

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3292219号
(P3292219)

(45)発行日 平成14年6月17日(2002.6.17)

(24)登録日 平成14年3月29日(2002.3.29)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 5/30

識別記号

F I

G 0 2 B 5/30

請求項の数3(全 5 頁)

(21)出願番号	特願平5-217380	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22)出願日	平成5年9月1日(1993.9.1)	(72)発明者	安藤 慎治 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
(65)公開番号	特開平7-72331	(72)発明者	澤田 孝 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
(43)公開日	平成7年3月17日(1995.3.17)	(72)発明者	山本 剛 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	平成10年10月20日(1998.10.20)	(74)代理人	100077481 弁理士 谷 義一 (外1名)
		審査官	里村 利光

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 分割波長板およびその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学的異方性のない光透過性の平面基板の一方の面上に、面内方向に光学的異方性を有するフッ素化ポリイミドからなる一定厚みの短冊状の板が、等間隔で設置され、該短冊状の板の間および上面が、光学的異方性のないフッ素化ポリイミドにより充填および覆われてなることを特徴とする分割波長板。

【請求項2】 前記平面基板が、光学的異方性のないフッ素化ポリイミドである請求項1記載の分割波長板。

【請求項3】 光学的異方性のない光透過性の平面基板の一方の全面に、面内方向に光学的異方性を有するフッ素化ポリイミドからなる一定厚みの板を接着し、該板上に酸素プラズマ耐性を有するフォトレジストを塗布し、このフォトレジストをパターンニングしてマスク材とし、酸素プラズマを用いたドライエッチングにより、前記フ

2

ッ素化ポリイミド層を分割波長板用パターンに形成することを特徴とする分割波長板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、分割波長板およびその製造方法に関し、特に精密加工性と経済性に優れ、光交換回路等に組み込んで使用することのできる有機高分子系、特にフッ素化ポリイミドの分割波長板およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報通信の容量拡大と通信コストの低減化のために、光通信システムの高度化が望まれている。中でも交換機を代表とする光通信システムのノードの部分では、光信号を光のまま処理する光交換回路が用いられようとしている。現在、光交換方式の中では、

デジタル再生型フリースペース光スイッチ方式が有望視されている。それは、この方式が、内部のインタコネクションとして交差配線や三次元配線（立体配線）が可能で、面型スイッチアレイの各段毎にデジタル的な再生を行うため損失や漏話の累積が無いこと、小型高密度の多端子スイッチが実現できること、等の特徴を持つからである。この方式を用いたシステムは、既に実験室レベルでの動作確認が行なわれ、今後の実用化に向けて研究開発が進められているが、この方式を用いたシステムにおいて、実用化までに解決しなければならない問題の一つとして、分割波長板の精密加工性、価格の問題がある。

【0003】分割波長板は、図1に示すように、透明基板1上に、透過する直線偏光の偏光方向を90°回転させる1/2波長板として作用する層2と、光線を透過させるだけで偏光方向の回転をもたらさない透明媒質層3とが繰り返し周期的に形成した構造を有する光部品である。この分割波長板の製造は、現在のところ、水晶の精密研磨により作製された角棒状の1/2波長板と、その波長板に等しい形状に加工された石英板あるいはガラス板を交互に貼り合わせるにより、行われている。1/2波長板部分と透明媒質部分の形状は、現在の系においても幅0.25mmと非常に細いため、これらを正確に切り出し、研磨し、貼り合わせるには高度な技術と長い作業時間が必要とされている。このことは、分割波長板の価格を引き上げるだけでなく、その構造を不安定なものとし、光通信システムの信頼性を損なうおそれがある。また、入出力に用いられるファイバーアレイの配線間隔を狭め、集積密度を上げるために、前記1/2波長部分と透明媒質部分の幅寸法をさらに細くすることが必要とされるが、従来の作製方法では0.25mm以下の精密加工は非常に困難であった。また、この様な波長板は、石英板、ガラス板から製造されるために割れやすく、取り扱いに十分に注意しなければならなかった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術で説明したように、水晶からなる1/2波長板と石英あるいはガラスを用いた分割波長板は、精密加工性と価格の点で問題があった。本発明は、これらの問題点を解決することによって、製造が容易で、柔軟性に優れ、しかも十分な光透過性をもった分割波長板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明を概説すれば、本発明は、分割波長板およびその製造方法に関する発明であって、その第1は、分割波長板の光学的異方性を有する部分をフッ素化ポリイミドで構成することを特徴としている。また、その第2は、光学的異方性を有するフッ素化ポリイミド層を、その上に形成したレジスト層をマスクとして用いたエッチングプロセスにより加工するこ

