＣｏ粉末を蒸着する。こうして、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面並びに各溝内の傾斜する両側面に、Ｃｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有するＣｏ粒子含有薄膜３８を直線格子状に形成する。

【０１０４】

次いで、上記参考例２の場合と同様にして、ＣＶＤ法により、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３８上に、各溝が十分に埋まるような厚さに、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2膜２０を堆積した後、研磨法により、SiO_2膜２０表面を平坦化して、このSiO_2膜２０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなすようにする。続いて、真空蒸着法により、平坦化されたSiO_2膜２０表面上に、MgF_2からなる反射防止膜２２を形成する。また、真空蒸着法により、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる反射膜２４を形成する。このようにして、図１５に示す光学素子を作製する。

【０１０５】

以上のように、本実施例に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間にＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３８が設けられ、両側面が溝内部に弓形に張り出している曲面の凹部と弓形にへこんでいる曲面の凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすと共に、図１５の奥行き方向に直線状に延びていることにより、上記参考例４に係る光学素子とほぼ同様の効果を奏することができる。

【０１０６】

本発明者が本実施例に基づいて作製した光学素子において、円筒状棒磁石を用いて文字を記録させると、上記参考例２に基づいて作製した光学素子の場合よりも、見る位置が正面から更にずれても、コントラストの低下を抑制することができた。但し、偏光子機能は少し低下した。

【０１０７】

なお、上記実施例２においては、両側面が溝内部に弓形に張り出している曲面の凹部と弓形にへこんでいる曲面の凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなす直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３８が設けられているが、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３８の代わりに、例えば図１６に示されるように、両側面が溝内部に弓形に張り出している曲面の凸部と弓形にへこんでいる曲面の凹部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなす直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜４０を設けてもよい。この場合、上記実施例２に係る光学素子と実質的には同じ構造となり、従って同様の効果を奏することができる。

【０１０８】
（実施例３）
本発明の実施例３に係る光学素子を、図１７の断面図を用いて説明する。なお、上記図１３に示す光学素子と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施例は請求項６～１０に対応するものである。図１７に示されるように、本実施例に係る光学素子は、上記図１３に示す参考例４に係る光学素子とほぼ同様の構造を有しているが、直線状に複数列形成された逆台形状の溝内側を含む石英基板１０全表面に設けられている直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３４の代わりに、直線状に複数列形成された逆台形状の各溝内の傾斜面をなしている両側面のみにＣｏ粒子含有薄膜４２が直線格子状に設けられているものである。
【０１０９】
即ち、可視光に対して透明な支持体として用いる石英基板１０表面に、逆台形状の溝が図面の奥行き方向に直線状に複数列形成されており、この石英基板１０表面の各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面は、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている一方で、各溝内の両側面は、石英基板１０裏面に対して傾斜面をなしている。また、このような溝によって凹凸形状をなしている石英基板１０表面上に、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2膜２０が嵌合して設けられている。そして、このSiO_2膜２０表面は平坦化されて、石英基板１０裏面に対して平行面をなしている。
【０１１０】
そして、これら互いに嵌合している石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間に、その嵌合面のうち、石英基板１０裏面に対して傾斜面をなしている部分のみに、Ｃｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有するＣｏ粒子含有薄膜４２が直線格子状に設けられている点に本実施例の特徴がある。即ち、この直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜４２は、その断面が逆台形状の凹部の両側面に沿った傾斜面をなすと共に、図面の奥行き方向に直線状に延びている。
【０１１１】
また、SiO_2膜２０表面上に、例えばMgF_2からなる反射防止膜２２が設けられ、可視光域の反射率が３％程度低下するようになっている。また、石英基板１０裏面上に、例えばＡｌからなる反射膜２４が設けられている。
【０１１２】
このように、本実施例に係る光学素子は、上記図１３に示す参考例４に係る光学素子において、石英基板１０裏面に対して平行面をなす溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面に形成されたＣｏ粒子含有薄膜３４を選択的に除去し、各溝内の傾斜している両側面のみにＣｏ粒子含有薄膜３４を残存させたものに他ならない。
【０１１３】
次に、図１７に示す光学素子の製造方法を説明する。なお、工程図は、上記参考例２の場合と同様に、その図示を省略する。先ず、上記参考例４の場合と同様にして、表面と裏面とが互いに平行な石英基板１０表面上に、Cr_2O_3膜及びＣｒ膜を順に積層しCr_2O_3／Ｃｒ複合膜を形成する。そして、基体全面にポジ型レジストを塗布した後、フォトリソグラフィ技術を用いて、このポジ型レジストをＬ／Ｓ状にパターニングする。
【０１１４】
続いて、このようにパターニングされたポジ型レジストをマスクとし、エッチングガスとしてフッ素ガスを用いて、Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜及び石英基板１０を選択的にエッチング除去して、石英基板１０表面に逆台形状の溝が等間隔をおいて直線状に複数列形成されるように加工する。こうして、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなす一方で、各溝内の両側面が石英基板１０裏面に対して傾斜面をなすようにする。
【０１１５】
次いで、上記参考例４の場合と同様にして、ガス中蒸着法により、基体全面に純度９９．９％のＣｏ粉末を蒸着し、各溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面並びに各

