

(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2006-163291

(P2006-163291A)

(43) 公開日 平成18年6月22日(2006.6.22)

(51) Int. Cl.

G02B 5/30 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

F I

G02B 5/30

G02B 5/18

テーマコード (参考)

2H049

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2004-358594 (P2004-358594)

(22) 出願日 平成16年12月10日 (2004.12.10)

(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

(74) 代理人 100075948

弁理士 日比谷 征彦

(72) 発明者 金田 泰

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 AA03 AA13 AA42 AA59 AA66

BA02 BA05 BA45 BB42 BC25

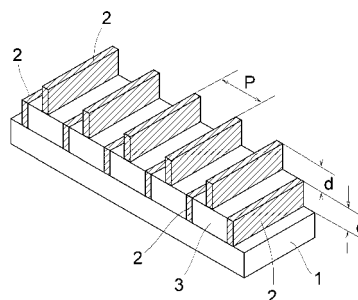
(54) 【発明の名称】 光学素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 格子部を含む周期構造体を積層することにより、見掛けのピッチが小さい光学素子を得る。

【解決手段】 基板 1 上に 1 層目として金属製の格子部 2 が等間隔に並べられ、格子部 2 の間に充填材 3 が充填されている。また、2 層目については格子部 2 のみが充填材 3 上に同様に等間隔に並べられている。このように、大きいピッチ P の格子部 2 から成る構造体を積層化することにより、偏光板として機能させる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光の偏光を変調する素子を周期構造体とし、該周期構造体を周期をずらしながら 2 層以上に積層したことを特徴とする光学素子。

【請求項 2】

前記周期構造体は等間隔に配列した格子体を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】

前記格子体は断面矩形状としたことを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 4】

前記格子体は金属材料としたことを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記周期構造体は誘電体と導電体の繰り返しとしたことを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 6】

前記周期構造体の周期は使用波長よりも小さくしたことを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 7】

光の偏光を変調する素子を誘電体と導電体の繰り返しによる周期構造体とし、該周期構造体を周期をずらしながら 2 層以上に積層し、前記導電体をマスクとして前記誘電体をエッチングすることを特徴とする光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分光、光計測、光通信等の光学装置に使用される光学素子及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から光の波長よりも小さい構造を造ることにより、例えば特許文献 1 のように光を変調させる光学素子が一般に知られている。しかし、この光学素子はより波長の小さな可視光領域までの光に対して偏光特性を有するようにすることが難しい。

【0003】

格子のピッチ P が波長よりも小さければ小さいほど、偏光板としての特性は向上する。しかし、 $P / 10$ の関係を満たすと、格子のピッチ P をより小さくしても、偏光板としての性能はほぼ一定になる。

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 4 5 1 4 4 7 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光通信や光計測等で使用されている波長帯域はサブ μm ~ $2\mu\text{m}$ である。この大きさの光に対して、格子のピッチ P を $1 / 10$ にしようとする、ピッチ P を $0.2\mu\text{m}$ よりも小さくしなければならず、それを製作できる装置は EB や最新機種の ArF の半導体露光装置に限られてくる。

【0006】

前者は生産性が良くなく、後者は価格も高く維持費もかかる。また、可視光領域を考慮すると、ピッチ P で 40nm 程度の格子となり、前述の EB を使用しても製作は難しい。

【0007】

本発明の目的は、上記課題を解消し、パターンピッチが粗い格子をずらしながら積層することにより、見掛け上、格子のピッチを小さくすることができ、ピッチが粗い格子を作

10

20

30

40

50

製するプロセスを用いても、偏光板の特性を向上できる光学素子及びそ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】

【0008】

上記目的を達成するための本発明に係る光学素子の技術的特徴は、光の偏光を変調する素子を周期構造体とし、該周期構造体を周期をずらしながら2層以上に積層したことにある。

【0009】

本発明に係る光学素子の製造方法の技術的特徴は、光の偏光を変調する素子を誘電体と導電体の繰り返しによる周期構造体とし、該周期構造体を周期をずらしながら2層以上に積層し、前記導電体をマスクとして前記誘電体をエッチングすることにある。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る光学素子及びその製造方法によれば、格子ピッチが粗くとも、積層することにより見掛けのピッチが小さくなり偏光特性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

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】

【0012】

20

図1は実施例1の微細光学素子の構成図を示し、基板1上に1層目として金属製の格子部2が等間隔に並べられ、格子部2の間に充填材3が充填されている。また、2層目については格子部2のみが充填材3上に同様に等間隔に並べられている。

