

(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2009-31392

(P2009-31392A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

| | | |
|------------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| G02B 5/30 (2006.01) | G02B 5/30 | 2H049 |
| G03B 21/14 (2006.01) | G03B 21/14 Z | 2H091 |
| G03B 21/00 (2006.01) | G03B 21/00 E | 2H191 |
| G02F 1/1335 (2006.01) | G02F 1/1335 510 | 2K103 |

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|-------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-192990 (P2007-192990) | (71) 出願人 | 000002369 |
| (22) 出願日 | 平成19年7月25日 (2007.7.25) | | セイコーエプソン株式会社 |
| | | | 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 |
| | | (74) 代理人 | 100095728 |
| | | | 弁理士 上柳 雅誉 |
| | | (74) 代理人 | 100107261 |
| | | | 弁理士 須澤 修 |
| | | (74) 代理人 | 100127661 |
| | | | 弁理士 宮坂 一彦 |
| | | (72) 発明者 | 川上 泰 |
| | | | 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| | | Fターム(参考) | 2H049 BA02 BA45 BB65 BC08 BC09 BC22 |
| 最終頁に続く | | | |

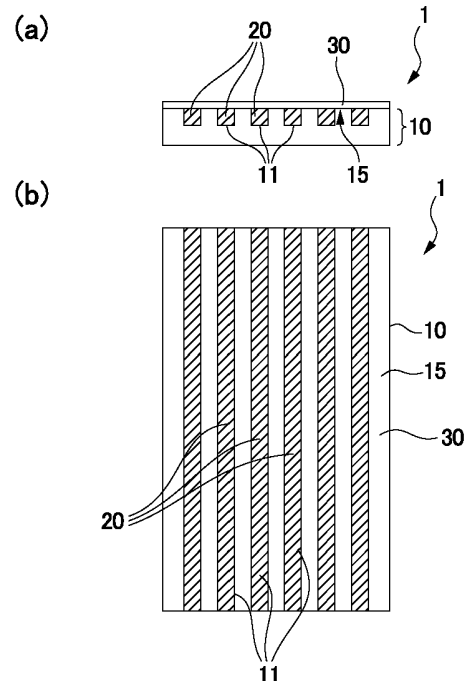
(54) 【発明の名称】 ワイヤーグリッド型偏光素子、その製造方法、液晶装置および投射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】透過率およびコントラストの双方を向上可能なワイヤーグリッド型偏光素子、その製造方法、かかるワイヤーグリッド型偏光素子を備えた液晶装置、および投射型表示装置を提供すること。

【解決手段】ワイヤーグリッド型偏光素子1は、石英ガラスや耐熱ガラスなどといった透光性基板10の一方の基板面15に複数列の金属格子20を備えている。基板面15には、金属格子20に沿って複数列の溝状凹部11が形成されており、複数列の溝状凹部11内に金属格子20が埋め込まれている。このため、ワイヤーグリッド型偏光素子1において、透光性基板10の基板面15は、金属格子20が形成されている領域、および金属格子20が形成されていない領域の双方が連続した平滑面を構成している。金属格子20のピッチは70nmであり、金属格子断面のアスペクト比は1:1である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

透光性基板の基板面に複数列の金属格子を備えたワイヤーグリッド型偏光素子において

、
前記基板面には、前記金属格子に沿って複数列の溝状凹部が形成され、

当該複数列の溝状凹部内に前記金属格子が埋め込まれていることを特徴とするワイヤーグリッド型偏光素子。

【請求項 2】

前記金属格子の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分の透過率が、460 nm から 780 nm の波長帯域の全域にわたって 80 % 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のワイヤーグリッド型偏光素子。

10

【請求項 3】

前記基板面には透光性保護層が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のワイヤーグリッド型偏光素子。

【請求項 4】

前記透光性基板の両面のうち、少なくとも一方には反射防止膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のワイヤーグリッド型偏光素子。

【請求項 5】

透光性基板の基板面に複数列の金属格子を備えたワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法において、

20

前記金属格子を形成する前の前記基板面に対して、前記金属格子を形成すべき領域に溝状開口部を備えたエッチングマスクを形成するマスク形成工程と、

前記基板面にエッチングを施して当該基板面において前記溝状開口部と重なる領域に溝状凹部を形成するエッチング工程と、

前記金属格子を形成すべき金属膜により前記溝状凹部を埋める金属膜形成工程と、

前記基板面に研磨処理を施して、前記溝状凹部に前記金属膜を残す一方、前記溝状凹部からはみ出た前記金属膜を除去する研磨工程と、
を有することを特徴とする偏光素子の製造方法。

【請求項 6】

前記マスク形成工程では、前記基板面に感光性樹脂を塗布した後、露光および現像を行なって前記エッチングマスクを形成することを特徴とする請求項 5 に記載のワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法。

30

【請求項 7】

前記マスク形成工程では、前記基板面にマスク材料層を形成した後、型部材において前記溝状開口部に対応する部分に突起を備えた成形面を押し付けて前記突起の形成パターンを前記マスク材料層に転写し、前記溝状開口部が薄くなった前記エッチングマスクを形成することを特徴とする請求項 6 に記載のワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法。

【請求項 8】

前記研磨工程では、前記研磨処理として化学機械研磨処理を行なうことを特徴とする請求項 5 乃至 7 の何れか一項に記載のワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法。

40

【請求項 9】

請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のワイヤーグリッド型偏光素子を用いたことを特徴とする液晶装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の液晶装置を用いた投射型表示装置であって、

前記液晶装置に光を入射させる光源部と、

前記液晶装置によって光変調された光を拡大投射する投射光学系と、
を有していることを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、ワイヤーグリッド型偏光素子、その製造方法、液晶装置および投射型表示装置に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