とを特徴としている。

【0006】

【作用】以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。本発明の分割波長板は、図2または図3に示した工程を経ることによって実現できる。

【0007】まず、図2(a)～(e)に沿って説明する。使用する波長の光に対して十分な透過性を持つ基板1に、使用する波長の1/2のリターデーションを持つ高分子フィルム(1/2波長板層)2、たとえばフッ素化ポリイミドフィルムを貼り合わせる。ここで、基板1として透明な高分子フィルム、たとえばフッ素化ポリイミドフィルムを用いることにより、柔軟性を持った分割波長板を最終的に得ることができるが、柔軟性を必要としない場合には、石英やガラスの基板を用いることもできる。リターデーションとは、フィルム面内の複屈折に膜厚を乗じた値であり、これが波長の1/2となった場合に、フィルムを透過した直線偏光の偏光方向が90°回転する。これは一般に1/2波長板と呼ばれるが、その他、波長の1/4のリターデーションを持つ1/4波長板も、直線偏光と円偏光の相互変換によく用いられる。リターデーションを持つ高分子フィルムは、位相差フィルムと呼ばれ、液晶ディスプレイの着色や視覚特性を改善する目的で既に商業的に生産されており、現在約0.7μmまでのリターデーションを持つ各種の高分子フィルムが入手可能である。フィルムの材質は、ポリカーボネートやポリビニルアルコール樹脂が一般的であるが、二フッ化ビニリデン、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリエーテルスルホンなど、ほぼ全ての透明性高分子が利用可能である。加えて、分割波長板に高い耐熱性が要求される場合には、ポリイミドを用いても作製することができ、好ましくはフッ素化ポリイミドが使用される。これらのフィルムのリターデーションは、成膜後の延伸条件や熱処理条件を変化させることにより高精度に制御することが可能であるため、市販の位相差フィルムを使用しない場合でも、使用波長における波長板を作製することは比較的容易である。基板1と高分子フィルム2を貼り合わせる目的には、透明な粘着剤あるいは接着剤であればどのようなものでも使用することができる。また、圧着によっても貼り合わせることが可能である。ただし、圧着時に熱を加える場合には、リターデーションが熱によって変化することを防ぐため、フィルムの温度がそのフィルム材のガラス転移点を越えないように注意する必要がある。

【0008】次に、高分子フィルム2上に酸素プラズマ耐性の高いフォトレジスト4を塗布し(a)、これをフォトリソグラフィーを用いてパターンニングすることにより、マスク層を形成する(b)。このマスク部分の幅が、波長板部分と透明媒質部分の幅を決定するが、フォトリソグラフィーの方法を用いることにより、幅約5μmまでの精密加工が可能となる。次いで、酸素プラズマ

によるドライエッチング、またはエッチング液によるウェットエッチングにより、高分子層 2 を加工する

(c)。この後、マスク層を剥離液またはドライエッチングにより除去することによって、波長板部分 (1/2 波長板層) 2 が周期的にならんだ構造を得ることができる (d)。分割波長板としては、このままの形態での使用も可能であるが、さらに使用波長で透明な高分子の溶液、または高分子の前駆体溶液を塗布した後、脱溶媒等の熱処理を行い、透明媒質層 3 を形成し、この層 3 によって、波長板部分が埋め込まれた構造とすることが好ましい (e)。

