

(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2008-164680

(P2008-164680A)

(43) 公開日 平成20年7月17日(2008.7.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 5/30 (2006.01)	G02B 5/30	2H049
C23C 16/50 (2006.01)	C23C 16/50	4K030
C23C 16/455 (2006.01)	C23C 16/455	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

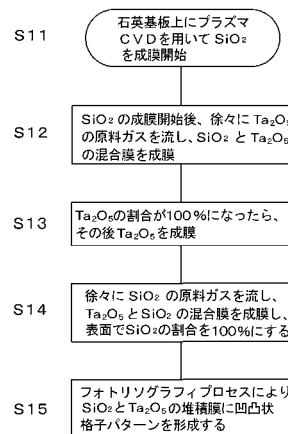
(21) 出願番号	特願2006-351095 (P2006-351095)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成18年12月27日(2006.12.27)	(74) 代理人	100075948 弁理士 日比谷 征彦
		(72) 発明者	伊佐野 太輔 東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	2H049 BA06 BA07 BA42 BA45 BC01 BC08 4K030 AA06 AA11 BA17 BA42 BA44 BA46 BB12 CA06 CA12 EA03 FA01 LA02

(54) 【発明の名称】 光学波長板及び該波長板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造が容易な位相格子型の光学波長板を得る。
 【解決手段】 誘電体基板である石英ウエハ上に、プラズマCVD法を用いて、第1の誘電体媒質としてSiO₂膜の成膜を開始する(ステップS1)。SiO₂膜を成膜開始後に、このSiO₂膜上にSiO₂とTiO₂から成る誘電体混合膜を成膜する(ステップS2)。そして、この誘電体混合中のTiO₂の割合が100%となった状態において、所定の膜厚に至るまで第2の誘電体媒質であるTiO₂膜を成膜する(ステップS3)。TiO₂膜上にSiO₂とTiO₂から成る誘電体混合膜を成膜し、徐々にSiO₂の割合を増加させ、表面において第1の誘電体媒質としてSiO₂の割合を100%とする(ステップS4)。最後に、ステップS4で得られたSiO₂とTiO₂の混合膜にフォトリソグラフィプロセスによりレリーフ状格子を形成する(ステップS5)。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘電体基板上に堆積膜を形成し、該堆積膜は少なくとも 2 種類の元素から成る元素組成比を膜厚方向に連続的に変化させることによる傾斜した屈折率を有し、エッチングにより入射光の波長以下の周期構造を有する凹凸状格子パターンとしたことを特徴とする光学波長板。

【請求項 2】

前記堆積膜の表面の屈折率を内部の屈折率よりも低くしたことを特徴とする請求項 1 に記載の光学波長板。

【請求項 3】

誘電体基板上に少なくとも 2 種類の元素から成る堆積膜を該堆積膜の成長と共に元素組成比を膜厚方向に連続的に変化させながら形成することで、前記堆積膜に傾斜した屈折率を与え、前記堆積膜に入射光の波長以下の周期構造を有する凹凸状格子パターンをエッチングにより形成することを特徴とする光学波長板の製造方法。

【請求項 4】

前記堆積膜は少なくとも 2 種類以上から成る原料ガスを真空容器に導入し、前記原料ガスを分解、堆積するプラズマ CVD 法により形成することを特徴とする請求項 2 に記載の光学波長板の製造方法。

【請求項 5】

前記原料ガスは、Si 原子を含むガスと、Nb、Ti、Ta、Zr、Al、Hf 原子のうち少なくとも 1 つを含むガスとすることを特徴とする請求項 4 に記載の光学波長板の製造方法。

【請求項 6】

1 種類の前記堆積膜を成膜した後に、徐々に更に他の 1 種類の原料ガスを増加させることで、前記堆積膜の成長と共に前記元素の組成比を膜厚方向に連続的に変化させることを特徴とする請求項 4 に記載の光学波長板の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 に記載の光学波長板を用いたことを特徴とする光学機器。

【請求項 8】

請求項 3 ~ 6 の何れか 1 つの請求項に記載の光学波長板の製造方法により製造した光学波長板を用いたことを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば 1/4 波長板、1/2 波長板、全波長板等の光学波長板及び該波長板の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

各種光学機器に用いられる光学波長板は、従来では水晶の結晶を研磨することにより製造されている。常光と異常光の位相差が、1/4 波長板では $(N + 1/4)$ 波長、1/2 波長板では $(N + 1/2)$ 波長、全波長板では N 波長 (N は整数) になるような厚さに調整されている。