溝内の傾斜する両側面に、Ｃｏ粒子含有薄膜３４を直線格子状に形成する。

【０１１６】

次いで、例えばスパッタリング装置を用いて、石英基板１０側に－３００Ｖの電圧を印加し、Ａｒガスを導入し、逆スパッタリング法により、石英基板１０裏面に対して平行面をなす溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面に形成されたＣｏ粒子含有薄膜４２を選択的に除去し、各溝内の傾斜している両側面のみにＣｏ粒子含有薄膜４２を残存させる。

【０１１７】

次いで、上記参考例４の場合と同様にして、ＣＶＤ法により、直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜３４上に、各溝が十分に埋まるような厚さに、石英基板１０と同じ屈折率のSiO_2膜２０を堆積した後、研磨法により、SiO_2膜２０表面を平坦化して、このSiO_2膜２０表面が石英基板１０裏面に対して平行面をなすようにする。続いて、真空蒸着法により、平坦化されたSiO_2膜２０表面上に、MgF_2からなる反射防止膜２２を形成する。また、真空蒸着法により、石英基板１０裏面上に、Ａｌからなる反射膜２４を形成する。このようにして、図１７に示す光学素子を作製する。

【０１１８】

以上のように、本実施例に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な石英基板１０表面とSiO_2膜２０裏面との間にＣｏ粒子並びにＣｏ酸化膜及び／又はＣｏ炭化膜を含有する直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜４２が設けられ、その断面が石英基板１０裏面に対して傾斜面をなすと共に、図１７の奥行き方向に直線状に延びていることにより、基本的に上記参考例４に係る光学素子と同様の効果を奏するが、この参考例４に係る光学素子の場合のように石英基板１０裏面に対して平行面をなしている直線格子状のＣｏ粒子含有薄膜がない分だけ光の透過率を向上することができる。

【０１１９】

本発明者が本実施例に基づいて作製した光学素子において、円筒状棒磁石を用いて文字を記録させると、上記参考例２に基づいて作製した光学素子の場合よりも、光の透過率が向上したため、その分だけ像のコントラストを向上することができた。

【０１２０】

なお、上記実施例３においては、石英基板１０表面に逆台形状の溝を等間隔をおいて直線状に複数列形成し、これらの逆台形状の各溝内の傾斜面をなしている両側面のみにＣｏ粒子含有薄膜４２を直線格子状に設けているが、この代わりに、例えば図１８に示されるように、両側面が弓形に湾曲している曲面をなすような溝を等間隔をおいて直線状に複数列形成し、これらの各溝内の弓形に湾曲している両側面のみにＣｏ粒子含有薄膜を直線格子状に設けてもよい。これは、上記図１５に示す実施例２に係る光学素子において、石英基板１０裏面に対して平行面をなす溝内の底面及びこれらの溝間の石英基板１０表面に形成されたＣｏ粒子含有薄膜３８を選択的に除去し、各溝内の弓形に湾曲している両側面のみにＣｏ粒子含有薄膜３８を残存させたものに他ならない。そしてこの場合も、上記実施例３の場合と同様の効果を奏することができる。