ワイヤーグリッド型偏光素子は、図 7 (a)、(b) に示すように、透光性基板 1 0 A の基板面に複数列の金属格子 2 0 A を備えており、金属格子 2 0 A のピッチ (周期) が入射光の波長より短ければ、金属格子 2 0 A の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分については透過する一方、金属格子 2 0 A の長手方向に対して平行な方向に振動する偏光成分については反射する。

10

【 0 0 0 3 】

かかるワイヤーグリッド型偏光素子 1 A は、従来、透光性基板 1 0 A の基板面に金属膜を形成した後、金属膜の表面に、金属格子 2 0 A を形成すべき領域に溝状開口部を備えたエッチングマスクを形成し、この状態で、金属膜をパターニングすることにより、製造される。

【 0 0 0 4 】

また、エッチングマスクを形成するにあたっては、金属膜の表面に樹脂を塗布した後、型部材に形成した凹凸パターンを転写して、金属格子 2 0 A を形成すべき領域に溝状開口部を備えたレジストマスクを得る方法が提案されている (特許文献 1 参照) 。

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 8 4 7 7 6 号公報

20

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

ワイヤーグリッド型偏光素子 1 A では、金属格子 2 0 A は入射光の一部を吸収するため、金属格子 2 0 A のピッチが入射光の波長より短い場合でも、金属格子 2 0 A の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分を 1 0 0 % 透過することができない。このため、ワイヤーグリッド型偏光素子 1 A の性能は、「透過率 (Transmittance) 」および「コントラスト (Contrast) 」で表される。「透過率」は、金属格子 2 0 A の長手方向に対し垂直な方向に振動する偏光成分の透過率であり、「コントラスト」は、金属格子 2 0 A の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分の透過率を、金属格子 2 0 A の長手方向に対して並行な方向に振動する偏光成分の透過率で割った値である。

30

【 0 0 0 6 】

ここで、「コントラスト」を高めるには、金属格子 2 0 のピッチが入射光の波長に比べてかなり短くなければならず、「透過率」を高めるには、金属格子 2 0 の幅寸法を狭くし、かつ、金属格子 2 0 の幅寸法と厚さ寸法とが所定の条件を満たす必要がある。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、従来のように、金属膜に対するエッチングにより金属格子 2 0 A を形成する方法では、金属格子 2 0 A の幅寸法や厚さ寸法が金属膜に対するエッチング精度、金属膜を成膜した際の膜厚精度の双方の影響を受ける。このため、例えば、金属格子 2 0 A のピッチを 1 4 0 n m 程度とするのが限界であるなどの制約があるため、「透過率」および「コントラスト」については、図 8 に示す性能を得るのが限界であり、「透過率」は、可視光帯域内で大きな差があるなどの問題点がある。

40

【 0 0 0 8 】

このため、従来のワイヤーグリッド型偏光素子 1 A を用いた液晶装置を投射型表示装置において赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の光に対するライトバルブとして用いた場合、赤色 (R) の光については光量が低下するなどの問題点がある。

【 0 0 0 9 】

以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、「透過率」および「コントラスト」の双方を向上可能なワイヤーグリッド型偏光素子、その製造方法、かかるワイヤーグリッド型偏光素子を備えた液晶装置、およびかかる液晶装置を備えた投射型表示装置を提供することに

50

ある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明では、透光性基板の基板面に複数列の金属格子を備えたワイヤーグリッド型偏光素子において、前記基板面には、前記金属格子に沿って複数列の溝状凹部が形成され、当該複数列の溝状凹部に前記金属格子が埋め込まれていることを特徴とする。

【0011】

また、本発明では、透光性基板の基板面に複数列の金属格子を備えたワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法において、前記金属格子を形成する前の前記基板面に対して、前記金属格子を形成すべき領域に溝状開口部を備えたエッチングマスクを形成するマスク形成工程と、前記基板面にエッチングを施して当該基板面において前記溝状開口部と重なる領域に溝状凹部を形成するエッチング工程と、前記金属格子を形成すべき金属膜により前記溝状凹部を埋める金属膜形成工程と、前記基板面に研磨処理を施して、前記溝状凹部に前記金属膜を残す一方、前記溝状凹部からはみ出た前記金属膜を除去する研磨工程と、を有することを特徴とする。

【0012】

本発明では、透光性基板の基板面に複数列の溝状凹部が形成され、当該複数列の溝状凹部に金属格子が埋め込まれているため、金属膜に対するエッチングにより、金属格子を形成する必要がない。このため、金属格子の幅寸法およびピッチは、透光性基板の基板面に形成した溝状凹部の幅寸法およびピッチにより規定され、金属膜に対するエッチング精度の影響を受けないので、金属格子の幅寸法を70nm未満、例えば、35nmまで小さくでき、金属格子のピッチを140nm未満、例えば、70nmにまで小さくすることができる。また、金属格子の厚さ寸法は、透光性基板の基板面に形成した溝状凹部の深さにより規定され、金属膜を成膜した際の膜厚精度の影響を受けないので、金属格子の厚さ寸法と幅寸法の比を例えば正確に1:1に設定することもできる。それ故、ワイヤーグリッド型偏光素子の「透過率」および「コントラスト」の双方を向上することができる。

【0013】

本発明では、前記金属格子の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分の透過率が、460nmから780nmの波長帯域の全域にわたって80%以上であることが好ましい。

【0014】

本発明において、前記基板面には透光性保護層が形成されていることが好ましい。本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子では、基板面に形成した複数列の溝状凹部に前記金属格子が埋め込まれているため、基板面は平滑面になっている。このため、基板面に透光性保護層を均一な厚さに容易に形成することができる。