【0003】

このような結晶研磨による方法以外に、非特許文献 1 に示す誘電体の構造複屈折を利用した格子を用いた方法が提案されている。格子を用いた光学波長板は、格子ピッチを d 、使用波長を λ とすると、波長 λ が格子ピッチ d に比べて十分に小さい領域においては、格子の溝に平行な方向の屈折率 n_p と、格子の溝に直交する方向の屈折率 n_c が異なることを利用している。

【0004】

上述の非特許文献 1 によると、格子が矩形状の場合においては、屈折率 n_p 、 n_c は次式

10

20

30

40

50

で与えられる。

$$n_p = [n_1^2 + n_2^2(1 - q)]^{1/2} \quad \dots (1)$$

$$n_c = [(1/n_1)^2 q + (1/n_2)^2(1 - q)]^{-1/2} \quad \dots (2)$$

【0005】

ここで、 n_1 は媒質1の屈折率、 n_2 は媒質2の屈折率、 q は格子の1周期中に媒質1の占める割合であり、 $1 - q \geq 0$ である。

【0006】

複屈折の大きさ n は次式で与えられる。

$$n = |n_p - n_c| \quad \dots (3)$$

【0007】

また、複屈折の大きさ n を有する格子に入射した波長 λ の光が受ける位相差 ϕ は、格子の溝深さを D とすると次式で与えられる。

$$[\text{rad}] = (2D/\lambda) \cdot n \quad \dots (4)$$

【0008】

この(4)式から、大きな位相差 ϕ を得るには、格子の溝深さ D を大きくするか、或いは複屈折の大きさ n を大きくすればよい。この関係は格子形状が矩形だけでなく、正弦波状、三角波状等の場合でも成立する。

【0009】

上述の原理を基に、具体的に格子による光学波長板を製造するには、主に次の2つの方法がある。第1の製造法は、干渉露光法によりフォトレジストに格子を形成し、その格子から金型を製作し、ホットプレス法や射出成形法で熱可塑性樹脂に転写したり、或いは光硬化性樹脂に転写する。

【0010】

第2の製造法は、誘電体基板上に第1の製造法と同様に、フォトレジスト格子を形成し、フォトレジストをマスクとして誘電体基板をイオンエッチング法、又は反応性イオンエッチング法によりエッチングすることにより表面に格子を得る。

【0011】

【特許文献1】特公平7-99402号公報

【非特許文献1】D.C.Flanders, Applied Physics Letter誌、第42巻第6号(1983年3月15日発行)、第492~494頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

このような格子を第1の製造法により製造する場合には、媒質と電鍍金型との実的な接触表面積が著しく増大するために、金型面から剥離する際の引張り剪断力が大きくなる。このために、剥離時に硬化した媒質が誘電体基板から剥がれ、金型面に残留してしまい、格子の転写が困難になるという問題点がある。

【0013】

また、第2の製造法においては、エッチングに要する時間が長いため、エッチングに耐え得るフォトレジストマスクの厚さが大きくなってしまい、フォトレジストマスクの形成が困難である。

【0014】

フォトレジストに形成した格子をエッチング耐性の強い物質、例えばクロムに転写し、その物質をマスクとしてエッチングする場合においても、次のような問題が生ずる。つまり、格子の溝深さの増加に伴い、一度エッチングされた誘電体基板の表面への再付着や、溝底部への活性種、イオン、中性粒子の到達粒子数の減少等によりエッチングの進行が阻止され、所望の形状の格子の形成が困難となる。

【0015】

このような問題は格子の形状によらずに生じ、更に基板サイズが大きい場合には、エッチングで面内の均一性が悪く、歩留まりが悪化するという問題もある。

10

20

30

40

50

【0016】

これらの問題に対して、特許文献1においては屈折率の十分に大きい誘電体媒質で格子を被覆することにより、溝の深さを小さくすることが開示されている。しかし、この製造方法も溝幅が狭いために、溝底部まで誘電体媒質を成膜することは困難である。

【0017】

また、高屈折率の誘電体媒質を材料として格子形状を作製することにより、溝深さを低下させる方法が知られているが、高屈折率の誘電体媒質の場合には、反射率が高くなり、光学素子として必要かつ十分な透過率を得ることは困難である。