【0009】一方、酸素プラズマ耐性の高くないフォトレジストを用いる場合には、図 3 (a) ~ (f) に示した工程により分割波長板が作製できる。透明基板 1 に所定のリターデーションを持つ高分子フィルム 2 を貼り合わせ、その上にアルミニウムのような金属層 5 を蒸着によりつけた後、レジスト 4 を塗布し (a)、プリベーク、露光、現像、アフターベークを行い、パターンニングされた金属層 5 を得る (b), (c)。これをマスクとして酸素プラズマによるドライエッチング、またはエッチング液によるウェットエッチングにより高分子層 2 を加工する (d), (e)。この後、前記同様に透明媒質層 3 を形成する (f)。

【0010】最後に分割波長板の形状については、上述したようにデジタル再生型フリースペース光スイッチ方式において、図 1 に示した縞状の周期構造が提案、試作されているが、将来において新たな光交換方式が提案された場合でも、本発明の製造方法によれば、マスクの形状をその方式が要求する分割波長板の構造にあわせることによって、自由な形状の分割波長板を作製することができる。

【0011】

【実施例】引き続き、実施例を用いて本発明をさらに詳しく説明する。なお、波長板部分に用いる高分子フィルムの材質とそのリターデーション値、および分割波長板の構造周期とにより、数限りない本発明の分割波長板が得られることは明らかであり、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

【0012】(参考例 1)

一辺 30mm、厚さ 2mm の正方形のガラス基板に、0.425 μm のリターデーションを持つポリカーボネートフィルム (厚さ 60 μm) を透明な粘着剤により、その光学的主軸が前記基板の辺に対して正確に 45° をなすように貼り付け、さらに、その上にシリコン系フォトレジストをスピンコート法により塗布した後、95°C でプリベークを行った。次に、線幅 0.25mm、ピッチ 0.5mm、長さ 40mm のフォトマスクと超高压水銀ランプとを用いて、前記レジストに紫外線を照射した後、シリコン系フォトレジスト専用の現像液を用いて現像した。このパターンニングされたレジスト層をマスクと

して、平行平板型ドライエッチング装置を用いて、酸素によるポリカーボネート層のエッチングを行い、終了後、残ったレジストを除去した。最後にポリカーボネートの塩化エチレン溶液をスピンコート法により全面に塗布し、70°C で 24 時間乾燥させることによって、目的の分割波長板を得た。

【0013】波長 0.85 μm 、ビーム径 0.1mm のレーザー光を使い、セナルモン法によって、得られた分割波長板の波長板部分のリターデーションを測定したところ、0.425 μm であり、フォトリソグラフィーによる加工によっても、ポリカーボネートの位相差は変化を受けなかった。また、フォトリソグラフィーによる加工精度は、 $\pm 5 \mu\text{m}$ 以内であり、従来の作製方法に比較して精度が 10 倍以上に向上した。ガラス基板を含めた本分割波長板の透過光の損失は、すべての領域で 1 dB 以下、1/2 波長板としての消光比は 20 dB 以上であり、実用的に十分な性能を持つものであることが明らかとなった。

【0014】(参考例 2)

実施例 1 におけるポリカーボネートフィルムのかわりに、0.650 μm のリターデーションを持つポリビニルアルコール樹脂フィルム (厚さ 60 μm) を、またポリカーボネートの塩化エチレン溶液のかわりにポリビニルアルコール樹脂のアセトン溶液を用いて、同様の方法により分割波長板を作製した。