【0015】

本発明において、前記透光性基板の両面のうち、少なくとも一方には反射防止膜が形成されていることが好ましい。このように構成すると、反射損失を低くできるので、ワイヤーグリッド型偏光素子の「透過率」を向上することができる。

【0016】

本発明に係るワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法において、前記マスク形成工程では、前記基板面に感光性樹脂を塗布した後、露光および現像を行なって前記エッチングマスクを形成する。本発明において、「露光」とは、紫外光による露光に限らず、極端紫外光(EUV: Extreme Ultra Violet)、電子線、X線などによる露光も含む意味である。

【0017】

本発明に係るワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法において、前記マスク形成工程では、前記基板面にマスク材料層を形成した後、型部材において前記溝状開口部に対応する部分に突起を備えた成形面を押し付けて前記突起の形成パターンを前記マスク材料層に転写し、前記溝状開口部が薄くなった前記エッチングマスクを形成する構成を採用してもよ

10

20

30

40

50

い。かかる構成によれば、露光、現像などといった多大な手間や硬化な装置を用いなくてもエッチングマスクを形成することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明に係るワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法において、前記研磨工程では、前記研磨処理として化学機械研磨処理を行なうことが好ましい。このように構成すると、溝状凹部からはみ出た金属膜を除去できるとともに、基板面自身も研磨できるため、基板面を平滑面に仕上げることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明に係るワイヤーグリッド型偏光素子は、例えば、液晶装置に用いることができ、かかる液晶装置は、モバイルコンピュータや携帯電話機などといった電子機器の表示部として用いることができるとともに、投射型表示装置においてライトバルブとして用いることができる。投射型表示装置は、前記液晶装置に光を入射させる光源部と、前記液晶装置によって光変調された光を拡大投射する投射光学系と、を有しており、光源部から出射された光を液晶装置によって光変調し、投射光学系により拡大投射することができる。

10

【 0 0 2 0 】

本発明は、3つの液晶装置を各々、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）に対応するライトバルブとして用いた投射型表示装置に用いた構成を採用できる他、光源部から出射された光を、カラーフィルタを内蔵の液晶装置で光変調して投射光学系により拡大投射する構成を採用することもできる。これらいずれの投射型表示装置の場合でも、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子を用いれば、赤色（R）、青色（B）、緑色（G）のいずれの色光に対しても高い透過率を得ることができるので、品位の高いカラー画像を表示することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の実施の形態を説明する。以下の説明で参照する図においては、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材毎に縮尺を異ならしめてある。なお、以下の説明においては、図7を参照して説明した構成との対比が分りやすいように、共通する部分には同一の符号を付して説明する。

【 0 0 2 2 】

[本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子]

30

（ワイヤーグリッド型偏光素子の構造）

図1（a）、（b）は、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子の構成を模式的に示す断面図、および平面図である。

【 0 0 2 3 】

図1（a）、（b）において、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子1は、石英ガラスや耐熱ガラスなどといった透光性基板10の一方の基板面15に複数列の金属格子20を備えている。金属格子20は、例えば、銀、金、銅、パラジウム、白金、アルミニウム、ロジウム、シリコン、ニッケル、コバルト、マンガン、鉄、クロム、チタン、ルテニウム、ニオブ、ネオジウム、イッテルビウム、イットリウム、モリブデン、タングステン、インジウム、ビスマス、それらの合金の単層膜あるいは多層膜などからなる遮光性の金属膜から構成されている。

40

【 0 0 2 4 】

本形態のワイヤーグリッド型偏光素子1において、基板面15には、金属格子20に沿って複数列の溝状凹部11が形成されており、複数列の溝状凹部11内に金属格子20が埋め込まれている。このため、ワイヤーグリッド型偏光素子1において、透光性基板10の基板面15は、金属格子20が形成されている領域、および金属格子20が形成されていない領域の双方が連続した平滑面を構成している。

【 0 0 2 5 】

本形態において、ワイヤーグリッド型偏光素子1は、金属格子20の幅寸法（溝状凹部11の開口幅寸法）および金属格子20の間隔がいずれも35nmであり、金属格子20

50

のピッチは70 nmである。また、金属格子20の厚さ寸法（溝状凹部11の深さ寸法）も35 nmであり、金属格子断面のアスペクト比（溝状凹部11のアスペクト比）は1：1である。

【0026】

また、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子1では、透光性基板10の基板面15に、シリコン酸化膜などの金属酸化膜や、シリコン窒化膜などの金属窒化膜などからなる表面保護層30が形成されている。

【0027】

このように構成したワイヤーグリッド型偏光素子1では、金属格子20のピッチ（周期）は入射光の波長より短い場合、金属格子20の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分（例えば、P偏光成分）については透過する一方、金属格子20の長手方向に対して平行な方向に振動する偏光成分（例えば、S偏光成分）については反射する。

【0028】

（ワイヤーグリッド型偏光素子1の製造方法）

以下、図2（a）～（g）を参照して、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子1の製造方法を説明しながら、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子1の構成を詳述する。図2（a）～（g）は、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子1の製造方法を示す工程断面図である。