【0018】

この問題を解決するために、表面に屈折率の小さい誘電体媒質を成膜する方法が知られているが、高屈折率誘電体媒質と低屈折率誘電体媒質の界面での反射及び散乱が生じ、期待されるほどの透過率を得ることは困難である。

10

【0019】

本発明の目的は、上述の問題点を解決し、製造が容易な光学波長板及び該波長板の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明に係る光学波長板の技術的特徴は、誘電体基板上に堆積膜を形成し、該堆積膜は少なくとも2種類の元素から成る元素組成比を膜厚方向に連続的に変化させることによる傾斜した屈折率を有し、エッチングにより入射光の波長以下の周期構造を有する凹凸状格子パターンとしたことにある。

20

【0021】

また、本発明に係る光学波長板の製造方法の技術的特徴は、誘電体基板上に少なくとも2種類の元素から成る堆積膜を該堆積膜の成長と共に元素組成比を膜厚方向に連続的に変化させながら形成することで、前記堆積膜に傾斜した屈折率を与え、前記堆積膜に入射光の波長以下の周期構造を有する凹凸状格子パターンをエッチングにより形成することにある。

【発明の効果】

【0022】

本発明における光学波長板及び該波長板の製造方法によれば、誘電体基板上に傾斜した屈折率特性の変化を有する堆積膜を形成することで、全体としての屈折率は大きい、基板界面及び表面での反射が小さくすることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】

【0024】

図1は本発明の原理を説明するための、傾斜した屈折率を有する誘電体媒質による堆積膜に、レリーフ状格子を形成した格子型の光学波長板の断面図を示している。

【0025】

まず、屈折率 n_1 を有する誘電体基板1上に、原料ガスを導入することにより屈折率 n_1 に近い又は同じ屈折率 n_2 を有する誘電体媒質2を一面に成膜する。

40

【0026】

続いて、誘電体媒質2の膜上に、誘電体媒質2の原料ガスと共に、屈折率 n_1 よりも大きい屈折率 n_3 を有する誘電体媒質3を、誘電体媒質2に対する混合比が徐々に大きくなるように、2つの原料ガスの流量を連続的に変化させながら導入する。そして、誘電体媒質2の膜上に誘電体媒質2及び誘電体媒質3から成る誘電体媒質混合膜4を成膜する。この誘電体媒質混合膜4中の誘電体媒質3の割合が100%になった後に、この誘電体媒質3の膜を100%の割合の状態のまま任意の膜厚まで成膜する。

【0027】

50

更に、誘電体媒質 3 の膜上に、誘電体媒質 3 の屈折率 n_3 よりも小さい屈折率を有する誘電体媒質 5 を、誘電体媒質 2 に対する混合比が徐々に大きくなるように、誘電体媒質 3 及び誘電体媒質 5 の原料ガスの流量を連続的に変化させながら導入する。誘電体媒質 3 の膜上に、誘電体媒質 3 及び誘電体媒質 5 から成る誘電体媒質混合膜 6 を成膜し、混合膜 6 の上部は誘電体媒質 5 が 100% の割合となるように成膜し、この誘電体媒質 5 の膜を任意の膜厚まで成膜する。

【0028】

このようにして、傾斜した屈折率を有する誘電体媒質から成る堆積膜が得られ、この堆積膜に、エッチングを施すことにより図 1 に示すようなレリーフ状格子 7 を形成する。本実施例 1 におけるレリーフ状格子 7 は、誘電体基板 1 との屈折率差が同じ又は近いため、界面での反射を小さくできる。また、表面の誘電体媒質 5 の屈折率が小さいため、表面の反射も小さくできる。これにより、誘電体媒質混合膜 4、6 の平均的な屈折率が高く、かつ表面及び誘電体基板 1 の界面での反射を抑制することのできる光学波長板が得られる。

10

【0029】

図 2 は本実施例 1 におけるプロセスのフローチャート図を示しており、先ずステップ S 1 において、真空容器に石英ウエハから成る誘電体基板を配置し、真空容器内に SiO_2 膜の原料ガスとして $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ (以下、TEOS と云う) を導入する。そして、この基板においてプラズマ CVD 法を用いることにより、原料ガスである TEO S を分解、堆積させ、第 1 の誘電体媒質として SiO_2 膜を成膜する。