【0015】波長 1.30 μm 、ビーム径 0.1mm のレーザー光を使って、セナルモン法により、得られた分割波長板の波長板部分のリターデーションを測定したところ、0.650 μm であり、フォトリソグラフィーによる加工によっても、ポリビニルアルコール樹脂の位相差は変化を受けなかった。またフォトリソグラフィーによる加工精度は $\pm 5 \mu\text{m}$ 以内であった。ガラス基板を含めた本分割波長板の透過光の損失は、すべての領域で 1 dB 以下、また 1/2 波長板としての消光比は 20 dB 以上であり、実用的に十分な性能を持つものであることが明らかとなった。

【0016】(参考例 3)

ガラス基板に 0.425 μm のリターデーションを持つポリカーボネートフィルムを実施例 1 と同様に貼り付け、次いで、電子ビーム蒸着機によりアルミニウムを厚さ 0.3 μm つけた後、次のようにレジスト加工を行った。まず通常のポジ型レジストをスピンコート法により塗布した後、95°C でプリベークを行い、線幅 0.25mm、ピッチ 0.5mm、長さ 40mm のフォトマスクと超高压水銀ランプを用いてレジストに紫外線を照射した後、通常のポジ型レジスト専用の現像液を用いて現像した。その後、135°C でアフターベークを行い、洗浄乾燥後、レジストでコートされていないアルミニウムのウェットエッチングを行った。洗浄乾燥後、パターンニングされたアルミニウム層をマスクとして、平行平板型ド

ライエッチング装置を用いて、酸素によるポリカーボネート層のエッチングを行い、終了後、残ったアルミニウムを除去した。最後にポリカーボネートの塩化エチレン溶液をスピンコート法により全面に塗布し、70℃で24時間乾燥させることにより、目的の分割波長板を得た。

【0017】波長0.85μm、ビーム径0.1mmのレーザー光を使ってセナルモン法により、得られた分割波長板の波長板部分のリターデーションを測定したところ0.425μmであり、フォトリソグラフィによる加工によってもポリカーボネートの位相差は変化を受けなかった。またフォトリソグラフィによる加工精度は±5μm以内であった。ガラス基板を含めた本分割波長板の透過光の損失はすべての領域で1dB以下、1/2波長板としての消光比は20dB以上であり、実用的に十分な性能を持つものであることが明らかとなった。

【0018】（実施例1）

本発明者らが特開平3-72528号公報でその特性を明らかにしたフッ素化ポリイミドフィルム基板（一辺30mmの正方形、厚さ50μm）に、0.775μmのリターデーションを持つフッ素化ポリイミドフィルム（厚さ17.2μm）を透明なエポキシ系接着剤により、その光学的主軸が前記フィルム基板の辺に対して正確に45°をなすように貼り付けた。その上にシリコン系フォトレジストをスピンコート法により塗布した後、95℃でプリバークを行った。次に、線幅0.25mm、ピッチ0.5mm、長さ40mmのフォトマスクと超高圧水銀ランプを用いてレジストに紫外線を照射した後、シリコン系フォトレジスト専用の現像液を用いて現像した。このパターンニングされたレジスト層をマスクとして、平行平板型ドライエッチング装置を用い、深さ18μmまで酸素によるエッチングを行い、終了後、残ったレジストを除去した。最後に、フッ素化ポリイミドのN,N-ジメチルホルムアミド溶液をスピンコート法により全面に塗布した後、300℃まで毎分4℃で昇温し、300℃で1時間保持した後、室温まで自然冷却す

ることにより、目的の分割波長板を得た。フォトリソグラフィによる加工精度は±5μm以内であった。

【0019】波長1.55μm、ビーム径0.1mmのレーザー光を使ってセナルモン法により、得られた分割波長板の波長板部分のリターデーションを測定したところ、0.775μmであり、フォトリソグラフィ加工および300℃の熱処理によっても、フッ素化ポリイミドの位相差は変化を受けなかった。この分割波長板は、すべて高分子で構成されているため、2つに折り曲げられるほどの柔軟性と十分な強度を持っていた。フッ素化ポリイミド基板を含めた本分割波長板の透過光の損失は、すべての領域で1dB以下、1/2波長板としての消光比は、20dB以上であり、実用的に十分な性能を持つものであることが明らかとなった。