【０１２１】

【発明の効果】

以上、詳細に説明した通り、本発明に係る光学素子によれば、次のような効果を奏することができる。

即ち、請求項１に係る光学素子では、可視光に対して透明で、裏面が平坦な支持体の表面に直線状の溝が数列形成され、これら直線状の溝内の底面及び両側面、並びに前記溝間の前記支持体表面に所定厚さの薄膜が直線格子状に形成され、該薄膜の全面に屈折率が前記支持体と同じ支持層が形成され、該支持層の表面が前記支持体の裏面に対して平行面をなしていることにより、上記直線格子状の薄膜が支持体と支持層との嵌合面全体にわたって設けられているため、この直線格子状の薄膜が導電性と光を吸収しない透明性を有する場合、偏光子機能を発揮して、偏光度を高くすることができると共に、光透過率も高くすることができ、従って偏光度が高くて明るい無色透明の可視光用ディスプレイに適した高

性能の光学素子を得ることができる。また、この直線格子状の薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的である場合、ファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮することができ、従って磁界によって画像を記録したり、消去したりすることが可能な高性能の光学素子を得ることができる。

【０１２２】

また、請求項１に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な支持体と支持層との間に全体にわたって形成された直線格子状の薄膜が、両側面が弓形に湾曲している凹部と凸部とが交互に繰り返される凹凸形状の断面をなすことにより、斜めに入射する視斜角の小さい可視光との相互作用も十分に生じるため、この直線格子状の薄膜が偏光子機能を発揮する際、斜め入射可視光に対しても十分な偏光子機能を発揮することができる。また、この直線格子状の薄膜がファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮する際、斜め入射可視光に対しても十分なファラデー回転効果を奏し、コントラストの低下を抑制することができる。

【０１２３】

また、請求項２に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な支持体と支持層との間に全体にわたって形成された直線格子状の薄膜が、互いにピッチの異なる複数種類のパターンを有していることにより、複数種類の波長の入射可視光との相互作用が可能となり、直線格子状の薄膜と相互作用する可視光の波長範囲が拡大するため、この直線格子状の薄膜が偏光子機能を発揮する際、その波長依存性を低減することができる。また、ファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮する際も、その波長依存性を低減されて、コントラストの高い像を得ることができる。

【０１２４】

また請求項３，４に係る光学素子によれば、可視光に対して透明な支持体と支持層との間に全体にわたって形成された直線格子状の薄膜が、互いにピッチの異なる複数種類のパターンを有していることにより、請求項２に係る光学素子の場合と同様の効果が得られる。

【０１２５】

また、請求項５に係る光学素子によれば、支持体の表面に形成された溝の直線形状が微視的には凹凸形状をなしていることにより、溝内の両側面に形成された薄膜の実効的な長さが長くなるため、この直線格子状の薄膜がファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮する際には、磁性体としての体積が増加して、磁気光学効果を増大させ、コントラストの高い像を得ることができる。

【０１２６】

また、請求項６に係る光学素子によれば、支持体の裏面に対して垂直面をなしている溝内の両側面上に薄膜が形成されている一方で、支持体裏面に対して平行面をなしている溝内の底面及び溝間の支持体表面には薄膜が形成されていないことにより、上記請求項１に係る光学素子の場合と同様の作用を奏することができると共に、その際の入射可視光の透過率を更に向上することができる。

【０１２７】

また、請求項７に係る光学素子によれば、溝のピッチが０．２μｍ～２μｍであることにより、こうした溝の形状に沿って形成された直線格子状の薄膜は入射可視光と相互作用を生じ、上記請求項１～４に係る光学素子の作用を奏することになる。また、溝の深さが０．１μｍ～５．０μｍであり、薄膜の厚さが５ｎｍ～１００ｎｍであることにより、薄膜のアスペクト比が十分に大きくなり、入射可視光との相互作用が強くなるため、この直線格子状の薄膜が導電性と透明性を有する場合には十分な偏光子機能を発揮することができ、この直線格子状の薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、磁気異方性が等方的である場合には十分なファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮することができる。

【０１２８】

また、請求項８に係る光学素子によれば、支持体と支持層との嵌合面に設けられている

直線格子状の薄膜が厚さ５ｎｍ～１００ｎｍの半導体膜又は金属膜からなることにより、この直線格子状の薄膜が導電性を有すると共に、入射する可視光に対する透明性を有するため、円偏光を直線偏光にする偏光子機能を発揮することができる。

【０１２９】

また、請求項９に係る光学素子によれば、支持体と支持層との嵌合面全体にわたって設けられている直線格子状の薄膜が強磁性微粒子を含有していることにより、この直線格子状の薄膜が適当な保磁力を有し、ファラデー回転角が大きく、面内磁気異方性が等方的であるため、偏光面が回転するファラデー回転効果を奏する磁性機能を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　参考例１に係る光学素子を示す断面図である。

【図２】　図１に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図（その１）である。

【図３】　図１に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図（その２）である。

【図４】　図１に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図（その３）である。

【図５】　図１に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図（その４）である。

【図６】　参考例２に係る光学素子を示す断面図である。

【図７】　本発明の実施例１に係る光学素子を示す断面図である。

【図８】　参考例３に係る光学素子を示す断面図である。

【図９】　図８に示す光学素子のＡ－Ａ線断面図である。

【図１０】　図８及び図９に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図（その１）である。

【図１１】　図８及び図９に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図（その２）である。

【図１２】　図８及び図９に示す光学素子の製造方法を説明するための工程図（その３）である。

【図１３】　参考例４に係る光学素子を示す断面図である。

【図１４】　参考例４の変形例に係る光学素子を示す断面図である。

【図１５】　本発明の実施例２に係る光学素子を示す断面図である。

【図１６】　本発明の実施例２の変形例に係る光学素子を示す断面図である。

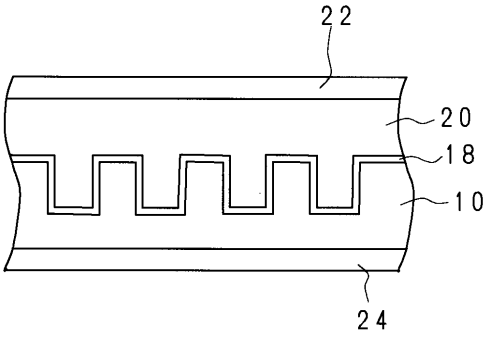
【図１７】　本発明の実施例３に係る光学素子を示す断面図である。

【図１８】　本発明の実施例３の変形例に係る光学素子を示す断面図である。

【符号の説明】

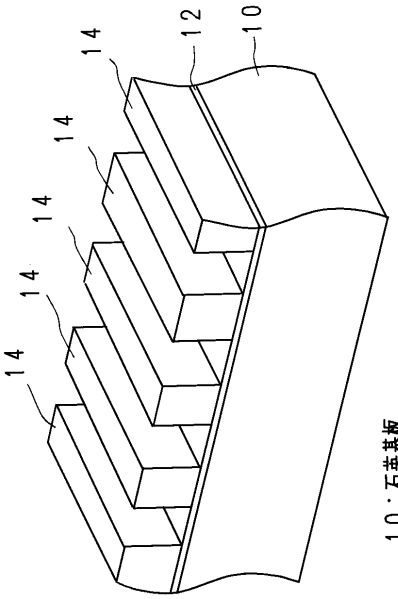
１０　石英基板
１２　Cr_2O_3／Ｃｒ複合膜
１４　ポジ型レジスト
１６　溝
１８　Ｇｅ薄膜
２０　SiO_2 膜
２２　反射防止膜
２４　反射膜
２６　Ｃｏ粒子含有薄膜
２８　Ｃｏ粒子含有薄膜
３０　Ｃｏ粒子含有薄膜
３２　溝
３４　Ｃｏ粒子含有薄膜
３６　Ｃｏ粒子含有薄膜
３８　Ｃｏ粒子含有薄膜
４０　Ｃｏ粒子含有薄膜
４２　Ｃｏ粒子含有薄膜
４４　Ｃｏ粒子含有薄膜