20

【0030】

続いて、ステップ S 2 において、ステップ S 1 で成膜した SiO_2 膜上に、 SiO_2 と SiO_2 よりも屈折率の高い材料である TiO_2 から成る誘電体混合膜を成膜する。原料ガスとして、TEOS に対して $\text{Ti}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ (以下、TTIP と云う) の割合を徐々に増加させながら導入することにより、 SiO_2 と TiO_2 から成る誘電体混合膜を成膜する。この際に、TTIP の割合を徐々に増加させることにより、誘電体混合膜である堆積膜の成長と共に、Si と Ti の元素組成比を連続的に変化させて屈折率特性を連続的に変化させることができる。

【0031】

ステップ S 3 において、この誘電体混合膜中の TiO_2 の割合が 100% となった状態において、所定の膜厚に至るまで第 2 の誘電体媒質である TiO_2 膜を成膜する。

30

【0032】

続いて、ステップ S 4 において、原料ガスとして TTIP に対して TEO S の割合を徐々に増加させながら導入し、 TiO_2 膜上に SiO_2 と TiO_2 から成る誘電体混合膜を成膜する。徐々に SiO_2 の割合を増加させ、表面において第 1 の誘電体媒質として SiO_2 の割合を 100% とすることにより、Si と Ti の 2 種類の元素から成る元素組成比を膜厚方向に連続的に変化させ、傾斜した屈折率を有する堆積膜を成膜する。

【0033】

図 3 は上述の SiO_2 と TiO_2 の膜組成比を示しており、原料ガスである TEO S と TTIP の流量を制御しながら、膜厚 1000 nm の TiO_2 及び SiO_2 の混合膜を成膜する。屈折率についても、ほぼ同様に膜組成比に比例した特性が得られる。

40

【0034】

最後にステップ S 5 において、ステップ S 4 において得られた SiO_2 と TiO_2 の堆積膜に、フォトリソグラフィプロセスにより CF_4 によりドライエッチングする。これにより、 $0.26 \mu\text{m}$ のパターンニングを行い、入射光の波長以下の周期構造を有する凹凸状格子パターンであるレリーフ状格子 7 を形成することができる。

【0035】

本実施例 1 によれば、誘電体基板と第 1 の誘電体媒質である SiO_2 膜の屈折率の差がないため、界面での反射を小さくすることができる。更に、成膜した堆積膜の表面も第 1 の誘電体媒質である SiO_2 膜の波長板と同等の反射率を有し、平均の屈折率が高い膜で波長板を形成するため、エッチングの工程が容易となる。従って、製作が容易、安価で量

50

産性に富み、かつ透過率の高い光学波長板が得られる。本実施例においては、SiとTiから成る2種類の原料ガスを用いたが3種類以上の原料ガスを用いてもよい。

【0036】

レリーフ格子に入射する光が受ける位相差は、格子の溝深さDと複屈折の大きさnに比例する。そこで、上述のように誘電体基板上に、誘電体基板と同じ又は誘電体基板に近い誘電体媒質と、誘電体基板よりも十分に屈折率が大きい誘電体媒質と屈折率が小さい誘電体媒質を、連続的に元素組成比が変化するように成膜する。これにより、堆積膜全体の屈折率は高いが、表面と基板界面の屈折率差が小さい堆積膜を成膜することができる。

【0037】

因みに、基板界面と堆積膜、及び表面と空気の屈折率差が小さいため、反射率が小さく、透過率の高い誘電体膜となる。また、この堆積膜は傾斜した屈折率を有する単層の膜であるため、積層化した膜のような膜界面での反射がない。この堆積膜にサブ波長格子形状を形成することで、レリーフ格子の溝深さDを小さくすることができる。

【実施例2】

【0038】

図4は実施例2におけるプロセスのフローチャート図を示している。実施例1と同様に、先ずステップS11において、真空容器に石英ウエハから成る誘電体基板を配置し、この基板上にプラズマCVD法を用いてSiO₂膜の成膜を開始する。このSiO₂膜の原料ガスとして実施例1と同様にTEOSを用いる。

【0039】

ステップS12において、SiO₂膜を成膜開始後に、TEOSに対して屈折率を高くするTa₂O₅の原料ガスであるTa(OC₂H₅)₅の割合を増加させながら導入する。図5に示すような組成比になるように原料ガスの流量を制御しながら、Ta₂O₅及びSiO₂から成る誘電体混合膜を成膜する。ステップS13において、Ta₂O₅の割合が100%となった状態で、所定の膜厚になるまでTa₂O₅膜を成膜する。