【0029】

本形態のワイヤーグリッド型偏光素子1を製造するには、まず、図2（a）に示すように、両面が平滑な透光性基板10を準備する。

【0030】

次に、透光性基板10の両面のうち、ワイヤーグリッド型偏光素子1の光入射面となる側の基板面15にエッチングマスクを形成するマスク形成工程を行なう。

【0031】

それには、図2（b）に示すように、透光性基板10の基板面15に感光性樹脂60を塗布した後、図2（c）に示すように、露光マスク64を介して感光性樹脂60を露光させる。次に、感光性樹脂60を現像し、しかる後に、ベーク処理を行なって、図2（d）に示すように、金属格子20を形成すべき領域に溝状開口部62を備えたエッチングマスク61（レジストマスク）を形成する。ここで、溝状開口部62の開口幅寸法は35 nmであり、溝状開口部62の間に位置する部分の間隔は35 nmであるため、溝状開口部62のピッチは70 nmである。なお、図2（c）では、露光マスク64を介してポジ型の感光性樹脂60に紫外光を照射してエッチングマスク61を形成したが、紫外光としては極端紫外光を用いてもよく、紫外光に代えて、電子線やX線などを感光性樹脂を露光してもよく、この場合、露光マスク61を用いずに直接描画を行なってもよい。

【0032】

次に、図2（e）に示すように、透光性基板10の基板面15にエッチングマスク61を形成した状態のままで、透光性基板10の基板面15にエッチングを行い、溝状凹部11を形成する。本形態では、かかるエッチングとして、フッ素および酸素を含有するエッチングガスを用いて異方性ドライエッチング、例えば、反応性イオンエッチング（Reactive Ion Etching）を行なう。その結果、基板面15において、エッチングマスク61の溝状開口部62において露出していた部分が35 nmの深さにエッチングされて溝状凹部11が形成される一方、エッチングマスク61もエッチングされて薄くなる。

【0033】

次に、図2（f）に示すように、透光性基板10の基板面15からエッチングマスク61を除去した後、図2（g）に示すように、基板面15の全面に金属格子20を形成すべき金属膜21を形成し、金属膜21によって、溝状凹部11を完全に埋める。その際、金属膜21は溝状凹部11の外側にも形成される。本形態では、金属膜21として、例えば、銀、金、銅、パラジウム、白金、アルミニウム、ロジウム、シリコン、ニッケル、コバルト、マンガン、鉄、クロム、チタン、ルテニウム、ニオブ、ネオジウム、イッテルビウム

10

20

30

40

50

ム、イットリウム、モリブデン、タングステン、インジウム、ビスマス、それらの合金の単層膜、あるいはこれらの金属の多層膜を真空蒸着法やスパッタ法などにより、35 nm以上の膜厚に形成する。

【0034】

次に、透光性基板10の基板面15に研磨工程を行なって、溝状凹部11に金属膜21を残す一方、溝状凹部11からはみ出た金属膜21を除去し、図1(a)、(b)に示すように、金属格子20を形成する。本形態では、研磨工程において化学機械研磨を行なう。この化学機械研磨では、研磨液に含まれる化学成分の作用と、研磨剤と透光性基板10との相対移動によって、高速で平滑な研磨面を得ることができる。より具体的には、研磨装置において、不織布、発泡ポリウレタン、多孔質フッ素樹脂などからなる研磨布(パッド)を貼り付けた定盤と、透光性基板10を保持するホルダとを相対回転させながら、研磨を行なう。その際、例えば、平均粒径が0.01~20 μmの酸化セリウム粒子、分散剤としてのアクリル酸エステル誘導体、および水を含む研磨剤を研磨布と透光性基板10の基板面15との間に供給する。なお、本形態では、透光性基板10の基板面15が露出するまで研磨を行なった後、透光性基板10の基板面15もわずかに研磨する。

10

【0035】

次に、透光性基板10の基板面15に対して表面保護層30を形成する。本形態では、表面保護層30として、シリコン酸化膜などの金属酸化膜や、シリコン窒化膜などの金属窒化膜などをCVD法などにより形成する。

20

【0036】

その結果、透光性基板10の基板面15に形成された溝状凹部11内に金属格子20が埋め込まれているとともに、透光性基板10の基板面15に表面保護層30が形成されたワイヤーグリッド型偏光素子1が完成する。

【0037】

(ワイヤーグリッド型偏光素子1の別の製造方法)

図3(a)~(g)は、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子1の別の製造方法を示す工程断面図である。

【0038】

本形態のワイヤーグリッド型偏光素子1を製造するには、まず、図3(a)に示すように、両面が平滑な透光性基板10を準備する。

30

【0039】

次に、透光性基板10の両面のうち、ワイヤーグリッド型偏光素子1の光入射面となる側の基板面15にエッチングマスクを形成するマスク形成工程を行なう。

【0040】

それには、図3(b)に示すように、透光性基板10の基板面15にマスク材料層65としての感光性樹脂層を塗布した後、図3(c)に示すように、ナノプリント用の型部材70において突起71を備えた成形面をマスク材料層65に押し付けて突起71の形成パターンをマスク材料層65に転写する。その間、透光性基板10の側からマスク材料層65に紫外光を照射してマスク材料層65を硬化させる。次に、型部材70を透光性基板10の側から引き離す。その結果、図3(d)に示すように、透光性基板10の基板面15には、突起71に押圧されて薄くなった溝状開口部67を備えたエッチングマスク66が形成される。ここで、型部材70の突起71およびエッチングマスク66の溝状開口部67はいずれも、図1(a)、(b)を参照して説明したワイヤーグリッド型偏光素子1の溝状凹部11に対応する寸法を有している。すなわち、型部材70における突起71の高さ、幅寸法、間隔はいずれも35 nmであり、エッチングマスク66の溝状開口部62の深さ寸法、開口幅寸法、間隔はいずれも35 nmである。

40

【0041】

このような方法によれば、エッチングマスク66を形成する際、露光、現像などといった多大な手間や高価な装置が必要な工程を必要としないという利点がある。なお、マスク材料層65として熱硬化性樹脂層を形成した場合には、マスク材料層65に型部材70を