【0013】

基板1上の高さdの格子部2のピッチPを、使用する光の波長よりも小さく選択すると偏光板として機能する。格子部2のピッチPが波長よりも十分に小さい場合に、偏光板としても機能は最良のものとなるが、現実の加工技術ではそこまでは難しい。そこで、大きいピッチPの格子部2から成る構造体を積層化することにより、近い性能が得られる。

【0014】

30

図1では格子部2は積層化され、1層目の格子部2のピッチ $P = 0.26 \mu\text{m}$ 、高さ $d = 150 \text{ nm}$ 、2層目の格子部2は1層目の格子部2とピッチ方向に $P/2$ ずれて配置されている。格子部2として Al 、充填材3として SiO_2 が使用されていて、基板1には透明な合成石英が用いられている。

【0015】

図2はシミュレーション結果を示し、RCWAを用いて評価した。図2から2層の構造体の方が消光比が良い偏光板が得られることが分かる。ここで、消光比とは、TE波（格子線方向と同方向の偏光を持つ光）の素子透過光強度を I_{TE} 、TM波（格子配列方向と同方向の偏光を持つ光）の素子透過光強度を I_{TM} とすると、 $\text{Extinction Ratio} = 10 \log_{10} (I_{\text{TE}} / I_{\text{TM}})$ で定義されている。

40

【0016】

また、1層目の格子部2間に充填している充填材3の屈折率が小さければ、消光比が大きくなる。

【0017】

実施例1においては、充填材3として SiO_2 を例に説明したが、 MgF_2 の膜などで代用すれば、より消光比の大きな偏光板を構成することができる。

【0018】

この実施例1は極めて簡単な構成であり、パターンも粗いため、最先端レベルの製造装置を用いなくとも製作が可能である。また、半導体プロセス等を用いて製作する場合には、小型化、高精度化、ローコスト化、大量生産が可能となる。

50

【 0 0 1 9 】

なお、周期構造部材だけの膜の構成のみ、又は薄い膜の上に設けることにより、従来よりも極めて効率の良い光学素子が得ることもできる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 0 】

図 3 は実施例 2 の光学素子の構成図であり、格子部 2 を等間隔に固定した 2 つの透明基板 1 を、格子部 2 同士を向き合わせて固定した構成とされている。

【 0 0 2 1 】

この実施例 2 の原理は、実施例 1 と基本的に同じである。また、1 層目の格子部 2 間は実施例 1 とは異なって屈折率が小さい空気としていることにより、消光比 を向上させて 10

【 0 0 2 2 】

ここで、格子部 2 のピッチ P を $0.26 \mu\text{m}$ 、格子部 2 の高さ d を $0.15 \mu\text{m}$ 、フィーリングファクタ f を 0.15 とすると、RCWA のシミュレーションの結果、図 4 に示すような消光比 の特性が得られる。

【 0 0 2 3 】

図 4 において、三角で示す点は従来のグリッドワイヤ偏光板（ピッチ $P = 0.26 \mu\text{m}$ 、格子の高さ $d = 0.15 \mu\text{m}$ 、フィーリングファクタ $f = 0.3$ ）で一層の格子部 2 を有する場合の波長に対する消光比 の特性を表している。また、 で示す点は実施例 1 の消光比 の特性を表し、 で表す点は、実施例 2 の場合の消光比 の特性を示している。 20

【 0 0 2 4 】

1 層目の格子部 2 間に充填材 3 を充填しないと、その上部に構造体を造り込むことが難しくなるが、図 3 に示すように 1 層の格子部 2 のみの素子を 2 個製作し、それらを格子部 2 同士を向き合わせて互いに重ね合わせることで、この構造体の製作が可能となる。

【 0 0 2 5 】

この実施例 2 は実施例 1 に追加して、次のような効果を有する。

【 0 0 2 6 】

(1) 1 層目にある格子部 2 間の物質が屈折率が低い空気等であるため、消光比 が良い。

【 0 0 2 7 】

(2) 構造体を製作し、張り合わせることで、簡単に積層構造体を作製することができる。 30

【 実施例 3 】

【 0 0 2 8 】

図 5 は実施例 3 の光学素子の構成図を示し、基板 1 上には、最上部に格子部 2 を設けた 3 種類の高さの壁部 4 が等間隔に配列されており、格子部 2 を支える支持部 5 は SiO_2 により製作されている。また、3 つの高さの異なる壁部 4 はその高さ順に並べられ、これらが繰り返して配列されている。