【図１】



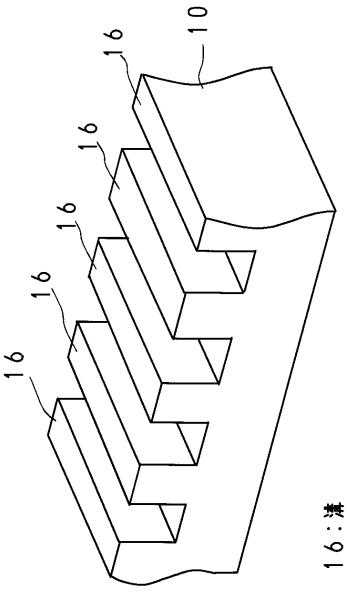
10：石英基板
18：Ge薄膜
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜

【図２】



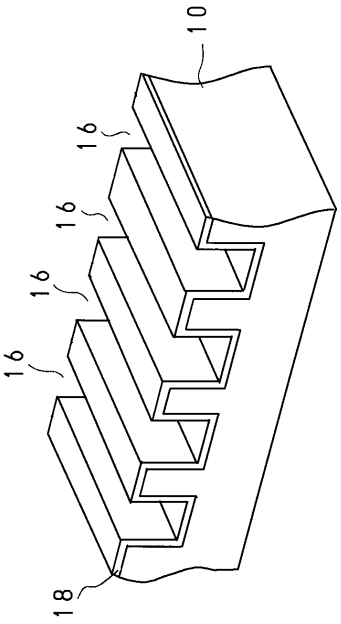
10：石英基板
12：Cr_2O_3/Cr複合膜
14：ポジ型レジスト

【図３】



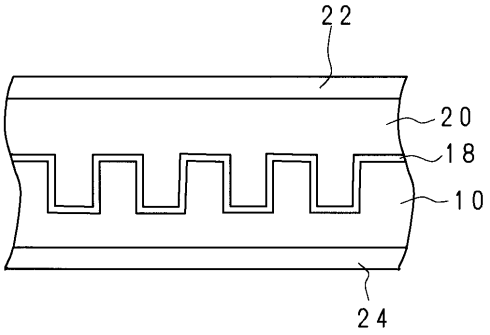
16：溝

【図４】



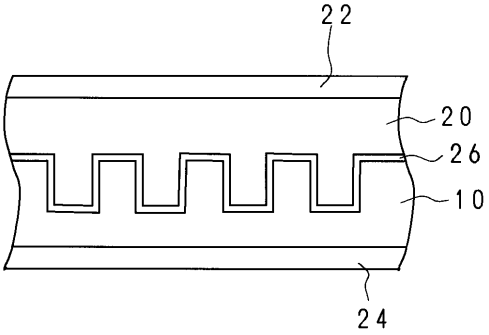
18：Ge薄膜

【図５】



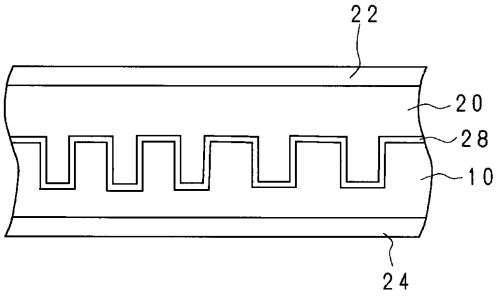
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜

【図６】



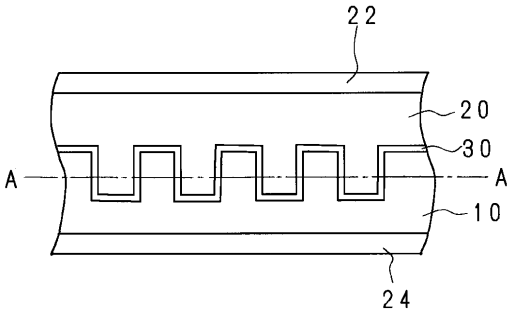
10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
26：Co粒子含有薄膜

【図７】



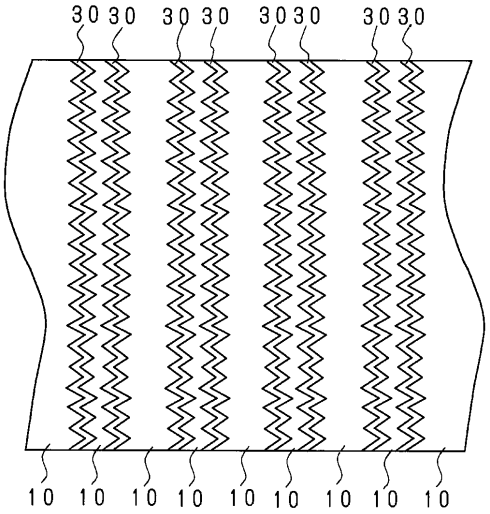
10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
28：Co粒子含有薄膜