50

押し付けている間に加熱し、マスク材料層 65 を硬化させる。

【0042】

次に、透光性基板 10 の基板面 15 にエッチングマスク 66 を形成した状態のままで、透光性基板 10 の基板面 15 にエッチングを行い、溝状凹部 11 を形成する。本形態では、かかるエッチングとして、フッ素および酸素を含有するエッチングガスを用いて異方性ドライエッチングを行なう。その結果、エッチングマスク 66 がエッチングされていくうちに、エッチングマスク 66 の溝状開口部 67 に相当する部分では透光性基板 10 の基板面 15 が部分的に露出し、さらにエッチングを続けていくと、透光性基板 10 の露出した部分が 35 nm の深さにエッチングされて、溝状凹部 11 が形成される。

【0043】

次に、図 3 (f) に示すように、透光性基板 10 の基板面 15 からエッチングマスク 66 を除去した後、図 3 (g) に示すように、基板面 15 の全面に金属格子 20 を形成すべき金属膜 21 を形成し、金属膜 21 によって、溝状凹部 11 を完全に埋める。その結果、金属膜 21 は溝状凹部 11 の外側にも形成される。

【0044】

次に、透光性基板 10 の基板面 15 に研磨工程を行なって、溝状凹部 11 に金属膜を残す一方、溝状凹部 11 からはみ出た金属膜 21 を除去し、図 1 (a)、(b) に示すように、金属格子 20 を形成する。本形態でも、研磨工程において化学機械研磨を行ない、透光性基板 10 の基板面 15 が露出するまで研磨を行なった後、透光性基板 10 の基板面 15 もわずかに研磨する。

【0045】

次に、透光性基板 10 の基板面 15 に対して表面保護層 30 を形成する。本形態では、表面保護層 30 として、シリコン酸化膜などの金属酸化膜や、シリコン窒化膜などの金属窒化膜などを CVD 法などにより、形成する。その結果、透光性基板 10 の基板面 15 に形成された溝状凹部 11 内に金属格子 20 が埋め込まれているとともに、透光性基板 10 の基板面 15 に表面保護層 30 が形成されたワイヤーグリッド型偏光素子 1 が完成する。

【0046】

(本形態の効果)

図 4 は、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子の透過率特性、およびコントラスト特性を示すグラフである。

【0047】

以上説明したように、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子 1 では、透光性基板 10 の基板面 15 に複数列の溝状凹部 11 が形成され、複数列の溝状凹部 11 内に金属格子 20 が埋め込まれているため、金属膜に対するエッチングにより、金属格子 20 を形成する必要がない。このため、金属格子 20 の幅寸法およびピッチは、透光性基板 10 の基板面 15 に形成した溝状凹部 11 の幅寸法およびピッチにより規定され、金属膜に対するエッチング精度の影響を受けないので、金属格子 20 の幅寸法を 70 nm 未満、例えば、35 nm にまで小さくすることができ、金属格子 20 のピッチを 140 nm 未満、例えば、70 nm にまで小さくすることができる。

【0048】

また、金属格子 20 の厚さ寸法は、透光性基板 10 の基板面 15 に形成した溝状凹部 11 の深さにより規定され、金属膜 21 を成膜した際の膜厚精度の影響を受けないので、金属格子 20 の厚さ寸法と幅寸法の比を例えば正確に 1 : 1 に設定することもできる。

【0049】

それ故、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 は、図 4 に示すような透過率特性、およびコントラスト特性を備えており、金属格子 20 の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分の「透過率」が、460 nm から 780 nm の波長帯域の全域にわたって 80 % 以上である。また、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 は、金属格子 20 の長手方向に対して垂直な方向に振動する偏光成分の透過率を、金属格子 20 の長手方向に対して並行な方向に振動する偏光成分の透過率で割った値 (コントラスト) が、460 nm か

10

20

30

40

50

ら 780 nm の波長帯域の全域にわたって 170000 以上である。

【0050】

よって、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 を用いて液晶装置を構成し、かかる液晶装置を、モバイルコンピュータや携帯電話機などといった電子機器のカラー表示部として用いる場合や、図 6 を参照して後述するカラー表示用の投射型表示装置のライトバルブに用いると、赤色 (R)、青色 (G)、緑色 (G) のいずれの色光に対しても高い透過率を得ることができるので、品位の高いカラー画像を表示することができる。

【0051】

また、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 では、基板面 15 に形成した複数列の溝状凹部 11 内に金属格子 20 が埋め込まれているため、基板面 15 は平滑面になっている。このため、基板面 15 に透光性保護層を均一な厚さに容易に形成することができる。

10

【0052】

[本発明を適用した別のワイヤーグリッド型偏光素子]

図 5 (a)、(b) は、本発明を適用した別のワイヤーグリッド型偏光素子 1 の構成を模式的に示す断面図、および平面図である。

【0053】

図 5 (a)、(b) において、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 は、石英ガラスや耐熱ガラスなどといった透光性基板 10 の基板面 15 に複数列の金属格子 20 を備えている。金属格子 20 は、例えば、銀、金、銅、パラジウム、白金、アルミニウム、ロジウム、シリコン、ニッケル、コバルト、マンガン、鉄、クロム、チタン、ルテニウム、ニオブ、ネオジウム、イッテルビウム、イットリウム、モリブデン、タンゲステン、インジウム、ビスマス、それらの合金の単層膜あるいは多層膜から構成されている。

20

【0054】

本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 において、基板面 15 には、金属格子 20 に沿って複数列の溝状凹部 11 が形成されており、複数列の溝状凹部 11 内に金属格子 20 が埋め込まれている。このため、ワイヤーグリッド型偏光素子 1 において、透光性基板 10 の基板面 15 は、金属格子 20 が形成されている領域、および金属格子 20 が形成されていない領域の双方が連続した平滑面を構成している。また、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 では、透光性基板 10 の基板面 15 に、シリコン酸化膜などの金属酸化膜や、シリコン窒化膜などの金属窒化膜などからなる表面保護層 30 が形成されている。