【 0 0 2 9 】

この実施例 3 の原理も実施例 1 と基本的に同じであり、上部層の格子部 2 の下部に支持部 5 となる SiO_2 層が設けられている以外は、空気であるので、実際の平均屈折率は SiO_2 の屈折率よりも小さくなる。このため、積層体の消光比 が向上している。 40

【 0 0 3 0 】

ここで、格子部 2 のピッチ P を $0.26 \mu\text{m}$ 、格子部 2 の高さ d を $0.18 \mu\text{m}$ 、フィーリングファクタ f を 0.15 とし、図 5 に示すように 3 層とすると、RCWA のシミュレーションの結果、図 6 に示すような消光比 の特性を得る。図 6 の は従来あったグリッドワイヤ偏光板（ピッチ $P = 0.26 \mu\text{m}$ 、格子の高さ $d = 0.18 \mu\text{m}$ 、フィーリングファクタ $f = 0.3$ ）の波長に対する消光比 の特性を表しており、 で示した線は本実施例 3 の消光比 の特性を表している。

【 0 0 3 1 】

1層目の格子部2間に充填材を充填しないと、その上部に構造体を造り込むことが難しくなるが、3層の格子部2と充填材3から成る周期構造体を積層し、この積層構造体を基部1が表れるまで充填材3をエッチングすることにより、容易にこの構造体を製作することができる。

【0032】

また、AlとSiO₂はエッチングする場合のエッチャントが異なるため、Al部分の格子部2は支持部5のSiO₂をエッチングする場合のマスクとして作用させることができる。

【0033】

図7はこのプロセスを示し、(a)基板1上にAlによる格子部2のパターンを製作し、これらの格子部2間をSiO₂による充填材3で埋める。(b)その上に再び格子部2のパターンを製作し、この格子部2間を充填材3で埋める。(c)(b)と同じプロセスを繰り返し3層の積層体を製作する。(d)~(f)でフッ素系のエッチャントを使用し、格子部2をマスクとして充填材3に対してドライエッチングを行うと、最終的に(f)の形状、つまり図5の形状の光学素子を得ることができる。

10

【0034】

この実施例3は先の実施例1、2に追加して、次のような効果を有している。

【0035】

(1)実施例3は簡単な構成であり、ドライエッチング等を使用すれば最終形状を容易に作製することができる。

20

【0036】

(2)実施例3は例えば3層になっているため、見掛け上のピッチが細くなり、消光比の良い偏光板が得られる。

【実施例4】

【0037】

図8は実施例4の光学素子の構成図である。この実施例4の構造体は5層構造であるが、その製造工程は実施例3のプロセスを発展させて製造している。

【0038】

ここで、格子部2のピッチPを0.6μm、格子部2の高さdを0.18μm、フィーリングファクタfを0.1として、5層にすると、RCWAのシミュレーションの結果、図9に示すような消光比の特性が得られる。図9中で示した線が実施例4の構造体の消光比の特性を示し、示した線は単層のピッチ0.6μmの格子の消光比の特性である。

30

【0039】

本実施例4によれば、波長が0.9μm程度から消光比が向上し、1.1μm帯域では-20dB以上の効率で使用可能な特性を示している。

【0040】

この実施例4は先の実施例1、2、3に追加して、次のような効果がある。

【0041】

(1)実施例4は簡単な構成であり、ドライエッチング等を使用すれば最終形状を簡単に作製することができる。

40

【0042】

(2)実施例4は5層になっているため、1層のピッチが波長よりも大きいにも拘らず、見かけ上のピッチが細くなり、容易に消光比の良い偏光板を製作することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】実施例1の構成図である。

【図2】消光比の特性図である。

【図3】実施例2の構成図である。

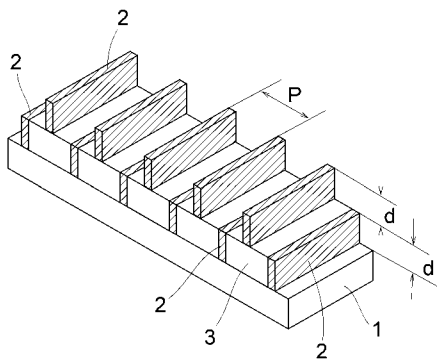
50

- 【図4】消光比の特性図である。
 【図5】実施例3の構成図である。
 【図6】消光比の特性図である。
 【図7】製造プロセス工程図である。
 【図8】実施例4の構成図である。
 【図9】消光比の特性図である。
 【符号の説明】