【図８】

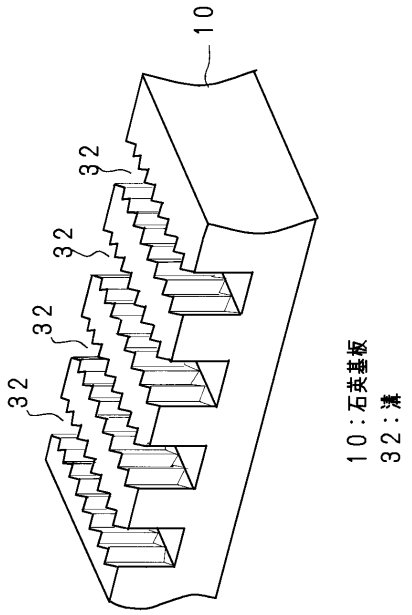


10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
30：Co粒子含有薄膜

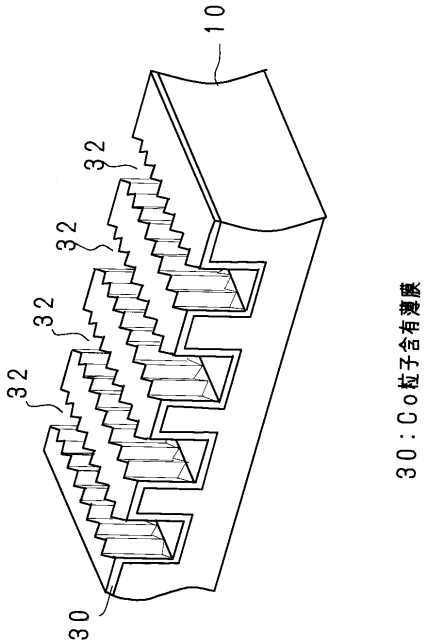
【図９】



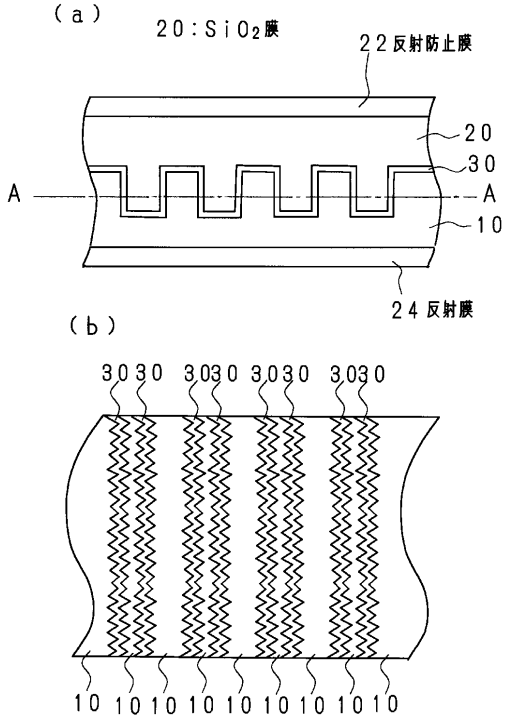
【図１０】



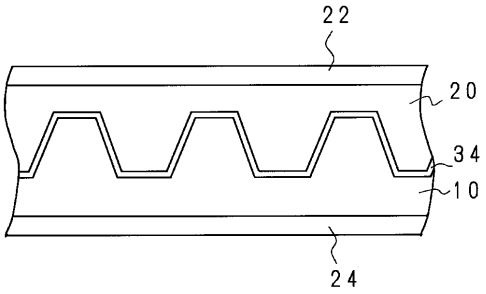
【図１１】



【図１２】

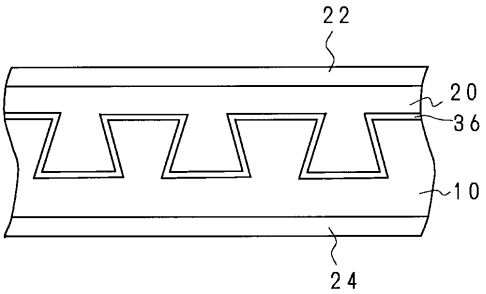


【図１３】



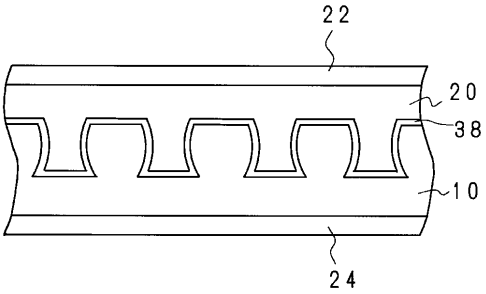
10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
34：Co粒子含有薄膜

【図１４】



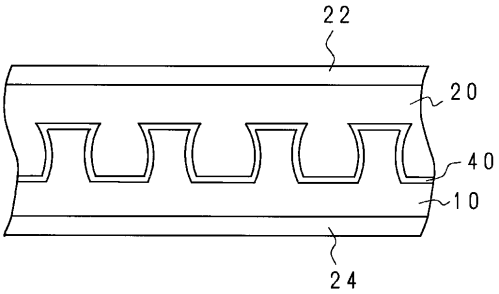
10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
36：Co粒子含有薄膜

【図１５】



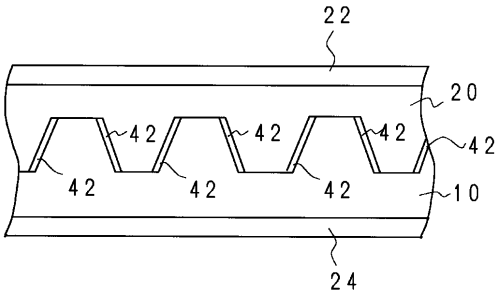
10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
38：Co粒子含有薄膜

【図１６】



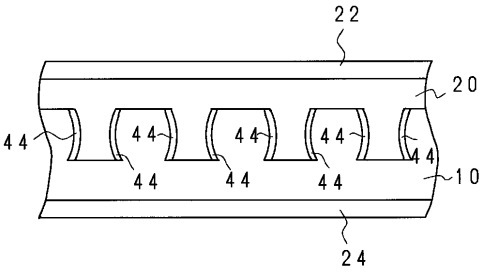
10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
40：Co粒子含有薄膜

【図１７】



10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
42：Co粒子含有薄膜

【図１８】



10：石英基板
20：SiO_2膜
22：反射防止膜
24：反射膜
44：Co粒子含有薄膜

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－２３０２２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０５０６４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２９４７３０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２６２７０５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２８９８０４（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－０９０２０４（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 5/30
G02F 1/09