30

【0055】

さらに、本形態において、ワイヤーグリッド型偏光素子 1 は、その両面 (基板面 15 の側および基板面 16) に反射防止層 41、42 が形成されており、本形態において、反射防止層 41、42 は、シリコン酸化膜とチタン酸化膜とが例えば 5 層、積層された構造を備えている。

【0056】

このように構成したワイヤーグリッド型偏光素子 1 は、優れた透過率特性を備えている。また、本形態のワイヤーグリッド型偏光素子 1 では、基板面 15 に形成した複数列の溝状凹部 11 内に金属格子 20 が埋め込まれているため、基板面 15 は平滑面になっている。このため、基板面 15 に透光性保護層および反射防止層 41、42 を均一な厚さに容易に形成することができる。

40

【0057】

[投射型表示装置への適用例]

(ライトバルブ 3 枚タイプの投射型表示装置)

図 6 (a)、(b) を参照して、本形態の液晶装置 100 をライトバルブとして用いたプロジェクタ (投射型表示装置) を説明する。図 6 (a)、(b) は各々、プロジェクタの概略構成図である。

【0058】

図 6 (a) に示すプロジェクタ 110 は、観察者側に設けられたスクリーン 111 に光を照射し、このスクリーン 111 で反射した光を観察する、いわゆる投影型のプロジェク

50

タである。そして、プロジェクタ 110 は、光源 112、ダイクロイックミラー 113、114、およびリレー系 120などを備えた光源部 140と、液晶ライトバルブ 115～117（液晶装置 100）と、クロスダイクロイックプリズム 119（合成光学系）と、投射光学系 118とを備えている。

【0059】

光源 112 は、赤色光、緑色光および青色光を含む光を供給する超高圧水銀ランプで構成されている。ダイクロイックミラー 113 は、光源 112 からの赤色光を透過させると共に緑色光および青色光を反射する構成となっている。また、ダイクロイックミラー 114 は、ダイクロイックミラー 113 で反射された緑色光および青色光のうち青色光を透過させると共に緑色光を反射する構成となっている。このように、ダイクロイックミラー 113、114 は、光源 112 から出射した光を赤色光と緑色光と青色光とに分離する色分離光学系を構成する。

10

【0060】

ここで、ダイクロイックミラー 113 と光源 112 との間には、インテグレータ 121 および偏光変換素子 122 が光源 112 から順に配置されている。インテグレータ 121 は、光源 112 から照射された光の照度分布を均一化する構成となっている。また、偏光変換素子 122 は、光源 112 からの光を例えば s 偏光のような特定の振動方向を有する偏光にする構成となっている。

【0061】

液晶ライトバルブ 115 は、ダイクロイックミラー 113 を透過して反射ミラー 123 で反射した赤色光を画像信号に応じて変調する透過型の液晶装置である。液晶ライトバルブ 115 は、 $\lambda/2$ 位相差板 115 a、第 1 偏光板 115 b、液晶パネル 115 c および第 2 偏光板 115 d を備えている。ここで、液晶ライトバルブ 115 に入射する赤色光は、ダイクロイックミラー 113 を透過しても光の偏光は変化しないことから、s 偏光のままである。

20

【0062】

$\lambda/2$ 位相差板 115 a は、液晶ライトバルブ 115 に入射した s 偏光を p 偏光に変換する光学素子である。また、第 1 偏光板 115 b は、s 偏光を遮断して p 偏光を透過させる偏光板である。そして、液晶パネル 115 c は、p 偏光を画像信号に応じた変調によって s 偏光（中間調であれば円偏光又は楕円偏光）に変換する構成となっている。さらに、第 2 偏光板 115 d は、p 偏光を遮断して s 偏光を透過させる偏光板である。従って、液晶ライトバルブ 115 は、画像信号に応じて赤色光を変調し、変調した赤色光をクロスダイクロイックプリズム 119 に向けて射出する構成となっている。

30

【0063】

なお、 $\lambda/2$ 位相差板 115 a および第 1 偏光板 115 b は、偏光を変換させない透光性のガラス板 115 e に接した状態で配置されており、 $\lambda/2$ 位相差板 115 a および第 1 偏光板 115 b が発熱によって歪むのを回避することができる。

【0064】

液晶ライトバルブ 116 は、ダイクロイックミラー 113 で反射した後にダイクロイックミラー 114 で反射した緑色光を画像信号に応じて変調する透過型の液晶装置である。そして、液晶ライトバルブ 116 は、液晶ライトバルブ 115 と同様に、第 1 偏光板 116 b、液晶パネル 116 c および第 2 偏光板 116 d を備えている。液晶ライトバルブ 116 に入射する緑色光は、ダイクロイックミラー 113、114 で反射されて入射する s 偏光である。第 1 偏光板 116 b は、p 偏光を遮断して s 偏光を透過させる偏光板である。また、液晶パネル 116 c は、s 偏光を画像信号に応じた変調によって p 偏光（中間調であれば円偏光又は楕円偏光）に変換する構成となっている。そして、第 2 偏光板 116 d は、s 偏光を遮断して p 偏光を透過させる偏光板である。従って、液晶ライトバルブ 116 は、画像信号に応じて緑色光を変調し、変調した緑色光をクロスダイクロイックプリズム 119 に向けて射出する構成となっている。