【0020】

【発明の効果】本発明によれば、従来の分割波長板にかわって、製造が容易で構造が精密であり、しかも高い光透過性と十分な消光比をもった分割波長板を提供することができる。また、材料を選択することにより柔軟性と耐熱性をもった分割波長板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一般的な分割波長板の構造の一例を示すもので、(a)は側面図、(b)は(a)図のB-B線に沿う断面図である。

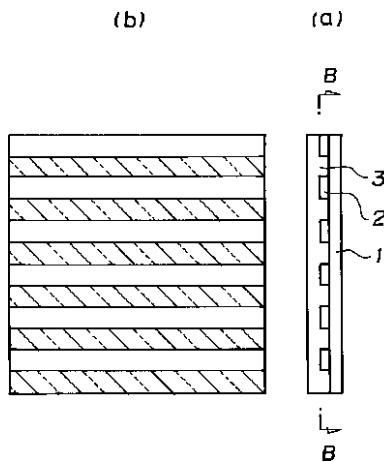
【図2】本発明の分割波長板の作製方法の一例を示すもので、(a)～(e)は、それぞれ作製中の断面構成図である。

【図3】本発明の分割波長板の作製方法の一例を示すもので、(a)～(f)は、それぞれ作製中の断面構成図である。

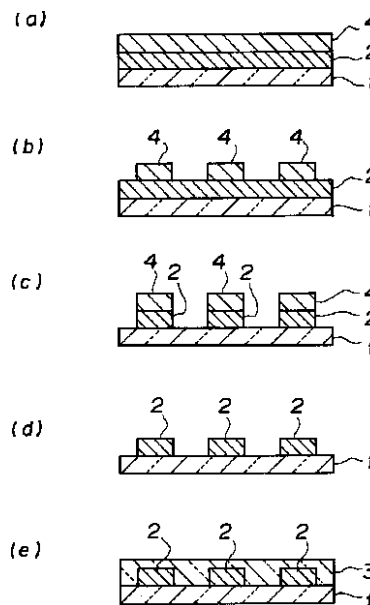
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 1/2波長板層
- 3 透明媒質層
- 4 レジスト層
- 5 金属層

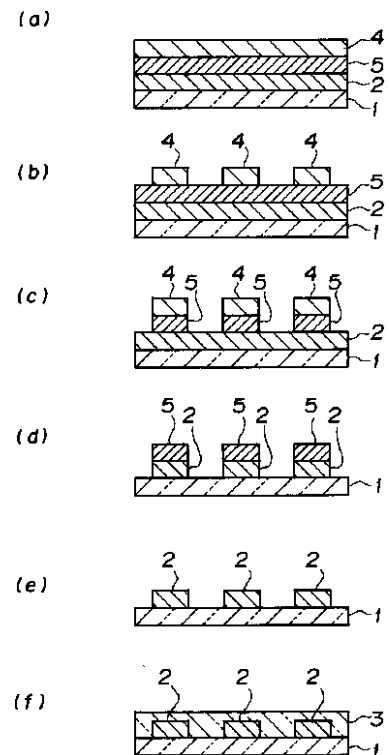
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 山口 正泰
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
日本電信電話株式会社内

(56)参考文献 特開 平2-63005 (JP, A)
特開 昭60-63503 (JP, A)
特開 昭62-269103 (JP, A)
特開 平8-190018 (JP, A)
S. Ando, T. Sawada,
Y. Inoue, Thin flexible waveplate of fluorinated polyimide, Electronics Letters, 米国, 1993年11月25日, Vol. 29 No. 24, p. 2143-p. 2144, Fig. 1 and its caption
Matsuura, T. Hasuda, Y. Nishi 他, Macromolecules, 米国, Vol. 24, p. 5001

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02B 5/30