【0040】

続いてステップS14において、Ta(OC₂H₅)₅に対してTEOSの割合を徐々に増加させながら導入し、SiO₂とTa₂O₅から成る誘電体混合膜を成膜する。そして、徐々にSiO₂の割合を増加させ、表面においてSiO₂の割合を100%とすることにより、SiとTaの2種類の元素から成る元素組成を膜厚方向に連続的に変化させた屈折率を有する堆積膜を成膜する。

【0041】

ステップS15において、フォトリソグラフィプロセスによりTa₂O₅及びSiO₂の堆積膜をCF₄でドライエッチングすることで、0.26μmのパターンニングを行い、波長以下の周期構造を有する凹凸状格子パターンを形成する。

【0042】

本実施例2においては、実施例1と同様に誘電体基板とSiO₂膜の屈折率差がないため界面での反射が小さく、かつ表面もSiO₂膜の波長板と同等の反射率を有し、平均の屈折率が高い堆積膜により波長板を形成するため、エッチングの工程が容易となる。従って、製作が容易、安価で量産性に富み、かつ透過率の高い光学波長板が得られる。

【0043】

上述の実施例1、2においては、それぞれTi、Ta原子を含む原料ガスを用いたが、Nb、Zr、Al、Hf原子を含む原料ガスを用いてもよい。

【0044】

また、本発明は上述の実施例に制限されるものではなく、種々の変更が可能である。例えば、入射光の波長に対して、 $\lambda/2$ 、 $\lambda/4$ 等の位相遅延差を発生させる波長板にも適用可能である。また、設計波長、周期等についても種々の変更が可能である。

【0045】

このようにして製造した位相格子型の光学波長板は、測定器やその他の各種の光学機器

10

20

30

40

50

において使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】実施例1の光学波長板の断面図である。

【図2】実施例1のプロセスのフローチャート図である。

【図3】実施例1の混合膜の組成比のグラフ図である。

【図4】実施例2のプロセスのフローチャート図である。

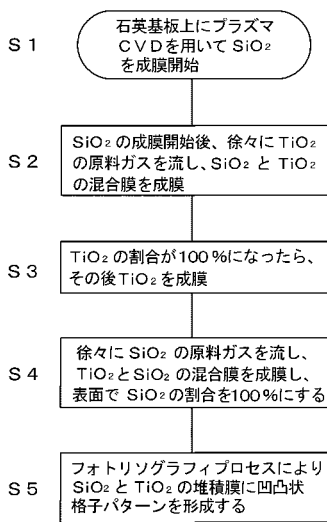
【図5】実施例2の混合膜の組成比のグラフ図である。

【符号の説明】

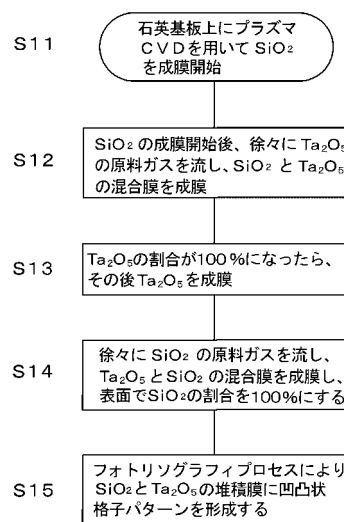
【0047】

- 1 誘電体基板
- 2、3、5 誘電体媒質
- 4、6 誘電体媒質混合膜
- 7 レリーフ状格子

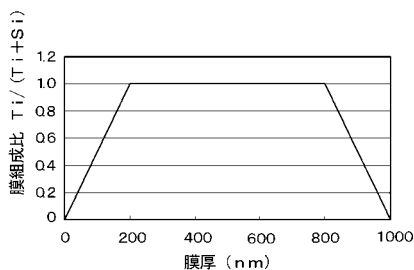
【図2】



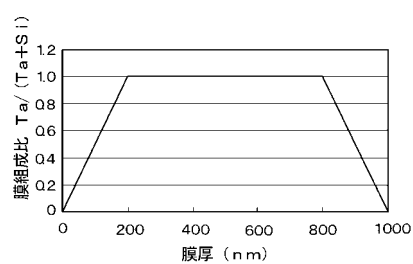
【図4】



【図3】



【図5】



【 図 1 】