40

【0065】

50

液晶ライトバルブ 117 は、ダイクロイックミラー 113 で反射し、ダイクロイックミラー 114 を透過した後でリレー系 120 を経た青色光を画像信号に応じて変調する透過型の液晶装置である。そして、液晶ライトバルブ 117 は、液晶ライトバルブ 115、116 と同様に、 $\lambda/2$ 位相差板 117a、第 1 偏光板 117b、液晶パネル 117c および第 2 偏光板 117d を備えている。ここで、液晶ライトバルブ 117 に入射する青色光は、ダイクロイックミラー 113 で反射してダイクロイックミラー 114 を透過した後でリレー系 120 の後述する 2 つの反射ミラー 125a、125b で反射することから、s 偏光となっている。

【0066】

$\lambda/2$ 位相差板 117a は、液晶ライトバルブ 117 に入射した s 偏光を p 偏光に変換する光学素子である。また、第 1 偏光板 117b は、s 偏光を遮断して p 偏光を透過させる偏光板である。そして、液晶パネル 117c は、p 偏光を画像信号に応じた変調によって s 偏光（中間調であれば円偏光又は楕円偏光）に変換する構成となっている。さらに、第 2 偏光板 117d は、p 偏光を遮断して s 偏光を透過させる偏光板である。従って、液晶ライトバルブ 117 は、画像信号に応じて青色光を変調し、変調した青色光をクロスダイクロイックプリズム 119 に向けて射出する構成となっている。なお、 $\lambda/2$ 位相差板 117a および第 1 偏光板 117b は、ガラス板 117e に接した状態で配置されている。

【0067】

リレー系 120 は、リレーレンズ 124a、124b と反射ミラー 125a、125b とを備えている。リレーレンズ 124a、124b は、青色光の光路が長いことによる光損失を防止するために設けられている。ここで、リレーレンズ 124a は、ダイクロイックミラー 114 と反射ミラー 125a との間に配置されている。また、リレーレンズ 124b は、反射ミラー 125a、125b の間に配置されている。反射ミラー 125a は、ダイクロイックミラー 114 を透過してリレーレンズ 124a から出射した青色光をリレーレンズ 124b に向けて反射するように配置されている。また、反射ミラー 125b は、リレーレンズ 124b から出射した青色光を液晶ライトバルブ 117 に向けて反射するように配置されている。

【0068】

クロスダイクロイックプリズム 119 は、2 つのダイクロイック膜 119a、119b を X 字型に直交配置した色合成光学系である。ダイクロイック膜 119a は青色光を反射して緑色光を透過する膜であり、ダイクロイック膜 119b は赤色光を反射して緑色光を透過する膜である。従って、クロスダイクロイックプリズム 119 は、液晶ライトバルブ 115 ~ 117 のそれぞれで変調された赤色光と緑色光と青色光とを合成し、投射光学系 118 に向けて射出するように構成されている。

【0069】

なお、液晶ライトバルブ 115、117 からクロスダイクロイックプリズム 119 に入射する光は s 偏光であり、液晶ライトバルブ 116 からクロスダイクロイックプリズム 119 に入射する光は p 偏光である。このようにクロスダイクロイックプリズム 119 に入射する光を異なる種類の偏光としていることで、クロスダイクロイックプリズム 119 において各液晶ライトバルブ 115 ~ 117 から入射する光を有効に合成できる。ここで、一般に、ダイクロイック膜 119a、119b は s 偏光の反射特性に優れている。このため、ダイクロイック膜 119a、119b で反射される赤色光および青色光を s 偏光とし、ダイクロイック膜 119a、119b を透過する緑色光を p 偏光としている。投射光学系 118 は、投影レンズ（図示略）を有しており、クロスダイクロイックプリズム 119 で合成された光をスクリーン 111 に投射するように構成されている。

【0070】

このように構成したプロジェクタ 110 において、第 1 偏光板 115b、第 2 偏光板 115d、第 1 偏光板 116b、第 2 偏光板 116d、第 1 偏光板 117b、第 2 偏光板 117d として、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子 1 を用いると、赤色（R）

10

20

30

40

50

、青色（G）、緑色（G）のいずれの色光に対しても高い透過率を得ることができるので、第1偏光板115b、第2偏光板115d、第1偏光板116b、第2偏光板116d、第1偏光板117b、第2偏光板117dとして同一構造の偏光板を用いた場合でも、品位の高いカラー画像を表示することができる。

【0071】

（ライトバルブ1枚タイプの投射型表示装置）

図6（b）に示すプロジェクタ210（投射型表示装置）では、1枚の液晶装置100でカラー画像をスクリーン211に投射表示する。すなわち、プロジェクタ210は、白色光源212、インテグレート221および偏光変換素子222を備えた光源部240と、液晶装置100と、投射光学系218とを備えている。なお、液晶装置100では、カラーフィルタ内蔵の液晶パネル100aの両側に第1偏光板216aおよび第2偏光板216bが配置されている。

10

【0072】

このように構成したプロジェクタ110において、第1偏光板216aおよび第2偏光板116bとして、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子1を用いると、赤色（R）、青色（G）、緑色（G）のいずれの色光に対しても高い透過率を得ることができるので、品位の高いカラー画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】（a）、（b）は各々、本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子の構成を模式的に示す断面図、および平面図である。

20

【図2】本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図3】本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子の別の製造方法を示す工程断面図である。