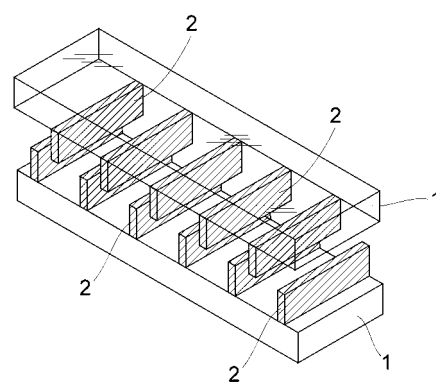
- 【0044】
 1 基板
 2 格子部
 3 充填材
 4 壁部
 5 支持部

10

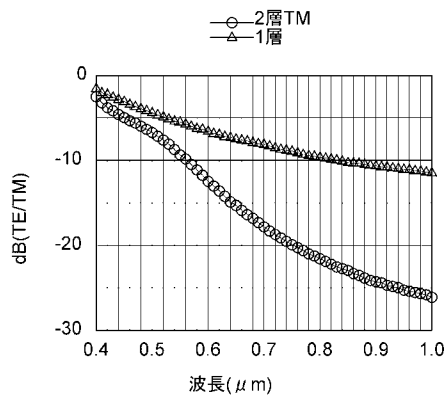
【図1】



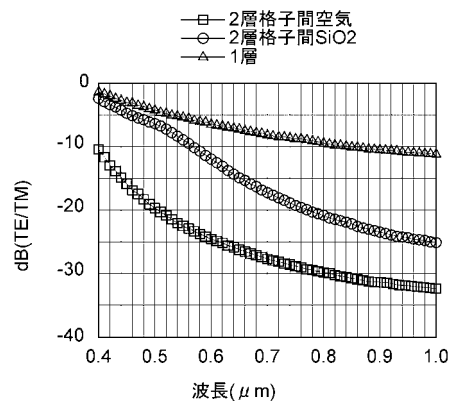
【図3】



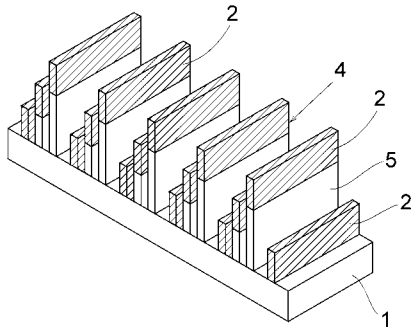
【図2】



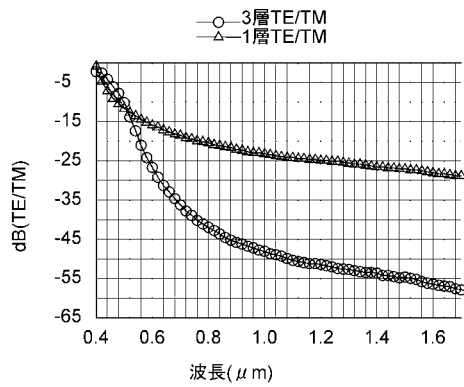
【図4】



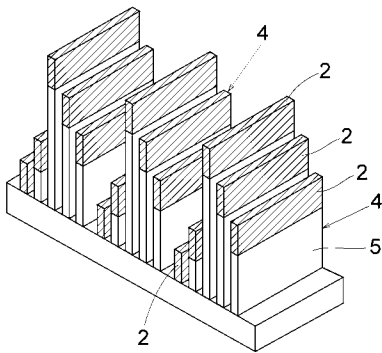
【図5】



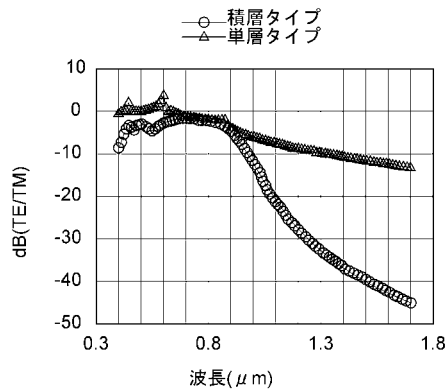
【図6】



【図8】



【図9】



【図7】