【図4】本発明を適用したワイヤーグリッド型偏光素子の透過率特性、およびコントラスト特性を示すグラフである。

【図5】（a）、（b）は各々、本発明を適用した別のワイヤーグリッド型偏光素子の構成を模式的に示す断面図、および平面図である。

30

【図6】本発明を適用したプロジェクタの構成図である。

【図7】（a）、（b）は各々、従来のワイヤーグリッド型偏光素子の構成を模式的に示す断面図、および平面図である。

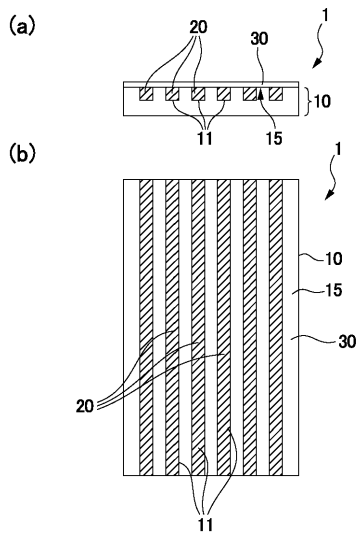
【図8】従来のワイヤーグリッド型偏光素子の透過率特性、およびコントラスト特性を示すグラフである。

【符号の説明】

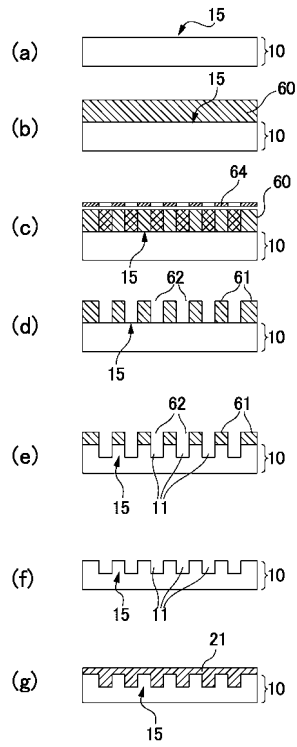
【0074】

1・・・ワイヤーグリッド型偏光素子、10・・・透光性基板、11・・・溝状凹部、15・・・基板面、20・・・金属格子

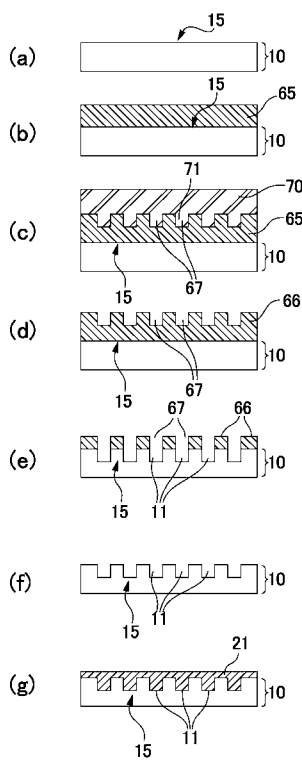
【 図 1 】



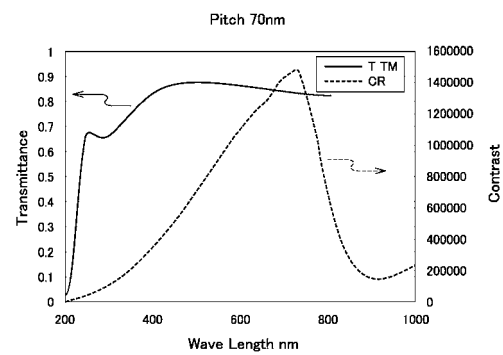
【 図 2 】



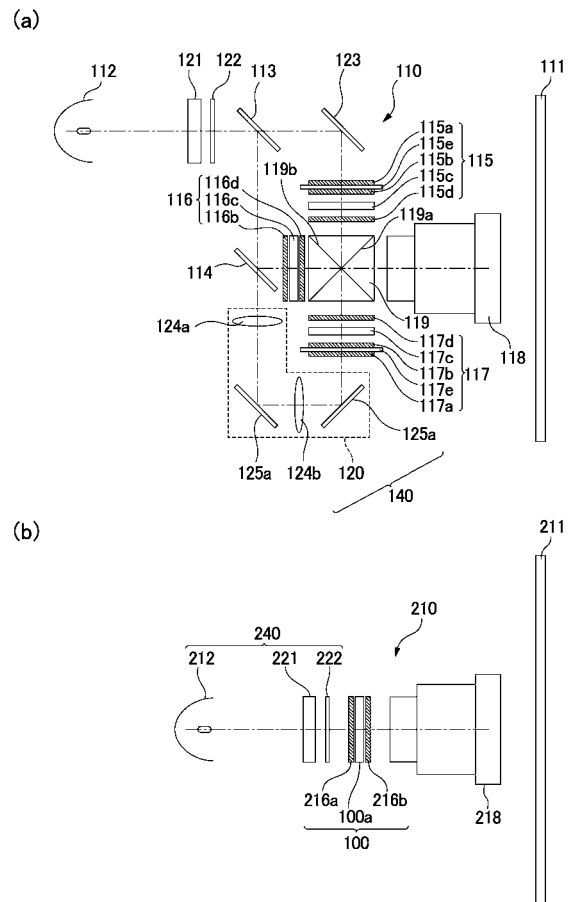
【 図 3 】



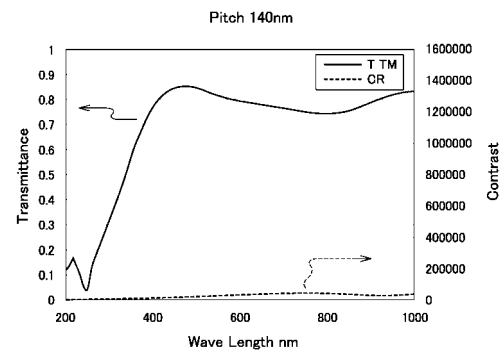
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 8 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H091 FA08 FB07 FB13 FC10 FC26 FD04 LA12
2H191 FA22X FA22Y FA22Z FB13 FB23 FC10 FC36 FD04 LA13
2K103 AA01 AA05 AB01 AB04 BC14 BC17 BC33 BC50 CA18 CA26
CA75 CA76